

茨 城 県
霞ヶ浦環境科学センター一年報

Annual Report of
Ibaraki Kasumigaura Environmental Science Center

第 1 7 号

2021
令和3年度



茨城県霞ヶ浦環境科学センター一年報

Annual Report
of
Ibaraki Kasumigaura Environmental Science Center

第 1 7 号

2021（令和 3 年度）

茨城県霞ヶ浦環境科学センター
Ibaraki Kasumigaura Environmental Science Center

目 次

I 霞ヶ浦環境科学センターの概要	
1 沿革	1
2 施設の概要	2
3 組織	4
4 職員数	4
5 予算	5
6 環境改善活動の推進	5
7 機関評価	6
8 研修生の受け入れ	7
II 環境学習・啓発・他機関との連携	
1 環境学習	8
(1) 霞ヶ浦環境体験学習推進事業（霞ヶ浦湖上体験スクール事業）	8
(2) 霞ヶ浦環境学習等推進事業	8
2 環境啓発	12
(1) 水質浄化強調月間事業	12
(2) 霞ヶ浦水辺ふれあい事業	12
(3) 環境月間イベント	13
(4) イベント出展	14
(5) 水質浄化運動促進事業	14
III 市民活動連携・支援	
1 市民活動連携支援事業	16
2 交流サロン運営事業	16
3 霞ヶ浦・北浦水質保全市民活動支援事業	17
(1) 市民活動機材貸出支援事業	17
(2) 市民活動支援事業費補助金	18
(3) 環境学習成果発表会	19
IV 情報・交流	
1 情報収集発信事業	20
2 センターホームページ等の充実	20
3 研究成果発表会の開催（オンライン形式）	21
V 調査研究・技術開発	
1 研究企画事業	23
2 調査研究事業	24
3 共同研究事業	28
4 大学、自治体、海外政府等の視察	29
5 大学、他県等の委員会の委員委嘱	29
VI 研究報告・調査報告	30
VII 研究発表業績	
1 学会等研究発表	213
2 誌上発表	214
資料編	
入館者数、施設利用状況	215
調査用備品等貸出状況、主要機器及び装置	216
諸規程等	217

I 霞ヶ浦環境科学センターの概要

1 沿革

年 度	項 目
H7年10月	・「第6回世界湖沼会議－霞ヶ浦’95」を本県で開催し、橋本知事がセンター設立を提唱
H8年度	・霞ヶ浦環境センター（仮称）基本構想策定委員会（委員長：橋本道夫（社）海外環境協力センター顧問）を設置し、センター機能など基本構想を策定
H9年度	・霞ヶ浦環境センター（仮称）位置選定研究会（委員長：稲森悠平（独）国立環境研究所地域環境研究グループ総合研究官）を設置
H10年5月	・建設地を決定（10箇所の候補地から現在地を選定）
H11年1月	・霞ヶ浦環境センター（仮称）基本計画検討懇談会（会長：田淵俊雄日本学術会議会長）を設置し基本計画を策定（5月に公表）
9月	・市民団体等との意見交換会（座長：阿部治 埼玉大学教育学部助教授）
H12年度	・霞ヶ浦環境センター（仮称）関連湖岸等整備計画検討委員会（委員長：前田修 元筑波大学教授）を設置し、委員会報告書を策定
H14年3月	・霞ヶ浦環境センター（仮称）建築基本設計を策定
7月	・建設予定地内の埋蔵文化財発掘調査（調査期間 H15年5月まで）
9月	・土地収用法に基づく事業認定を取得
12月	・用地取得
H15年3月	・霞ヶ浦環境センター（仮称）建築実施設計を策定
9月	・本体建物工事着工。調査研究課題等検討委員会（委員長：椎貝博美（社）日本河川協会会長）を設置
H16年7月	・霞ヶ浦環境センター（仮称）調査研究計画を策定
12月	・本体建物工事完成、引渡し
H17年3月	・展示物設置及びセンター情報ネットワークシステム構築を完了 ・「茨城県霞ヶ浦環境科学センターの設置及び管理に関する条例」を公布
H17年4月	・ 茨城県霞ヶ浦環境科学センターを設置（4月22日オープン）
6月	・天皇皇后両陛下御視察
10月	・高円宮妃殿下御視察 センター入館者5万人達成
H18年8月	・センター入館者10万人達成
H20年11月	・皇太子殿下御視察
H21年8月	・センター入館者30万人達成
H23年3月	・展示室を一部リニューアル（デジタル絵本「ぴゅあ」の湖の一大事）
4月	・中期運営計画策定
H25年5月	・センター入館者50万人達成
H27年3月	・展示室を一部リニューアル（霞ヶ浦流域情報ジオラマ新設等）
11月	・開設10周年記念式典・講演会開催
H28年3月	・第二期中期運営計画策定
H29年10月	・第17回世界湖沼会議の気運醸成企画展を開催
H30年2月	・展示室を一部リニューアル（環境ワンダーアドベンチャー！の新設、英語表記対応等）
10月	・「第17回世界湖沼会議（いばらき霞ヶ浦2018）」を本県で開催
R3年3月	・第三期中期運営計画策定

2 施設の概要

(1) 建物概要

本施設は、霞ヶ浦湖畔から約800m離れた高台に位置し、敷地の高低差を有効に利用するために、東西軸に沿った建物配置としている。

本体建物は、玄関を入ると吹き抜けのエントランスホールがあり、建物西側の展示交流ゾーンには、1階に水環境学習の核となる展示室、講演会・シンポジウム等に利用できる多目的ホール（最大200人収容可能）などを配置し、2階に市民活動を支援するための交流サロンと、来館者がいつでも霞ヶ浦や環境保全について学習することができる文献資料室などを配置している。

また、建物東側の研究ゾーンには、各種実験室や分析室、研究事務室などを配置するとともに、1階の通路から研究室の様子が見学できるよう、来館者に配慮した設計となっている。

(2) 屋外施設

建物の南側には、既存樹木を活かした広場、霞ヶ浦流域の地域種の植栽、ビオトープを整備し、訪れた人々が自然環境に親しみ、気軽に環境学習ができるスペースとなっている。また、散策路、霞ヶ浦が見渡せる展望デッキなどもあり、来館者の憩いの場となっている。

建物の北側には、エントランス広場と駐車場（134台）を整備し、さらに、建物の東側には、倉庫・屋外トイレ・車庫等の機能を備えた附属棟を配置している。

(3) 環境への配慮

本体建物の地中杭は、残土を排出しない鋼管回転杭を採用し、また、自然エネルギーを積極的に活用するため、空調負荷の低減を図る地中温度利用のアースチューブを設置したほか、人工木の日除けルーバーによる直射日光の抑制や屋上緑化による断熱効果の向上、雨水中水の利用など環境に配慮したつくりとしている。

○ 施設規模

- ・ 敷地面積 約31,000㎡
- ・ 建物延床面積 約 5,000㎡（センター棟 鉄筋コンクリート造2階建）

○ 主な施設の概要

位置	施設名	概ねの面積（㎡）	主な用途など
1階	展示室	650	水環境学習の中核施設 テーマ「湖沼とともに生きる」※入場無料
	小展示室	150	市民活動等の発表スペース ※利用無料
	多目的ホール	320	最大200人収容
	研修室	110	簡易な水質分析、顕微鏡観察などの体験型 環境学習を実施
2階	交流サロン	530	ミーティングコーナー、印刷機を設置
	会議室A・B	40・40	各20人規模の会議室 ※利用無料
	文献資料室	130	図書・文献等の閲覧及び貸し出し

○センター全体図



○センター平面図

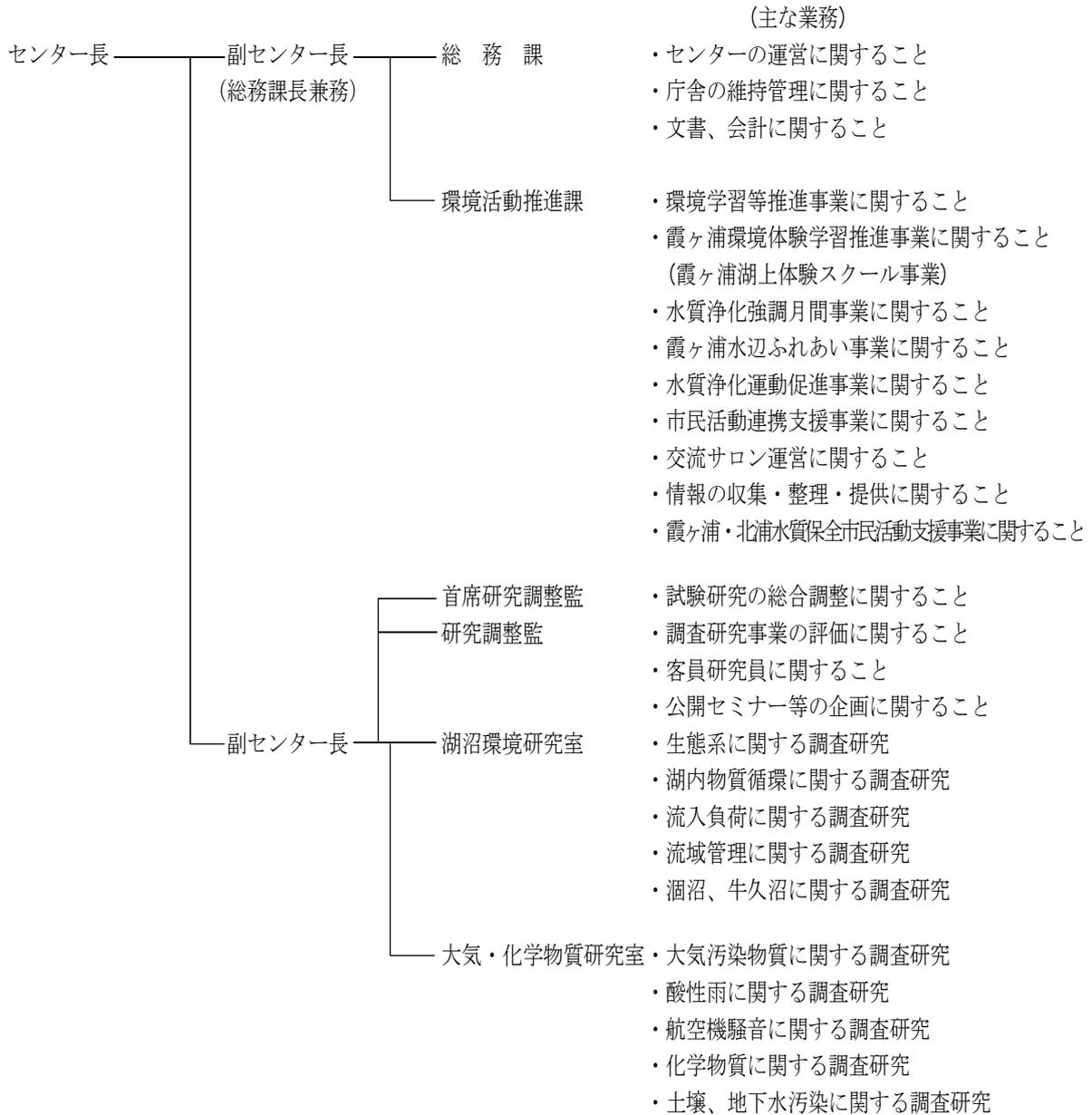
1F



2F



3 組織



4 職員数

(R3. 4. 1現在)

職名	非常勤	職員		会計年度任用職員		合計
	センター長	事務職	研究職	事務系	研究系	
人数 (人)	1	10	14	10	7	42

5 予算

(令和3年度当初予算)

項 目	予算額 (千円)
1 霞ヶ浦環境科学センター費	183,350
(1) 運営費 (職員給与費を除く。)	90,681
(2) 水環境調査研究事業費	64,054
(3) 環境学習等推進事業費	28,069
(4) 情報収集発信事業費	546
2 調査研究費 (令達予算)	19,482
(1) 公害防止対策費	3,250
(2) 大気保全対策費	5,051
(3) 水質保全対策費	1,350
(4) 霞ヶ浦水質保全対策費	7,753
(5) 廃棄物対策費	427
(6) エコ農業茨城推進総合対策費	1,651
3 その他 (令達予算)	3,759
(1) 霞ヶ浦水質保全対策費 (環境体験学習推進等分)	3,759
計	206,591

6 環境改善活動の推進

センターでは、施設の運営及び事業活動に伴う環境負荷を削減するため、設立当初から各種省エネ機器を積極的に導入するとともに、冷暖房の適切な温度調節、昼休み・休憩時等の消灯、用紙類の使用量の削減など、身近な環境改善活動にセンター職員が一丸となって取り組んできた。

また、ISO14001の登録組織を公害技術センターから引き継ぎ、環境影響評価や内部環境監査を実施するとともに、環境管理システム推進のために必要な能力を育成・修得するための研修を行うなど、積極的に環境改善活動の推進を図ってきた。

センターでは、ISO14001に基づく活動実績を踏まえつつ、また、環境方針に掲げる基本理念を具体化するため、平成22年度からは、県が平成18年に創設した簡易型の環境管理システムである茨城エコ事業所登録制度を活用し、センター内における環境改善活動の推進を図っている。

環境方針

1 基本理念

茨城県霞ヶ浦環境科学センターは、霞ヶ浦をはじめとする県内の湖沼、河川の水環境や大気環境などの保全に取り組むため、環境全般に関わる調査研究や環境学習・市民活動連携支援などを実施し、地域環境及び地球環境の保全に寄与するとともに、自らも環境に影響を与えうる機関であることを認識して、全職員の参画により組織が一丸となって環境改

善活動を実行します。

2 基本方針

- (1) 当センターの事業活動に係る環境影響を的確に把握し、環境管理システムを構築及び運用し、その継続的な改善を図るとともに、環境汚染の未然防止に取り組みます。
- (2) 適用される環境関連の法規制及び当センターが受け入れを決めた要求事項を遵守します。
- (3) 環境目的及び目標を設定し、必要に応じて見直しを行います。
- (4) 特に次の点については優先的に取り組みます。
 - ① 研究業務について、環境保全をめざした課題に積極的に取り組むこと。
 - ② 子供から大人まで親しみやすく参加しやすい体験型学習の機会や場を提供すること。
 - ③ 県民や市民団体などに対し、活動の場を提供するとともに、環境問題の解決に有益な研究成果や情報を提供すること。
 - ④ 電力などのエネルギーの適正使用及び用紙など資源消費量の削減を推進すること。
 - ⑤ 化学物質の適正管理を徹底すること。
 - ⑥ グリーン購入（環境負荷の少ない製品の購入）を推進すること。
 - ⑦ リサイクル・リユースの推進により廃棄物の削減に努めるとともに、廃棄物の適正処理を徹底すること。
- (5) この環境方針は、全職員に周知徹底し、全職員参加のもと環境保全活動に取り組みます。
- (6) 地域社会の一員として、地域の環境保全活動に積極的に協力していきます。
- (7) この環境方針は、広く一般に公表します。

平成19年8月7日

茨城県霞ヶ浦環境科学センター長

7 機関評価

試験研究機関の役割と取り組むべき試験研究等の業務を明確にし、それらを効率的に進めるための方策を示している中期運営計画に基づく年度毎の実施計画の達成状況等を評価し、業務の質の向上と効率化を進め、活動の水準を高めるために実施している。

(1) 評価の概要

評価は、県内部の委員5名構成の事業検討会議（令和3年6月24日開催）で自己評価を実施後、学識経験者等委員6名構成の評価委員会（令和3年7月9日開催）の場でなされた。

(評価結果)

評 価 項 目		評 価
総合評価		A
i) 県民に対して提供する業務	1) 試験研究	A
	①流域からの汚濁負荷の把握（北浦流域の窒素の動態に関する調査研究事業）	
	②農地からの汚濁物資の削減手法の開発	
	③微小粒子状物質（PM2.5）に関する調査研究	
	2) 事案対応	AA

	3)環境学習	A
	4)市民活動との連携・支援	A
	5)情報・交流、広報・情報発信	A
ii)業務の質的向上、効率化のために実施する方策	1)全体マネジメント	A
	2)県民ニーズの把握	A
	3)他機関との連携	A
	4)外部資金の獲得方針	A
	5)内部人材育成	AA

評価（4段階）

AA：質・量の両面において目標を超えた優れたパフォーマンスを実現

A：質・量の両面において概ね計画を達成

B：質・量のどちらか一方において計画を未達

C：質・量の両面において大幅に未達

(2) 評価委員会委員（6名、◎：委員長）

池田 幸也	元常磐大学コミュニティ振興学部長
内海 真生	筑波大学生命環境系教授
黒田 久雄	茨城大学農学部教授
高見 昭憲	国立環境研究所地域環境研究センター長
◎辻村 真貴	筑波大学生命環境系教授
原口 弥生	茨城大学人文学部教授

8 研修生の受入

(1) インターンシップ研修生

研修生4名を令和3年9月14日(火)～16日(木)の3日間、茨城県庁インターンシップ実施要領に基づき受け入れた。

(2) 職場体験学習

コロナウイルス感染拡大の影響により受入れ実績なし。

II 環境学習・啓発・他機関との連携

1 環境学習

(1) 霞ヶ浦環境体験学習推進事業（霞ヶ浦湖上体験スクール事業）

県内の小中学生等を対象に、湖沼や河川の大切さや水環境への理解を深めるため、湖上で水質調査やプランクトン観察を行う環境学習と、周辺の浄水場や下水道事務所等の水関連施設の見学を組み合わせた体験型環境学習を実施した。

参加対象：県内の小・中学校の児童・生徒及び町内会等

内容：湖上での環境学習と周辺の水関連施設の見学を組み合わせた体験型環境学習

表1 霞ヶ浦環境体験学習推進事業（霞ヶ浦湖上体験スクール事業）実施状況

	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3
実施回数（回）	287	299	300	300	300	311	310	306	189	231
参加学校・団体数	186	204	198	202	199	208	189	204	103	102
うち学校数	145	168	162	163	157	154	141	138	62	84
うち団体数	41	36	36	39	42	54	48	66	41	18
参加者数（名）	8,946	9,097	9,323	9,049	9,443	9,715	9,585	9,425	3,379	4,458



湖上体験スクール

(2) 霞ヶ浦環境学習等推進事業

ア 展示室・研修室等を活用した体験型環境学習の実施

展示室や研修室等を活用し、環境保全の大切さを考えてもらう体験型環境学習を実施した。

① 展示室を活用した体験型環境学習の実施

展示室見学を通じた霞ヶ浦の歴史、文化、自然等の学習

② 研修室を活用した体験型環境学習の実施

水質調査、プランクトン観察等

③ センターの庭等を活用した体験型環境学習の実施

センターの庭や池での野外観察(植物、魚、プランクトン、霞ヶ浦の景観観察等)

表2 研修室等での体験型環境学習の実施状況

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
回数	5	17	44	27	3	0	38	38	16	4	0	1	193
人数	186	337	886	497	28	0	800	784	367	94	0	9	3,988

イ 霞ヶ浦環境科学センター出前講座等の実施

霞ヶ浦の水質浄化には、県民の理解と協力が不可欠であり、霞ヶ浦環境科学センター出前講座や霞ヶ浦学講座、自然観察会を実施し、環境保全意識の高揚を図った。

① 霞ヶ浦環境科学センター出前講座

学校、地域住民等からの要請に基づき、学校や公民館、水辺等の現地に講師を派遣して出前講座を実施した。

表3 霞ヶ浦環境科学センター出前講座実施状況

開催日	主な申請団体等	テーマ	参加者数(名)
令和3年 4～6月	つくば市立栗原小学校 つくばみらい市立谷原小学校 等 4団体(4回)	プランクトン観察 等	246
7～9月	稲敷市立江戸崎小学校 銚田市立旭北小学校 2団体(2回)	水質調査	69
10～12月	石岡市立瓦会小学校 行方市立麻生小学校 つくば市立竹園東中学校 等 7団体(12回)	水質調査、 河川環境学習 等	326
令和4年 1～3月	銚田市立上島西小学校 石岡市立東成井小学校 等 5団体(6回)	水質調査 等	121
計	18団体(24回)		762



出前講座(水質調査)



出前講座(河川環境学習)

② 霞ヶ浦学講座

霞ヶ浦に関心を持ち、考え、行動に繋げてもらうため、霞ヶ浦の歴史・文化・地理等霞ヶ浦を取り巻く様々な分野を学ぶ霞ヶ浦学講座を実施した。

表4 霞ヶ浦学講座実施状況

開催日	内容	実施場所	参加者数(名)
令和3年 6月9日(水)～ 6月22日(火)	「霞ヶ浦のい・ろ・は」I	霞ヶ浦環境科学センターHP 上でクイズ出題	30

開催日	内 容	実施場所	参加者数 (名)
7月4日(日)	「北浦の魚たち」	霞ヶ浦環境科学センター	25
7月18日(日)	「霞ヶ浦と鯉」	霞ヶ浦環境科学センター	34
7月24日(土)	「霞ヶ浦を湖上から見てみよう」	霞ヶ浦湖上	21
8月25日(水)～ 9月13日(月)	「霞ヶ浦のい・ろ・は」Ⅱ	霞ヶ浦環境科学センターHP 上でクイズ出題	33
9月17日(金)～ 10月4日(月)	「霞ヶ浦ってどんな湖?!」	霞ヶ浦環境科学センターHP 上で動画公開	25
10月24日(日)	「霞ヶ浦の水質と水循環」	霞ヶ浦環境科学センター	25
10月30日(土)	「ジオパークってなんだろう?!」	霞ヶ浦環境科学センター	30
11月3日(水)	「里山保全活動から学ぼう!」	霞ヶ浦環境科学センター 穴塚大池	16
11月28日(日)	「霞ヶ浦ゾーンのジオサイトの魅力」	霞ヶ浦環境科学センター	39
12月12日(日)	「古文書から見る土浦の植物」	霞ヶ浦環境科学センター	35
令和4年 2月9日(水)～ 2月24日(木)	「霞ヶ浦×観光」	霞ヶ浦環境科学センターHP 上で動画公開	27
2月26日(土)～ 3月13日(日)	「霞ヶ浦のい・ろ・は」Ⅲ	霞ヶ浦環境科学センターHP 上でクイズ出題	20
3月16日(水)～ 3月28日(月)	「環境学習プログラムをデザインする」	霞ヶ浦環境科学センターHP 上で動画公開	11
計			371

③ 霞ヶ浦自然観察会

霞ヶ浦の自然や生きものの観察等を通して霞ヶ浦への関心や親しみを深めるための観察会を実施した。

表5 自然観察会実施状況

開催日	内 容	実施場所	参加者数 (名)
令和3年 10月23日(土)	「湖岸の秋の植物」	霞ヶ浦湖岸	18

開催日	内 容	実施場所	参加者数 (名)
11月20日(土)	「川に帰ってきたサケ」	五行川河川敷	32
令和4年 1月15日(土)	「霞ヶ浦に来る冬鳥を探そう」	かすみがうら市歩崎	23
計			73

表6 ミニ自然観察会実施状況

開催日	内 容	実施場所	参加者数 (名)
令和3年 5月1日(土)	「人が利用している春の植物竹を切ってみよう」	霞ヶ浦環境科学センター 野外広場	23
6月5日(土)	「初夏の花と植物」		23
7月3日(土)	「夏の花と昆虫 トンボの生態」		17
10月2日(土)	「タデ科の植物とオニバスの閉鎖花」		16
11月6日(土)	「ドングリを探そう」		15
令和4年 3月5日(土)	「生物の春 植物・鳥・昆虫何が見つかるかな」		4
計			98

④ 環境学習指導者養成講座

教員を対象に、体験型環境学習の指導方法を習得する講座を開設した。3回を予定し、57名の参加希望があったが、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から2回が中止となり、1回16名の参加にとどまった。

表7 環境学習指導者養成講座状況

開催日	内 容	実施場所	参加者数 (名)
令和3年 7月17日(土)	水質調査の実習 ・霞ヶ浦の水、河川の水、生活排水の調査 ・指導上の留意点等の研修	霞ヶ浦環境科学センター、霞ヶ浦湖岸	16

2 環境啓発

(1) 水質浄化強調月間事業

7月22日（海の日）から9月1日（霞ヶ浦の日）までの「霞ヶ浦水質浄化強調月間」中に、水質浄化強調月間PRポスターの作成・掲示、主に親子連れを対象とした霞ヶ浦ECO&SCIENCEスタディイベント、水質浄化ポスターの募集等の啓発事業を重点的に実施した。

ア 強調月間PRポスターの作成・掲示

霞ヶ浦流域の公共施設等へ約400枚掲示

イ 霞ヶ浦ECO&SCIENCEスタディイベント

日 時：令和3年7月25日（日）

場 所：センター研修室

テーマ：「プランクトンはどこだ！？顕微鏡でいろいろなプランクトンを探そう！」

参加者：37名

ウ 水質浄化ポスター募集

区分	応募数	入賞数	賞状授与会
ポスター	1,164点	69点	令和3年12月18日（土）



県知事賞作品（小学校低学年部門）



県知事賞作品（小学校高学年部門）



県知事賞作品（中学校部門）

(2) 霞ヶ浦水辺ふれあい事業

水質浄化意識の啓発を目的に、市民参加型の実行委員会を組織し、霞ヶ浦湖畔等において、さかなとのふれあい、人と人のふれあい等をテーマに事業を実施した。

表8 霞ヶ浦水辺ふれあい事業

開催日	テーマ	内容	実施場所	参加者数(名)
令和3年 6月19日(土)	さかなとのふれあい	・釣り教室、釣り体験 ・魚の観察（移動水族館）	霞ヶ浦環境科学センター	48
11月7日(日)	人と人のふれあい	・湖岸清掃	霞ヶ浦湖岸	324
11月13日(土)	その他のふれあい	・遊覧船体験 ・湖岸スタディサイクリング	霞ヶ浦湖岸	53
計				425



水辺ふれあい事業（魚釣り体験）



水辺ふれあい事業（サイクリング）

(3) 環境月間イベント

6月の環境月間（主唱：環境省）において、霞ヶ浦をはじめとする環境についての参加者の関心と理解を深めるため、以下のとおりイベント及び企画展を実施した。

表9 環境月間イベント

開催日	内 容	実施場所	参加者数 (名)
令和3年 6月5日(土)	ペットボトルで浄化装置を作ってみよう！	霞ヶ浦環境科学センター	21
6月12日(土)	活性汚泥の中にいる微生物を見てみよう！	霞ヶ浦環境科学センター	23
6月26日(土)	貝で水をきれいにしてみよう！	霞ヶ浦環境科学センター	34
計			78

表10 環境月間企画展

開催日	内 容	実施場所
令和3年 6月1日(火) ～30日(水)	「めぐりめぐる霞ヶ浦の水」 ・霞ヶ浦の浄水、下水処理に関する 展示物の展示	霞ヶ浦環境科学センター 1階 小展示室・エントランスホール前廊下

(4) イベント出展

大型商業施設や他団体のイベント等において、水質浄化意識の普及啓発を目的としたブース出展やイベント開催等を行った。

表11 イベント出展

実施日	内容	参加者数(名)
令和3年 4月22日(木) ～5月5日(水)	大洗水族館イベントでのパネル出展	—
11月21日(日)	つくばサイエンスツアーオフィスとのコラボイベント 「つくば・霞ヶ浦サイエンスツアー」	28
12月12日(日)	ひぬま環境フォーラムでのプランクトン観察会	57
令和4年 3月12日(土) ～13日(日)	イオンモール土浦でのブース出展	1,037

(5) 水質浄化運動促進事業

ア 流域連携促進事業

霞ヶ浦問題協議会（霞ヶ浦流域21市町村で構成）と地元住民が取り組む水質浄化活動に協力した。

① 霞ヶ浦流入河川水質一斉調査

小中学生をはじめ家庭排水浄化推進協議会、水質監視員など、住民参加による霞ヶ浦流入河川水質一斉調査（10月23日）が21市町村、210個所で行われ、調査に協力した。

② 各探検隊活動の実施

巴川、桜川、恋瀬川、小野川及び北浦水質レスキュー隊の5探検隊のうち、桜川、小野川及び北浦水質レスキュー隊の3探検隊が、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から予定していた事業を中止した。



霞ヶ浦流入河川一斉調査

表12 各探検隊活動の実施状況

探検隊名	開催日	内容	実施場所	参加者数 (名)
巴川探検隊	R3. 7. 1	霞ヶ浦湖上体験スクール	霞ヶ浦湖上	39
	7. 13	同上	同上	39
	8. 4	同上	同上	30
桜川探検隊	新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から中止			
恋瀬川探検隊	R3. 5. 27	水質調査	恋瀬小学校	28
	8. 4	霞ヶ浦湖上体験スクール	霞ヶ浦湖上	30
小野川探検隊	新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から中止			
北浦水質レスキュー隊	新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から中止			

イ 水質浄化運動促進事業

霞ヶ浦問題協議会が実施する水質浄化活動に対して補助金を交付した。

① 霞ヶ浦水質浄化啓発

各市町村庁舎や公民館等の窓口にチラシやキッチンペーパー等の啓発品を配布

② 家庭排水対策の推進

家庭からの廃食用油の回収

実施市町村：7市町村回収量：6,779L

③ 霞ヶ浦地域清掃事業

8月と3月に流域内市町村で道路側溝や河川敷等の清掃

参加人員：延べ40,385人 ゴミ回収量：44.2トン



霞ヶ浦・北浦清掃大作戦



啓発品配置による啓発活動

Ⅲ 市民活動連携・支援

1 市民活動連携支援事業

(1) センターパートナーとの協働によるセンター運営

センターパートナー（ボランティア）と協働で事業を実施することで、県民目線の効率的な運営を実現できた。

○ 実績

- ・登録者数 80名（R4.3.31現在）
- ・年間活動延べ日数（人日）

年度区分	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3
活動実績	1,645	1,489	1,426	1,126	778	732	732	804	613	755	464	602

(2) 小展示室の活用

環境保全に取り組む市民団体の活動紹介や、水質浄化ポスターコンクール入賞作品の展示等を通して県民の環境保全意識の高揚に繋げることができた。

○ 実績

- ・市民団体活動紹介（R3.12.11）
- ・令和3年度水質浄化ポスターコンクール入賞作品展示（R4.3.17～R4.9.30）



パートナー全体研修会



小展示室

2 交流サロン運営事業

(1) センター2階交流サロンの運営

市民団体の環境保全活動を支援する制度や、市民団体の活動紹介等、各種の情報提供をはじめ、団体同士の交流の場となるスペースを提供した。

(2) サポーター制度の運営

センターの事業参加に意欲的な者をサポーターに登録、イベント情報の提供と積極的な参加を働きかけた。

○ 実績

・交流サロン利用者数（人）

年度	大人	子ども	団体	計
H20	8,541	6,012	7,056	21,609
H21	7,183	6,932	5,818	19,933
H22	7,505	6,022	4,615	18,142
H23	5,951	4,010	3,179	13,140
H24	6,118	5,077	4,117	15,312
H25	5,565	5,562	3,578	14,705
H26	5,587	4,952	6,067	16,606
H27	5,386	5,185	5,423	15,994
H28	5,802	4,056	6,328	16,186
H29	6,986	4,495	6,089	17,570
H30	6,898	4,703	5,771	17,372
R 1	6,658	5,424	4,087	16,169
R 2	2,933	1,393	1,598	5,924
R 3	3,178	1,718	1,497	6,393

・サポーター登録数（人）

年 度	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28
サポーター登録者数	593	762	929	1,076	1,165	1,268	1,359	1,430	1,506	1,577
増加数	174	169	167	147	89	103	91	71	76	71

年 度	H29	H30	R 1	R 2	R 3
サポーター登録者数	1,644	1,695	1,738	1,768	1,773
増加数	67	51	43	30	5

3 霞ヶ浦・北浦水質保全市民活動支援事業

(1) 市民活動機材貸出支援事業

市民団体等が行う環境保全活動及び環境学習活動等を支援するため、活動に必要となる各種機材の無料貸し出しを行った。

○ 機材を利用できる方

環境保全活動を行う法人・団体、教育機関及び行政機関、市町村

○ 貸し出しを行う主な機材

[保全活動用の機材]

軽トラック、刈払機、フェイスシールド、チェーンソー、イヤーマフ付きヘルメット、発電機、木材チップパー、ジョレン、アルミ柄ショベル、木柄 4 本爪フォーク、長柄のこぎり、炊き出し鍋、プロパンガス用コンロ、ライフジャケット、胴長、ハンマーナイフ、乗用草刈機、薪割り機 等

[環境学習用の機材]

透視度計、小型プランクトンネット、電気伝導率計、顕微鏡、双眼鏡、フィールド

スコープ、トランシーバー、集会用テント、DO メーター、コンパクトpHメーター、拡声器、観察用水槽、プロジェクター、スクリーン、有孔パネルボード、テーブル、パイプイス、ワイヤレスアンプ・マイクセット、 等

〔資料印刷用の機材〕

印刷機・紙折り機・丁合機（センター2F 交流サロンに設置。紙は利用者持参。）

○ 実績

R3 貸出件数 43 件、貸出機材台数 168 台



貸出機材（軽トラック）



機材を活用した里山保全活動

(2) 市民活動支援事業費補助金

市民団体等が行う水環境の保全活動等を支援するため、活動費の助成を行った。

○ 助成の対象となる団体

主に県民で構成され、自ら企画した活動を行う団体（町内会、PTA 等を含む。）

○ 助成の対象となる事業

- ・ 県内の湖沼等における水環境の改善及び保全に直接寄与する活動（環境学習等の意識啓発事業は除く。）
- ・ 特定外来生物の駆除（ただし、水環境の保全に係るものに限る。）

○ 助成金額 1 団体あたり上限 100 万円

○ 実績

R3 助成団体数 11 団体



補助金の交付を受けた団体の活動様子

(3) 環境学習成果発表会

環境学習等に取り組む児童・生徒間の交流及び情報交換を促進し、意欲向上を図るため、県内で環境学習等を実施している児童・生徒による成果を募集し、ホームページで公開した。

○ 実績

ホームページ掲載件数 21 件

IV 情報・交流

霞ヶ浦などの県内の湖沼をはじめ水環境や大気環境、化学物質などについての研究成果や市民活動の情報など様々な情報を、インターネット等を利用して積極的に収集・整理・発信し、センターの機能である「情報・交流」の面から市民・企業・研究者・行政を結ぶ霞ヶ浦情報ネットワークの充実を図った。



1 情報収集発信事業

(1) 広報紙等のホームページへの掲載

- センター要覧(年1回)
- センター年報(年1回)
- センターのイベント案内(随時)

(2) センター施設での情報提供の充実

ア 図書の閲覧、貸出

主に環境関係の図書及び逐次刊行物を交流サロン及び文献資料室に配置

・所蔵図書 30,064冊(うち貸し出し可能な図書 9,056冊)

2 センターホームページ等の充実

(1) センター行事の発信

- ア センターで実施するイベント情報の発信
- イ ブログを活用した情報発信



センターホームページ

(2) 市民団体及び市町村の情報発信

- ア 環境保全活動に取り組む市民団体及び市町村のイベント等の紹介
- イ 活動機材の紹介
- ウ サポーター・パートナー制度の紹介

(3) 研究成果等の発信

- ア 水質等のデータ公開
- イ センター主催のセミナー・シンポジウムの紹介
- ウ 研究状況の紹介

(4) 環境教育

霞ヶ浦自然観察会、霞ヶ浦出前講座及び霞ヶ浦学講座等の紹介

(5) SNSの活用

ツイッターやフェイスブックによる情報発信



フェイスブック

ツイッター

インスタグラム

※名称をクリックすると当センターの該当 SNS に移動します。

3 研究成果発表会の開催(オンライン形式)

- ・開催日時 令和4年3月4日(金) 14:00~16:20
- ・場 所 茨城県霞ヶ浦環境科学センター 多目的ホール
ポスター発表はロビーに掲示及びホームページに掲載
- ・参加者 Zoom接続数 67 (客員研究員4、県8、国研究機関・大学17、
他県・市町村22、企業・市民団体・県民等16)
- ・特別講演 「浅い湖沼：霞ヶ浦の水質特性」センター長 福島 武彦
- ・発表タイトルと発表者
(口頭発表)

- | | | | |
|-----------------------------------|---------|----|-------|
| ① 夏季の北浦における水温成層及び貧酸素水塊の形成と消失条件の検討 | 湖沼環境研究室 | 北村 | 主任研究員 |
| ② 巴川・銚田川流域における窒素負荷量の推移と河川水質への影響 | 湖沼環境研究室 | 大内 | 主任 |
| ③ 県内3地区のハス田群の環境負荷とその改善策の提案 | 湖沼環境研究室 | 佐野 | 主任研究員 |
| ④ 浄化導水による新川の水質変化 | 湖沼環境研究室 | 古川 | 流動研究員 |
| ⑤ 近年の牛久沼の水質変化とその要因 | 湖沼環境研究室 | 長濱 | 主任 |



研究成果発表会（多目的ホール）

（ポスター発表）

- ① 航空機騒音は環境基準を達成している？
～百里飛行場周辺における航空機騒音実態調査～
大気・化学物質研究室 田畑 室長
- ② 茨城県の空気はきれいになった？
～茨城県における有害大気汚染物質調査について～
大気・化学物質研究室 豊岡 主任研究員
- ③ 似た化合物の分離はどうする？
～酸化エチレン・酸化プロピレンの GCMS 分析条件の改良～
大気・化学物質研究室 吉田 主任
- ④ 大気中の PM2.5 は改善した？
～茨城県における微粒子状物質（PM2.5）の推移～
大気・化学物質研究室 小田 主任

V 調査研究・技術開発

1 研究企画事業

(1) 客員研究員の委嘱

① 客員研究員制度の概要

大学や外部研究機関等から、環境科学に関する分野で専門的知識を有する研究者を客員研究員として委嘱し、研究機能の向上及び活性化並びに研究体制の充実を図ることを目的に、平成17年7月15日に客員研究員設置規程を策定した。客員研究員の職務は次のとおりである。

- ・研究職員に対する研究企画、研究手法、研究成果のとりまとめ等についての指導・助言
- ・センターにおける研究の実施
- ・その他、センターにおける研究の推進等に寄与すると認められる活動

② 客員研究員(R4.3.31現在)

筑波大学生命環境系	教授	内海 真生
茨城大学農学部	教授	黒田 久雄
国立環境研究所地域環境保全領域	領域長	高見 昭憲
筑波大学生命環境系	教授	辻村 真貴
茨城大学地球・地域環境共創機構水圏環境フィールドステーション	准教授	中里 亮治

③ 客員研究員による助言等

区 分	回数
霞ヶ浦の水質変動に関する調査研究関係	10
生態系サービスの経済的評価	3

(2) 研究成果発表会の開催（再掲（P21 3 研究成果発表会の開催（オンライン形式）））

令和4年3月4日（金）に成果発表会を、コロナウイルス感染拡大防止のためオンラインで開催し、口頭発表5件、ポスターセッション4件の発表を行った。

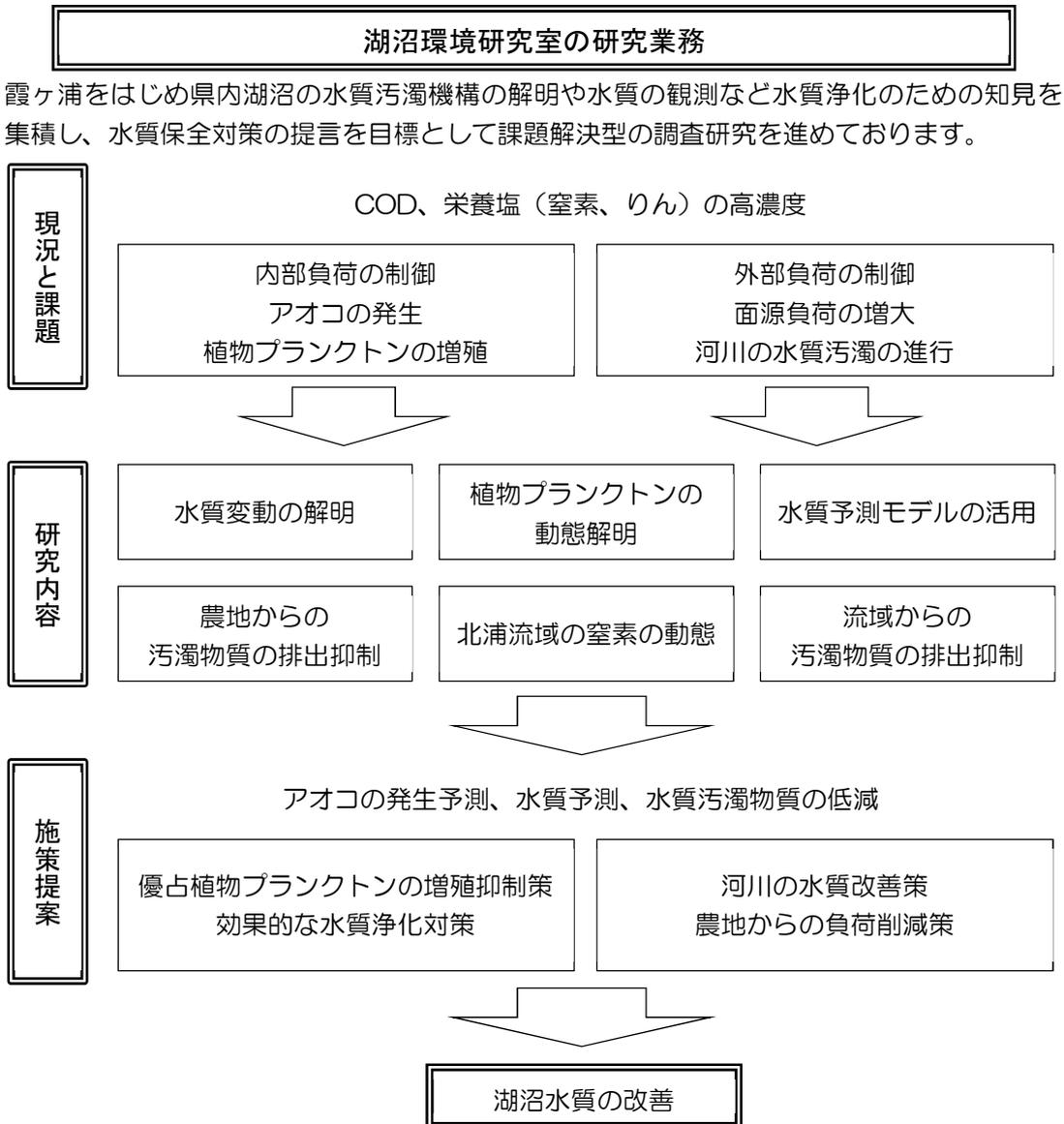
(3) 騒音振動悪臭実務研修会の開催

- ・開催日 令和3年12月15日(水)
- ・場所 センター 多目的ホール
- ・参加者 市町村職員 51名
- ・内容 騒音・振動及び悪臭防止に係る規制について
騒音及び悪臭物質の測定について

2 調査研究事業

(1) 湖沼環境研究室の調査研究事業

【各事業の概要】



【各事業の概要】

① 霞ヶ浦に関する調査研究事業

霞ヶ浦における水質汚濁機構を解明するための調査研究を行うとともに、霞ヶ浦における諸課題を解決するために以下の調査研究を実施した。

ア 水質変動の解明に関する調査研究

霞ヶ浦の水質変動要因を解明するためには、継続的な調査が必要であり、月1回、湖内17地点で水質調査、湖内8地点で植物・動物プランクトン調査を実施した。主な水質項目の年平均値は湖心でCODが7.1 mg/L (R2 6.9 mg/L)、全窒素が0.71 mg/L (R2 0.63 mg/L)、全りんが0.11 mg/L (R1 0.10 mg/L)、釜谷沖でCODが8.4 mg/L (R2 8.3 mg/L)、全窒素が1.0 mg/L (R2 1.2 mg/L)、全りんが0.0094 mg/L (R2 0.14 mg/L)であった。

イ 植物プランクトンの優占機構の解明に関する調査研究

アオコの原因となる湖内の藍藻類の出現状況調査及び過年度に構築したアオコ予測モデルを活用した発生予測を行い、アオコ情報の発信を行った。

ウ 北浦流域の窒素の動態に関する調査研究

北浦流入河川の巴川・鉾田川流域における水の流動及び窒素成分の挙動を解析する数理モデルを構築した。NO₃-Nの流出挙動を窒素の投入年代別に解析した結果、流域に投入された窒素は、投入後数十年間流出し続け、河川水質への影響が長期間継続することが推定された。

エ 水質予測モデルの活用による浄化対策効果の検証に関する調査研究

霞ヶ浦の水質改善を目的とした各種浄化対策の効果検証や、気候変動などを考慮した将来予測等に活用するため、コンピューターシミュレーションを用いた霞ヶ浦水質予測モデルを整備した。

オ 農業環境負荷低減研究

レンコン田からの環境負荷の調査を行った。

カ 霞ヶ浦流域重点対策推進事業

桜川からの浄化用水導入による新川の水質改善効果を検証した。

キ 霞ヶ浦の生態系サービスに係る経済評価

霞ヶ浦の生態系サービスについて、これまでの評価方法では反映されていない景観・観光・レクリエーションについての経済価値の評価を行う目的で、新たにゾーントラベルコスト法を用いて検討した。

② 溜沼に関する調査研究

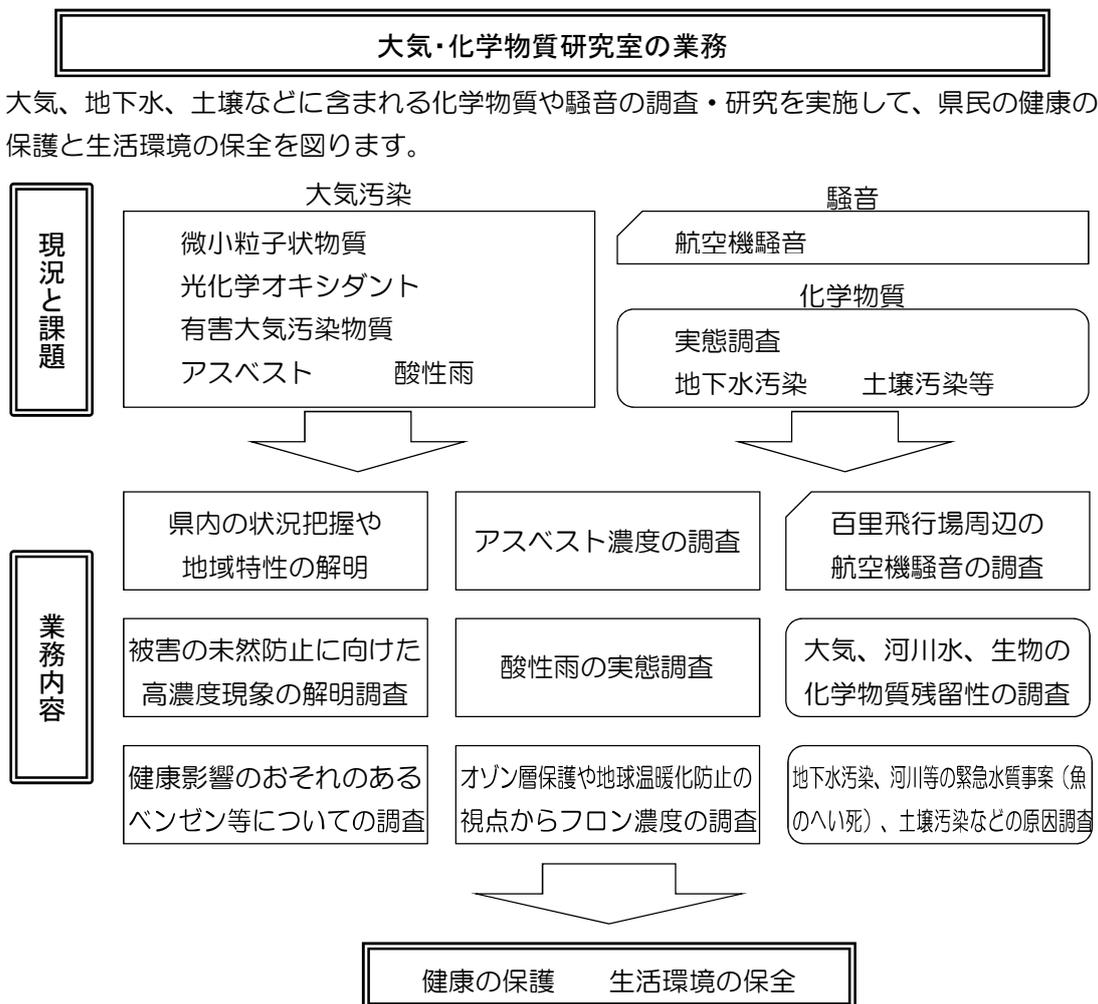
溜沼の水質が汚れる仕組みを解明するためには、継続的な調査が必要であり、月1回、湖内8地点と流入出河川4地点で水質調査を実施するとともに、湖内3地点での植物・動物プランクトン調査を実施した。主な水質項目の年平均値（上層、湖内8地点平均）はCODが6.0 mg/L (R2 5.9 mg/L)、全窒素が1.60 mg/L (R2 1.56 mg/L)、全りんが0.092 mg/L (R2 0.100 mg/L)であった。令和3年度の水質は、前年度と比べて全りんがやや低下し、COD及び全窒素は横ばいであった。

③ 牛久沼に関する調査研究

牛久沼の水質が汚れる仕組みを解明するためには、継続的な調査が必要であり、月1回、湖内8地点と流入出河川5地点で水質調査を実施するとともに、湖心での植物・動物プランクトン調査を実施した。主な水質項目の年平均値（湖内8地点平均値）は、CODが7.0 mg/L (R2 8.2 mg/L)、全窒素が1.6 mg/L (R2 1.3 mg/L)、全りんが0.083 mg/L (R2 0.104 mg/L)であった。令和3年度の水質は、前年度と比べてCOD及び全りんがやや低下し、全窒素は上昇した。

(2) 大気・化学物質研究室の調査研究事業

【事業概要】



【各事業の概要】

① 大気汚染に関する調査研究

ア 微小粒子状物質（PM2.5）に関する研究

肺の奥深くまで入りやすいため、呼吸系や循環器系など人の健康への影響が懸念されている微小粒子状物質（PM2.5）について、県内における地域特性を明らかにするため、国の「微小粒子状物質（PM2.5）成分分析ガイドライン」に基づき、季節毎に成分分析を実施するとともに、他の大気汚染物質データや気象データ等も含めた解析を行い、県内における高濃度の原因解明に向けた研究を行った。

イ 光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究

光化学オキシダントは、県内全ての測定地点において環境基準の未達成が続いている。そこで、高濃度予測モデルを運用し、環境対策課が行う光化学スモッグ対策に情報提供するとともに、予測精度向上を図るため予測値と実測値の検証を行った。

また、国立環境研究所と地方環境研究所（43都道府県市）とのⅡ型共同研究において、光化学オキシダントやPM2.5の高濃度化解明のための基礎解析として、Ox、VOCのトレンド解析を行った。

ウ 有害大気汚染物質調査

大気汚染防止法で「継続的に摂取した場合、人の健康を損なうおそれがある」と定められている有害大気汚染物質について、国のモニタリング指針に基づきベンゼン等の22物質を調査した結果、全ての項目で環境基準等を達成しており、例年並みであることを確認した。

エ 大気中のフロン濃度調査

オゾン層保護や地球温暖化防止の観点から、オゾン層破壊物質や温室効果ガスであるフロン類12物質について調査した結果、例年並みの濃度で推移し、全国と同程度であった。

オ 大気中のアスベスト(石綿)調査

一般環境における大気中のアスベスト繊維数濃度の調査を行った結果、例年と同程度であり、一般環境目安を下回っていた。

カ 酸性雨の実態把握調査

県内における酸性雨の実態を把握するため、酸性の程度を表わすpH等の調査を行った結果、年間平均pHは年々上昇傾向にあり、全国平均より高かった。しかし、酸性雨の目安の値(pH 5.6)よりは低く、酸性の状態が続いている。

② 百里飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査

百里飛行場について、航空機騒音に係る環境基準の達成状況を把握するため、飛行場周辺の10地点で航空機騒音を調査した結果、10地点すべてで環境基準を達成していた。

③ 化学物質に関する調査研究

ア 化学物質環境実態調査

環境省が化学物質の環境、生物への残留状態を継続的に把握することを目的として実施している化学物質環境実態調査の委託を受け、県内の大気、河川水、底泥、魚類の化学物質の調査を実施した。その結果は、化学物質の環境安全性評価や環境汚染の未然防止に役立てられる。

イ 水環境化学物質調査

県内の公共用水域15地点において、人の健康の保護に係る要監視項目及び水生生物の保全に係る要監視項目32物質、魚類(メダカ)に内分泌攪乱作用があるとされる1物質について実態を調査した結果、1地点においてPFOS及びPFOAが指針値を超過していた。

④ 公害事案等処理対策調査

緊急水質事案、廃棄物の不法投棄、地下水汚染等について、検体を分析し原因を特定する調査を関係行政機関と連携して実施した。

3 共同研究事業

大学や他の研究機関との共同研究を次のとおり実施した。

相手方	課 題 名	期間	内 容
茨城大学	霞ヶ浦における大気沈着の汚濁負荷に関する調査研究	R2～R4	<ul style="list-style-type: none"> ・大気沈着のモニタリング調査（センター） ・測定手法の確率・検証（茨城大学）
	霞ヶ浦における貧酸素水塊の動態に関する研究	H30～R3	<ul style="list-style-type: none"> ・水質・流況調査、水質分析（センター） ・水質流況調査、データシミュレーション解析（茨城大学）
国際農林水産業研究センター 国立環境研究所	流域から流出する窒素の起源及びその流出プロセスの解明	R3～R5	<ul style="list-style-type: none"> ・窒素流出の実態把握（センター） ・河川調査に基づく窒素流出量の把握（国際農研） ・河川水等の窒素の起源解析（国環研）
筑波大学	熱帯メロミクティックな湖沼における無酸素層の上昇に関する研究	H29～R3	<ul style="list-style-type: none"> ・熱帯のメロミクティックな湖沼で生じうる問題を予見するとともに、管理方針を提言する
	霞ヶ浦における貧酸素水塊の形成機構と微生物及び栄養塩動態に関する調査研究	R3～R4	<ul style="list-style-type: none"> ・水質・底泥の分析（センター） ・遺伝子解析、データの解析（筑波大学）
筑波大学 千葉大学	新リモートセンシング手法による全球湖沼一次生産量の推定	H29～R3	<ul style="list-style-type: none"> ・新リモセン手法により全球湖沼の一次生産量を高精度に推定する
島根大学	霞ヶ浦における底泥からの栄養塩溶出と植物プランクトンの増殖に関する調査研究	R3～R4	<ul style="list-style-type: none"> ・湖内調査、窒素やりん等の水質の分析及び解析（センター） ・溶存酸素（DO）等の物理データの観測及び解析（島根大学）
国立環境研究所	里海里湖対流圏が形成する生態系機能・サービスとその環境評価に関する研究（Ⅱ型）	R3～R5	<ul style="list-style-type: none"> ・全国の海域・流域の生物・水質調査（センター他） ・測定結果の解析・とりまとめ（国環研）
	現地アンケートに基づく霞ヶ浦の生態系サービスの経済評価に関する研究	R2～R3	<ul style="list-style-type: none"> ・レクリエーション価値の算出、負の生態系サービスの検討（センター） ・評価結果の解析（国環研）
	自然湖沼における気候変動の影響の観測と評価	R3～R5	<ul style="list-style-type: none"> ・全国の代表的な湖沼における貧酸素に係るモニタリング（センター他） ・測定結果の解析・とりまとめ（国環研）
	光化学オキシダントおよびPM2.5 汚染の地域的・気象的要因の解明（Ⅱ型）	R1～R3	<ul style="list-style-type: none"> ・光化学オキシダント、PM2.5等の常時監視データ解析（センター他）
	災害時等の緊急調査を想定したGC/MSによる化学物質の網羅的簡易迅速測定法の開発（Ⅱ型）	R2～R3	<ul style="list-style-type: none"> ・初動スクリーニングに有効な簡易定量データベースシステムの構築（センター他）

相手方	課題名	期間	内容
県農業技術課、県農業総合センター	霞ヶ浦農業環境負荷低減栽培技術推進事業 (レンコン田からの水質汚濁負荷低減に関する技術開発)	H29～R3	<ul style="list-style-type: none"> ・ほ場レベルでのレンコン田からの流出負荷の把握（農研） ・診断施肥による減肥技術の開発（園研） ・流域レベルでのレンコン田からの流出負荷の把握（センター）
関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質調査会議	微小粒子状物質調査会議	H17～	<ul style="list-style-type: none"> ・統一期間におけるPM2.5成分分析調査 ・関東地方におけるPM2.5高濃度現象解析

4 大学、自治体、海外政府等の視察

開催日	機関名等	テーマ	参加者数 (名)
令和3年 7月31日	JICA 留学生	センター長による講義 「霞ヶ浦の開発の歴史を学ぶ」	14
11月19日	埼玉県環境科学国際センター	環境学習の視察	12

5 大学、他県等の委員会の委員委嘱

委員会の名称	委嘱機関	委嘱期間	氏名
国土交通省常陸川水門魚道試験運用検討会委員	国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所	—	センター長 福島 武彦
新11条検査審査会委員	(公社)茨城県水質保全協会	R3.6.29～ R4.3.31	研究調整監 宮崎 雅弘
茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター共同利用協議会委員	茨城大学	R3.4.1～ R5.3.31	首席研究員兼湖沼環境研究室長 湯澤 美由紀
茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター共同利用協議会「霞ヶ浦流域フィールドコンソーシアム」委員			

VI 研究報告・調査報告

1 湖沼環境研究

(研究報告)

1-1	北浦流域の窒素の動態に関する調査研究事業 最終報告	31
1-2	現場観測による北浦における底泥からのリン溶出負荷の推計	44
1-3	夏季の北浦における植物プランクトン増殖の分布と要因の検討	50
1-4	県内3地区のハス田群の環境負荷調査から明らかにした負荷削減の可能性	50

(調査報告)

1-5	霞ヶ浦湖内水質等モニタリング事業	68
1-6	霞ヶ浦におけるアオコ発生状況について	86
1-7	北浦の水質汚濁に関する研究事業	91
1-8	直接大気降下物負荷量調査事業	93
1-9	霞ヶ浦水質予測モデル実装事業	96
1-10	北浦流域モデル地区における浄化効果検証に関する調査研究	101
1-11	霞ヶ浦の生態系サービスの経済評価に関する調査研究	105
1-12	流入河川の浄化効果検証に関する調査研究	107
1-13	霞ヶ浦流入河川の降雨時流入負荷量調査	112
1-14	霞ヶ浦流域重点対策推進事業	116
1-15	霞ヶ浦農業環境負荷低減栽培技術推進事業	122
1-16	涸沼の水質保全に関する調査研究事業	125
1-17	牛久沼の水質保全に関する調査事業	141

2 大気・化学物質研究

(調査報告)

2-1	微小粒子状物質 (PM2.5) 成分分析調査	158
2-2	茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究	166
2-3	光化学オキシダントおよびPM2.5汚染の地域的・気象的要因の解明 (Ⅱ型共同研究)	169
2-4	災害時の緊急調査を想定したGC/MSによる化学物質の網羅的簡易迅速測定法 (AIQS) の開発 (Ⅱ型共同研究)	175
2-5	有害大気汚染物質調査事業	180
2-6	大気環境中のフロン濃度調査事業	192
2-7	酸性雨の実態把握調査事業	195
2-8	大気環境中の石綿調査事業	197
2-9	百里飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査事業	199
2-10	化学物質環境実態調査事業	203
2-11	水環境化学物質調査事業	210
2-12	公害事案等処理対策調査事業	212

1-1 北浦流域の窒素の動態に関する調査研究事業 最終報告 (平成 28 年度～令和 3 年度)

菊地 哲郎、大内 孝雄

Final Report; Study on the Nitrogen Dynamics in Lake Kitaura Basin, by Tetsuro KIKUCHI and Takao OUCHI

キーワード: 北浦流域、窒素、安定同位体比、流域モデル

1 はじめに

北浦に流入する河川の全窒素濃度（環境基準点 8 地点における年平均値の平均値）は、昭和 47 年度（0.9 mg/L）から平成 19 年度（6.2 mg/L）にかけて継続的に上昇し、それ以降も 5.0～5.8 mg/L と、霞ヶ浦（西浦）流入河川（環境基準点 14 地点における年平均値の平均値として 2.8～3.3 mg/L）と比べて高いレベルで推移している¹⁾。このように高い窒素濃度となっている大きな要因として、北浦流域では農畜産業が盛んに行われていることから、農地に投入された化成肥料や堆肥に由来する窒素が土壌中に蓄積し、地下水を経由して河川に流出していることが考えられる。

そこで、本研究では、北浦流域において化成肥料や堆肥として投入された窒素成分の、土壌・地下水・表流水中での形態変化、並びに地下水・河川への流出等の動態について解明することを目的として、(1) 河川調査及び窒素起源調査、(2) 地下水調査、及び(3) 土壌ポーリング調査の 3 つの現地調査を実施するとともに、北浦の主要流入河川である巴川及び銚田川の流域を対象に窒素成分の動態を解析する数値モデル（以下「窒素動態モデル」）を構築して、流出する窒素の動態を解明した。

2 河川調査及び窒素起源調査

(1) 調査の概要

北浦の主要流入河川において水質調査を定期的実施し、窒素濃度の変動を把握するとともに、河川水中の主要な窒素成分である硝酸イオンの窒素・酸素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ ・ $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$) の分析結果に基づき、流域からの窒素流入負荷に対する各負荷源の寄与率を推定した。

(2) 調査地点及び調査期間・頻度

図 1 に示すとおり、銚田川、巴川、武田川、山田川、長茂川の各地点で実施した（調査期間及び頻度は表 1 を参照）。また、窒素起源調査として、

2017 年 4 月～2018 年 8 月に毎月 1～2 回、畑地、森林、ため池からの各流出水、及び生活系排水を採取した。なお、河川調査、窒素起源調査ともに平水時（先行降雨終了後 1 日以上経過した時点）に実施した。

表 1 調査河川の調査期間及び頻度

河川名	調査期間	調査頻度
銚田川	2016 年 5 月～ 2019 年 12 月	毎月 1～2 回
巴川	2016 年 4 月～ 2019 年 12 月	毎月 1 回
武田川	2018 年 6 月～ 2019 年 12 月	毎月 1 回
山田川	2019 年 4 月～ 2019 年 12 月	毎月 1 回
長茂川	2017 年 4 月～ 2019 年 12 月	毎月 1 回

(3) 調査項目

調査項目は、流量、水温、pH、電気伝導率 (EC)、懸濁物質 (SS)、COD、溶存態 COD (dCOD)、全有機態炭素 (TOC)、溶存有機態炭素 (DOC)、全窒素 (TN)、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、全りん (TP)、りん酸態りん ($\text{PO}_4\text{-P}$)、溶存無機イオン (Ca^{2+} 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-})、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ 、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$ である。溶存成分については、原液をガラス繊維ろ紙 (Whatman GF/F; 孔径 0.7 μm) によりろ過したろ液について測定した。 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ 及び $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$

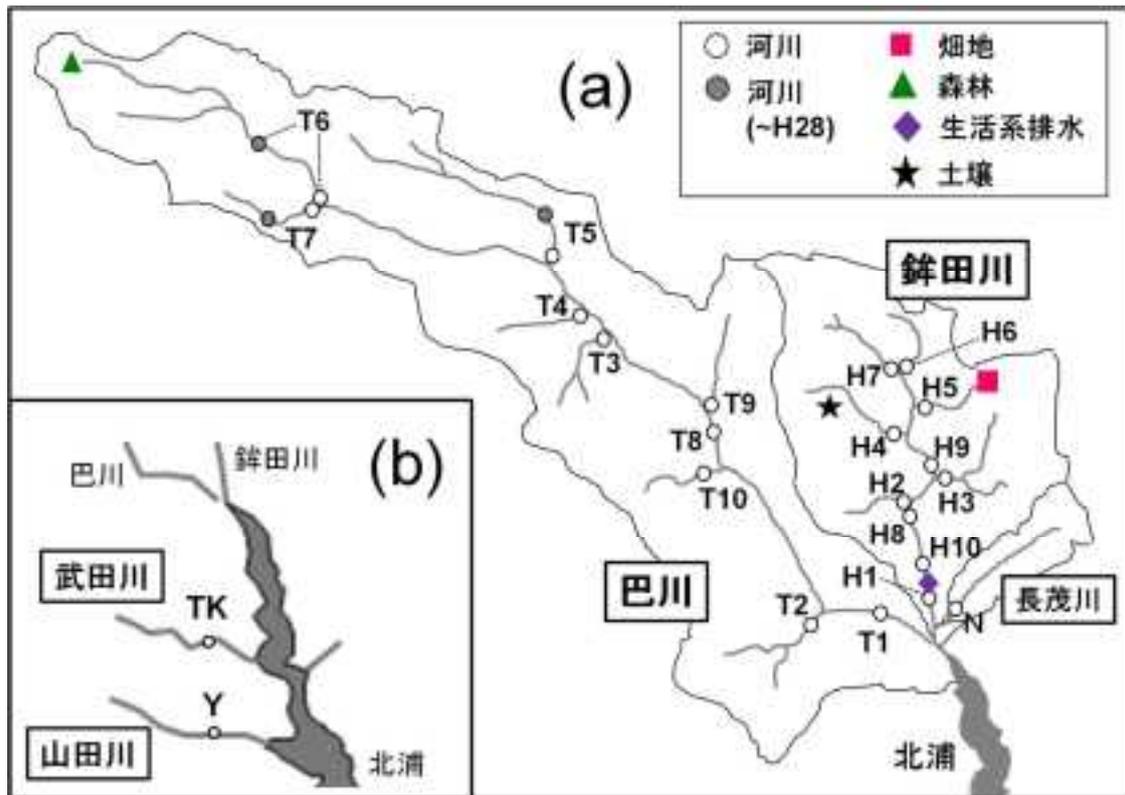


図1 河川調査、窒素起源調査、土壌ボーリング調査の各調査地点
(a) 巴川、鉾田川 (b) 武田川、山田川

については、シリンジフィルター（孔径 0.22 μm ）でろ過したろ液について測定した。

(4) 調査結果

① 河川における窒素成分濃度の変動

鉾田川の中～下流部の本川（H1、H9）及び支流（H2、H3）における調査期間中の窒素成分濃度の推移を、図2に示す。いずれの地点においても、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は灌漑期（4～9月）に低下し、非灌漑期（10～3月）に高濃度になるという年周期が見られ、また非灌漑期中の最高濃度は、2017年度のH1を除き 10 mg/L 以上であった。一方、H1及びH3では調査開始時から2018年12月にかけて、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が不規則に上昇し、最高値は両地点ともに 20 mg/L と高濃度であった。H3の上流には大規模な養豚場があり、そこからの排水の影響を受けていた可能性が考えられる。

巴川（T1）、武田川（TK）、山田川（Y）及び長茂川（N）における調査期間中の窒素成分濃度の推移を、図3に示す。 $\text{NO}_3\text{-N}$ は、長茂川で2017年8月に高濃度（12 mg/L）となったものの、鉾田川と同様灌漑期に低下し、非灌漑期に上昇するという年周期が見られた。一方、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の最高濃度は、

長茂川以外の河川では 10 mg/L を下回っていた。また、武田川では2018年12月に高濃度（6.6 mg/L）の $\text{NH}_4\text{-N}$ が観測され、点源負荷の影響が示唆された。なお、長茂川では非常に高濃度のりんが継続的に観測され（調査期間中のTP濃度の平均値及び最高値：1.1 mg/L 及び 2.4 mg/L）、その負荷要因の究明及び対策が必要であると考えられる。

② 窒素流入負荷に対する各負荷源の寄与率の推定

鉾田川及び巴川の各支流を対象に、河川水並びに各起源の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ 及び $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$ の分析結果をもとに、2016年度非灌漑期における河川水中 $\text{NO}_3\text{-N}$ に対する各負荷源の寄与率を推定した。具体的には、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ 、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$ 及び硝酸イオン（ NO_3^- ）濃度の逆数について、河川水の実測値に最も合致するような各起源（畑地、森林、ため池、生活系排水）の混合割合を、同位体混合モデル^{1,2)}を用いて計算した。その際、流出・流下過程での脱窒や生物吸収による NO_3^- 除去の影響を考慮し、河川水の実測値に補正を加えた上で計算を行った。各支流地点における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度（2016年度非灌漑期平均値）及び各負荷源の寄与率推定結果

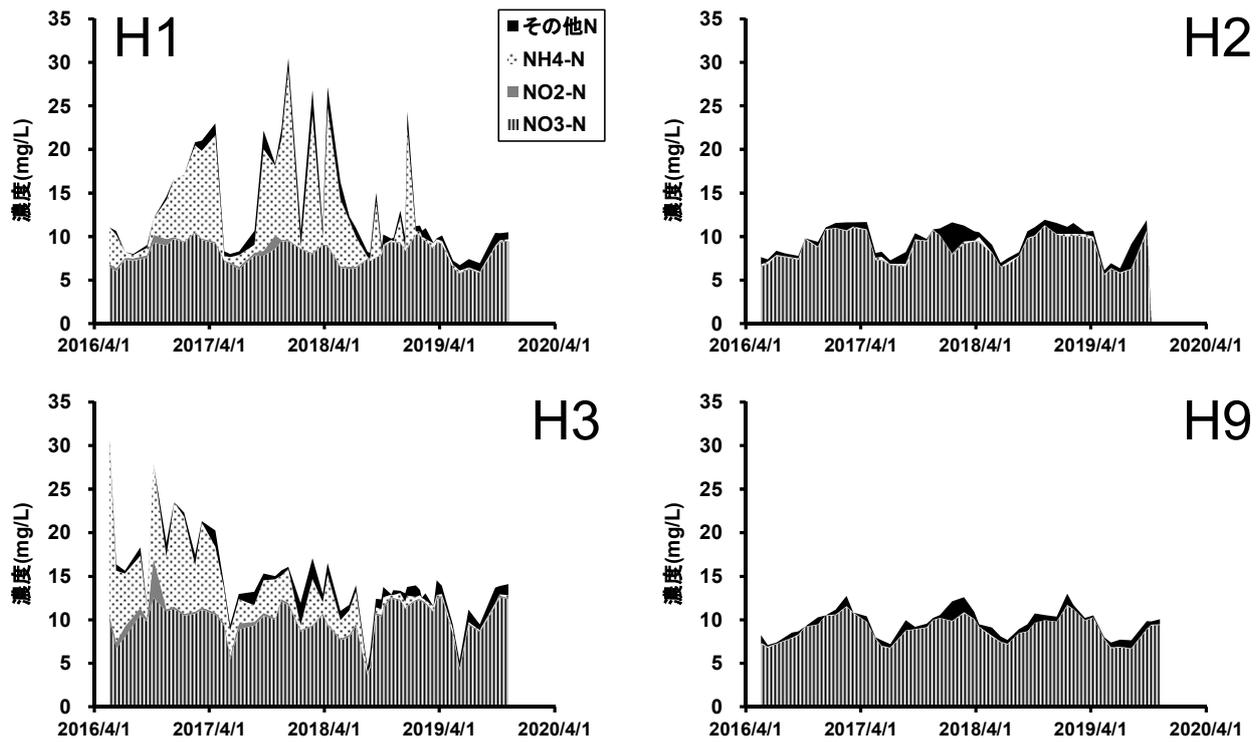


図2 銚田川の中～下流部の本川（H1、H9）及び支流（H2、H3）における窒素成分濃度の推移

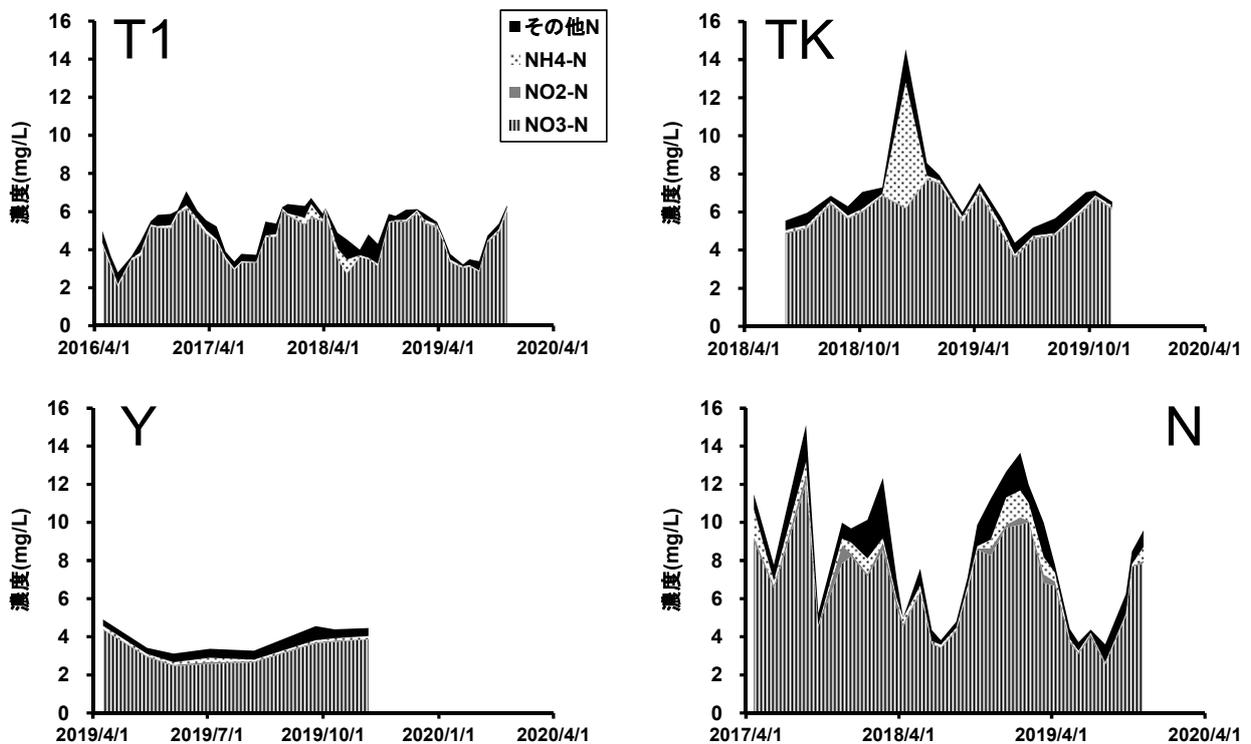


図3 巴川（T1）、武田川（TK）、山田川（Y）及び長茂川（N）における窒素成分濃度の推移

を、図4に示す。いずれの地点においても、畑地の寄与率が最も大きいと推定された(64~100%)。さらに、畑地の寄与率が95%以上と推定された支流(H2、H4、H5、H6、T3、T9)について、畑地起源のNO₃-Nが化成肥料及び堆肥の2つに由来すると仮定し、それらの割合を、両者の窒素安定同位体比(δ¹⁵N)の文献値(化成肥料:-0.12‰(n=135)、堆肥:12‰(n=137))をもとに同位体混合モデルを用いて計算した結果、堆肥の割合(54~83%)が化成肥料よりも大きいと推定された(図5)。

上記の推定結果をもとに、畑地の寄与率が95%以上と推定された6つの支流について、2016年度

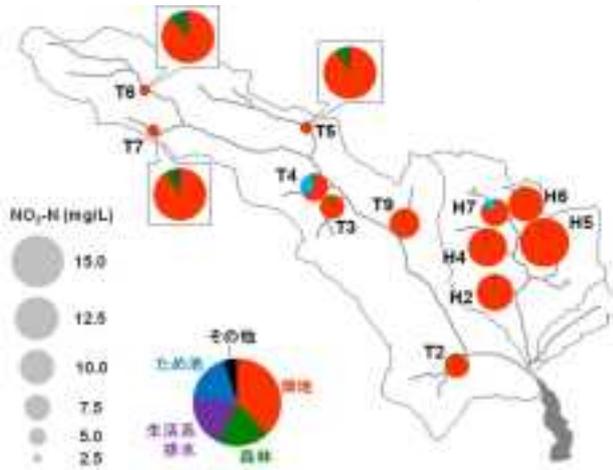


図4 銚田川、巴川の各支流地点におけるNO₃-N濃度(2016年度非灌漑期平均値)及び各負荷源の寄与率推定結果

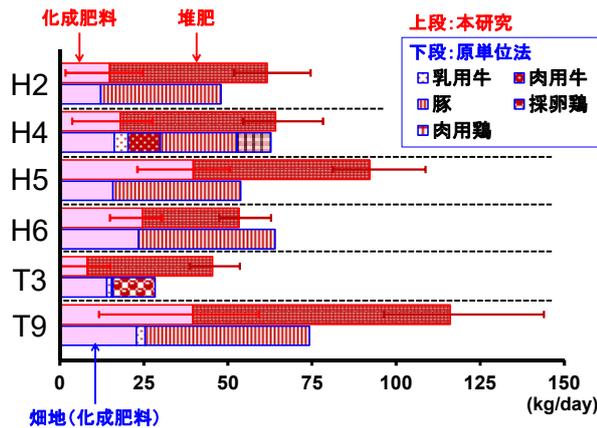


図5 畑地からのNO₃-N流出負荷量(上段)と7期計画策定時に用いられたTN排出原単位より算出したTN排出負荷量(下段)(2016年度非灌漑期。図4で畑地の寄与率が95%以上と推定された支流)

非灌漑期における畑地からのNO₃-N流出負荷量(=NO₃-N濃度×流量×畑地の寄与率)とその内訳を算出し、「霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画(第7期)」(以下「7期計画」)策定時に用いられた畑地(化成肥料)及び畜産系の各TN排出原単位³⁾と各支流域内の畑地面積及び家畜飼養頭羽数より算出したTN排出負荷量と比較した(図5)。特に堆肥由来の負荷量について、本研究による推定値は原単位法による推定値と比べて大きい傾向が見られた。その要因として、原単位法では単年度中に投入された堆肥による負荷を考慮しているのに対し、本研究で求めた値には、過去に投入され土壌中に蓄積した堆肥由来の窒素の流出分も反映されていることが推察される。

3 地下水調査

(1) 調査の概要

銚田川、巴川、長茂川の流域内及びその周縁の井戸において地下水水質調査を実施し、地下水中NO₃-Nの空間分布を把握するとともに、溶存無機イオン成分組成並びにδ¹⁵NNO₃及びδ¹⁸ONNO₃の各分析結果に基づきNO₃-Nの汚染要因について検討した。

(2) 調査方法

① 調査地点

銚田川、巴川、長茂川の流域内及びその周縁に位置する井戸(2016年度:9地点、2017年度:13地点、2018年度:16地点)を対象に調査を行った。これらの井戸は、いずれも県が毎年実施している地下水水質調査における概況調査あるいは継続監視調査の対象井戸である。2017年度の調査地点

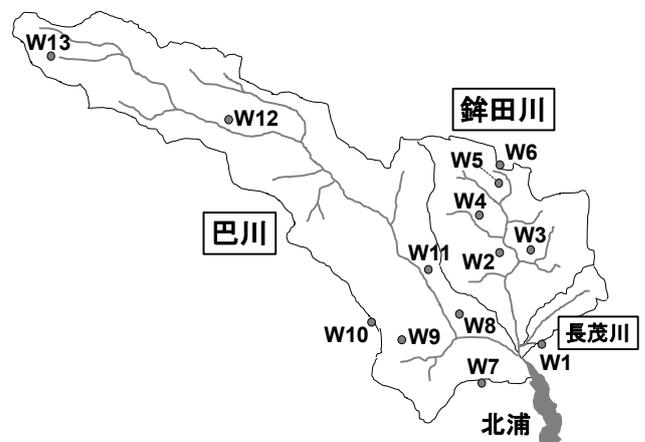


図6 地下水調査地点

(全て硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素 (NO₃-N + NO₂-N) に係る継続監視調査井戸) を図 6 に示す。

② 調査時期

いずれの年度も、11月に採水を行った。

③ 調査項目

水温、pH、EC、溶存酸素、DOC、溶存態全窒素 (DTN)、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、溶存態全りん (DTP)、PO₄-P、溶存無機イオン (Ca²⁺、K⁺、Mg²⁺、Na⁺、Cl⁻、HCO₃⁻、SO₄²⁻)、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ 、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$

(3) 調査結果

本報告では、主に 2017 年度の調査結果について述べる。

① NO₃-N 濃度の空間分布及び経年変化

2016 年度～2018 年度の毎年調査を実施した井戸における NO₃-N 及び NO₂-N の各濃度について、表 2 に示す。2017 年度の調査井戸における NO₃-N 濃度は、最低値で 10 mg/L (W2)、最高値で 84 mg/L (W4) となり、全ての井戸で環境基準値の 10 mg/L 以上の NO₃-N が検出された。特に 4 地点の井戸 (W1、W4、W6、W10) で NO₃-N 濃度が 30 mg/L 以上と高かったが、これらの井戸は互いに異なる流域または支流域に位置しており、局所的に濃度が高くなっていると推察された。なお、いずれの井戸においても、NO₂-N 濃度は NO₃-N 濃度の 0.02% 以下であった。

9 地点の井戸 (W1、W3、W6～W9、W11～W13) における、2009 年度以降の NO₃-N + NO₂-N 濃度

の経年変化を、図 7 に示す。数地点で上昇傾向または減少傾向が見られたが、全体的には概ね横ばいで推移していた。

② NO₃-N 汚染要因の検討

各井戸における、地下水中の NO₃⁻ を含む溶存無機イオン組成 (ヘキサダイアグラム) を、図 8 に示す。全ての地点で、Ca-(SO₄+NO₃)型または Ca-NO₃型の水質組成を示した。一般に、畑地に硫酸アンモニウム (硫安) 等の硫酸塩化成肥料や土壌改良材として苦土石灰が施用された場合、その影響を受ける地下水は SO₄²⁻、Ca²⁺及び Mg²⁺が増加すると考えられる^{5,6)}。したがって、いずれの地点でも畑地に施用された化成肥料が NO₃-N の主な

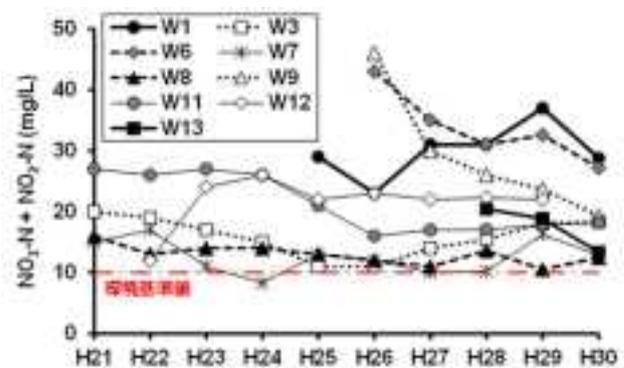


図 7 W1、W3、W6～W9、W11～W13 における NO₃-N + NO₂-N 濃度の経年変化。本研究での調査年度以前の値は茨城県による測定結果⁴⁾

表 2 調査井戸における NO₃-N 及び NO₂-N の各濃度

地点番号	2016年度		2017年度		2018年度	
	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N
W1	(採水せず)		37	<0.01	29	<0.01
W2	(採水せず)		10	<0.01	10	<0.01
W3	15	<0.01	18	<0.01	18	<0.01
W4	(採水せず)		84	<0.01	57	<0.01
W5	(採水せず)		19	<0.01	19	<0.01
W6	(採水せず)		33	<0.01	27	<0.01
W7	10	<0.01	16	<0.01	13	<0.01
W8	14	<0.01	11	<0.01	12	<0.01
W9	(採水せず)		24	<0.01	19	<0.01
W10	(採水せず)		54	<0.01	49	<0.01
W11	17	<0.01	18	<0.01	18	<0.01
W12	22	<0.01	22	<0.01	(採水せず)	
W13	20	<0.01	19	<0.01	13	<0.01

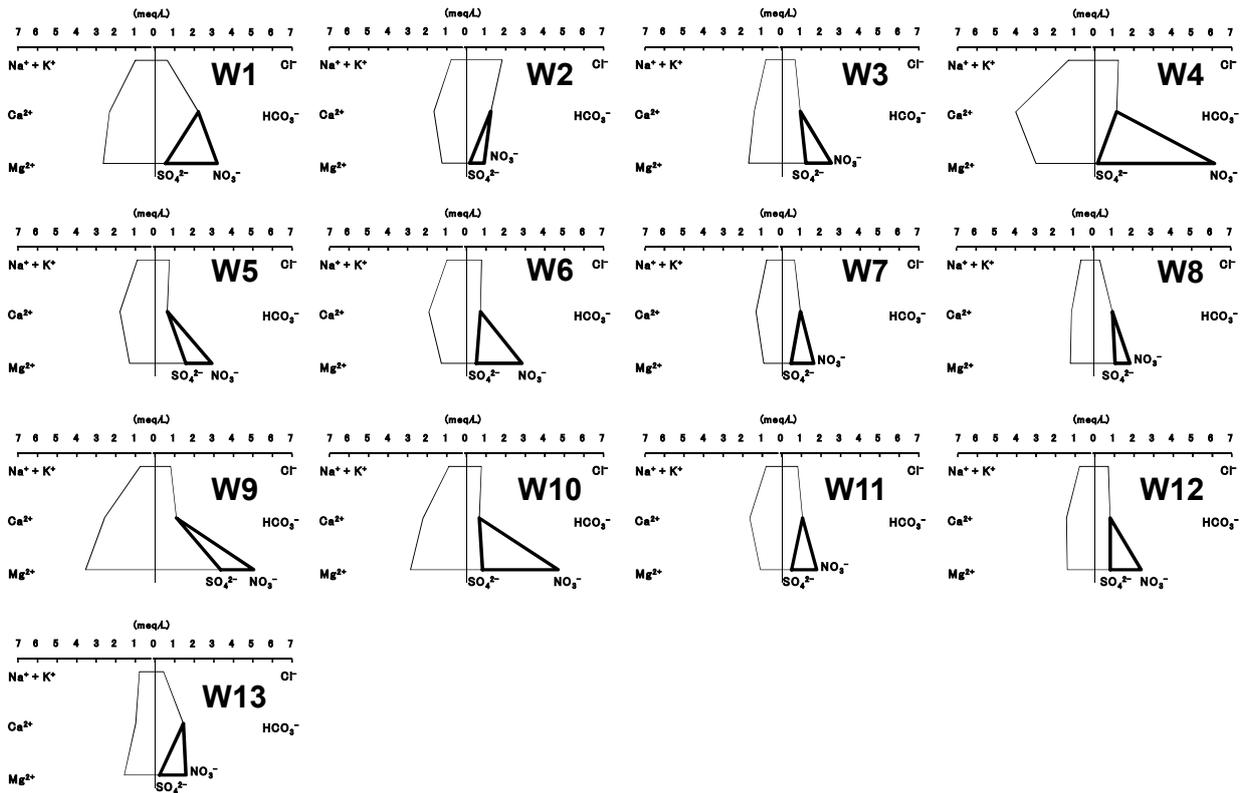


図8 各調査井戸における地下水中の溶存無機イオン組成（ヘキサダイアグラム）

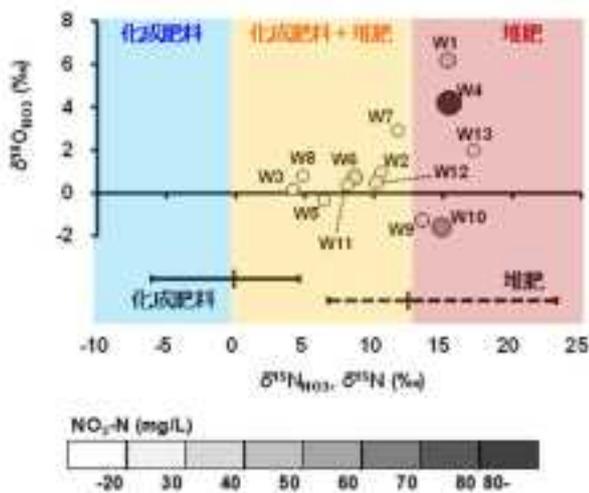


図9 各調査井戸の NO₃-N 濃度（グレースケール）、δ¹⁵N_{NO3} 及び δ¹⁸O_{NO3}、並びに化成肥料及び堆肥の δ¹⁵N（文献値）の平均値（エラーバー：最小値～最大値）

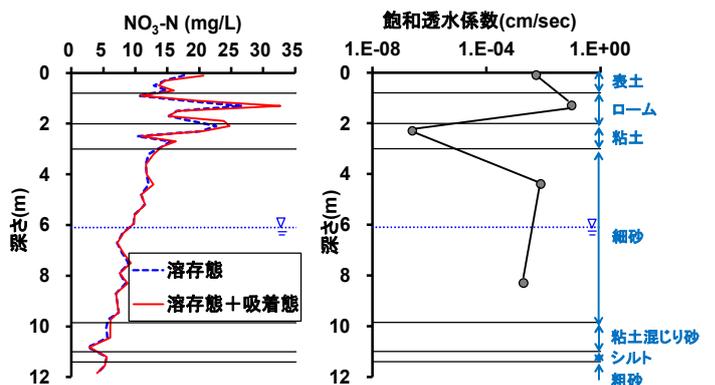


図10 土壌ボーリング調査地点における NO₃-N 濃度（左）及び飽和透水係数（右）の鉛直分布

汚染要因の一つとなっていると推察された。

各井戸における地下水 NO₃-N 濃度、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ 及び $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$ を、化成肥料及び堆肥の $\delta^{15}\text{N}$ の各文献値と併せて図 9 に示す。地下水の $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ は 4.1 ~ 17.2‰ の値を示し、化成肥料 ($\delta^{15}\text{N}$: -6.1 ~ 4.6‰)、堆肥 (同 6.7 ~ 23.2‰) の両方あるいは堆肥が NO₃-N の主な起源となっていると推定された。一方、W1、W4、W7 及び W13 では、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$ が他の地点と比べて高い値 (2.0‰以上) を示した。地下水中で脱窒が起こった場合、残存する NO₃⁻ の $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ 及び $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$ が一定の比率でともに上昇することが知られている⁷⁾。特に、W1 と W13 では HCO₃⁻ の濃度割合 (脱窒により増加すると考えられる) が高かったこと (図 8)、さらに W13 では酸素飽和度が低かったことから、これらの地点では脱窒の影響を受けていることが示唆された。

4 土壌ボーリング調査

(1) 調査の概要

北浦流域の畑地における土壌の成層状況、並びに土壌中の窒素成分 (特に NO₃-N) の鉛直分布を把握し、畑地土壌における窒素成分の蓄積及び溶脱について検討した。

(2) 調査方法

① 調査地点及び調査日

銚田川流域内の畑圃場 (図 1) において、2017 年 11 月 25 日に土壌ボーリング調査を実施した。本調査地点を含む銚田川及び巴川の台地上には、アロフェン質黒ボク土が広く分布している⁸⁾。本圃場では、例年春～夏に葉物野菜及びトウモロコシ、秋～初冬にハクサイ等を作付し、肥料は各作物に対して標準的な量を施用している。

② 調査方法

深さ 12 m までの不攪乱土壌コア試料を採取し、土壌の成層状況を確認した。また、採取したコア試料を実験室に持ち帰り、各層の飽和透水係数及び乾燥密度を測定した。さらに、地表面から 20 ~ 40 cm 間隔で生土試料を分取し、それぞれについて水抽出液中の窒素成分 (NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N) 及び無機イオン (Ca²⁺、K⁺、Mg²⁺、Na⁺、Cl⁻、SO₄²⁻)、並びに 2 M 塩化カリウム抽出液中の NO₃-N を定量した。ここで、水抽出液中の窒素成分は土壤水中に溶存しているもの (溶存態)、2 M 塩化カリウム抽出液中の窒素成分は溶存態と土壤粒子に吸着しているもの (吸着態) との総和にそれぞれ相

当すると見なした。

(3) 調査結果

調査した畑圃場の土壌中における、溶存態及び溶存態+吸着態の NO₃-N 濃度 (いずれも土壤水中濃度に換算)、並びに飽和透水係数の鉛直分布を図 10 に示す。本調査地点の土壌は、地表面から深さ 0.8 m まで有機質ローム (黒ボク) の表土、0.8 m から 2 m までローム層、2 m から 3 m まで粘土層、それ以深は砂質土層で構成されていた。過年度に土壌ボーリング調査を実施した銚田川流域内の他の畑地においても同様の成層状況が確認されたこと⁹⁾から、表土-ローム層-粘土層-砂質土層 (地表面から) という成層構造は、北浦流域の台地上に位置する畑地土壌の代表的なものであると考えられる。また、深さ 6.1 m (細砂層内) で地下水位が確認された。深さ 6 m 以深で土壌の含水度合が高かったことから、この細砂層が第 1 地下水帯水層であると推定される。

NO₃-N 濃度は、溶存態、溶存態+吸着態ともにローム層及び粘土層で濃度が高く、砂質土層以深では深さとともに濃度が減少していた。また、特にローム層及びローム層と粘土層との境界付近において吸着態の NO₃-N が多く存在しているのに対し、砂質土層では NO₃-N の大部分が溶存態として存在していた。県内の他のアロフェン質黒ボク土畑圃場においても表土下のローム層で NO₃-N 濃度が高いことが報告されており、その要因の一つとして、ローム層に含まれるアロフェン、イモゴライト等の粘土鉱物による NO₃⁻ の吸着・保持が指摘されている^{10,11)}。また、粘土層において飽和透水係数が小さい値を示したことから、ローム層と粘土層との境界付近では土壤水が溜まりやすく、そのために NO₃-N 濃度が溶存態、吸着態ともに高くなっていると推察される。以上のことから、北浦流域の台地上の畑地では、投入された化成肥料や堆肥由来の NO₃-N は、ローム層での NO₃⁻ の吸着、並びにその直下の粘土層 (難透水性) の存在により、特にローム層に多く蓄積しているものと推定される。

5 窒素動態モデルの構築

(1) 業務の概要

巴川・銚田川流域における窒素成分の土壌中での形態変化、地下水への溶脱、河川流出等について統合的に計算するモデルを構築するとともに、

モデル計算に必要な窒素投入量等の各種データの収集・整備を行った。また、構築したモデルを用いて現況再現計算を行い、河川水中窒素成分濃度の推計精度を確認するとともに、窒素成分の流出挙動について投入年代別及び起源別に解析した。さらに、流域における窒素投入量の削減の効果が河川水中窒素濃度にどのように表れるかについて、予測計算を行った。

(2) 窒素動態モデルの概要

① 全体構成

窒素動態モデルは、河川流域における水の流動並びに窒素成分の動態を計算する3つのサブモデル（分布型流出サブモデル、地下水流動サブモデル、河道部サブモデル）、それらのサブモデルによる連携計算を制御するプログラム、及び計算結果の整理、解析、可視化を行うプログラムにより構成される（図 11）。窒素動態についてはタグ付きシミュレーション機能が実装されており、窒素動態を投入年代別（10年単位）及び起源別に追跡できるようにしている。

計算領域は、銚田川・巴川流域全体を 500 m × 500 m の正方メッシュに分割し、標高データや衛

星画像データ等に基づき落水線及び河道を配置した。

② 分布型流出サブモデル

分布型流出サブモデルは、表層サブモデル、不飽和帯サブモデル、地下水サブモデルにより構成され、各部位をタンクと見立てたタンクモデルの形態をとっている（図 12）。表層サブモデルは、地表面付近（数 cm）での水及び窒素成分の表面流出及び早い中間流出について取り扱う。不飽和帯サブモデルは、不飽和帯における遅い中間流出を取り扱う。また、地下水サブモデルには、地下水中における水及び溶存態窒素成分（NO₃-N、NH₄-N）の流動並びに難透水層から被圧地下水への移行量を計算する地下水流動サブモデルが接続し、計算結果を相互にやり取りする。モデルに入力する不飽和帯の層厚、飽和透水係数、土壌水分量等の値は、土壌ボーリング調査の結果や文献値をもとに設定した。

分布型流出サブモデルでは、窒素成分の土壤中での反応（有機態窒素の無機化、硝化、脱窒、アンモニア揮散）並びに作物への吸収についても取り扱う。窒素成分としては、NO₃-N、NH₄-N 及び

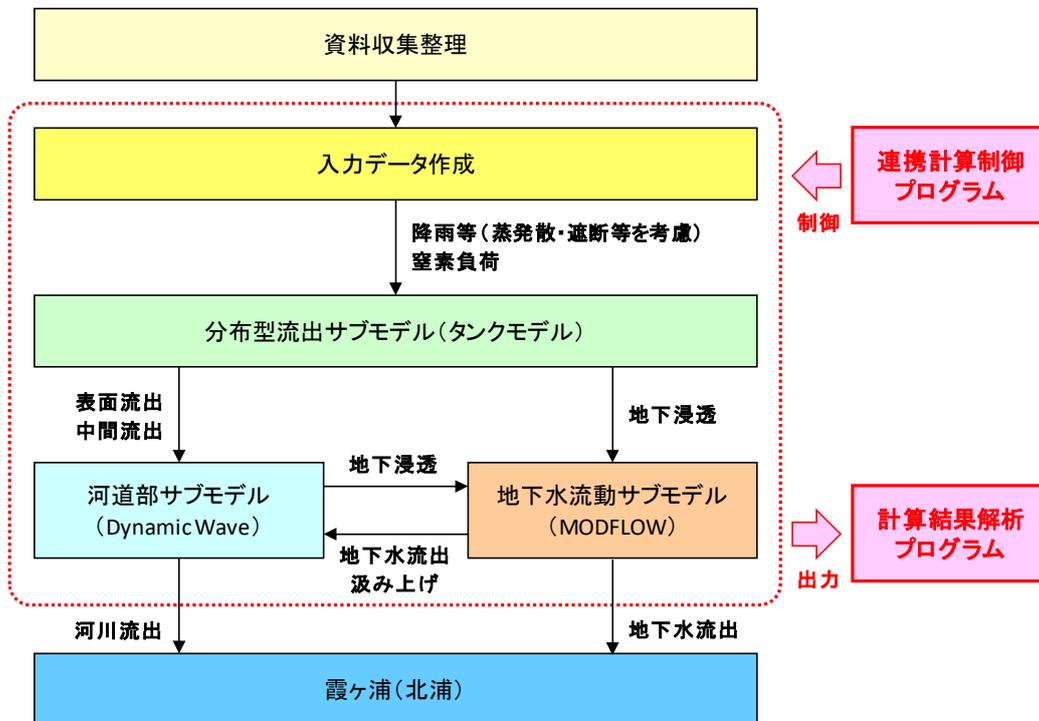


図 11 窒素動態モデルの全体構成及び制御フロー

有機態窒素（分解（無機化）速度の違いに応じて易分解、中分解、難分解の3つの画分を設定）について取り扱う他、河道部サブモデルでは懸濁態窒素も土壌流出量と対応させて計算する。作物については、巴川・銚田川流域の多くの面積を占める銚田市及び小美玉市において広い作付面積を占める水稻、ジャガイモ、サツマイモ、ダイコン、ニンジン、ホウレンソウ、トマト、イチゴ、メロン、クリを対象とし、GIS データや統計資料により各作物の作付面積の空間分布を把握し、モデルメッシュに反映させた。窒素成分の各反応及び作物吸収に係る速度定数、並びに窒素成分の移動、反応に関わる固液分配係数や土壌乾燥密度等は、文献値に基づき設定した。

③ 窒素投入量の入力方法

i) 面源系

農地（水田、畑地）における化成肥料の施用に

伴う窒素投入量は、メッシュ毎に、各作物の標準施肥量に各作物の栽培面積（メッシュの面積(0.25 km²) × 各作物の面積割合）を乗じた値を入力した。各作物の標準施肥量は県の栽培基準^{12, 13)}で定められた値とし、各作物の栽培スケジュールに合わせて投入される時期（月単位）を設定した。また、化成肥料として投入される窒素は全て NH₄-N であるとし、肥料の鋤き込みを考慮して表層タンク及び不飽和帯タンクに投入されるものとした。

農地以外の面源からの窒素負荷量は、7 期計画策定時に用いられた各面源の TN 排出負荷原単位³⁾に各面源の面積を乗じた値として入力し、表層タンクに投入されるように設定した。

さらに、各面源の面積の経年変化（1975 年～）を GIS データにより把握し、入力データとして整備した。

ii) 畜産系

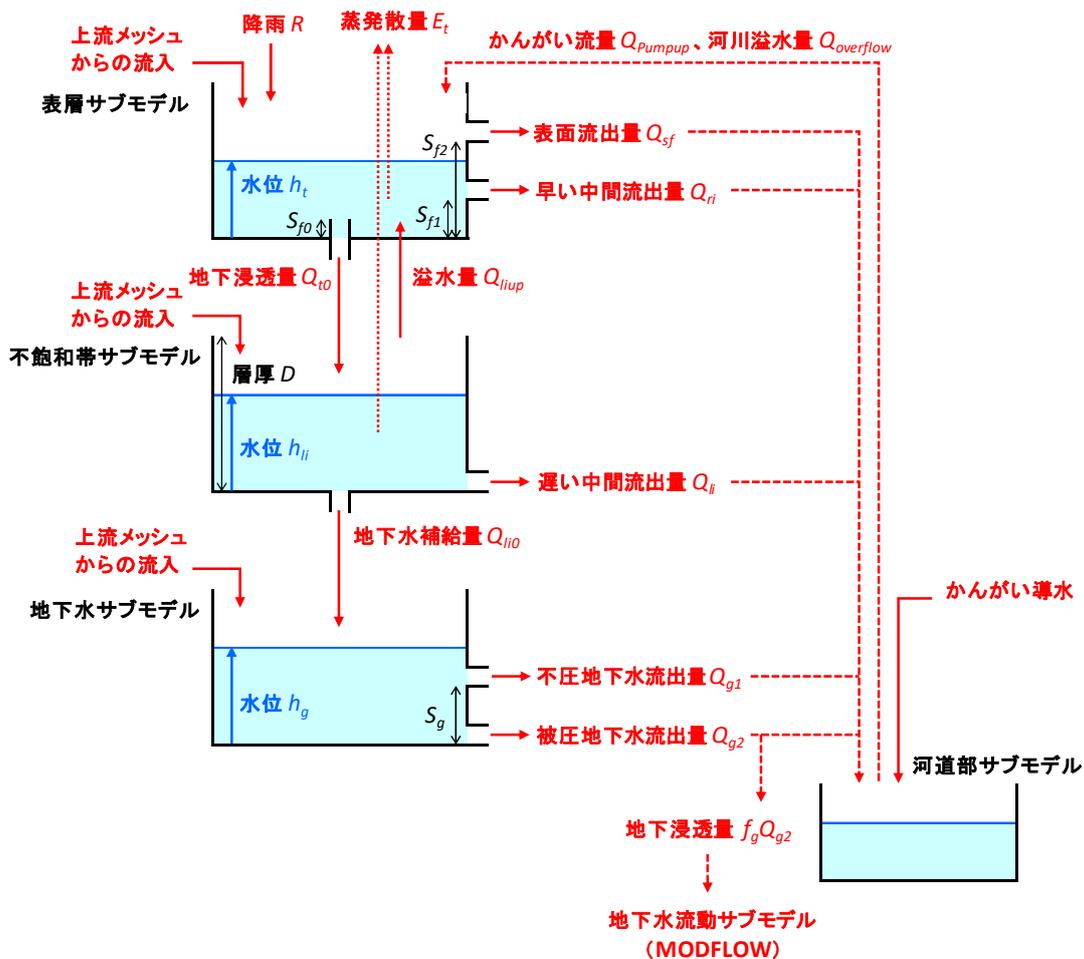


図 12 分布型流出サブモデルの基本構造とほかのサブモデルとの関係

家畜排せつ物（堆肥）の投入に伴う窒素負荷量は、「肥料としての施用（施肥）による負荷」と「直接散布による負荷」の2つの経路を想定し、それぞれについて入力できるように設定した。施肥については、畜舎が存在するメッシュ及びその周囲5メッシュ分の領域（計121メッシュ）内の畑地に投入されるものと仮定し、各畜種（乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏、肉用鶏）の窒素発生原単位（畜舎内及び堆肥化処理過程における揮散率を考慮して設定）³⁾に当該メッシュにおける頭羽数（当該畜舎における総頭羽数を当該メッシュの畑地面積に比例して配分）を乗じた値を入力した。また、施肥時期（月単位）は流域における作物栽培スケジュールを考慮して設定した。一方、直接散布については、畜舎が存在するメッシュ及びその周囲1メッシュ分の領域（計9メッシュ）内に投入されるものと仮定し、各畜種の窒素発生原単位（年間の総発生量から施肥分を差し引いたもの）に当該メッシュにおける頭羽数（当該畜舎における総頭羽数を当該メッシュに均等に配分）を乗じた値が毎月入力されるようにした。ただし、直接散布は、家畜排せつ物の素掘り貯留や野積みを禁じた「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」（家畜排せつ物法）の施行（1999年11月）後から行われるようになったと仮定し、1999年以前の直接散布による窒素投入量は0とした。各畜舎における家畜飼養頭羽数は、畜舎の位置、規模及び飼養畜種を航空写真等をもとに判定し、それに大字単位での家畜飼養頭羽数^{14,15)}を紐付けることにより推定した。家畜排せつ物に含まれる各窒素成分（NO₃-N、NH₄-N、有機態窒素（易分解、中分解、難分解））の割合は、文献値をもとに設定した。また、施肥、直接散布のいずれも、表層タンク及び不飽和帯タンクに投入されるものとした。さらに、各畜種の飼養頭羽数の経年変化（1975年～）を統計資料により把握し、入力データとして整備した。

iii) 生活系

生活系の窒素負荷量は、各メッシュにおける負荷量を排水処理形態（農業集落排水施設、合併処理浄化槽、高度処理浄化槽、単独処理浄化槽、し尿処理施設）別に算定し、それが落水線を経由して直接河道に排出されるように設定した。各メッシュにおける農業集落排水施設以外の処理形態別人口は、各メッシュの人口¹⁶⁾に大字単位での処

理形態別人口割合³⁾を乗じることにより算出した。農業集落排水施設の処理人口は、当該施設の供用人口並びに施設周辺の人口分布に基づき設定した。また、各処理形態の窒素成分別排出原単位は、7期計画策定時に用いられたTN排出原単位³⁾及び文献値に基づき設定した。また、各メッシュの処理形態別人口の経年変化（1975年～）を国勢調査結果により把握し、入力データとして整備した。

iv) 事業所系

事業所系の窒素負荷量は、流域内に存在する各事業所における排水量及び処理水水質データ¹⁴⁾により算出し、それが落水線を経由して直接河道に排出されるように設定した。処理水水質データがない事業所については、当該業種の代表的な排水濃度³⁾を適用した。

④ 将来予測計算に用いる入力データの整備

将来予測計算を行う際に必要となる、気象データ並びに窒素負荷量に関するシナリオデータ（～2075年）を整備した。気象データは、最近10年間（2009年～2018年）の観測データを繰り返し設定し、これに今後の気候変動に係る予想シナリオ¹⁷⁾に基づく補正係数を掛けるようにした。農地及び畜産系の各窒素負荷量は、現在の施肥量または家畜飼養頭羽数に対する比率を年単位で変更できるようにし、これらの窒素負荷削減対策の効果について検証できるようにした。また、生活系の窒素負荷量については、下水道普及率の変化に合わせて流域全体の排水処理形態別人口を補正し、下水道や高度処理浄化槽の普及による窒素負荷削減効果について検証できるようにした。

(3) 現況再現計算結果

巴川、鉾田川の各環境基準点におけるNO₃-Nの各濃度の実測値¹⁸⁾とモデル計算値とを比較した（図13）。巴川では、モデル計算値は実測値をよく再現していた。一方、鉾田川では実測値の変動パターンを比較的よく再現していたものの、濃度は過大評価となった。

図14に巴川と鉾田川が合流した下流端における、NO₃-Nの推移について、投入年代別（10年ごと）の内訳を計算した結果を示す。2020年末におけるNO₃-Nを投入年代別に見ると、2020年の1年間に投入された窒素の割合は29.7%にとどまった。すなわち、2020年においては河川のNO₃-Nの約70%が、1年以上前に流域に投入された窒素であることが示された。また、1980年代に投入され

た窒素が 4%の割合で含まれており、流域に投入された窒素は、その後数十年間流出し続け、河川水質への影響が長期間継続することが示された。

(4) 将来予測計算結果

農地（化成肥料）及び畜産系の各窒素投入量に係る 3 種類の将来予測シナリオのもとでそれぞれ計算した、下流端における TN（各月平均値）の推移を、**図 15** に示す。農地、畜産系の各窒素投入量をいずれも現状維持とした場合（シナリオ 1）で

は、TN が上昇していくことが予測された。なお、ここでの「現状維持」とは、畜産系については堆肥の農外利用・処理割合を 0.29（7 期計画における平成 32 年(2020 年)の目標値）とし、それを全て堆肥の直接散布分（堆肥の年間総発生量の 5/12 とした）から差し引くと仮定したものである。また、流域に投入される化成肥料を現状の 5 割減とした場合（シナリオ 2）も、シナリオ 1 の場合より低く推移するものの、やや上昇することが予測され

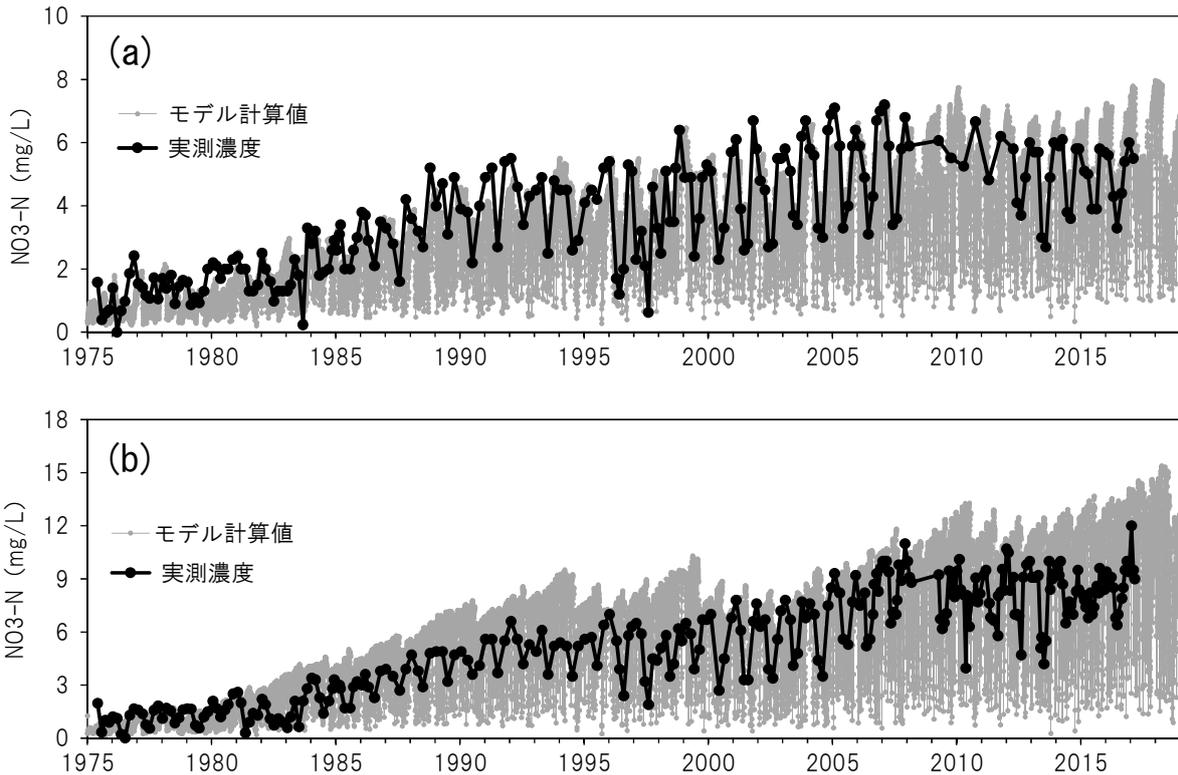


図 13 NO₃-N 濃度の実測値とモデル計算値との比較 ((a) 巴川、(b) 銚田川)

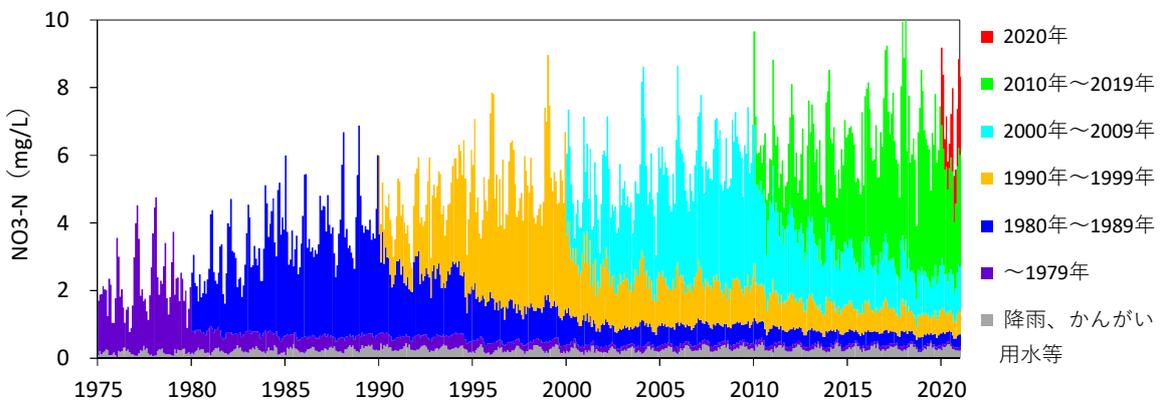


図 14 下流端（巴川と銚田川の合流後）における投入年代別の NO₃-N 濃度

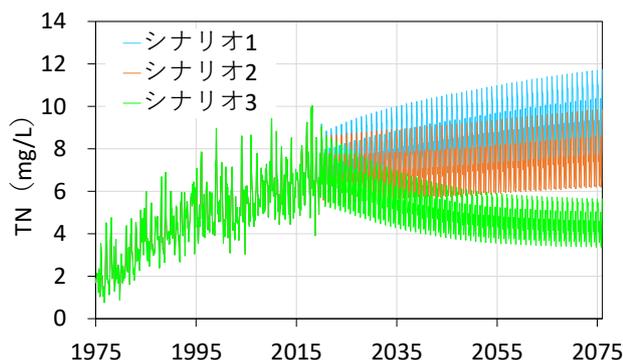


図 15 各シナリオにおける TN の将来予測結果

た。一方、流域に投入される家畜排せつ物を 5 割減とした場合（シナリオ 3）、TN が低下することが予測された。このことから、河川水中の $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ 及び $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$ の調査・解析結果（2 章）と同様、畜産系の寄与が大きいことが推察され、河川水の TN を低下させるには、畜産系の窒素投入量の削減が重要と考えられる。

6 まとめ

本研究では、北浦流域における窒素動態を把握することを目的として、河川水や地下水の窒素起源調査や土壌ボーリング調査などの現地調査を実施するとともに、窒素動態モデルを構築した。本研究により得られた主な成果は、以下のとおりである。

- ・北浦の主要流入河川である巴川及び鉾田川を対象に実施した河川水質調査並びに窒素起源調査の結果から、これらの河川流域から流出する $\text{NO}_3\text{-N}$ は主に畑地起源であり、中でも特に堆肥由来の割合が大きいことが推定された。また、本調査結果をもとに算出した畑地からの $\text{NO}_3\text{-N}$ 流出負荷量は、7 期計画策定時に用いられた畑地及び畜産系の原単位より算出した TN 排出負荷量と比べて大きく、その要因として、本研究で求めた値には、過去に投入され土壌中に蓄積した化成肥料及び堆肥（特に後者）由来の窒素の流出分が反映されていることが考えられた。
- ・鉾田川、巴川、長茂川の流域内及びその周縁の井戸（ $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が環境基準値を超過）を対象に地下水水質調査を行った結果、いずれ

の地点でも畑地に施用された化成肥料や堆肥が $\text{NO}_3\text{-N}$ の主な汚染要因となっていることが推定された。また、一部の地点では地下水中で脱窒が起こっている可能性が示唆された。

- ・鉾田川流域内の畑地で実施した土壌ボーリング調査の結果から、北浦流域の台地上の畑地において投入された化成肥料や堆肥由来の $\text{NO}_3\text{-N}$ は、ローム層での NO_3^- の吸着、並びにその直下の粘土層（難透水性）の存在により、特にローム層に多く蓄積していると考えられた。
- ・巴川・鉾田川流域における窒素成分の土壌中での形態変化、地下水への溶脱、河川流出等について統合的に計算する数理モデル（窒素動態モデル）を構築するとともに、モデル計算に必要な窒素投入量等の各種データを収集・整備した。現況再現計算の結果、本モデルは特に巴川における $\text{NO}_3\text{-N}$ の推移をよく再現できた。また、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の流出挙動を投入年代別に解析した結果、流域に投入された窒素は、その後数十年間流出し続け、河川水質への影響が長期間継続することが推定された。さらに、化成肥料、畜産系による各窒素投入量を削減した場合の河川水中窒素濃度の推移について予測し、河川水の窒素濃度を低下させるには、特に畜産系の窒素投入量の削減が重要と考えられた。

参考文献

- 1) 国立環境研究所、2014. 窒素飽和状態にある森林域からの窒素流出負荷量の定量評価および将来予測、国立環境研究所研究プロジェクト報告、No. 107.
- 2) Parnell, A., Jackson, A., 2013. Stable Isotope Analysis in R. <https://cran.r-project.org/web/packages/siar/siar.pdf>.
- 3) 茨城県、2017. 2016 年度第 7 期霞ヶ浦湖沼水質保全計画策定調査業務報告書.
- 4) 茨城県、2019. 地下水の水質測定結果、<http://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/kantai/suishitsu/water/chikasui.html>.
- 5) 田瀬則雄、2004. 硝酸・亜硝酸性窒素による地下水汚染の現状と動向、環境管理、40(3)、255-263.
- 6) 環境省、2016. 硝酸性窒素等による地下水汚染対策マニュアル.

- https://www.env.go.jp/water/chikasui_jiban/conf/manual_1.pdf.
- 7) Xue, D., Botte, J., De Baets, B., Accoe, F., Nestler, A., Taylor, P., Van Cleemput, O., Berglund, M., Boeckx, P., 2009. Present limitations and future prospects of stable isotope methods for nitrate source identification in surface- and groundwater. *Water Research*, 43(5), 1159-1170.
 - 8) 農研機構、2019. 日本土壌インベントリー、<https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/index.html>.
 - 9) 北村立実、鈴木雄一、江口定夫、吉尾卓宏、大内孝雄、黒田久雄、2013. 銚田川流域における河川、土壌及び地下水の窒素濃度の分布、茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報、No. 9、63-67.
 - 10) Maeda, M., Ihara, H. and Ota, T., 2008. Deep-soil adsorption of nitrate in a Japanese Andisol in response to different nitrogen sources. *Soil Science Society of America Journal*, 72(3), 702-710.
 - 11) 三浦憲蔵、2011. アロフェン質黒ボク土野菜畑における硝酸態窒素の垂直分布と窒素収支の関係、日本土壌肥科学雑誌、82(3)、200-206.
 - 12) 茨城県農業総合センター、2016. 野菜栽培基準.
 - 13) 茨城県農業総合センター、2017. 普通作物栽培基準（含む、工芸作物）.
 - 14) 茨城県、2013. 平成 24 年度河川別汚濁原因調査業務委託報告書.
 - 15) 茨城県、2014. 平成 25 年度河川別汚濁原因調査業務委託報告書.
 - 16) 地図で見る統計(統計 GIS). <https://www.e-stat.go.jp/gis>.
 - 17) 気候変動 2013 : 自然科学的根拠 (気候変動に関する政府間パネル第 5 次評価報告書第 1 作業部会報告書政策決定者向け要約) . https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/ipcc_ar5_wg1_spm_jpn.pdf.
 - 18) 茨城県、2019. 公共用水域の水質等測定結果. <http://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/kantai/suishitsu/water/kokyoyosuiiki.html>.

1-2 現場観測による北浦における底泥からのリン溶出負荷の推計

北村立実, 大内孝雄, 湯澤美由紀, 増永英治*, 佐藤和貴*, 鮎川和泰**, 清家泰**

Estimation of phosphorus elution load from sediment in Kitaura by field observation

Tatsumi KITAMURA, Takao OUCHI, Miyuki YUZAWA, Eiji MASUNAGA,
Kazuki SATOU, Kazuhiro AYUKAWA, Yasushi SEIKE

キーワード: 北浦、釜谷沖自動監視所、底泥、貧酸素水塊、現場観測による $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出速度

1 はじめに

霞ヶ浦は茨城県南東部に位置しており、西浦、北浦、常陸利根川の3つの水域から成っている。近年、北浦でCOD濃度が高く推移し、他の水域と比較して水質汚濁が進行している¹⁾。その要因の1つとして、底泥からのリンの溶出が挙げられている。北浦の底泥からのリンの溶出に関しては、北浦の底泥をコアで採取し、室内実験においてコアの状態ですべて無機態リン(DIP)²⁾³⁾やリン酸態リン($\text{PO}_4\text{-P}$)⁴⁾の溶出速度を測定した事例があり、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出速度については大きい時で $14.1 \text{ mg/m}^2/\text{d}$ と報告している。一方で、北浦の釜谷沖水質自動監視所において底層の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度を測定した事例では貧酸素水塊形成時に24時間で 0.20 mg/L 上昇したことが報告されており⁵⁾、室内実験の溶出速度よりもかなり大きい値になると考えられ、現場の溶出速度を詳細に把握する必要がある。さらに、これまで各調査地点でのリン溶出速度について言及してきたものの、北浦全域のリン溶出量となるとシミュレーションモデルで算出する必要があり、モデルの専門的な知識が必要となることから簡単に算出することができない。

そこで、本研究では現地調査を実施することで現場の $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出速度を把握し、釜谷沖水質自動監視所のデータや文献等を用いることで北浦全域における $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出量について検討したので報告する。また、本報で記述する貧酸素の定義について、環境省が定めた底層溶存酸素量の類型及び基準値の類型「生物1(4.0 mg/L 以上)」を参考とし、 $\text{DO } 4.0 \text{ mg/L}$ 未満を貧酸素とした⁶⁾。

2 調査概要

* 茨城大学地球・地域環境共創機構

** 島根大学研究・学術情報機構エスチュアリー研究センター

(1) 現地調査

調査期間は2019年6月~9月、2020年7月~8月とした。調査地点は北浦の釜谷沖水質自動監視所(以下、監視所と称す)で実施した(図1)。監視所に自動昇降装置(マイクロプロファイラーAWQP13, 環境システム社製)を設置し、それに多項目水質計(Datasonde5x, 環境システム社製)を取り付けた。多項目水質計は30分毎に1往復するようにし、水面から湖底に沈む過程で測定した。昇降速度は 2 cm/s とし、多項目水質計は 1 Hz で測定したことから鉛直方向への深度別測定頻度は 2 cm 毎であるが、機械的な誤差により数 cm の誤差が生じることがある。そこで、 10 cm 毎の直近前後5データを平均することで 10 cm 毎のデータとして抽出した。本研究においては多項目水質計で測定した項目のうち溶存酸素濃度(DO濃度)のみを利用した。DO濃度のデータは携帯電話通信網によりデータを伝送することによりリアルタイムで貧酸素水塊の発生を把握することができるようになった。また、監視所に自動採水機



図1 調査地点

(ISCO6712、ISCO 社製)を2機設置し、上層(水面下0.5 m)、下層(湖底直上0.5 m)の2層の湖水をそれぞれ採水した。採水頻度は4時間~24時間の間隔で実施し、リアルタイムで得たDO濃度データから貧酸素水塊が発生した時の検体のみを回収した。回収後、直ちに孔径1μmのガラス繊維ろ紙(GF/B、Whatman社製)でろ過し、ろ液を分析に供した。分析項目はPO₄-Pとし、オートアナライザー(QuAAtro、SEAL社製)を用いて分析した。6月から9月における監視所の下層DO濃度の経時変化は、監視所の深度6.0mの1時間毎のDO濃度データを抽出し下層DO濃度として利用した。

(2) 解析方法

貧酸素水塊形成時に下層のPO₄-P濃度が上昇した場合を全て底泥から溶出したと仮定して式(1)のとおりPO₄-P溶出速度(F)を算出した。

$$F = \frac{(C_T - C_0) D}{10^3 T} \quad (1)$$

ここで、F [mg/m²/d]は現場で観測された下層のPO₄-P濃度の上昇から算出したPO₄-P

溶出速度(以下、現場観測によるPO₄-P溶出速度と称す)、C_T(mg/L)は溶出後の下層のPO₄-P濃度、C₀(mg/L)は溶出前の下層のPO₄-P濃度、T(d)は時間、D(m)は湖底からの距離である。下層のPO₄-P濃度の上昇は4時間~24時間の間で観測されたことからTは0.17~1.00 dとし、Dは0.5 mとした。現場観測によるPO₄-P溶出速度は湖底からの距離D(0.5 m)までは濃度が均一になっていると仮定して算出した。しかし、貧酸素水塊内全体でPO₄-P濃度が均一であった場合、溶出速度を過小評価している可能性がある。一方で、底泥からの溶出だけでなく湖水中の懸濁粒子からの溶出等の影響も含まれていると考えられ過大評価している可能性もある。これらのおり、現場観測によるPO₄-P溶出速度の算出には仮定が含まれることに留意する必要がある。

3 結果及び考察

(1) 現場観測によるPO₄-P溶出速度

図2に2019年の7月1日から8月8日までの監視所における上下層のDO濃度とPO₄-P濃

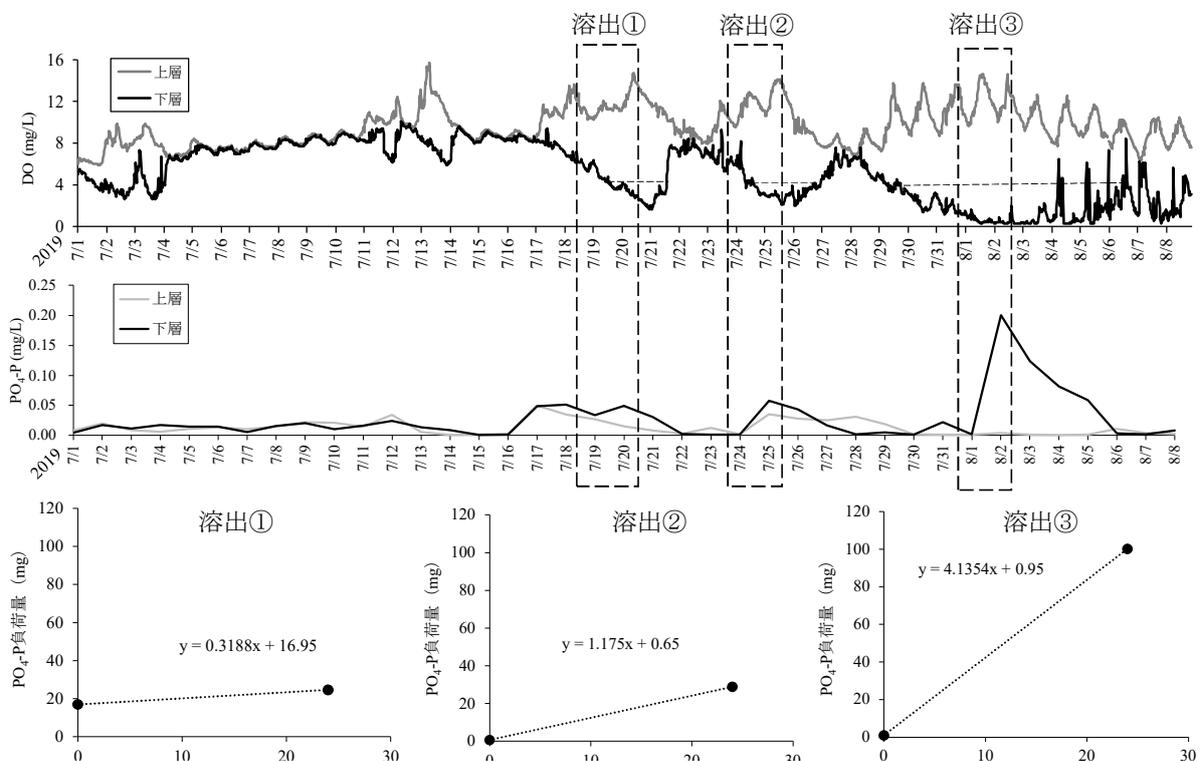


図2 2019年7月1日~8月8日の監視所におけるDO濃度、PO₄-P濃度の変動及び溶出時のPO₄-P負荷量の変化

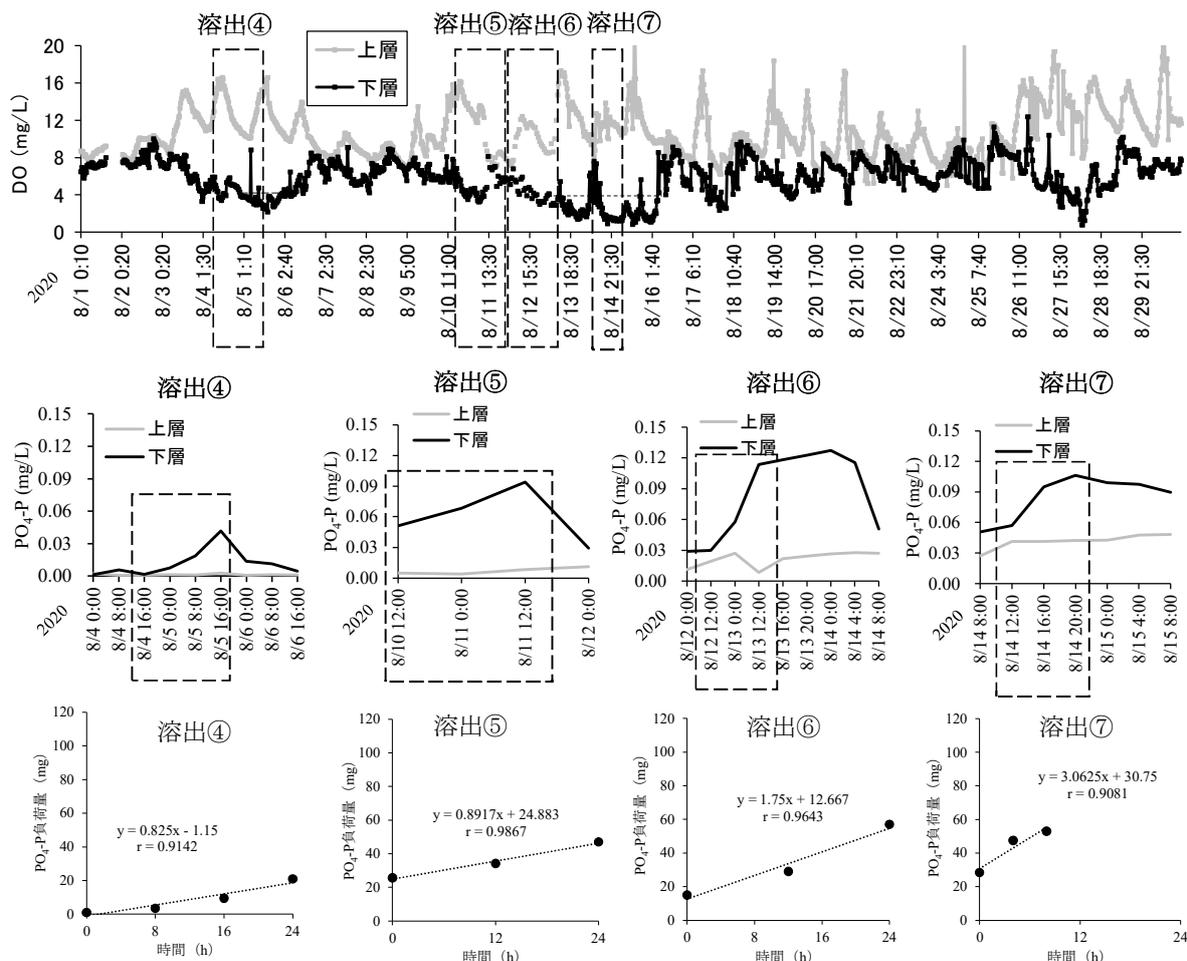


図3 2020年8月1日～8月29日の監視所におけるDO濃度、溶出時のPO₄-P濃度及びPO₄-P負荷量の変化

度の推移及び溶出時の PO₄-P 負荷量の変化を示した。下層の DO 濃度が 4 mg/L あたりになると下層の PO₄-P 濃度が上昇する傾向がみられた。このような現象は 3 回確認され、底泥から PO₄-P が溶出していると考えられることから、溶出①～③とした。また、溶出①～③の溶出時の PO₄-P 負荷量をみると、溶出①の傾きが最も小さく、溶出③の傾きが最も大きくなった。この結果から現場観測による PO₄-P 溶出速度を算出すると、溶出①は 7.4 mg/m²/d、溶出②は 28.1 mg/m²/d、溶出③は 99.1 mg/m²/d となった。また、PO₄-P 負荷量が最も大きくなった時、その値が大きいほど下層の DO 濃度は低くなる傾向がみられた。

図3に2020年の8月1日から8月29日までの監視所における上下層のDO濃度とPO₄-P濃度の推移及び溶出時のPO₄-P負荷量の変化

を示した。2020年も2019年と同様に下層のDO濃度が4mg/Lあたりになると下層のPO₄-P濃度が上昇する傾向がみられた。このような現象は4回確認され、2019年と同様、底泥からPO₄-Pが溶出していると考えられることから、溶出④～⑦とした。また、2020年は2019年よりも短い間隔で採水したことから溶出④～⑦のPO₄-P負荷量が直線的に増加していることが明らかとなった。この結果から現場観測によるPO₄-P溶出速度を算出すると、溶出④は19.8mg/m²/d、溶出⑤は21.4mg/m²/d、溶出⑥は42.0mg/m²/d、溶出⑦は73.4mg/m²/dとなった。

そして、溶出①～⑦の現場観測によるPO₄-P溶出速度と溶出時に最もPO₄-P負荷量が大きくなった時の下層のDO濃度をプロットし、1次関数の近似直線を求めたところ、比較的大きい相関係数が得られた(図4)。この式から下層

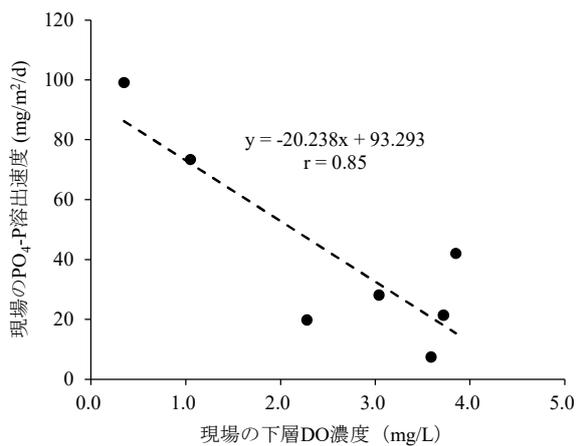


図4 下層のDO濃度とPO₄-P溶出速度の関係

のDO濃度が4.6 mg/L以上になると底泥からPO₄-Pが溶出することが示唆された。

(2) 監視所における底泥からのPO₄-P溶出量の算出

図5に2020年6月から9月までの夏季における監視所での上下層のDO濃度の経時変化、さらに下層のDO濃度に図4で得られた近似式を当てはめて算出した現場観測によるPO₄-P溶出速度の経時変化を示した。これを1時間

毎に換算し合計することで夏季におけるPO₄-P溶出量を算出した。ただし、DO濃度が4.6 mg/Lを上回るとPO₄-P溶出速度がマイナスを示すが、その場合は溶出しないとして0 mg/m²/dとした。また、底泥からのPO₄-P溶出がこの6月から9月に起きると仮定して年間の溶出量とした。その結果、監視所における2020年のPO₄-P溶出量は466.7 mg/m²/年と見積もられた。

(3) 北浦における底泥からのPO₄-P溶出量の算出

北浦の湖面積は36 km²であるが、過去の調査から北浦で貧酸素水塊が発生する面積割合は55.9%と報告がある⁷⁾。それをもとに面積を算出すると20.1 km²で貧酸素水塊を形成する可能性がある。そこで、20.1 km²の範囲で貧酸素水塊を形成したと仮定し、北浦の2020年のPO₄-P溶出量を算出すると9,391 kg/年と見積もられた。また、2005年～2019年の監視所の下層DO濃度のデータと近似式を利用して同様の計算をすると6,907～49,652 kg/年の範囲で変動し、最も小さい年と最も大きい年では7倍以上の差が生じた。一方、2015年の北浦の流入河川からのT-P負荷量は43,800 kg/年

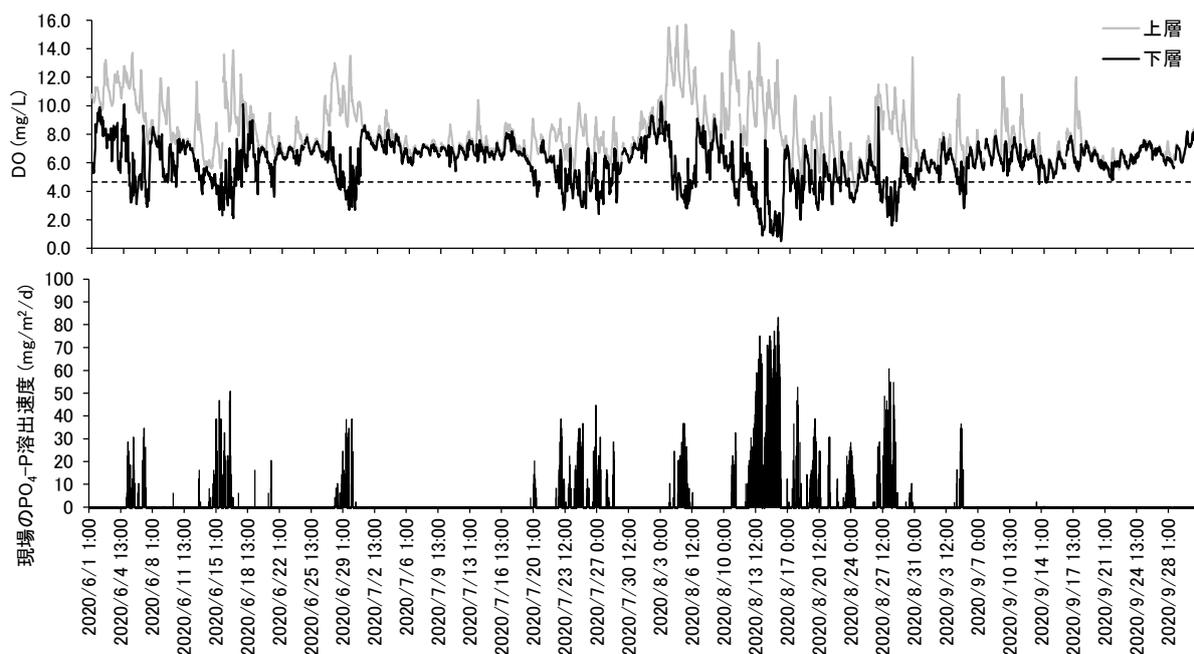


図5 2020年6月から9月における監視所の上下層のDO濃度及び底泥からのPO₄-P溶出速度の変動

と報告されている⁸⁾。2015年の監視所の下層DO濃度のデータから底泥からの溶出によるPO₄-P負荷量を算出すると27,904 kg/年と見積もられた。底泥からの溶出は流入河川の約64%であるが、これが6月～9月の4ヶ月に集中するとなると、負荷のインパクトは非常に大きいと考えられた。さらに、底泥からの溶出は2015年の北浦におけるT-Pの総流入負荷量の36.7%を占めていると示唆された。これらのことから、北浦の底泥からのリンの溶出は北浦の汚濁負荷に非常に大きな影響を与えていると考えられた。

4 まとめ

本研究によって以下のことが明らかとなった。

(1) 2019年～2020年において現場におけるPO₄-P溶出速度は7.4～99.1 mg/m²/dであった。

(2) 貧酸素水塊形成時における現場観測によるPO₄-P溶出速度と溶出時に最もPO₄-P負荷量が大きくなった時の下層のDO濃度には有意な負の相関が得られた。

(3) 監視所における下層のDO濃度データを本研究で得られた1次近似式に当てはめることでPO₄-P溶出速度を算出し、北浦で貧酸素水塊が起きる面積をかけることで、北浦における底泥からのPO₄-P溶出量を推計できるようになった。2005年～2019年の監視所の下層DO濃度のデータを利用して北浦のPO₄-P溶出量を算出すると6,907～49,652 kg/年の範囲で変動した。

本研究によって監視所の下層DO濃度を把握すれば、北浦の底泥からのPO₄-P溶出量を推計できるようになった。これによって、従来よりも簡便に北浦のPO₄-P溶出量を把握することが可能となったが、水域によって下層のDO濃度の状況や底泥からのPO₄-P溶出速度は異なることが考えられるため、溶出量の傾向として捉えた方が良好だろう。本研究以外にも同時期に北浦の研究を実施しており、北浦の貧酸素水塊の詳細な分布⁷⁾、湖水と底泥の酸素消費速度や底泥からのPO₄-P溶出速度⁹⁾、水温成層の形成と湖水の混合^{10),11),12)}等、北浦の底泥からのPO₄-P溶出に関するデータを多く取得している。これらのデータをモデルに組み込み、よ

り正確なPO₄-P溶出量の算出を検討する必要があるだろう。

5 謝辞

本研究は国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所、茨城大学、茨城県霞ヶ浦環境科学センターからなる共同研究プロジェクト CERK (Circulation and Ecosystem Research on Kasumigaura) の事業として実施された。また、茨城大学地域研究・地域連携プロジェクト「茨城県・茨城大学共同霞ヶ浦水循環・生態系解明プロジェクト」の補助を受け実施された。さらに、島根大学との共同研究「霞ヶ浦における貧酸素水塊の形成機構と栄養塩動態に関する調査研究」として実施された。観測機器の設置では独立行政法人水資源機構利根川下流総合管理所にご協力をいただいた。関係各位に謝意を表す。

6 参考文献

- 1) 茨城県・栃木県・千葉県、2017. 霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画(第7期)、1-5.
- 2) Ishii, Y., YABE, T., NAKAMURA, M., AMANO, Y., KOMATSU, N., WATANABE, K., 2009. Effect of Nitrate on Phosphorus Mobilization from Bottom Sediment in Shallow Eutrophic Lakes. *Journal of Water and Environment Technology* 7(3), 163-176.
- 3) Ishii, Y., Harigae, S., Tanimoto, S., Yabe, T., Yoshida, T., Taki, K., Komatsu, N., Watanabe, K., Negishi, M., Tatsumoto, H., 2010. Spatial variation of phosphorus fractions in bottom sediments and the potential contributions to eutrophication in shallow lakes. *Limnology* 11, 5-16.
- 4) 石井裕一、渡邊圭司、小松伸行、2006. 湖沼底泥からのリン溶出に及ぼす環境因子の検討. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 2、95-102.
- 5) 北村立実、小室俊輔、大内孝雄、湯澤美由紀、増永英治、浅岡大輝、鮎川和泰、清家泰、2019. 北浦における貧酸素水塊と栄養塩濃度の分布. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 15、55-64.
- 6) 環境省、2016. (お知らせ) 水質汚濁に係る環境基準の追加等に係る告示改正につ

- いて . URL. <https://www.env.go.jp/press/102287.html> (2021年9月時点).
- 7) 小室俊輔、北村立実、大内孝雄、増永英治、浅岡大輝、鮎川和泰、三上育英、清家泰、湯澤美由紀、福島武彦、2021. 北浦における貧酸素水塊の詳細分布と貧酸素水域面積の推計. 水環境学会誌 44(5)、157-164.
- 8) いであ株式会社、2017. 第7期霞ヶ浦湖沼水質保全計画策定調査業務委託報告書.
- 9) 北村立実、大内孝雄、木村夏紀、湯澤美由紀、増永英治、佐藤和貴、浅岡大輝、鮎川和泰、清家泰、2020. 北浦及び西浦における貧酸素水塊とリン溶出状況. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 16、31-39.
- 10) 浅岡大輝、増永英治、小室俊輔、北村立実、2020. 地形と成層の変化に関連する風応力による混合応答時間の評価. 土木学会論文集 (B2 海岸工学)76、I_145-I_150.
- 11) 増永英治、浅岡大輝、小室俊輔、松本俊一、小野正人、番場泰彰、2019. 沿岸地形と風応力が形成する複雑な密度構造と混合状態の高精度計測. 土木学会論文集 B2(海岸工学)、75/2、I_217-I_222.
- 12) Eiji Masunaga, Shunsuke Komuro (2019) Stratification and mixing processes associated with hypoxia in a shallow lake (Lake Kasumigaura, Japan), *Limnology*,21, 173-186.

1-3 夏季の北浦における植物プランクトンの分布と増殖要因の検討

北村立実、大内孝雄、湯澤美由紀、増永英治*、佐藤和貴*、鮎川和泰**、清家泰**

Study on distribution and factors of phytoplankton proliferation in Lake Kitaura during summer

Tatsumi KITAMURA, Takao OUCHI, Miyuki YUZAWA, Eiji MASUNAGA, Kazuki SATOU,
Kazuhiro AYUKAWA, Yasushi SEIKE

キーワード：北浦、クロロフィル a 濃度、フィコシアニン濃度、栄養塩、光合成活性

1 はじめに

霞ヶ浦は茨城県南東部に位置しており、西浦、北浦、常陸利根川の 3 つの水域から成っている。近年、北浦で COD 濃度が高く推移し、他の水域と比較して水質汚濁が進行している¹⁾。これまでの研究で、霞ヶ浦の有機炭素の 66% は植物プランクトン由来と報告されており²⁾、有機物の多くは植物プランクトンが占めていることが明らかとなっている。また、北浦では夏季に藍藻類が上昇し、COD 濃度も上昇している傾向がみられており³⁾、夏季の藍藻類の増殖が COD 濃度を高くしている要因と考えられる。一方、夏季に北浦の武井沖において、藍藻類の指標となるフィコシアニン濃度の推移を調査した事例では、フィコシアニン濃度と藍藻類の体積が有意な相関が得られ、藍藻類の増殖をフィコシアニン濃度で把握できることが報告されている⁴⁾。さらに、水温が 25℃を越えると急激にフィコシアニン濃度が上昇し、藍藻類の増殖に水温が大きく寄与していることなどが報告されている^{4) 5)}。このように、一部の水域においてフィコシアニン濃度を用いて夏季の藍藻類の増殖やその要因を検討してきたが、北浦全体を面的に検討した事例はない。また、植物プランクトン群集の現存量は水温だけでなく、窒素、リンによっても制限されており^{6) 7)}、北浦においては上流域から下流域にかけてリン制限から窒素制限へと変化し、北浦の中流域がアオコの発生機構に重要な水域であるとの報告がある⁸⁾。北浦で COD 濃度が高い要因を検討するには、北浦全域で藍藻類の増殖分布の傾向やその要因を検討する必要があると考えられる。

そこで、本研究では北浦全域においてフィコシアニン濃度や窒素、リンなどを詳細に調査す

ることで、北浦における夏季の植物プランクトン（特に藍藻類）の増殖の分布や要因について検討することとした。

2 調査概要

(1) 調査方法

調査期間は 2021 年 6 月 1 日から 9 月 8 日まで実施した。調査地点は北浦の上流から下流にかけて 10 地点とした（図 1）。調査頻度は原則週 1 回とし、現場で上層（水面下 50 cm）および下層（湖底直上 50 cm）の水温及び DO 濃度を測定するとともに採水を行った。水温はペッテンコーヘル水温計で測定し、DO 濃度は多項目水質計（Datasonde5x、環境システム社製）で測定した。実験室に到着後直ちに、1.2 μm のガラス繊維ろ紙（GF/C、Whatman 社製）で湖水をろ過し、クロロフィル a 濃度とフィコシアニン濃度の分析用に 2 枚ろ過した。それぞれろ紙を遠沈管に移し、測定するまで氷点下 30℃で冷凍保存した。クロロフィル a 濃度の分析は、ろ紙の入った遠沈管にエタノールを加えて、5℃未満の冷蔵庫で一昼夜抽出後、3000rpm で 10 分間遠心分離を行い、上澄み液を分光光度計（UV-2550、島津製作所製）で測定した。測定波長は 630、645、663 と 750nm に設定し、

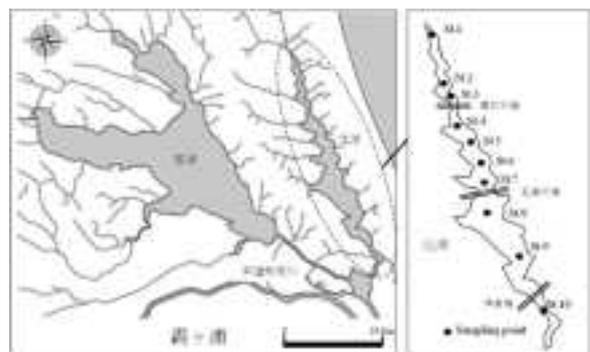


図 1 調査地点

* 茨城大学地球・地域環境共創機構

** 島根大学研究・学術情報機構エスチュアリー研究センター

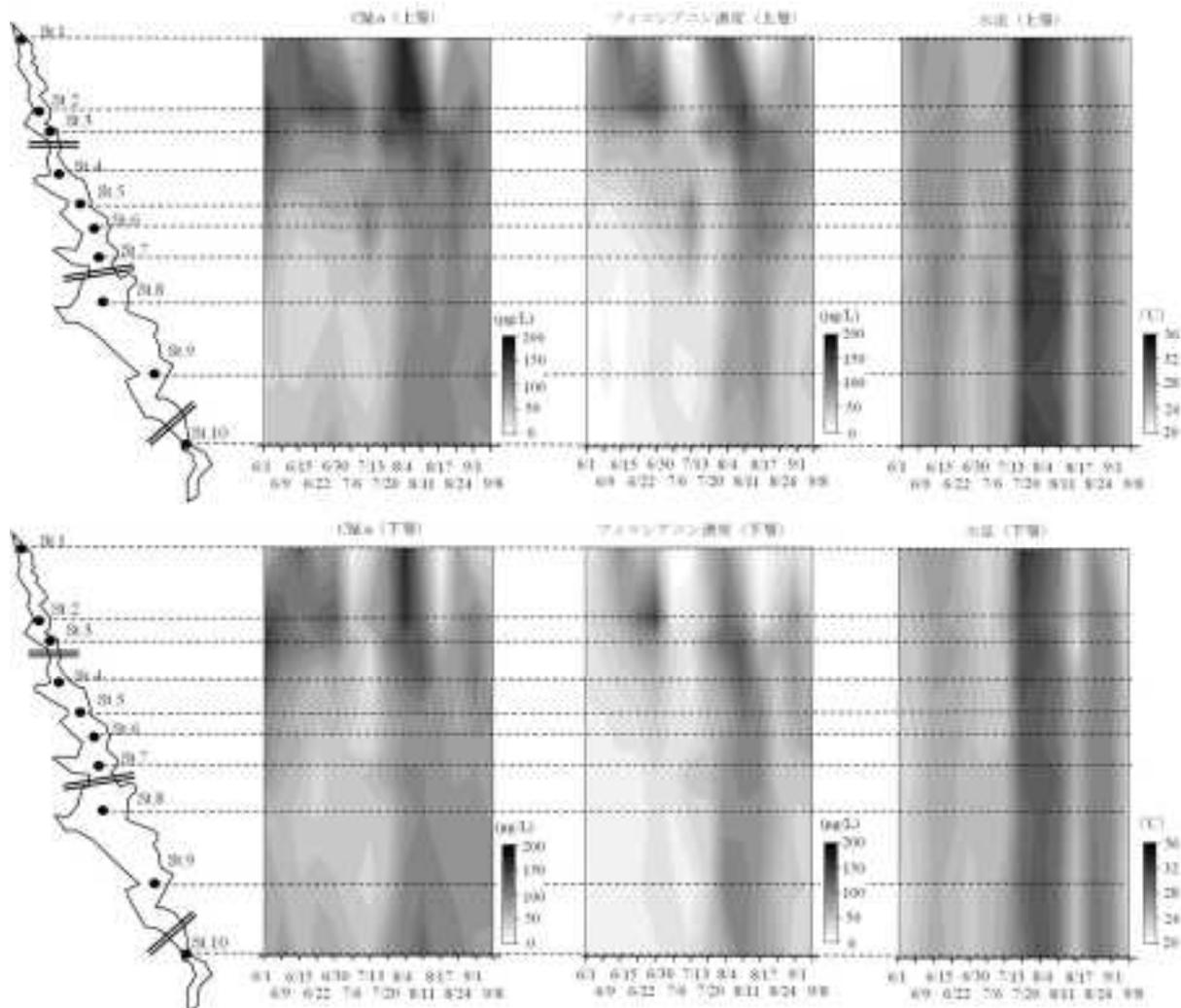


図2 北浦における Chl. a 濃度、フィコシアニン濃度、水温の時系列分布

得られた吸光度からユネスコ法⁹⁾の計算式によって湖水 1L あたりのクロロフィル a 濃度を算出した。一方、フィコシアニン濃度の分析は、ろ紙の入った遠沈管に 10 mM リン酸緩衝液 (pH=7.0) を添加し、蛍光光度計 (F-4500、日立製作所製) を用いて検量線法で測定した。また、湖水は孔径 1.0 µm のガラス繊維ろ紙 (GF/B、Whatman 製) でろ過し、湖水 (原液) とろ液を分析に供した。原液の分析項目は植物プランクトンの光化学系 2 の最大量子収率とし、光合成活性計 (AquaFlash、Turner 社製) で測定した。ろ液の分析項目は硝酸態窒素 (NO₃-N)、アンモニア態窒素 (NH₄-N)、リン酸態リン (PO₄-P) としオートアナライザー (Quattro、Seal 社製) で分析した。降水量及び気温は気象庁のアメダス銚田、全天日射量はアメダスつくば (館野) のデータを用いた。風向風速は釜谷沖水質自動

監視所のデータを用いた。

3 結果及び考察

(1) 北浦のフィコシアニン濃度の分布

図 2 に北浦における上層及び下層のクロロフィル a 濃度、フィコシアニン濃度及び水温の時系列分布を示した。その結果、クロロフィル a 濃度とフィコシアニン濃度は上下層ともに同様な分布を示したものの、両方とも若干上層で高い傾向を示した。そして、北浦上層における全地点、全調査日のクロロフィル a 濃度とフィコシアニン濃度をプロットしたところ有意な正の相関が得られた (図 3)。このことから、夏季における北浦全域の植物プランクトンの増加は藍藻類で説明できることが示唆された。

また、フィコシアニン濃度は 7 月 20 日以降

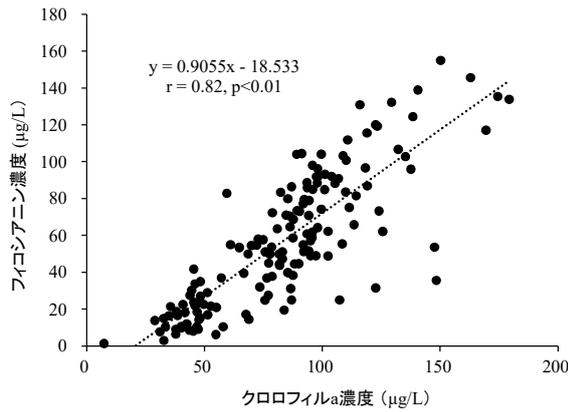


図3 北浦における夏季のクロロフィル a 濃度とフィコシアニン濃度の関係

北浦全域で上昇する傾向がみられた。水温をみると7月13日までは全域で25℃以下で推移したが、7月20日以降は全域で30℃を越えた。一方、気温の変動をみると、7月16日以降に大きく上昇し、30℃を越えるようになったことから、気温の上昇により水温が上昇し、それによって藍藻類が北浦全域で増殖したと考えられた(図4)。

さらに、フィコシアニン濃度は8月4日にSt.1~4の北浦の上流域で上昇する傾向がみられた。風向をみると、8月1日から南風が卓越していた(図4)。このことから、7月20日以降に増殖した藍藻類が風によって北浦上流域

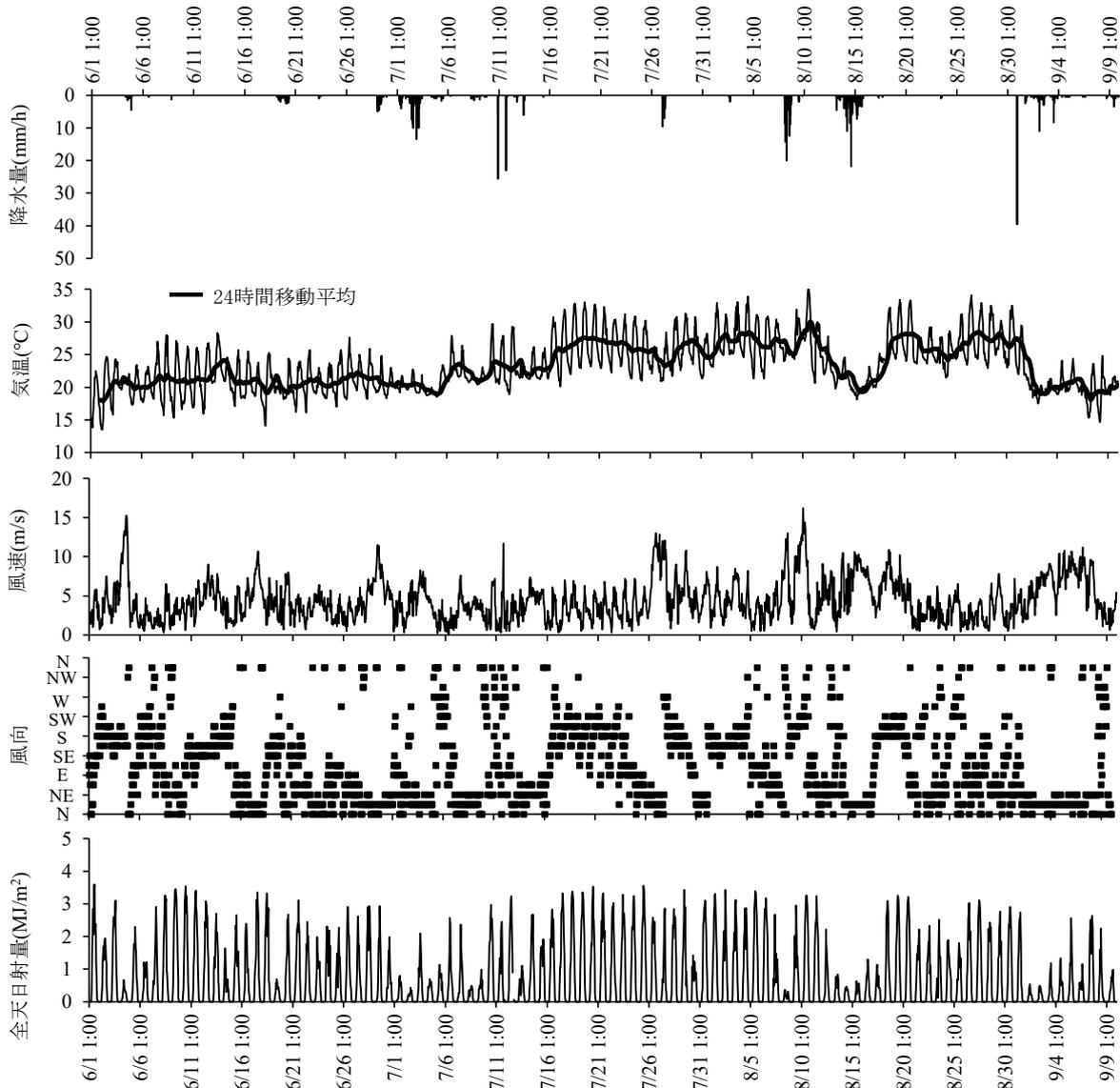


図4 北浦における降水量、気温、風向風速、全天日射量の経時変動

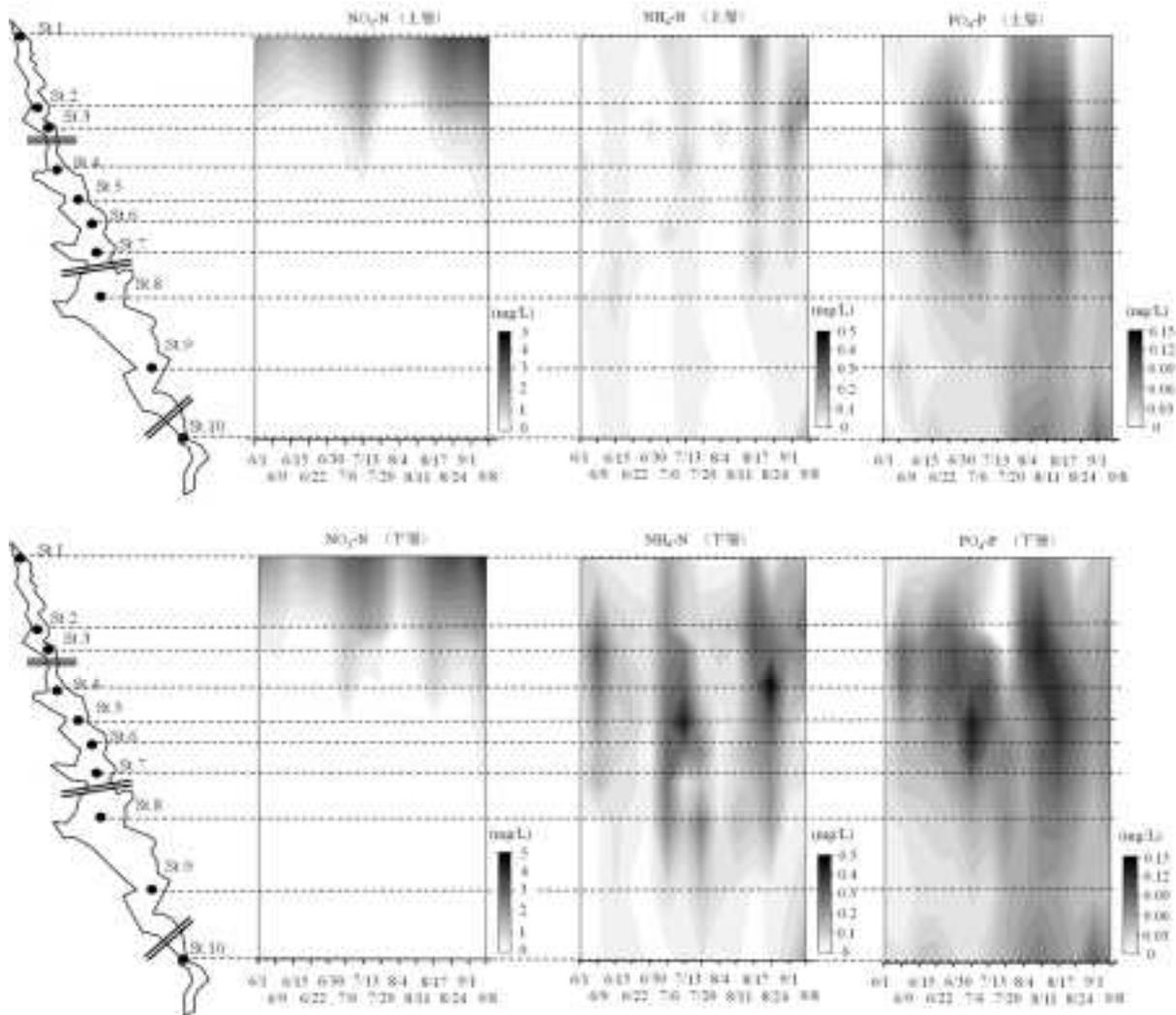


図5 北浦におけるNO₃-N濃度、NH₄-N濃度、PO₄-P濃度の時系列分布

に吹き寄せられたことが考えられた。

一方、フィコシアニン濃度は7月13日にSt.4～7にかけて、8月17日にSt.3～6にかけて北浦中流域で高くなった。水温は分布の差はほとんど見られないこと、中流では風による吹き寄せが起こりにくいことから、気象以外の影響を受けて藍藻類が増殖したと考えられた。

(2) フィコシアニン濃度と栄養塩濃度の関係

図5に上層及び下層のNO₃-N濃度、NH₄-N濃度、PO₄-P濃度の時系列分布を示した。NO₃-N濃度は上下層ともに北浦上流域で高く、下流に行くに従って低下し、St.4より下流ではほとんど検出されなかった。St.1でNO₃-N濃度が1.1～4.7mg/Lと高いのは銚田川や巴川などの流量が大きい河川の影響と考えられた。また、

8月4日に北浦上流でNO₃-N濃度が低下したが、これはフィコシアニン濃度が高かったことから増殖した藍藻類に取り込まれたと考えられた。NH₄-N濃度は上層よりも下層で高い傾向があり、7月13日にSt.5、8月24日にSt.4でスポット的に高くなった。また、PO₄-P濃度も上層よりも下層で高い傾向があり、7月6日にSt.5～7、8月4日や11日にSt.2～4にかけて高くなった。6月1日から9月8日までの全ての調査地点の上層のフィコシアニン濃度に対して上下層のNO₃-N濃度、NH₄-N濃度及びPO₄-P濃度のそれぞれの相関係数を算出すると、PO₄-P濃度が上下層ともに0.5以上で比較的大きくなり、次いで下層のNH₄-N濃度が0.2、NO₃-N濃度の上下層やNH₄-N濃度の上層は0.1未満であった。また、上層のフィコシアニン濃

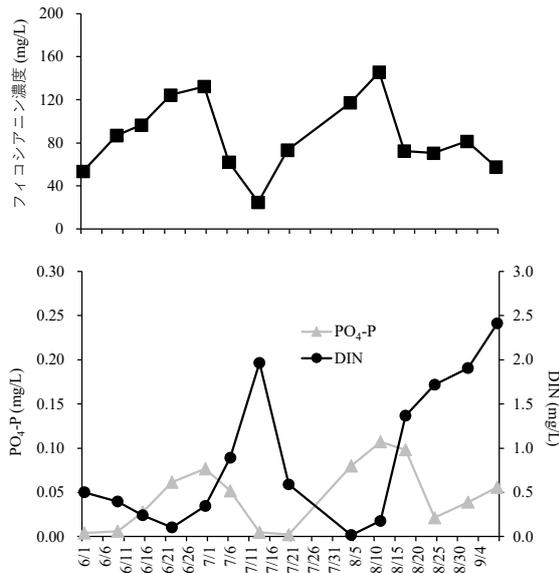


図6 St. 2におけるフィコシアニン濃度、DIN、DIP 濃度の変動

度の変動が大きかった St.2 において上層のフィコシアニン濃度と上層の DIN 濃度 (NO₃-N 濃度+NH₄-N 濃度) 及び PO₄-P 濃度の変動を示した (図 6)。フィコシアニン濃度が最も低かった 7 月 13 日は DIN が 2.0 mg/L、PO₄-P 濃度が 0.005 mg/L であった。そして、7 月 20 日にフィコシアニン濃度が 73 μg/L に上昇すると DIN 濃度が 0.59 mg/L に低下し、PO₄-P 濃度は 0.002 mg/L と低いままであった。さらに、8 月 4 日になるとフィコシアニン濃度がさらに 117 μg/L に上昇し、DIN 濃度が 0.02 mg/L に低下し、PO₄-P 濃度が 0.080 mg/L に上昇した。その後、フィコシアニン濃度が 71 μg/L に低下した後、PO₄-P 濃度も 0.021 mg/L に低下し、一方で DIN 濃度が 1.7 mg/L に上昇した。このように、PO₄-P 濃度に連動する形でフィコシアニン濃度変動しており、PO₄-P が藍藻類の増殖に影響を与えている可能性が考えられた。

(3) PO₄-P 濃度の上昇の要因

図 7 に下層 DO 濃度の時系列分布を示した。その結果、7 月 6 日や 13 日、8 月 24 日に St.4 から St.6 にかけて DO 濃度が 4 mg/L を下回った。過去の北浦の調査から St.2 から St.9 にかけて貧酸素水塊を形成し、それと同時に底泥から PO₄-P の溶出を確認したことが報告されている¹⁰⁾。下層の PO₄-P 濃度の時系列分布からも同時期の St.4 から St.6 にかけて PO₄-P 濃度

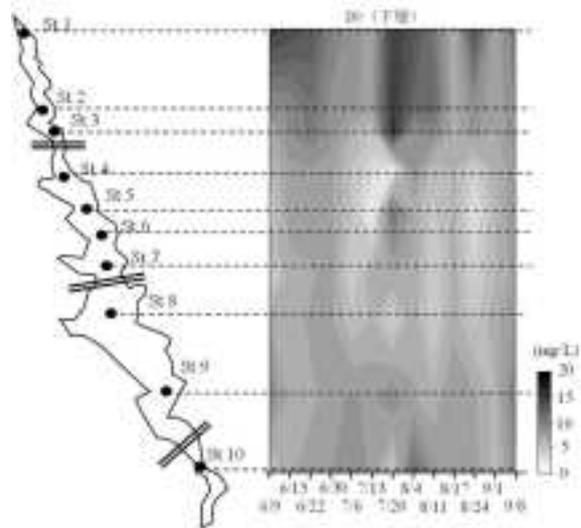


図7 北浦における下層の DO 濃度の時系列分布

が高くなっていることから貧酸素水塊の形成による底泥からの溶出が影響していることが考えられた。一方、8 月 4 日に St.2 から St.3 にかけて下層の PO₄-P 濃度上昇したが、下層の DO 濃度は 4 mg/L を下回っていなかった。前日の 8 月 3 日に風速 7 m/s 以上の風が約 12 時間観測された。釜谷沖では風速 6 m/s 以上で湖水が混合する可能性が示唆されている¹¹⁾。このことから、St.2 から St.3 においても風によって湖水が混合し下層の DO 濃度や PO₄-P 濃度の変動に影響を与えた可能性がある。

(4) 光合成活性の分布

植物プランクトンの光化学系 2 の最大量子収率 (以下、最大量子収率と称す) は植物プランクトンの潜在的な光合成能力の指標として用いられている。図 8 に最大量子収率の時系列分布

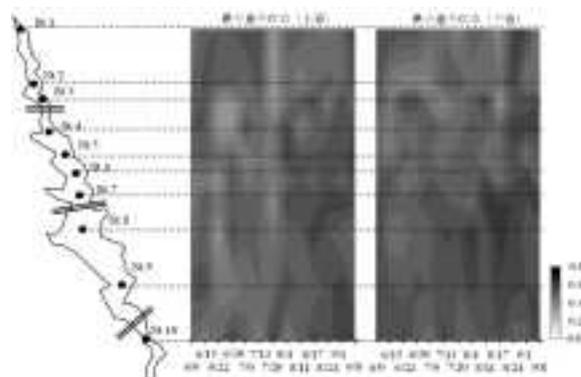


図8 北浦における植物プランクトンの量子収率の時系列分布

布を示した。上下層共に全体的に 0.5 前後で分布し、7 月 20 日の上層では 0.4 前後に低下した。7 月 20 日は梅雨が明けて気温が高く、全天日射量も高い時であった。最大量子収率は強光阻害によって低くなることが報告されている^{12) 13)}。しかし、7 月 20 日以外にも全天日射量が高い日があることから強光阻害だけが原因ではないと考えられた。また、琵琶湖で最大量子収率を測定した事例では、夏季には深度が深くなるにつれて低下し、全循環が起こる冬季は全層で同程度になる分布的な特徴があったと報告している¹⁴⁾。一方、本調査では、北浦の上下層ではほとんど同程度であり深度による差がみられなかった。これは、霞ヶ浦は水深が浅く、湖水の循環が頻繁に起こるため最大量子収率に差が出なかった可能性が考えられる。

4 まとめ

本研究によって以下のことが明らかとなった。

(1) 夏季における北浦全域のクロロフィル a 濃度とフィコシアニン濃度に有意な正の相関が得られたことから、夏季の北浦の植物プランクトン増殖は藍藻類で説明できることが示唆された。

(2) 北浦上流域でフィコシアニン濃度が上昇した要因として、風によって藍藻類が吹き寄せられたことが考えられた。

(3) 一方、北浦中流でフィコシアニン濃度が上昇した要因として、栄養塩の供給が考えられ、特に底泥からの $PO_4\text{-P}$ の溶出の影響があると考えられた。

(4) 北浦では最大量子収率の分布的な特徴はみられなかった。

夏季の北浦の藍藻類の増殖要因についてはこれまでの知見のとおり気象や栄養塩が影響していることが確認できたが、栄養塩に関しては底泥からの $PO_4\text{-P}$ 溶出が関係していることが考えられた。一方で、本調査では光合成活性から植物プランクトンの増殖しやすい水域の特定を試みたが明らかにすることはできなかった。今後は藍藻類の増殖速度に合わせた現場調査や、他の測定法(明暗瓶法やトレーサー法など)を実施し、複合的に藍藻類の増殖要因や増殖水域を究明する必要があると考えられる。

特に北浦で藍藻類の増殖水域を特定することができれば効率的な浄化対策を検討することができると考えられる。

5 謝辞

本研究は国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所、茨城大学、茨城県霞ヶ浦環境科学センターからなる共同研究プロジェクト CERK (Circulation and Ecosystem Research on Kasumigaura) の事業として実施された。また、茨城大学地域研究・地域連携プロジェクト「茨城県・茨城大学共同霞ヶ浦水循環・生態系解明プロジェクト」の補助を受け実施された。さらに、島根大学との共同研究「霞ヶ浦における貧酸素水塊の形成機構と栄養塩動態に関する調査研究」として実施された。関係各位に謝意を表す。

6 参考文献

- 1) 茨城県・栃木県・千葉県, 2017. 霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画(第7期), 1-5.
- 2) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 2014. 有機炭素の挙動の解明に関する研究 (H22~H26). 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 10, 119-122.
- 3) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 2018. 1-4 霞ヶ浦湖内水質等モニタリング事業. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 14, 57-73.
- 4) 小日向寿夫、中村剛也、大内孝雄、神谷航一、北村立実、花町優次, 2012. フィコシアニンを指標とした霞ヶ浦のアオコの発生状況と発生要因について. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 8, 70-78.
- 5) 大内孝雄、小日向寿夫、中村剛也、神谷航一, 2013. 2013 年度の霞ヶ浦におけるフィコシアニン濃度の推移とアオコ発生要因との関係. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 9, 58-62.
- 6) Elser, J. J., E. R. Marzolf, and C. R. Goldman (1990): Phosphorus and nitrogen limitation of phytoplankton growth in the freshwaters of North America: A review and critique of experimental enrichments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 47: 1468-1477.
- 7) 藤本尚志、福島武彦, 1995. 湖沼における藻類種と環境因子との関係, 国立環境研究

- 所業務報告. F-72' 95, pp115-122.
- 8) 本間隆満、2005. 霞ヶ浦における植物プランクトン群集の分布. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 1, 85-92.
 - 9) Kerr, J.D. and Rao D.V. Subba (1966). Extraction of chlorophyll a from *Nitzschia closterium* by grinding. *Unesco Monographs on Oceanographic Methodology*, Paris,1: 65-69.
 - 10) 小室俊輔, 北村立実, 大内孝雄, 増永英治, 浅岡大輝, 鮎川和泰, 三上育英, 清家泰, 湯澤美由紀, 福島武彦, 2021. 北浦における貧酸素水塊の詳細分布と貧酸素水域面積の推計. *水環境学会誌* 44(5), 157-164.
 - 11) 北村立実, 小室俊輔, 大内孝雄, 湯澤美由紀, 増永英治, 浅岡大輝, 鮎川和泰, 清家泰, 2019. 北浦における貧酸素水塊と栄養塩濃度の分布. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 15, 55-64.
 - 12) 遠藤 剛, 2002. クロロフィル蛍光の測定から見えてくる世界. *化学と生物* 40(6), 402-405.
 - 13) Masayuki, T., Sooji S., Yukuya Y., Yoshihiko F. (1971) Photo-inhibition of Phytoplankton Photosynthesis as a Function of Exposure Time, *Journal of the Oceanographical Society of Japan*, 27(29):43-50.
 - 14) 後藤直成、宮崎はるな、寺井久慈、石田典子、三田村緒佐武、2005. PAM クロロフィル蛍光計による植物プランクトンの光合成活性の測定. 日本陸水学会第 70 回大会大阪大会講演要旨集, 179.

1-4 県内3地区のハス田群の環境負荷調査から明らかにした 負荷削減の可能性

佐野健人、飯尾 恒*、吉田繁樹**、湯澤美由紀

Possibility of environmental load reduction based on the study of the survey at lotus paddy fields in three regions

Taketo SANJO, Wataru IIO, Shigeki YOSHIDA, Miyuki YUZAWA

キーワード：ハス田、流出負荷

1 はじめに

レンコンは茨城県の特産物の一つであり、全国の半分程度が茨城県から生産されている。茨城県内でのレンコン栽培は大部分が霞ヶ浦沿岸で行われ、霞ヶ浦西浦沿岸の土浦市からかすみがうら市、阿見町から稲敷市、小美玉市、北浦沿岸の行方市などが産地となっている。

レンコン栽培は、水稲に比べて施肥量が多いことや、「水堀り」と呼ばれる収穫作業に伴う濁水の発生などから、霞ヶ浦への環境負荷の発生が懸念されている。

今回、図1に示した霞ヶ浦西浦沿岸の土浦市手野地区及び小美玉市下玉里地区のハス田群、霞ヶ浦北浦沿岸の行方市繁昌地区のハス田群において環境負荷調査を行ったため、その結果と負荷削減の可能性について検討を行った。

2 調査地区の概要及び調査方法

(1) 調査地区の概要

① 手野地区

調査対象地区は土浦市手野地区の148.6haで、境川の西浦への河口部東側に位置する。

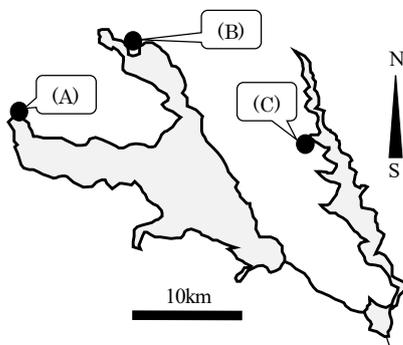


図1 調査地区。A：手野地区、B：下玉里地区、C：繁昌地区

手野地区の用水は西浦湖岸の第一機場（図2中の①）と境川脇の第二機場（同②）から各圃場に送水される。第一機場では地区内の排水（同A）と西浦からの取水（同B）を合わせて送水し、第二機場では境川から取水・送水する（同C）。また、地区の北西部で境川の支流から分岐する水路（通称「手野川」。同D）から地区内の排水路に続く水流がある。

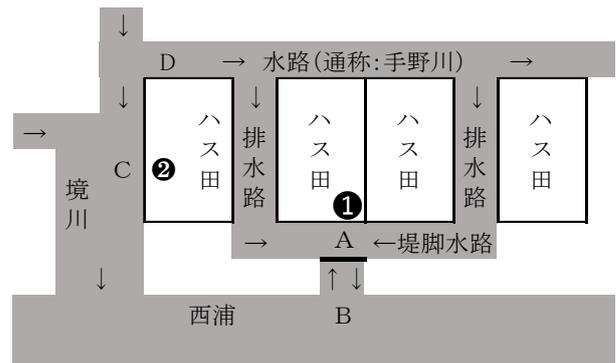


図2 手野地区の水移動模式図。A～D：測定ポイント、①②：機場、矢印：水流

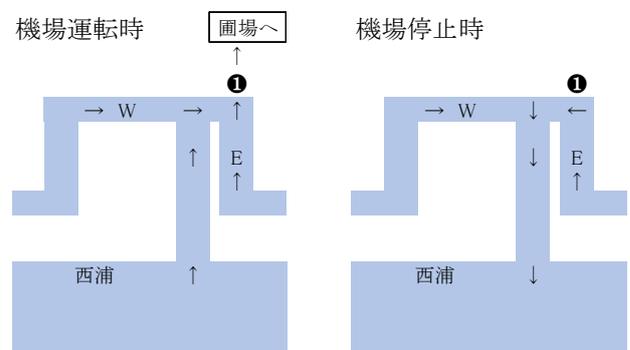


図3 第一機場周辺の水流概略。①：機場、矢印：水流、E・W：測定機器

* 畜産センター、** 鹿行農林事務所

手野地区の排水は排水路から堤脚水路を通じ第一機場前に集まり西浦に流出する(図2のAからBへの流れ)。

第一機場周辺の主な水流としては、機場運転時には堤脚水路からの排水と西浦からの流入が合わせて各圃場に送水され(図3左)、停止時には堤脚水路からの排水が西浦へ排出される(図3右)。堤脚水路と西浦の間の水門は通常解放されており、両者の水位差によっては、西浦から堤脚水路への水流が生じ、堤脚水路が逆流することもある。

② 下玉里地区

調査対象地区は小美玉市下玉里地区の一部の10.2haで、園部川の西浦への河口手前西側に位置する。

下玉里地区の用水は園部川脇の鮎内機場から各圃場に送水される。下玉里地区の排水は地区東側の大排水路に集まり、他地区からの排水と合わさり西浦に排水される(図4)。なお、鮎内機場からの送水は3月下旬～11月下旬のみである。

③ 繁昌地区

調査対象地区は行方市繁昌の一部の4.2haで、山田川の北浦への河口部南側に位置する(図5「調査区」)。

用水は、用排水機場からパイプラインで、調査区およびその周辺の地区(図5の調査区および地区1～3)の各圃場へと送水される。用排水機場では、北浦から取水(以後「北浦揚水」)するとともに、地区1からの排水(同「循環水」)を合わせて送水している。

また、排水は、調査区では各圃場から排水機場に集まり山田川に、地区2は排水路を通じ北浦に、地区3は排水路を通じ山田川に排出される。地区1では用排水機場に集まり、北浦に排水または循環水として用水に再利用される。

(2) 調査方法

① 手野地区

調査は2021年4月1日から2022年3月31日の1年間実施した。地区への流入として、第一機場脇の霞ヶ浦(図1B)、第二機場脇の境川(図1C)および地区の北西部の分岐水路(図1D)で採水を行った。また、排水として第一機場前の堤脚水路(図1A)で採水を行った。採水した各水試料についてJIS法(K0102)に準拠してSS、COD、dCOD、TN、DTN、NH₄-N、NO₃-N、NO₂-N、TP、DTP、PO₄-Pの濃度を測定した。

また、第一機場前の堤脚水路2か所(図2E・W)に流向流速計および水位計を設置し、1時間間隔で記録を行った。

② 下玉里地区

調査は2019年4月1日から2022年3月31日の3年間実施した。地区東側の大排水路で排水を採水した。用水は2020年6月～2022年3月のみ、鮎内機場脇の園部川で採水した。採水は週に1度実施した。採水した各水試料は手野地区と同様に分析に供した。

③ 繁昌地区

繁昌地区では2017年4月1日～2020年3月31日の3年間調査を行った。

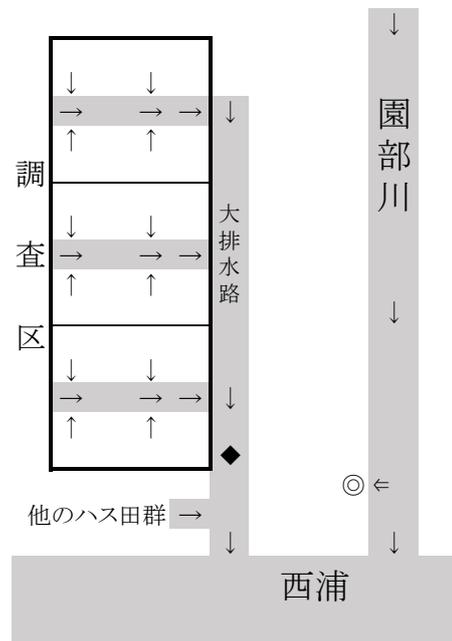


図4 下玉里地区の概略図。◎：鮎内機場、◆：排水採水地点、←：機場動作時の揚水、→：河川および排水の流れ

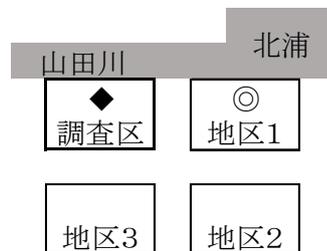


図5 繁昌地区の概略図。◎：用排水機場(北浦から取水)、◆：排水機場(山田川に排水)

用水の採水は、循環水は用排水機場内の水路で、北浦揚水は同機場脇の北浦湖岸で週1回行った。排水の採水は排水機場内の堤脚水路で行い、2017年4月～2019年3月は自動採水器（ISCO、6712型）により1日1回正午に、2019年4月～2020年3月は手作業で週1回採水した。

採水した各水試料は手野地区・下玉里地区と同様に分析に供した。

3 結果

(1) 水収支

① 手野地区

手野地区の流入水として（1）西浦からの流入（図2 B から A への流れ）、（2）境川からの取水（図2 C）、（3）水路からの流入（図2 D）、（4）降水、（5）収穫時の掘取水（井戸からの汲み上げ）、排水水として（6）西浦への排水（図2 A から B への流れ）、（7）蒸発散を想定し、各水量を求めた。

（1）および（6）については、堤脚水路に設置した流向流速計および水位計（図3 E および W）により堤脚水路の流向と流量を求め、第一機場の運転記録から求めた送水量との差を（1）または（6）とした。

（2）は第二機場の運転記録をもとに送水量を算出した。（4）はアメダスデータ（土浦）より、（5）は既報より引用した。（7）はアメダスデータ（気温、日照時間および風速は土浦、最小相対湿度は館野（つくば））を用いたペンマン式²⁾により算出した。（3）は流入と排出の差し引き相当分とした。

図6に手野地区の年間水収支を示す。総流入水量は年間3,625 mmであり、降水と水路からの流入がそれぞれ約4割を占めた。また、西浦への排水量は2,461 mmだった。なお、第一機場の送水量は733 mmだった。

② 下玉里地区

下玉里地区の流入水として（1）園部川からの送水、（2）降水、（3）掘取水、排水水として（4）西浦への排水、（5）蒸発散を想定し、各水量を求めた。

（1）は機場の運転記録をもとに算出した。（2）はアメダスデータ（美野里）より、（3）は既報より引用した。（5）はアメダスデータ（気温、日照時間および風速は土浦、最小相対湿度は館野

（つくば）を用いたペンマン式²⁾により算出した。（4）は流入と排出の差し引き相当分とした。

図7に下玉里地区の平均年間水収支を示す。総流入水量は年間2,656 mmであり、流入の約5割が降水、約4割が園部川からの送水だった。また、西浦への排水量は1,505 mmだった。

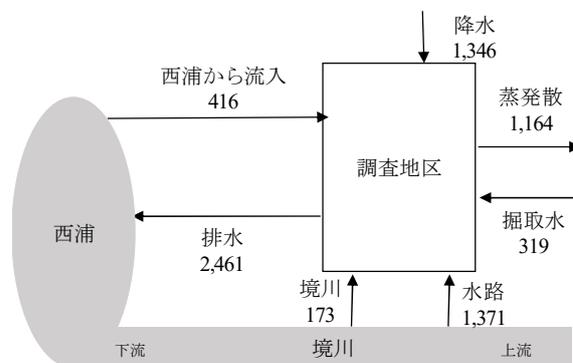


図6 手野地区の年間水収支 (mm)

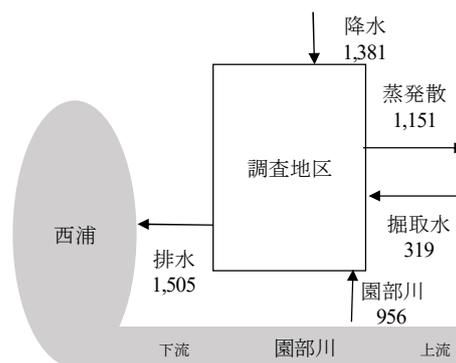


図7 下玉里地区の平均年間水収支 (mm)

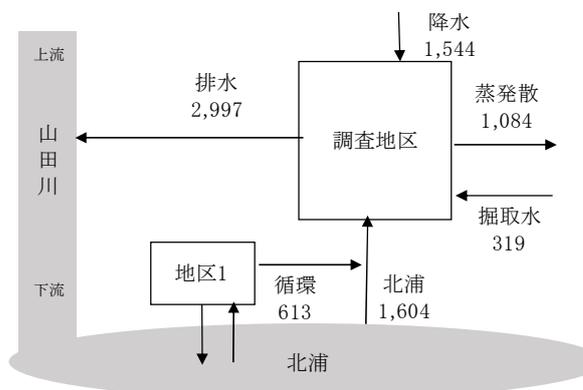


図8 繁昌地区の平均年間水収支 (mm)

③ 繁昌地区

繁昌地区の流入水として（1）北浦からの送水、

(2) 循環水、(3) 降水、(4) 掘取水、排水水として(5) 山田川への排水、(6) 蒸発散を想定し、各水量を求めた。

(3) はアメダスデータ(銚田)より、(4) は既報より引用した。(6) はアメダスデータ(気温、日照時間および風速は銚田、最小相対湿度は水戸)を用いたペンマン式²⁾により算出した。(1) と(2) の和を用排水機場の運転記録をもとに算出し、流入と排出の差し引き相当分を(5) とした。用排水機場運転日の地区1からの排水を(2)

とし、機場送水量との差を(1) とした。

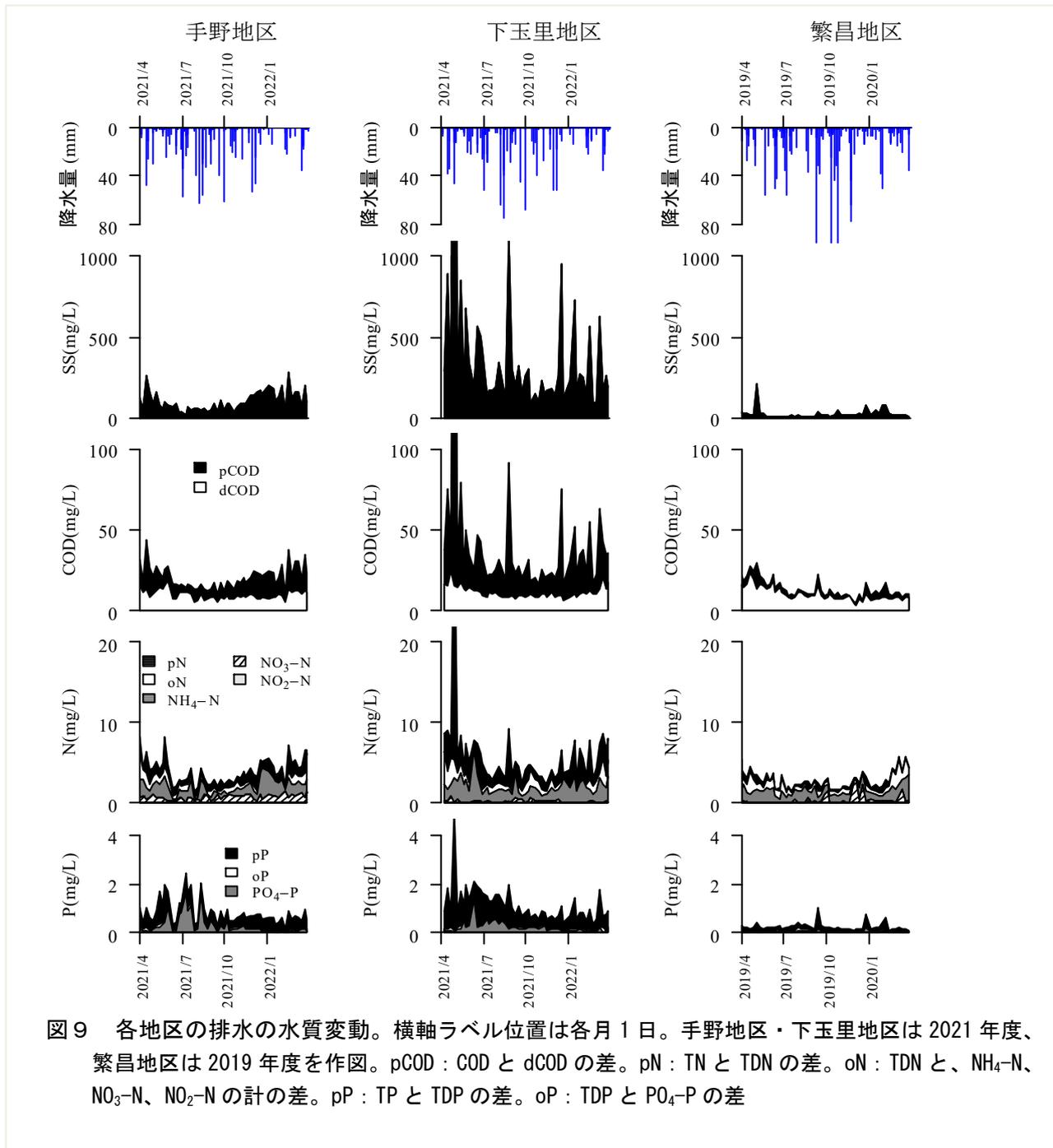
図8に繁昌地区の平均年間水収支を示す。総流入水量は年間4,080 mmであり、内訳は、北浦からの揚水が39%、循環水が15%、降水38%だった。また、山田川への排水量は2,997 mmだった。

(2) 排水の水質変動

① 手野地区

図9に排水の水質変動を示した。

SS濃度は4月中旬にピークがあり、5月中旬～11月中旬は低く、11月下旬～3月は比較的高くな



った。COD 濃度は SS 濃度と同様の傾向だったが、dCOD 濃度は 5 月中旬～6 月上旬にやや高くなる以外は変動が少なかった。TN 濃度は 5 月下旬（5/26、8.3mg/L）のピーク後に低下し、12 月中旬から上昇した。TN 濃度の変化は、NH₄-N 濃度の変化によるところが大きかった。TP 濃度は 5 月、7 月上中旬、8 月中旬に高くなった。4 月及び 1～3 月は PO₄-P 濃度は低くなった。

② 下玉里地区

SS 濃度は全体に手野地区より高く、また、変動も大きかった。4 月頃と 12～3 月に高くなる傾向がみられた。COD 濃度および SS 濃度と同様の傾向を示した。TN 濃度も SS 濃度と同様の傾向を示したが、その変動は懸濁態によるものが多かった。TP 濃度も SS 濃度と同様の傾向を示し、PO₄-P 濃度は 4 月～9 月にやや高くなった。

③ 繁昌地区

SS 濃度は各年 4 月頃と 12～2 月に高くなる傾向がみられたが、手野・下玉里地区より低濃度だった。COD および dCOD 濃度も低濃度で、若干の変動があるものの特定の傾向は見られなかった。TN 濃度は 3 月下旬ころに高くなる傾向がみられた。TP 濃度は他地区より低濃度で、特定の傾向は見られなかった。

(3) 負荷量

水収支各諸元の水量とそれぞれの水質濃度の積から負荷量を算出した。なお、降水の水質データは茨城県霞ヶ浦環境科学センターへの直接大気降水物負荷量調査結果（月 1 回分析）を、掘取水の水質データは調査地区内の掘取用井戸から採取した井戸水の分析結果を使用した（手野：2020 年 12 月 10 日採取、下玉里：2021 年 3 月 31 日採取、繁昌：欠測のため手野と下玉里の平均値を充てた）。また、下玉里地区の園部川からの揚水水質について、2019 年 4 月～2020 年 3 月は公共用水域の水質等測定結果³⁾による園部新橋での水質データを、2021 年 6 月以降は機場脇の園部川で週 1 回採水・測定した水質データを用いた。2020 年 4 月および 5 月は、2019 年 4 月または 5 月と、2021 年 4 月または 5 月の平均値を用いた。

図 10 に各地区の年間負荷量を示した。SS 年間排出負荷量は他地区に比べ下玉里地区が著しく多かった。COD 年間排出負荷量も下玉里地区が最も多かった。TN 年間排出負荷量は手野地区が最も多かったが、手野地区は流入負荷量も多かった

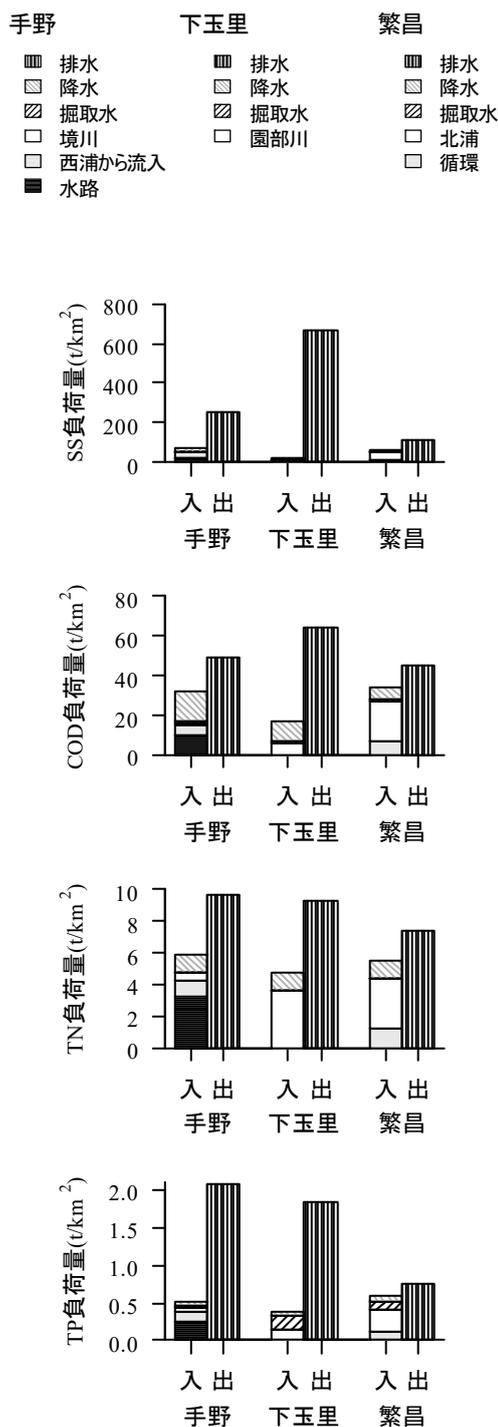


図 10 各地区の年間負荷量。入：流入、出：排出。下玉里・繁昌地区は 3 ヶ年平均

ため、差引（排出－流入）排出負荷量は下玉里地区の方が多かった。TP 年間排出負荷量は手野地区が最も多かった。

4 考察

(1) 水収支

各地区の水収支の特徴として、手野地区では水路からの流入量が多いこと、下玉里地区では排水量が少ないこと、繁昌地区では機場送水量（北浦揚水量と循環水量の計）が多いことがあげられる。手野地区では水路からの流入量が多いため、排水量も多くなっている。水路からの流入量 1,371mm に対し、第一機場の送水量は 733mm であり、水路からの流入水の多くが利用されずに西浦に排水されているものと考えられる。下玉里地区では 11 月下旬～翌年 3 月中旬は園部川からの揚水が行われないため、同期間の排水量が少なくなっている。

繁昌地区では機場送水量が多いため、他地区に比べ排水量が多かった。

調査対象の 3 地区及び過去の事例³⁻⁵⁾の用水量を図 11 に、排水量を図 12 に示した。なお、ここでは機場での揚水・送水と、河川および水路から動力を用いないで高低差などにより流入させる水を用水と称した。

年間約 4 カ月の機場の休止期間のある下玉里地区および循環かんがいを基本としている田村地区の年間用水量は 1,000mm 弱だったが、その他の地区では 2,000~2,800mm だった。

また、排水量は、用水量が少ない下玉里地区と田村地区では年間 1,000~1,500mm だが、その他の地区では 2,300~3,000mm で、用水量の多寡と同様の傾向を示した。

用水量の少ない下玉里・田村地区でも他地区と同様にレンコン栽培がおこなわれていることから、他地区では用水量を減らす余地があると考えられる。また、下玉里・田村地区での用水量が約 1,000mm、掘取水量が約 300mm、茨城県の年間降水量が約 1,300mm であることから、年間 3,000mm 弱の用水量がレンコン栽培には必要と考えられる。

(2) 水質

排水中の形態別 N 濃度（図 9）では、各地区とも NH₄-N が最も多く、ハス田からの DIN はおもにアンモニア態と考えられる。

一方、手野地区では、NO₃-N が常に観測された。これは、手野地区の排水には、水路（手野川）からの水が大量に混入しているためと考えられる。

また、手野地区の排水には、PO₄-P がしばしば高濃度で観測されるが、その原因についてはさらに検討が必要である。

過去の調査も合わせた 6 地区の排水および用水

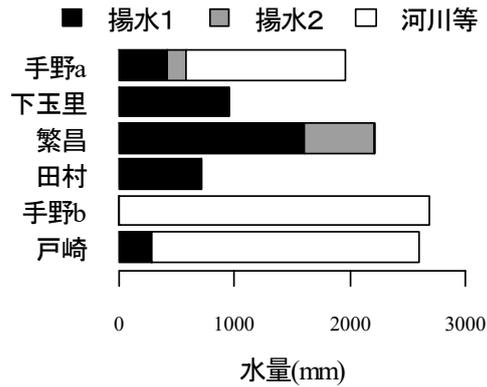


図 11 各地区の年間用水量。手野 a：本報、手野 b：黒田ら 2010（2002 調査）。手野 a は揚水 1 が西浦、揚水 2 が境川からの揚水。繁昌は揚水 1 が北浦、揚水 2 が循環水の揚水

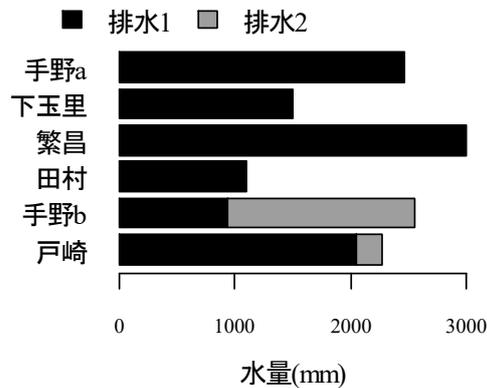


図 12 各地区の年間排水量。手野 a：本報、手野 b：黒田ら 2010。手野 b では排水 1 が西浦へ、排水 2 が他の地区へ。戸崎では排水 1 が西浦へ、排水 2 が川尻川へ排水

水質の変動範囲を図 13 に示した。

排水について、COD、TN、TP とも、下玉里地区が他地区に比べ高濃度だった。下玉里地区は SS 濃度が高く各成分でも懸濁態（T 態と D 態の差）が多いこと（図 8）から、SS の混入が各項目の濃度に大きく影響しているものと考えられる。

用水について、手野地区では COD、TN、TP とも、本調査（2021 年、手野 a）の用水（手野川）の濃度が過去（2002 年、手野 b）より低下していた。下玉里地区（園部川）は他地区に比べ、TN 濃度が高かった。繁昌地区（北浦）は TN および TP

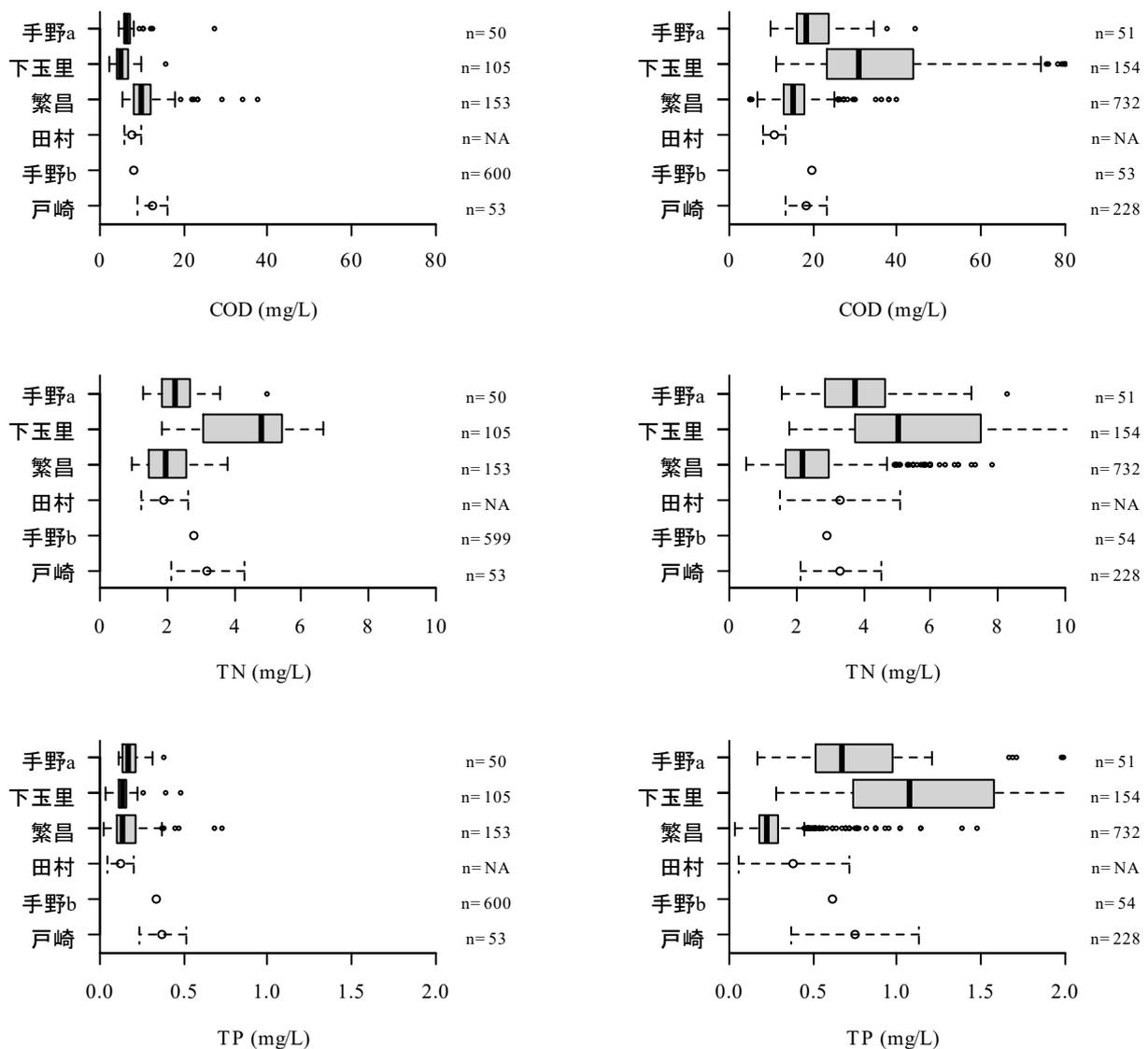


図 13 各地区の用水（左）および排水（右）水質の変動範囲。 手野 a：調査 2021 年。用水は水路（手野川）。 下玉里：同 2019～2021。用水は園部川。 繁昌：同 2017～2019。用水は北浦。 田村：同 1994～1996。用水は西浦。エラーバーは標準偏差。測定回数不明。 手野 b：同 2002。用水は水路（手野川）。標準偏差等記載なし。 戸崎：同 2008。用水は川尻川。エラーバーは標準偏差

濃度が他地区より低かった。また、戸崎地区（川尻川）も手野 b 同様に TN および TP 濃度が高かった。

(3) 負荷量およびその改善策

① 手野地区

過去の調査も合わせた 6 地区の負荷量を図 14 に示した。手野地区は他の地区と比べると、流入負荷量も排出負荷量も多く、差引排出負荷量も多い傾向にあった。過去の調査（手野 b）に比べると、

TN および TP の差引負荷量が多くなっているが、これは流入負荷量の減少が要因の一つである。手野地区では土地改良事業により用水の内訳が変化するとともに、用水量が減少したが、排水量はほぼ同様である（図 11、12）。手野地区の用水は水路からの流入がもっと多い（図 5、11）が、その水路からの水は、第一機場が動いていない時は排水路を経由し西浦へと排出される（図 15）。すなわち、水路の水が直接排水の一部となってい

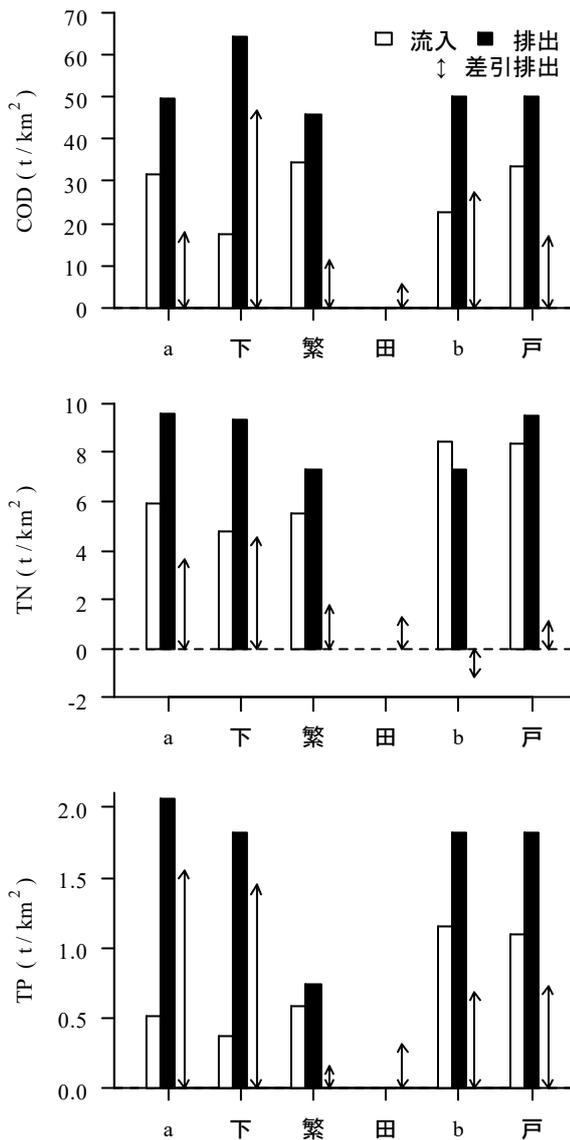


図 14 各地区の年間負荷量。 a : 手野 a、
下 : 下玉里、 繁 : 繁昌、 田 : 田村、
b : 手野 b、 戸 : 戸崎

る。他の地区のハス田排水には見られない $\text{NO}_3\text{-N}$ がこの地区の排水に高濃度にみられる (図 9) ことは、高濃度の $\text{NO}_3\text{-N}$ を含む水路からの水が直接排水の一部となっているためである。そのため、機場停止時などには水路からの水量を減らす余地があり、それにより、排水量を減らすことができると考えられる。

機場運転記録によると、年間 113 日 (2021 年度) 各日 6 時～18 時程度の運転であるため、例えば、16 時～翌 4 時の 12 時間の水路への流入を停止すれば、用水量及び排水量を減らすことが考えられ

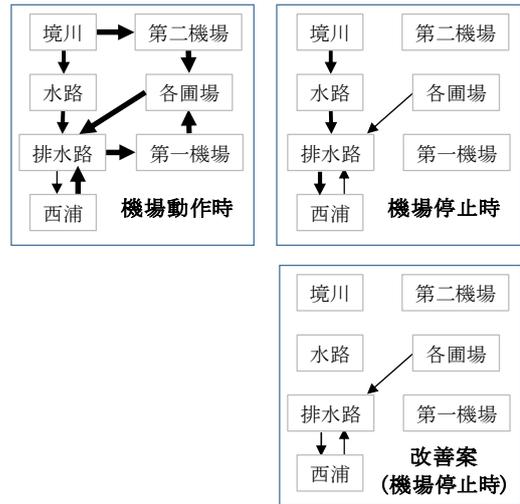


図 15 手野地区の水移動。 矢印は水の移動を示す。排水路と西浦の間の流れは、その時の水位差で流入・流出が変わる。左上段は機場動作時、右上段は機場停止時。右下段が改善案 (機場停止時に境川からの流入を止める)

る。もし、水路からの用水量が半減したと仮定しても、手野地区の用水量は、下玉里地区および田村地区の用水量を上回り、用水不足になるとは考え難い。

水路からの用水量が半減し、相当分の排水量も減少したと仮定した場合の負荷量の試算を図 16 に示した。大まかな試算ではあるが、差引排出負荷量を 5～7 割程度に削減することが見込まれる。

② 下玉里地区

下玉里地区は 6 地区内で流入負荷量は少ない方だが、排出負荷量が多いため、差引排出負荷量が多い。年間約 4 カ月機場を停止するため、用水用及び排水量は 6 地区内でも少ない。しかし、排水中の SS が他地区より著しく多く、COD、N、P 等も懸濁態の割合が高い (図 9)。排出負荷量を減らすためには、排水中の SS を少なくすることが重要と考えられる。下玉里地区の排水中の懸濁態成分が手野地区並みになったと仮定すると、排出負荷量は現状の 4～6 割に減ると試算される (図 17)。

本地区では、採水地点付近の排水路 (大排水路) に大量の土砂が堆積し、水の移動に伴い土砂の巻き上げが散見された (図 18)。これまでも関係機関による畦畔の強化や浅水管理などの濁水対策の指導が行われているが、併せて排水路の土砂の浚渫や、排水中の SS の分離を促進する手段など

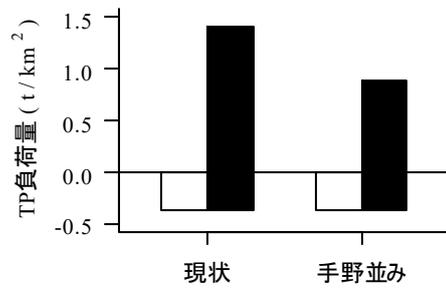
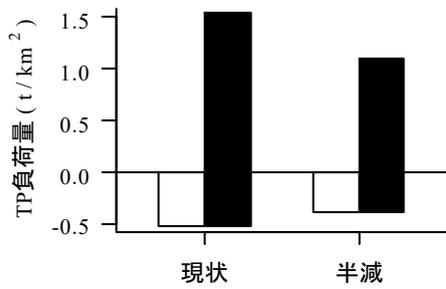
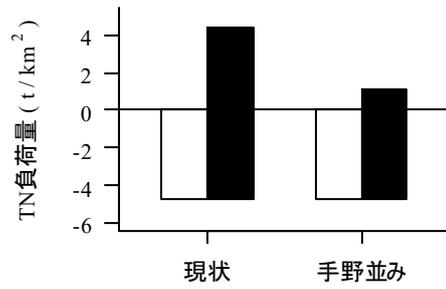
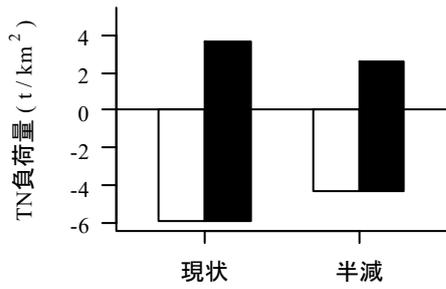
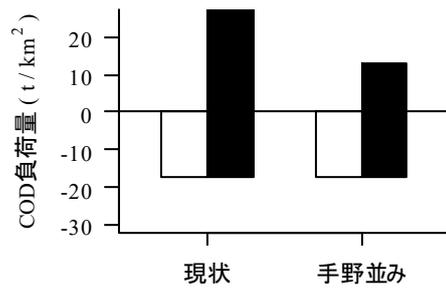
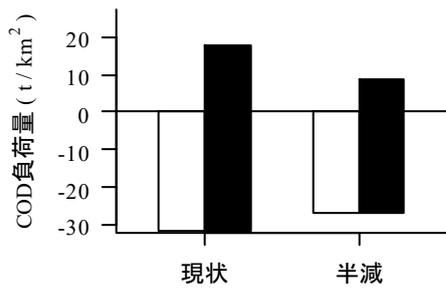


図 16 手野地区の改善効果試算。白棒：流入負荷量。負の値として計上。黒棒：排出負荷量。縦軸 0 以上の高さが差引排出負荷量に相当する。現状：2020 年度手野地区。半減：水路からの流入水量を半分とした時の試算

図 17 下玉里地区の改善効果試算。現状：下玉里地区の 3 ヶ年平均。手野並み：排水の水質に手野地区の排水水質を代入した時の試算。その他は図 16 に同じ

も必要と考えられる。

③ 繁昌地区

繁昌地区は COD、TN、TP とともに、6 地区内で差引排出負荷量が少ない方に入る。繁昌地区は北浦から揚水するため用水の COD、TN、TP 濃度が比較的高く、流入負荷量も多い。一方、排水の COD、TN、TP 濃度は他地区より低いいため排出負荷量は少ない。そのため、流入負荷量と排出負荷量の差が小さく、差引排出負荷量が少ない。なお、排水の濃度が低いことは、繁昌地区の土壌の性状によるものと考えられる(假屋ら⁷⁾の県内ハス田圃場の土壌の理科学性を調査によると、繁昌地区のあ

る行方市の土壌は、仮比重が高く、TN、TP が低い)。繁昌地区の排水の COD、TN、TP 濃度は他地区より低い、排水量は最も多いため、機場からの送水量を減らすことで、排水量を削減し、排出負荷量を削減することが改善策として考えられる。折本¹⁾は自動かん水器を用いた節水かんがいにより用水量を半減できるとしている。水稻では節水かんがいのモデル事業が実施されており、レンコンでも同様の節水かんがいを実施することで、かんがい水量(用水量)、排水量、排出負荷量の削減が見込まれる。機場送水量を半減し、相当分の排水量が減少、水質は変わらないと仮定した場合、差引排出負荷量は現状の 6~7 割に減少すると試算される(図 19)。



図 18 下玉里地区の排水路。 左：採水地点。深さ 1.2m の通称・大排水路に大量の土砂が堆積。 中：圃場間の水路から大排水路への合流地点。水の流れに伴い土砂の巻き上げが生じている。 右上：現状の大排水路の断面イメージ。堆積した土砂を巻き上げながら排水が流れる。 右下：改善案の大排水路の断面イメージ。土砂を除いた排水路に土留め板を入れ、土砂と水の分離を促す。水は板をオーバーフローして流れ、土砂はその場に堆積する。

5 まとめ

本研究によって以下のことが明らかとなった。

- 1) 手野地区は水路（通称 手野川）からの流入水量が多いが、この水は機場停止時に圃場へ供給されず排水を増やすもととなっている。水からの流入水量を減らすことで排出負荷量の削減が見込まれる。
- 2) 下玉里地区は排水の SS 由来の懸濁態成分濃度が高く、排水量は少ないものの排出負荷量が多くなっている。排水路の浚渫など、排水中の SS を削減するための取り組みが必要と考えられる。
- 3) 繁昌地区は機場からの送水量が多いため、排水量も多いが、排水濃度が低いため排出負荷量は他地区ほど多くない。節水かんがいなどにより、排出負荷量を減らせることが見込まれる。

6 謝辞

本研究は茨城県の森林湖沼環境税を財源とした農業環境負荷低減技術推進事業の一部として実施された。また、現地での測定や機場の運転記録の入手では手野土地改良区、玉里地区土地改良事務組合、北浦土地改良区にご協力をいただいた。関係各位に謝意を表す。

7 引用文献

- 1) 折本善之、武井昌秀、2007. レンコン栽培における被覆肥料を用いた窒素の減肥および節水管理が収量および窒素排出量に及ぼす影響、日本土壌肥科学雑誌 **78**(4)、363-369.
- 2) 三浦健志、奥野林太郎、1993. ペンマン式による蒸発散位計算方法の詳細、農業土木学会論文集 **164**、157-163.
- 3) 茨城県、令和元年度 公共用水域の水質等測定結果、
<https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/kantai/suishitsu/water/kokyoyosuiiki.html> 2022.7.5 確認
- 4) 松本英一、中村憲治、平澤信夫、1997. レンコン田負荷量調査、茨城県農業総合センター農業研究所平成 8 年度試験成績概要書、190-191.
- 5) 黒田久雄、加藤亮、中曽根英雄、2010. ハス田群からの流出負荷量調査について、農業農村工学会論文集 **265**(78-1)、47-53.
- 6) 北村立実、吉尾卓宏、山本麻美子、塚本威、黒田久雄、2013. 河川から灌漑する霞ヶ浦湖岸ハス田地帯からの流出負荷特性、農業農村工学会論文集 **286**(81-4)、11-17.
- 7) 假屋哲朗、寺門巖、2018. 霞ヶ浦農業環境負

荷低減栽培技術確立事業～環境にやさしい
 レンコン窒素施肥技術開発と環境評価～1
 地力診断技術の開発、茨城県農業総合センタ
 ー園芸研究所平成 29 年度試験成績概要書。

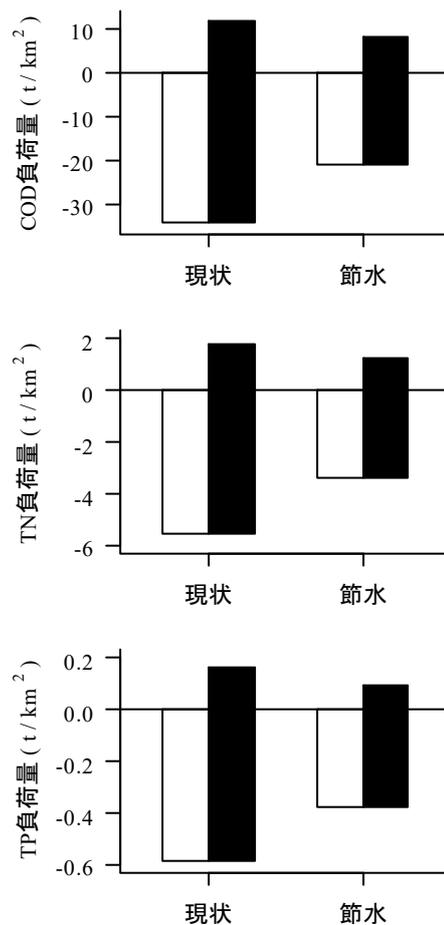


図 19 繁昌地区の改善効果試算。 現
 状：繁昌地区の 3 ヶ年平均。 節
 水：かんがい量（機場からの送水
 量）を現状の 50%とし、相当の排水
 量も減少した時の試算。濃度は現状
 と同じとして試算した。 その他は
 図 16 に同じ

1-5 霞ヶ浦湖内水質等モニタリング事業

1 目的

霞ヶ浦において詳細な水質調査を継続的に実施し、水質汚濁状況の空間的・経時的変動を把握する。また、蓄積した水質データを他の研究事業及び今後の施策立案の基礎資料とする。

2 方法

(1) 調査期間

令和3年4月から令和4年3月

(2) 調査頻度

月1回

(3) 調査地点及び試料の採取方法

① 調査地点

17地点(図1)で月に1回の調査を実施

② 試料の採取方法

試料は水質測定用、植物プランクトン測定用、動物プランクトン測定用の計3つを採取した。水質測定用試料には上層(水面下0.5m)及び下層(湖底直上0.5m)の湖水を用いた。植物プランクトン測定用試料には湖水表面から下層まで円柱の採水カラムで採取した湖水を用い、動物プランクトン測定用試料は、採水カラムで採取した湖水を40 μ mプランクトンネットで濃縮したものとした。

(4) 測定項目

水質の測定項目及びその測定方法を表1に示す。

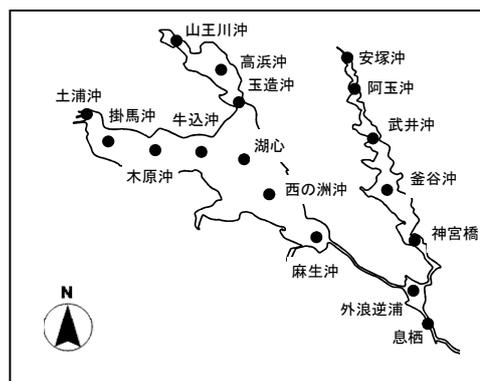


図1 調査地点

表1 水質の測定項目及び方法

測定項目	測定方法	
pH	JIS K 0102	12.1 ガラス電極法
溶存酸素量(DO)	JIS K 0102	32.1 よう素滴定法
化学的酸素要求量(COD, dCOD)	JIS K 0102	17 100°Cにおける過マンガン酸カリウムによる酸素消費量(COD _{Mn})
懸濁物質(SS)	JIS K 0102	14.1 懸濁物質
全窒素(TN, DTN)	JIS K 0170-3	流れ分析法による水質試験方法一第3部:全窒素
全りん(TP, DTP)	JIS K 0170-4	流れ分析法による水質試験方法一第4部:りん酸イオン及び全りん
各態窒素(NO ₃ -N, NO ₂ -N, NH ₄ -N)	JIS K 0170-1.2	流れ分析法による水質試験方法一第3部:全窒素
りん酸イオン(PO ₄ -P)	JIS K 0170-4	流れ分析法による水質試験方法一第4部:りん酸イオン及び全りん
有機態炭素量(TOC, DOC)	JIS K 0102	22.2 燃焼酸化一赤外線式TOC自動計測法
クロロフィル(Chl.a, Chl.b, Chl.c)	ユネスコ法	(抽出液にエタノールを使用)
イオン(Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻)	JIS K 0102	イオンクロマトグラフ法(35.3, 41.3, 48.3, 49.3, 50.4, 51.4)
イオン状シリカ(Si)	JIS K 0101	44.1.2 モリブデン青吸光度法

3 結果の概要

以下に、COD、窒素、りんについて、湖心(西浦)及び釜谷沖(北浦)の上層の測定結果を、前年度(令和2年度)及び過去5年平均(平成27~令和元年度)と比較して示す。また、植物

プランクトン及び動物プランクトンについては、平成 27 年度以降の推移を示す。

(1) COD

- COD の年間平均値は、湖心が 7.1 mg/L、釜谷沖が 8.4 mg/L で、令和 2 年度と比べてどちらも高く、過去 5 年平均と比べて湖心は同じ濃度、釜谷沖は高かった（表 2）。COD の経月変化は、湖心、釜谷沖ともに 7～8 月頃に過去 5 年平均より低く、それ以降は同程度～高めで推移した（図 2）。
- d-COD の年間平均値は、湖心が 4.7 mg/L、釜谷沖が 4.8 mg/L で、どちらの地点も令和 2 年度より高く、過去 5 年平均より低かった（表 2）。dCOD の経月変化は、過去 5 年平均と比べて夏頃（湖心では 8～9 月、釜谷沖では 7～11 月）に低く推移し、それ以降は同程度であった（図 3）。

表 2 湖心及び釜谷沖における COD と dCOD の年間平均値及び 5 年平均値 (mg/L)

項目	湖 心			釜 谷 沖		
	R3	R2	5 年平均 (H27-R1)	R3	R2	5 年平均 (H27-R1)
COD	7.1	6.9	7.1	8.4	8.3	8.2
dCOD	4.7	4.5	5.0	4.8	4.5	5.2

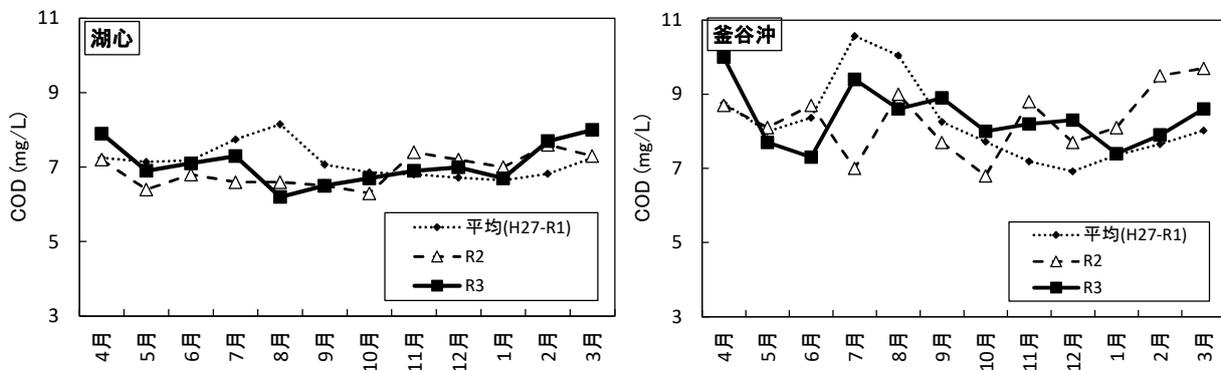


図 2 湖心及び釜谷沖における COD の経月変化

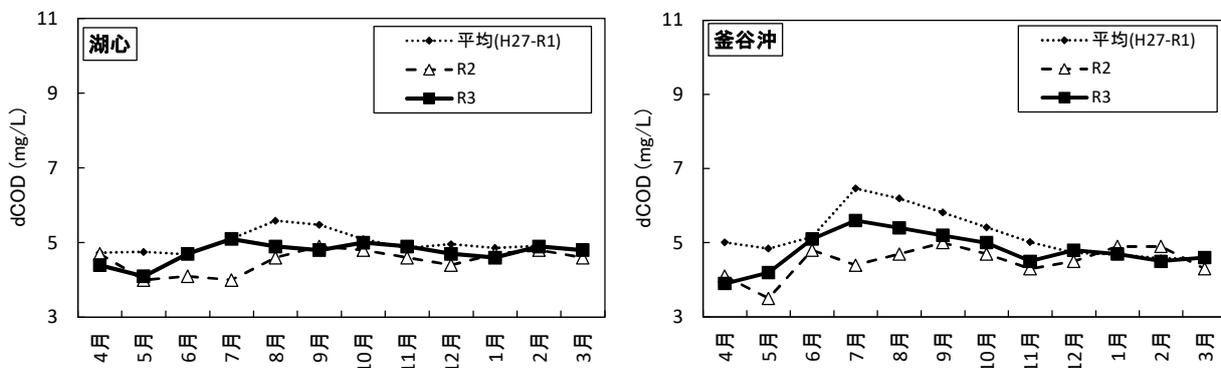


図 3 湖心及び釜谷沖における dCOD の経月変化

(2) 窒素

- ・TNの年間平均値は、湖心が0.71 mg/L、釜谷沖が1.0 mg/Lで、令和2年度と比べて湖心では高く、釜谷沖では低かった。また、5年平均と比べると、湖心、釜谷沖ともに低かった(表3)。経月変化を見ると、湖心では8月から10月まで令和2年度及び過去5年平均と比べて高く、釜谷沖では4月から12月まで令和2年度及び過去5年平均と比べて低かった(図4)。
- ・溶存態無機窒素(DIN:硝酸態・亜硝酸態・アンモニア態窒素の合計濃度)の年間平均値は、湖心が0.24 mg/L、釜谷沖が0.19 mg/Lで、令和2年度及び過去5年平均と比べて湖心では高く、釜谷沖では低かった(表3)。経月変化を見ると、湖心では8月から10月まで令和2年度及び過去5年平均より高く、釜谷沖では4月から12月まで令和2年度及び過去5年平均より低かった(図5)。

表3 湖心及び釜谷沖におけるTNとDINの年間平均値及び5年平均値 (mg/L)

項目	湖 心			釜 谷 沖		
	R3	R2	5年平均 (H27-R1)	R3	R2	5年平均 (H27-R1)
TN	0.71	0.63	0.83	1.0	1.2	1.2
DIN	0.24	0.11	0.21	0.19	0.41	0.45

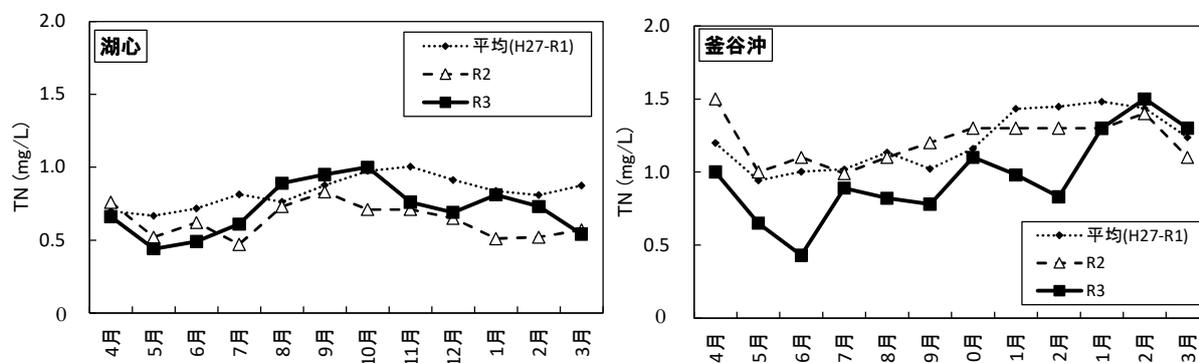


図4 湖心及び釜谷沖におけるTNの経月変化

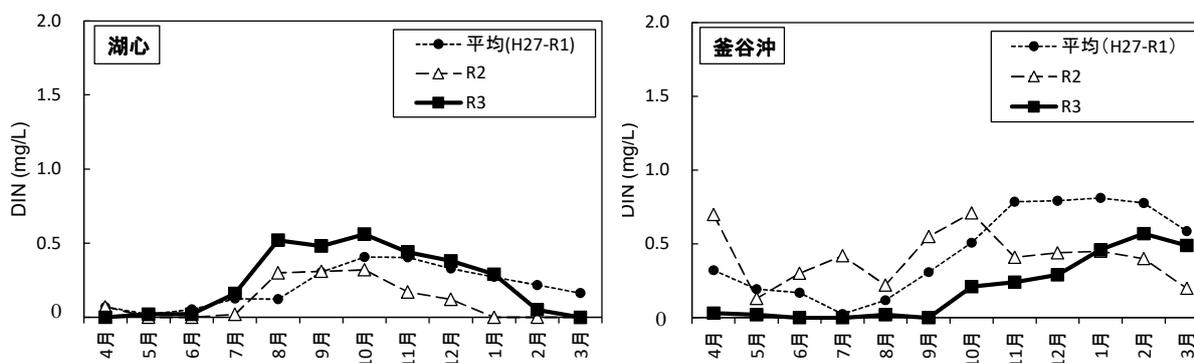


図5 湖心及び釜谷沖におけるDINの経月変化

(3) リン

- TPの年間平均値は、湖心が0.11 mg/L、釜谷沖が0.094 mg/Lで、令和2年度と比べて湖心では高く、釜谷沖では低かった。また、5年平均と比べると、湖心では高く、釜谷沖は同じ濃度であった(表4)。経月変化を見ると、湖心では令和2年度及び過去5年平均と比べて7月及び10月に高く、釜谷沖では4月及び7月を除き、令和2年度より低かった(図6)。
- PO₄-Pの年間平均値は、湖心が0.033 mg/L、釜谷沖が0.010 mg/Lで、令和2年度及び過去5年平均と比べて湖心では高く、釜谷沖では低かった(表4)。経月変化を見ると、湖心では7～8月に令和2年度及び過去5年平均より高く、釜谷沖では8～10月まで令和2年度及び過去5年平均より低かった(図7)。

表4 湖心及び釜谷沖におけるTPとPO₄-Pの年間平均値及び5年平均値 (mg/L)

項目	湖 心			釜 谷 沖		
	R3	R2	5年平均 (H27-R1)	R3	R2	5年平均 (H27-R1)
TP	0.11	0.10	0.092	0.094	0.14	0.094
PO ₄ -P	0.033	0.020	0.019	0.010	0.038	0.019

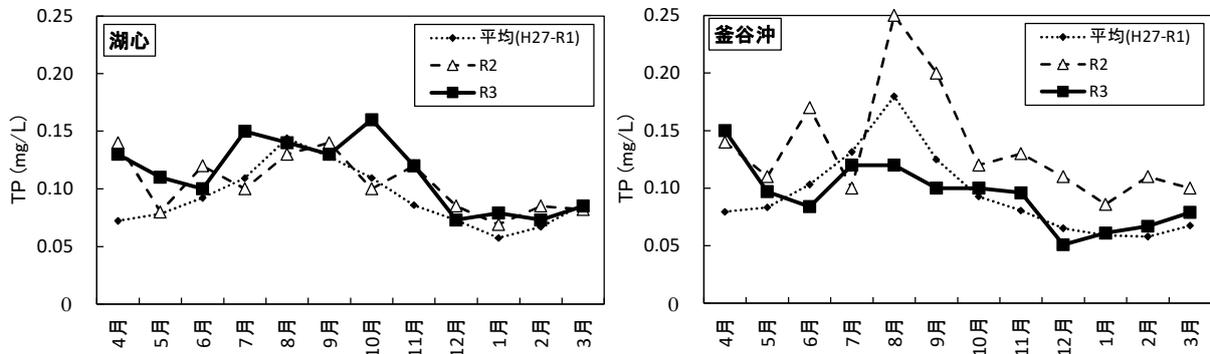


図6 湖心及び釜谷沖におけるTPの経月変化

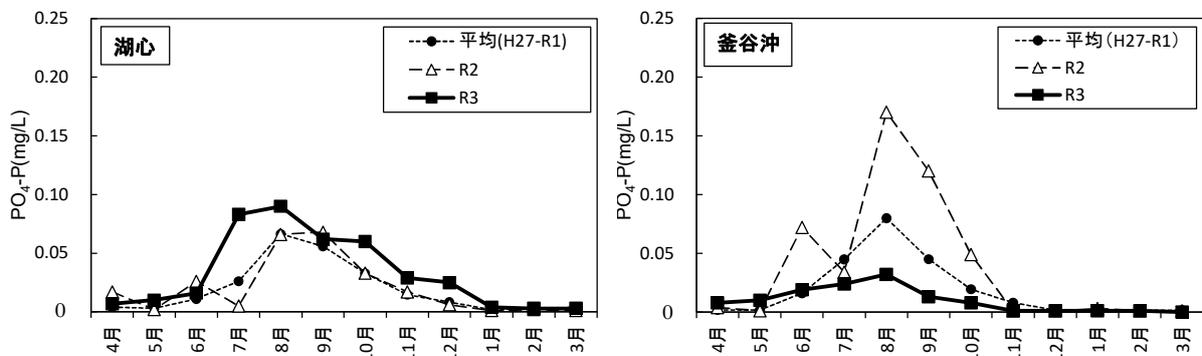


図7 湖心及び釜谷沖におけるPO₄-Pの経月変化

(4) 植物プランクトン (図8)

令和3年度における植物プランクトンの総細胞体積の推移は、湖心では5月に緑藻類が優占したが、それ以外の月は珪藻類が優占した。釜谷沖では藍藻類 (*Pseudanabaena* など) が春季から夏季に出現し、7月に優占したが、それ以外の月は珪藻類が優占した。

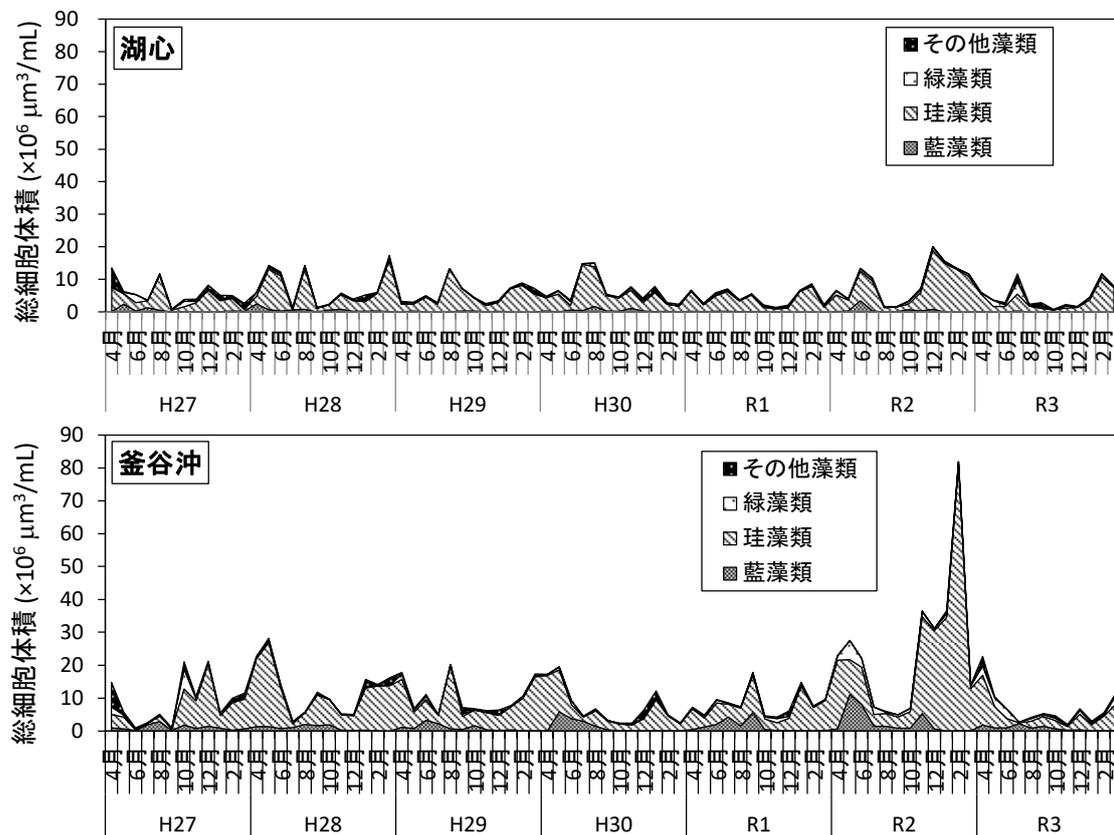


図8 湖心及び釜谷沖における植物プランクトンの推移

(5) 動物プランクトン (図9)

令和3年度における動物プランクトンの個体数の推移は、ミジンコ類については、湖心では7月に、釜谷沖では5月から11月にかけてやや出現したが、全体的に少なかった。ワムシ類は、湖心では令和2年度と同程度であったが、釜谷沖ではやや増加した。

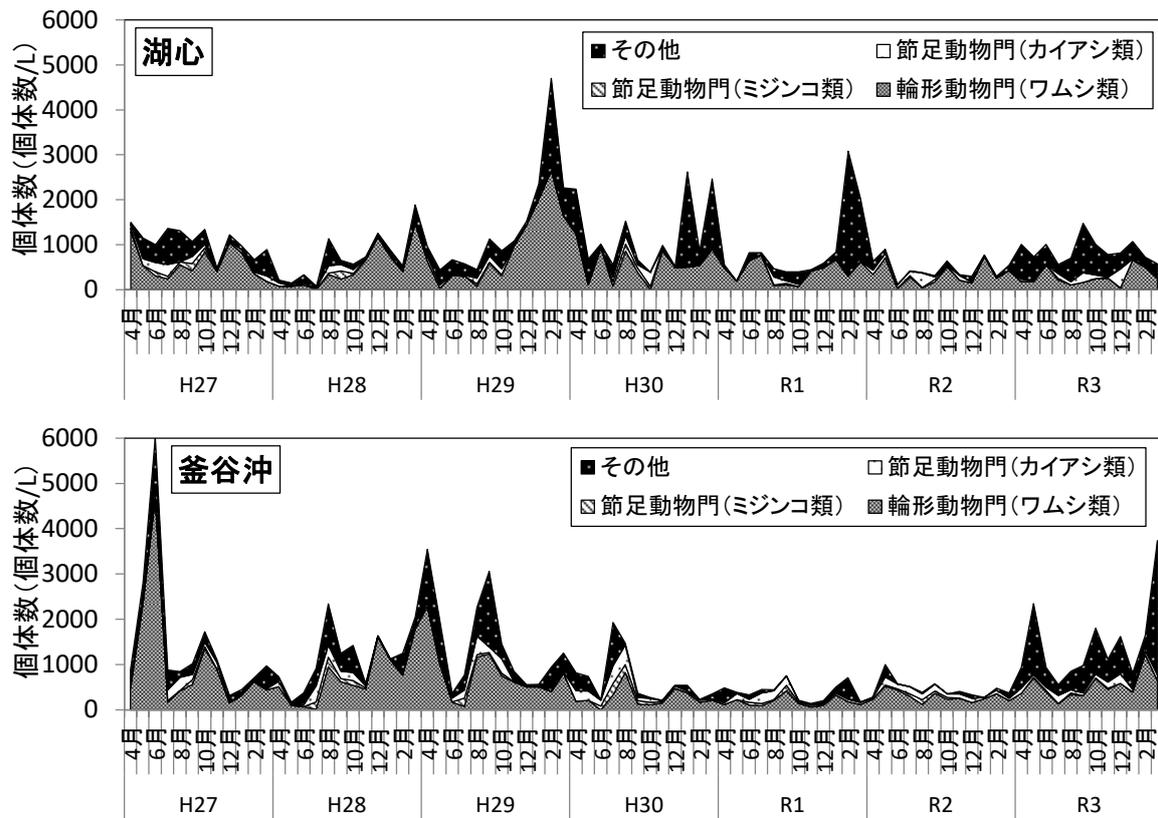


図9 湖心及び釜谷沖における動物プランクトンの推移

表5 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(4月)

地点名		採水層		気温 (°C)	透明度 (m)	水深 (m)	pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Si (mg/L)
掛馬沖	上層	上層	19.0	0.5	4.3	8.2	29.6	10.0	18	7.9	4.5	5.2	3.0	0.63	0.29	0.01	<0.01	<0.02	0.091	0.016	0.002	37	23	1	6	15	27	21	0.1	
	下層	下層	18.5	0.5	5.4	8.0	30.1	8.4	37	8.4	4.4	5.1	2.9	0.72	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	0.130	0.013	0.002	51	26	2	7	17	31	24	0.2	
木原沖	上層	上層	18.5	0.5	5.4	7.9	29.9	10.0	26	7.9	4.7	5.4	3.1	0.63	0.30	<0.01	<0.01	<0.02	0.110	0.017	0.005	43	24	1	6	15	28	20	0.1	
	下層	下層	18.5	0.6	6.2	8.0	30.5	8.7	40	8.3	4.4	4.9	3.0	0.72	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	0.140	0.017	0.006	44	26	2	7	17	32	23	0.2	
牛込沖	上層	上層	18.5	0.4	4.1	7.8	29.5	10.0	21	7.8	4.4	5.1	3.0	0.61	0.29	<0.01	<0.01	<0.02	0.100	0.017	0.004	35	25	1	7	16	31	22	0.1	
	下層	下層	18.2	0.5	6.8	8.0	22.6	9.0	39	8.2	4.3	5.1	3.0	0.68	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	0.140	0.017	0.005	42	27	2	7	17	33	23	0.2	
高浜沖	上層	上層	18.0	0.4	4.1	8.2	25.6	10.0	31	9.3	4.6	4.9	3.0	1.00	0.37	0.05	<0.01	<0.01	0.150	0.022	0.006	120	20	<1	6	14	21	19	0.5	
	下層	下層	18.0	0.5	6.8	8.2	27.2	9.2	37	9.5	4.5	5.0	3.0	1.00	0.40	0.07	<0.01	<0.01	0.160	0.020	0.004	110	22	1	7	16	25	22	0.7	
玉造沖	上層	上層	17.5	0.4	6.0	7.6	27.9	10.0	27	8.9	4.5	4.8	3.0	0.86	0.33	<0.01	<0.01	<0.02	0.130	0.019	0.004	97	22	<1	6	15	25	20	0.2	
	下層	下層	17.1	0.4	5.6	7.9	29.9	8.3	36	8.6	4.3	4.5	3.0	0.83	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	0.150	0.017	0.005	74	26	2	7	16	31	23	0.5	
湖心	上層	上層	17.5	0.4	6.0	7.5	30.9	9.1	33	7.9	4.4	4.8	3.0	0.66	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	0.130	0.021	0.007	43	25	1	7	15	29	20	0.2	
	下層	下層	17.5	0.4	6.0	7.6	31.4	9.2	37	8.2	4.3	4.6	3.0	0.68	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	0.150	0.020	0.007	44	28	2	7	17	35	23	0.3	
西の洲沖	上層	上層	19.1	0.5	2.6	7.9	36.8	9.1	40	8.6	4.5	5.2	2.9	0.73	0.26	<0.01	<0.01	<0.02	0.150	0.018	0.005	45	27	1	7	15	32	21	0.2	
	下層	下層	12.2	0.4	1.6	7.9	32.8	8.9	43	8.6	4.4	4.9	3.0	0.72	0.26	<0.01	<0.01	<0.02	0.160	0.018	0.006	45	30	2	7	17	37	24	0.3	
麻生沖	上層	上層	19.1	0.5	2.6	8.4	36.6	9.6	26	8.0	4.6	5.3	3.0	0.62	0.26	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.016	0.004	36	26	1	7	15	31	21	0.2	
	下層	下層	19.1	0.5	2.6	8.5	32.1	10.0	28	7.7	4.3	5.1	3.0	0.67	0.26	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.015	0.004	36	26	1	7	15	31	20	0.2	
土浦沖	上層	上層	18.4	0.4	1.9	8.3	25.9	11.0	23	8.0	4.4	4.1	2.9	1.10	0.70	0.36	0.01	0.02	0.130	0.017	0.004	96	22	2	6	17	26	24	2.0	
	下層	下層	18.4	0.4	1.9	8.3	28.0	9.8	23	7.9	4.3	4.4	2.9	1.10	0.82	0.34	0.01	0.02	0.120	0.018	0.004	98	20	1	5	16	22	21	2.1	
山王川沖	上層	上層	20.4	0.6	1.8	7.8	20.7	10.0	40	9.5	4.3	3.6	2.8	1.60	1.00	0.74	0.02	0.03	0.220	0.036	0.016	120	15	<1	5	13	15	20	4.3	
	下層	下層	20.2	0.4	3.7	7.9	21.7	8.4	42	8.7	4.2	4.1	2.9	1.50	1.00	0.89	0.01	0.02	0.210	0.024	0.008	83	14	<1	5	13	14	18	4.5	
安塚沖	上層	上層	18.6	0.5	7.0	7.4	27.5	10.0	13	5.6	3.5	2.8	2.2	4.50	4.20	0.04	0.07	0.100	0.019	0.007	42	17	1	8	18	19	26	12.0		
	下層	下層	18.6	0.5	7.0	7.6	28.0	10.0	14	5.4	3.0	2.7	2.2	5.00	4.60	0.04	0.08	0.100	0.020	0.008	36	15	1	7	17	17	23	12.0		
阿玉沖	上層	上層	20.2	0.4	3.7	9.1	28.7	13.0	30	9.4	3.2	3.9	2.4	2.30	1.90	1.50	0.02	0.02	0.150	0.019	0.003	160	21	1	8	17	25	24	7.7	
	下層	下層	20.2	0.4	3.7	9.0	28.9	10.0	41	9.3	3.3	3.8	2.3	2.50	2.00	1.60	0.02	0.02	0.180	0.017	0.003	150	19	<1	8	16	21	21	8.3	
武井沖	上層	上層	18.6	0.5	7.0	9.1	31.7	12.0	23	9.3	3.9	4.2	2.9	1.10	0.50	0.24	0.01	0.02	0.120	0.017	0.004	130	27	1	9	18	33	23	0.8	
	下層	下層	18.6	0.5	7.0	8.8	32.3	9.5	28	8.4	4.0	4.1	2.9	1.00	0.57	0.28	0.01	0.02	0.140	0.015	0.002	120	24	<1	8	16	28	19	1.3	
釜谷沖	上層	上層	17.7	0.5	6.1	8.8	32.6	11.0	30	10.0	3.9	4.4	3.1	1.00	0.31	<0.01	<0.01	0.03	0.150	0.022	0.008	150	28	1	9	18	35	22	0.1	
	下層	下層	17.7	0.5	6.1	8.8	32.9	9.1	35	9.2	4.0	4.2	3.0	0.89	0.33	0.04	<0.01	0.02	0.160	0.015	0.004	130	25	<1	8	16	29	19	0.3	
神宮橋	上層	上層	15.0	0.4	2.0	8.8	36.9	11.0	32	10.0	4.2	4.8	3.2	0.85	0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.160	0.017	0.003	80	35	1	9	18	44	23	0.1	
	下層	下層	15.0	0.4	2.0	8.9	37.0	9.9	70	13.0	4.3	5.3	3.2	1.10	0.29	<0.01	<0.01	0.02	0.230	0.016	0.003	78	32	1	9	17	38	20	0.2	
外浪波浦	上層	上層	13.1	0.5	1.6	8.2	39.9	10.0	26	8.8	4.2	4.7	3.2	0.62	0.22	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.015	0.002	49	40	2	9	18	53	25	0.2	
	下層	下層	13.1	0.5	1.6	8.2	39.9	9.9	26	8.7	4.1	4.9	3.1	0.60	0.26	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.014	0.002	48	37	2	8	17	46	22	0.2	
息栖	上層	上層	20.6	0.5	4.8	8.4	38.6	10.0	20	8.6	4.1	5.1	3.1	0.58	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	0.095	0.013	0.002	38	39	2	9	18	51	25	0.2	
	下層	下層	20.6	0.5	4.8	8.1	38.8	9.2	28	8.4	4.2	5.1	3.1	0.71	0.26	<0.01	<0.01	<0.02	0.130	0.014	0.002	49	35	2	8	16	44	22	0.2	

表6 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(5月)

令和13年5月26日		気温 (°C)	透明度 (m)	水深 (m)	pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Si (mg/L)
掛馬沖	採水層 上層	23.2	0.5	3.9	8.7	30.8	9.8	30	8.6	4.5	5.5	2.9	0.70	0.29	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.025	0.002	62	27	4	7	18	33	27	1.1
	下層				8.5	31.2	8.2	28	8.2	4.3	5.0	2.9	0.64	0.26	<0.01	<0.01	0.02	0.100	0.022	0.002	51	24	3	7	17	28	23	1.0
木原沖	上層	22.6	0.6	5.3	8.1	30.8	10.0	22	7.7	4.4	5.0	2.9	0.58	0.26	<0.01	<0.01	0.02	0.098	0.021	0.001	35	27	3	7	18	33	26	0.6
	下層				8.0	31.2	7.1	42	8.2	4.4	4.9	2.9	0.64	0.25	<0.01	<0.01	0.02	0.140	0.021	0.003	43	27	3	7	18	33	26	0.9
牛込沖	上層	22.1	0.6	6.2	7.7	31.6	8.5	24	7.2	4.1	4.9	2.9	0.54	0.26	<0.01	<0.01	0.02	0.100	0.024	0.006	35	28	3	7	18	35	26	0.6
	下層				7.7	31.8	7.8	24	7.1	4.1	4.4	2.9	0.48	0.27	<0.01	<0.01	0.02	0.100	0.023	0.004	33	25	3	7	16	29	22	0.6
高浜沖	上層	22.5	0.6	4.1	8.3	28.6	9.6	26	9.1	4.4	5.6	3.0	0.78	0.31	<0.01	<0.01	0.04	0.130	0.031	0.005	95	25	3	7	17	29	24	1.7
	下層				8.2	29.2	7.3	31	8.2	4.5	4.6	2.9	0.64	0.30	<0.01	<0.01	0.02	0.130	0.028	0.002	67	24	3	7	17	29	24	1.9
玉造沖	上層	22.2	0.6	6.5	7.7	30.8	8.5	22	8.4	4.3	4.7	3.0	0.57	0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.027	0.003	68	27	3	7	18	33	25	1.4
	下層				7.6	30.4	4.6	41	7.9	4.1	4.1	3.0	0.64	0.40	0.03	<0.01	0.02	0.170	0.032	0.011	53	26	3	7	17	31	25	2.2
湖心	上層	21.8	0.6	5.9	7.4	31.9	8.2	23	6.9	4.1	4.5	3.0	0.44	0.29	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.011	0.010	37	28	3	8	18	36	25	0.7
	下層				7.5	32.5	7.7	26	7.0	4.2	4.0	2.9	0.46	0.29	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.012	0.008	36	29	3	7	18	36	25	0.7
西の洲沖	上層	21.8	0.6	5.4	7.7	33.0	8.2	25	7.3	4.1	4.6	3.0	0.50	0.26	<0.01	<0.01	<0.02	0.110	0.013	0.008	37	27	3	7	16	32	22	0.6
	下層				7.8	32.8	7.6	34	7.8	4.3	4.4	2.9	0.52	0.28	<0.01	<0.01	0.02	0.130	0.012	0.012	38	30	3	7	18	38	26	0.8
麻生沖	上層	20.3	0.5	1.6	8.2	39.5	8.1	25	7.7	4.6	4.7	3.2	0.59	0.30	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.009	0.001	40	38	4	9	19	51	27	1.7
	下層				8.9	41.0	8.3	25	7.2	4.5	4.8	3.1	0.57	0.29	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.008	0.001	40	36	3	8	18	50	26	1.9
土浦沖	上層	23.5	0.6	2.7	8.5	30.5	13.0	31	11.0	5.4	5.4	3.4	1.40	0.51	0.08	0.01	0.02	0.180	0.038	0.018	200	27	4	7	19	33	28	2.8
	下層				8.3	30.7	7.6	33	7.8	4.7	4.2	3.1	0.96	0.57	0.22	0.01	0.04	0.120	0.009	0.002	66	27	4	7	19	33	28	3.1
山王川沖	上層	22.4	0.5	1.8	8.3	23.2	10.0	32	10.0	5.1	4.4	3.4	1.20	0.41	<0.01	0.01	0.04	0.180	0.031	0.019	140	20	2	6	16	22	26	4.2
	下層				8.4	26.1	8.5	32	8.9	4.8	4.3	3.2	0.96	0.40	0.03	0.01	0.03	0.140	0.014	0.003	91	21	3	6	16	23	26	4.2
安藤沖	上層	23.1	0.5	1.8	9.1	29.7	12.0	25	9.1	5.0	4.1	3.1	2.40	2.00	1.50	0.04	0.03	0.140	0.013	0.013	120	21	3	8	19	26	27	7.1
	下層				7.9	32.4	5.9	27	7.3	4.3	3.6	3.2	3.60	3.30	2.50	0.05	0.14	0.140	0.012	0.010	46	23	3	9	19	27	26	11.0
阿玉沖	上層	22.7	0.5	4.0	9.5	29.9	13.0	26	9.5	4.2	4.2	3.0	1.40	0.91	0.56	0.02	0.02	0.120	0.007	0.004	160	23	2	9	18	27	26	2.8
	下層				9.3	30.1	9.2	33	9.1	4.3	3.8	3.0	1.60	1.00	0.72	0.02	0.02	0.130	0.005	0.001	140	23	3	9	18	28	26	3.2
武井沖	上層	23.3	0.5	7.0	9.5	31.7	12.0	24	9.5	4.4	4.3	3.1	1.00	0.37	0.01	<0.01	0.02	0.130	0.009	0.003	120	26	3	9	19	32	24	0.2
	下層				8.8	32.7	5.5	38	8.4	4.6	4.1	3.1	1.00	0.52	0.10	0.01	0.12	0.170	0.020	0.020	96	27	2	9	18	33	24	0.8
釜谷沖	上層	22.1	0.7	6.1	8.7	33.5	9.4	18	7.7	4.2	4.1	3.1	0.65	0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.097	0.010	0.010	46	29	2	9	19	36	23	<0.1
	下層				8.6	33.8	6.4	23	7.4	4.2	4.0	3.1	0.73	0.33	<0.01	<0.01	0.03	0.110	0.012	0.011	62	29	3	10	19	36	23	0.2
神宮橋	上層	21.3	0.5	1.8	8.3	41.1	8.5	27	9.0	4.6	4.5	3.4	0.69	0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.120	0.008	0.004	44	36	3	10	18	45	22	0.1
	下層				8.4	42.4	8.1	30	9.2	4.8	4.4	3.3	0.71	0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.130	0.008	0.005	47	42	4	10	20	56	25	0.1
外浪逆浦	上層	20.8	0.5	1.5	7.6	49.0	8.3	37	8.9	4.7	4.4	3.3	0.60	0.36	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.007	0.001	50	49	4	10	18	67	26	1.1
	下層				7.7	49.3	7.7	32	8.5	4.6	4.4	3.3	0.65	0.31	<0.01	<0.01	0.03	0.110	0.007	0.001	48	49	4	10	18	67	26	1.1
息栖	上層	22.6	0.6	4.6	8.5	51.3	9.8	18	8.5	4.4	5.0	3.3	0.65	0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.083	0.006	0.001	41	57	5	10	20	85	31	1.1
	下層				8.1	50.1	6.6	27	8.0	4.5	4.3	3.3	0.64	0.32	<0.01	<0.01	0.03	0.100	0.005	0.005	51	55	5	10	20	81	30	0.6

表7 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(6月)

令和3年6月24日		地点名	採水層	気温 (°C)	透明度 (m)	水深 (m)	pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Si (mg/L)
上層	下層																													
掛馬沖	上層	8.4	319	8.7	6.0	29	8.2	5.1	4.8	7.1	7.1	4.3	0.59	0.34	<0.01	<0.01	<0.02	0.110	0.026	0.005	0.003	87	27	4	8	19	34	26	2.9	
	下層	8.5	32.1	6.0	29	8.2	5.1	4.8	3.5	0.52	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	0.099	0.021	0.005	0.003	45	27	4	7	19	33	26	2.9				
木原沖	上層	8.0	32.6	7.6	19	7.5	5.0	4.8	3.3	0.50	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	0.130	0.022	0.009	0.009	30	28	4	8	18	35	25	3.0				
	下層	8.0	32.7	6.1	41	7.8	5.0	4.2	3.3	0.57	0.29	<0.01	<0.01	<0.02	0.130	0.022	0.009	0.009	30	28	4	8	19	35	26	3.1				
牛込沖	上層	7.5	32.7	7.9	21	8.5	5.1	5.0	3.5	0.62	0.32	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.027	0.009	0.009	48	30	4	8	19	38	25	3.4				
	下層	7.8	32.8	5.6	40	8.2	4.8	4.1	3.2	0.64	0.32	<0.01	<0.01	<0.02	0.150	0.028	0.015	0.015	26	29	4	8	18	36	25	3.6				
高浜沖	上層	7.5	30.2	6.6	37	9.3	4.8	4.8	3.6	0.78	0.32	<0.01	<0.01	<0.02	0.160	0.028	0.012	0.012	63	26	3	7	17	32	24	4.6				
	下層	7.9	30.5	5.7	48	9.7	5.2	5.2	3.5	0.82	0.36	<0.01	<0.01	<0.02	0.190	0.030	0.017	0.017	56	26	3	7	17	31	24	4.8				
玉造沖	上層	7.3	32.7	6.4	25	9.2	5.7	4.7	3.9	0.65	0.33	<0.01	<0.01	<0.02	0.140	0.035	0.019	0.019	46	29	3	8	18	36	24	3.7				
	下層	7.4	32.4	5.0	44	8.8	4.7	4.3	3.4	0.73	0.37	<0.01	<0.01	<0.02	0.180	0.040	0.029	0.029	33	29	3	8	18	35	24	4.1				
湖心	上層	7.3	33.5	6.9	21	7.1	4.7	4.0	3.2	0.49	0.32	<0.01	<0.01	<0.02	0.100	0.031	0.016	0.016	27	30	3	8	18	38	25	3.1				
	下層	7.4	34.1	6.5	23	7.0	4.8	3.9	3.2	0.52	0.29	<0.01	<0.01	<0.02	0.110	0.031	0.015	0.015	25	30	3	8	19	38	25	3.1				
西の洲沖	上層	7.6	34.0	6.9	15	6.8	4.7	4.0	3.2	0.53	0.38	<0.01	<0.01	<0.02	0.092	0.030	0.013	0.013	25	27	3	7	17	33	22	3.0				
	下層	7.8	33.7	6.7	15	6.8	4.8	3.9	3.3	0.49	0.31	<0.01	<0.01	<0.02	0.096	0.031	0.014	0.014	22	29	3	8	18	37	24	2.9				
麻生沖	上層	7.2	36.0	6.4	25	7.7	4.9	4.1	3.2	0.54	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	0.110	0.023	0.008	0.008	27	33	4	8	19	43	25	3.6				
	下層	7.3	35.8	6.5	27	7.0	4.7	4.0	3.3	0.56	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	0.110	0.024	0.008	0.008	27	33	4	8	18	43	25	3.7				
土浦沖	上層	8.3	30.4	9.4	28	9.6	5.2	5.0	3.7	1.20	0.75	0.37	0.01	0.02	0.170	0.035	0.008	0.008	110	25	4	7	19	30	24	4.5				
	下層	8.2	32.7	5.9	21	8.0	5.4	4.4	3.6	1.30	1.00	0.59	0.02	0.16	0.140	0.035	0.021	0.021	46	28	5	7	19	33	26	4.8				
山王川沖	上層	7.3	24.2	5.5	45	11.0	5.5	5.2	3.7	1.00	0.49	0.17	0.01	0.03	0.230	0.024	0.005	0.005	110	19	2	6	15	19	22	6.2				
	下層	7.4	24.2	4.7	70	11.0	5.4	5.0	3.7	1.20	0.61	0.18	0.01	0.12	0.300	0.026	0.011	0.011	80	19	2	6	15	19	22	6.4				
安塚沖	上層	8.6	29.8	9.9	21	9.4	5.8	4.2	3.7	2.50	2.10	1.90	0.03	<0.02	0.150	0.034	0.018	0.018	66	21	3	9	19	25	23	10.0				
	下層	8.2	30.9	5.9	21	7.5	4.8	3.7	3.4	3.30	3.10	2.80	0.04	0.13	0.140	0.038	0.026	0.026	25	19	2	9	17	22	19	11.0				
阿玉沖	上層	9.4	31.0	11.0	23	12.0	6.1	5.0	4.1	0.92	0.37	<0.01	<0.01	<0.02	0.190	0.083	0.065	0.065	93	22	2	8	17	26	20	5.5				
	下層	9.3	30.5	9.3	33	12.0	6.3	4.9	4.1	1.30	0.55	0.20	<0.01	<0.02	0.220	0.077	0.061	0.061	110	21	2	8	17	24	21	7.6				
武井沖	上層	8.7	33.1	7.8	14	8.3	5.6	4.4	3.7	0.61	0.35	<0.01	<0.01	<0.02	0.130	0.070	0.055	0.055	35	28	3	10	19	34	23	1.2				
	下層	8.7	33.8	6.0	24	7.9	5.5	4.3	3.7	0.56	0.38	<0.01	<0.01	<0.02	0.140	0.063	0.052	0.052	29	28	3	10	19	35	23	1.0				
釜谷沖	上層	8.4	34.8	7.8	13	7.3	5.1	4.2	3.6	0.43	0.31	<0.01	<0.01	<0.02	0.084	0.033	0.019	0.019	21	29	3	10	19	36	23	0.2				
	下層	8.5	34.9	6.5	16	7.5	5.1	4.1	3.6	0.46	0.30	<0.01	<0.01	<0.02	0.096	0.034	0.022	0.022	25	29	3	10	19	37	23	0.3				
神宮橋	上層	7.3	52.9	7.0	27	8.5	5.1	4.8	3.7	0.59	0.39	<0.01	<0.01	<0.02	0.150	0.035	0.021	0.021	47	58	5	11	21	82	28	1.7				
	下層	7.4	53.0	6.3	33	9.0	5.1	4.8	3.7	0.66	0.30	<0.01	<0.01	<0.02	0.170	0.035	0.028	0.028	48	59	5	11	21	83	28	1.8				
外浪逆浦	上層	7.3	54.4	6.7	21	8.1	5.2	4.6	3.6	0.47	0.31	<0.01	<0.01	<0.02	0.100	0.018	0.009	0.009	34	56	5	10	19	79	27	2.0				
	下層	7.4	54.4	6.7	26	8.3	4.8	4.5	3.6	0.47	0.30	<0.01	<0.01	<0.02	0.110	0.018	0.003	0.003	32	55	5	10	19	78	26	2.1				
息栖	上層	7.7	53.2	8.3	14	8.2	4.7	4.5	3.6	0.47	0.31	<0.01	<0.01	<0.02	0.087	0.019	0.004	0.004	26	54	5	10	20	75	26	2.0				
	下層	7.8	53.4	6.8	16	7.7	4.9	4.3	3.6	0.47	0.32	<0.01	<0.01	<0.02	0.085	0.015	0.002	0.002	25	54	5	10	19	75	26	2.0				

表8 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(7月)

令和3年7月28日		気温 (°C)	透明度 (m)	水深 (m)	pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dcOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Si (mg/L)
掛馬沖	上層	31.2	0.5	3.9	8.4	30.0	7.4	24	7.7	5.5	4.8	3.4	0.84	0.52	0.07	0.01	0.11	0.140	0.068	0.048	66	25	4	7	18	30	23	5.7
	下層				8.4	30.4	4.8	27	7.6	5.1	3.9	3.3	0.78	0.57	0.05	0.01	0.18	0.160	0.072	0.059	38	24	3	7	18	29	23	5.7
木原沖	上層	31.1	0.5	5.1	8.3	29.8	7.7	20	7.4	5.2	4.4	3.3	0.62	0.38	0.01	<0.01	0.07	0.110	0.062	0.047	44	25	3	7	16	31	21	5.7
	下層				8.2	30.0	5.1	35	7.3	5.2	3.9	3.3	0.63	0.48	0.01	<0.01	0.15	0.150	0.072	0.060	34	25	3	7	17	31	21	6.1
牛込沖	上層	30.5	0.6	6.2	7.8	30.6	7.1	17	7.1	5.2	4.5	3.3	0.55	0.41	0.01	0.01	0.09	0.130	0.075	0.061	39	26	3	7	17	33	21	5.6
	下層				7.8	32.1	4.8	30	7.0	4.9	3.8	3.2	0.64	0.51	0.01	0.01	0.17	0.170	0.092	0.080	29	28	3	7	17	36	21	6.5
高浜沖	上層	29.3	0.4	4.1	7.7	27.4	6.6	31	8.6	5.7	5.3	3.4	0.74	0.52	0.05	0.11	0.07	0.200	0.086	0.086	59	19	2	6	14	23	18	6.6
	下層				8.1	27.3	5.2	40	8.4	5.5	4.2	3.4	0.78	0.62	0.05	0.13	0.10	0.210	0.091	0.076	37	22	3	7	16	26	21	6.5
玉造沖	上層	29.3	0.4	6.6	7.9	27.1	6.2	31	8.3	5.3	4.5	3.5	0.89	0.58	0.06	0.09	0.07	0.170	0.084	0.067	56	23	3	6	16	27	21	6.5
	下層				7.9	28.4	5.0	40	8.1	5.2	4.1	3.3	0.85	0.55	0.06	0.09	0.11	0.210	0.088	0.073	41	21	2	6	15	24	18	6.5
湖心	上層	29.0	0.5	6.0	8.1	32.9	7.4	26	7.3	5.1	4.2	3.3	0.61	0.47	0.01	0.02	0.13	0.150	0.083	0.083	44	27	3	7	17	34	21	6.3
	下層				8.2	31.1	7.4	33	7.5	4.9	4.3	3.3	0.88	0.49	0.01	0.01	0.13	0.180	0.083	0.081	37	26	3	7	16	32	20	6.0
西の洲沖	上層	28.8	0.7	5.5	8.0	31.8	6.1	20	6.9	4.9	4.1	3.2	0.71	0.49	0.01	0.04	0.12	0.150	0.081	0.066	35	28	3	7	17	35	21	6.1
	下層				7.9	38.8	5.6	33	7.3	4.9	3.8	3.2	0.73	0.51	0.02	0.04	0.13	0.170	0.087	0.070	28	28	3	7	17	35	21	6.1
麻生沖	上層	27.8	0.5	1.6	8.0	35.8	6.1	20	7.0	4.9	3.9	3.2	0.60	0.38	0.02	<0.01	0.06	0.130	0.056	0.048	38	31	4	8	17	40	22	6.1
	下層				8.1	36.1	7.0	22	6.5	4.8	4.0	3.2	0.60	0.37	0.02	<0.01	0.05	0.140	0.057	0.047	42	30	3	8	18	40	22	6.3
土浦沖	上層	31.5	0.6	2.9	8.1	30.1	6.2	23	7.5	5.1	4.0	3.3	0.91	0.60	0.11	0.01	0.16	0.170	0.072	0.052	60	25	4	7	17	30	23	5.9
	下層				8.0	30.5	4.5	21	7.1	5.3	3.9	3.3	1.00	0.80	0.17	0.01	0.27	0.170	0.081	0.066	41	26	4	7	18	31	23	6.0
山王川沖	上層	29.1	0.4	1.8	8.1	24.3	6.5	35	9.8	5.6	4.6	3.7	0.99	0.54	0.08	<0.01	0.10	0.240	0.087	0.066	100	18	2	6	15	17	22	7.7
	下層				8.1	23.8	6.0	36	9.9	5.8	4.5	3.8	1.10	0.51	0.06	<0.01	0.11	0.250	0.089	0.075	100	18	2	6	15	18	23	7.6
安塚沖	上層	30.5	0.4	1.7	8.9	27.9	8.3	23	9.2	5.3	3.9	3.2	2.70	2.20	1.90	0.04	0.04	0.210	0.079	0.060	110	18	3	8	19	21	23	10.0
	下層				8.9	27.7	8.1	25	9.4	5.3	3.9	3.3	2.80	2.30	1.80	0.03	0.03	0.220	0.076	0.062	120	18	3	9	18	21	23	10.0
阿玉沖	上層	29.6	0.4	3.6	9.5	26.6	9.9	25	11.0	5.7	4.8	3.8	1.30	0.53	0.16	<0.01	0.02	0.190	0.068	0.054	150	19	2	8	17	23	19	7.7
	下層				9.4	26.1	6.0	34	11.0	5.8	4.5	3.7	1.60	0.95	0.47	0.01	0.06	0.240	0.086	0.066	130	18	2	8	17	21	20	8.1
武井沖	上層	29.9	0.6	6.9	9.2	30.0	8.0	16	10.0	5.6	4.5	3.7	0.95	0.38	<0.01	<0.01	0.02	0.140	0.056	0.042	78	24	2	9	18	29	20	4.1
	下層				9.1	30.2	5.3	28	9.6	5.7	4.4	3.6	1.00	0.37	<0.01	<0.01	0.02	0.180	0.066	0.052	89	24	2	9	17	29	20	4.2
釜谷沖	上層	29.3	0.5	6.1	9.0	31.2	7.7	17	9.4	5.6	4.3	3.6	0.89	0.35	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.041	0.024	84	25	2	9	18	31	20	3.4
	下層				9.0	31.6	5.9	20	9.2	5.3	4.3	3.6	0.93	0.34	<0.01	<0.01	0.02	0.130	0.039	0.023	81	25	2	9	18	32	20	3.5
神宮橋	上層	28.1	0.5	1.8	8.6	38.6	7.7	28	9.5	5.4	4.5	3.6	0.92	0.34	0.01	<0.01	0.02	0.190	0.075	0.067	100	37	3	10	19	47	22	4.7
	下層				8.6	38.6	7.2	29	9.8	5.4	4.5	3.6	0.98	0.33	0.01	<0.01	0.02	0.200	0.079	0.063	100	36	3	10	18	46	22	4.7
外浪逆浦	上層	27.2	0.5	1.4	7.9	40.7	6.8	27	7.6	5.0	4.0	3.4	0.56	0.37	0.01	<0.01	0.05	0.130	0.059	0.045	54	41	4	9	19	55	23	5.0
	下層				8.1	40.8	6.6	24	7.8	5.2	4.0	3.4	0.61	0.38	0.01	<0.01	0.05	0.140	0.053	0.045	52	40	4	9	19	55	23	5.0
息栖	上層	28.8	0.5	4.6	8.3	39.6	7.3	18	7.7	4.8	4.0	3.4	0.83	0.33	0.01	<0.01	0.03	0.110	0.042	0.029	51	39	4	9	19	52	23	5.0
	下層				8.1	39.9	5.8	30	7.8	5.0	3.9	3.4	0.56	0.37	0.02	<0.01	0.06	0.140	0.048	0.034	50	39	4	9	19	53	24	5.1

表9 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(8月)

地点名	採水層	気温 (°C)	透明度 (m)	水深 (m)	pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dOOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Si (mg/L)
掛馬沖	上層	28.1	0.6	4.0	7.5	23.9	7.9	19	5.8	4.5	3.6	2.7	1.00	0.88	0.64	<0.01	<0.02	0.086	0.043	0.035	33	19	3	6	16	23	20	6.9
	下層				7.9	25.1	7.0	29	6.1	4.5	3.5	2.7	1.00	0.90	0.65	<0.01	0.02	0.110	0.052	0.042	24	19	3	6	16	24	19	6.8
木原沖	上層	28.0	0.6	5.6	7.7	25.1	7.4	22	6.0	5.1	3.8	2.9	0.96	0.85	0.57	<0.01	0.02	0.110	0.066	0.054	24	21	3	6	16	27	20	6.9
	下層				7.8	26.3	7.2	27	6.1	4.8	3.4	3.0	0.93	0.84	0.55	<0.01	0.03	0.130	0.084	0.076	12	24	3	7	16	30	20	6.6
牛込沖	上層	28.3	0.6	6.1	7.8	26.7	7.2	19	6.1	5.2	3.8	3.0	0.94	0.82	0.54	<0.01	0.03	0.120	0.080	0.070	20	23	3	7	16	29	20	6.9
	下層				7.9	27.9	7.1	20	5.9	4.6	3.4	3.0	0.94	0.90	0.54	<0.01	0.04	0.130	0.085	0.074	12	23	3	7	16	29	20	7.1
高浜沖	上層	27.4	0.7	4.1	7.4	25.4	6.6	20	6.7	5.3	4.0	3.2	1.10	0.98	0.65	0.05	0.04	0.100	0.062	0.051	27	20	3	6	15	25	19	6.8
	下層				7.5	25.9	6.1	26	6.9	5.1	3.7	3.1	1.10	1.00	0.65	0.05	0.04	0.100	0.061	0.053	18	21	3	6	15	25	19	6.9
玉造沖	上層	27.0	0.7	6.7	7.3	27.3	6.1	22	6.8	4.9	4.0	3.2	1.10	0.96	0.59	0.02	0.04	0.110	0.067	0.056	32	23	3	7	16	28	19	6.8
	下層				7.4	27.4	4.7	19	6.1	5.0	3.6	3.1	1.10	0.95	0.61	0.03	0.06	0.110	0.068	0.062	19	22	3	7	15	27	19	6.9
湖心	上層	26.8	0.7	6.0	7.4	29.3	6.8	25	6.2	4.9	3.6	3.1	0.89	0.85	0.49	<0.01	0.03	0.140	0.110	0.090	18	26	3	7	17	33	20	7.1
	下層				7.7	29.7	6.6	26	6.1	4.8	3.5	3.1	0.95	0.81	0.50	<0.01	0.03	0.150	0.100	0.091	16	25	3	7	16	32	20	7.4
西の洲沖	上層	26.6	0.7	5.6	7.7	37.2	6.5	24	6.4	4.9	3.6	3.1	0.83	0.79	0.45	<0.01	0.06	0.130	0.100	0.093	16	25	3	7	16	33	20	7.0
	下層				7.8	30.3	6.3	27	6.3	4.9	3.8	3.1	0.94	0.82	0.45	<0.01	0.06	0.130	0.100	0.094	16	26	3	7	16	33	20	7.1
麻生沖	上層	26.0	0.5	1.7	7.7	30.6	6.7	31	6.9	5.1	3.7	3.1	0.91	0.71	0.41	<0.01	0.02	0.150	0.098	0.088	26	27	3	7	16	34	20	6.7
	下層				7.8	30.6	7.0	32	6.2	5.0	3.8	3.1	0.87	0.69	0.41	<0.01	0.02	0.140	0.093	0.088	26	27	3	7	16	35	20	6.5
土浦沖	上層	28.2	0.7	2.5	7.9	23.3	9.0	20	5.9	4.1	3.0	2.5	1.50	1.20	0.93	0.03	0.03	0.080	0.020	0.009	59	16	3	5	17	19	21	7.7
	下層				7.8	22.6	8.6	18	6.1	4.1	2.9	2.5	1.50	1.10	0.93	0.03	0.03	0.075	0.018	0.008	60	15	3	5	16	19	21	7.7
山王川沖	上層	27.8	0.6	1.7	7.8	17.5	8.7	31	7.6	4.2	3.3	2.6	1.80	1.40	1.10	0.03	0.03	0.100	0.020	0.004	95	11	2	5	13	10	17	8.1
	下層				8.0	18.0	8.7	40	7.8	4.5	3.3	2.6	1.80	1.40	1.10	0.03	0.03	0.100	0.020	0.004	95	10	2	5	12	10	17	8.4
安塚沖	上層	28.1	0.6	1.9	8.5	27.7	10.0	20	6.1	3.6	2.6	2.2	4.10	3.60	3.30	0.04	<0.02	0.052	0.025	0.002	79	15	3	8	18	19	23	11.0
	下層				8.6	28.0	9.9	23	5.7	3.5	2.5	2.1	4.30	3.90	3.50	0.04	0.02	0.061	0.017	0.004	62	16	3	9	19	20	24	11.0
阿玉沖	上層	28.4	0.5	3.9	8.8	22.5	8.2	23	9.9	4.9	3.5	3.0	2.50	1.90	1.50	0.05	0.09	0.100	0.046	0.034	87	13	2	7	15	16	17	7.6
	下層				9.0	23.2	8.1	19	7.8	4.8	3.5	3.1	2.30	1.70	1.40	0.04	0.06	0.088	0.040	0.028	81	13	3	7	15	16	17	7.9
武井沖	上層	29.7	0.7	6.9	8.6	27.5	7.0	18	8.7	5.2	4.2	3.4	0.99	0.50	0.03	0.07	0.05	0.120	0.062	0.052	90	21	2	8	16	26	18	5.1
	下層				8.7	28.0	6.3	25	8.5	5.3	4.1	3.4	1.00	0.51	0.04	0.06	0.09	0.120	0.065	0.057	83	21	2	8	16	26	18	5.2
釜谷沖	上層	29.6	0.7	6.2	8.7	28.1	8.1	18	8.6	5.4	4.3	3.4	0.82	0.37	<0.01	<0.01	0.02	0.120	0.045	0.032	79	22	2	8	16	28	18	3.9
	下層				8.6	28.7	5.6	26	8.6	5.6	4.2	3.4	0.96	0.39	<0.01	0.01	0.06	0.120	0.051	0.042	74	22	2	8	16	28	18	4.3
神宮橋	上層	28.4	0.4	2.1	8.3	30.1	6.9	46	10.0	5.2	4.2	3.4	0.99	0.35	<0.01	<0.01	<0.02	0.170	0.054	0.048	91	25	2	8	16	32	18	4.3
	下層				8.5	30.4	6.8	37	10.0	5.2	4.3	3.4	0.96	0.34	<0.01	<0.01	<0.02	0.170	0.057	0.048	91	25	2	8	16	32	18	4.4
外浪逆浦	上層	28.2	0.5	1.5	7.6	30.9	7.4	30	7.7	4.8	3.8	3.2	0.78	0.52	0.21	<0.01	0.02	0.110	0.075	0.068	46	28	3	8	16	37	19	5.6
	下層				8.0	31.3	7.1	32	7.7	5.0	3.8	3.2	0.77	0.54	0.21	<0.01	0.02	0.120	0.074	0.068	47	28	3	8	16	36	19	5.9
息栖	上層	30.1	0.6	4.6	7.8	31.2	7.3	19	6.9	5.0	3.6	3.2	0.79	0.60	0.29	<0.01	0.02	0.110	0.078	0.073	33	28	3	7	16	36	19	6.2
	下層				7.8	31.6	6.8	28	6.8	4.8	3.6	3.1	0.86	0.61	0.31	<0.01	0.04	0.120	0.079	0.075	30	28	3	7	16	37	20	6.3

表10 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(9月)

令和3年9月24日		地点名	採水層	気温 (°C)	透明度 (m)	水深 (m)	pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (μg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Si (mg/L)
上層	下層																													
掛馬沖	上層	8.2	27.9	10.0	28	8.8	5.5	6.1	3.4	1.10	0.67	0.34	<0.01	<0.02	0.160	0.058	0.039	74	23	3	6	16	29	20	6.9					
	下層	8.4	27.6	7.2	29	7.0	5.1	3.9	3.2	0.92	0.72	0.39	<0.01	0.04	0.140	0.066	0.048	17	22	3	6	16	28	20	7.0					
木原沖	上層	8.5	26.6	10.0	20	8.3	4.9	5.1	3.0	1.10	0.66	0.36	0.01	<0.02	0.120	0.040	0.018	79	20	3	6	17	25	21	7.5					
	下層	8.6	27.4	7.3	22	6.5	5.0	3.6	3.0	0.86	0.72	0.43	0.01	0.05	0.120	0.060	0.041	18	21	3	6	17	26	21	7.3					
牛込沖	上層	7.3	27.7	9.3	25	10.0	5.3	6.2	3.3	1.40	0.71	0.40	<0.01	<0.02	0.210	0.067	0.051	100	23	4	6	16	29	20	7.2					
	下層	7.6	28.0	7.5	21	6.4	5.0	3.8	3.1	0.96	0.88	0.40	<0.01	0.07	0.130	0.075	0.058	16	23	3	7	16	29	20	7.2					
高浜沖	上層	8.0	25.3	8.7	16	7.1	5.1	4.3	3.2	1.20	0.82	0.65	0.04	<0.02	0.100	0.037	0.019	41	19	3	6	16	22	20	6.7					
	下層	8.1	26.0	7.8	19	7.1	5.1	3.9	3.1	1.20	0.93	0.68	0.04	0.03	0.110	0.039	0.024	33	19	3	6	15	22	20	6.5					
玉造沖	上層	7.5	27.1	8.1	16	7.0	4.9	4.1	3.2	1.00	0.68	0.53	0.02	0.02	0.110	0.053	0.038	34	22	3	7	16	26	20	6.6					
	下層	7.6	26.2	6.2	25	7.0	4.9	3.9	3.2	1.20	0.95	0.62	0.04	0.09	0.140	0.082	0.045	26	21	3	7	16	24	20	6.8					
湖心	上層	6.7	27.8	7.3	18	6.5	4.8	3.8	3.4	0.95	0.77	0.43	<0.01	0.05	0.130	0.080	0.062	22	23	3	7	16	29	20	7.0					
	下層	7.1	28.4	7.1	18	6.3	4.9	3.9	3.3	0.87	0.77	0.43	<0.01	0.07	0.130	0.081	0.064	16	23	3	7	16	29	20	6.8					
西の洲沖	上層	7.6	29.6	7.6	18	6.8	5.2	4.1	3.3	0.82	0.70	0.37	<0.01	0.04	0.140	0.086	0.069	22	25	3	7	16	32	20	7.1					
	下層	7.4	30.1	7.3	22	6.9	5.1	3.8	3.2	0.84	0.73	0.37	<0.01	0.05	0.150	0.086	0.070	21	25	3	7	16	32	20	7.1					
麻生沖	上層	7.7	33.2	8.6	21	7.7	5.4	4.1	3.5	0.95	0.41	0.09	<0.01	0.02	0.140	0.063	0.045	48	31	4	8	17	41	20	7.5					
	下層	7.9	33.1	8.7	22	7.1	5.4	4.1	3.3	0.99	0.47	0.10	<0.01	0.02	0.140	0.064	0.046	47	31	4	8	17	42	20	7.4					
土浦沖	上層	8.7	27.8	11.0	29	13.0	5.1	4.7	3.0	1.90	1.10	0.75	0.02	<0.02	0.220	0.055	0.019	250	18	4	6	19	21	24	9.1					
	下層	8.5	28.1	10.0	20	9.2	4.4	3.7	2.7	1.60	1.00	0.82	0.02	<0.02	0.130	0.027	0.006	110	18	4	6	19	21	24	9.0					
山王川沖	上層	8.5	18.4	10.0	29	11.0	4.9	3.7	3.0	2.20	1.30	1.00	0.03	0.03	0.190	0.037	0.014	200	10	3	5	14	10	16	9.0					
	下層	8.6	18.8	9.0	34	9.1	4.8	3.5	2.9	1.80	1.20	1.00	0.03	0.03	0.150	0.021	0.005	110	11	3	5	14	11	17	9.0					
安塚沖	上層	8.2	31.0	9.8	14	5.8	3.5	2.4	2.0	4.90	4.50	4.40	0.04	<0.02	0.086	0.019	0.004	66	19	3	10	20	22	25	13.0					
	下層	8.1	31.7	8.2	17	5.7	3.3	2.3	1.9	5.20	4.80	4.70	0.04	<0.02	0.100	0.019	0.007	50	19	3	10	20	23	26	13.0					
阿玉沖	上層	9.0	28.9	11.0	22	9.0	4.7	3.5	2.8	2.90	2.50	2.30	0.08	<0.02	0.110	0.020	0.003	110	19	3	9	19	22	22	9.1					
	下層	8.9	29.1	7.9	29	8.5	4.1	3.5	2.7	2.90	2.50	2.20	0.09	0.10	0.130	0.025	0.010	96	18	3	9	19	22	22	9.1					
武井沖	上層	9.1	27.8	11.0	15	9.2	5.1	4.6	3.5	0.96	0.53	0.13	0.02	<0.02	0.100	0.024	0.008	100	21	3	8	17	26	19	3.9					
	下層	8.8	28.2	6.3	20	8.4	5.0	4.3	3.5	1.20	0.77	0.27	0.03	0.16	0.130	0.045	0.032	86	21	3	8	17	26	19	4.6					
釜谷沖	上層	8.8	27.9	9.9	15	8.9	5.2	4.5	3.6	0.78	0.36	<0.01	<0.02	<0.02	0.100	0.033	0.013	86	22	3	8	17	27	18	3.1					
	下層	8.8	28.2	7.3	23	9.0	5.4	4.4	3.6	0.85	0.37	<0.01	<0.01	0.03	0.130	0.039	0.021	86	22	2	8	17	28	18	3.4					
神宮橋	上層	8.4	34.7	8.4	26	9.9	5.3	4.7	3.7	0.85	0.38	<0.01	<0.01	<0.02	0.150	0.051	0.029	76	32	3	9	17	41	19	4.2					
	下層	8.6	34.5	7.9	31	10.0	5.5	4.6	3.7	0.83	0.36	<0.01	<0.01	<0.02	0.170	0.053	0.031	82	31	3	9	17	41	19	4.3					
外浪逆浦	上層	7.5	35.4	8.6	21	7.6	5.0	4.1	3.4	0.71	0.52	0.18	<0.01	0.02	0.130	0.064	0.047	44	34	4	8	17	46	21	7.0					
	下層	7.7	35.5	8.5	20	7.5	5.0	4.1	3.4	0.79	0.54	0.19	<0.01	<0.02	0.130	0.064	0.047	45	34	4	8	17	46	21	6.1					
息栖	上層	8.2	36.3	11.0	13	7.6	5.1	4.2	3.4	0.85	0.43	0.13	<0.01	<0.02	0.110	0.057	0.039	45	35	4	8	17	48	21	6.8					
	下層	7.9	37.2	6.8	16	6.7	4.8	3.8	3.4	0.87	0.62	0.30	<0.01	0.06	0.130	0.074	0.066	26	36	4	8	18	49	21	6.9					

表11 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(10月)

令和3年10月28日		気温 (°C)	透明度 (m)	水深 (m)	pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Si (mg/L)		
掛馬沖	採水層				-																									
	上層	19.9	0.4	3.9	7.4	26.4	9.0	32	7.5	4.5	4.4	2.6	1.30	0.93	0.63	0.02	<0.02	0.150	0.038	0.018	50	20	3	6	17	25	22	8.0		
木原沖	下層				7.7	26.6	8.5	60	8.6	4.4	4.1	2.6	1.30	0.94	0.65	0.02	0.02	0.190	0.033	0.017	43	20	3	6	17	24	22	8.1		
	上層	19.7	0.4	5.5	7.6	27.0	9.3	31	7.7	4.8	4.7	2.8	1.20	0.77	0.46	<0.01	<0.02	0.160	0.048	0.029	58	21	2	6	16	26	21	7.3		
牛込沖	下層				7.7	27.0	8.6	27	6.5	4.7	3.6	2.8	1.00	0.78	0.47	<0.01	0.02	0.130	0.048	0.032	30	21	3	6	16	27	21	7.5		
	上層	18.6	0.4	6.1	7.4	28.5	9.0	24	6.6	4.9	3.9	2.9	1.00	0.84	0.51	<0.01	<0.02	0.150	0.079	0.064	20	25	3	7	16	32	21	7.6		
高浜沖	下層				7.6	29.0	8.5	27	6.6	4.7	3.9	3.0	1.00	0.82	0.51	<0.01	0.02	0.160	0.080	0.064	18	25	3	7	16	32	21	7.3		
	上層	15.0	0.5	4.2	7.4	24.7	8.6	23	7.2	5.0	4.2	3.0	1.20	0.98	0.66	0.04	<0.02	0.120	0.042	0.025	45	20	2	6	15	23	20	6.0		
玉造沖	下層				7.6	25.5	8.3	24	7.1	4.8	4.1	3.0	1.30	0.99	0.66	0.04	<0.02	0.120	0.043	0.025	45	19	2	6	15	23	20	7.1		
	上層	14.3	0.5	6.7	7.3	25.3	7.8	26	7.1	4.8	4.0	3.0	1.30	1.00	0.66	0.03	0.04	0.140	0.053	0.037	41	21	2	7	15	26	20	7.3		
湖心	下層				7.5	26.6	7.5	25	6.9	5.0	3.8	3.0	1.30	1.00	0.65	0.03	0.04	0.140	0.055	0.040	35	21	2	7	16	26	20	7.3		
	上層	14.4	0.4	6.1	8.0	28.4	8.1	27	6.7	5.0	3.7	3.0	1.00	0.87	0.54	<0.01	0.02	0.160	0.076	0.060	22	24	3	7	17	30	21	6.8		
西の洲沖	下層				8.0	28.4	8.1	27	6.7	4.7	4.1	3.0	1.00	0.86	0.54	<0.01	0.02	0.160	0.076	0.060	22	24	2	7	16	30	21	7.6		
	上層	14.3	0.4	5.6	7.4	28.8	8.1	28	6.5	4.8	3.5	3.0	1.00	0.86	0.55	<0.01	0.02	0.160	0.082	0.066	16	24	2	7	16	31	21	7.7		
麻生沖	下層				7.5	28.4	8.1	28	6.6	4.7	3.6	2.9	1.00	0.87	0.55	<0.01	0.02	0.160	0.082	0.066	16	24	3	7	16	31	21	7.8		
	上層	14.7	0.4	1.9	7.4	36.7	8.8	29	7.9	5.2	4.3	3.2	1.00	0.71	0.37	<0.01	0.03	0.150	0.052	0.034	54	36	3	8	18	49	21	8.3		
土浦沖	下層				7.6	36.5	9.1	29	7.6	5.3	4.4	3.2	1.10	0.73	0.37	<0.01	0.03	0.160	0.051	0.034	58	36	3	8	17	48	21	8.2		
	上層	20.7	0.5	2.8	7.5	27.6	8.6	19	6.3	4.5	3.5	2.6	1.70	1.40	1.00	0.03	0.08	0.120	0.038	0.019	44	21	3	6	18	26	24	8.5		
山王川沖	下層				7.6	28.3	7.5	21	6.2	4.5	3.3	2.6	1.70	1.40	1.00	0.03	0.10	0.130	0.041	0.026	26	22	3	6	18	26	24	7.7		
	上層	16.2	0.5	1.7	7.5	21.4	9.2	20	6.2	3.8	2.9	2.3	1.80	1.40	1.10	0.03	0.02	0.110	0.019	0.004	55	14	1	5	15	13	20	8.2		
安塚沖	下層				7.8	21.3	8.4	23	6.4	3.9	2.9	2.2	1.80	1.40	1.20	0.03	0.05	0.120	0.019	0.006	47	14	1	5	15	13	20	9.1		
	上層	19.2	0.6	1.8	7.1	29.3	7.2	13	4.7	3.6	2.4	2.0	4.50	4.50	4.20	0.03	0.16	0.100	0.042	0.033	6	17	3	8	19	22	25	12.0		
阿玉沖	下層				7.3	29.3	7.1	13	4.9	3.7	2.6	2.0	4.60	4.50	4.20	0.03	0.16	0.100	0.042	0.033	5	17	3	9	19	21	26	12.0		
	上層	19.0	0.4	3.8	7.5	29.2	8.8	23	7.3	4.0	3.5	2.3	3.40	3.00	2.50	0.06	0.07	0.120	0.030	0.016	79	19	2	9	19	24	22	10.0		
武井沖	下層				7.6	29.6	8.5	16	7.6	3.2	3.4	2.2	3.70	3.00	2.70	0.05	0.09	0.150	0.027	0.016	69	19	2	10	19	24	22	10.0		
	上層	18.1	0.8	6.9	7.7	28.6	8.5	24	8.2	4.7	4.1	3.2	1.50	0.88	0.63	0.02	0.04	0.100	0.033	0.018	70	21	2	8	17	26	20	3.1		
釜谷沖	下層				7.8	28.8	7.8	16	8.2	4.8	4.1	3.2	1.50	1.00	0.67	0.02	0.06	0.120	0.033	0.019	74	21	2	8	17	26	20	3.2		
	上層	16.4	0.8	6.1	7.9	28.3	8.8	20	8.0	5.0	4.2	3.4	1.10	0.58	0.18	0.01	0.02	0.100	0.025	0.008	73	22	2	8	17	27	19	1.6		
神宮橋	下層				8.0	28.6	8.1	42	8.4	5.1	4.3	3.4	1.10	0.55	0.18	0.01	0.04	0.100	0.025	0.009	73	22	2	8	17	27	19	1.5		
	上層	17.2	0.4	2.0	7.7	30.2	8.5	36	9.7	4.7	4.4	3.3	0.88	0.36	0.02	<0.01	0.02	0.150	0.021	0.004	82	25	2	8	17	32	19	1.8		
外浪逆浦	下層				8.0	30.3	8.5	34	10.0	4.9	4.6	3.3	1.00	0.37	0.02	<0.01	0.03	0.160	0.021	0.004	79	23	2	8	15	28	17	1.7		
	上層	15.1	0.4	1.6	7.4	37.2	8.8	36	8.1	4.7	4.1	3.2	1.00	0.79	0.41	<0.01	0.06	0.180	0.067	0.051	45	37	3	8	17	51	22	8.0		
息栖	下層				7.5	35.9	8.6	28	8.1	4.7	4.1	3.2	0.99	0.76	0.41	<0.01	0.05	0.180	0.066	0.051	42	34	3	8	17	47	21	8.1		
	上層	19.1	0.3	4.8	7.5	37.8	9.0	36	8.0	4.9	4.4	3.2	0.98	0.67	0.36	0.01	<0.02	0.160	0.062	0.045	45	38	3	8	17	52	21	7.3		
	下層				7.6	36.5	8.1	32	7.7	4.7	4.0	3.2	1.10	0.73	0.37	0.01	0.03	0.170	0.060	0.046	38	39	3	8	17	54	22	7.5		

表12 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(11月)

地点名	採水層	気温 (°C)	透明度 (m)	水深 (m)	pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Si (mg/L)
掛馬沖	上層	13.0	0.4	3.9	7.9	269	9.4	40	7.7	4.6	4.5	2.7	1.20	0.74	0.51	0.01	0.03	0.150	0.032	0.010	72	21	3	7	17	25	24	7.8
	下層	8.1	269	8.9	44	7.7	4.6	4.2	2.7	1.10	0.68	0.51	0.01	0.03	0.150	0.031	0.010	60	20	2	7	17	25	23	7.5			
木原沖	上層	12.9	0.4	5.3	7.9	271	8.6	42	7.2	4.6	3.8	2.8	1.00	0.64	0.45	0.02	0.03	0.140	0.040	0.022	34	19	2	6	15	23	19	6.9
	下層	7.9	270	8.6	42	7.0	4.8	3.6	2.8	1.00	0.65	0.45	0.02	0.03	0.160	0.040	0.022	32	21	2	7	17	26	22	7.2			
牛込沖	上層	12.5	0.5	6.2	7.2	275	9.0	27	6.8	4.8	3.8	2.9	0.94	0.67	0.40	0.01	0.03	0.120	0.044	0.026	37	22	2	7	16	28	21	6.9
	下層	7.3	282	9.0	35	7.2	4.7	3.8	2.9	1.00	0.68	0.40	0.01	0.04	0.140	0.044	0.027	35	22	2	7	16	28	21	7.1			
高浜沖	上層	10.9	0.5	4.1	7.5	255	9.2	29	7.6	4.6	4.4	2.9	1.20	0.79	0.64	0.02	0.02	0.120	0.024	0.006	63	17	2	6	14	19	18	6.3
	下層	7.6	256	9.2	30	7.8	4.8	4.6	2.9	1.20	0.74	0.65	0.02	0.02	0.120	0.024	0.006	65	17	2	6	15	19	18	6.3			
玉造沖	上層	9.9	0.5	6.7	6.8	259	8.6	27	7.3	4.7	4.0	2.9	1.30	0.80	0.63	0.02	0.06	0.120	0.033	0.017	51	21	2	7	16	25	21	6.6
	下層	6.9	264	8.4	37	7.4	4.6	4.2	2.9	1.20	0.88	0.62	0.02	0.06	0.140	0.034	0.018	51	19	2	6	15	21	18	6.7			
湖心	上層	9.4	0.5	6.0	6.4	285	8.7	29	6.9	4.9	3.9	2.9	0.76	0.68	0.41	<0.01	0.03	0.120	0.047	0.029	36	21	2	6	15	26	18	6.0
	下層	6.5	285	9.0	27	7.0	4.9	3.7	2.9	0.77	0.69	0.41	<0.01	0.03	0.120	0.046	0.028	35	22	2	6	15	26	18	7.0			
西の洲沖	上層	9.2	0.5	5.6	6.2	283	9.0	24	6.8	4.9	4.0	2.9	0.77	0.66	0.41	<0.01	0.03	0.120	0.046	0.030	33	22	2	6	15	26	18	7.1
	下層	6.6	289	9.0	25	6.9	4.9	4.0	3.0	0.82	0.71	0.41	<0.01	0.03	0.120	0.048	0.031	34	24	3	7	16	31	21	7.1			
麻生沖	上層	8.6	0.5	1.7	7.1	301	9.4	25	7.6	5.0	4.5	3.0	0.79	0.58	0.30	<0.01	0.02	0.120	0.028	0.010	63	23	2	6	15	28	19	7.0
	下層	7.3	308	8.5	24	7.0	4.8	4.5	3.0	0.87	0.59	0.30	<0.01	<0.02	0.120	0.030	0.010	62	23	2	7	15	28	19	6.9			
土浦沖	上層	13.2	0.6	2.6	8.2	293	9.7	18	5.9	3.7	3.5	2.3	1.80	1.60	1.40	0.02	0.02	0.110	0.025	0.009	56	20	2	6	18	22	24	10.0
	下層	8.1	295	9.2	17	5.8	3.8	3.3	2.3	1.70	1.60	1.40	0.02	0.03	0.098	0.024	0.010	51	19	3	6	18	22	24	10.0			
山王川沖	上層	11.8	0.5	1.7	8.0	223	11.0	23	8.6	3.8	4.4	2.2	2.10	1.30	1.20	0.03	0.02	0.130	0.033	0.012	160	13	<1	5	14	10	21	9.2
	下層	8.3	222	11.0	24	9.0	4.0	4.4	2.2	1.90	1.40	1.10	0.03	0.02	0.140	0.032	0.011	160	13	<1	6	15	11	21	21	9.2		
安塚沖	上層	14.1	0.8	1.8	7.6	303	7.4	9	5.1	4.1	2.7	2.3	4.80	4.50	4.10	0.05	0.25	0.100	0.039	0.027	10	17	2	8	17	20	22	13.0
	下層	7.7	321	8.5	18	5.7	3.0	2.6	1.9	4.80	4.60	4.20	0.04	0.04	0.110	0.020	0.009	42	19	2	9	19	24	23	12.0			
阿玉沖	上層	14.2	0.4	3.8	8.5	298	11.0	35	7.8	2.8	4.0	2.0	3.60	3.10	3.00	0.03	<0.02	0.140	0.014	0.002	110	17	1	9	17	21	20	9.9
	下層	8.5	297	10.0	42	8.5	3.0	4.2	2.0	3.30	3.00	2.90	0.04	<0.02	0.150	0.013	0.002	110	19	2	9	19	24	23	9.4			
武井沖	上層	13.5	0.6	6.8	8.2	294	9.7	17	8.4	4.4	4.6	3.1	1.30	0.94	0.59	0.05	0.04	0.092	0.015	0.001	92	19	2	8	16	23	17	2.2
	下層	8.3	293	9.1	23	8.2	4.6	4.4	3.2	1.20	0.81	0.48	0.05	0.07	0.100	0.015	0.001	83	18	1	7	16	22	17	2.0			
釜谷沖	上層	12.0	0.6	6.2	8.7	291	9.5	19	8.2	4.5	4.7	3.3	0.98	0.51	0.17	0.02	0.05	0.096	0.016	0.001	88	20	1	8	16	24	17	1.0
	下層	8.6	288	9.0	20	8.5	4.6	4.7	3.3	0.92	0.51	0.17	0.02	0.05	0.098	0.015	0.001	91	21	2	8	17	26	19	1.0			
神宮橋	上層	10.2	0.5	1.8	8.1	333	9.4	35	10.0	4.7	4.9	3.3	1.10	0.31	<0.01	<0.01	<0.01	0.150	0.018	0.002	96	25	2	8	15	31	17	1.5
	下層	8.3	334	9.5	36	10.0	4.9	5.0	3.3	0.91	0.31	<0.01	<0.01	<0.01	0.150	0.017	0.003	95	30	2	9	17	38	21	1.5			
外浪逆浦	上層	8.4	0.5	1.6	7.7	366	9.4	28	8.0	4.7	4.8	3.2	0.83	0.57	0.26	<0.01	0.02	0.130	0.033	0.012	72	31	2	8	15	40	19	6.6
	下層	7.8	378	9.2	29	8.1	4.7	4.7	3.2	0.88	0.54	0.27	0.01	0.02	0.130	0.030	0.012	66	36	3	9	17	49	22	6.7			
息栖	上層	15.5	0.5	4.5	7.6	415	9.4	23	7.7	4.6	4.4	3.2	0.85	0.54	0.24	0.01	0.02	0.110	0.026	0.010	52	36	3	8	15	48	19	6.3
	下層	7.9	416	9.1	24	7.5	4.7	4.3	3.2	0.82	0.53	0.24	0.01	0.02	0.110	0.026	0.011	51	42	4	9	18	59	23	5.8			

令和3年11月24日

表13 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(12月)

令和13年12月10日		気温 (°C)	透明度 (m)	水深 (m)	pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Si (mg/L)
掛馬沖	上層	10.1	0.4	4.1	7.0	17.5	10.0	34	7.1	4.9	3.4	2.5	1.20	1.20	1.00	0.01	0.10	0.180	0.072	0.055	12	9	<1	4	14	13	19	7.1
	下層				7.2	19.0	9.9	34	7.0	4.6	3.6	2.4	1.20	1.10	0.95	0.01	0.08	0.170	0.058	0.046	16	11	<1	4	15	15	20	7.2
木原沖	上層	10.1	0.5	5.5	6.9	26.1	10.0	24	6.7	4.4	3.5	2.6	0.88	0.72	0.56	<0.01	<0.02	0.091	0.024	0.013	40	20	1	6	17	26	24	7.4
	下層				7.1	26.0	9.9	25	6.5	4.5	3.7	2.6	0.94	0.72	0.57	<0.01	<0.02	0.099	0.022	0.014	40	21	2	6	18	27	25	7.4
牛込沖	上層	9.5	0.4	6.5	7.0	27.7	10.0	30	7.5	4.6	4.0	2.9	0.74	0.56	0.37	<0.01	0.02	0.100	0.028	0.021	39	21	1	6	15	27	20	7.1
	下層				7.2	21.5	10.0	35	7.4	4.5	4.0	2.8	0.77	0.56	0.37	<0.01	0.02	0.110	0.029	0.022	39	24	2	6	17	33	23	7.2
高浜沖	上層	8.7	0.6	4.3	7.1	25.4	10.0	23	8.2	4.6	4.4	2.8	1.00	0.71	0.53	0.01	<0.02	0.083	0.016	0.003	88	17	<1	6	15	19	19	6.0
	下層				7.6	25.1	10.0	24	8.3	4.6	4.5	2.7	1.00	0.72	0.53	0.01	<0.02	0.084	0.011	0.002	90	19	<1	6	17	23	22	6.2
玉造沖	上層	7.5	0.6	6.9	6.9	25.1	10.0	25	7.3	4.5	3.8	2.9	0.82	0.67	0.45	<0.01	0.03	0.079	0.024	0.016	48	21	1	6	15	26	19	6.8
	下層				7.2	27.7	9.6	27	7.4	4.5	3.9	2.9	0.82	0.62	0.43	<0.01	0.04	0.095	0.022	0.018	45	24	2	7	17	31	22	6.8
湖心	上層	7.3	0.5	6.2	7.0	27.9	10.0	26	7.0	4.7	4.0	2.9	0.69	0.54	0.36	<0.01	0.02	0.073	0.026	0.025	36	25	2	7	17	34	23	7.0
	下層				7.2	28.5	10.0	26	6.9	4.5	4.2	2.9	0.74	0.54	0.36	<0.01	0.02	0.087	0.027	0.024	37	23	1	6	15	29	20	7.0
西の洲沖	上層	7.2	0.5	5.8	7.5	28.6	10.0	24	7.2	4.5	3.8	2.9	0.72	0.50	0.36	<0.01	0.02	0.073	0.024	0.022	37	25	2	7	17	34	23	7.1
	下層				7.6	28.5	10.0	28	7.5	4.6	3.9	2.9	0.73	0.53	0.35	<0.01	0.02	0.090	0.026	0.022	37	22	<1	6	16	28	20	7.1
麻生沖	上層	6.8	0.4	1.9	7.2	32.3	10.0	43	8.3	4.7	4.0	2.9	0.88	0.56	0.38	<0.01	0.07	0.110	0.027	0.025	38	31	2	7	17	43	22	7.6
	下層				7.3	32.1	10.0	40	7.3	4.7	3.9	2.9	0.83	0.60	0.38	<0.01	0.06	0.130	0.027	0.025	38	31	2	8	17	43	22	7.6
土浦沖	上層	10.5	0.5	3.2	6.9	24.9	9.7	20	5.7	4.2	3.5	2.5	1.40	1.20	1.00	0.01	0.11	0.100	0.033	0.032	28	18	1	5	16	21	21	7.7
	下層				7.0	25.6	9.9	28	6.2	4.2	3.4	2.5	1.10	1.00	0.83	0.01	0.08	0.100	0.028	0.027	35	20	2	6	17	25	24	7.4
山王川沖	上層	9.3	0.5	2.0	6.7	15.0	9.8	18	6.0	4.1	3.1	2.3	1.80	1.60	1.50	0.01	0.07	0.110	0.032	0.030	33	7	<1	4	12	7	16	7.6
	下層				6.9	16.1	9.7	18	6.2	4.2	3.2	2.3	1.70	1.60	1.50	0.01	0.07	0.100	0.031	0.031	34	8	<1	4	13	8	19	7.4
安塚沖	上層	11.9	0.6	2.1	7.4	28.1	8.6	11	4.6	3.5	2.4	1.9	4.60	4.60	4.40	0.03	0.11	0.062	0.025	0.023	3	18	2	8	18	26	26	10.0
	下層				7.5	28.1	8.7	20	5.9	3.7	2.8	1.9	4.60	4.60	4.40	0.03	0.11	0.071	0.025	0.024	4	16	1	7	17	22	23	10.0
阿玉沖	上層	13.7	0.5	4.2	7.7	28.4	10.0	28	6.7	3.4	2.8	1.9	3.40	3.40	3.30	0.02	0.03	0.075	0.012	0.004	78	19	<1	8	18	25	23	10.0
	下層				8.1	28.5	10.0	30	6.7	3.1	3.0	2.0	3.40	3.40	3.30	0.02	0.03	0.085	0.009	0.004	80	17	<1	8	17	22	20	10.0
武井沖	上層	10.6	0.6	7.1	7.8	28.7	10.0	22	8.4	4.3	4.3	2.8	1.20	0.97	0.78	0.03	0.03	0.062	0.007	0.002	100	21	1	8	17	29	21	3.0
	下層				8.3	28.9	10.0	23	8.1	4.3	4.3	2.9	1.20	0.95	0.77	0.03	0.03	0.062	0.007	0.002	100	20	<1	8	16	25	19	3.0
釜谷沖	上層	8.7	0.7	6.5	8.0	28.7	10.0	21	8.3	4.8	4.4	3.1	0.83	0.48	0.25	0.02	0.02	0.051	0.009	0.001	110	22	1	8	18	30	21	1.3
	下層				8.1	28.8	10.0	22	8.6	4.9	4.3	3.1	0.83	0.45	0.24	0.02	0.02	0.059	0.008	0.001	100	22	<1	8	18	30	21	1.3
神宮橋	上層	7.9	0.5	2.2	7.5	31.8	10.0	26	8.8	4.5	4.1	3.0	0.54	0.23	0.01	<0.01	<0.02	0.071	0.009	0.002	89	26	<1	7	15	34	18	1.8
	下層				7.6	31.6	10.0	26	9.0	4.6	4.2	3.0	0.63	0.24	0.01	<0.01	<0.02	0.070	0.010	0.002	95	29	1	8	17	40	21	1.8
外浪逆浦	上層	6.9	0.5	1.8	6.7	36.5	10.0	22	7.3	4.6	3.7	2.9	0.66	0.50	0.28	<0.01	0.06	0.072	0.026	0.026	38	35	1	7	15	48	20	6.4
	下層				6.9	36.2	10.0	22	7.2	4.7	3.8	2.9	0.73	0.51	0.29	<0.01	0.06	0.070	0.028	0.027	37	38	2	8	16	57	22	6.5
息栖	上層	12.5	0.6	4.8	7.2	37.5	10.0	20	7.3	4.7	3.9	3.0	0.62	0.42	0.22	<0.01	0.05	0.073	0.025	0.020	44	36	2	7	16	49	20	6.0
	下層				7.5	37.6	10.0	20	7.4	4.5	3.9	3.0	0.64	0.45	0.22	<0.01	0.05	0.060	0.025	0.020	45	39	2	8	17	58	22	5.9

表14 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(1月)

令和4年1月25日		地点名	採水層	気温 (°C)	透明度 (m)	水深 (m)	pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Si (mg/L)
掛馬沖	上層	8.2	293	13	18	6.6	4.5	3.7	2.7	1.00	0.74	0.44	<0.01	<0.02	0.078	0.017	0.004	55	22	2	7	18	27	25	5.0						
	下層	8.5	285	12	18	6.9	4.5	4.4	2.7	1.00	0.71	0.44	<0.01	0.02	0.083	0.020	0.004	57	22	2	7	17	27	24	5.0						
木原沖	上層	7.0	284	12	20	6.9	4.7	4.4	2.8	0.85	0.60	0.29	<0.01	<0.02	0.084	0.023	0.004	56	20	2	7	16	24	21	4.9						
	下層	7.3	284	12	20	6.7	4.7	4.4	2.8	0.97	0.60	0.30	<0.01	<0.02	0.083	0.019	0.004	52	22	2	7	17	28	24	5.0						
牛込沖	上層	6.8	283	13	19	6.9	4.6	4.3	2.8	0.92	0.61	0.32	<0.01	0.02	0.087	0.023	0.004	55	20	2	6	15	25	20	5.1						
	下層	7.2	246	12	19	7.0	4.6	4.2	2.8	0.84	0.59	0.32	<0.01	<0.02	0.087	0.020	0.004	57	23	3	7	17	28	23	5.2						
高浜沖	上層	7.7	265	12	17	7.2	4.3	4.6	2.6	1.50	1.00	0.80	0.01	<0.02	0.075	0.017	0.003	66	17	1	6	15	18	19	4.4						
	下層	7.7	259	12	16	7.3	4.5	4.5	2.6	1.30	1.00	0.80	0.01	<0.02	0.071	0.015	0.002	62	17	1	6	15	18	19	4.5						
玉造沖	上層	6.8	270	12	19	7.2	4.6	4.6	2.7	1.20	0.89	0.63	<0.01	<0.02	0.091	0.018	0.003	70	20	2	7	17	23	22	4.1						
	下層	7.3	270	12	21	7.2	4.6	4.6	2.7	1.10	0.92	0.64	<0.01	<0.02	0.083	0.018	0.003	70	20	2	7	16	23	22	4.4						
湖心	上層	6.8	291	12	19	6.7	4.6	4.1	2.7	0.81	0.61	0.29	<0.01	<0.02	0.079	0.020	0.004	53	23	2	7	17	29	24	5.2						
	下層	7.2	288	12	19	6.9	4.6	4.0	2.7	0.82	0.57	0.30	<0.01	0.02	0.082	0.019	0.004	51	23	2	7	17	29	24	5.3						
西の洲沖	上層	7.9	303	12	16	6.8	4.6	4.3	2.8	0.79	0.59	0.29	<0.01	<0.02	0.077	0.020	0.003	57	24	2	7	17	31	24	5.2						
	下層	7.7	300	12	17	6.8	4.7	4.1	2.8	0.83	0.57	0.29	<0.01	<0.02	0.071	0.020	0.004	56	24	2	7	17	31	24	5.1						
麻生沖	上層	8.3	390	13	23	7.5	5.0	4.6	3.0	0.86	0.48	0.15	<0.01	<0.02	0.100	0.021	0.004	69	31	3	8	18	41	23	4.6						
	下層	8.3	372	13	23	7.0	4.9	4.4	3.0	0.83	0.48	0.16	<0.01	<0.02	0.096	0.020	0.004	68	31	3	8	17	42	23	4.7						
土浦沖	上層	8.2	325	12	16	5.8	4.0	3.5	2.5	2.20	2.00	1.60	0.01	0.03	0.090	0.019	0.006	47	24	3	6	19	27	25	7.3						
	下層	7.9	326	12	16	6.0	4.2	3.6	2.5	2.20	1.90	1.60	0.01	0.03	0.089	0.019	0.006	47	27	4	7	20	31	29	7.4						
山王川沖	上層	7.0	245	12	10	4.5	2.9	2.7	1.8	2.00	1.80	1.60	0.01	<0.02	0.057	0.014	0.004	22	16	<1	6	17	15	25	8.4						
	下層	7.1	243	12	10	4.5	3.1	2.7	1.8	2.00	1.90	1.70	0.01	<0.02	0.056	0.012	0.004	22	15	<1	6	16	13	22	8.5						
安塚沖	上層	8.4	345	12	8	4.1	2.4	1.9	1.3	5.60	5.60	5.50	0.04	0.03	0.050	0.015	0.004	34	22	2	10	21	26	28	13.0						
	下層	8.5	343	13	8	4.1	1.9	1.9	1.3	5.80	5.80	5.60	0.04	0.03	0.053	0.013	0.004	35	21	2	10	21	26	27	13.0						
阿玉沖	上層	8.3	323	12	15	5.0	2.2	2.5	1.5	4.40	4.10	4.00	0.02	<0.02	0.058	0.013	0.003	46	21	2	10	20	26	26	12.0						
	下層	8.4	326	12	14	4.9	2.3	2.5	1.5	4.30	4.10	4.00	0.02	<0.02	0.060	0.012	0.003	46	19	2	9	19	22	23	11.0						
武井沖	上層	7.7	300	12	12	7.3	4.2	4.5	2.9	1.70	1.30	1.00	0.01	0.06	0.057	0.014	0.001	62	21	2	9	18	27	21	2.4						
	下層	8.1	303	12	12	7.0	4.5	4.3	2.9	1.70	1.30	1.00	0.01	0.06	0.063	0.014	0.002	62	21	2	9	17	26	20	2.3						
釜谷沖	上層	7.2	305	11	11	7.4	4.7	4.8	3.3	1.30	0.82	0.36	0.01	0.09	0.061	0.014	0.001	53	23	2	9	18	29	20	0.4						
	下層	7.9	306	11	10	7.5	4.8	4.7	3.3	1.20	0.81	0.36	0.01	0.09	0.060	0.016	0.002	53	23	2	9	19	29	20	0.4						
神宮橋	上層	7.9	420	13	17	8.2	4.9	4.7	3.2	0.83	0.43	0.07	<0.01	<0.02	0.087	0.016	0.003	78	41	3	10	19	54	24	1.7						
	下層	8.0	418	13	17	8.5	4.9	4.8	3.2	0.86	0.45	0.07	<0.01	<0.02	0.088	0.016	0.002	80	40	3	10	20	54	24	1.7						
外浪逆浦	上層	7.8	450	13	19	8.2	4.8	4.4	3.1	0.79	0.43	0.08	<0.01	<0.02	0.079	0.018	0.002	80	41	3	9	18	56	22	3.5						
	下層	7.9	449	13	20	8.0	4.6	4.6	3.1	0.79	0.41	0.08	<0.01	<0.02	0.078	0.018	0.002	75	46	3	10	19	66	25	3.5						
息栖	上層	8.7	472	14	21	8.3	4.6	4.4	3.1	0.80	0.37	0.05	<0.01	<0.02	0.086	0.017	0.002	85	45	3	10	17	62	23	3.3						
	下層	8.7	476	13	23	8.1	4.6	4.4	3.1	0.86	0.38	0.05	<0.01	<0.02	0.084	0.016	0.002	86	50	4	10	19	74	26	3.3						

表15 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(2月)

令和4年2月15日		水温	透明度	水深	pH	EC	DO	SS	COD	dCOD	TOC	DOC	TN	DTN	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chla	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Si
地点名	採水層	(°C)	(m)	(m)		(mS/m)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)								
掛馬沖	上層	4.4	0.6	4.2	-	29.1	13	21	7.9	4.6	4.9	2.7	1.10	0.71	0.30	0.01	0.02	0.075	0.017	0.004	69	23	3	7	18	28	26	2.8
	下層				8.9	28.8	12	22	7.9	4.7	4.8	2.7	1.10	0.69	0.28	0.01	0.02	0.079	0.017	0.003	70	22	3	7	17	28	26	2.9
木原沖	上層	4.1	0.6	5.8	8.9	28.4	12	21	7.7	4.9	5.0	2.8	0.78	0.41	0.06	0.01	<0.02	0.075	0.018	0.003	75	22	3	7	17	28	24	2.4
	下層				8.9	28.3	12	22	7.9	4.8	4.9	2.8	0.75	0.38	0.06	0.01	<0.02	0.078	0.017	0.003	77	22	3	7	17	29	25	2.5
牛込沖	上層	4.0	0.6	6.4	8.7	28.5	13	18	7.5	4.8	4.8	2.8	0.85	0.46	0.10	0.01	<0.02	0.077	0.017	0.003	76	23	3	7	17	29	24	2.6
	下層				8.7	28.5	13	20	8.0	4.8	4.9	2.8	0.85	0.46	0.10	0.01	<0.02	0.081	0.017	0.003	78	23	3	7	17	29	24	2.7
高浜沖	上層	2.9	0.8	4.6	8.8	27.4	12	15	7.1	4.4	4.5	2.6	1.20	0.86	0.39	<0.01	<0.02	0.064	0.015	0.002	56	20	2	7	17	23	24	2.5
	下層				8.7	26.9	11	17	7.4	4.7	4.4	2.6	1.10	0.84	0.39	<0.01	<0.02	0.066	0.017	0.002	55	20	2	7	16	24	24	2.4
玉造沖	上層	2.8	0.7	6.9	8.8	27.8	12	20	7.5	4.5	4.6	2.7	1.10	0.75	0.32	0.01	<0.02	0.078	0.015	0.003	68	21	2	7	17	26	24	2.8
	下層				8.8	30.9	12	20	7.3	4.7	4.9	2.8	0.84	0.51	0.13	0.01	<0.02	0.070	0.016	0.003	82	23	3	7	17	29	24	2.6
湖心	上層	2.1	0.6	6.3	8.9	35.6	12	22	7.7	4.9	5.1	2.8	0.73	0.34	0.04	0.01	<0.02	0.073	0.016	0.003	83	24	3	7	17	31	24	2.4
	下層				8.9	30.2	13	23	8.0	4.8	5.0	2.8	0.76	0.27	0.04	0.01	<0.02	0.089	0.017	0.003	84	22	2	7	16	28	22	2.1
西の洲沖	上層	2.0	0.6	6.0	8.1	29.0	12	20	7.7	4.8	4.7	2.8	0.77	0.38	0.05	0.01	<0.02	0.063	0.016	0.003	76	23	3	7	17	30	24	2.6
	下層				8.3	29.2	12	20	7.8	4.9	4.8	2.8	0.79	0.37	0.05	0.01	<0.02	0.070	0.018	0.003	79	21	2	7	15	26	22	2.4
麻生沖	上層	1.4	0.6	2.1	9.0	36.6	13	26	8.9	5.4	5.4	3.0	0.77	0.30	<0.01	<0.01	0.02	0.097	0.017	0.004	94	32	3	8	17	44	24	2.0
	下層				9.0	35.0	13	27	8.4	5.2	5.4	3.0	0.81	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	0.110	0.019	0.003	93	33	3	8	17	44	24	1.7
土浦沖	上層	4.7	0.6	3.1	8.5	30.7	12	20	7.0	4.6	4.3	2.8	1.70	1.40	0.80	0.01	0.07	0.087	0.019	0.006	60	23	3	6	17	27	24	3.5
	下層				8.4	30.5	12	20	7.3	4.7	4.3	2.7	1.60	1.20	0.88	0.01	0.06	0.094	0.019	0.005	65	24	3	7	18	30	26	3.7
山王川沖	上層	3.7	0.8	2.0	8.7	25.1	12	13	6.0	3.8	3.5	2.2	1.30	1.20	0.76	0.01	<0.02	0.066	0.013	0.003	44	16	1	6	15	15	22	4.9
	下層				8.5	24.6	12	13	6.2	3.8	3.5	2.2	1.30	1.20	0.75	0.01	<0.02	0.061	0.012	0.003	40	17	2	7	16	17	25	4.4
安塚沖	上層	8.4	0.9	2.2	7.8	27.5	10	8	5.8	4.8	2.9	2.6	4.40	4.10	3.10	0.03	0.25	0.086	0.032	0.021	9	16	2	7	16	21	21	9.7
	下層				7.6	28.1	10	12	6.2	4.0	2.7	2.4	4.40	4.10	3.20	0.03	0.22	0.100	0.027	0.016	21	18	3	8	17	23	23	10.0
阿玉沖	上層	8.2	0.8	4.2	7.6	32.2	12	12	5.0	2.5	2.3	1.5	3.80	3.60	2.90	0.02	<0.02	0.064	0.012	0.004	37	22	2	10	20	26	27	11.0
	下層				7.7	32.5	11	13	4.9	2.6	2.3	1.5	4.00	3.80	3.00	0.02	0.02	0.065	0.012	0.004	37	20	2	10	18	23	24	12.0
武井沖	上層	6.9	0.8	7.4	8.6	29.6	12	13	7.9	4.4	4.6	2.9	1.50	1.20	0.71	0.01	0.02	0.063	0.012	0.002	66	21	2	9	18	27	20	2.1
	下層				8.6	29.1	12	13	7.6	4.5	4.6	2.9	1.70	1.30	0.75	0.01	0.03	0.063	0.012	0.002	70	22	2	9	18	27	21	2.3
釜谷沖	上層	5.6	1.0	6.5	7.9	29.7	12	14	7.9	4.5	4.8	3.0	1.50	1.00	0.54	0.01	0.02	0.067	0.012	0.001	70	22	3	9	18	28	20	1.2
	下層				8.1	30.0	12	15	8.5	4.7	5.0	3.0	1.40	1.00	0.52	0.01	0.02	0.067	0.012	0.001	71	22	2	9	18	28	20	1.1
神宮橋	上層	4.7	0.5	2.5	8.0	43.9	12	24	9.3	4.8	4.7	3.1	0.86	0.31	<0.01	<0.01	<0.02	0.100	0.014	0.003	100	45	3	10	19	62	25	0.6
	下層				8.3	44.1	12	23	9.5	5.0	4.8	3.1	0.82	0.32	<0.01	<0.01	<0.02	0.100	0.013	0.003	100	42	3	10	18	55	23	0.7
外浪逆浦	上層	2.9	0.6	1.8	7.9	53.6	12	22	8.8	5.0	5.1	3.1	0.60	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	0.096	0.013	0.002	90	60	4	11	20	93	29	0.9
	下層				8.1	53.1	12	23	9.0	4.8	5.2	3.1	0.72	0.31	<0.01	<0.01	<0.02	0.085	0.014	0.002	87	59	4	11	20	93	29	0.9
息栖	上層	9.4	0.5	5.0	8.3	58.9	13	23	9.3	4.8	5.2	3.1	0.67	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	0.096	0.013	0.002	82	70	5	12	20	110	31	0.7
	下層				8.4	62.2	12	26	9.0	4.8	5.1	3.1	0.75	0.29	<0.01	<0.01	<0.02	0.089	0.013	0.002	81	73	5	12	20	120	32	0.8

表16 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(3月)

令和4年3月10日	地点名	採水層		pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Si (mg/L)	
		上層	下層																								
掛鹿沖		上層	下層	8.6	29.4	13	25	8.2	4.5	5.5	2.6	0.94	0.52	0.18	<0.01	<0.02	0.079	0.021	0.003	83	23	3	7	18	28	27	0.5
		上層	下層	8.5	28.6	11	26	7.9	4.5	5.0	2.7	0.81	0.32	0.03	<0.01	<0.02	0.083	0.020	0.003	78	22	2	7	17	28	26	0.3
木原沖		上層	下層	8.0	28.5	12	30	8.3	4.6	5.4	2.7	0.72	0.25	<0.01	<0.02	0.089	0.021	0.003	61	22	2	7	17	28	25	0.2	
		上層	下層	8.1	28.5	11	26	7.8	4.6	5.1	2.8	0.72	0.27	<0.01	<0.02	0.086	0.020	0.003	56	22	2	7	17	28	25	0.2	
牛込沖		上層	下層	8.1	28.4	12	26	8.2	4.5	4.3	2.8	0.66	0.25	<0.01	<0.02	0.088	0.019	0.002	57	23	2	7	17	29	25	0.2	
		上層	下層	8.3	28.6	11	26	8.0	4.5	5.2	2.8	0.76	0.30	<0.01	<0.02	0.086	0.020	0.002	59	23	2	7	16	29	25	0.2	
高浜沖		上層	下層	8.1	26.4	11	23	7.9	4.2	4.7	2.6	1.00	0.55	0.32	0.01	<0.02	0.083	0.019	0.003	87	20	2	7	16	23	25	0.7
		上層	下層	8.5	26.6	11	25	7.9	4.3	4.4	2.6	1.00	0.56	0.33	0.01	0.02	0.087	0.018	0.003	90	20	2	7	16	23	25	0.8
玉造沖		上層	下層	8.1	27.8	11	26	8.1	4.4	5.1	2.7	0.97	0.41	0.15	<0.02	<0.02	0.092	0.020	0.002	90	22	2	7	17	26	24	0.4
		上層	下層	8.2	28.6	11	31	8.1	4.6	5.0	2.8	0.75	0.24	0.01	<0.02	<0.02	0.100	0.020	0.003	83	23	2	7	16	29	25	0.3
湖心		上層	下層	8.1	29.5	11	27	8.0	4.8	5.2	2.8	0.54	0.30	<0.01	<0.02	0.085	0.022	0.003	62	24	2	7	16	30	25	0.1	
		上層	下層	8.2	29.2	11	29	8.3	4.7	5.2	2.8	0.57	0.28	<0.01	<0.02	0.088	0.024	0.003	65	24	2	7	16	30	25	0.2	
西の洲沖		上層	下層	7.8	30.4	11	26	8.3	4.9	4.3	2.9	0.55	0.27	<0.01	<0.02	0.091	0.022	0.003	70	25	3	8	17	32	25	0.3	
		上層	下層	8.1	30.9	11	27	8.2	4.8	5.0	2.8	0.62	0.26	<0.01	<0.02	0.100	0.021	0.003	64	25	2	7	17	31	25	0.2	
麻生沖		上層	下層	8.3	34.3	11	27	8.7	4.9	5.8	2.9	0.47	0.27	<0.01	<0.02	0.110	0.023	0.003	54	28	3	8	17	37	25	<0.1	
		上層	下層	8.2	32.4	11	28	7.9	5.2	5.5	2.9	0.50	0.27	<0.01	<0.02	0.120	0.021	0.003	52	29	3	8	17	37	25	<0.1	
土浦沖		上層	下層	8.4	32.0	12	22	7.3	4.7	4.4	2.8	1.50	1.10	0.88	0.01	<0.02	0.110	0.022	0.003	76	27	4	7	19	32	29	1.6
		上層	下層	8.5	31.6	10	33	7.6	4.6	4.5	2.7	1.30	0.99	0.71	0.01	0.02	0.140	0.021	0.003	87	26	3	7	19	30	29	1.7
山王川沖		上層	下層	8.3	24.6	11	29	7.0	3.7	3.7	2.2	1.50	0.98	0.83	0.01	<0.02	0.150	0.024	0.006	92	18	1	6	16	17	25	3.6
		上層	下層	8.2	24.2	11	30	7.2	3.8	4.0	2.2	1.50	1.00	0.84	0.01	<0.02	0.130	0.024	0.006	87	18	1	6	16	17	25	3.5
安塚沖		上層	下層	7.0	34.3	10	19	3.2	2.5	1.4	1.3	6.10	5.30	5.10	0.04	0.09	0.071	0.021	0.009	42	22	3	10	21	26	27	15.0
		上層	下層	7.3	34.4	11	8	5.0	2.4	1.7	1.2	5.80	5.60	5.30	0.05	0.22	0.130	0.023	0.014	11	23	3	10	21	26	27	14.0
阿玉沖		上層	下層	8.8	31.8	11	18	5.5	2.8	2.9	1.7	3.50	2.90	2.80	0.02	<0.02	0.088	0.015	0.004	59	21	2	10	20	26	27	10.0
		上層	下層	8.6	31.8	11	24	5.8	2.8	2.7	1.7	3.30	2.90	2.70	0.02	<0.02	0.089	0.013	0.003	59	22	2	10	20	26	27	10.0
武井沖		上層	下層	8.8	30.4	12	17	8.0	4.1	4.3	2.6	1.90	1.40	1.20	0.01	0.02	0.078	0.009	0.001	99	22	2	9	18	27	22	2.5
		上層	下層	8.8	30.3	11	18	7.6	4.2	4.3	2.7	1.90	1.30	1.10	0.01	<0.02	0.080	0.010	0.001	99	21	2	9	18	26	21	2.2
釜谷沖		上層	下層	8.3	30.2	12	19	8.6	4.6	5.1	3.0	1.30	0.78	0.48	0.01	<0.02	0.079	0.012	<0.001	110	23	2	9	18	29	20	<0.1
		上層	下層	8.4	30.1	11	22	9.0	4.8	4.8	3.0	1.40	0.84	0.57	0.01	<0.02	0.086	0.012	0.001	110	23	2	9	18	29	20	<0.1
神宮橋		上層	下層	9.2	40.5	11	33	10.0	4.8	5.3	3.1	0.93	0.27	<0.01	<0.02	0.120	0.005	0.001	110	40	3	10	18	53	24	<0.1	
		上層	下層	9.2	40.4	11	35	10.0	5.0	5.1	3.1	0.87	0.29	<0.01	<0.02	0.140	0.013	0.001	120	40	3	10	19	53	24	<0.1	
外浪逆浦		上層	下層	8.2	44.3	11	26	8.9	5.0	5.0	3.1	0.58	0.29	<0.01	<0.02	0.086	0.015	0.001	64	48	4	10	19	68	27	<0.1	
		上層	下層	8.3	44.7	11	28	8.8	5.0	4.9	3.1	0.67	0.28	<0.01	<0.02	0.100	0.015	0.001	68	47	3	10	18	67	26	<0.1	
息煙		上層	下層	8.2	42.0	12	20	9.1	4.8	4.8	3.1	0.57	0.27	<0.01	<0.02	0.088	0.013	0.001	57	44	3	10	19	61	26	<0.1	
		上層	下層	8.5	43.0	11	22	8.6	4.8	4.8	3.1	0.62	0.29	<0.01	<0.02	0.096	0.014	0.001	61	43	3	10	18	61	26	<0.1	

1-6 霞ヶ浦におけるアオコ発生状況について

1 事業目的

アオコの発生は、水面を緑色に呈して景観を悪化させるだけでなく、集積した場合には、腐敗して悪臭の原因となる。このため、アオコの原因である植物プランクトンの集積を防止するために、湖水表面の攪拌や回収などの対策が講じられている。これらの対策を効果的に実施するためには、アオコの発生場所を把握することが必要である。そこで本事業の目的は、アオコの原因となる藍藻類の出現状況を把握して、関係機関等に迅速に情報提供するとともに、アオコの発生要因について検討し、発生予測の精度を上げることとした。令和3年度においても、霞ヶ浦全域においてアオコの発生状況を調査したので、報告する。

2 方法

(1) 調査地点

図1に示す土浦港、土浦沖、掛馬沖、湖心、山王川沖及び高浜沖の西浦6地点、安塚沖、武田川沖及び釜谷沖の北浦3地点、合計9地点で調査を行った。

(2) 調査時期・頻度

令和3年6月1日から9月14日の間、週に1回程度の頻度で実施した。

(3) 調査項目

アクリル製カラム(Φ=10 cm)を用い、水面から20 cm深さまでの湖水を3度採水してバケツに集め、湖水試料とした。試料は現地で水温を測定するとともに、1 Lのポリエチレンビンに採取して、実験室へ持ち帰った。

(4) 分析項目及び測定方法

分析項目は、全窒素 (TN)、全りん (TP)、硝酸態窒素 (NO₃-N)、亜硝酸態窒素 (NO₂-N)、アンモニア態窒素 (NH₄-N)、りん酸態りん (PO₄-P)、フィコシアニン (Phc) 及びクロロフィル a (Chl.a) とした。TN 及び TP の測定には、連続流れ分析装置 (BLTEC SWAAT28) を用いた。NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N 及び PO₄-P の分析には、粒子保持能 1 μm のろ紙 (Whatman GF/B) で懸濁物を除去したろ水を、連続流れ分析装置 (SEAL QuAAtro2-HR) で測定した。Phc の測定は福島ら¹⁾を参考にし、分光蛍光光度計 (JASCO FP-8500) を用いて 640 nm の蛍光強度から算出した。Chl-a は、新編湖沼調査法²⁾を参考に、ユネスコ法に準拠して行った。すなわち、分光光度計 (SHIMADZU UV-2550) を用い、750 nm、663 nm、645 nm、630 nm の吸光度を測定し、濃度を算出した。なお、Phc 及び Chl-a は粒子保持能 1.2 μm (Whatman GF/C) でろ過したろ紙上の残留物を、-30℃で一昼夜凍結後、それぞれリン酸緩衝液 (pH=7.0) 及びエタノールで抽出して試料とした。



図1 調査地点図

3 令和3年度のアオコ発生状況

(1) 令和3年度のフィコシアニン濃度の推移（表1及び図2）

令和3年度のフィコシアニン濃度は、北浦平均で昨年度よりわずかに高いものの、西浦・北浦ともに概ね昨年度と同等であった。過去5年間と比較すると、西浦及び北浦ともに低い値であった。

表1 各年度における西浦及び北浦の平均フィコシアニン濃度(µg/L)

	H28	H29	H30	R1	R2	R3
西浦平均値	101	31	41	17	32	27
北浦平均値	189	246	298	97	85	99

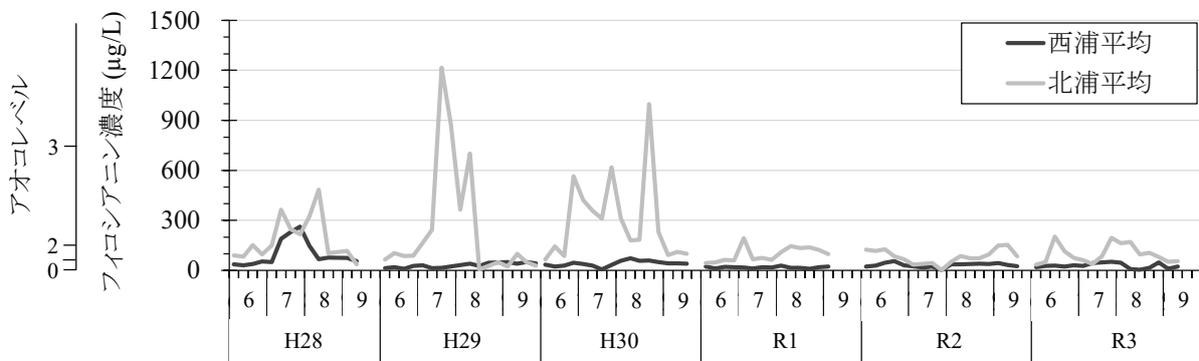


図2 西浦平均及び北浦平均のフィコシアニン濃度の経年（6～9月）変化

(2) 各地点のフィコシアニン濃度の変化（図3）

西浦のフィコシアニン濃度は低濃度で推移した。7月にやや増加するも、8月中旬に低下した。北浦では、7月中旬から増加し8月上旬に減少する傾向であったが、武田川沖でのみ、6月にも著しく増加した。西浦では、山王川沖で他地点よりも高く、最大値は7月29日の201 µg/L（アオコレベル2）であった。北浦では、武田川沖で他地点よりも高く、最大値は6月16日の479 µg/L（アオコレベル2）であった。

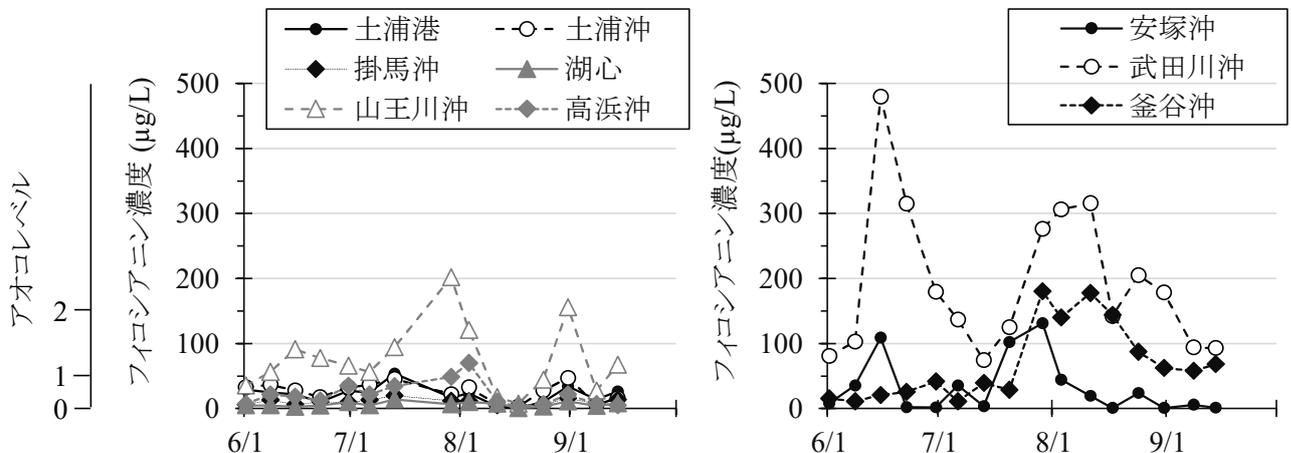


図3 西浦6地点（左）と北浦6地点（右）における、フィコシアニン濃度の経時変化

4 令和3年度のアオコの発生が少なかった原因について

アオコの発生は、水温ならびに栄養塩濃度に大きく影響されることが知られている。そこで、西浦・北浦ともにアオコが発生した平成27年（フィコシアニン濃度、西浦平均：116 µg/L、北浦平均：236 µg/L）、アオコの発生がほとんど見られなかった令和2年度と今年度（令和3年度）とについて、水温と栄養塩濃度とを比較した。なお、水温は、気温ならびに日照時間の影響を受けることから、水温データの代わりに気象庁（アメダス土浦）の日平均気温ならびに日照時間の連続データを用いて解析した。また、気象庁の日照時間の測定方法は、令和3年3月から変更された。

(1) 水温（気温ならびに日照時間）（図4）

気温ならびに日照時間を比較すると、令和3年度は、アオコが少なかった令和2年度よりも、アオコが発生した平成27年度に近い変動を示していた。特に、令和元年ならびに令和2年度にアオコ発生を抑制したと考えられた7月の低い日平均気温と少ない日照時間は、令和3年度には確認されなかった。一方で、8月上旬と下旬に、日平均気温ならびに日照時間の一時的な低下が確認された。これは、西浦・北浦ともにフィコシアニン濃度が減少している時期と合致していた。

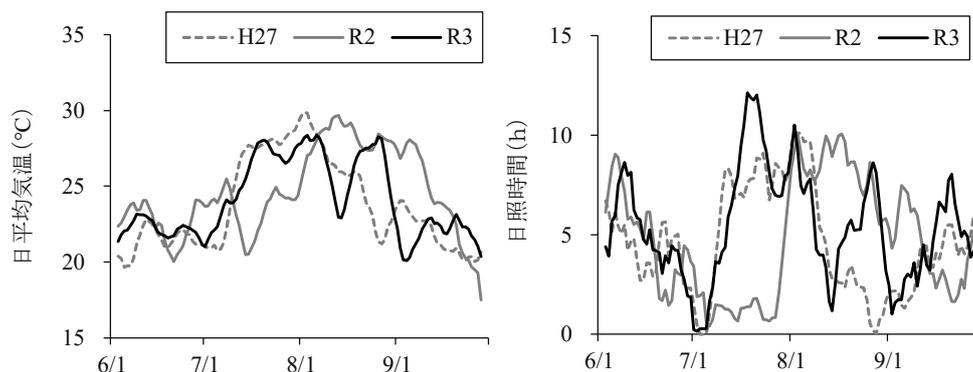


図4 7日間移動平均した、6月から9月までの日平均気温（左）と日照時間（右）の変化。なお、H27・R2とR3は日照時間の測定方法が異なります。

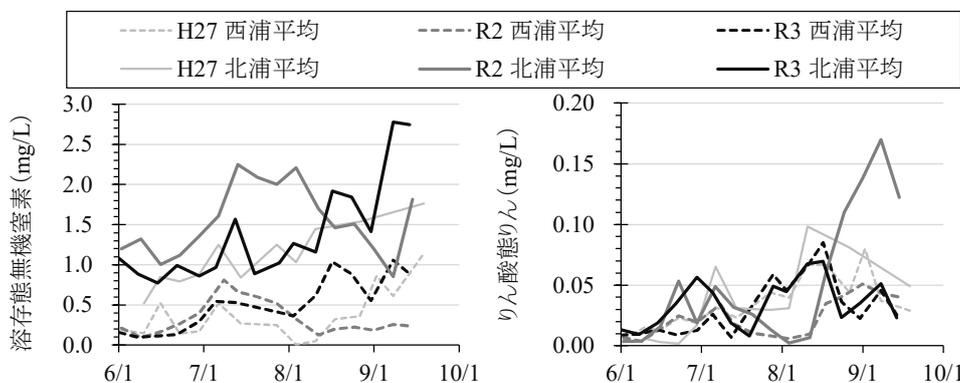


図5 6月から9月までの溶存態無機窒素（左）とりん酸態りん濃度（右）の変化

(2) 栄養塩（図5）

西浦平均および北浦平均の栄養塩濃度を検討した。西浦平均値の溶存態無機窒素濃度が、藍藻類の増殖の目安となる 0.10 mg/L を下回ったのは、6月8日のみであった。しかし、6月には平成27年度や令和2年度よりも低く推移した。一方、北浦平均の溶存態無機窒素濃度は西浦よりも高く、平成27年度と同程度で推移し、 0.1 mg/L を下回ることはなかった。

りん酸態りん濃度が、藍藻類の増殖の目安となる 0.01 mg/L を下回ったのは、西浦平均では6月1日、8日、22日、7月13日であった。期間の平均濃度は令和2年度よりも高く、平成27年度と同等の値であった。北浦平均では、6月8日に 0.01 mg/L を下回ったものの以降は増加した。7月上旬からは減少し、7月20日に 0.01 mg/L を下回ったが、その後再び増加した。期間の平均濃度は平成27年度や令和2年度よりも低かった。

(3) 令和3年度のアオコ発生についての考察

フィコシアニン濃度は、過去5年間と比較すると少ない傾向であった。一方で、気温・日射量は、アオコが発生した平成27年度相当であり、アオコ発生には十分な気象条件であったと考えられる。したがって、今年度のアオコ発生の有無は栄養塩濃度に左右されたと推察された。西浦では、6月の低い栄養塩濃度によって初期のアオコの増殖が抑えられ、他藻類との競争に負けたために期間中の増殖が起こらなかったと推定された。一方で北浦では、栄養塩濃度が西浦よりも高いため6月からアオコが増殖したが、7月上旬のりん濃度の低下に伴って一旦落ち着いた。その後、りん濃度の増加に伴い、7月中旬から再度増殖したが、8月中旬ならびに月上旬の一時的な水温の低下に伴って減少したと推定された。

5 アオコ予測システムの検証結果（図6）

霞ヶ浦環境科学センターで構築したアオコ予測システムを用い、3月24日に発表された季節予報を用いて計算した結果では、令和3年度の掛馬沖のアオコは、令和2年度同様、アオコレベル2以下で推移すると予測されており、実際の状況と合致した。

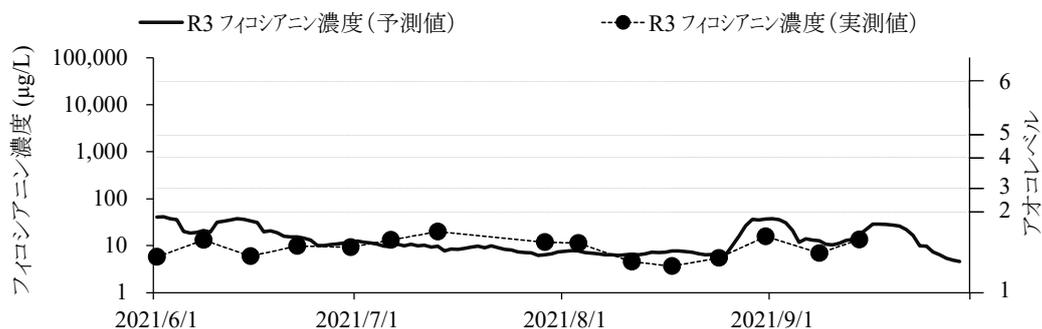


図6 3月24日に発表された季節予報を用いたアオコ予測結果と実測値との比較

6 まとめ

今年度のアオコの発生は、西浦・北浦ともに低いレベルであった。その理由として、西浦では栄養塩濃度が低かったことが挙げられた。北浦では、7月上旬のりん濃度の低下ならびに8月上旬と下旬の水温低下によって、アオコの増殖が拡大しなかったと考えられた。また、アオ

コ予測システムによる今年度の予測結果は、実際の発生状況と合致した。

7 参考文献

- 1) 福島武彦, 相崎守弘 編, 1995. アオコの計量と発生状況, 発生機構-アオコ指標検討会資料-
国立環境研究所業務報告, F-72 ˆ 95
- 2) 西條八束, 三田村緒佐武, 1995. 新編 湖沼調査法. 講談社サイエンティフィク, 東京, 189-192.

1-7 北浦の水質汚濁に関する研究事業

1 目的

近年、西浦よりも北浦で水質が悪い状況が継続していることから、湖内の栄養塩の状況を詳細に把握する必要がある。北浦では貧酸素水塊の発生により底泥から栄養塩が溶出することで水質汚濁に寄与していると考えられている。そこで、本年度は北浦のりん総流入負荷量に対する底泥からのりん溶出負荷量の割合やりん溶出が植物プランクトンの増殖に及ぼす影響について検討した。

2 方法

(1) りん溶出負荷量調査

- ① 調査期間：2019年6月から9月、2020年7月から8月
- ② 調査地点：釜谷沖自動水質監視所（図1）
自動昇降装置：30分に1回鉛直方向に測定
自動採水機：上層（水面下50cm）、下層（湖底直上50cm）で採水
- ③ 分析項目
自動昇降装置：溶存酸素（DO）濃度等
自動採水機：りん酸態りん（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）濃度等

(2) 植物プランクトンの分布調査

- ① 調査期間：2021年6月から9月
- ② 調査地点：北浦10地点（図1）
上層、下層で採水
- ③ 分析項目：水温、DO濃度、フィコシアニン濃度、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度等

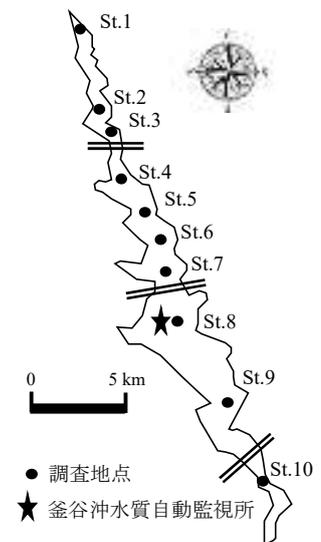


図1 調査地点

3 結果の概要

(1) りん総流入負荷量に対する底泥からのりん溶出負荷量の割合

2019年及び2020年の調査で、下層のDO濃度が4 mg/Lあたりになると下層の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が上昇する傾向がみられた。このような現象は7回確認され、底泥から $\text{PO}_4\text{-P}$ が溶出していると仮定し、それぞれの $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出速度を算出すると、7.4~99.1 mg/m²/dとなった。それぞれの $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出速度と溶出時に最も $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が高かった時の下層のDO濃度をプロットし、1次関数の直線で近似したところ、比較的大きい相関係数が得られた（図2）。得られた近似式を基に2020年の夏季（6月～9月）の $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出速度を算出すると、釜谷沖自動水質監視所における年間の $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出速度は466.7 mg/m²/年と見積もられた（図3）。さ

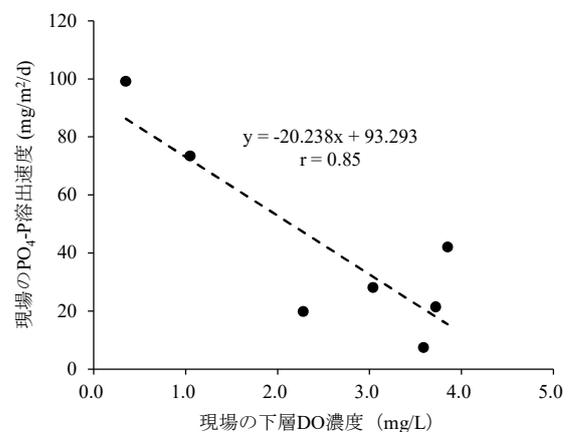


図2 下層のDO濃度と $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出速度の関係

らに、釜谷沖自動水質監視所で得られた $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出速度を利用して、北浦における $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出負荷量を算出すると 9,391 kg/年と見積もられた。

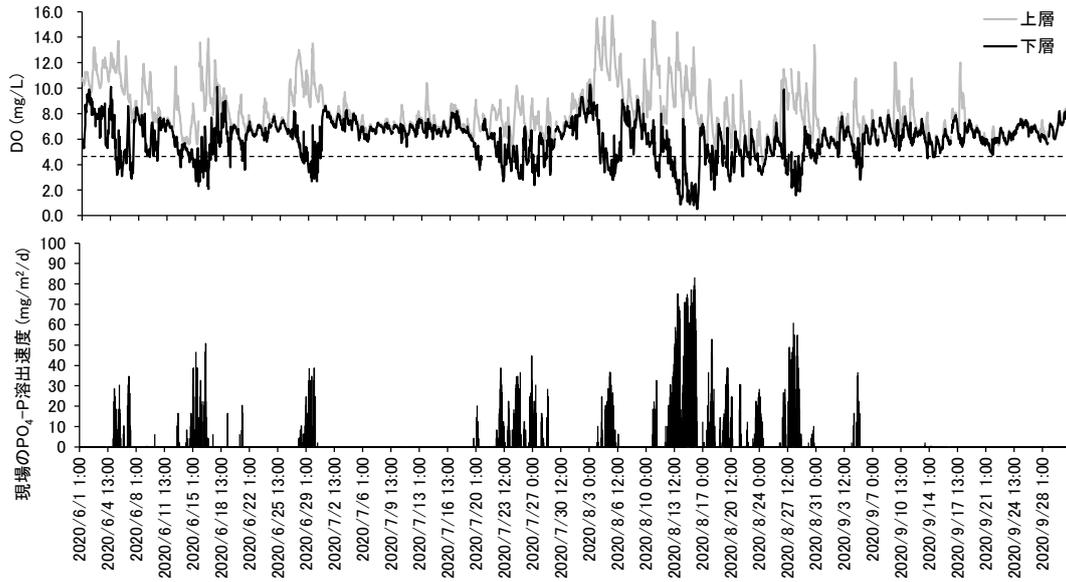


図3 釜谷沖自動水質監視所における DO 濃度及び $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出速度の変動 (2020 年)

(2) 底泥からのりん溶出が植物プランクトンの増殖に及ぼす影響

北浦上層における全地点、全調査日のクロロフィル a 濃度とフィコシアニン濃度をプロットしたところ有意な正の相関が得られた (t 検定、 $N=150$ 、 $r=0.82$ 、 $p<0.01$)。このことから、夏季における北浦全域の植物プランクトンの増加は藍藻類であることが示唆された。また、フィコシアニン濃度は 7 月 20 日以降北浦全域で上昇する傾向がみられた。これは水温が 7 月 20 日以降、全域で 30°C を越えたことから、気温の上昇により水温が上昇し、それによって藍藻類が北浦全域で増殖したと考えられた (図 4)。さらに、6 月 1 日から 9 月 8 日までの全ての調査地点の上層のフィコシアニン濃度に対して上下層の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度や各種窒素濃度とのそれぞれの相関係数を算出すると、下層の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が 0.5 以上と他と比較して大きかった。下層の DO 濃度の分布も下層の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が高くなった時期や場所で低くなった (図 4)。これらのことから、水温上昇や底泥からのりの溶出が藍藻類の増殖に影響していることが考えられた。

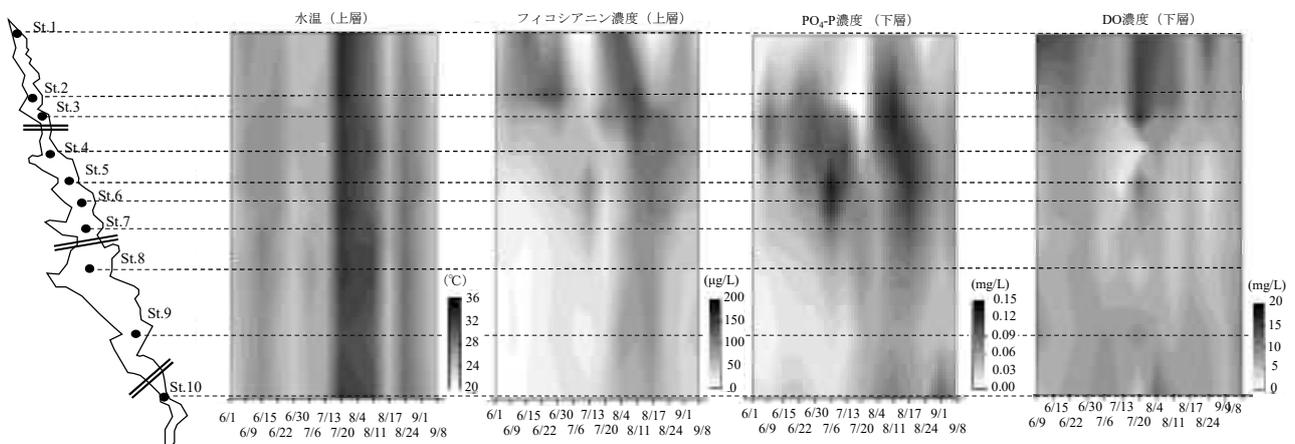


図4 水温、フィコシアニン濃度、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度および DO 濃度の時系列水平分布 (2021 年)

1-8 直接大気降下物負荷量調査事業

1 目的

湖面降雨負荷は、霞ヶ浦の外部負荷のうち 10%程度を占め、霞ヶ浦の汚濁負荷を把握する上で不可欠な要素である。しかし、湖面降雨負荷に関する調査事例は、1970 年代に多数の調査結果が報告¹⁻³⁾されているものの、近年は実施されていない。そこで、本調査事業では、近年における湖面降雨負荷の実態を把握するため、直接大気降下物の負荷量調査を実施した。

2 調査概要

環境省のガイドライン⁴⁾に準拠して、直接大気降下物の採取を実施した。詳細は以下のとおり。

(1) 調査地点

図 1 のとおり。

(2) 採集器概要

各調査地点において、集水部（口径 30cm のロート）を常時開放するデポジット式サンプラーを設置し、全大気降下物（乾性沈着物と湿性沈着物）を採集した。採取容器には、あらかじめ硫酸 2 mL を蒸留水 100 mL で希釈して入れ、微生物の作用による水質変化が生じないようにした。なお、土浦においては、異物混入等による影響を少なくするため、サンプラーを 3 セット設置し、それぞれのサンプルを分析して、その中央値を当該月の値とした。

また、それぞれの地点に降雨時のみに集水部を開放する自動雨水採水器（小笠原計器製作所 US-330）を設置し、湿性沈着物のみの負荷量も調査した。

(3) 調査期間・頻度

調査は令和 3 年 4 月から令和 4 年 3 月の間、原則、毎月 1 回サンプルを回収し、分析に供した。ただし、機器不良等により、土浦において全大気降下物の 3 月分と、湿性沈着物の 5 月分は採取できなかったため、欠測とした。

(4) 分析項目

硫酸酸性下での過マンガン酸カリウムの滴定により COD を、流れ分析法により全窒素 (TN)、全りん (TP) を分析した。



図 1 調査地点

3 結果

表1に、4地点平均のCOD、TN、TPの年間負荷量を示す。R3年度における全大気降下物の年間負荷量は、CODが73 kg/ha/年、TNが13 kg/ha/年、TPが0.55 kg/ha/年で、R1、2年度と比べて、CODがやや大きく、TN及びTPが同程度であった。全大気降下物に占める湿性沈着物の割合は、いずれの年度も、TNが大きく、CODが小さかった。

図2～4に、それぞれCOD、TN、TPの全大気降下物及び湿性沈着物の負荷量の月変動を示す。R3年度における全大気降下物の負荷量は、COD及びTNは8月に、TPは5月に大きかった。また、COD、TN、TPともに、10月から2月にかけて小さかった。なお、負荷量が大きかったCOD及びTNの8月とTPの5月は、いずれもR1～R2年度と比べて大きかった。

表1 COD、TN、TPの年間負荷量

	(kg/ha/年)					
	COD		TN		TP	
	全大気降下物	湿性沈着物	全大気降下物	湿性沈着物	全大気降下物	湿性沈着物
R3年度	73	16	13	6.7	0.55	0.27
R2年度	70	16	14	6.4	0.56	0.20
R1年度	54	15	14	7.5	0.56	0.26

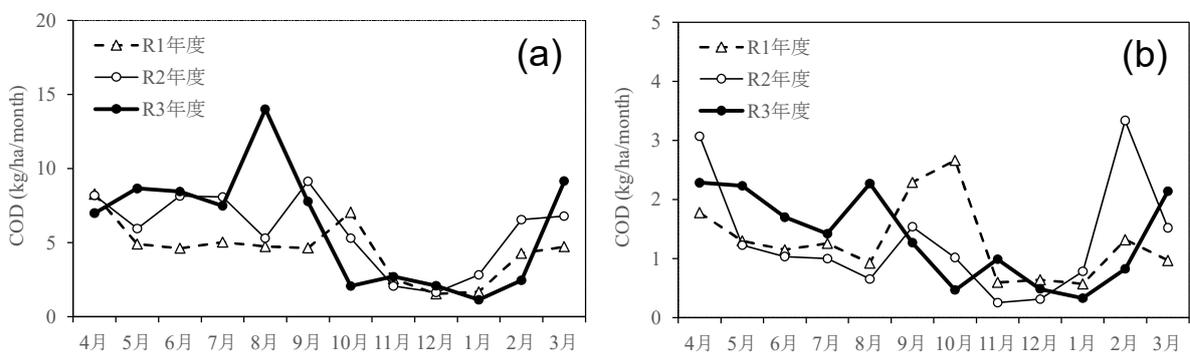


図2 COD負荷量の月変動 ((a)全大気降下物、(b)湿性沈着物)

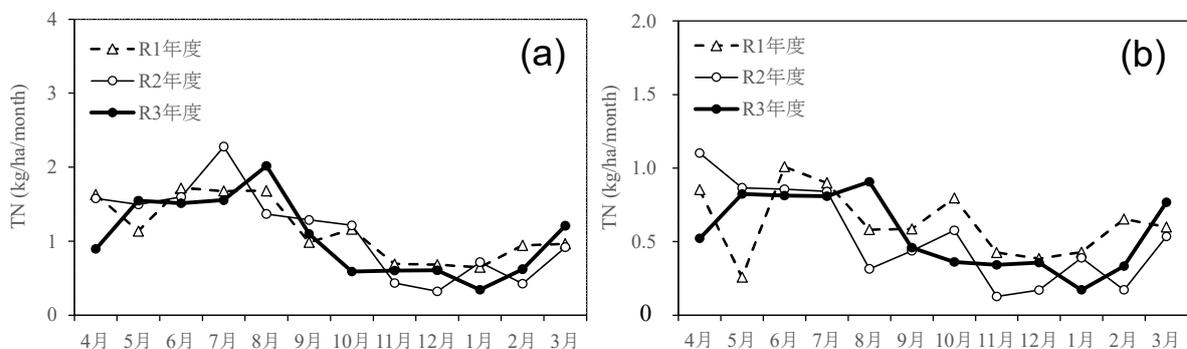


図3 TN負荷量の月変動 ((a)全大気降下物、(b)湿性沈着物)

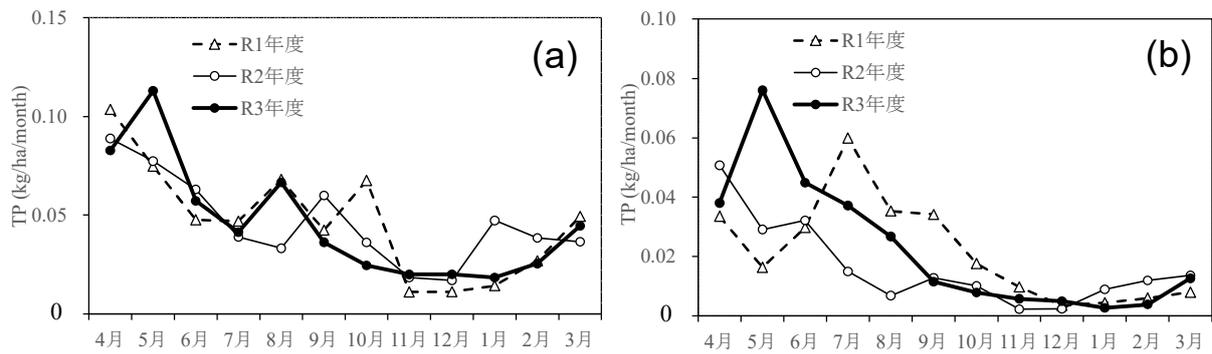


図4 TP 負荷量の月変動 ((a) 全大気降下物、(b) 湿性沈着物)

参考文献

- 1) 安部喜也、1984. 霞ヶ浦流域における大気中からの栄養塩の降下量及びその経年変動について、国立公害研究所研究報告 50、1-10.
- 2) 田淵俊雄、高村義親、鈴木誠治、1979. 雨と雪の中の窒素とリン、水温の研究 23(1)、13-22.
- 3) 外岡健夫、飯塚克博、1977. 雨水の水質について、茨城県内水支水産試験場 14、65-74.
- 4) 環境省水・大気環境局水環境課、2014. 非特定汚染源対策の推進に係るガイドライン(第二版)、URL. <https://www.env.go.jp/water/kosyou/hitokutei/index.html>

1-9 霞ヶ浦水質予測モデル実装事業

1 事業目的

霞ヶ浦の水質を改善するためには、効果的な汚濁負荷削減対策の実施が必須である。そこで、当センターでは霞ヶ浦の水質を説明・予測するコンピューターシミュレーションモデル「霞ヶ浦水質予測モデル」の整備を行っている。この霞ヶ浦水質予測モデル整備の目的は、各種浄化対策の効果検証や、気候変動などを考慮した将来予測等に活用し、行政施策の評価等に資することである。

2 方法

当センターに整備された霞ヶ浦水質予測モデル（以下、霞モデル）は、平成26年度に構築し、平成30年度から令和2年度にかけて、更新および改良を重ねてきた。令和3年度には、これまでの改善結果を踏まえ、構築した霞モデルの再現性について検証し、当センターへ霞モデルを設置した。

霞モデルは、西浦・北浦・常陸利根川を含む霞ヶ浦全域計算範囲としている（図1左）。作成には、平成23年に北浦¹⁾、平成25年に西浦²⁾を対象に構築された、底泥からのりん溶出量を予測計算するためのモデルを応用しており、平成26年にそれらを結合させる形で再構築され³⁾、現在の計算範囲となった。霞モデルは、流体力学の基礎方程式を直交座標系において差分法で解く流動サブモデルと、物質循環を考慮した水質サブモデル、ならびに溶存酸素や栄養塩、マンガンや鉄を考慮した底質モデルによって構成された。それぞれのサブモデルについての詳細を以下に記す。

流動サブモデル：水中の計算格子は450 m格子とし、層分割は0.5 m、第1層と第L層の層厚は地形や水位によって変化させた（図1右）。なお、当初、水中の計算格子は150 m格子で作成していたが、計算速度の向上ならびにシステムの安定性のため、平成30年度に現在の450 mへと拡大した⁴⁾。拡散に関するパラメータは、その流動特性の差から、西浦と北浦とで個別に設定した。入力条件は、36河川の流量および水温、5地点での取水、2地点での下水放流量および水温、湖内8地点での風向風速、土浦および銚田の降水量、土浦の気温、つくば（館野）の相対湿度、全天日射量、全雲量を与えた。なお、全雲量については気象台の観測終了等に伴い、水戸または東京の値を用いている。下流端条件には、十番観測所の水位と息栖の水温を与えた。この流動サブモデルは、30秒ご

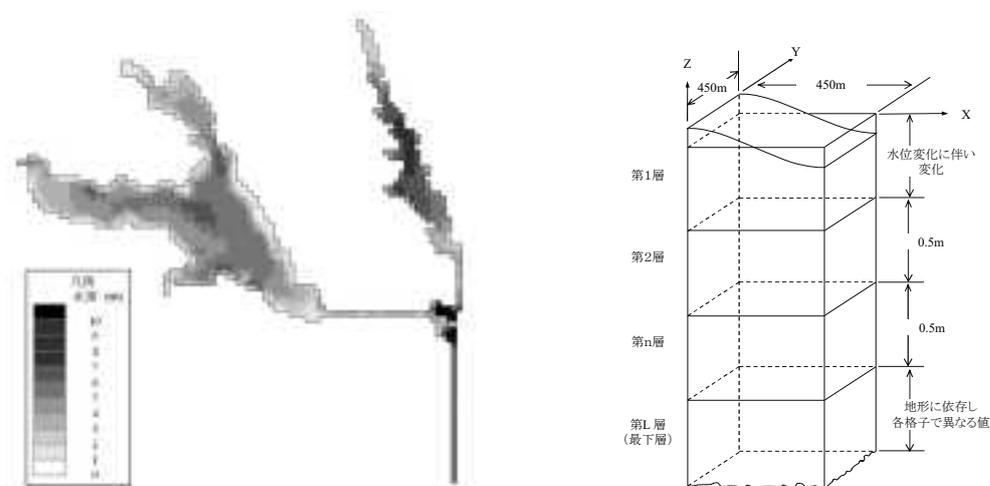


図1 霞ヶ浦水質予測モデルの計算範囲ならびに流動モデルの水平方向の分画図（左）と、各計算格子における層分画（右）。

とに計算し、時間毎の積算値として出力する設計とした。

水質サブモデル: 水中の計算格子は流動サブモデルと同等とし、物質循環を考慮した構造とした(図2)。なお、令和2年度に、計算する植物プランクトンを1種類から、珪藻型・藍藻M型、藍藻P型の3種類へ増加させる改善を行った⁵⁾。入力条件は、流動モデルで計算された各計算格子の水温等のほか、36河川の流入負荷量(COD、dCOD、TN、DIN、TP、PO₄-P)、2地点での下水放流水負荷量(dCOD、DIN、PO₄-P)、降水負荷量(DOC、POC、DON、PON、NO_x-N、NH₄-N、DOP、POP、PO₄-P)、つくば(館野)の日射量とした。また、系外除去として漁業活動に伴う系外除去を勘案するため、湖沼水質保全計画(第6期)の漁獲量1934トン/年を1時間あたりに換算し、同等の炭素量の植物プランクトンを除去した。また、下流端条件には、息栖における公共用水域調査結果の値(DOC、POC、DON、PON、NO_x-N、NH₄-N、DOP、POP、PO₄-P、DO、植物プランクトン態炭素(PHYC))を与えた。計算の初期条件は湖心における水質データの平成23年3月と4月の平均値とした。この水質サブモデルは45秒ごとに計算し、時間毎の積算値として出力する設計とした。

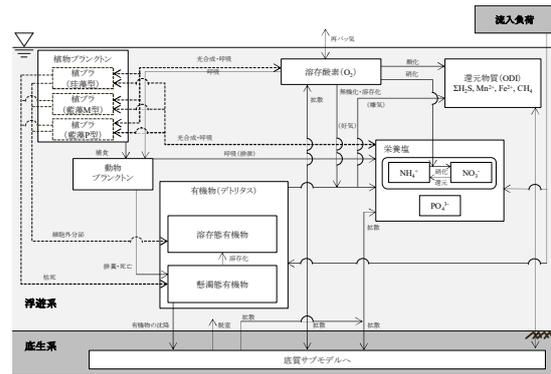


図2 水質サブモデルの構造図

底質サブモデル: 湖底の計算格子は、流動および水質サブモデルの格子(450m格子)ごとに、27ボックスに区分して計算した(図3左)。これは、底質中における水平方向への拡散を考慮していないことを意味する。層分割は底泥表層の層厚を小さくした不等間隔格子とした(図3右)。モデル構造は図4に示すとおりであり、分解速度の異なる易分解性・難分解性・不活性の3種類に分類した有機物のほか、窒素、リン、マンガン、鉄、硫黄ならびに酸素動態を計算した。流動サブモデルならびに水質サブモデル結果以外への入力条件はなく、直上水格子からの沈降量等は合計して各ボックスへ与え、底質上部からの溶出等は直上水格子との濃度勾配によって決定した。初期条件は、平成21年の調査値を参考にTOCとTONを、平成18年の調査値を参考にTOPを与えた。この底質サブモデルは、5秒ごとに計算し、1時間毎の積算値として出力する設計とした。

霞モデルの再現性を確認するため、平成23年度から平成30年度の期間について、霞モデルで計

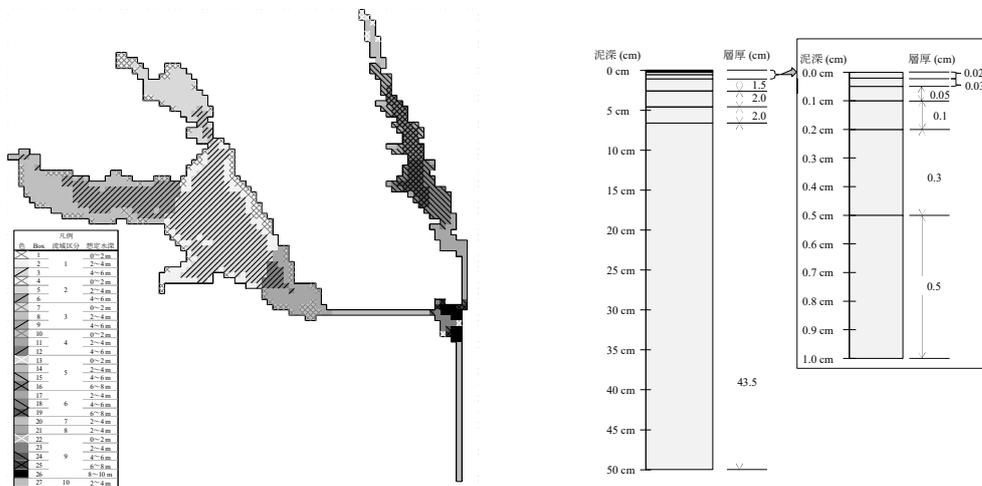


図3 底質サブモデルにおける水平方向の分画図(左)と、層分割図(右)。

算された値（以下、計算値）と、公共用水域における水質調査結果の値（以下、実測値）とを比較し、霞モデルの再現性を確認した。比較項目としては、COD、TN、TPのほか、霞ヶ浦のCODに大きく寄与している植物プランクトンの指標としてクロロフィルa (Chl.a) を用いた。対象地点は西浦代表地点である湖心と北浦代表地点である釜谷沖（図1）とした。いずれも計算時には、霞モデルの安定性を図るため、平成23年度から平成30年度まで8年分の助走計算を行った。

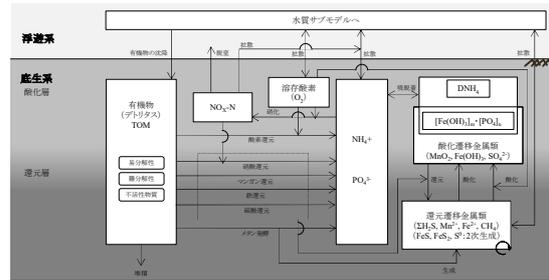


図4 底質サブモデルの構造図

3 結果と考察

実測値と計算値を比較検討したところ、霞モデルは実測値と概ね同じオーダーで水質を再現でき、水域の違いを再現できていることが示された（表1）。年変動の再現性を検討したところ（図5）、両方の水域において、いずれの項目も概ね同じオーダーで再現できていたが、TNに着目すると、湖心で平成25年度と27年度に、釜谷沖で平成27年度に確認された一時的な低濃度の傾向は再現できていなかった。一方で、釜谷沖でのTNの減少傾向は再現できており、本モデルが経年変化を表現できているかどうかは判断が難しかった。また、TPやChl.aに見られる一時的な高濃度化は再現できていなかったが、この点については、長期間の水質変動を目的とするモデルの特性を踏まえると、再現は難しいと考えられた。さらに、CODの計算値は実測値よりも季節変動を大きく計算していることが懸念された。

表1 計算値と実測値の比較

	計算値 (n = 2922)		実測値 (n = 96)	
湖心				
COD (mg/L)	8.3 ± 1.2		6.9 ± 0.9	
TN (mg/L)	1.2 ± 0.2		1.0 ± 0.2	
TP (mg/L)	0.08 ± 0.02		0.08 ± 0.02	
Chl.a (µg/L)	38 ± 11		40 ± 16	
釜谷沖				
COD (mg/L)	9.4 ± 1.5		7.5 ± 1.3	
TN (mg/L)	1.6 ± 0.3		1.4 ± 0.4	
TP (mg/L)	0.10 ± 0.03		0.09 ± 0.04	
Chl.a (µg/L)	51 ± 12		56 ± 29	

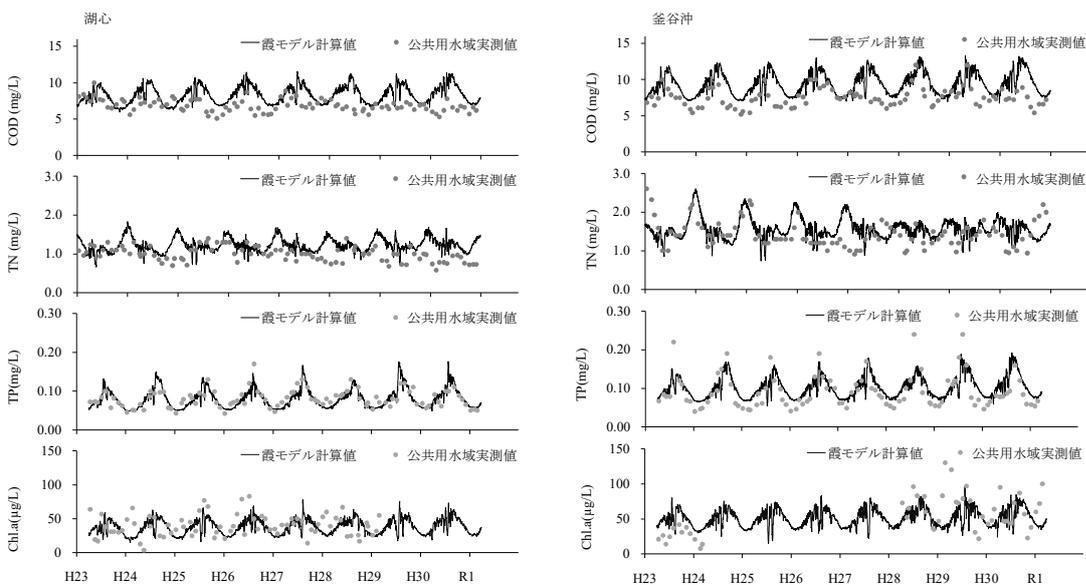


図5 平成23～30年度における、湖心（左）ならびに釜谷沖（右）の、霞モデルによる計算値と公共用水域の水質測定結果値との比較。

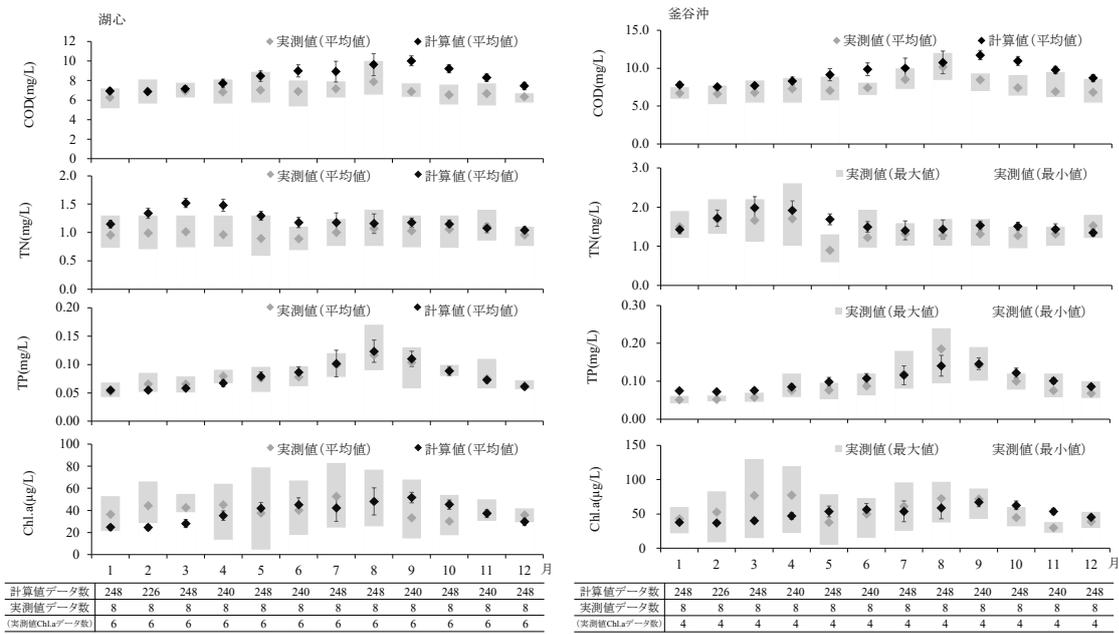


図6 平成23～30年度の月平均値。湖心（左）ならびに釜谷沖（右）。なお、グレーバーの上端は最大実測値を、下端は最小実測値を、エラーバーは計算値の標準偏差を示す。

そこで、季節変動の再現性を検討したところ（図6）、湖心・釜谷沖ともにCODは6月から12月に実測値よりも高く計算される傾向が確認されたものの、その他の時期においては、計算値は最大実測値と最小実測値の範囲内であった。TNは、湖心では3月と4月に、釜谷沖では5月に実測値よりも高く計算される傾向が確認されたものの、その他の時期においては概ね再現できていた。さらに、TPは非常によく現状を再現できており、Chl.aも実測値のばらつきが大きいものの、概ね再現できていることが明らかとなった。

4 まとめ

各種浄化対策の効果検証や、気候変動などを考慮した将来予測等に活用し、行政施策の評価等に資することを目的に、当センターにおいて霞ヶ浦水質予測モデルを構築し、設置した。設置した霞モデルは、平成23年から平成30年までの水質変動を、水域差・季節変化とともに概ね再現できた。一方で、経年変化の再現性については、再現できている部分がある一方で、一時的な濃度変動は再現できていなかった。さらに、流動サブモデルの結果や平面分布の抽出が行なえないなど、システムとしての使いづらさが残った。今後は、より迅速な検証計算等を可能とするため、システムの改修を行っていく。

参考文献

- 1) 神谷航一, 2011, 北浦底泥からのリンの溶出が湖水に与える影響について. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター 年報, No. 7: 69-97.
- 2) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 2013, 霞ヶ浦西浦におけるリンの変動要因に関する調査. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター 年報, No. 9, 89-90.

3) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 2014, 霞ヶ浦における水質変動の要因に関する研究. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター 年報, No. 10, 70-72.

4) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 2018, 水質予測モデルの活用による浄化対策効果の検証. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター 年報, No. 14, 87-88.

5) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 2020, 霞ヶ浦水質予測モデル改良事業. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター 年報, No. 15, 94-95.

1-10 北浦流域モデル地区における浄化効果検証に関する調査研究

1 はじめに

北浦流域モデル地区の河川や排水路の水質を調査し、単独処理浄化槽から高度処理型浄化槽（NP型浄化槽）への転換による北浦流入河川等の水質改善の効果を検証する。

2 方法

(1) 定期調査

① 調査期間

令和2年5月から令和4年3月まで（鹿嶋市排水路のみ令和3年4月から）

② 調査地点と調査回数（図1）

巴川2地点（T-R、T1）、雁通川2地点（G-R、G1）、武井川2地点（TA-R、TA1）及び中里川1地点（N-R）、鹿嶋市排水路2地点（K-R、K1）の計9地点を月1回

※R：本川、1：排水路

③ 分析項目

流量、化学的酸素要求量（COD）、全窒素、全りん等

(2) センサー調査

① 調査期間

令和3年4月から12月まで

② 調査地点

巴川1地点（T1）

③ 測定項目

硝酸態窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）及びアンモニア態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ）

④ 測定方法

硝酸センサー及びアンモニアセンサーを設置し、1時間間隔で測定した。

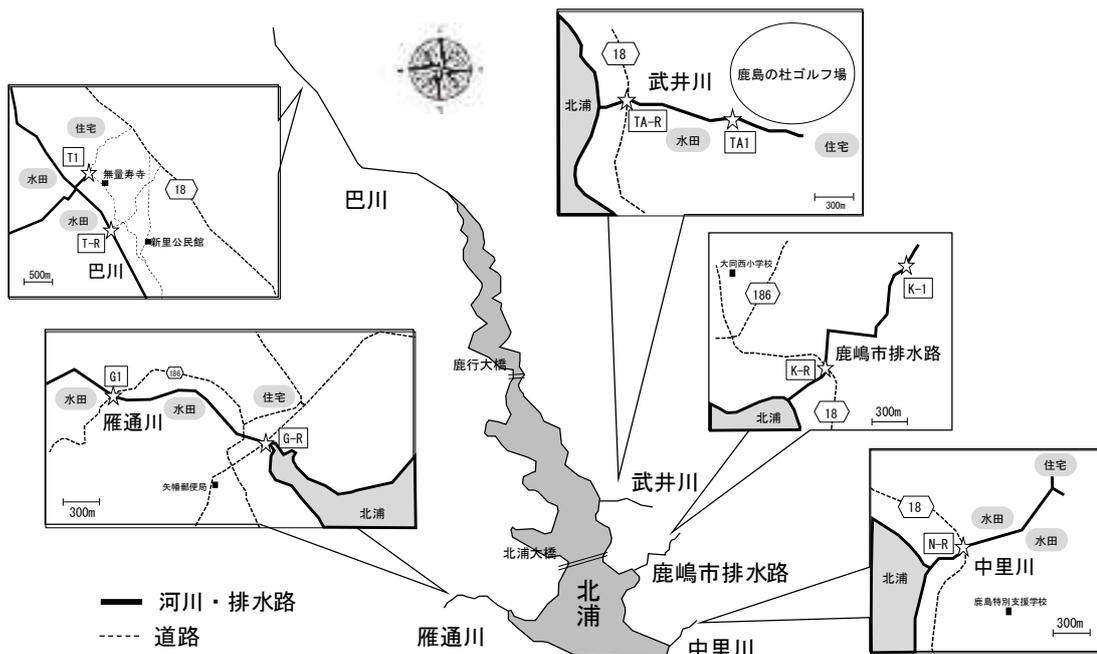


図1 調査地点

3 北浦モデル地区における浄化効果について

巴川、雁通川、武井川、中里川では2年間、鹿嶋市排水路では1年間における水質調査から浄化効果について検討した。

(1) 巴川、雁通川、武井川、中里川の本流 (T-R、G-R、TA-R、N-R)

全ての河川で4月～8月にかけてCODや全りん濃度が上昇し、全窒素濃度が低下する傾向がみられた。TA-RやN-Rはハス田の濁水流出による急な濃度上昇が確認された(図2～4)。

8月～3月の年度の平均負荷量を比較したところ、全ての河川、全ての項目でR2年度とR3年度は変動の範囲内で同程度あった(図5～7)。

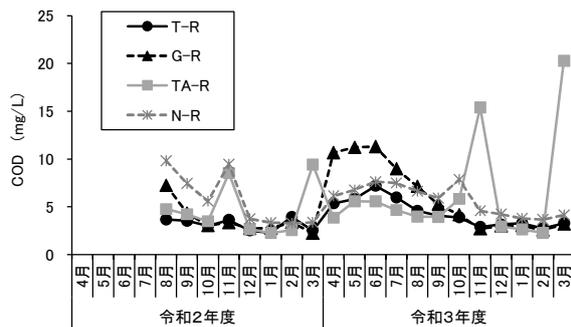


図2 COD濃度の経月変化

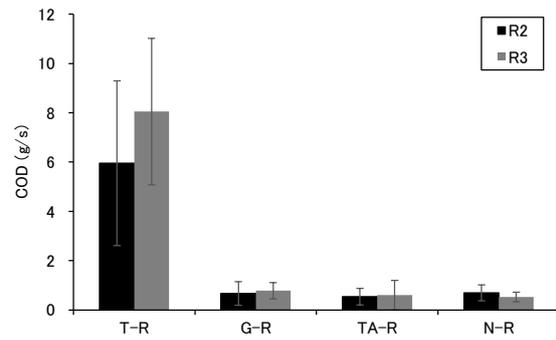


図5 COD負荷量の年度間比較

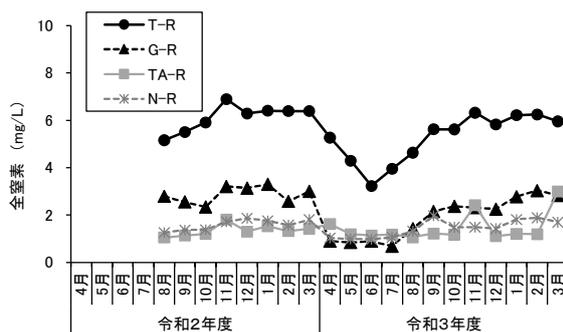


図3 全窒素濃度の経月変化

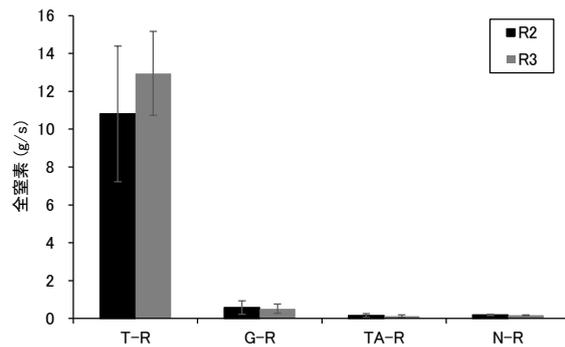


図6 全窒素負荷量の年度間比較

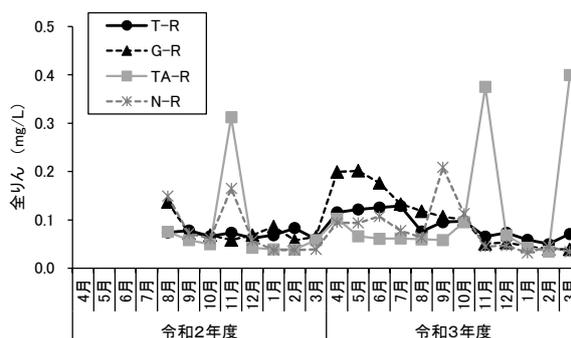


図4 全りん濃度の経月変化

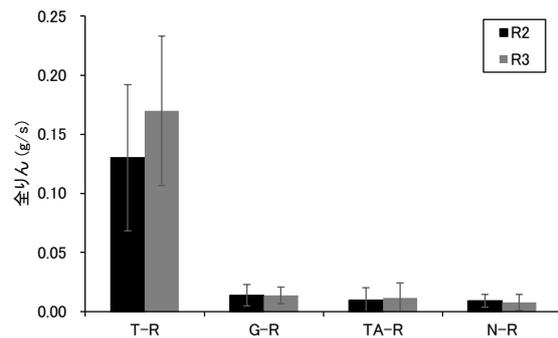


図7 全りん負荷量の年度間比較

(2) 巴川、雁通川、武井川の上流及び支流 (T1、G1、TA1)

T1及びG1で4月～6月にCODや全りん濃度が上昇し、全窒素濃度が低下する傾向がみられた。TA1ではハス田の濁水流出による急な濃度上昇が確認された(図8～10)。

5月～3月の年度の平均負荷量を比較したところ、全ての河川、全ての項目でR2年度とR3年度は変動の範囲内で同程度あった(図11～13)。

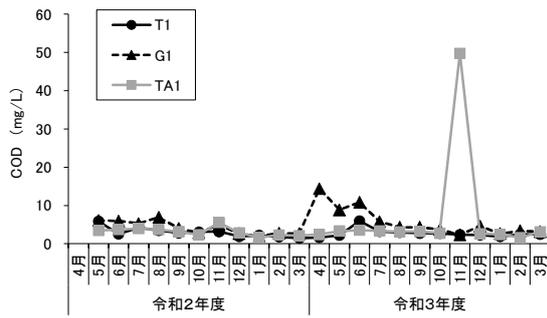


図8 COD濃度の経月変化

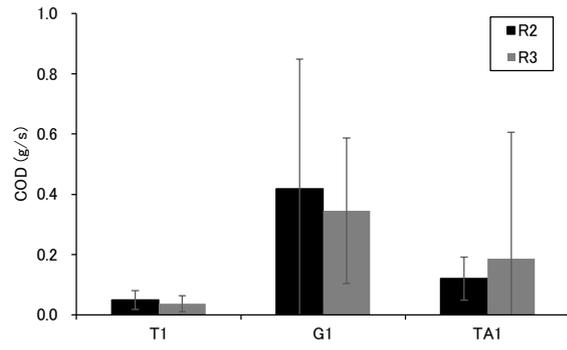


図11 COD負荷量の年度間比較

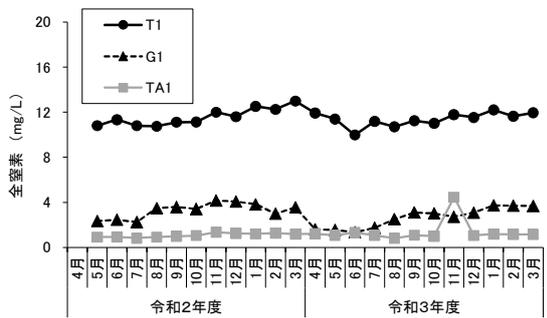


図9 全窒素濃度の経月変化

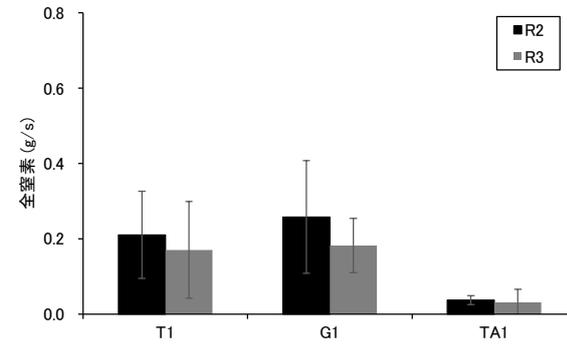


図12 全窒素負荷量の年度間比較

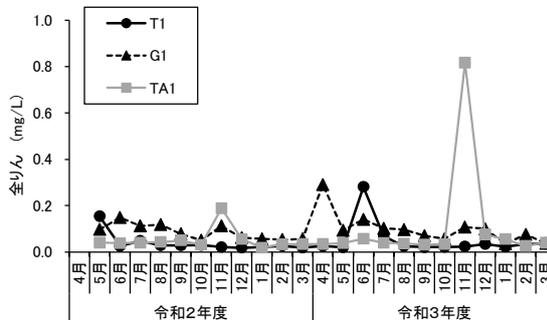


図10 全りん濃度の経月変化

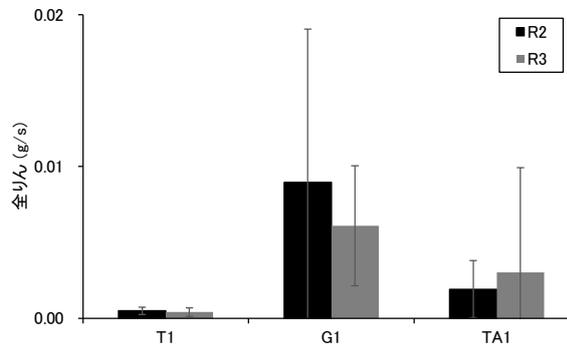


図13 全りん負荷量の年度間比較

(3) 鹿島市排水路の本流及び上流 (K-R, K1)

鹿島市排水路は令和3年度から調査を開始したことから、1年間の経月変動で濃度と負荷量をみると、本流及び上流ともに改善している傾向はみられなかった(図14~19)。

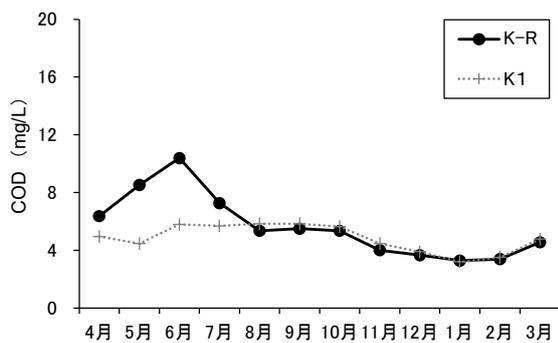


図14 COD濃度の経月変化

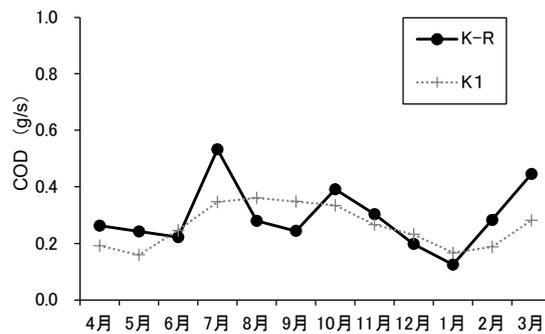


図17 COD負荷量の経月変化

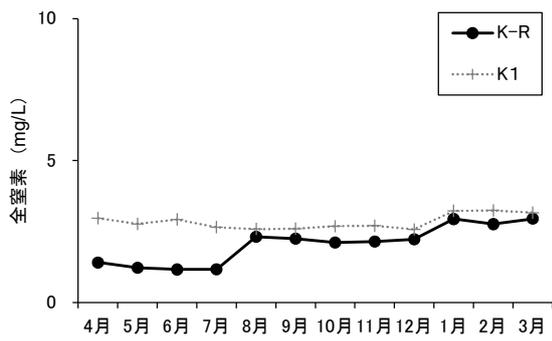


図 15 全窒素濃度の経月変化

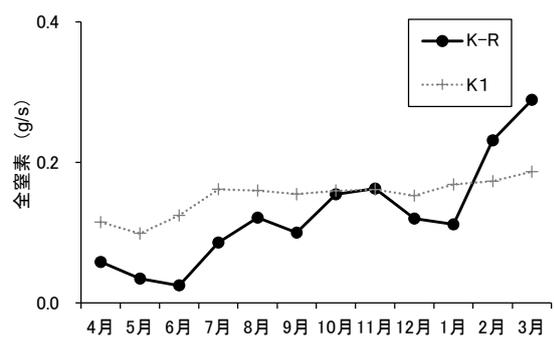


図 18 全窒素負荷量の経月変化

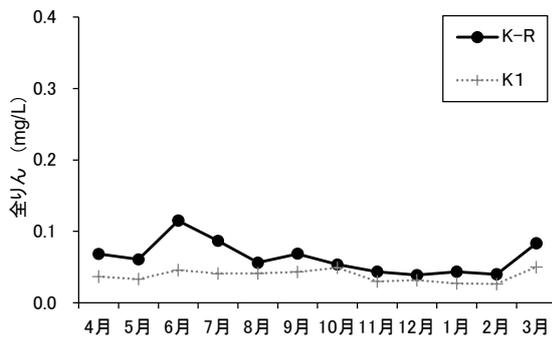


図 16 全りん濃度の経月変化

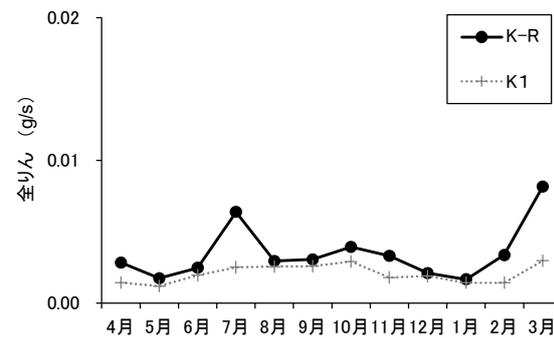


図 19 全りん負荷量の経月変化

(4)硝酸センサー及びアンモニアセンサーによる巴川排水路 (T1) の調査

- ・NO₃-N 濃度は 6 月に低下したものの、7 月に再び上昇し、その後は横ばいで推移したことから改善している傾向はみられなかった (図 20)。
- ・NH₄-N 濃度は常時 0.1mg/L 未満で推移し、検出することはなかった。

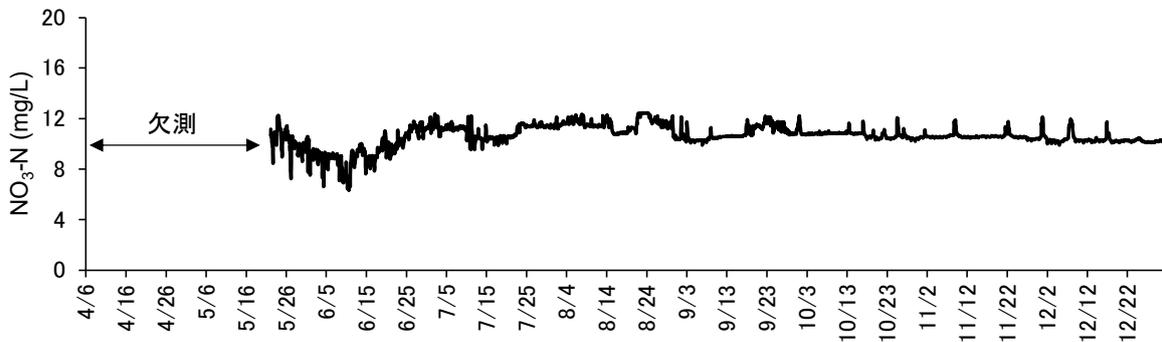


図 20 硝酸センサーによる NO₃-N 濃度の変動

1-11 霞ヶ浦の生態系サービスの経済評価に関する調査研究

1 目的

多くの人々は霞ヶ浦から多様な恩恵（生態系サービス）を受けている。これまで生態系サービスの内容や経済価値の評価を行ってきたが、景観・観光・レクリエーションについて経済価値を評価できていない。そこで、ゾーントラベルコスト法を用いて霞ヶ浦のレクリエーション価値の算出を試みた。

2 方法

(1) 調査方法

データ収集は委託してWEB アンケートを実施した。調査期間は2018年2月2日～6日とし、調査対象者は20歳以上の成人とした。サンプルの性別や居住地等に関する構成比率は全国の20歳以上のそれらとほぼ同じとした。アンケートは回答者の年代、2017年の1年間で霞ヶ浦のどの対象地に行ったことがあるか、さらにその交通手段、同行者数を質問した。

対象地として、霞ヶ浦周遊道路（土浦駅にサイクリング拠点施設があるため、霞ヶ浦周遊道路の地点は土浦駅をSt.1とした）、土浦港（St.2）、歩崎公園（St.3）、道の駅玉造（St.4）、妙岐ノ鼻（St.5）、水郷あやめ園（St.6）とした。

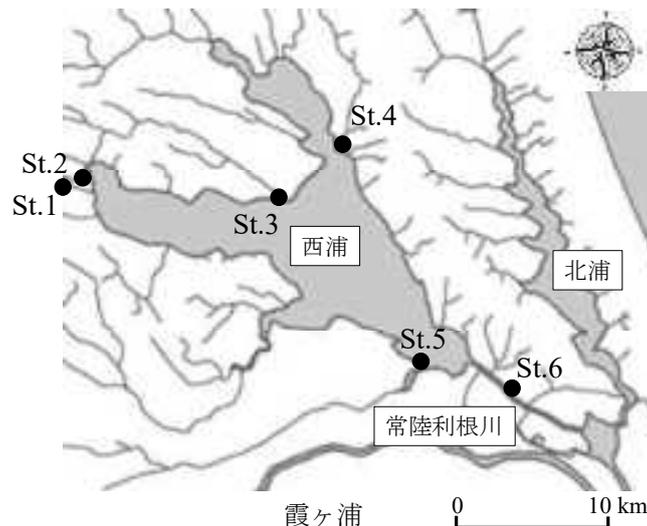


図1 対象地の位置

(2) 消費者余剰の算出

2017年に霞ヶ浦を訪れたと回答した人を、茨城県内は市町村単位、県外は都道府県単位で集計した。ただし、霞ヶ浦湖岸に位置する千葉県香取市は市町村単位として集計した。そして、それらの人と同行者を含めた訪問人数を集計することで、都道府県市町村別の霞ヶ浦のレクリエーションスポットへの訪問人数を把握した。それらのデータや都道府県市町村人口データ等を用いることで、都道府県市町村別の霞ヶ浦への訪問率を算出した。

2017年に霞ヶ浦を訪れたと回答した人はレクリエーションスポットの1箇所のみを訪問したとし、各都道府県市町村の発着地からレクリエーションスポットとの往復に要した交通費のみを算出した。また、都道府県市町村別に金額を集計し平均値とすることで都道府県市町村別の霞ヶ浦への旅行費用とした。

都道府県市町村別の訪問率と旅行費用をプロットし、片対数近似曲線から訪問1人当たりの消費者余剰を算出した上で、霞ヶ浦のレクリエーション価値を算出した。

3 結果の概要

(1) 霞ヶ浦訪問者の属性

WEB アンケートで回答を得られた件数は、全体で 1,661 件、そのうち県外 1,184 件、県内 481 件であった(表 1)。さらに、2017 年の 1 年間で霞ヶ浦を訪れたと回答したのは全体で 172 件、そのうち県外は 27 件、県内は 145 件であった。霞ヶ浦を訪れた人の年代は県内では 40 代以上が多い傾向があり、県外では各年代ともに同程度であった。交通手段は県内、県外ともに自動車で訪問する人が多かった。訪問先は県内では霞ヶ浦周遊道路や道の駅玉造の割合が大きく、県外では霞ヶ浦周遊道路や土浦港の割合が大きかった。その他として霞ヶ浦総合公園(土浦市)と回答する人もいた。

表 1 2017 年に霞ヶ浦を訪れたと回答した人の属性及びその訪問先

	県内*	県外**		観光の種類	県内*	県外**	
	(%)	(%)			(%)	(%)	
年代	20代	3.4	訪問先	水郷あやめ公園	植物・歴史	11.7	7.4
	30代	15.2		土浦港	景観(船舶)	16.6	25.9
	40代	28.3		霞ヶ浦周遊道路	景観 (自転車・自動車)	25.5	25.9
	50代	31.0		道の駅玉造	食	22.1	14.8
	60代以上	22.1		歩崎公園	魚・歴史	11.0	7.4
交通手段	自転車・徒歩	13.8	自動車	妙岐ノ鼻	鳥	1.4	3.7
	自動車	84.1	電車・バス	その他	その他	11.7	14.9
	電車・バス	2.1					

*県内(n=145), **県外(n=27)

(2) 霞ヶ浦のレクリエーション価値の算出

霞ヶ浦の訪問率は県外では栃木県が最も高かった。霞ヶ浦湖岸の市町村では美浦村が最も高く、霞ヶ浦湖岸の市町村が上位 10 位を占めた。旅行費用は霞ヶ浦から遠くなるにつれて高くなる傾向があり、県内では 508 円～3,940 円、県外の関東圏内では 7,246 円～17,416 円、県外の関東圏外では 24,790 円～51,564 円となった。回答が得られた都府県市町村別の訪問率と旅行費用をプロットしたところ、比較的相関係数の大きい曲線を得ることができた(図 2)。この曲線から訪問 1 人当たりの消費者余剰は 4,797 円/人となり、霞ヶ浦の観光客数を乗ずることで霞ヶ浦のレクリエーション価値は約 288 億円/年と試算された。ただし、算出方法の課題として霞ヶ浦の観光客数の正確な把握、旅行行程の詳細な把握などが挙げられた。

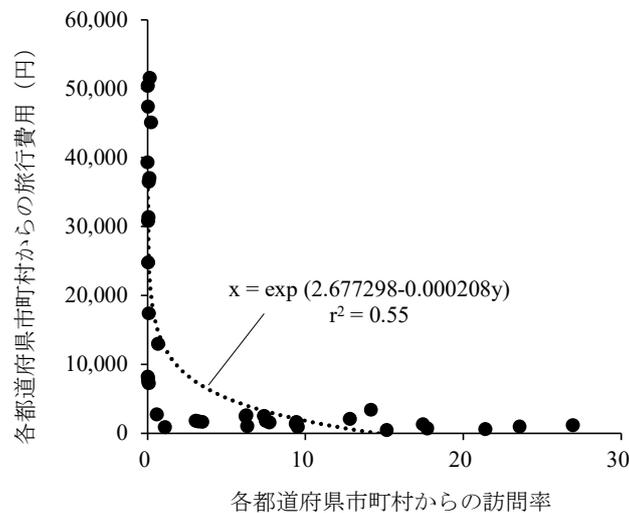


図 2 霞ヶ浦への観光における需要曲線

1-12 流入河川の浄化効果検証に関する調査研究

1 はじめに

山王川の水質や負荷量の経時的変動を調査し、県が重点的に山王川流域で実施する小規模事業所の規制強化対策による負荷削減効果を検証することを目的とした。

2 方法

(1) 定期調査

① 調査期間

令和3年4月から令和4年3月まで（令和元年5月からの継続調査）

② 調査地点と調査回数（図1）

山王川4地点（St.1～4）及び流入水路（St.b。令和2年9月から開始）。月1回実施。

【備考】

- ・ St.1：柏原池公園南側。上流には工業団地
- ・ St.2：石岡駅北側。St.1とSt.2の間は水田と小規模事業所及び住宅地
- ・ St.3：石岡駅南側。St.2とSt.3の間は駅を中心とした市街地
- ・ St.4：環境基準点（所橋）。山王川の最下流に位置。St.3とSt.4間には主に水田
- ・ St.b：St.2と石岡駅の間で山王川に流入する水路

③ 分析項目

流量、化学的酸素要求量、全窒素、全りん等

(2) 24時間調査

① 調査日

【平日】令和3年12月13日（月）

【休日】令和3年12月12日（日）

② 調査地点：定期調査と同じ山王川4地点及び流入水路（図1）

③ 調査方法

平日及び休日ともに午前0時から3時間間隔で8回、調査を行った。各時間の採水は上流側から順に行った。

④ 分析項目

定期調査の分析項目に加え、6時間間隔で直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩（LAS）濃度を測定した。

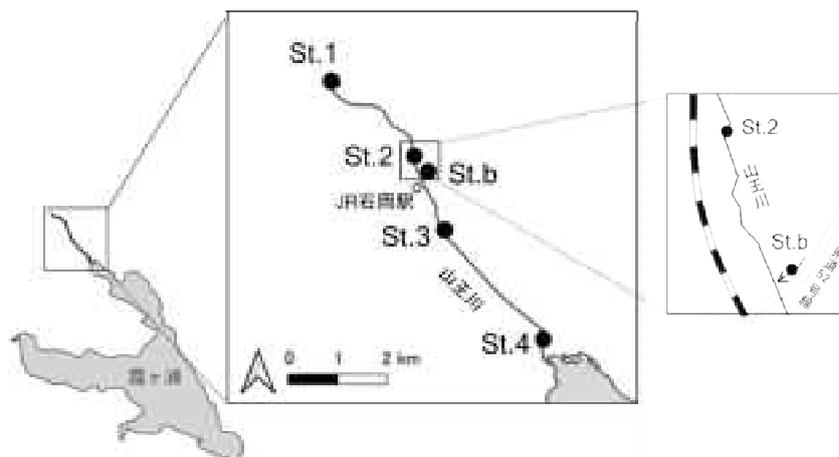


図1 調査地点

3 結果と考察

(1) 定期調査

各測定地点での流量および水質から負荷量を算出し、さらに、上流地点と下流地点の差から地域別に負荷量を算出した(図2)。なお、地域は以下のように設定した。

- ・ 地域 A : St.1 での負荷量
- ・ 地域 B : St.1 と St.2 間の負荷量 (St.2 から St.1 を差引)
- ・ 地域 C : St.2 と St.3 間の負荷量 (St.3 から St.2 を差引)

※ St.3~4 間の負荷量は算出しなかった。St.4 は、St.3 の流量をたびたび下回った。St.4 では霞ヶ浦の水位の影響を受けて正確な流量が測定できなかったと考えられた。

さらに、令和3年4月~令和4年3月の上記の地域の負荷量と流量の平均値を算出した(表1)。

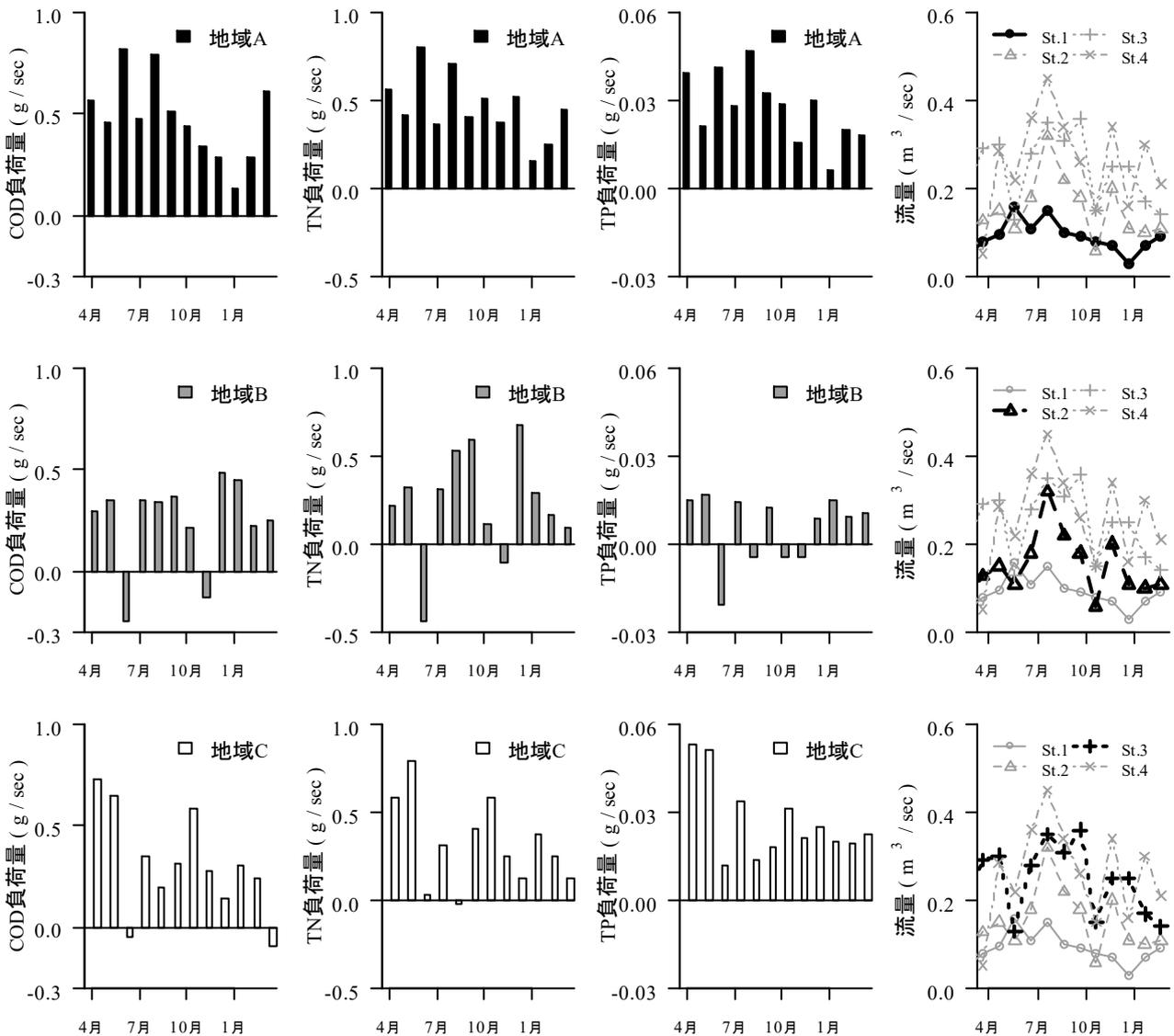


図2 地域A~Cの負荷量およびSt.1~3の流量の月次変化

地域Aの負荷量はCOD、TN、TPともに多い傾向だった。さらに、1月前後に負荷量が少なくなった。また、流量は他地区より少なく、比較の変動が小さかった。

地域Bは、地域A・Cに比べると負荷量が少なめで、また、変動が少なかった。水量の変動傾向

は地域 C と同様だった。

地域 C の負荷量は、地域 A に次いで多かった。流量が多かったため、負荷量も多くなったものと考えられる。

表 1 各地域の平均負荷量及び流量（令和 3 年 4 月～令和 4 年 3 月）

地域または地点	COD (g/s)	TN (g/s)	TP (g/s)	流量 (m ³ /s)
地域 A	0.48	0.46	0.027	(St.1) 0.09
地域 B	0.25	0.23	0.006	(St.2) 0.16
地域 C	0.30	0.32	0.027	(St.3) 0.25
St.b	0.0052	0.001	0.00017	0.0002

St.1～4 の形態別窒素濃度変化を図 3 に示した。各地点とも硝酸態窒素が主であるが、St.1 ではアンモニア態窒素も多かった。また、下流に行くほどアンモニア態窒素は少なくなり、特に夏季に顕著だった。全窒素濃度は St.1 で最も高く、下流に行くほど低下する傾向が見られた。

St.1 は、流量は少ないが、その水質が下流まで影響を強く残していた。負荷量も他地域より多く、St.1 の水質が山王川の水質に大きく影響していることが示唆された。St.1 は主に工業団地からの排水であるため、小規模事業所の規制強化対策の効果は現れ難いと考えられる。

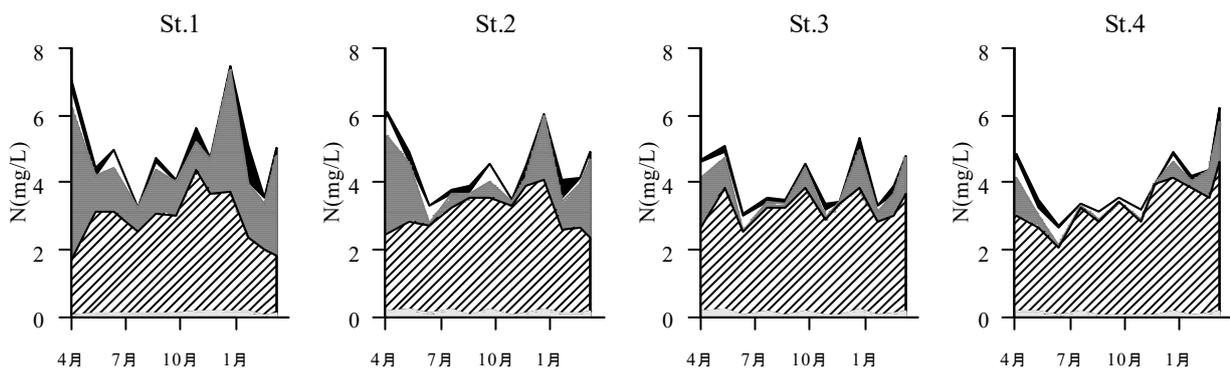


図 3 St. 1～4 の形態別窒素濃度変化（凡例は図 5 参照）

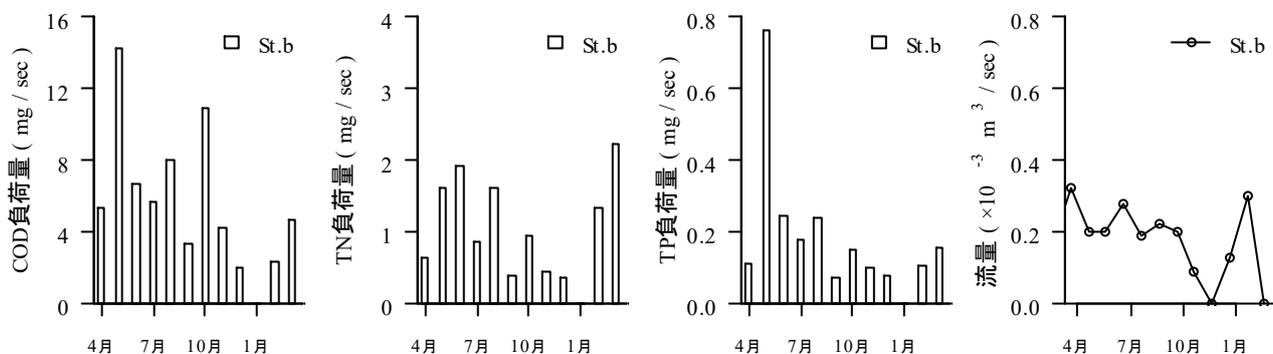


図 4 St. b の各成分負荷量および流量

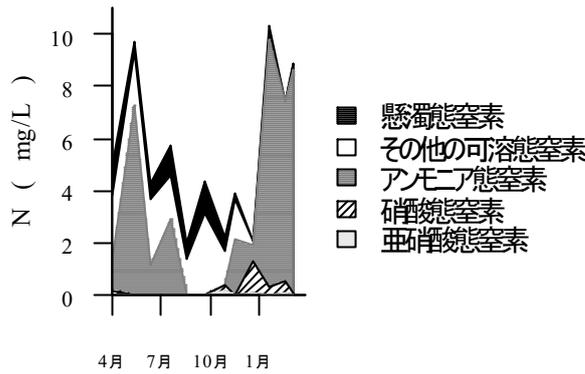


図5 St. bの形態別窒素濃度

St.bの負荷量および流量を図4に、形態別窒素濃度変化を図5に示した。St.bの流量は概ね一定していたが、成分濃度の変動が大きく、負荷量の変化も大きかった。形態別窒素ではアンモニア態とその他の可溶態（主に有機態と考えられる）が多く、ばっ気などの排水処理をされていないものと考えられる。

(2) 24時間調査（12月12日（日）～13日（月））

各地点の流量について、St.1～3では流量はほぼ一定であり、平日／休日および時間帯による変化は見られなかった（図6）。St.4では数時間おきに大きく変化し、時にはSt.3の流量を下回っていることから、霞ヶ浦の水位の影響を受けて正確な流量が測定できなかったと考えられた。St.bでは平日の夜間に流量の減少（水流の停滞）が見られたが、一般的なものか否かはさらに調査・検討が必要である。

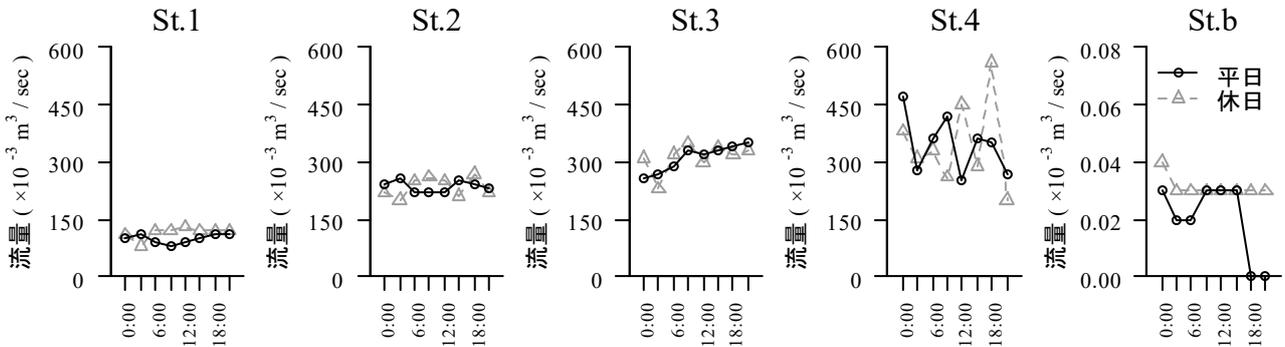


図6 各地点の流量

形態別窒素濃度（図7）について、St.1で平日15時ころにアンモニア態窒素濃度のピークが見られた。St.2では同日18時ころ、St.3では同24時ころにピーク高さは低くなりつつもアンモニア態窒素濃度のピークがみられ、概ね3時間ずつ程度でSt.1～St.3へと流下する様子がとらえられた。

休日にも平日ほど明瞭ではないが15時ころにアンモニア態窒素濃度のピークが見られた。

St.bでは平日の9時ころに、流量の増加と合わせて、その他の溶存態窒素（主に有機態窒素と考えられる）ピークが見られた。

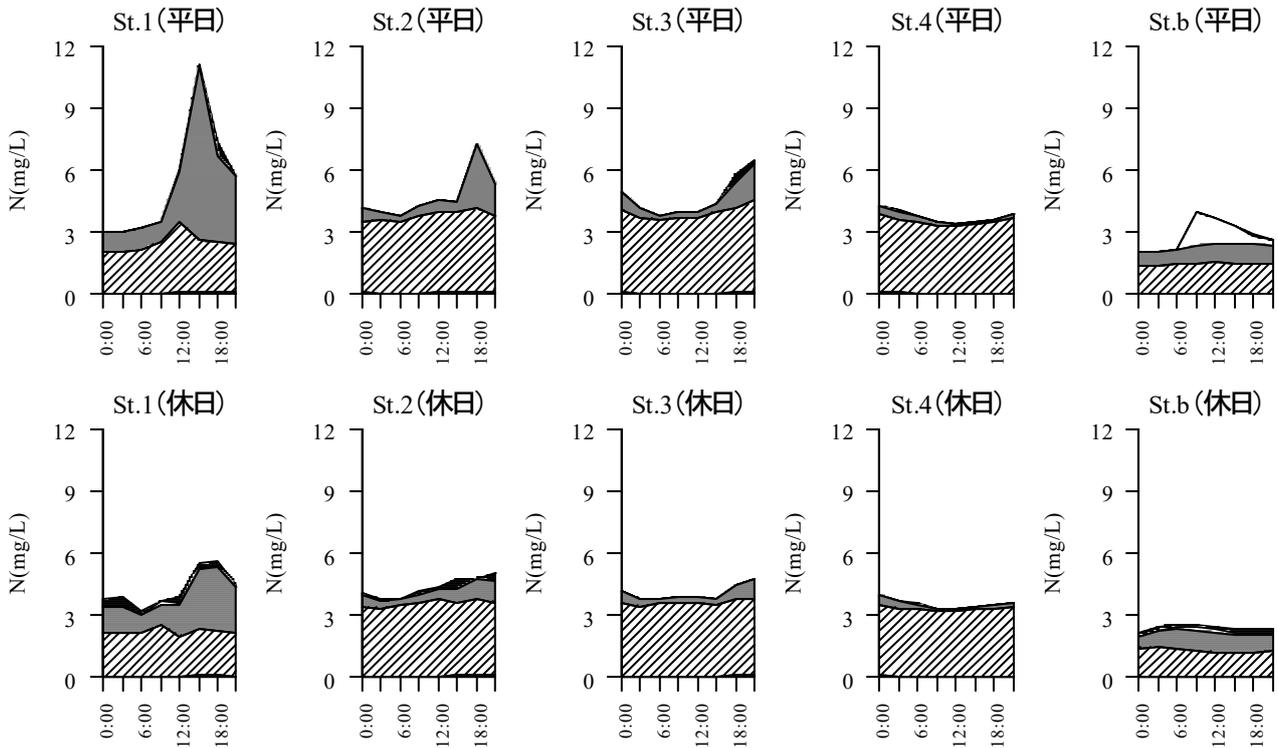


図7 各地点の平日及び休日の形態別窒素濃度の経時変化（凡例は図5参照）

LAS 濃度（図8）について、各地点とも平日より休日に高濃度となる傾向が見られた。St.2 および St.3 では6時ころが最小で、12時頃に最大となった。St.2 および St.3 の流域では12時頃に LAS が排出されているものと考えられ、日中の活動に伴う排出と考えられた。St.4 では18時～翌0時に濃度が上昇しているが、St.3 からの流下と考えられた。

St.b では休日の6時ころに他地点より非常に高濃度のピークが見られ、休日の深夜～早朝の活動による排出が考えられた。

LAS は St.b を含む St.2、St.3 流域での排出が多いことから、小規模事業所の規制強化対策の効果検証の指標となりうると思われる。

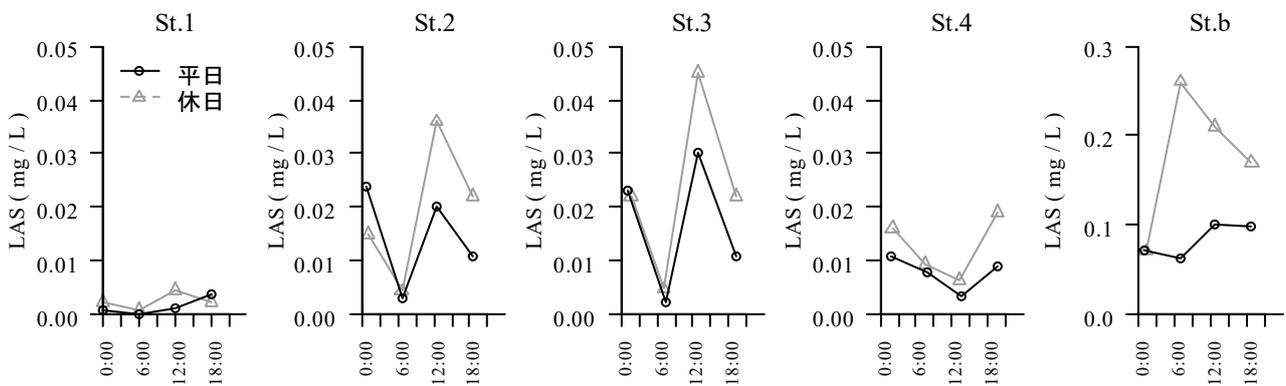


図8 各地点のLAS濃度

1-13 霞ヶ浦流入河川の降雨時流入負荷量調査

1 目的

河川から湖沼に流入する負荷の算出には、河川が増水した出水時の負荷を考慮しないと過小評価する可能性が高いとされており、湖沼の水質管理において、出水時の負荷を把握することが重要である。しかし、近年では、霞ヶ浦流入河川の出水時における負荷量調査は限られた回数しか実施されておらず、霞ヶ浦への流入負荷を算出する上で、近年の状況を反映できていない可能性がある。

そこで、本調査では、恋瀬川において出水時における水質調査を実施し、霞ヶ浦への流入負荷に関する基礎資料を得ることを目的とした。

2 調査概要

(1) 調査河川及び調査地点

本調査では、西浦に流入する恋瀬川を対象とした。調査地点は、環境基準点の「平和橋」と、その上流部に位置する「栗田橋」とした(図1)。

(2) 調査方法

各地点において、降雨が始まる前に採水を開始し、降雨開始後48時間まで約2時間間隔で採水した(計25回以上)。調査は、表1に示す4回の降雨を対象に実施した。

(3) 調査項目

調査項目は、現地測定項目が流量、水温、pH、電気伝導度(EC)、透視度、水質分析項目が浮遊物質(SS)、化学的酸素要求量(COD)、溶存態COD(dCOD)、溶存態有機炭素量(DOC)、全窒素(TN)、溶存態TN(DTN)、各態窒素(NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N)、全りん(TP)、溶存態TP(DTP)、りん酸態りん(PO₄-P)である。なお、各項目の負荷量は2時間毎の流量と水質濃度の積から算出した。



図1 調査地点

表1 調査期間と降雨の概要

	調査期間	総降水量	最大降雨強度	先行晴天日数
		(mm)	(mm/2h)	(日)
第1回	2021年9月17日～9月19日	71.5	18.5	8
第2回	2021年10月25日～10月27日	37.5	12.5	3
第3回	2021年11月21日～11月23日	26.0	5.5	12
第4回	2022年2月19日～2月21日	16.5	5.0	5

3 結果

第1～4回の調査におけるCODと降水量の推移を、それぞれ図2(a)～(d)に示す。CODは、いずれの調査においても、降雨後に上昇がみられた。総降水量及び最大降雨強度が最も大きい第1回調査の結果をみると、濃度の上昇は平和橋よりもその上流部に位置する栗田橋のほうが早かったが、調査期間中の最大濃度は平和橋が20 mg/L、栗田橋が21 mg/Lであり、ほとんど変わらなかった。また、総降水量及び最大降雨強度が最も小さい第4回調査では、CODの最大濃度はそれぞれ6.4 mg/L、7.4 mg/Lであり、第1回と比べて約3倍の濃度差があった。

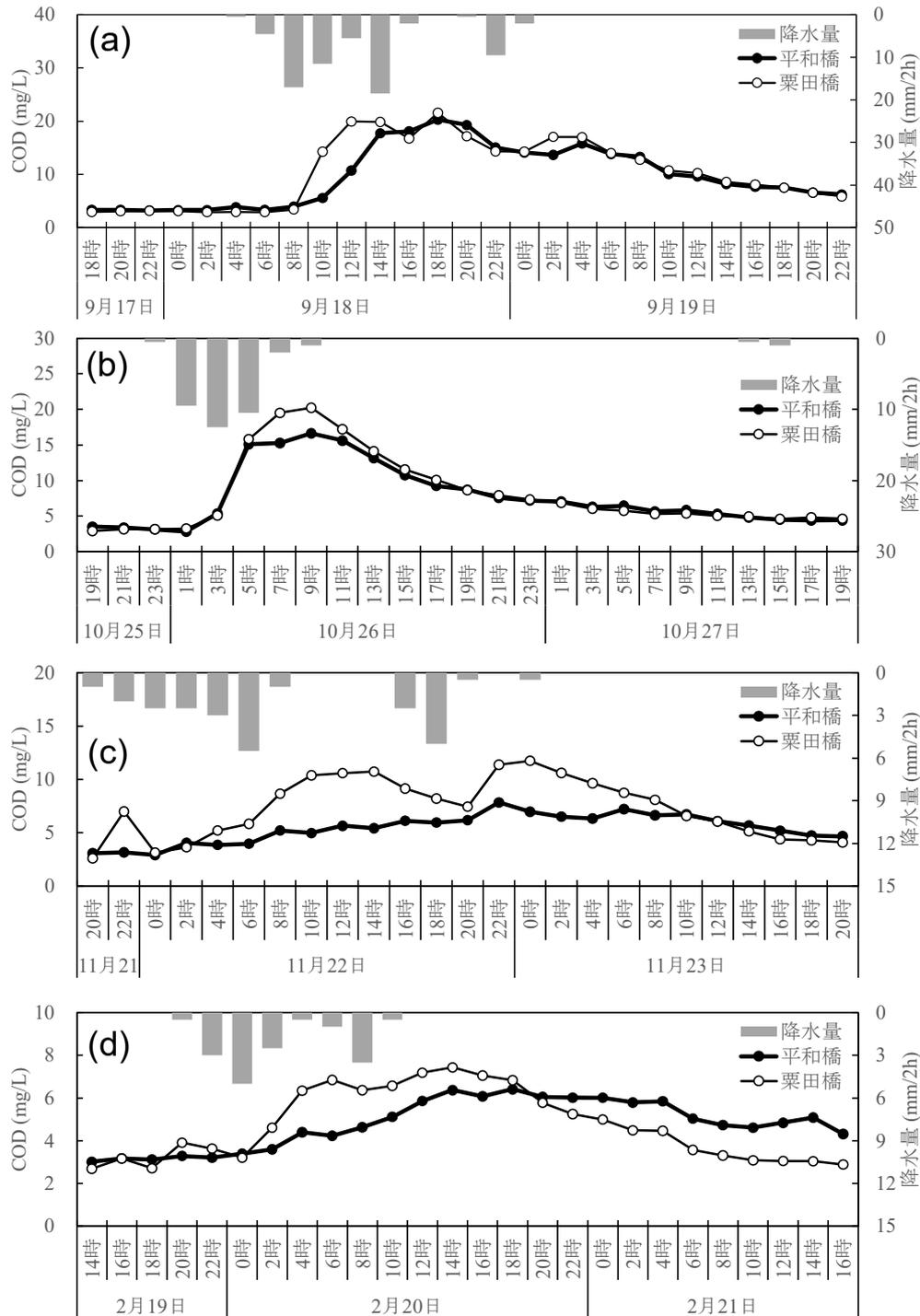


図2 CODと降水量の推移 ((a)～(d)はそれぞれ第1～4回調査)

次に、第1～4回の調査におけるTNと降水量の推移を、それぞれ図3(a)～(d)に示す。TN濃度の推移は、いずれの調査でも、平和橋では降雨後に低下、栗田橋では横ばいの傾向があった。このため、降雨前には栗田橋よりも平和橋で高かったTN濃度が、降雨後には両者が同程度で推移した。一方、TP濃度の推移(図4(a)～(d))は、降雨前は両者の濃度差は小さかったが、降雨後に濃度差が大きくなった。特に、総降水量及び最大降雨強度が小さい第3回及び第4回でその差は大きく、最大で0.2 mg/L(第3回調査)の濃度差があった。

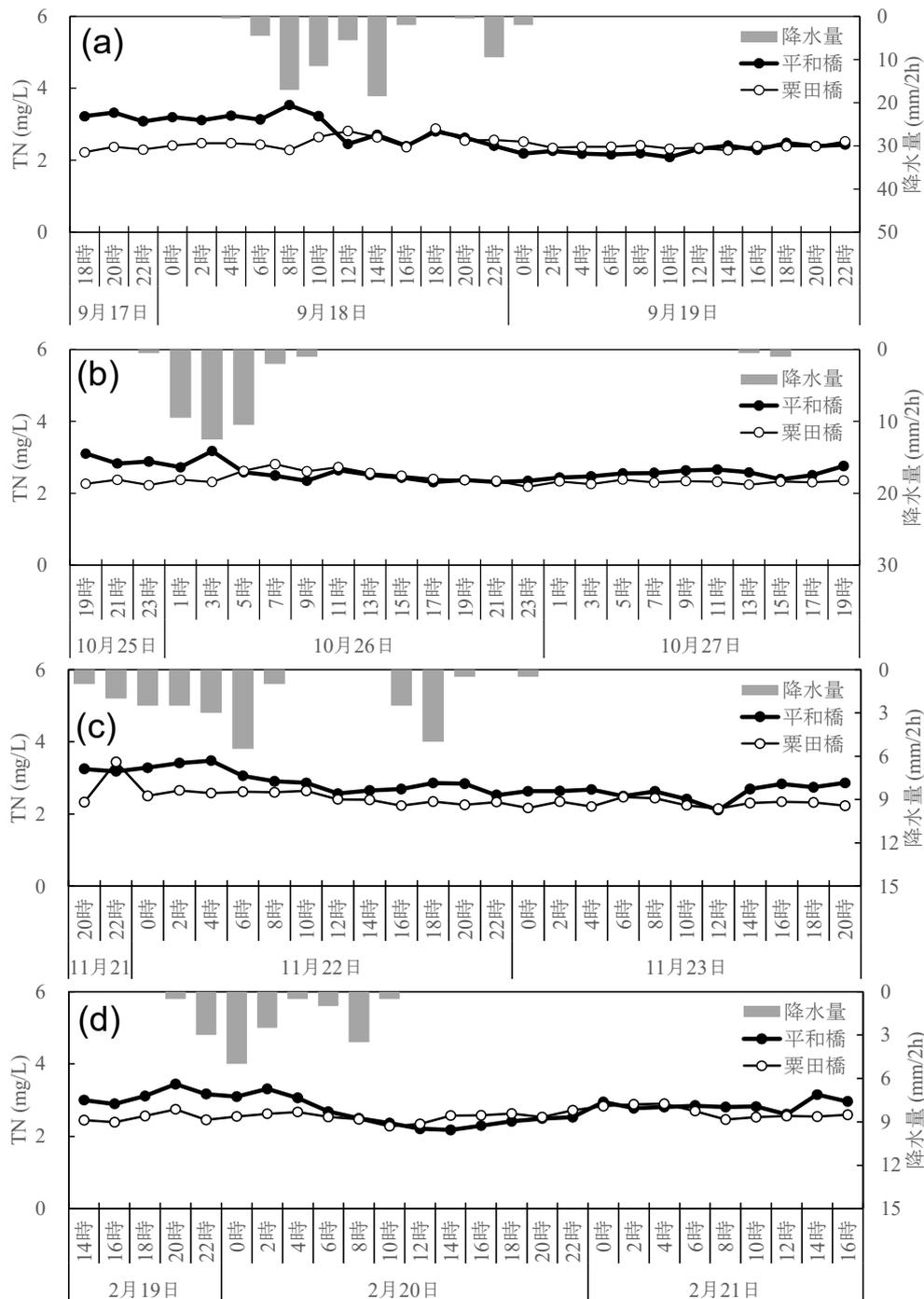


図3 TNと降水量の推移 ((a)～(d)はそれぞれ第1～4回調査)

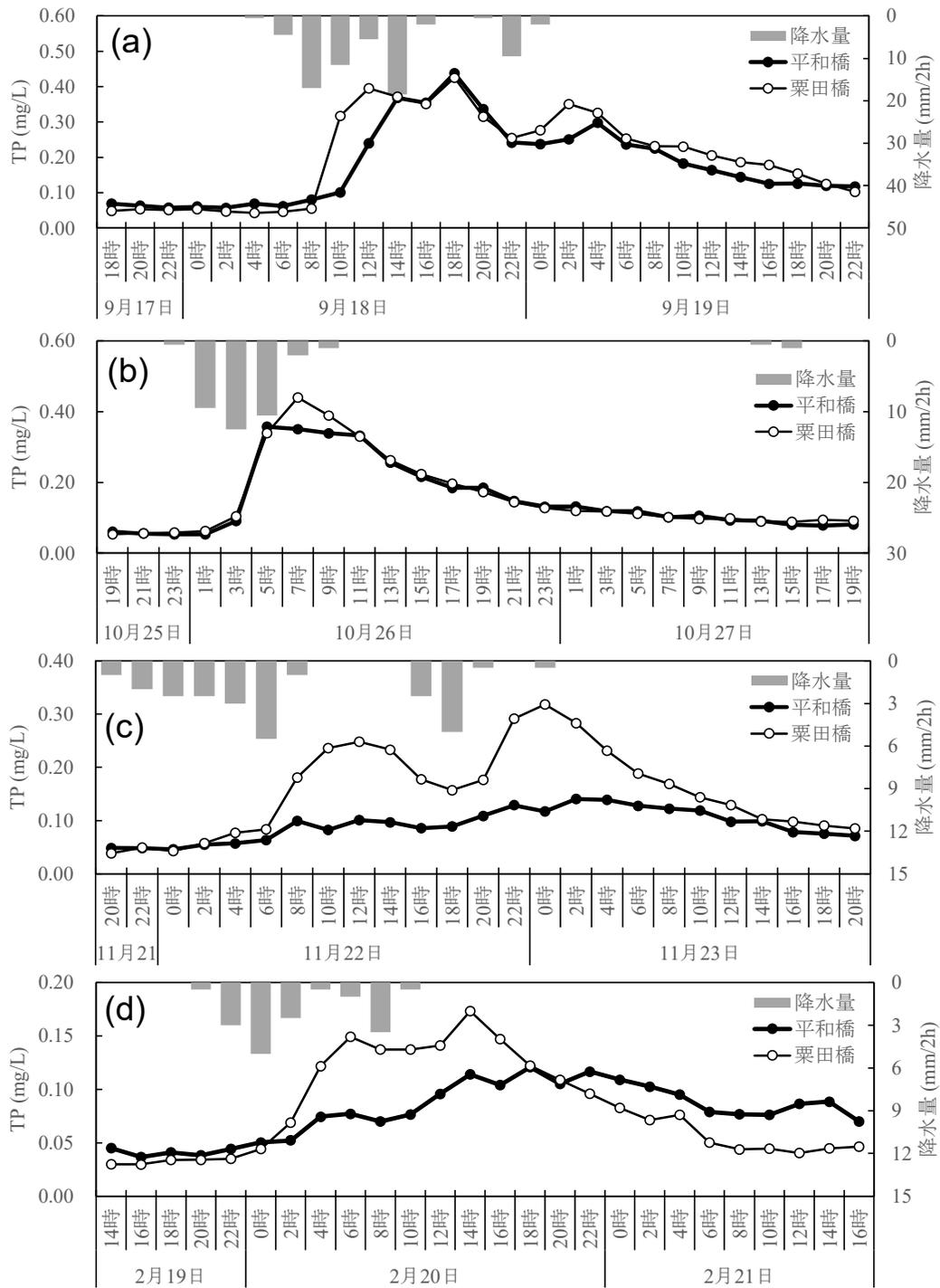


図4 TP と降水量の推移 ((a)~(d)はそれぞれ第1~4回調査)

1-14 霞ヶ浦流域重点対策推進事業

1 はじめに

新川は土浦市街地を流れる霞ヶ浦流入河川であり、窒素やりん濃度が高い状況が問題となっている。本事業では、新川の定期調査によって、新川の水質の特徴を明らかにし、桜川から新川への河川水導入による新川の水質改善実験を春季と夏季に実施し、水質改善効果を検証した。

2 方法

(1) 新川定期調査

① 調査期間：令和2年4月から令和3年3月まで

② 調査地点と調査回数（図1）

本川7地点、支川1地点の合計8地点の表層水を対象に月1回、計12回

③ 分析項目

流量、浮遊物質（SS）、透視度、化学的酸素要求量（COD）、全窒素（TN）、各態窒素（NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N）、全りん（TP）、りん酸態りん（PO₄-P）等の合計16項目を対象とした。

(2) 桜川からの導水による水質改善効果検証調査（導水調査）

① 調査期間：春季調査 令和3年6月8日～6月15日

夏季調査 令和3年8月3日～8月11日

② 導水ポンプ稼働条件

：最大ポンプ容量9.0 m³/min/機を1機稼働

春季調査 調査第1日目の午前11時頃から1日間連続運転

夏季調査 調査第1日目の午前11時頃から3日間連続運転

③ 調査地点：桜川導水ポンプ取水口、新川本川4地点の合計5地点の表層水（図1）

④ 調査頻度：春季調査 導水開始直前、導水1日（導水終了時）、導水終了後1日、2日、6日
St. 15に自動採水器を設置し、調査期間中6時間間隔で採水

夏季調査 導水開始直前、導水1日、2日、3日（導水終了時）、導水終了後1日、5日（導水後5日目の採水は雨天により中止した）
St. 15に自動採水器を設置し、調査期間中6時間間隔で採水

⑤ 分析項目：(1)と同じ

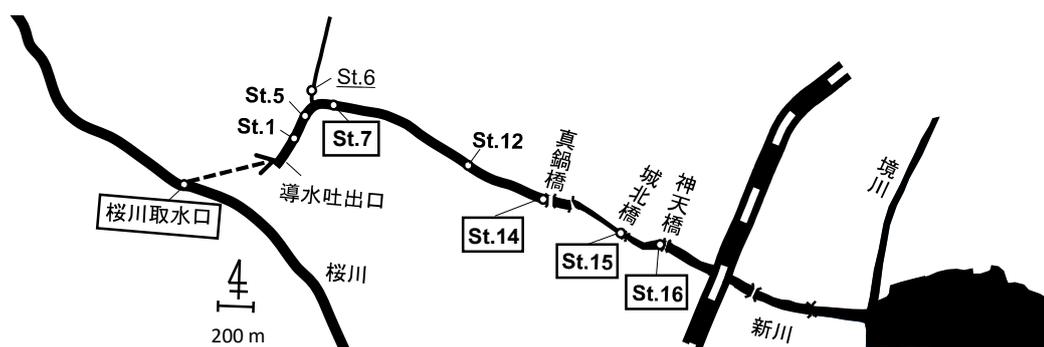


図1 新川の調査地点

枠付きの調査地点は導水調査の調査地点、下線付きの調査地点は支川を示す

3 結果と考察

(1) 新川定期調査

各地点の水質の年平均値を表 1 に示す。SS や COD は、上流から下流にかけて、増加もしくは減少の傾向はみられなかった。TP は、上流域である地点 St. 1 や St. 5 で高く、支川の St. 6 や、本川の St. 7 からの下流域で低下していた。

急激に水質が改善される St. 5 から St. 7 に注目し、TP、TN の濃度の経月変化を図 2 に示した。St. 6 を流れる支川は St. 5 と St. 7 の間で合流している。本川 St. 5 では、TP、TN 濃度は変動が大きく値も高かったが、St. 7 では急激に低下していた。St. 6 の流量は St. 5 の 1.5 倍近くあり、TP、TN 濃度は低かった。St. 7 の TP、TN 濃度の変動は St. 6 と同調していること、St. 7 の TP、TN 濃度は St. 5 と比べ大きく改善することから、St. 6 の流れる支川が下流に影響していることが考えられる。

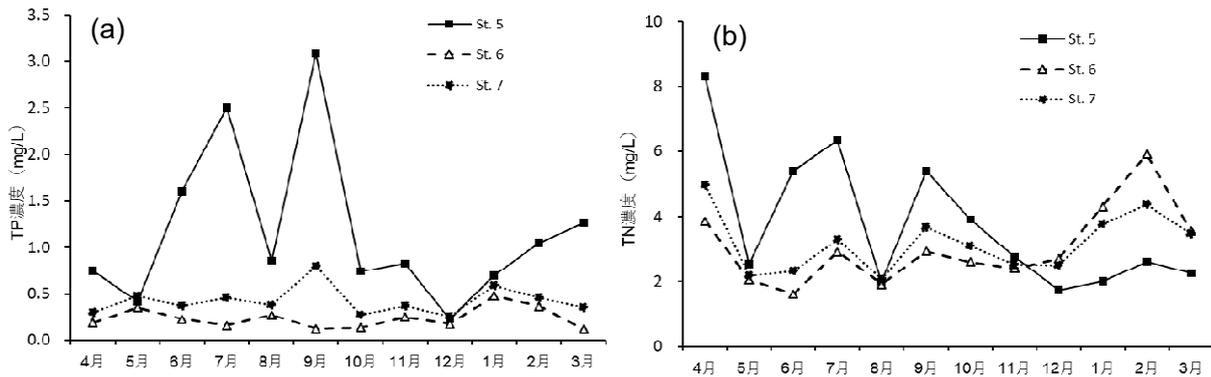


図 2 St. 5、St. 6、St. 7 の TP、TN 濃度の経月変化 (a) TP 濃度、(b) TN 濃度

表 1 新川各調査地点における水質の年平均値(令和 3 年度)

地点	流量 (m^3/s)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/L)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	$\text{PO}_4\text{-P}$ (mg/L)
St. 1	0.023	16	7.9	3.21	3.05	0.44	0.12	2.26	0.967	0.822	0.810
St. 5	0.044	15	9.7	3.77	3.65	0.52	0.11	2.75	1.167	0.960	0.956
St. 6	0.066	35	10.8	3.07	2.76	2.15	0.05	0.38	0.238	0.085	0.067
St. 7	0.089	29	10.1	3.19	2.95	1.85	0.07	0.78	0.424	0.241	0.229
St. 12	0.331	22	8.4	3.05	2.87	1.92	0.08	0.73	0.267	0.096	0.082
St. 14	0.161	17	8.1	2.84	2.72	1.87	0.07	0.60	0.231	0.085	0.070
St. 15	停滞*	27	12.3	3.10	2.57	1.83	0.06	0.44	0.283	0.083	0.065
St. 16	停滞*	17	9.9	2.83	2.46	1.79	0.05	0.39	0.218	0.082	0.064

*調査の過半数回で停滞が記録された地点を示す

(2) 導水調査

① 春季調査 (図 3 a、表 3)

桜川の水質は、いずれの項目も新川の水質より低かった。導水ポンプを稼働させると、上流域の St. 7 では、導水終了時点で TN、TP は約 20% 程度改善されていたが、終了後 1 日で効果は消失していた。一方で、下流域の 3 地点 (St. 14、St. 15、St. 16) では、上流地点のような濃度低下はみられなかった。春季調査では、下流域に植物プランクトンの増殖が観察され、日中の水温の上昇に伴い、Chl.a、TN、TP の値が高くなる傾向がみられた。温度上昇によって植物プランクトンが増殖し、導水の河川水の希釈効果を打ち消したと考えられる。

② 夏季調査 (図3b、表4)

桜川の水質は、いずれの項目も新川の水質より低かった。上流域の St. 7 では、導水終了時点で全ての項目で水質が改善されていたが、導水期間の長さにかかわらず、終了後1日でほとんど効果は消失した。一方、下流域の St. 14、St. 15 では、導水開始前から導水2日目にかけて COD、TN が大幅に低下していた。St. 15 における6時間毎の採水結果では、ポンプによる底泥の巻き上げりを観測してしましたが、底泥の影響がない TN の経時変化から、導水から1日以内に水質が低下し、導水中低濃度を維持していることがわかった。また、下流域の St.16 では、導水前に Chl-a が高濃度で観測されたが、導水1日目には半減し、導水終了後1日経過時でも低い値を維持していた。このように、1日間導水を実施した春季調査では水質改善効果は小さかったが、夏季調査で3日間導水を実施することで、水質が改善されると考えられる。

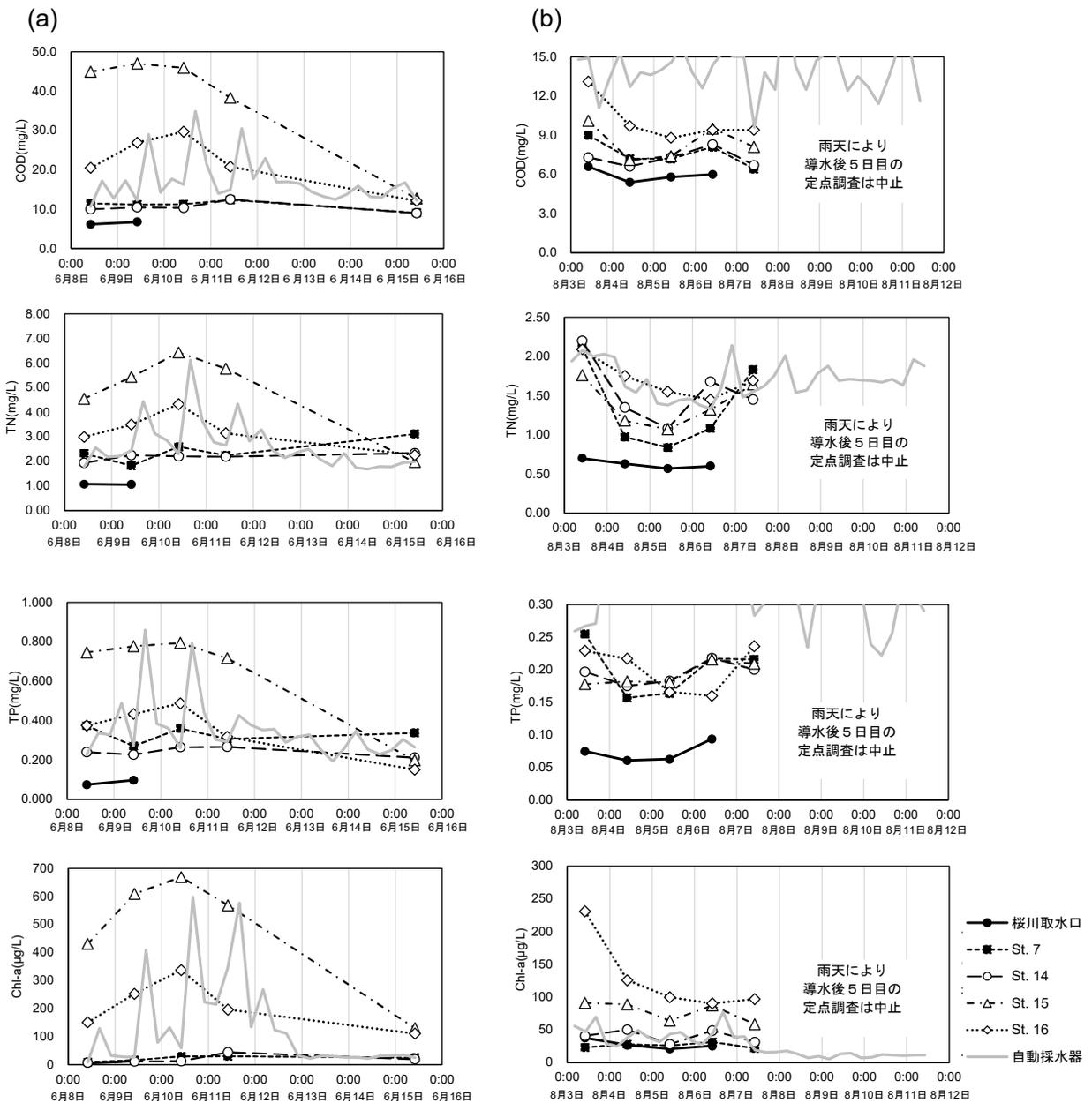


図3 各地点の水質の変化 (a) 春季調査、(b) 夏季調査

表3 春季調査における各地点の水質の変化（導水直前時からの低下率）

	地点名	導水直前	導水終了時		終了後1日		終了後2日		終了後6日	
			値	低下率	値	低下率	値	低下率	値	低下率
COD (mg/L)	桜川取水口	6.2	6.8	—	—	—	—	—	—	—
	St. 7	11.5	11.2	3%	11.3	2%	12.4	-8%	9.1	21%
	St. 14	10	10.5	-5%	10.4	-4%	12.5	-25%	9	10%
	St. 15	44.9	47	-5%	45.9	-2%	38.3	15%	12.7	72%
	St. 16	20.5	26.9	-31%	29.7	-45%	20.8	-1%	12.1	41%
TN (mg/L)	桜川取水口	1.07	1.06	—	—	—	—	—	—	—
	St. 7	2.32	1.82	22%	2.59	-12%	2.24	3%	3.11	-34%
	St. 14	1.94	2.25	78%	2.2	78%	2.19	78%	2.33	77%
	St. 15	4.54	5.42	-19%	6.42	-41%	5.77	-27%	1.97	57%
	St. 16	2.99	3.49	-17%	4.32	-44%	3.14	-5%	2.26	24%
TP (mg/L)	桜川取水口	0.074	0.097	—	—	—	—	—	—	—
	St. 7	0.374	0.271	28%	0.36	4%	0.307	18%	0.337	10%
	St. 14	0.24	0.227	5%	0.265	-10%	0.267	-11%	0.212	12%
	St. 15	0.746	0.778	-4%	0.795	-7%	0.717	4%	0.198	73%
	St. 16	0.374	0.433	-16%	0.488	-30%	0.317	15%	0.151	60%
Chl-a (μ g/L)	桜川取水口	5	13	—	—	—	—	—	—	—
	St. 7	9	16	-78%	30	-233%	30	-233%	25	-178%
	St. 14	8	11	-38%	13	-63%	44	-450%	19	-138%
	St. 15	430	609	-42%	669	-56%	568	-32%	130	70%
	St. 16	151	252	-67%	337	-123%	21	86%	111	26%

表4 夏季調査における各地点の水質の変化（導水直前時からの低下率）

	地点名	導水直前	導水1日		導水2日		導水終了時		終了後1日	
			値	低下率	値	低下率	値	低下率	値	低下率
COD (mg/L)	桜川取水口	6.6	5.4	—	5.8	—	6.0	—	—	—
	St. 7	9	7.2	20%	7.2	20%	8.1	30%	6.4	29%
	St. 14	7.3	6.6	10%	7.3	0%	8.3	17%	6.7	8%
	St. 15	10.1	7.1	30%	7.4	27%	9.5	79%	8.1	20%
	St. 16	13.1	9.7	26%	8.8	33%	9.4	54%	9.4	28%
TN (mg/L)	桜川取水口	0.70	0.63	—	0.57	—	0.60	—	—	—
	St. 7	2.11	0.97	54%	0.84	60%	1.08	53%	1.83	13%
	St. 14	2.2	1.35	82%	1.08	85%	1.68	83%	1.45	80%
	St. 15	1.76	1.18	33%	1.07	39%	1.32	71%	1.64	7%
	St. 16	2.09	1.75	16%	1.55	26%	1.45	52%	1.69	19%
TP (mg/L)	桜川取水口	0.075	0.061	—	0.063	—	0.094	—	—	—
	St. 7	0.255	0.157	38%	0.164	36%	0.217	42%	0.216	15%
	St. 14	0.197	0.175	11%	0.183	7%	0.218	9%	0.12	39%
	St. 15	0.229	0.217	5%	0.166	28%	0.16	79%	0.2	13%
	St. 16	0.229	0.217	5%	0.166	28%	0.16	57%	0	100%
Chl-a (μ g/L)	桜川取水口	38	27	—	21	—	26	—	—	—
	St. 7	23	28	-22%	26	-13%	32	-256%	22	4%
	St. 14	41	50	-22%	28	32%	49	-513%	31	24%
	St. 15	91	89	2%	64	30%	87	80%	59	35%
	St. 16	231	126	45%	100	57%	9	94%	97	58%

(3) 新川水質予測モデルによる導水の浄化効果検証

新川の水質調査結果及び、導水調査で得られた結果より、新川水質予測モデルを構築し、導水条件を変更した際の新川の水質影響について検討した。

導水条件のケースを表5に示す。現実的なポンプ運転条件を踏まえてポンプ稼働時間を平日8時間とする①～④の4ケースに加え、連続的に導水を行う⑤を設定した。また「導水なし」ケースを別途計算した。なお、導水の水質改善効果を正確に評価するために、毎月ごとの無降雨または少雨の1週間を抽出して評価した。

各導水条件での改善率の比較をするにあたり、滞留が頻繁に確認されCODが高い地点15(表層)に注目した。地点15での「導水なし」からのCOD、TN、TPの各導水条件の最大改善率とその値を記録した無降雨または少雨の1週間を有する月、そして、各月のデータから算出した年平均改善率を表6に示した。また、地点15での「導水なし」の計算結果の月次変動と、効果が最も小さかった導水④を除く各導水条件の水質改善率を示したデータを図4に示した。なお、植物プランクトンの増殖が観察された令和3年6月のデータは除いた。

年平均改善率は、COD、TN、TPのいずれの項目においても導水⑤(0.2 m³/s・24hr 週7日)が最も高く、特にTN、TPは導水なしの半分以下となっていた。続いて導水①(0.2 m³/s・8hr 週5日)が導水⑤の半分程度の改善率となっており、さらに導水量を下げると、導水②(0.1 m³/s・8hr 週5日)と導水③(0.2 m³/s・8hr 週2日)の改善率は導水①の約半分程度となった。また、導水②と導水③の改善率は同程度となることが分かった。もっとも導水量の少ない④(0.1 m³/s・8hr 週2日)では、導水①の約4分の1程度であった。

過去にアオコの発生が見られた夏季(7月～9月)においても、改善率は年間での試算と同様の傾向となり、導水⑤では、COD、TN、TPともに削減率は4割程度となっていた。

表5 導水条件変更時の運転条件

条件	流量	導水時間	導水頻度・時間
①	0.2 m ³ /s	8時間(9時～17時)	週5回
②	0.1 m ³ /s		(月曜日～金曜日)
③	0.2 m ³ /s		週2回
④	0.1 m ³ /s		(月曜日・木曜日)
⑤	0.2 m ³ /s	24時間	週7日

※導水実験時の流量は0.2 m³/sである。

表6 各導水条件における水質及び改善率

導水条件	年間平均			夏季(7月～9月)平均		
	COD	TN	TP	COD	TN	TP
なし	6.8mg/L	3.83 mg/L	0.205 mg/L	9.0mg/L	2.53 mg/L	0.173 mg/L
① 0.2 m ³ /s・8hr 週5日	5.8mg/L (14%)	2.83 mg/L (26%)	0.155 mg/L (24%)	6.8mg/L (24%)	1.90 mg/L (25%)	0.130 mg/L (25%)
② 0.1 m ³ /s・8hr 週5日	6.2mg/L (9%)	3.23 mg/L (16%)	0.177 mg/L (13%)	7.6mg/L (16%)	2.17 mg/L (14%)	0.147 mg/L (15%)
③ 0.2 m ³ /s・8hr 週2日	6.3mg/L (8%)	3.19 mg/L (17%)	0.174 mg/L (15%)	8.0mg/L (11%)	2.23 mg/L (12%)	0.157 mg/L (10%)
④ 0.1 m ³ /s・8hr 週2日	6.5mg/L (4%)	3.49 mg/L (9%)	0.192 mg/L (6%)	9.4mg/L (6%)	2.33 mg/L (8%)	0.163 mg/L (6%)
⑤ 0.2 m ³ /s・24hr 週7日	5.0mg/L (26%)	2.11 mg/L (45%)	0.117 mg/L (43%)	5.4mg/L (40%)	1.46 mg/L (42%)	0.100 mg/L (42%)

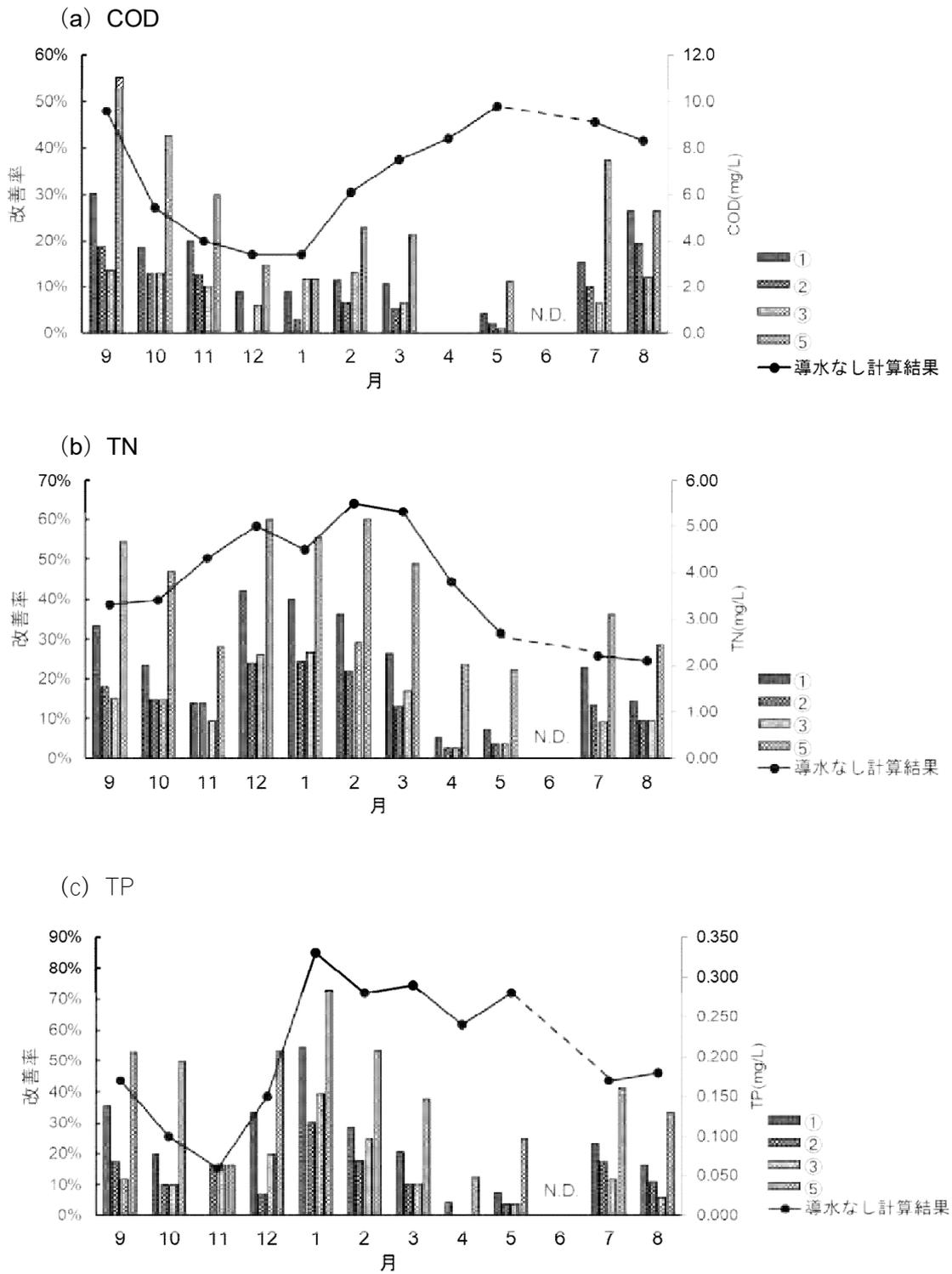


図4 導水なしの計算結果と導水条件①②③④⑤の水質改善率
(a) COD、(a) TN、(a) TP

1-15 霞ヶ浦農業環境負荷低減栽培技術推進事業

1 目的

霞ヶ浦への農業由来の環境負荷を削減するために、農業技術課及び農業総合センター、普及センター等と共同で、栽培技術の改良、普及、意識醸成及び広報活動に取り組んでいる。当センターではハス田から霞ヶ浦への現状の負荷状況を明らかにすることを目的とし、霞ヶ浦流域の主だった地区のハス田群を対象に、ハス田群への流入負荷量と、ハス田群からの流出負荷量を調査した。

2 方法

西浦湖岸の土浦市手野地区及び小美玉市下玉里地区のハス田群（図 1）において、流入・流出する水量及び水質の調査を行った。

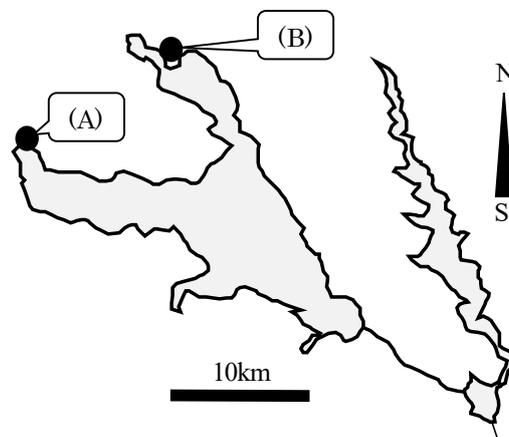


図 1 調査地区地図

(1) 調査地区

(A) 手野地区

- ・調査地区：土浦市手野地区（148.6ha）
- ・調査期間：令和 3 年 4 月～令和 4 年 3 月（調査は平成 29 年 4 月から行ったが機器の不具合等による欠測があったため、連続した 1 ヶ年で整理した）
- ・作付作物：レンコン
- ・備考：用水路から排水路へ常時直接水が流入。排水路と霞ヶ浦間の水門は通常は開放され、水位差により自然流入／流出する。また、各ほ場はコンクリート製の畦畔で区切られる

(B) 下玉里地区

- ・調査地区：小美玉市下玉里地区（10.2ha）
- ・調査期間：平成 31 年 4 月～令和 4 年 3 月
- ・作付作物：レンコン
- ・備考：毎年 11 月下旬～3 月中旬は揚水機場の運転を休止する。用水口のない圃場もあり、上手のほ場から下手のほ場への田越しの水移動有り。排水路に多量の土砂が堆積。

(2) 調査項目

水量：機場揚水量は機場の運転記録から算出した。降水量は気象庁アメダスデータ（手野地区は土浦、下玉里地区は美野里）を用い、蒸発散量はペンマン法により求めた。

また、収穫時の掘取水の量は文献値より年間 319mm とし、茨城県の東京都中央卸売市場への出荷数量比により各月ごとに案分した。その他の流入・流出水量は流速計等による測定値および差引により算出した。

水質：SS、COD、窒素、りん濃度等进行分析

3 結果の概要

流入水量の合計は手野地区で 3,625mm、下玉里地区で 2,656mm と、手野地区が多く、下玉里地区が少なかった。手野地区は用水路からの流入が 1,371mm と多く、そのため排水量も 2,461mm と多くなった。下玉里地区は園部川からの取水量が 956mm で、排水量も 1,505mm と、手野地区より少なくなったが、これは下玉里地区では 11 月下旬～3 月中旬の約 4 ヶ月間は揚水を行わないためと考えられる（図 2、3）。

手野地区に比べると、下玉里地区の排水は SS 濃度が高く、COD、窒素、りんでも懸濁態成分濃度が高かった。懸濁態成分を除くと、手野地区と下玉里地区で各物質濃度は同程度だった。なお、手野地区は下玉里地区に比べ硝酸態窒素濃度が高かった（図 4）。

各物質とも流入負荷量は手野地区が下玉里地区より多かった。排出負荷量は SS、COD および窒素で下玉里地区、りんで手野地区の方が多く、差引排出負荷量は SS および COD で下玉里地区、窒素およびりんで手野地区の方が多くなった。特に下玉里地区は SS の排出が多かった（図 5）。

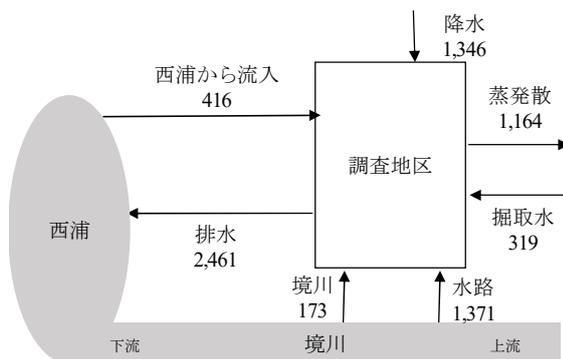


図 2 手野地区の年間水収支 (mm)

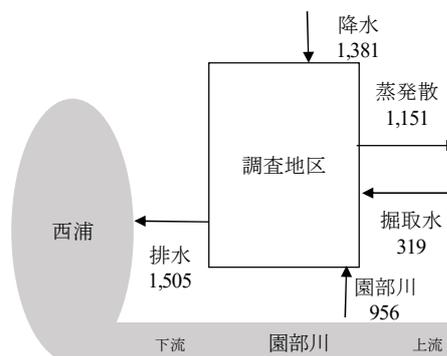


図 3 下玉里地区の平均年間水収支 (mm)

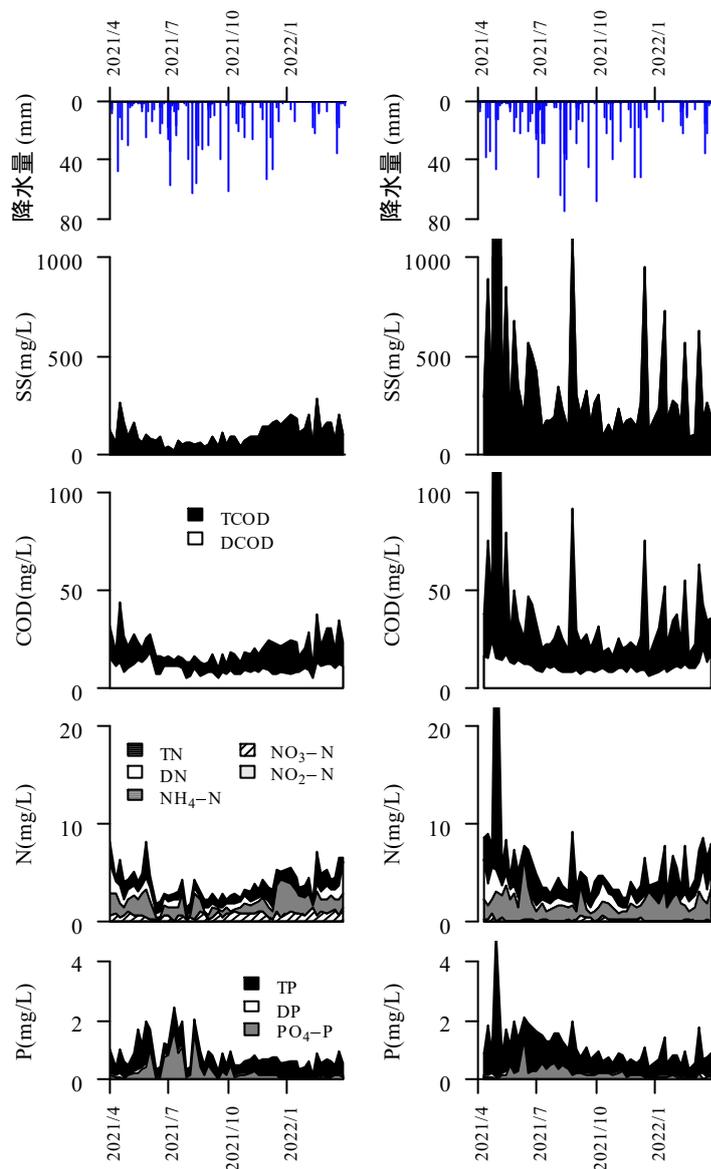


図4 排水の水質変動

(2021年度。左図が手野地区、右図が下玉里地区。また、横軸ラベル位置は各月1日を示す。)

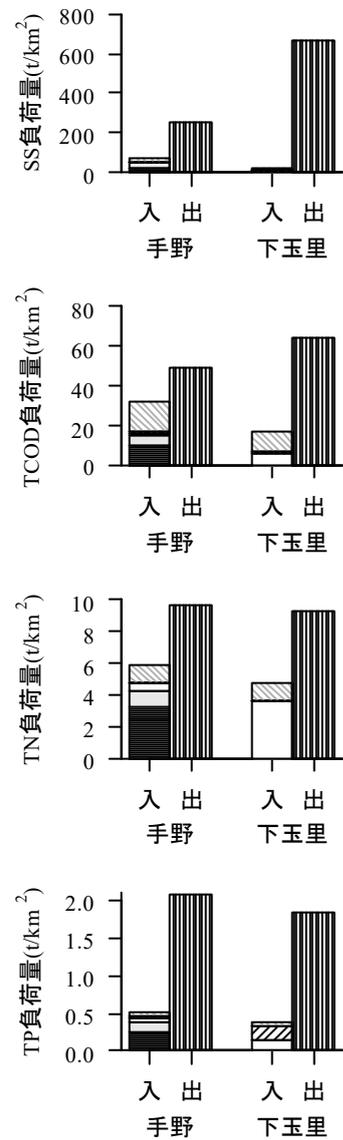
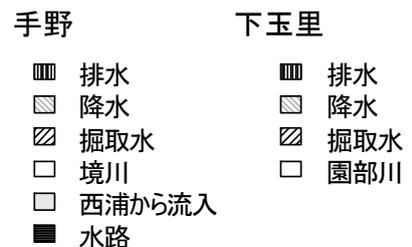


図5 年間負荷量

(「入」は流入負荷量、「出」は排出負荷量を示す。手野地区は1ヶ年、下玉里地区は3ヶ年平均。各要素は以下の通り。)



1-16 澗沼の水質保全に関する調査研究事業

1 目的

澗沼では、平成12年3月に第1期水質保全計画を策定し、水質目標を定めて総合的な水質保全対策を実施してきた。種々の水質浄化対策を講じることによって水質は徐々に改善されてきたが、依然として環境基準の達成には至っていない状況であり、令和3年3月に「澗沼水質保全の対応方針」を策定し、引き続き、水質保全対策を実施している。本事業は、継続的な湖内水質調査及びプランクトン調査等により、水質汚濁機構の解明や水質予測シミュレーションの精度の向上、さらには効果的な水質保全対策検討のための基礎資料を得ることを目的としている。

2 調査方法

(1) 水質調査

- ・調査期間：令和3年4月から令和4年3月
- ・調査地点：湖内8地点の上層（水面下0.5m）及び下層（湖底上0.5m）、下流の澗沼川（大貫橋、澗沼橋）の2地点、上流の澗沼川（高橋）及び澗沼前川（長岡橋）の表層（**図1**のとおり）。
- ・調査項目：透明度、水温、pH、電気伝導率（EC）、溶存酸素量（DO）、浮遊物質（SS）、化学的酸素要求量（COD）、溶存態COD（dCOD）、全有機炭素量（TOC）、溶存態TOC（DOC）、全窒素（TN）、溶存態TN（DTN）、各態窒素（NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N）、全りん（TP）、溶存態TP（DTP）、りん酸態りん（PO₄-P）、クロロフィルa（Chl.a）、イオン状シリカ（Si）

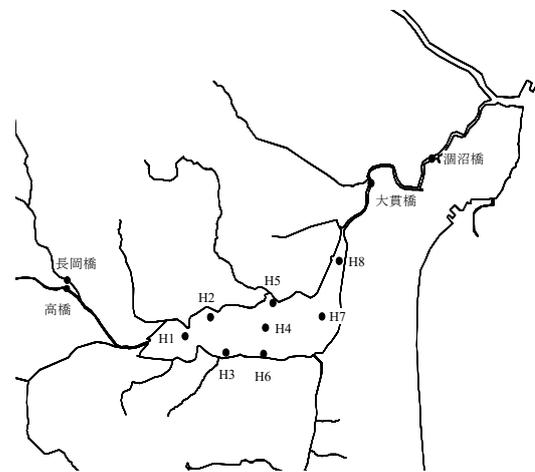


図1 調査地点

(2) プランクトン調査

- ・調査期間：(1)と同じ
- ・調査地点：H1、4、7の3地点（H1及びH7の動物プランクトンは2か月に1回実施）
- ・調査方法：植物プランクトンの細胞数及び総細胞体積、動物プランクトンの個体数

3 結果の概要

(1) 水質

図2に湖内全地点平均のCODの月別推移を示す。CODは、上下層ともに過去平均値と比較して10～12月にやや高めだったものの、そのほかの月は低め～同程度で推移した。年度平均値は、上層が6.0 mg/L、下層が5.5 mg/Lで、前年度（5～3月の平均値；上層5.9 mg/L、下層5.4 mg/L）と比較して上下層とも高い値となった。

次に、湖内全地点平均のTNの月別推移を**図3**に示す。TNは、上下層ともに過去平均値と比較して、9月までは高く、10月以降は低め～同程度に推移した。年度平均値は、上層が1.60 mg/L、下層が1.54 mg/Lであり、前年度（5～3月の平均値；上層1.56 mg/L、下層1.46 mg/L）と比べて上下層ともに高かった。TPの月別推移（**図4**）については、上下層ともに7～8月が過去平均値より低かったが、そのほかの月は過去平均値と同程度で推移

した。年度平均値は、上層が 0.092 mg/L、下層が 0.104 mg/L で、前年度（5～3月の平均値；上層 0.100 mg/L、下層 0.110 mg/L）と比較して上下層ともに低くなった。

Chl.a の月別推移（図5）は、過去平均値と比べて、同程度～高めに推移した（3月を除く）。年度平均値は、上層が 70 μg/L、下層が 58 μg/L で、前年度（5～3月の平均値；上層 83 μg/L、下層 67 μg/L）と比較して上下層ともに低くなった。

Clの月別推移（図6）は、上下層とも7～9月に<0.5 g/L まで低下したが、その期間以外は、同程度で推移した。年度平均値は、上層が 3.6 g/L、下層が 4.9 g/L で、前年度（5～3月の平均値；上層 4.3 g/L、下層 5.9 g/L）と比較して上下層ともに低くなった。

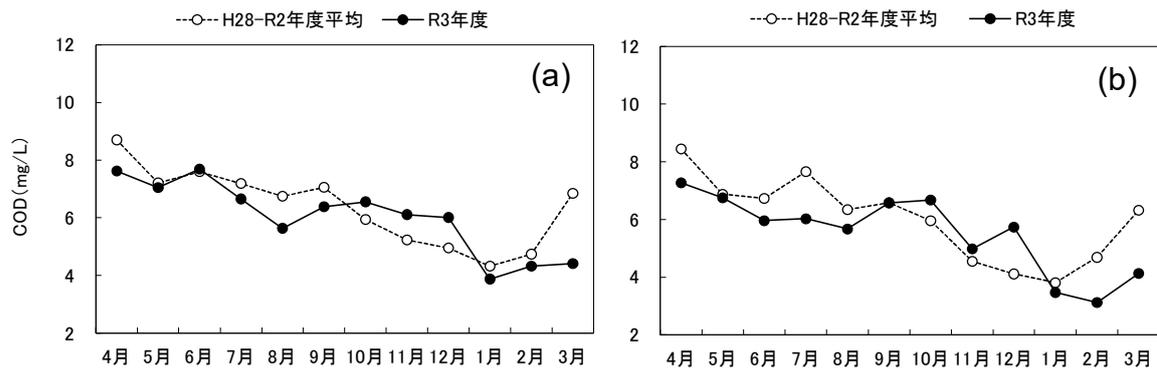


図2 CODの月別推移（(a)上層、(b)下層）

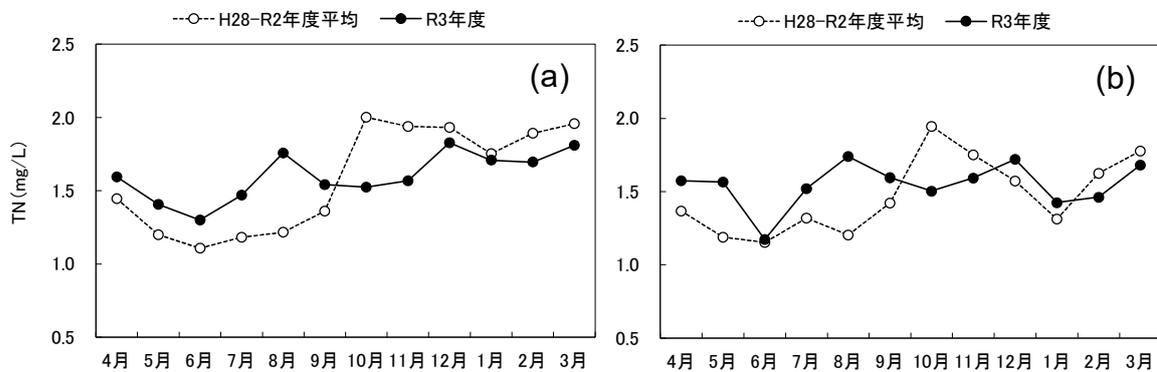


図3 TNの月別推移（(a)上層、(b)下層）

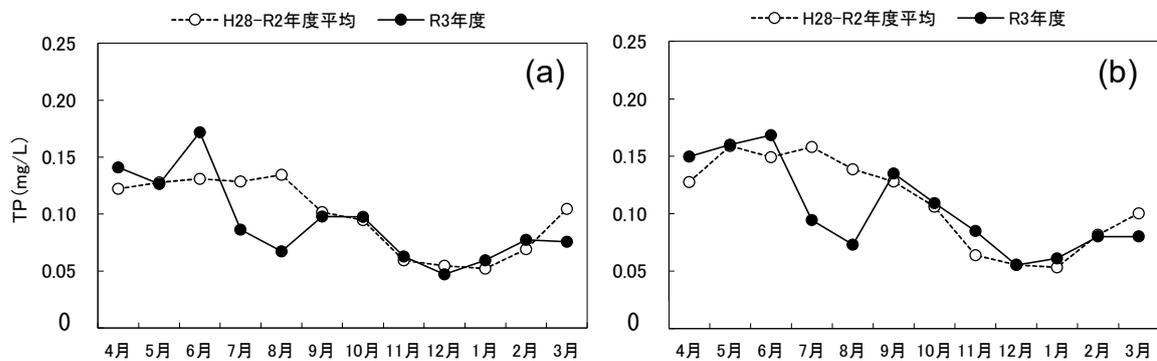


図4 TPの月別推移（(a)上層、(b)下層）

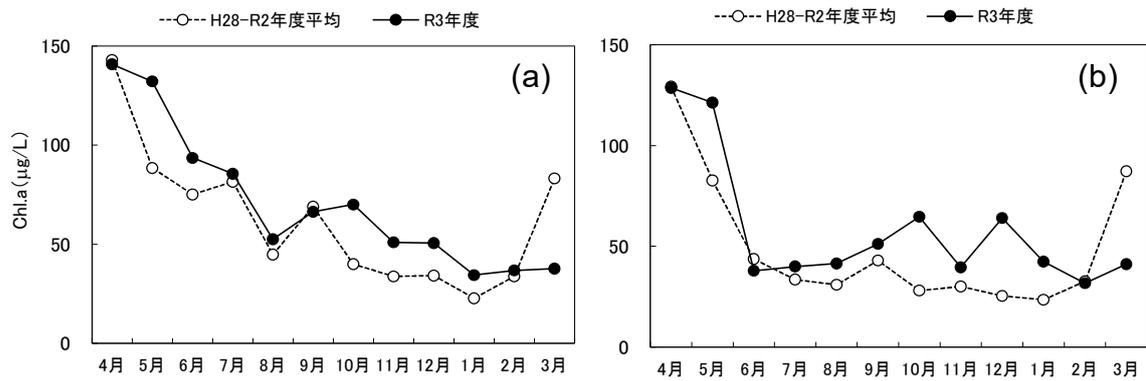


図5 Chl.aの月別推移 (a)上層、(b)下層)

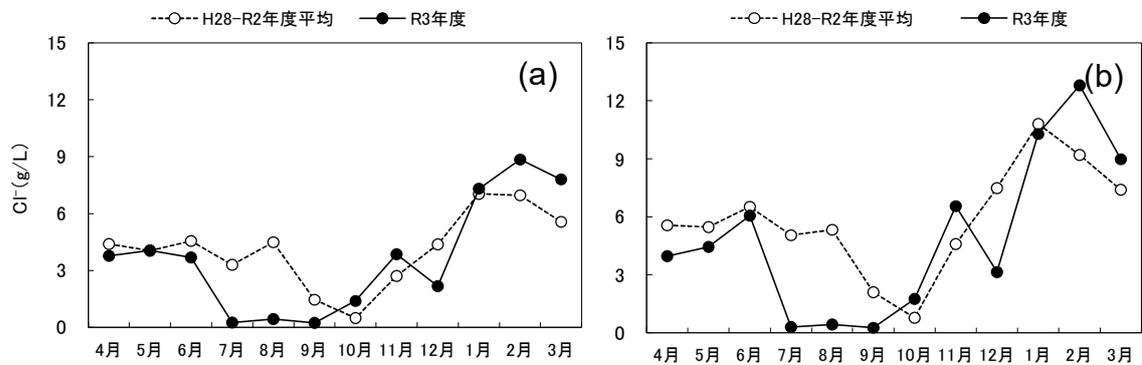


図6 Chl.cの月別推移 (a)上層、(b)下層)

(2) プランクトン

H4における植物プランクトン細胞数の推移を図7に示す。R3年度は、4～6月に植物プランクトンの細胞数が多く、4月は藍藻類の *Aphanocapsa sp.*、5月は珪藻類の *Skeletonema costatum*、6月はその他(クリプト藻類)の CRYPTOPHYCEAE が多く出現した。

図8にH4における動物プランクトン個体数の推移を示す。R3年度は、5月にワムシ類の *Keratella cruciformis* が多く出現したが、そのほかの月は出現個体数が少なかった。

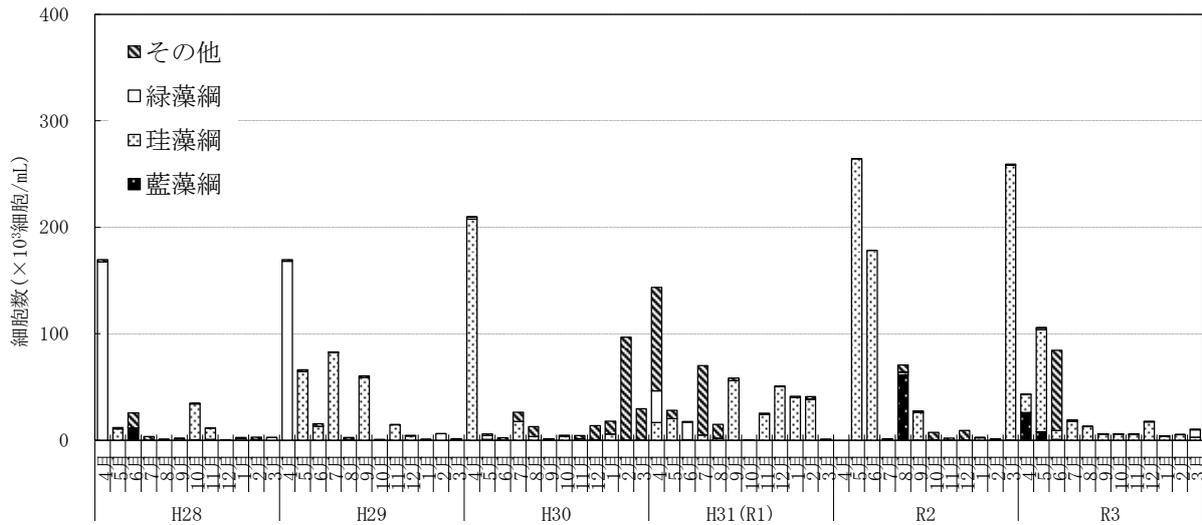


図7 H4における植物プランクトン細胞数の推移

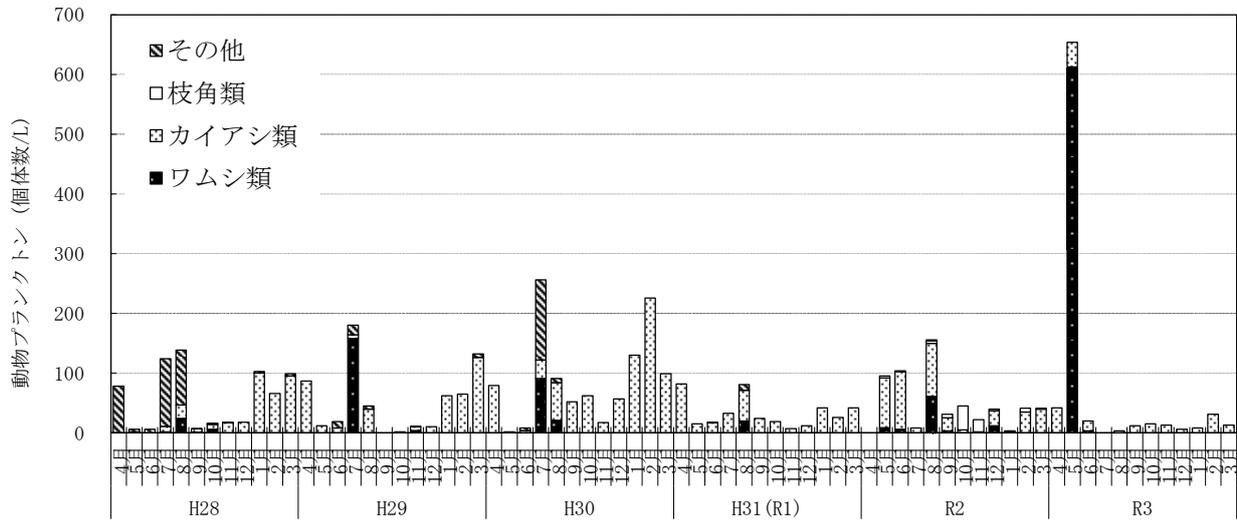


図8 H4における動物プランクトン個体数の推移

表1 水質調査結果一覧（4月）

令和3年4月10日

天気 晴れ

気温 10.8°C（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼 1 上層	9:05	0.50	1.9	15.5	9.4	11.3	24	7.3	3.7	5.0	2.6	1.89	1.04	0.02	0.52	0.05	0.177	0.034	0.005	155	8.5	2.8	5.5
濁沼 1 下層				15.6	9.4	10.9	23	7.2	3.9	5.5	2.7	1.64	0.90	0.02	0.37	0.05	0.165	0.035	0.004	150	10.2	3.5	4.7
濁沼 2 上層	9:14	0.50	2.2	15.8	9.4	11.9	21	8.3	4.0	5.5	2.8	1.56	0.84	0.03	0.31	0.05	0.153	0.035	0.004	150	10.8	3.7	4.4
濁沼 2 下層				16.0	9.4	11.3	23	7.1	4.0	5.0	2.7	1.57	1.00	0.02	0.32	0.05	0.147	0.032	0.003	132	11.0	3.9	4.5
濁沼 3 上層	8:58	0.50	2.4	15.2	9.4	10.9	25	7.8	3.7	4.8	2.7	1.72	1.09	0.02	0.46	0.05	0.163	0.032	0.003	142	9.7	3.3	5.2
濁沼 3 下層				15.1	9.3	9.7	31	8.1	3.9	4.7	2.5	1.85	1.22	0.02	0.55	0.05	0.175	0.031	0.003	130	9.6	3.3	5.3
濁沼 4 上層	9:22	0.60	2.7	15.5	9.5	13.0	17	7.8	3.8	5.5	2.8	1.43	0.97	0.03	0.30	0.05	0.118	0.035	0.002	145	11.4	4.0	4.1
濁沼 4 下層				15.4	9.4	12.1	18	8.0	3.7	5.2	2.7	1.44	0.97	0.03	0.33	0.05	0.125	0.034	0.002	116	11.6	4.0	4.2
濁沼 5 上層	9:36	0.50	2.1	15.5	9.4	11.8	19	8.0	3.9	5.3	2.7	1.45	0.91	0.02	0.31	0.05	0.128	0.034	0.003	137	11.7	4.1	4.3
濁沼 5 下層				15.6	9.3	10.7	18	6.8	4.5	4.9	2.7	1.42	0.95	0.02	0.33	0.05	0.125	0.031	0.004	112	12.0	4.2	4.4
濁沼 6 上層	8:50	0.50	2.5	15.4	9.3	11.2	23	7.4	4.7	5.1	2.7	1.63	0.98	0.02	0.39	0.05	0.135	0.034	0.002	131	10.7	3.7	4.6
濁沼 6 下層				14.6	9.2	9.9	30	7.4	4.6	4.5	2.6	1.68	1.00	0.02	0.40	0.05	0.156	0.030	0.003	120	11.2	4.0	4.5
濁沼 7 上層	9:43	0.55	2.3	15.2	9.4	12.4	18	7.3	3.9	5.3	2.7	1.59	0.87	0.03	0.30	0.05	0.122	0.032	0.002	134	12.1	4.3	4.1
濁沼 7 下層				15.1	9.3	10.8	26	7.3	4.1	4.9	2.6	1.58	0.85	0.02	0.30	0.04	0.142	0.031	0.004	141	12.5	4.4	4.1
濁沼 8 上層	9:54	0.55	2.3	15.5	9.4	11.9	21	7.1	4.0	4.9	2.7	1.49	0.86	0.02	0.29	0.05	0.132	0.033	0.003	133	12.4	4.3	4.1
濁沼 8 下層				15.4	9.3	10.7	39	6.3	4.2	4.6	2.7	1.42	0.84	0.02	0.30	0.04	0.163	0.032	0.002	128	12.7	4.5	4.2

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼橋	10:44	31	-	16.2	8.8	9.3	11	4.2	3.6	3.5	2.3	1.13	0.92	0.04	0.34	0.03	0.092	0.020	0.002	70	17.3	6.1	4.2
大貫橋	10:31	18	-	16.0	9.2	10.3	20	6.2	4.2	4.2	2.6	1.38	0.89	0.02	0.32	0.04	0.121	0.030	0.003	118	13.1	4.7	4.0
高橋	11:18	>50	-	15.3	7.8	8.7	2	2.9	2.8	1.5	1.5	2.03	1.91	0.16	1.68	0.02	0.160	0.136	0.137	2	0.3	<0.1	10.4
長岡橋	11:29	>50	-	17.0	7.8	9.8	3	3.3	3.2	1.8	1.7	2.25	2.19	0.06	1.91	0.02	0.067	0.043	0.034	2	0.2	<0.1	13.2

表2 水質調査結果一覧（5月）

令和3年5月7日

天気 くもり

気温 19.5°C（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼 1 上層	9:35	0.60	1.9	20.0	9.2	11.6	26	6.9	4.0	4.8	2.9	1.47	0.82	0.02	0.28	0.03	0.131	0.026	0.002	139	11.1	3.9	0.2
濁沼 1 下層				20.0	9.0	9.3	33	7.3	4.1	5.0	2.9	1.62	0.85	0.02	0.30	0.02	0.159	0.026	0.001	148	12.2	4.3	0.3
濁沼 2 上層	9:45	0.60	2.2	20.0	9.3	12.6	25	6.9	4.1	5.0	2.9	1.46	0.74	0.02	0.24	0.02	0.124	0.025	0.001	140	11.6	4.2	0.0
濁沼 2 下層				19.6	9.1	10.6	28	6.4	4.0	4.4	2.9	1.51	0.77	0.02	0.26	0.02	0.132	0.025	0.001	119	12.2	4.2	0.1
濁沼 3 上層	9:27	0.60	2.4	19.6	9.2	14.3	23	6.6	3.8	4.2	2.9	1.54	0.91	0.02	0.35	0.03	0.121	0.025	0.001	118	11.6	3.9	0.4
濁沼 3 下層				19.5	8.9	8.2	38	7.2	3.8	4.5	2.9	1.76	0.93	0.12	0.27	0.02	0.185	0.024	0.001	127	12.4	4.5	0.7
濁沼 4 上層	9:01	0.60	2.9	20.4	9.3	13.4	25	7.1	4.0	5.3	3.0	1.39	0.66	0.01	0.19	0.02	0.119	0.024	<0.001	136	12.0	4.2	0.0
濁沼 4 下層				19.8	9.7	6.7	25	7.1	4.0	4.1	3.0	1.65	0.97	0.17	0.27	0.02	0.135	0.024	<0.001	114	13.2	4.5	1.1
濁沼 5 上層	9:55	0.50	2.1	19.7	9.2	13.6	27	8.5	4.3	4.6	2.8	1.36	0.78	0.02	0.26	0.02	0.134	0.023	<0.001	139	12.0	4.2	0.1
濁沼 5 下層				19.5	8.9	9.1	30	6.9	4.5	4.3	2.8	1.52	0.89	0.03	0.31	0.02	0.154	0.023	<0.001	125	12.1	4.3	0.6
濁沼 6 上層	9:18	0.70	2.5	19.6	9.3	11.9	22	6.7	4.9	4.7	2.9	1.41	0.84	0.02	0.31	0.03	0.121	0.023	<0.001	126	11.0	3.9	0.4
濁沼 6 下層				19.4	8.9	8.6	32	6.3	4.6	4.2	2.9	1.56	1.01	0.11	0.28	0.02	0.165	0.025	0.001	122	12.1	4.4	0.7
濁沼 7 上層	10:04	0.50	2.3	19.5	9.3	13.9	24	6.8	4.0	4.4	2.8	1.41	0.81	0.02	0.29	0.03	0.116	0.023	<0.001	119	11.4	3.9	0.3
濁沼 7 下層				19.4	8.9	8.2	39	6.9	4.0	4.3	2.9	1.44	0.81	0.08	0.22	0.02	0.177	0.022	0.001	127	12.2	4.4	0.6
濁沼 8 上層	10:16	0.50	2.3	19.3	9.2	12.3	30	6.9	3.7	4.7	2.9	1.21	0.60	0.02	0.15	0.02	0.145	0.024	<0.001	140	12.1	4.3	0.1
濁沼 8 下層				19.3	8.6	7.2	42	5.9	4.0	4.1	3.0	1.46	0.90	0.07	0.30	0.02	0.173	0.020	0.001	89	13.7	5.0	1.3

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼橋	11:07	34	-	19.1	8.2	7.9	15	4.0	3.0	2.7	2.4	1.25	0.97	0.05	0.38	0.02	0.092	0.010	0.001	47	20.0	7.5	2.6
大貫橋	10:53	19	-	19.6	9.0	10.6	30	6.5	4.6	4.0	3.1	1.21	0.75	0.02	0.22	0.02	0.134	0.023	0.001	104	13.4	4.8	0.1
高橋	11:43	>50	-	19.5	7.6	8.1	9	4.5	3.8	2.3	2.2	1.95	1.80	0.05	1.56	0.01	0.148	0.095	0.087	4	0.2	<0.1	8.7
長岡橋	11:54	37	-	18.7	7.5	9.2	11	5.2	4.4	2.5	2.5	1.90	1.83	0.06	1.46	0.02	0.105	0.049	0.034	4	0.2	<0.1	10.2

表3 水質調査結果一覧（6月）

令和3年6月12日

天気 くもり

気温 24.6°C（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼 1 上層	9:20	0.50	2.0	26.5	9.1	7.0	15	8.8	5.8	6.1	4.1	1.60	0.72	0.11	0.04	0.01	0.185	0.061	0.013	91	8.9	3.1	3.3
濁沼 1 下層				26.4	8.6	3.5	36	6.7	5.0	4.3	3.5	1.21	0.76	0.27	0.03	0.01	0.186	0.059	0.022	39	12.2	5.0	1.9
濁沼 2 上層	9:31	0.50	2.2	26.4	9.1	6.9	15	7.6	5.5	5.4	4.0	1.30	0.62	0.08	<0.01	0.01	0.166	0.052	0.008	80	10.1	3.7	2.4
濁沼 2 下層				26.0	8.5	3.5	32	6.8	5.0	4.1	3.4	1.12	0.79	0.31	0.03	0.01	0.165	0.052	0.029	33	12.4	4.5	2.0
濁沼 3 上層	9:14	0.40	2.6	25.6	8.9	5.4	14	7.9	5.3	5.3	4.0	1.45	0.72	0.17	0.02	0.01	0.186	0.057	0.011	98	10.5	3.7	2.0
濁沼 3 下層				25.5	8.1	2.0	15	5.7	4.3	3.8	3.3	1.26	0.98	0.62	0.04	0.01	0.180	0.097	0.079	29	15.5	5.6	2.4
濁沼 4 上層	8:44	0.60	2.9	26.4	9.1	7.0	13	7.9	5.7	5.9	4.1	1.21	0.58	0.09	<0.01	<0.01	0.162	0.053	0.014	92	9.6	3.4	2.2
濁沼 4 下層				25.4	7.9	2.0	12	5.6	4.3	3.7	3.3	1.21	1.03	0.69	0.05	0.01	0.175	0.116	0.098	23	15.9	5.9	2.2
濁沼 5 上層	9:39	0.50	2.3	25.9	9.2	7.0	14	7.1	5.3	5.3	3.9	1.04	0.52	0.05	<0.01	<0.01	0.153	0.049	0.006	72	11.2	4.0	1.4
濁沼 5 下層				25.6	9.1	6.7	24	7.3	5.3	4.9	3.7	1.00	0.52	0.06	<0.01	<0.01	0.150	0.045	0.006	70	11.4	4.0	1.5
濁沼 6 上層	9:06	0.40	2.6	25.6	8.9	6.2	17	8.2	6.4	6.2	4.3	1.88	0.81	0.15	<0.01	<0.01	0.237	0.078	0.028	161	10.4	3.7	2.2
濁沼 6 下層				25.0	7.8	1.2	12	5.2	4.4	3.7	3.2	1.65	1.32	0.88	0.05	0.01	0.250	0.187	0.163	18	16.6	6.1	2.5
濁沼 7 上層	9:48	0.50	2.4	25.9	9.2	7.2	14	7.0	5.2	5.2	3.9	0.99	0.50	0.03	<0.01	<0.01	0.144	0.045	0.006	80	11.1	3.8	1.2
濁沼 7 下層				24.7	8.5	4.2	17	6.3	4.8	4.2	3.2	1.10	0.63	0.14	0.05	<0.01	0.142	0.035	0.011	67	20.4	8.4	1.8
濁沼 8 上層	9:57	0.50	2.5	25.7	9.2	7.9	13	7.0	5.5	5.1	3.8	0.93	0.44	0.03	<0.01	<0.01	0.142	0.038	0.005	74	11.9	4.1	1.3
濁沼 8 下層				24.4	8.2	3.9	13	4.1	3.8	3.1	2.7	0.85	0.61	0.17	0.08	0.01	0.099	0.048	0.031	24	25.1	9.0	2.0

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼橋	10:44	42	-	24.7	8.3	5.0	12	4.4	4.1	3.3	2.8	0.90	0.65	0.10	0.12	0.01	0.113	0.040	0.033	36	22.1	8.1	2.3
大貫橋	10:31	21	-	25.5	8.9	6.2	15	6.5	5.1	4.2	3.6	1.02	0.50	0.05	0.02	<0.01	0.118	0.040	0.008	70	13.8	4.8	1.6
高橋	11:17	>50	-	24.1	7.7	5.5	6	4.8	4.1	2.7	2.5	1.90	1.82	0.14	1.40	0.01	0.160	0.153	0.154	1	0.3	<0.1	9.0
長岡橋	11:28	>50	-	23.8	7.6	6.5	7	5.7	4.8	3.2	3.0	1.35	1.28	0.05	0.95	0.01	0.062	0.045	0.031	2	0.2	<0.1	9.5

表4 水質調査結果一覧（7月）

令和3年7月16日

天気 くもり

気温 29.6°C（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
潤沼 1 上層	9:34	0.80	2.1	27.0	8.9	11.5	10	5.9	3.6	3.2	2.1	1.68	1.26	0.04	1.16	0.02	0.084	0.025	0.005	70	0.3	0.0	8.7
潤沼 1 下層				25.2	7.2	6.1	8	4.3	3.3	2.2	1.9	1.84	1.70	0.11	1.49	0.02	0.079	0.045	0.036	10	0.2	0.0	9.5
潤沼 2 上層	9:44	0.90	2.5	28.0	8.9	12.2	10	6.1	3.7	3.3	2.3	1.58	1.19	0.02	1.03	0.02	0.072	0.022	0.003	85	0.5	0.1	8.1
潤沼 2 下層				26.6	8.4	9.4	14	6.1	4.0	3.3	2.4	1.50	1.22	0.02	1.03	0.02	0.076	0.018	0.002	62	0.9	0.3	7.1
潤沼 3 上層	9:25	0.70	2.7	27.5	8.9	11.8	14	7.1	4.1	4.0	2.7	1.37	1.06	0.02	0.83	0.02	0.080	0.022	0.002	96	1.2	0.3	6.8
潤沼 3 下層				26.5	7.9	7.2	18	6.3	4.2	3.1	2.5	1.49	1.30	0.14	1.02	0.03	0.087	0.028	0.011	34	1.4	0.4	7.3
潤沼 4 上層	9:01	0.80	3.0	26.6	8.5	12.2	14	7.0	4.1	4.0	2.6	1.36	1.07	0.02	0.82	0.02	0.078	0.020	0.002	103	1.1	0.3	6.7
潤沼 4 下層				26.2	8.3	9.8	23	7.1	4.1	3.6	2.5	1.37	1.02	0.02	0.87	0.02	0.093	0.016	0.002	72	1.3	0.3	7.0
潤沼 5 上層	9:54	0.60	2.4	28.0	8.9	12.0	18	8.1	4.7	4.3	2.6	1.74	1.17	0.07	0.88	0.03	0.120	0.038	0.007	144	0.9	0.2	7.5
潤沼 5 下層				26.1	9.4	6.8	17	6.3	4.2	3.2	2.5	1.53	1.23	0.08	1.11	0.02	0.093	0.020	0.005	47	0.9	0.2	7.7
潤沼 6 上層	9:17	0.80	2.7	26.9	9.2	11.2	15	6.9	4.5	3.9	2.6	1.32	0.99	0.02	0.82	0.02	0.077	0.021	0.002	92	1.1	0.3	6.8
潤沼 6 下層				26.4	8.3	7.4	23	6.4	4.4	3.2	2.5	1.50	1.28	0.13	0.99	0.03	0.097	0.018	0.007	44	1.2	0.3	7.2
潤沼 7 上層	10:04	0.65	2.6	28.6	9.2	10.4	18	6.7	4.3	3.8	2.5	1.35	1.02	0.02	0.90	0.02	0.088	0.019	0.002	81	0.9	0.3	7.0
潤沼 7 下層				26.5	7.7	5.4	31	6.6	4.3	3.2	2.4	1.52	1.28	0.25	0.89	0.02	0.133	0.031	0.021	40	1.3	0.4	7.6
潤沼 8 上層	10:14	0.90	2.5	27.6	7.1	5.3	13	5.4	4.6	2.9	2.6	1.36	1.36	0.30	0.89	0.03	0.090	0.057	0.048	13	1.7	0.5	7.3
潤沼 8 下層				26.9	7.1	4.4	17	5.1	4.6	2.9	2.6	1.42	1.38	0.32	0.89	0.03	0.097	0.062	0.051	11	1.7	0.5	7.4

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
潤沼橋	11:12	>50	-	26.7	7.2	4.1	13	4.4	4.3	2.7	2.5	1.55	1.48	0.28	1.03	0.04	0.110	0.080	0.070	4	2.4	0.7	8.0
大貫橋	10:57	>50	-	26.9	7.1	3.7	11	5.1	4.6	2.8	2.6	1.51	1.50	0.29	0.96	0.04	0.094	0.070	0.058	7	1.9	0.5	7.4
高橋	12:30	>50	-	25.6	7.5	7.5	14	3.7	2.7	1.7	1.5	1.45	1.45	0.04	1.40	<0.01	0.059	0.028	0.024	3	0.1	<0.1	9.9
長岡橋	12:40	>50	-	26.0	7.6	8.2	10	4.6	3.3	2.0	1.8	1.88	1.88	0.05	1.74	0.01	0.065	0.027	0.023	4	0.1	<0.1	9.9

表5 水質調査結果一覧（8月）

令和3年8月20日

天気 晴れ

気温 31.4°C（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
潤沼 1 上層	9:28	0.90	2.0	27.0	7.5	10.2	10	3.9	3.0	2.3	1.8	1.91	1.71	0.02	1.65	0.01	0.055	0.016	0.004	27	0.9	0.2	8.8
潤沼 1 下層				26.9	7.6	8.6	13	4.7	3.2	2.5	1.9	1.85	1.75	0.03	1.56	0.01	0.065	0.013	0.003	34	1.1	0.3	8.5
潤沼 2 上層	9:38	0.65	2.3	27.6	8.0	8.7	18	5.7	3.7	3.5	2.3	1.84	1.46	0.01	1.25	0.02	0.069	0.017	0.002	57	1.5	0.4	7.3
潤沼 2 下層				27.0	8.1	9.0	19	5.7	3.8	3.1	2.2	1.71	1.54	0.01	1.26	0.02	0.073	0.015	0.002	48	1.5	0.4	7.2
潤沼 3 上層	9:18	0.70	2.5	27.9	7.8	8.4	15	5.7	3.6	3.4	2.4	1.77	1.45	<0.01	1.22	0.02	0.065	0.014	0.001	46	1.6	0.5	6.5
潤沼 3 下層				26.9	7.7	7.4	18	5.3	3.8	2.8	2.4	1.81	1.71	0.12	1.32	0.02	0.074	0.029	0.019	26	1.6	0.5	6.9
潤沼 4 上層	8:52	0.60	2.9	28.2	8.2	10.4	16	5.9	3.7	3.7	2.4	1.73	1.36	0.01	1.16	0.02	0.065	0.014	0.001	76	1.5	0.4	7.0
潤沼 4 下層				27.3	8.2	8.1	17	5.9	3.7	3.3	2.3	1.68	1.41	0.01	1.17	0.02	0.074	0.015	0.002	55	1.6	0.5	6.7
潤沼 5 上層	9:49	0.60	2.3	28.0	8.5	10.2	19	6.2	3.7	3.8	2.3	1.77	1.40	0.01	1.16	0.02	0.071	0.014	0.001	73	1.5	0.5	7.0
潤沼 5 下層				27.4	8.5	9.2	23	6.4	3.7	3.5	2.3	1.74	1.40	0.02	1.18	0.02	0.067	0.015	0.002	66	1.5	0.5	7.2
潤沼 6 上層	9:09	0.60	2.7	28.0	8.2	8.9	19	5.9	4.1	3.7	2.4	1.77	1.42	0.01	1.20	0.02	0.065	0.017	0.002	54	1.6	0.5	6.7
潤沼 6 下層				26.6	7.8	7.0	29	6.2	3.9	2.8	2.3	1.85	1.65	0.11	1.29	0.02	0.086	0.028	0.019	35	1.6	0.5	7.0
潤沼 7 上層	9:59	0.60	2.4	28.0	8.4	10.9	18	5.7	4.0	3.6	2.4	1.63	1.42	0.01	1.16	0.02	0.071	0.018	0.005	45	1.4	0.5	6.7
潤沼 7 下層				27.2	8.1	8.7	18	5.8	4.0	3.3	2.3	1.65	1.50	0.05	1.17	0.02	0.071	0.024	0.015	32	1.5	0.4	6.5
潤沼 8 上層	10:11	0.60	2.4	28.3	8.1	8.8	24	6.1	4.1	3.6	2.4	1.64	1.40	0.02	1.14	0.02	0.076	0.017	0.005	42	1.5	0.5	6.6
潤沼 8 下層				27.4	8.1	8.6	28	5.4	3.9	3.3	2.3	1.63	1.41	0.04	1.15	0.02	0.074	0.019	0.008	36	1.5	0.4	6.7

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
潤沼橋	11:00	20	-	27.5	7.6	9.5	34	5.5	3.8	2.9	2.3	1.82	1.63	0.14	1.21	0.02	0.113	0.040	0.047	11	1.5	0.5	6.9
大貫橋	10:43	36	-	27.5	7.6	8.7	17	5.1	3.6	2.7	2.3	1.57	1.46	0.10	1.17	0.02	0.060	0.034	0.028	13	1.5	0.4	6.5
高橋	11:36	>50	-	25.0	7.5	8.1	11	3.3	2.3	1.5	1.3	1.78	1.75	0.02	1.65	<0.01	0.051	0.023	0.024	3	0.2	<0.1	8.4
長岡橋	11:45	>50	-	26.0	7.6	8.0	9	4.0	2.7	1.8	1.6	2.33	2.20	0.03	2.15	0.01	0.045	0.015	0.015	4	0.2	<0.1	9.0

表6 水質調査結果一覧（9月）

令和3年9月10日

天気 晴れ

気温 27.4°C（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
潤沼 1 上層	9:24	0.80	2.3	23.8	8.5	10.6	7	4.8	3.6	2.8	2.0	1.83	1.64	0.01	1.56	0.02	0.090	0.035	0.014	48	0.3	0.0	10.4
潤沼 1 下層				23.0	8.0	7.3	18	5.4	3.8	3.3	2.3	1.68	1.59	0.11	1.33	0.03	0.128	0.039	0.021	41	0.5	0.1	9.9
潤沼 2 上層	9:32	0.70	2.6	23.8	8.8	12.2	12	6.8	4.6	4.3	2.7	1.43	1.25	0.01	0.98	0.03	0.092	0.030	0.005	77	0.8	0.2	8.9
潤沼 2 下層				23.1	8.4	6.5	17	6.6	4.5	4.1	2.7	1.61	1.38	0.26	0.88	0.03	0.129	0.031	0.013	58	1.0	0.3	9.0
潤沼 3 上層	9:18	0.75	2.8	24.1	9.0	12.7	10	6.8	4.5	4.3	2.8	1.48	1.27	0.01	0.95	0.03	0.084	0.028	0.004	81	0.9	0.1	8.7
潤沼 3 下層				23.4	8.6	8.3	27	7.5	4.7	4.5	2.8	1.68	1.31	0.15	0.91	0.03	0.148	0.024	0.005	68	1.0	0.1	8.8
潤沼 4 上層	8:58	0.60	3.2	24.6	8.9	11.3	15	7.6	5.2	5.0	3.1	1.44	1.14	0.01	0.79	0.02	0.104	0.025	0.003	100	1.1	0.3	8.4
潤沼 4 下層				23.6	8.5	8.5	18	7.1	4.9	4.4	2.9	1.47	1.19	0.13	0.78	0.02	0.121	0.026	0.004	75	1.1	0.3	8.6
潤沼 5 上層	9:40	0.60	2.5	23.6	8.5	9.3	17	7.4	4.6	4.5	2.7	1.57	1.20	0.06	0.84	0.03	0.125	0.026	0.004	99	1.1	0.3	8.9
潤沼 5 下層				23.0	8.0	6.1	20	6.9	4.6	4.2	2.7	1.58	1.34	0.28	0.83	0.03	0.140	0.037	0.018	56	1.1	0.3	9.2
潤沼 6 上層	9:13	0.60	2.9	24.5	9.0	11.6	12	7.1	5.0	4.4	2.8	1.50	1.15	0.01	0.89	0.03	0.090	0.030	0.004	84	1.0	0.3	8.9
潤沼 6 下層				23.5	8.6	8.4	15	7.0	4.9	4.2	2.8	1.42	1.27	0.11	0.88	0.03	0.119	0.030	0.004	56	1.1	0.3	9.0
潤沼 7 上層	9:48	0.60	2.7	23.8	7.8	7.9	11	5.7	4.5	3.5	2.6	1.46	1.34	0.25	0.82	0.02	0.094	0.040	0.022	35	1.1	0.3	9.1
潤沼 7 下層				23.1	7.8	7.7	33	7.4	4.2	3.7	2.5	1.62	1.24	0.24	0.84	0.02	0.161	0.033	0.016	50	1.1	0.3	9.0
潤沼 8 上層	9:57	0.90	2.6	23.9	7.4	4.8	5	4.9	3.9	2.8	2.5	1.62	1.61	0.39	0.91	0.04	0.104	0.087	0.071	7	1.2	0.4	9.0
潤沼 8 下層				23.2	7.3	4.6	12	4.7	4.0	2.7	2.5	1.71	1.62	0.36	0.97	0.05	0.134	0.091	0.078	6	1.3	0.4	9.1

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
潤沼橋	10:41	>50	-	22.1	7.5	6.5	6	2.0	1.6	1.2	1.2	1.27	1.14	0.09	0.98	0.01	0.065	0.040	0.042	1	14.3	5.4	8.0
大貫橋	10:29	>50	-	23.0	7.5	4.8	5	4.4	3.8	2.4	2.3	1.58	1.47	0.28	1.05	0.04	0.108	0.086	0.070	3	2.0	0.6	9.4
高橋	11:14	>50	-	23.5	7.9	7.8	5	3.7	2.8	1.8	1.7	1.55	1.41	0.03	1.44	0.01	0.105	0.071	0.065	4	0.2	<0.1	9.9
長岡橋	11:23	>50	-	24.2	7.9	8.3	5	4.3	3.0	2.0	1.9	2.03	2.01	0.03	1.90	0.02	0.061	0.030	0.022	2	0.2	<0.1	10.9

表7 水質調査結果一覧(10月)

令和3年10月21日

天気 晴れ

気温 15.8°C (水戸10時, 気象庁データ)

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼 1 上層	9:39	0.60	2.2	17.2	8.4	8.8	14	5.0	3.4	3.3	2.1	1.64	1.31	0.01	1.06	0.03	0.098	0.022	0.005	56	2.9	1.1	8.6
濁沼 1 下層				17.8	8.2	8.1	18	5.9	3.3	3.5	2.2	1.58	1.15	0.03	0.86	0.04	0.108	0.023	0.004	68	4.8	1.4	8.3
濁沼 2 上層	9:48	0.50	2.5	17.8	8.4	10.8	18	6.4	3.5	3.8	2.4	1.42	1.10	0.02	0.81	0.04	0.102	0.021	0.004	71	4.7	1.5	7.9
濁沼 2 下層				17.8	8.3	7.2	39	7.8	4.1	3.5	2.3	1.48	1.05	0.09	0.72	0.04	0.137	0.018	0.003	56	5.2	1.8	8.0
濁沼 3 上層	9:30	0.50	2.7	17.9	8.6	10.1	21	6.3	3.1	4.0	2.2	1.50	1.07	0.02	0.87	0.04	0.101	0.017	0.003	69	4.1	1.3	8.4
濁沼 3 下層				17.9	8.5	8.2	33	7.2	3.1	3.7	2.2	1.65	1.16	0.01	0.89	0.04	0.132	0.016	0.002	67	4.3	1.4	8.5
濁沼 4 上層	9:05	0.60	3.2	17.6	8.4	10.9	19	6.7	3.3	4.1	2.3	1.41	1.08	0.01	0.78	0.04	0.100	0.020	0.002	67	4.6	1.5	8.3
濁沼 4 下層				18.0	8.4	9.0	23	7.2	3.4	4.0	2.3	1.36	1.07	0.01	0.77	0.04	0.100	0.018	0.002	79	5.7	1.9	7.9
濁沼 5 上層	9:58	0.60	2.4	17.6	8.7	11.8	23	7.3	3.6	4.5	2.2	1.38	0.94	0.03	0.72	0.04	0.098	0.017	0.002	85	4.7	1.7	8.0
濁沼 5 下層				17.5	8.7	10.4	22	7.2	3.6	3.9	2.3	1.46	0.99	0.02	0.74	0.04	0.090	0.019	0.002	77	4.9	1.6	8.4
濁沼 6 上層	9:21	0.50	2.8	17.8	8.6	11.0	20	6.3	3.3	4.0	2.3	1.54	1.16	0.01	0.93	0.03	0.096	0.019	0.002	68	4.0	1.4	8.5
濁沼 6 下層				18.0	8.5	8.3	26	6.8	3.6	3.8	2.2	1.59	1.13	0.04	0.85	0.04	0.122	0.018	0.003	72	5.3	1.9	8.2
濁沼 7 上層	10:07	0.50	2.5	17.7	8.9	12.6	18	7.3	3.5	4.3	2.3	1.71	1.22	0.02	0.95	0.04	0.097	0.021	0.003	73	4.0	1.3	8.2
濁沼 7 下層				17.5	8.6	8.8	14	6.0	3.6	3.4	2.2	1.44	1.14	0.04	0.88	0.03	0.084	0.016	0.002	56	5.4	1.9	8.0
濁沼 8 上層	10:19	0.60	2.6	17.4	8.9	13.2	17	7.1	3.3	4.2	2.2	1.59	1.18	0.02	0.95	0.04	0.089	0.018	0.002	71	3.7	1.3	8.4
濁沼 8 下層				17.5	8.6	8.4	25	5.3	3.4	2.7	2.2	1.47	1.18	0.06	0.87	0.03	0.101	0.017	0.002	43	5.8	2.2	7.8

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼橋	11:09	26	-	18.3	8.3	7.9	17	4.2	2.6	2.5	1.9	1.24	1.09	0.05	0.79	0.02	0.081	0.010	0.002	28	14.5	5.7	6.8
大貫橋	10:55	19	-	18.1	8.6	10.4	22	5.8	3.6	2.8	2.1	1.38	1.15	0.03	0.91	0.03	0.093	0.019	0.003	48	5.9	2.0	8.0
高橋	13:11	>50	-	17.0	8.0	9.8	7	3.2	2.3	1.5	1.3	1.63	1.51	0.04	1.46	<0.01	0.092	0.063	0.064	3	0.2	<0.1	10.7
長岡橋	13:26	>50	-	17.7	8.0	9.6	4	3.6	2.7	1.7	1.6	2.20	2.20	0.05	2.11	0.02	0.061	0.031	0.028	2	0.2	<0.1	12.2

表8 水質調査結果一覧(11月)

令和3年11月17日

天気 晴れ

気温 13.4°C (水戸10時, 気象庁データ)

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (µg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼 1 上層	9:43	0.60	2.0	15.5	8.5	11.8	14	5.6	3.4	3.3	2.1	1.78	1.47	0.02	1.25	0.03	0.082	0.022	0.003	53	6.6	3.0	8.8
濁沼 1 下層				15.8	8.2	4.7	18	5.3	3.5	3.2	2.2	1.74	1.42	0.52	0.66	0.04	0.088	0.026	0.003	44	12.8	5.5	7.3
濁沼 2 上層	9:59	0.60	2.4	15.0	8.8	13.4	16	6.4	3.6	3.9	2.2	1.64	1.29	0.03	1.01	0.03	0.080	0.020	0.002	65	7.8	4.1	7.9
濁沼 2 下層				15.9	8.5	5.3	20	5.3	3.5	3.4	2.2	1.59	1.37	0.37	0.69	0.04	0.085	0.021	0.003	45	12.6	5.5	7.3
濁沼 3 上層	9:39	0.70	2.6	14.5	8.7	12.7	8	5.6	3.1	3.2	1.9	1.85	1.59	0.02	1.34	0.03	0.059	0.017	0.003	42	6.0	3.0	9.1
濁沼 3 下層				15.9	8.1	3.2	16	4.7	3.3	3.0	2.2	1.70	1.56	0.72	0.53	0.04	0.104	0.033	0.006	40	14.9	6.5	7.5
濁沼 4 上層	9:09	0.70	3.1	15.4	8.7	12.9	13	6.3	3.4	4.2	2.2	1.47	1.20	0.02	0.94	0.03	0.055	0.016	0.002	51	8.1	3.3	7.7
濁沼 4 下層				16.9	8.0	1.5	11	4.1	3.1	2.7	2.0	1.55	1.36	0.74	0.44	0.05	0.052	0.019	0.003	26	18.0	8.7	6.1
濁沼 5 上層	10:09	0.60	2.2	14.9	8.8	13.3	13	6.7	3.8	4.2	2.1	1.43	1.23	0.02	0.95	0.03	0.061	0.017	0.002	53	8.4	3.9	7.8
濁沼 5 下層				15.6	8.6	6.3	40	6.0	3.5	3.7	2.2	1.57	1.33	0.32	0.74	0.04	0.109	0.017	0.002	48	10.9	6.7	7.5
濁沼 6 上層	9:26	0.90	2.7	14.5	8.7	13.0	10	5.5	3.5	3.7	2.0	1.59	1.32	0.02	1.16	0.03	0.053	0.015	0.002	46	7.2	4.2	8.3
濁沼 6 下層				15.8	8.2	3.1	12	4.4	3.6	2.6	2.1	1.64	1.47	0.74	0.50	0.04	0.081	0.023	0.004	31	16.0	7.6	7.0
濁沼 7 上層	10:17	0.70	2.5	14.9	9.0	12.2	13	6.3	3.6	4.0	2.1	1.39	1.16	0.02	0.91	0.03	0.056	0.014	0.002	50	8.7	4.6	7.1
濁沼 7 下層				15.2	8.6	8.2	18	5.5	3.8	3.5	2.1	1.42	1.27	0.21	0.78	0.04	0.075	0.018	0.002	46	11.2	5.3	6.9
濁沼 8 上層	10:29	0.70	2.5	14.9	8.9	12.0	13	6.5	3.7	4.1	2.1	1.39	1.16	0.03	0.90	0.03	0.056	0.015	0.002	48	9.1	4.7	7.2
濁沼 8 下層				15.4	8.5	5.5	30	4.6	3.6	3.1	2.1	1.53	1.35	0.28	0.77	0.04	0.085	0.019	0.002	37	11.6	6.7	7.1

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (µg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼橋	11:08	44	-	15.8	8.3	6.6	14	3.3	2.7	2.2	1.8	1.35	1.26	0.15	0.90	0.02	0.060	0.010	0.002	22	14.0	6.7	6.7
大貫橋	10:57	24	-	15.4	8.5	7.9	18	5.1	3.3	2.6	2.1	1.40	1.23	0.16	0.83	0.04	0.072	0.019	0.002	38	10.6	5.5	7.0
高橋	15:10	>50	-	14.4	8.3	9.6	5	2.7	2.3	1.1	1.1	1.73	1.63	0.02	1.67	<0.01	0.086	0.063	0.063	2	0.2	<0.1	10.9
長岡橋	15:21	>50	-	15.0	8.0	10.0	3	3.1	2.6	1.5	1.4	2.26	2.13	0.04	2.22	0.02	0.054	0.034	0.029	1	0.2	<0.1	12.9

表9 水質調査結果一覧(12月)

令和3年12月16日

天気 晴れ

気温 8.2°C (水戸10時, 気象庁データ)

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (µg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼 1 上層	9:53	1.00	2.1	9.9	8.8	12.9	8	5.0	2.8	3.0	1.6	1.94	1.73	0.03	1.60	0.02	0.063	0.012	0.003	40	4.5	1.7	8.2
濁沼 1 下層				11.0	8.5	9.7	11	6.1	3.1	3.6	1.9	1.67	1.34	0.11	1.04	0.03	0.083	0.014	0.001	81	8.1	3.6	6.7
濁沼 2 上層	10:04	0.80	2.4	9.4	9.1	15.3	12	6.4	3.0	4.1	1.8	1.70	1.40	0.01	1.25	0.02	0.046	0.014	0.001	57	5.5	3.2	7.0
濁沼 2 下層				10.5	8.8	10.5	10	6.0	3.2	3.6	1.9	1.67	1.41	0.07	1.08	0.03	0.059	0.012	0.001	79	7.6	3.8	6.6
濁沼 3 上層	9:41	0.80	2.6	9.5	8.8	15.3	7	5.8	2.8	3.2	1.8	1.91	1.77	0.01	1.65	0.02	0.044	0.013	0.002	45	4.5	2.5	7.9
濁沼 3 下層				10.5	8.4	7.5	9	5.1	2.7	2.7	1.9	1.64	1.40	0.24	0.97	0.03	0.055	0.013	0.002	55	8.1	3.6	6.8
濁沼 4 上層	9:10	0.90	3.1	9.5	8.8	14.9	8	6.0	3.0	3.5	1.7	1.70	1.60	0.01	1.45	0.02	0.046	0.012	0.002	50	4.6	2.2	7.5
濁沼 4 下層				11.0	7.9	5.8	7	4.6	2.8	2.3	1.8	1.67	1.50	0.35	0.85	0.06	0.045	0.012	0.001	52	10.2	4.1	6.6
濁沼 5 上層	10:13	0.80	2.3	9.3	9.1	16.4	11	6.6	3.1	4.0	1.8	1.68	1.55	0.01	1.31	0.02	0.047	0.012	0.001	58	5.2	2.1	7.0
濁沼 5 下層				9.0	9.2	16.3	11	6.7	3.1	4.0	1.8	1.73	1.50	0.01	1.26	0.02	0.047	0.013	0.001	66	5.4	2.2	6.8
濁沼 6 上層	9:33	0.80	2.7	8.9	8.9	15.8	8	5.6	2.8	3.4	1.7	1.85	1.69	0.01	1.58	0.02	0.038	0.012	0.002	48	4.6	1.9	7.6
濁沼 6 下層				11.1	8.4	7.1	8	4.7	2.8	2.4	1.8	1.66	1.47	0.33	0.89	0.04	0.047	0.014	0.002	48	9.3	3.9	6.7
濁沼 7 上層	10:23	0.90	2.5	8.9	9.2	15.9	8	6.2	3.0	3.6	1.7	1.94	1.73	0.01	1.60	0.02	0.042	0.013	0.002	54	4.5	2.0	7.3
濁沼 7 下層				9.5	9.3	16.1	10	7.1	3.0	4.0	1.7	1.79	1.47	0.01	1.26	0.02	0.044	0.011	0.001	70	5.2	1.9	6.8
濁沼 8 上層	10:36	0.70	2.5	9.6	9.2	15.7	13	6.5	3.0	3.3	1.7	1.90	1.75	0.01	1.60	0.02	0.051	0.015	0.002	52	4.8	1.8	7.3
濁沼 8 下層				9.1	9.1	14.8	17	5.6	3.1	3.3	1.8	1.94	1.67	0.01	1.56	0.02	0.062	0.013	0.002	62	4.9	2.1	7.2

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (µg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼橋	11:24	42	-	11.1	8.4	11.3	8	3.8	2.3	2.2	1.6	1.66	1.55	0.06	1.19	0.02	0.073	0.010	0.002	33	13.8	5.5	6.7
大貫橋	11:10	30	-	9.8	8.8	13.0	12	5.6	3.2	2.8	1.8	1.86	1.71	0.01	1.58	0.02	0.061	0.013	0.003	56	4.8	2.0	7.6
高橋	13:29	>50	-	10.4	8.3	11.2	4	2.4	2.0	1.1	1.0	1.95	1.87	0.07	1.84	0.01	0.057	0.040	0.044	1	0.3	<0.1	10.0
長岡橋	13:41	>50	-	11.3	7.7	10.8	2	2.8	2.2	1.3	1.1	2.46	2.40	0.09	2.30	0.02	0.035	0.016	0.015	2	0.2	<0.1	10.6

表 10 水質調査結果一覧（1月）

令和4年1月19日

天気 晴れ

気温 3.2°C（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼 1 上層	9:27	1.00	2.1	6.1	8.6	13.9	8	3.8	2.6	2.4	1.8	1.79	1.48	0.01	1.27	0.05	0.076	0.022	0.003	41	18.2	7.8	6.5
濁沼 1 下層				7.4	8.5	12.1	11	4.5	2.7	2.9	1.7	1.62	1.24	0.01	1.01	0.05	0.082	0.019	0.002	55	22.4	9.1	5.1
濁沼 2 上層	9:18	1.10	2.5	5.0	8.6	14.3	7	3.9	2.6	2.4	1.9	1.73	1.50	0.01	1.28	0.05	0.054	0.015	0.002	30	18.8	7.0	6.3
濁沼 2 下層				6.6	8.5	13.5	6	4.3	2.8	2.7	1.8	1.61	1.38	0.01	1.13	0.05	0.071	0.019	0.002	41	21.7	8.2	5.5
濁沼 3 上層	9:40	1.10	2.6	5.5	8.6	13.1	6	4.0	2.3	2.4	1.8	1.63	1.49	0.01	1.26	0.05	0.061	0.017	0.003	37	19.3	7.1	6.1
濁沼 3 下層				8.0	8.3	9.9	7	3.4	1.9	2.6	1.6	1.31	1.08	0.01	0.86	0.06	0.053	0.017	0.003	56	26.9	10.8	4.5
濁沼 4 上層	9:57	1.10	3.0	5.5	8.5	14.3	5	3.6	2.5	2.3	1.8	1.69	1.53	0.02	1.26	0.05	0.051	0.016	0.003	33	19.2	7.3	6.1
濁沼 4 下層				9.0	8.1	8.4	5	2.3	1.3	1.6	1.3	1.08	0.96	0.10	0.66	0.03	0.051	0.019	0.007	28	35.2	14.5	3.4
濁沼 5 上層	8:59	1.00	2.5	5.8	7.7	13.4	7	4.7	3.7	3.1	2.4	1.65	1.47	0.01	1.26	0.05	0.058	0.018	0.003	34	18.7	7.1	6.2
濁沼 5 下層				6.4	8.2	14.4	7	4.1	2.7	2.6	1.8	1.64	1.45	0.01	1.20	0.05	0.069	0.018	0.003	41	19.8	7.5	5.9
濁沼 6 上層	9:50	1.00	2.7	5.6	8.5	13.1	6	3.8	2.8	2.4	1.7	1.59	1.45	0.01	1.22	0.05	0.063	0.021	0.005	38	19.1	7.4	6.1
濁沼 6 下層				8.4	8.3	9.9	7	3.1	2.0	2.1	1.5	1.26	1.05	0.02	0.86	0.05	0.052	0.019	0.005	47	28.5	11.6	4.4
濁沼 7 上層	10:17	1.00	2.6	6.0	8.3	13.1	8	3.5	2.4	2.2	1.6	1.82	1.61	0.01	1.38	0.04	0.060	0.018	0.003	32	19.1	7.2	6.5
濁沼 7 下層				7.3	8.2	10.6	7	3.1	2.2	2.1	1.4	1.22	1.04	0.02	0.85	0.04	0.052	0.019	0.003	43	30.0	12.3	4.2
濁沼 8 上層	10:28	1.10	2.6	6.4	8.5	12.3	11	3.7	2.8	2.2	1.6	1.77	1.62	0.01	1.41	0.04	0.051	0.017	0.003	30	19.4	7.6	6.4
濁沼 8 下層				6.4	8.4	11.6	6	3.0	2.7	2.2	1.5	1.67	1.57	0.03	1.33	0.04	0.058	0.016	0.003	29	20.7	8.3	6.1

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼橋	11:22	>50	-	10.6	8.1	10.0	4	1.2	1.2	1.1	1.1	0.67	0.58	0.05	0.44	0.01	0.030	0.010	0.008	5	42.1	18.3	2.2
大貫橋	11:09	>50	-	6.6	8.3	13.5	7	3.2	2.5	2.0	1.6	1.74	1.55	0.02	1.34	0.04	0.050	0.016	0.003	28	20.6	8.5	6.0
高橋	11:56	>50	-	6.0	8.6	13.2	10	2.4	2.4	1.0	1.0	1.75	1.72	0.06	1.63	0.02	0.147	0.127	0.144	2	0.3	<0.1	10.6
長岡橋	12:08	>50	-	7.5	8.3	12.7	8	2.7	2.4	1.1	1.1	2.37	2.30	0.08	2.19	0.02	0.041	0.026	0.024	1	0.3	<0.1	13.2

表 11 水質調査結果一覧（2月）

令和4年2月9日

天気 晴れ

気温 6.7°C（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼 1 上層	9:04	0.80	2.0	6.4	8.8	14.7	9	4.0	3.1	3.5	2.7	1.73	1.36	0.01	1.04	0.05	0.110	0.037	0.006	56	22.8	8.8	5.6
濁沼 1 下層				8.2	8.4	9.5	11	4.0	2.4	3.4	2.6	1.51	1.18	0.11	0.74	0.05	0.093	0.040	0.004	52	29.3	11.5	4.0
濁沼 2 上層	8:54	0.80	2.4	7.1	8.8	13.7	5	5.5	4.4	4.3	3.5	1.55	1.36	0.01	1.07	0.05	0.078	0.030	<0.001	39	23.0	8.8	5.2
濁沼 2 下層				9.0	8.1	4.6	8	3.2	2.4	2.7	2.2	1.46	1.26	0.39	0.56	0.06	0.077	0.034	0.003	31	32.1	13.1	3.5
濁沼 3 上層	9:15	0.80	2.6	5.5	8.8	13.9	7	4.4	2.7	3.0	2.2	1.69	1.43	0.01	1.17	0.05	0.077	0.026	0.003	29	21.7	8.1	5.8
濁沼 3 下層				9.4	8.0	3.0	8	2.6	1.7	2.2	1.7	1.36	1.21	0.38	0.54	0.06	0.074	0.030	0.005	24	33.6	14.3	3.8
濁沼 4 上層	9:31	0.90	3.1	5.6	8.8	14.0	8	4.3	3.1	3.2	2.4	1.75	1.44	0.01	1.12	0.05	0.077	0.029	0.002	44	23.0	8.8	5.4
濁沼 4 下層				9.4	7.9	3.5	7	2.5	1.6	2.1	1.6	1.26	1.15	0.37	0.58	0.05	0.063	0.027	0.005	17	36.1	14.6	3.6
濁沼 5 上層	10:12	0.90	2.3	6.2	8.8	14.0	8	4.1	3.2	3.3	2.2	1.67	1.33	0.02	1.12	0.05	0.068	0.028	0.001	34	23.8	8.8	5.3
濁沼 5 下層				7.0	8.6	11.0	9	3.8	3.6	2.9	2.0	1.56	1.30	0.09	0.93	0.05	0.076	0.032	0.003	40	26.2	10.3	4.6
濁沼 6 上層	9:23	0.90	2.7	5.2	8.7	14.3	4	4.2	4.1	2.7	2.0	1.74	1.54	0.01	1.24	0.05	0.065	0.028	0.002	28	21.7	8.3	6.1
濁沼 6 下層				9.0	7.9	2.3	18	3.0	2.6	2.2	1.5	1.44	1.32	0.57	0.50	0.05	0.110	0.039	0.019	27	35.1	14.8	3.7
濁沼 7 上層	9:49	0.80	2.5	5.0	8.6	13.8	6	4.3	4.0	2.9	2.1	1.80	1.57	0.01	1.27	0.05	0.068	0.025	0.002	28	23.1	8.7	5.8
濁沼 7 下層				7.2	8.4	8.2	14	3.1	3.0	2.9	1.9	1.50	1.29	0.21	0.83	0.05	0.079	0.031	0.003	31	29.5	11.6	4.3
濁沼 8 上層	10:02	0.80	2.5	6.6	8.6	11.8	9	3.8	3.7	2.9	2.0	1.63	1.42	0.06	1.07	0.04	0.077	0.026	0.001	36	26.2	10.5	4.9
濁沼 8 下層				6.8	8.5	10.4	10	2.8	2.5	2.7	2.0	1.61	1.34	0.10	1.01	0.04	0.068	0.026	0.002	32	27.1	12.2	4.9

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼橋	11:05	>50	-	9.8	8.2	10.6	4	1.3	1.1	0.9	0.9	1.04	0.99	0.18	0.69	0.01	0.036	0.020	0.016	2	34.0	13.6	4.0
大貫橋	10:53	>50	-	9.0	8.2	10.1	3	1.9	1.8	1.3	1.1	1.49	1.40	0.16	1.05	0.02	0.075	0.049	0.038	7	29.5	11.9	5.6
高橋	11:43	>50	-	6.5	8.4	12.1	3	3.1	2.6	1.2	1.2	1.70	1.64	0.06	1.60	0.02	0.220	0.193	0.203	3	0.4	<0.1	10.4
長岡橋	11:54	>50	-	8.5	8.2	13.6	1	2.8	2.5	1.2	1.1	2.28	2.29	0.10	2.28	0.02	0.042	0.028	0.021	3	0.2	<0.1	13.1

表 12 水質調査結果一覧（3月）

令和4年3月9日

天気 晴れ

気温 9.6°C（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼 1 上層	9:08	0.70	2.1	10.0	8.5	11.3	8	4.3	3.1	3.1	2.2	1.86	1.49	0.02	0.98	0.03	0.089	0.030	0.005	41	20.6	8.2	5.7
濁沼 1 下層				9.7	8.5	10.2	8	4.5	2.5	3.2	2.2	1.78	1.47	0.02	0.98	0.03	0.080	0.030	0.005	44	21.8	8.1	5.6
濁沼 2 上層	9:00	0.60	2.4	11.0	8.5	11.5	8	4.8	3.2	3.2	2.4	1.74	1.48	0.02	0.93	0.03	0.083	0.029	0.003	51	21.2	8.1	5.6
濁沼 2 下層				10.0	8.5	10.4	7	4.3	2.9	3.0	2.2	1.77	1.42	0.03	0.92	0.03	0.085	0.030	0.004	45	21.9	8.5	5.4
濁沼 3 上層	9:20	0.80	2.7	8.6	8.5	11.6	4	4.3	2.5	2.3	1.9	2.08	1.89	0.01	1.66	0.03	0.073	0.024	0.005	23	13.4	5.5	7.8
濁沼 3 下層				9.4	8.4	9.8	6	4.2	2.4	2.8	2.2	1.71	1.47	0.02	0.96	0.03	0.075	0.026	0.004	40	21.1	8.6	5.4
濁沼 4 上層	9:36	0.70	3.2	9.6	8.5	11.1	8	4.4	2.9	3.1	2.2	1.72	1.42	0.01	0.94	0.03	0.078	0.026	0.004	44	21.9	8.6	5.4
濁沼 4 下層				9.6	8.5	9.8	6	4.1	2.5	2.9	2.3	1.61	1.45	0.04	0.91	0.04	0.082	0.025	0.004	39	22.5	8.9	5.3
濁沼 5 上層	10:21	0.70	2.3	11.0	8.5	11.3	7	4.8	3.2	3.0	2.2	1.78	1.37	0.02	0.93	0.03	0.075	0.026	0.004	46	22.4	8.5	5.3
濁沼 5 下層				10.6	8.4	8.8	7	4.5	3.7	3.2	2.1	1.72	1.41	0.06	0.88	0.04	0.098	0.030	0.005	48	22.7	9.2	5.3
濁沼 6 上層	9:28	0.80	2.8	8.1	8.5	11.7	4	3.8	3.4	2.1	1.8	1.96	1.91	0.01	1.60	0.03	0.070	0.024	0.005	19	13.1	5.4	7.9
濁沼 6 下層				9.4	8.4	10.4	10	4.1	3.7	2.7	2.0	1.58	1.49	0.03	0.94	0.03	0.069	0.025	0.004	42	21.9	9.0	5.4
濁沼 7 上層	9:56	0.70	2.5	9.9	8.5	10.8	7	4.6	3.9	3.2	2.1	1.73	1.38	0.02	0.91	0.03	0.073	0.028	0.004	44	22.6	9.0	5.4
濁沼 7 下層				10.1	8.4	9.3	8	4.2	3.8	2.9	2.1	1.73	1.46	0.06	0.90	0.03	0.091	0.025	0.004	45	23.4	9.0	5.3
濁沼 8 上層	10:10	0.80	2.5	10.5	8.4	9.9	5	4.3	3.9	2.4	1.9	1.61	1.40	0.03	0.93	0.03	0.065	0.023	0.004	33	23.6	9.1	5.2
濁沼 8 下層				10.3	8.3	9.1	5	3.2	3.0	2.2	1.7	1.55	1.42	0.07	0.87	0.02	0.061	0.021	0.003	27	25.5	10.6	4.9

	採水時刻	透視度 (cm)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	d-COD (mg L ⁻¹)	TOC (mg L ⁻¹)	DOC (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	DTN (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NO ₂ -N (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)	DTP (mg L ⁻¹)	PO ₄ -P (mg L ⁻¹)	Chla (μg L ⁻¹)	EC (mS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (g L ⁻¹)	Si (mg L ⁻¹)
濁沼橋	11:26	>50	-	11.7	8.1	9.5	3	1.5	1.3	1.3	1.3	0.77	0.71	0.13	0.37	0.01	0.038	0.020	0.021	2	39.2	16.5	2.6
大貫橋	11:13	>50	-	11.2	8.2	9.1	4	2.6	2.5	1.8	1.5	1.39	1.29	0.14	0.76	0.02	0.045	0.020	0.009	11	28.4	12.0	4.5
高橋	12:56	>50	-	11.9	8.5	11.5	4	3.5	3.0	1.7	1.5	1.69	1.69	0.04	1.62	0.01	0.168	0.143	0.165	3	0.3	<0.1	9.4
長岡橋	13:09	>50	-	13.4	8.3	12.8	4	3.5	3.0	1.7	1.5	2.28	2.20	0.04	2.14	0.02	0.070	0.041	0.036	6	0.2	<0.1	11.2

1-17 牛久沼の水質保全に関する調査事業

1 目的

牛久沼（図1）は流域で様々な排出負荷削減対策が行われているが、化学的酸素要求量等の項目で水質汚濁に係る環境基準を達成していない。そのため、牛久沼における詳細調査を実施し、汚濁機構解明のための基礎資料とする。

2 調査方法

(1) 水質調査

① 調査期間：令和3年4月～令和4年3月、月1回

② 調査地点（図1）：

【湖内】●で示す8地点

- ・L1-L8の上層（水面下50cm）
- ・L1-L6、L8の下層（湖底上50cm）

【河川】○で示す5地点

- ・流入河川4地点（R1-R4）
- ・流出河川1地点（R5）

③ 調査項目および測定方法

上層および下層の湖水は、小型ペリスタルティックポンプ（テクノインターナショナル社、サンプリングチューブ外径13mm）で採取した。河川水は、ロープ付きバケツで採水した。調査項目および測定方法は表1に示す。なお、溶存態の項目（dCOD、DOC、dTN、dTP、各態窒素、りん酸イオン）については、孔径1.0μmのろ紙（Whatman GF/B、φ=45mm）を通過したろ水を用いて測定した。また、Chl.aの測定については、試料水を孔径1.2μmのろ紙（Whatman、GF/C）を用いてろ別し、得られたろ紙を一昼夜凍結した後エタノールで1日間抽出し、浮遊物質を遠心分離（3000rpm、10分）して得られた上澄み液を分析に供した。

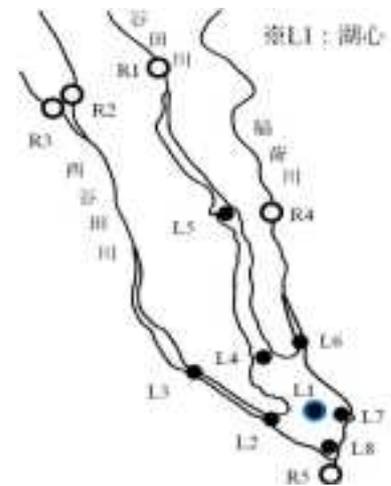


図1 牛久沼調査地点

表1 牛久沼における水質測定項目ならびにその測定方法

測定項目	測定方法		使用機器
水深			重りつきメジャー
透明度	湖沼調査法		直径30cm透明度板
水温	JIS K 0102	7.2 水温	ペッテンコーヘル
pH	JIS K 0102	12.1 ガラス電極法	東亜DKK、WM-32EP
電気伝導率(EC)			東亜DKK、WM-32EP
溶存酸素量(DO)	JIS K 0102	32.1 よう素滴定法	
懸濁物質(SS)	JIS K 0102	14.1 懸濁物質	
化学的酸素要求量(COD、dCOD)	JIS K 0102	17. 100°Cにおける過マンガン酸カリウムによる酸素消費量(COD _{Mn})	
有機態炭素量(TOC、DOC)	JIS K 0102	22.2 燃焼酸化-紫外線式TOC自動計測法	島津製作所、TOC-L
全窒素(TN、dTN)	JIS K 0170-3	流れ分析法による水質試験方法—第3部:全窒素	ビーエルテック、swAA1
全りん(TP、dTP)	JIS K 0170-4	流れ分析法による水質試験方法—第4部:りん酸イオン及び全りん	ビーエルテック、swAA1
各態窒素(NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N)	JIS K 0170-1,2	流れ分析法による水質試験方法—第3部:全窒素	ビーエルテック、QuAAtro
りん酸イオン(PO ₄ -P)	JIS K 0170-4	流れ分析法による水質試験方法—第4部:りん酸イオン及び全りん	ビーエルテック、QuAAtro
クロロフィルa(Chl.a)	湖沼調査法	ユネスコ法(エタノール抽出)	島津製作所、UV-2550
イオン状シリカ(Si)	JIS K 0101	44.1.2 モリブデン青吸光度法	島津製作所、UV-2550

(2) プランクトン調査

① 調査期間：2(1)①と同じ

② 調査地点：湖心（L1）

③ 調査項目：植物プランクトンの個体数ならびに細胞体積及び動物プランクトンの個体数

④ 調査方法：

植物プランクトンについては、上層の湖水を400mL採集し、25%グルタルアルデヒド溶液を

終濃度約4%になるように加えて試料とした。試料に含まれる植物プランクトンは種レベルまで同定し、種ごとの細胞数ならびに細胞体積を測定した。その後、細胞数に細胞体積を乗じて各種の合計細胞体積を算出し、すべての種の合計細胞体積を加算して総細胞体積とした。

動物プランクトンについては、調査地点において小型プランクトンネット（離合社製、5513、目合い0.1 mm）を用いて湖底直上0.5 mから湖水面まで鉛直引きし、得られた湖水試料に25%グルタルアルデヒド溶液を終濃度が約4%になるように加えて試料とした。試料に含まれる動物プランクトンは種レベルまで同定し、種ごとの個体数密度を測定した。

3 調査結果概要

(1) 水質（図2及び図3）

表1から表12に現地測定及び水質分析結果一覧を示す。以下①から④では、湖内の値としてL1-L8上層の平均値を報告する。

① COD

- 令和3年度における年平均値は、湖内（上層、湖内8地点平均）では7.0 mg/Lで、前年度（8.2 mg/L）より1.2 mg/L低い値であった。流入河川（流入河川4地点平均）では3.8 mg/Lで、前年度（3.8 mg/L）と同様の値であった。
- 湖内における経月変化については、7月以降は平均値をやや上回って推移した。
- 経年変化について、湖内では平成28年度以降上昇傾向が続いていたが、令和3年度は低下した。流入河川では平成14年度以降は横ばい、およびやや低下傾向が続いている。

② TN

- 令和3年度における年平均値は、湖内では1.6 mg/Lで、前年度（1.3 mg/L）より0.3 mg/L高い値であった。流入河川では2.4 mg/Lで、前年度（2.0 mg/L）より0.4 mg/L高い値となった。
- 湖内における経月変化については、7月～10月までは平均値をやや上回って推移していたが、12月と1月には平均値を大きく上回った。
- 経年変化については、湖内及び流入河川ともに、近年は低下傾向が見られていたが、令和3年度は上昇に転じた。

③ TP

- 令和3年度における年平均値は、湖内では0.083 mg/Lで、前年度（0.104 mg/L）より0.021 mg/L低い値となり、流入河川では0.060 mg/Lで、前年度（0.066 mg/L）より0.006 mg/L低い値となった。
- 湖内における経月変化については、6月以降は平均値を下回って推移した。
- 経年変化については、湖内と流入河川は平成25年度までは近い値を示していたが、平成26年度以降は開きが見られている。湖内では平成26年度以降は上昇傾向が続いていたが、令和3年度は減少した。

④ Chl.a

- 令和3年度は、湖内では55 $\mu\text{g/L}$ で、前年度（73 $\mu\text{g/L}$ ）より18 $\mu\text{g/L}$ 低い値となり、流入河川では6 $\mu\text{g/L}$ で、前年度（8 $\mu\text{g/L}$ ）より2 $\mu\text{g/L}$ 低い値となった。
- 湖内における経月変化については、4月～9月までは平均値を上回っていたが、10月以降は平均値と同等もしくはやや下回って推移した。
- 経年変化については、湖内では長期的に見ると横ばい傾向であるが、平成19年度以降やや増加傾向がみられ、近年は変動が大きくなっている。流入河川では平成19年度まで減少傾向が続いた後は、横ばい傾向が続いている。

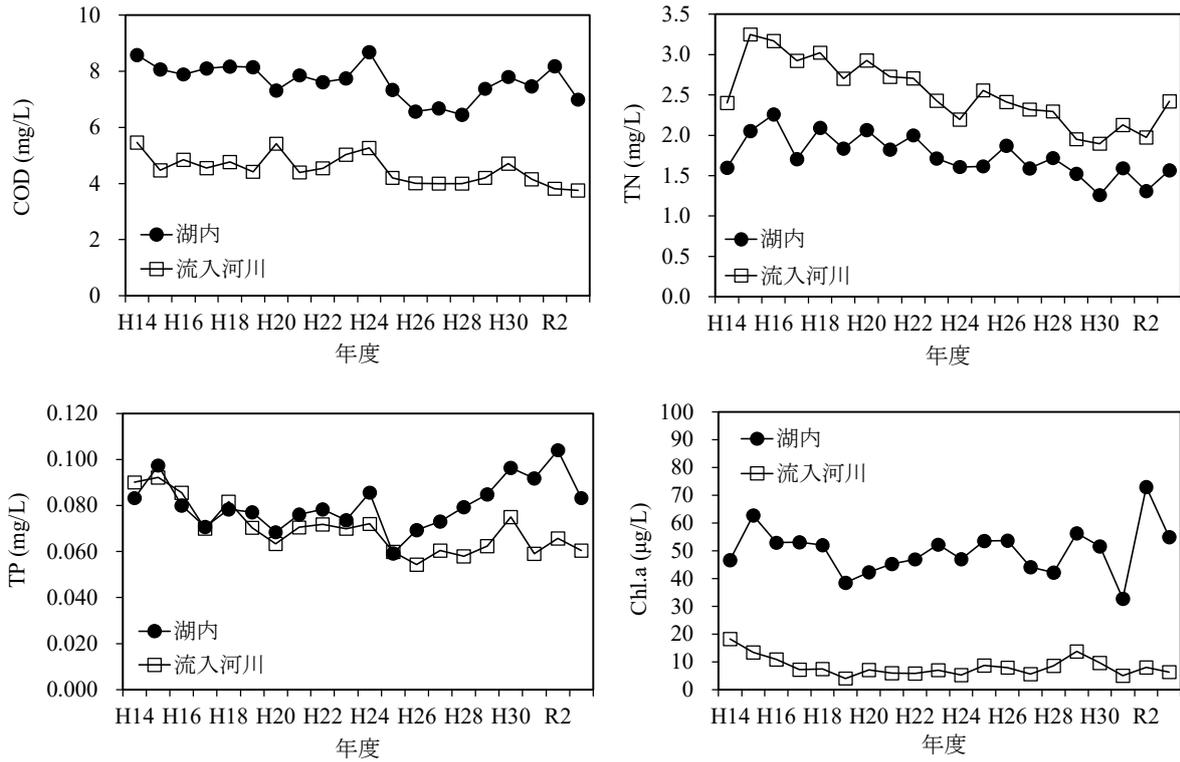


図2 湖内上層及び流入河川（全地点平均）における水質の経年変化（年度）
(a) COD、(b) TN、(c) TP、(d) Chl.a

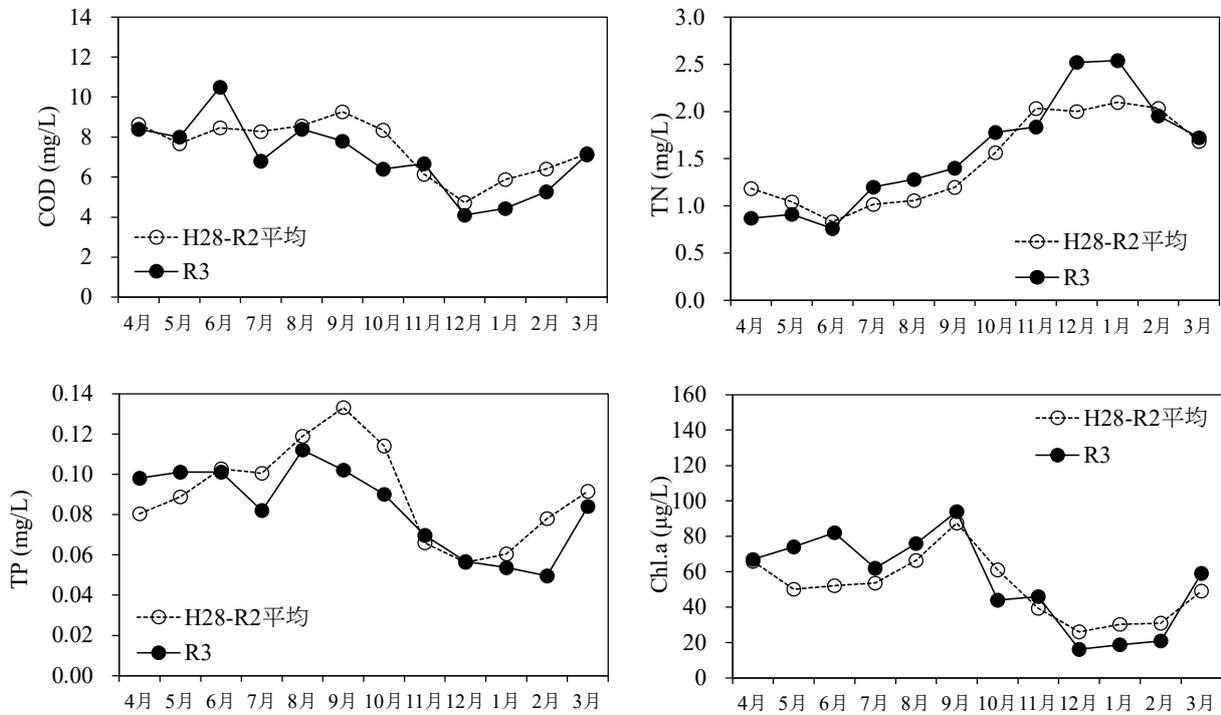


図3 湖内上層（全地点平均）における水質の経月変化

(2) プランクトン (図4)

① 植物プランクトン (体積)

・令和3年度はこれまでと同様に珪藻類が優占する傾向が見られた。藻類全体の細胞体積 (月平均) は前年度より低下した。

② 動物プランクトン (個体数密度)

・令和3年度の優占種はワムシ類で、出現個体数は8月に最も多くなった。

(3) 【参考】 気象 (図5)

気象のデータは、牛久沼近傍のつくば (館野) のアメダスデータを用いた¹⁾。

なお、平年値は1991年～2020年 (平成3年～令和2年) の平均値である。

① 平均気温

・経年変化については、変動はあるものの上昇傾向にある。令和3年度は前年度より低下した。
 ・経月変化については、グラフの形状は平年と大きく変わらないものの、平年値と比べ5月に高く、1月及び2月に低い値となった。

② 降水量

・令和3年度は1471 mmで、前年度 (1334 mm) より138 mm多くなった。
 ・経年変化については、平成26年度以降は低下傾向にあったが、令和元年度以降変動が著しい。
 ・経月変化については、平年値と比べ7月、8月及び12月に多かった。

③ 日照時間

・令和3年度は2207時間で、前年度 (2024時間) より183時間長くなった。
 ・経年変化については、平成24年度以降低下傾向が続いていたが、令和3年度には上昇した。
 ・経月変化については、平年値と比べ10月から3月にかけて長くなった。

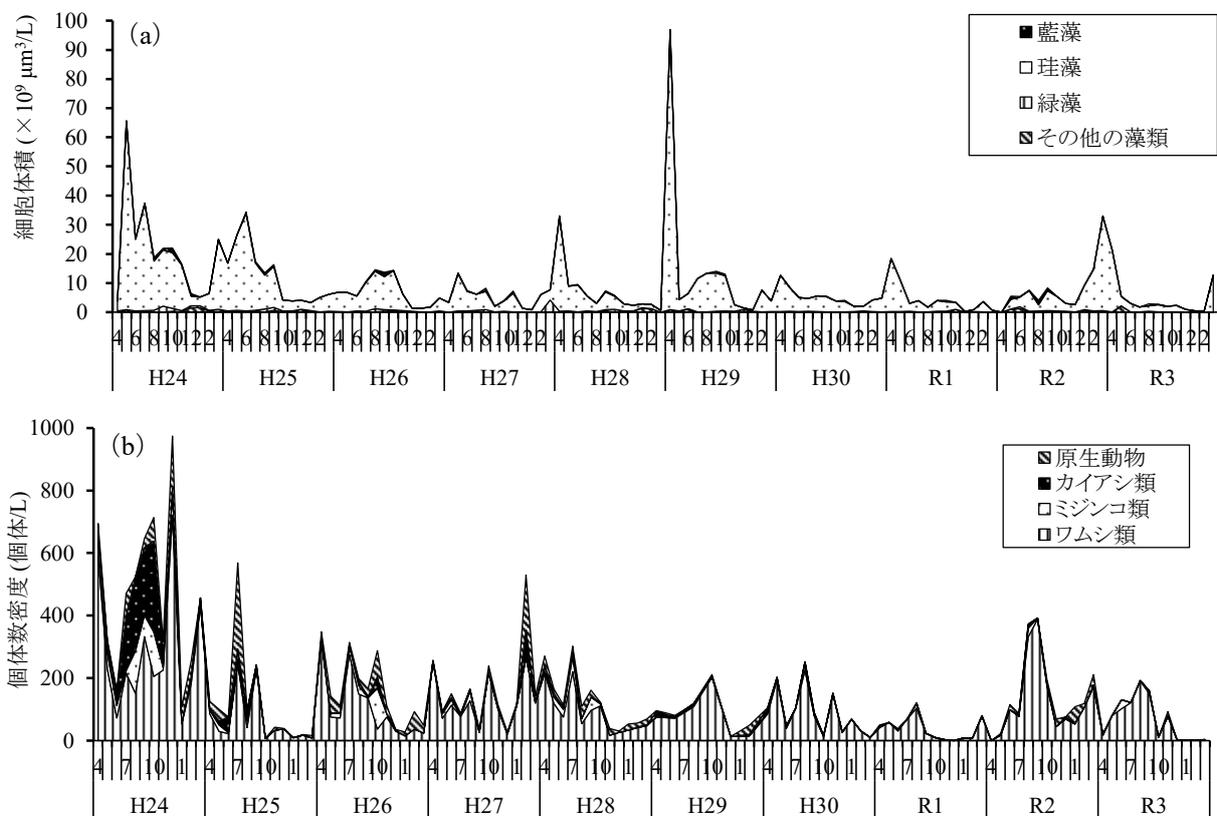


図4 湖心上層におけるプランクトンの変化

(a) 植物プランクトンの細胞体積、(b) 動物プランクトンの個体数 (H29 は偶数月のみ計測)

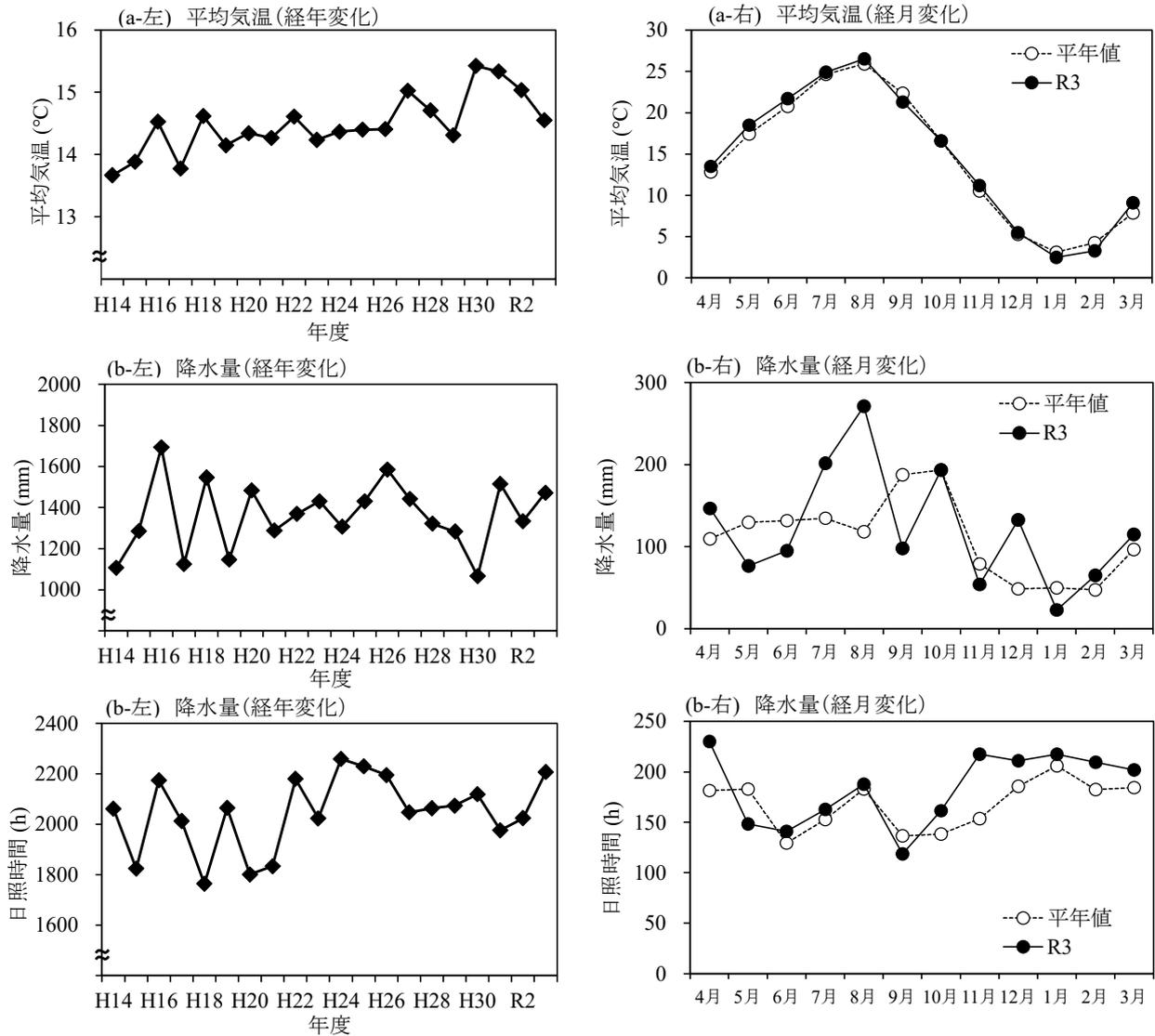


図5 つくば市(館野)における気象の状況

参考文献

- 1) 気象庁ホームページ：気象統計情報（つくば（館野）），<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>

表 1 水質調査結果一覧 (4月)

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日: 令和3年4月16日 天気: 曇 気温: 15.4 °C (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	9:32	1.8	0.70	16.5	8.9	22.0	9.7	17	8.6	4.7	5.0	2.8	0.61	0.25	<0.01	<0.01	<0.01	0.071	0.013	<0.001	43	0.3	
湖沼	L1	下層				16.5	8.8	22.0	9.6	18	8.2	4.5	4.7	2.8	0.58	0.23	<0.01	<0.01	<0.01	0.076	0.012	<0.001	47	0.3	
湖沼	L2	上層	9:44	2.0	0.70	17.0	8.4	23.2	10.2	18	8.8	4.4	4.4	2.6	0.98	0.53	0.01	0.01	0.22	0.108	0.026	0.004	90	7.2	
湖沼	L2	下層				16.7	8.3	23.3	9.6	17	7.8	4.5	4.3	2.5	0.84	0.47	0.02	0.01	0.22	0.089	0.017	0.002	69	7.2	
湖沼	L3	上層	9:55	2.0	0.60	16.7	8.3	24.3	10.2	21	8.6	4.0	4.1	2.5	0.94	0.63	0.01	0.01	0.35	0.110	0.020	0.004	80	8.1	
湖沼	L3	下層				16.5	8.3	24.3	9.8	24	8.5	4.1	4.3	2.4	1.02	0.64	0.02	0.01	0.35	0.112	0.019	0.004	79	7.8	
湖沼	L4	上層	10:23	1.7	0.65	17.2	9.2	20.8	11.3	20	9.1	4.4	5.3	2.7	0.65	0.23	<0.01	<0.01	<0.01	0.100	0.014	0.001	71	0.1	
湖沼	L4	下層				16.8	9.1	22.9	10.4	24	9.4	4.4	5.1	2.6	0.63	0.24	<0.01	<0.01	<0.01	0.093	0.013	0.001	70	0.1	
湖沼	L5	上層	10:39	2.3	0.55	17.5	9.0	23.7	12.5	22	8.9	3.6	3.9	2.0	1.38	0.73	0.01	0.02	0.49	0.138	0.022	0.005	120	7.0	
湖沼	L5	下層				16.9	8.5	23.8	10.1	24	7.4	3.5	3.2	2.0	1.21	0.83	0.01	0.02	0.56	0.119	0.013	0.002	85	8.4	
湖沼	L6	上層	8:57	1.9	0.70	16.5	7.2	17.3	7.5	12	5.7	3.6	2.5	1.9	1.17	0.96	0.13	0.02	0.62	0.087	0.013	0.003	30	5.4	
湖沼	L6	下層				16.4	7.2	14.4	7.2	14	5.6	3.6	2.5	1.9	1.15	0.95	0.14	0.02	0.64	0.077	0.010	0.002	21	5.6	
湖沼	L7	上層	9:09	1.6	0.55	16.5	8.4	21.1	10.1	20	8.6	4.6	4.4	2.7	0.64	0.24	<0.01	<0.01	<0.01	0.093	0.011	0.001	56	0.7	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	9:24	2.5	0.70	16.5	8.8	23.0	10.4	18	8.7	4.9	5.0	2.7	0.57	0.24	<0.01	<0.01	<0.01	0.078	0.011	0.001	44	0.4	
湖沼	L8	下層				16.2	8.7	22.3	9.5	21	9.0	4.9	4.8	2.8	0.58	0.25	<0.01	<0.01	<0.01	0.092	0.009	<0.001	46	0.3	

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透視度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	14:48	0.91	2.3	> 50	16.5	7.5	23.8	8.7	9	3.5	2.9	1.9	1.5	1.95	1.83	0.07	0.02	1.52	0.055	0.020	0.012	4	11
流入河川	R2	14:06	0.79	1.9	47	17.3	7.5	20.3	9.8	9	5.7	4.3	3.1	2.3	1.86	1.58	0.14	0.03	1.31	0.112	0.035	0.027	24	6.4
流入河川	R3	14:23	0.07	0.6	> 50	18.9	7.6	25.8	10.0	11	4.7	3.3	2.2	1.7	2.26	2.24	0.06	0.02	1.95	0.079	0.033	0.025	8	11
流入河川	R4	13:41	0.25	1.4	> 50	15.4	7.9	19.1	11.3	3	3.2	2.9	1.8	1.5	1.48	1.41	0.01	0.01	1.21	0.031	0.018	0.010	2	6.8
流出河川	R5	12:18	3.71	5.0	25	16.6	8.8	22.6	9.7	20	8.8	4.9	4.8	2.8	0.55	0.25	<0.01	<0.01	<0.01	0.079	0.011	0.001	45	0.3

表1 水質調査結果一覧（5月）

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：令和3年5月14日 天気：晴 気温：22.2℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (m)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	9:35	1.9	0.60	21.1	7.7	21.8	8.2	22	8.2	4.2	4.8	2.7	0.80	0.34	0.03	<0.01	0.03	0.098	0.017	0.002	73	6.1	
湖沼	L1	下層				20.4	7.4	22.0	6.4	27	8.5	4.1	4.8	2.6	0.79	0.28	0.04	<0.01	0.01	0.108	0.015	0.001	60	5.7	
湖沼	L2	上層	9:46	2.0	0.75	21.4	7.4	23.7	8.2	14	7.1	4.3	4.5	2.9	0.72	0.43	0.03	0.01	0.12	0.076	0.017	0.002	48	7.2	
湖沼	L2	下層				20.5	7.3	23.0	6.3	26	7.6	4.3	4.4	2.8	0.66	0.37	0.05	<0.01	0.05	0.102	0.015	0.001	48	6.6	
湖沼	L3	上層	9:56	2.0	0.60	21.5	8.0	24.5	9.9	16	8.9	4.8	4.9	3.1	1.01	0.44	0.06	<0.01	0.02	0.109	0.027	0.007	109	7.9	
湖沼	L3	下層				20.6	7.5	24.6	7.6	34	9.0	4.6	5.1	2.9	0.86	0.42	0.07	<0.01	0.07	0.125	0.017	0.002	53	8.1	
湖沼	L4	上層	10:15	1.8	0.60	22.0	8.1	22.1	8.7	21	8.6	4.4	5.1	2.8	0.73	0.31	0.02	<0.01	0.02	0.103	0.022	0.002	75	6.0	
湖沼	L4	下層				20.8	7.6	22.2	6.2	27	8.0	4.3	4.5	2.7	0.59	0.34	0.05	<0.01	0.03	0.105	0.018	0.001	63	6.4	
湖沼	L5	上層	8:43	2.4	0.55	21.7	7.4	25.8	9.2	19	8.5	4.6	4.4	3.0	1.19	0.74	0.08	0.02	0.34	0.132	0.030	0.006	111	10	
湖沼	L5	下層				20.6	7.3	26.1	6.5	19	6.6	4.2	3.7	2.6	1.01	0.76	0.13	0.02	0.34	0.103	0.021	0.003	45	10	
湖沼	L6	上層	9:06	1.8	0.70	21.3	7.1	24.1	6.3	14	6.1	3.9	3.7	2.6	1.44	1.19	0.24	0.03	0.69	0.090	0.021	0.004	42	9.7	
湖沼	L6	下層				20.5	6.9	24.0	5.7	14	6.1	4.0	3.8	2.6	1.40	1.14	0.25	0.03	0.64	0.089	0.017	0.003	31	8.9	
湖沼	L7	上層	9:17	1.6	0.60	21.4	7.7	21.8	8.0	23	8.3	3.8	5.2	2.6	0.69	0.25	0.02	<0.01	<0.01	0.101	0.018	0.001	65	5.8	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	9:25	2.5	0.60	21.4	7.9	22.1	8.6	22	8.5	4.0	4.9	2.7	0.67	0.29	0.02	<0.01	<0.01	0.098	0.019	0.002	67	5.1	
湖沼	L8	下層				20.5	7.7	21.7	7.9	22	8.0	4.2	4.3	2.7	0.69	0.26	0.03	<0.01	<0.01	0.097	0.017	0.001	56	4.8	

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	13:40	1.50	2.3	>50	23.7	7.1	28.4	8.0	8	5.1	3.9	3.3	2.7	1.58	1.32	0.12	0.02	0.89	0.085	0.025	0.014	2	10
流入河川	R2	13:00	1.04	1.9	>50	23.0	6.9	26.2	8.2	9	5.7	4.2	3.4	2.8	1.57	1.34	0.12	0.02	0.96	0.090	0.029	0.016	9	8.4
流入河川	R3	13:16	0.17	0.6	>50	26.8	7.1	25.9	9.0	13	6.3	4.2	3.5	2.8	1.41	1.27	0.08	0.01	0.89	0.080	0.029	0.016	4	9.0
流入河川	R4	12:36	0.42	1.4	>50	23.0	7.9	26.2	9.6	7	4.5	3.4	2.7	2.3	1.63	1.52	0.04	0.01	1.29	0.081	0.035	0.025	3	11
流出河川	R5	10:59	1.42	4.0	49	22.2	7.5	23.8	6.5	11	7.0	4.1	3.7	2.7	0.90	0.60	0.14	0.01	0.23	0.082	0.014	0.001	44	5.3

表2 水質調査結果一覧（6月）

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：令和3年6月16日 天気：曇 気温：23.4℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (m)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
湖沼	L1	上層	10:42	2.0	0.40	26.0	7.7	24.6	7.0	26	9.6	4.9	5.9	3.4	0.62	0.29	0.02	<0.01	<0.01	0.095	0.035	0.002	57	8.9
湖沼	L1	下層				26.0	7.7	24.3	6.9	30	10.0	5.0	5.8	3.4	0.58	0.27	0.03	<0.01	<0.01	0.068	0.037	0.006	59	8.7
湖沼	L2	上層	10:53	2.0	0.50	26.5	7.6	26.6	6.8	24	9.8	5.5	5.7	3.8	0.62	0.35	0.02	<0.01	<0.01	0.086	0.031	0.003	53	7.2
湖沼	L2	下層				26.7	7.6	26.3	6.7	25	9.8	5.7	5.5	3.9	0.65	0.38	0.02	<0.01	<0.01	0.076	0.027	0.002	53	7.3
湖沼	L3	上層	11:05	2.2	0.50	26.3	7.7	25.4	7.5	20	9.6	5.5	5.7	4.0	0.61	0.31	0.02	<0.01	<0.01	0.095	0.026	0.002	46	7.6
湖沼	L3	下層				26.4	7.7	25.5	7.2	24	9.9	5.7	5.5	3.9	0.62	0.31	0.02	<0.01	<0.01	0.077	0.026	0.002	45	7.7
湖沼	L4	上層	11:24	1.7	0.40	26.4	8.1	24.6	7.9	29	10.9	5.3	6.7	3.6	0.67	0.28	0.02	<0.01	<0.01	0.089	0.022	0.001	61	8.5
湖沼	L4	下層				26.5	8.1	24.6	7.4	28	10.9	5.2	6.5	3.5	0.71	0.28	0.02	<0.01	<0.01	0.076	0.021	0.002	60	8.4
湖沼	L5	上層	9:48	2.4	0.40	27.5	7.6	27.1	8.2	29	11.5	6.2	7.4	4.3	1.03	0.39	0.04	<0.01	<0.01	0.127	0.033	0.009	136	9.0
湖沼	L5	下層				26.8	7.6	26.2	6.6	37	11.0	6.3	6.2	4.2	0.85	0.38	0.06	<0.01	<0.01	0.134	0.027	0.013	80	9.4
湖沼	L6	上層	10:10	1.9	0.50	26.5	7.7	24.7	9.6	29	13.3	6.9	8.9	4.4	1.24	0.43	0.03	<0.01	<0.01	0.165	0.058	0.023	181	9.6
湖沼	L6	下層				26.5	7.8	24.4	9.3	32	13.1	6.8	8.5	4.4	1.21	0.45	0.04	<0.01	<0.01	0.173	0.054	0.023	163	10
湖沼	L7	上層	10:24	1.5	0.40	26.2	7.8	39.6	7.0	25	9.8	5.4	5.7	3.4	0.66	0.30	0.02	<0.01	<0.01	0.075	0.022	0.002	61	8.9
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:33	2.6	0.40	25.6	7.8	31.4	6.1	26	9.8	5.3	5.5	3.4	0.64	0.27	0.03	<0.01	<0.01	0.072	0.017	0.007	63	8.4
湖沼	L8	下層				25.1	7.5	24.7	4.0	38	10.1	5.3	5.2	3.4	0.77	0.27	0.02	<0.01	<0.01	0.085	0.012	0.001	58	8.8

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	14:58	1.32	2.3	26	23.4	7.5	22.3	7.7	15	6.4	5.1	3.6	3.1	1.35	1.22	0.12	0.02	0.70	0.071	0.024	0.013	14	8.5
流入河川	R2	14:09	1.74	2.0	18	24.0	7.1	34.1	6.7	32	7.9	5.1	3.6	3.0	1.81	1.58	0.37	0.02	0.83	0.126	0.035	0.025	18	4.6
流入河川	R3	14:34	0.14	0.6	43	23.8	7.5	28.0	8.3	24	6.7	4.5	3.2	2.5	1.63	1.45	0.08	0.01	1.03	0.072	0.026	0.017	12	12
流入河川	R4	13:50	0.25	1.4	>50	24.3	7.8	27.1	8.4	4	4.9	4.4	2.9	2.7	0.99	0.88	0.04	<0.01	0.55	0.051	0.028	0.025	7	11
流出河川	R5	12:10	0.97	4.0	37	27.0	8.3	31.3	8.9	14	9.3	5.7	5.0	3.5	0.63	0.32	0.02	<0.01	<0.01	0.066	0.018	0.004	45	8.0

表3 水質調査結果一覧（7月）

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：令和3年7月14日 天気：曇 気温：25.8℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (m)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
湖沼	L1	上層	10:24	1.8	0.50	26.7	7.6	16.7	7.6	30	7.5	3.3	4.2	2.1	1.24	0.72	0.05	0.02	0.54	0.105	0.012	0.001	68	6.5
湖沼	L1	下層				26.6	7.6	17.2	7.4	35	8.1	3.3	4.2	2.1	1.19	0.77	0.03	0.02	0.59	0.108	0.011	0.001	67	6.2
湖沼	L2	上層	10:33	1.8	0.70	26.5	7.6	18.0	9.3	15	6.9	3.8	3.8	2.4	1.28	1.04	0.03	0.02	0.79	0.079	0.017	0.003	74	6.2
湖沼	L2	下層				26.3	7.5	17.9	7.8	27	7.3	3.8	3.6	2.3	1.19	1.00	0.05	0.02	0.81	0.095	0.011	0.001	38	6.2
湖沼	L3	上層	10:45	2.0	0.70	26.1	7.3	18.6	7.8	15	6.5	3.6	3.3	2.3	1.53	1.23	0.02	0.02	1.03	0.086	0.016	0.003	59	6.6
湖沼	L3	下層				25.8	7.3	21.4	7.5	17	6.6	3.6	3.2	2.3	1.33	1.20	0.03	0.02	1.03	0.085	0.014	0.002	49	6.6
湖沼	L4	上層	11:03	1.6	0.50	27.3	7.5	19.8	7.9	24	7.2	3.3	3.9	2.1	1.18	0.89	0.04	0.02	0.70	0.080	0.010	0.001	63	8.5
湖沼	L4	下層				27.1	7.6	19.6	7.2	35	8.6	3.2	4.3	2.0	1.29	0.90	0.05	0.02	0.70	0.106	0.009	0.004	55	8.5
湖沼	L5	上層	11:21	2.2	0.60	26.4	7.7	20.0	9.3	15	5.8	3.3	3.1	2.0	1.35	1.18	0.02	0.02	1.04	0.077	0.011	0.001	55	9.1
湖沼	L5	下層				25.4	7.7	19.6	7.6	29	6.1	3.1	2.8	2.0	1.40	1.28	0.05	0.02	1.09	0.103	0.009	0.003	22	9.0
湖沼	L6	上層	9:49	1.7	0.80	25.8	7.4	17.1	8.6	11	5.5	3.5	2.9	2.1	0.93	0.81	0.02	0.01	0.66	0.064	0.010	0.001	36	6.6
湖沼	L6	下層				24.9	7.3	13.8	6.0	17	5.4	3.5	2.7	2.1	1.05	0.95	0.08	0.01	0.74	0.090	0.014	0.005	13	5.8
湖沼	L7	上層	10:04	1.4	0.55	26.6	7.2	15.2	6.9	16	7.5	4.3	4.1	2.6	0.87	0.61	0.02	0.01	0.43	0.083	0.014	0.002	60	6.7
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:12	2.3	0.50	27.0	7.6	17.2	9.3	20	7.6	3.8	4.3	2.3	1.19	0.84	0.04	0.02	0.63	0.082	0.014	0.001	84	6.4
湖沼	L8	下層				26.5	7.7	18.5	7.6	50	8.3	3.6	3.5	2.2	1.22	0.89	0.04	0.02	0.76	0.103	0.009	<0.001	47	6.5

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	14:29	1.70	2.3	34	25.5	7.5	23.5	7.8	16	3.7	2.9	2.1	1.8	1.75	1.63	0.04	0.01	1.57	0.073	0.023	0.015	2	11
流入河川	R2	13:44	1.63	2.0	40	26.3	7.4	22.8	8.3	13	4.8	3.7	2.7	2.2	1.79	1.67	0.06	0.02	1.56	0.076	0.020	0.012	16	8.1
流入河川	R3	14:03	0.18	0.6	36	27.0	7.3	23.8	7.7	21	5.2	3.3	2.4	1.9	2.43	2.28	0.07	0.01	2.09	0.088	0.020	0.014	5	10
流入河川	R4	13:18	0.55	1.4	>50	25.6	7.6	20.7	9.0	6	3.6	3.1	2.0	1.8	1.47	1.39	0.03	<0.01	1.35	0.054	0.025	0.020	3	9.6
流出河川	R5	12:04	-	-	21	27.0	8.0	18.6	9.1	27	7.7	3.9	3.8	2.3	1.15	0.81	0.03	0.02	0.64	0.094	0.011	<0.001	76	6.4

表 4 水質調査結果一覧（8月）

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：令和3年8月27日 天気：晴 気温：31.1℃ （つくば市館野 10:00, 気象庁データ）

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (m)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
湖沼	L1	上層	10:08	1.6	0.45	31.0	9.0	20.7	9.4	28	8.7	4.0	4.9	2.5	1.09	0.47	0.01	0.01	0.21	0.103	0.015	0.002	93	7.0
湖沼	L1	下層				30.9	8.9	19.8	10.2	29	8.7	4.0	4.9	2.5	1.16	0.56	0.02	0.01	0.31	0.108	0.014	0.002	86	7.1
湖沼	L2	上層	10:18	1.5	0.50	31.5	8.9	23.0	11.5	19	8.0	3.8	4.5	2.3	1.46	0.91	0.02	0.02	0.74	0.098	0.016	0.003	74	8.5
湖沼	L2	下層				30.8	8.7	22.5	9.9	23	7.5	3.7	4.1	2.3	1.47	0.94	0.03	0.02	0.79	0.102	0.013	0.002	53	8.7
湖沼	L3	上層	10:30	1.7	0.50	31.2	9.0	25.0	12.6	20	8.4	3.5	4.4	2.4	1.60	0.88	0.03	0.02	0.76	0.113	0.019	0.005	90	8.9
湖沼	L3	下層				30.4	8.9	22.9	11.9	24	8.1	3.6	4.5	2.3	1.54	0.89	0.02	0.02	0.80	0.113	0.015	0.004	62	8.5
湖沼	L4	上層	10:47	1.4	0.45	32.0	8.9	25.4	11.3	22	9.1	4.1	5.2	2.6	1.12	0.47	0.01	0.02	0.30	0.100	0.015	0.002	81	7.7
湖沼	L4	下層				31.5	9.0	20.6	10.1	27	9.2	3.9	5.0	2.5	1.14	0.49	0.01	0.02	0.32	0.103	0.014	0.002	86	7.9
湖沼	L5	上層	11:04	1.9	0.55	31.6	8.8	24.3	11.7	18	7.9	3.4	4.4	2.1	1.74	0.93	0.02	0.02	0.88	0.124	0.018	0.004	86	8.8
湖沼	L5	下層				30.7	8.5	23.0	10.1	23	8.8	3.3	3.6	2.0	1.42	0.99	0.02	0.02	0.94	0.105	0.012	0.003	58	8.7
湖沼	L6	上層	9:26	1.5	0.70	30.8	7.5	32.5	9.0	14	6.0	3.5	2.7	2.0	1.29	1.06	0.02	0.02	0.94	0.108	0.014	0.004	52	10
湖沼	L6	下層				30.0	7.6	24.6	8.4	28	6.9	3.3	2.8	2.0	1.31	1.09	0.02	0.02	0.97	0.119	0.016	0.005	29	10
湖沼	L7	上層	9:50	1.2	0.40	30.5	8.3	23.0	7.9	45	10.1	4.0	5.1	2.4	1.02	0.57	0.02	0.01	0.34	0.141	0.013	0.002	62	7.9
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	9:58	2.1	0.45	31.3	8.8	20.8	10.1	29	9.2	4.2	5.0	2.6	0.90	0.41	0.01	0.01	0.17	0.105	0.015	0.002	68	6.9
湖沼	L8	下層				30.5	8.7	18.8	7.6	29	8.6	4.2	4.5	2.5	0.87	0.43	0.02	0.01	0.21	0.108	0.012	0.002	78	7.0

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	14:28	1.39	2.0	> 50	30.3	7.4	25.6	9.0	6	3.3	3.0	2.0	1.8	1.56	1.39	0.02	< 0.01	1.35	0.051	0.023	0.017	3	12
流入河川	R2	13:38	1.30	1.1	38	30.4	7.5	25.0	8.0	16	5.0	3.3	2.4	1.9	1.77	1.65	0.07	0.01	1.50	0.091	0.026	0.022	17	10
流入河川	R3	13:59	0.25	0.6	> 50	30.1	7.7	26.2	7.6	10	4.2	3.2	2.1	1.8	2.27	2.17	0.04	0.01	2.03	0.055	0.022	0.018	4	11
流入河川	R4	13:10	0.37	1.0	> 50	28.3	7.7	24.8	9.2	3	2.9	2.5	1.6	1.6	1.56	1.51	0.02	< 0.01	1.48	0.035	0.024	0.023	3	12
流出河川	R5	11:45	-	-	21	31.5	8.6	19.1	8.7	31	9.0	4.2	4.1	2.5	0.83	0.42	0.02	0.01	0.18	0.106	0.012	0.002	85	7.0

表5 水質調査結果一覧（9月）

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：令和3年9月14日 天気：晴 気温：23.6℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (m)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	10:17	1.5	0.30	25.5	9.0	20.4	9.2	35	9.9	4.1	5.3	2.7	0.99	0.38	0.01	0.01	0.09	0.118	0.018	0.001	114	7.8	
湖沼	L1	下層				25.4	9.0	20.4	9.5	40	9.8	4.2	5.5	2.7	1.02	0.37	0.02	0.01	0.10	0.129	0.017	0.001	119	7.8	
湖沼	L2	上層	10:30	1.4	0.45	25.7	8.9	24.1	9.6	24	7.8	3.8	4.5	2.4	1.63	1.30	0.02	0.03	1.07	0.097	0.015	0.001	76	9.5	
湖沼	L2	下層				25.5	8.8	24.3	9.6	25	8.0	3.9	4.3	2.3	1.64	1.29	0.02	0.03	1.07	0.102	0.016	0.001	74	9.3	
湖沼	L3	上層	10:38	2.3	0.55	25.5	8.7	26.1	11.0	17	6.6	3.3	3.9	2.0	2.14	1.90	0.02	0.03	1.75	0.083	0.016	0.001	67	10	
湖沼	L3	下層				25.5	8.6	26.2	10.1	25	7.1	3.4	4.0	2.0	2.11	1.84	0.02	0.03	1.77	0.097	0.014	0.001	69	10	
湖沼	L4	上層	11:00	1.3	0.35	26.5	9.0	20.9	10.7	28	9.0	4.4	5.2	2.6	0.82	0.46	0.01	0.02	0.21	0.108	0.017	0.001	103	7.9	
湖沼	L4	下層				26.0	9.1	20.7	10.4	29	9.3	4.5	5.0	2.7	0.99	0.47	0.02	0.02	0.18	0.116	0.018	0.001	104	7.8	
湖沼	L5	上層	11:20	1.9	0.45	26.6	8.9	25.3	11.7	17	6.5	3.1	3.6	1.8	1.93	1.54	0.01	0.03	1.35	0.103	0.016	0.002	102	11	
湖沼	L5	下層				26.0	8.6	25.6	9.7	19	5.4	2.8	3.1	1.7	1.76	1.49	0.02	0.03	1.40	0.092	0.011	0.001	72	11	
湖沼	L6	上層	9:43	1.5	0.65	25.6	7.5	24.8	7.1	12	4.6	2.9	2.3	1.7	1.69	1.53	0.06	0.03	1.36	0.073	0.012	0.002	44	12	
湖沼	L6	下層				25.4	7.5	24.1	7.6	13	4.5	2.8	2.1	1.6	1.78	1.53	0.09	0.03	1.38	0.073	0.012	0.002	30	12	
湖沼	L7	上層	9:57	1.2	0.30	25.2	8.4	20.7	10.1	38	7.9	3.9	5.4	2.7	1.01	0.38	0.01	< 0.01	0.12	0.127	0.017	0.001	127	8.3	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:07	2.2	0.40	25.6	9.0	20.7	10.2	28	9.7	4.1	5.3	2.8	0.97	0.39	0.02	0.01	0.14	0.109	0.018	0.001	119	7.0	
湖沼	L8	下層				25.5	9.0	20.7	8.7	38	10.2	3.9	5.1	2.7	1.03	0.45	0.03	0.01	0.14	0.125	0.017	0.001	103	7.8	

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	15:10	1.22	1.9	> 50	23.5	7.9	28.1	9.9	6	2.6	1.8	1.3	1.2	2.35	2.14	0.04	0.01	2.03	0.044	0.022	0.017	2	13
流入河川	R2	14:09	0.43	0.6	> 50	24.5	7.9	29.1	7.8	12	3.9	2.2	1.7	1.4	3.27	3.13	0.11	0.03	2.85	0.078	0.032	0.027	6	12
流入河川	R3	14:28	0.32	1.0	> 50	23.3	7.7	28.4	9.3	9	3.1	2.1	1.9	1.4	3.84	3.72	0.03	0.01	3.33	0.047	0.022	0.017	8	13
流入河川	R4	13:32	0.30	1.1	> 50	23.0	8.2	26.8	9.2	6	2.7	1.8	1.3	1.2	1.92	1.78	0.02	0.01	1.72	0.045	0.024	0.018	3	15
流出河川	R5	12:02	-	-	17	25.5	8.8	21.1	9.4	33	9.2	4.2	4.4	2.7	0.92	0.43	0.04	0.01	0.15	0.119	0.019	0.001	115	7.7

表 6 水質調査結果一覧 (10月)

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日: 令和3年10月19日 天気: 曇 気温: 12.7 °C (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (m)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
湖沼	L1	上層	10:20	1.6	0.35	16.5	7.6	19.7	8.0	29	7.8	3.0	3.5	2.0	1.39	0.97	0.06	0.02	0.77	0.101	0.012	0.002	62	7.5
湖沼	L1	下層				16.7	7.6	19.4	8.2	29	7.8	3.2	3.5	2.0	1.43	1.01	0.07	0.02	0.77	0.102	0.012	0.002	66	7.5
湖沼	L2	上層	10:32	1.6	0.75	17.2	7.5	24.3	7.5	11	5.0	2.6	2.6	1.7	2.61	2.41	0.09	0.03	2.18	0.061	0.010	0.002	32	9.8
湖沼	L2	下層				17.4	7.4	24.8	7.7	16	5.3	2.8	2.8	1.7	2.57	2.46	0.09	0.03	2.32	0.068	0.011	0.002	31	9.9
湖沼	L3	上層	10:45	1.7	0.70	16.5	7.3	24.6	7.8	17	5.3	3.0	2.7	1.8	2.61	2.50	0.12	0.03	2.29	0.076	0.013	0.004	25	9.8
湖沼	L3	下層				16.6	7.4	24.3	7.9	20	5.9	2.9	2.7	1.8	2.79	2.47	0.12	0.03	2.21	0.085	0.013	0.004	25	9.8
湖沼	L4	上層	11:00	1.3	0.45	16.8	7.4	22.9	8.9	23	7.5	3.2	3.8	2.0	1.48	1.11	0.05	0.03	0.89	0.091	0.012	0.002	73	8.5
湖沼	L4	下層				17.0	7.5	22.7	8.5	23	7.7	3.1	3.8	2.0	1.50	1.07	0.05	0.03	0.88	0.092	0.012	0.002	71	8.4
湖沼	L5	上層	11:20	2.0	0.40	15.7	7.7	17.1	6.7	20	5.4	3.2	2.6	1.8	1.73	1.58	0.16	0.02	1.29	0.100	0.023	0.014	11	7.9
湖沼	L5	下層				16.5	7.5	16.7	6.4	23	5.7	3.2	2.6	1.8	1.59	1.58	0.17	0.02	1.29	0.110	0.022	0.014	10	7.9
湖沼	L6	上層	9:47	1.4	0.60	16.5	7.3	24.0	6.9	13	4.7	3.4	2.3	1.8	1.33	1.11	0.16	0.01	0.93	0.078	0.021	0.014	3	6.9
湖沼	L6	下層				16.3	7.2	14.5	6.8	25	5.6	3.5	2.3	1.8	1.32	1.07	0.06	0.01	0.99	0.103	0.023	0.015	5	7.3
湖沼	L7	上層	10:00	1.1	0.40	16.6	7.0	18.6	8.5	29	8.2	4.0	3.6	2.2	1.26	0.68	0.04	0.02	0.55	0.110	0.012	0.002	81	6.8
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:10	2.2	0.45	16.5	7.5	22.0	8.4	27	7.3	3.5	3.5	1.9	1.80	1.25	0.01	0.03	1.20	0.101	0.011	0.002	62	8.6
湖沼	L8	下層				16.8	7.5	22.1	8.1	32	7.8	3.5	3.6	1.9	1.88	1.39	0.06	0.03	1.23	0.108	0.011	0.002	61	8.6

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	14:30	1.89	2.0	> 50	16.5	7.2	27.6	8.6	4	2.4	2.2	1.3	1.2	2.74	2.50	0.05	0.01	2.43	0.029	0.014	0.011	1	13
流入河川	R2	13:50	1.28	1.0	22	17.1	7.3	28.1	8.6	27	3.6	2.4	1.7	1.4	3.46	3.23	0.09	0.02	3.12	0.097	0.023	0.021	2	11
流入河川	R3	14:10	0.19	0.7	> 50	16.8	7.2	28.4	8.6	6	2.4	2.2	1.3	1.1	4.63	4.60	0.04	0.01	3.86	0.061	0.032	0.031	2	11
流入河川	R4	13:10	0.52	1.0	> 50	16.6	7.5	24.9	8.6	5	2.4	2.2	1.3	1.2	1.95	1.95	0.02	< 0.01	1.88	0.034	0.018	0.014	1	13
流出河川	R5	12:02	-	-	19	16.3	7.7	22.6	8.8	32	7.7	3.6	3.2	2.0	1.38	1.20	0.05	0.03	1.01	0.112	0.011	0.002	71	7.9

表7 水質調査結果一覧 (11月)

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：令和3年11月17日 天気：晴 気温：14.1℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (m)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	10:23	1.5	0.55	15.0	8.8	22.7	11.6	18	8.2	3.2	4.2	1.9	1.61	0.98	0.02	0.02	0.92	0.079	0.012	0.002	62	8.3	
湖沼	L1	下層				14.5	8.9	22.6	11.3	27	9.1	3.2	4.5	2.0	1.61	1.11	0.02	0.02	0.95	0.094	0.012	0.002	60	8.1	
湖沼	L2	上層	10:35	1.6	0.75	15.0	8.5	22.1	11.6	11	6.1	3.2	3.2	1.9	1.96	1.57	0.06	0.02	1.62	0.050	0.009	0.004	36	8.0	
湖沼	L2	下層				15.0	8.4	22.9	11.6	12	5.8	3.3	3.0	1.9	2.09	1.67	0.05	0.02	1.68	0.049	0.009	0.002	36	7.8	
湖沼	L3	上層	10:47	1.9	0.65	14.5	8.1	25.2	11.3	12	5.4	2.7	2.7	1.7	2.51	2.31	0.06	0.02	2.34	0.054	0.009	0.001	35	9.7	
湖沼	L3	下層				14.0	8.0	26.1	10.9	18	6.9	2.7	3.2	1.7	2.45	2.33	0.06	0.02	2.34	0.072	0.009	0.002	34	9.1	
湖沼	L4	上層	11:05	1.3	0.50	15.0	8.4	22.5	12.2	17	7.5	3.4	3.9	2.0	1.55	1.02	0.01	0.02	0.87	0.069	0.013	0.003	62	6.5	
湖沼	L4	下層				14.5	8.8	22.9	11.8	18	7.5	3.3	3.7	2.0	1.44	1.05	0.01	0.02	0.91	0.070	0.011	0.002	60	8.1	
湖沼	L5	上層	11:29	1.9	0.75	15.0	8.5	25.6	11.6	12	4.9	2.3	2.5	1.4	2.13	1.94	0.02	0.01	1.97	0.061	0.009	0.002	47	11	
湖沼	L5	下層				14.5	8.2	26.5	10.9	11	4.1	2.2	1.9	1.3	2.40	2.08	0.02	0.01	2.12	0.054	0.007	0.003	25	12	
湖沼	L6	上層	9:47	1.5	0.90	14.5	7.4	33.0	9.2	6	3.9	2.8	1.7	1.5	1.85	1.75	0.13	0.01	1.67	0.064	0.009	0.004	8	11	
湖沼	L6	下層				14.0	7.4	26.6	9.4	28	5.5	2.5	2.2	1.3	1.86	1.75	0.14	0.01	1.71	0.096	0.013	0.007	9	13	
湖沼	L7	上層	10:00	1.2	0.50	15.0	8.4	22.2	12.0	21	8.5	3.9	4.3	2.1	1.50	1.01	0.01	0.02	0.87	0.085	0.013	0.002	58	7.5	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:12	2.2	0.55	15.0	8.8	22.8	11.4	24	8.9	3.7	4.2	2.0	1.58	1.12	0.02	0.02	0.95	0.095	0.013	0.002	60	6.6	
湖沼	L8	下層				15.0	8.5	22.0	11.1	28	8.7	3.8	4.1	2.0	1.61	1.07	0.02	0.02	0.98	0.094	0.010	0.002	67	7.2	

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	14:45	1.13	2.1	> 50	15.2	7.8	28.2	10.6	3	1.8	1.6	1.1	1.0	2.36	2.35	0.08	0.01	2.36	0.031	0.016	0.015	3	12
流入河川	R2	14:00	0.79	1.1	23	16.2	7.6	29.6	9.3	14	2.9	2.2	1.5	1.1	3.71	3.55	0.17	0.02	3.60	0.091	0.031	0.030	2	12
流入河川	R3	14:20	0.13	0.5	> 50	17.5	7.7	35.5	11.0	3	2.9	2.2	1.4	1.1	3.96	3.86	0.07	0.01	4.04	0.068	0.036	0.036	5	13
流入河川	R4	13:30	0.29	1.1	> 50	15.0	8.1	27.4	11.4	1	1.9	1.9	1.1	1.0	2.03	1.96	0.03	< 0.01	1.99	0.028	0.017	0.013	< 1	14
流出河川	R5	12:09	-	-	24	15.3	8.7	23.4	11.0	20	7.5	3.6	3.6	2.1	1.46	1.15	0.02	0.02	0.97	0.078	0.011	0.002	66	7.7

表 8 水質調査結果一覧 (12月)

採水日: 令和3年12月14日 天気: 曇のち雨 気温: 4.1℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (m)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Si (mg/L)
湖沼	L1	上層	10:30	1.5	0.60	7.5	7.6	19.2	10.6	18	5.3	2.6	3.0	1.7	1.70	1.52	0.03	0.01	1.39	0.066	0.011	0.003	30	7.3
湖沼	L1	下層				7.5	7.5	19.1	10.9	18	5.5	2.5	2.9	1.6	1.71	1.51	0.03	0.01	1.38	0.069	0.010	0.003	31	7.3
湖沼	L2	上層	10:45	1.7	0.70	8.5	7.6	24.4	10.4	11	3.7	2.3	1.9	1.5	3.36	3.28	0.13	0.02	3.13	0.061	0.015	0.007	6	9.0
湖沼	L2	下層				8.5	7.4	25.1	10.1	8	3.8	2.4	2.0	1.5	3.38	3.30	0.14	0.02	3.14	0.063	0.014	0.007	5	9.1
湖沼	L3	上層	11:05	1.5	0.60	7.5	7.5	27.6	10.6	12	3.5	2.2	1.7	1.4	3.82	3.76	0.14	0.02	3.60	0.056	0.014	0.008	4	10
湖沼	L3	下層				8.0	7.5	26.6	10.5	10	3.4	1.9	1.7	1.3	3.83	3.79	0.15	0.02	3.62	0.058	0.014	0.008	3	9.9
湖沼	L4	上層	11:20	1.3	0.70	7.3	7.6	18.6	10.9	12	4.4	2.3	2.1	1.4	1.92	1.71	0.09	0.02	1.54	0.057	0.009	0.003	23	7.6
湖沼	L4	下層				8.6	7.5	18.3	10.7	12	4.4	2.4	2.1	1.4	1.83	1.76	0.09	0.02	1.55	0.056	0.010	0.003	22	7.6
湖沼	L5	上層	11:40	2.0	1.20	7.5	7.6	26.9	10.4	6	2.4	1.4	1.2	1.0	3.20	3.20	0.15	0.01	3.04	0.043	0.014	0.012	2	12
湖沼	L5	下層				8.5	7.6	27.5	10.1	6	2.5	1.5	1.2	1.0	3.27	3.27	0.14	0.01	3.12	0.043	0.013	0.011	2	12
湖沼	L6	上層	9:58	1.4	1.10	8.5	7.0	34.7	9.8	3	2.9	2.0	1.4	1.3	2.33	2.31	0.13	0.01	2.16	0.041	0.013	0.007	2	13
湖沼	L6	下層				8.5	7.0	43.9	9.8	2	3.0	2.1	1.3	1.2	2.34	2.34	0.13	0.01	2.18	0.044	0.012	0.007	1	12
湖沼	L7	上層	10:11	1.2	0.50	8.0	7.6	22.7	11.1	16	5.3	2.8	2.8	1.6	1.88	1.61	0.02	0.01	1.50	0.062	0.010	0.003	31	7.1
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:20	2.2	0.50	8.0	7.5	18.7	11.0	18	5.3	2.8	2.5	1.6	1.96	1.68	0.03	0.01	1.61	0.067	0.010	0.003	31	7.2
湖沼	L8	下層				8.2	7.5	20.1	10.7	13	5.9	2.8	2.5	1.6	1.87	1.64	0.04	0.01	1.59	0.079	0.010	0.003	27	7.3

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	14:48	2.23	1.9	> 50	9.5	7.6	28.0	10.5	3	1.6	1.4	0.9	0.9	3.18	3.18	0.13	0.01	3.04	0.025	0.010	0.008	1	13
流入河川	R2	14:11	2.07	0.4	11	9.1	7.5	29.1	10.3	48	5.0	1.8	1.6	1.1	4.50	4.50	0.16	0.02	4.32	0.137	0.016	0.011	15	11
流入河川	R3	14:25	0.19	0.7	> 50	10.5	7.5	28.3	10.5	3	2.9	2.5	1.4	1.2	5.30	4.88	0.13	0.02	4.73	0.040	0.014	0.012	2	11
流入河川	R4	13:38	0.48	1.0	> 50	10.0	7.7	26.0	11.1	3	2.2	1.7	1.0	1.0	2.47	2.47	0.05	0.01	2.41	0.028	0.012	0.008	2	13
流出河川	R5	12:22	-	-	23	7.7	7.7	22.0	10.7	19	5.3	3.4	2.6	1.7	1.88	1.61	0.04	0.01	1.53	0.071	0.009	0.004	33	7.3

※ R2は、通年採水している橋梁上流側に工事用足場に組まれており、採水ができなかったため、橋梁下流側より採水した。

表9 水質調査結果一覧（1月）

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：令和4年1月20日 天気：曇のち雨 気温： 3.5℃ (つば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (m)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Si (mg/L)
湖沼	L1	上層	10:47	1.5	0.60	4.5	7.8	27.7	12.3	14	4.5	2.5	2.6	1.4	2.76	2.69	0.01	0.02	2.66	0.053	0.007	0.002	21	8.6
湖沼	L1	下層				4.5	8.1	27.8	12.9	13	4.6	2.6	2.7	1.4	2.79	2.67	0.01	0.02	2.64	0.053	0.008	0.001	22	10
湖沼	L2	上層	11:00	1.6	0.50	5.0	7.9	27.3	12.8	18	5.1	2.7	2.8	1.5	2.70	2.48	0.01	0.02	2.44	0.060	0.007	0.001	22	9.2
湖沼	L2	下層				4.8	8.0	27.2	12.6	17	5.1	2.7	2.8	1.4	2.66	2.48	0.01	0.02	2.44	0.062	0.008	0.001	22	11
湖沼	L3	上層	11:16	1.4	0.70	5.1	7.9	28.2	12.7	11	4.2	2.5	2.3	1.4	3.04	3.02	0.03	0.02	2.97	0.056	0.008	0.002	20	11
湖沼	L3	下層				5.1	7.9	28.3	12.8	11	4.2	2.3	2.2	1.4	3.09	3.04	0.02	0.02	2.99	0.058	0.009	0.002	21	11
湖沼	L4	上層	11:35	1.3	0.60	5.3	7.9	27.6	12.6	14	4.8	2.3	2.5	1.4	2.30	2.23	0.02	0.02	2.17	0.051	0.007	0.001	21	11
湖沼	L4	下層				5.2	7.3	27.5	12.6	13	5.1	2.5	2.6	1.4	2.34	2.20	0.02	0.02	2.16	0.056	0.006	0.001	18	11
湖沼	L5	上層	11:52	1.9	0.60	6.0	7.8	28.2	12.6	11	3.7	2.3	1.8	1.2	2.40	2.40	0.03	0.02	2.35	0.049	0.006	0.002	19	12
湖沼	L5	下層				6.5	7.8	28.4	12.5	13	3.8	2.4	1.7	1.2	2.52	2.39	0.03	0.02	2.34	0.054	0.007	0.002	18	12
湖沼	L6	上層	10:16	1.4	1.00	5.2	8.0	30.9	11.6	8	3.2	2.4	1.5	1.2	2.19	2.14	0.11	0.02	2.00	0.042	0.010	0.004	7	14
湖沼	L6	下層				5.1	8.0	28.4	11.6	5	3.5	2.4	1.5	1.2	2.25	2.14	0.11	0.02	2.00	0.050	0.010	0.005	6	13
湖沼	L7	上層	10:30	1.2	0.60	5.0	7.8	27.0	12.7	15	4.8	2.7	2.6	1.4	2.37	2.24	0.01	0.02	2.21	0.056	0.009	0.001	18	11
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:37	2.2	0.40	4.5	7.8	27.0	12.7	18	5.2	2.7	2.7	1.5	2.57	2.41	0.01	0.02	2.32	0.062	0.008	0.001	22	11
湖沼	L8	下層				4.4	7.9	27.1	12.6	19	5.1	2.7	2.7	1.4	2.63	2.36	0.01	0.02	2.31	0.067	0.007	0.001	22	11

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chla (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	14:53	0.94	1.9	> 50	7.8	8.1	30.7	12.1	7	4.9	1.8	1.0	0.9	2.47	2.47	0.04	0.02	2.40	0.031	0.009	0.008	9	13
流入河川	R2	14:15	2.16	1.1	24	7.3	8.1	34.1	12.0	21	3.3	2.4	1.5	1.2	3.65	3.64	0.13	0.04	3.46	0.069	0.021	0.018	2	12
流入河川	R3	14:35	0.10	0.6	> 50	10.5	8.2	28.9	14.5	2	2.3	1.9	1.1	1.0	3.06	3.06	0.02	0.01	3.03	0.040	0.028	0.028	3	12
流入河川	R4	13:45	0.14	1.0	> 50	7.5	8.3	32.5	14.2	2	2.0	1.8	0.9	0.9	2.05	2.05	0.01	0.02	2.00	0.020	0.010	0.007	2	16
流出河川	R5	12:35	-	-	20	5.0	8.5	37.5	12.9	23	5.4	2.6	2.7	1.4	2.60	2.34	0.02	0.02	2.30	0.072	0.007	0.001	22	11

表 10 水質調査結果一覧（2月）

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：令和4年2月16日 天気：晴 気温：7.7℃ (つくば市館野 1000, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (m)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
湖沼	L1	上層	10:37	1.5	0.80	6.5	8.3	24.9	12.7	9	5.2	2.7	2.9	1.6	1.74	1.59	0.02	0.01	1.34	0.039	0.009	0.003	25	9.2
湖沼	L1	下層				6.5	8.3	24.8	13.3	11	5.6	2.8	3.1	1.6	1.85	1.59	0.02	0.01	1.20	0.045	0.008	0.002	26	9.3
湖沼	L2	上層	10:50	1.6	0.70	6.5	8.2	26.7	13.5	10	5.3	2.9	2.9	1.7	2.21	1.95	0.03	0.02	1.65	0.043	0.009	0.002	25	10
湖沼	L2	下層				6.5	8.3	26.9	13.4	11	5.2	3.0	2.9	1.7	2.19	1.84	0.02	0.02	1.61	0.048	0.008	0.002	24	10
湖沼	L3	上層	11:07	1.4	0.50	7.0	8.1	26.2	12.1	14	5.1	3.0	2.7	1.8	2.47	2.18	0.14	0.03	1.81	0.069	0.011	0.005	14	9.3
湖沼	L3	下層				6.6	8.0	25.9	11.6	12	5.2	3.0	2.7	1.8	2.55	2.22	0.15	0.03	1.82	0.069	0.011	0.005	14	10
湖沼	L4	上層	11:25	1.3	0.75	7.2	8.1	26.2	13.7	10	5.3	2.7	2.8	1.6	1.86	1.56	0.02	0.01	1.15	0.043	0.009	0.002	26	9.5
湖沼	L4	下層				6.8	8.2	25.5	13.6	10	5.6	2.7	2.8	1.5	1.66	1.56	0.02	0.01	1.15	0.046	0.007	0.002	25	8.8
湖沼	L5	上層	11:45	1.9	0.60	7.5	8.2	25.8	12.8	10	5.0	2.9	2.3	1.5	1.90	1.64	0.05	0.02	1.35	0.066	0.009	0.003	20	7.4
湖沼	L5	下層				7.2	8.1	26.3	12.7	13	5.1	2.8	2.4	1.5	1.78	1.70	0.04	0.02	1.35	0.060	0.009	0.003	21	9.2
湖沼	L6	上層	10:07	1.4	0.60	6.8	7.9	20.1	11.3	7	4.9	3.6	2.4	1.8	1.56	1.46	0.12	0.01	0.95	0.063	0.012	0.005	11	7.3
湖沼	L6	下層				6.8	7.7	21.1	11.3	8	5.2	3.2	2.6	1.7	1.79	1.48	0.09	0.01	1.03	0.060	0.012	0.005	18	8.2
湖沼	L7	上層	10:20	1.2	0.90	7.0	7.9	25.3	14.0	7	6.2	3.5	3.5	2.0	1.81	1.68	0.01	0.01	1.20	0.033	0.008	0.002	23	9.5
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:28	2.2	0.80	7.0	8.1	26.4	13.8	8	5.2	3.2	2.7	1.6	2.09	1.87	0.01	0.01	1.50	0.040	0.007	0.002	26	8.8
湖沼	L8	下層				6.0	8.2	26.5	13.8	8	5.7	3.3	2.9	1.7	1.90	1.77	0.01	0.01	1.38	0.042	0.007	0.002	28	9.4

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	14:30	0.87	2.0	> 50	10.0	7.9	29.5	11.6	7	3.0	2.1	1.4	1.1	2.25	2.25	0.07	0.01	2.02	0.049	0.010	0.008	17	13
流入河川	R2	13:55	1.02	1.2	44	10.4	7.8	27.8	11.0	8	3.4	2.7	1.8	1.6	3.31	3.14	0.15	0.03	2.69	0.059	0.019	0.015	6	10
流入河川	R3	14:10	0.10	0.5	> 50	13.5	7.9	30.5	14.1	3	2.9	2.5	1.5	1.2	2.76	2.72	0.03	0.01	2.47	0.041	0.022	0.019	5	12
流入河川	R4	13:30	0.18	1.0	> 50	10.0	7.9	27.4	13.5	4	2.9	2.4	1.4	1.3	1.97	1.83	0.02	0.01	1.69	0.045	0.012	0.010	1	12
流出河川	R5	12:30	-	-	39	7.0	8.3	26.9	11.8	6	5.1	3.0	2.6	1.7	2.14	1.89	0.01	0.01	1.46	0.044	0.006	0.002	24	9.8

表 11 水質調査結果一覧 (3月)

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：令和4年3月8日 天気：曇 気温：5.4℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (m)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
湖沼	L1	上層	10:53	1.6	0.50	8.6	8.4	25.5	11.2	28	7.8	3.6	4.5	2.0	1.69	1.21	0.01	0.01	1.02	0.091	0.014	0.002	69	5.2
湖沼	L1	下層				8.7	8.4	25.4	11.4	30	7.6	3.7	4.6	2.1	1.67	1.21	0.01	0.01	1.02	0.098	0.012	0.002	70	5.1
湖沼	L2	上層	11:03	1.6	0.50	8.5	8.4	25.3	11.7	24	7.1	3.7	4.1	2.1	1.61	1.19	0.01	0.01	1.04	0.086	0.012	0.002	62	5.2
湖沼	L2	下層				8.5	8.4	25.5	11.6	22	7.2	3.7	4.1	2.0	1.61	1.10	<0.01	0.01	1.03	0.086	0.011	0.002	57	5.1
湖沼	L3	上層	11:18	1.7	0.60	9.0	8.4	27.5	12.4	18	6.2	3.2	3.6	1.8	2.49	2.24	0.01	0.02	2.20	0.086	0.011	0.002	50	6.6
湖沼	L3	下層				9.0	8.5	27.4	12.3	19	6.2	3.2	3.4	1.8	2.43	2.25	0.01	0.02	2.21	0.080	0.011	0.001	58	6.7
湖沼	L4	上層	11:40	1.5	0.60	9.0	8.4	26.2	11.8	20	7.6	3.5	4.1	2.1	1.42	1.14	<0.01	0.01	0.96	0.082	0.011	0.001	49	4.8
湖沼	L4	下層				9.2	8.5	25.4	12.0	22	7.4	3.7	4.1	2.0	1.43	1.07	0.01	0.01	0.96	0.084	0.011	0.002	52	4.9
湖沼	L5	上層	12:00	2.0	0.50	10.0	8.6	26.4	13.6	26	7.3	2.9	3.6	1.7	1.72	1.40	0.01	0.02	1.37	0.100	0.011	0.002	79	5.1
湖沼	L5	下層				10.0	8.8	26.3	12.8	51	9.9	3.1	4.6	1.7	1.87	1.46	0.01	0.02	1.36	0.201	0.010	0.001	89	5.3
湖沼	L6	上層	10:20	1.5	0.70	9.5	8.5	26.6	13.5	16	6.1	3.5	3.1	2.0	1.71	1.36	0.01	0.02	1.33	0.076	0.011	0.002	53	6.1
湖沼	L6	下層				9.5	8.4	23.9	11.3	15	6.0	3.6	3.1	1.9	1.71	1.46	0.01	0.02	1.32	0.079	0.012	0.003	50	6.1
湖沼	L7	上層	10:32	1.3	0.60	9.0	8.4	25.2	11.8	16	7.2	3.2	3.8	2.0	1.56	1.03	0.01	0.01	1.00	0.079	0.010	0.001	56	5.1
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:42	2.3	0.50	9.0	8.3	26.0	11.5	23	7.6	3.4	3.9	2.1	1.59	1.10	0.01	0.01	1.08	0.072	0.010	0.001	55	5.2
湖沼	L8	下層				9.0	8.4	25.6	11.6	26	7.8	3.3	3.8	2.0	1.69	1.09	0.01	0.01	1.07	0.089	0.011	0.001	59	5.2

種類	地点名	時間	流量 (m ³ /s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	dCOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	dTN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	dTP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	Si (mg/L)
流入河川	R1	14:55	0.89	2.0	>50	10.0	8.2	42.7	12.5	6	3.0	2.0	1.3	1.2	1.92	1.92	0.04	0.01	1.86	0.042	0.018	0.013	8	9.2
流入河川	R2	14:15	0.50	0.9	17	10.7	8.0	32.1	10.9	26	4.8	2.5	2.0	1.5	2.92	2.85	0.12	0.04	2.68	0.102	0.025	0.018	10	7.9
流入河川	R3	14:30	0.21	0.5	>50	13.1	8.6	29.7	17.9	2	2.5	1.9	1.1	1.1	2.39	2.38	0.01	0.01	2.35	0.029	0.015	0.011	5	8.9
流入河川	R4	13:50	0.15	1.1	>50	10.0	8.2	30.5	12.0	4	2.9	1.8	1.3	1.1	1.67	1.67	<0.01	0.01	1.65	0.035	0.012	0.005	8	9.2
流出河川	R5	12:40	-	-	19	9.0	8.5	29.7	11.6	22	7.6	3.5	3.5	2.0	1.57	1.13	0.01	0.01	1.07	0.080	0.010	0.001	62	5.2

2-1 微小粒子状物質 (PM2.5) 成分分析調査

1 目的

PM2.5 とは、大気中に浮遊している $2.5\mu\text{m}$ 以下の小さな粒子を示し、肺の奥深くまで入りやすいため、人の呼吸器系や循環器系への影響が懸念されており、平成 21 年 9 月に環境基準が定められた。県では、「大気汚染防止法第 22 条の規定に基づく大気汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準」に基づき、質量濃度の測定を実施している。さらに、地域ごとの特色に応じた効果的な PM2.5 対策の検討のため、「微小粒子状物質 (PM2.5) 成分分析ガイドライン」に基づき、成分分析を実施し、高濃度の原因や発生源について推定する。

2 調査対象物質

- ・質量濃度
 - ・イオン成分 (Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+})
 - ・無機元素成分 (Na、Al、Si、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、As、Se、Rb、Mo、Sb、Cs、Ba、La、Ce、Sm、Hf、W、Ta、Th、Pb)
 - ・炭素成分 (WSOC、WIOC、Char-EC、Soot-EC)
- ※WSOC (水溶性有機炭素) : 水溶性の有機炭素成分、WIOC (非水溶性有機炭素) : 非水溶性の有機炭素成分
Char-EC (低温元素状炭素) : 低温での不完全燃焼によって生成する炭素成分
Soot-EC (高温元素状炭素) : 主として高温における不完全燃焼時のガス・粒子化により超微小粒子として発生したものが粒子に凝集して生成する炭素成分

3 調査地点

土浦保健所

4 調査時期

春季 令和 3 年 5 月 13 日～同年 5 月 27 日 夏季 令和 3 年 7 月 22 日～同年 8 月 5 日
秋季 令和 3 年 10 月 21 日～同年 11 月 4 日 冬季 令和 4 年 1 月 20 日～同年 2 月 3 日

5 採取方法

PTFE フィルタまたは石英繊維フィルタを用い、流量 $16.7\text{L}/\text{min}$ 、24 時間捕集 (午前 10 時から翌日の午前 10 時まで) を行った。

- ・使用機器 : Thermo Scientific 社製 FRM2025 または FRM2025i

6 分析方法

「微小粒子状物質 (PM2.5) の成分分析ガイドライン」に準拠した。

質量濃度…………… 秤量法 (PTFE フィルタ)
測定機器 : MettlerToledo 社 WRP2UV 電子天秤
秤量条件 温度 $21.5^\circ\text{C} \pm 1.5^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $35\% \pm 5\%$

イオン成分…………… イオンクロマトグラフ法 (PTFE フィルタ)
PTFE フィルタ 1/2 片に純水 10mL を加え、振とう及び超音波抽出、孔径 $0.20\mu\text{m}$ フィルタ (PTFE、ADVANTEC) でろ過後、測定装置に導入した。
測定装置 : Thermo Fisher Scientific 社 Integrion

- 無機元素成分…… ICP-MS 法 (PTFE フィルタ)
 PTFE フィルタ 1/2 片を圧力容器を用いた硝酸、ふっ化水素酸、
 過酸化水素による分解等を行い、測定装置に導入した。
 測定装置 : Agilent 8800
- 炭素成分…… サーマルオプテカル・リフレクタンス法(石英繊維フィルタ)
 石英繊維フィルタ 1/2 の一部をポンチで切り抜き、測定装置
 に導入した。
 測定機器 : Atmoslytic 社 DRI Model 2001A
- 水溶性有機炭素…… 全有機炭素計 (燃焼触媒酸化方式)
 イオン成分と同様の抽出を行い、抽出液中の全炭素を定量した。
 測定機器 : 島津製作所 TOC-V

7 調査結果

(1) 質量濃度と成分割合

季節別の質量濃度平均値はいずれも年平均値の環境基準値 ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) よりも低い値であり、比較をすると、冬季 ($10.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) の濃度が最も高く、次いで秋季 ($8.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$)、春季 ($6.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)、夏季 ($5.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) の順であった。(表 1)。

図 1 に各季節の成分平均濃度及び割合を、図 2 に PM2.5 質量濃度の推移を示す。冬季は他の季節と比べ質量濃度の変動が大きかった。図 6 に経年変化を示す。

表 1 季節別の PM2.5 質量濃度の
 最大・最小・平均値

単位: ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	最大	最小	平均
春季	11.2	3.5	6.5
夏季	9.3	3.0	5.4
秋季	22.6	3.7	8.9
冬季	25.5	4.4	10.7

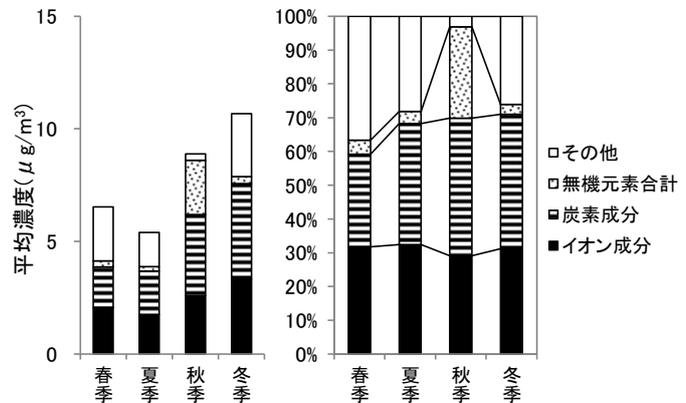


図 1 季節別の各成分平均濃度及び割合
 (左: 濃度、右: 割合)

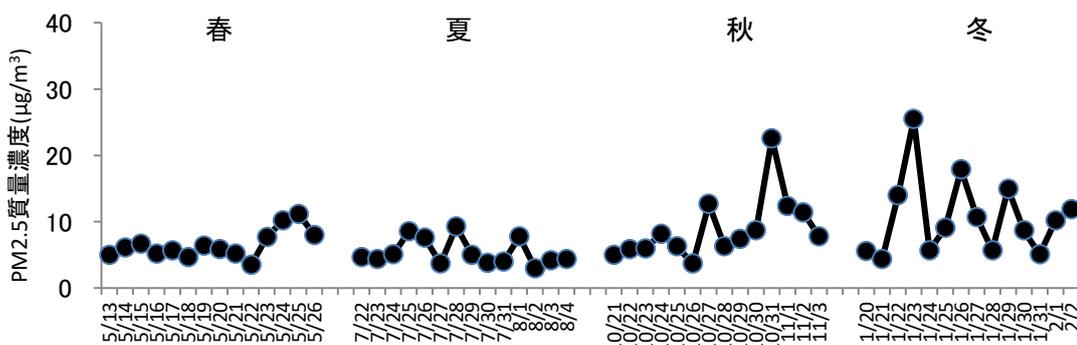


図 2 PM2.5 質量濃度推移 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(2) イオン成分

春季・夏季のイオン成分濃度を図 3-1 に、秋季・冬季のイオン成分濃度を図 3-2 に、季節別のイオン成分の割合を図 3-3 に示す。

イオン成分に占める硫酸イオンの割合は、春季と夏季が約 6 割、秋季が 4 割、冬季が約 3 割であり、気温が下がるとともに低下した。硝酸イオンは、春季と夏季が 1 割以下、秋季が約 3 割、冬季が約 4 割を占めており、気温が下がるとともに増加した。

硫酸イオンは気温の上昇及び日射量の増加により二次生成が増大したことが影響していると考えられる。硝酸イオンは半揮発性のエアロゾル成分であり、気温の高い春季・夏季には気体として存在し、気温が低下する秋季・冬季には粒子となることの影響していると考えられる。図 7-1、図 7-2 に経年変化を示す。

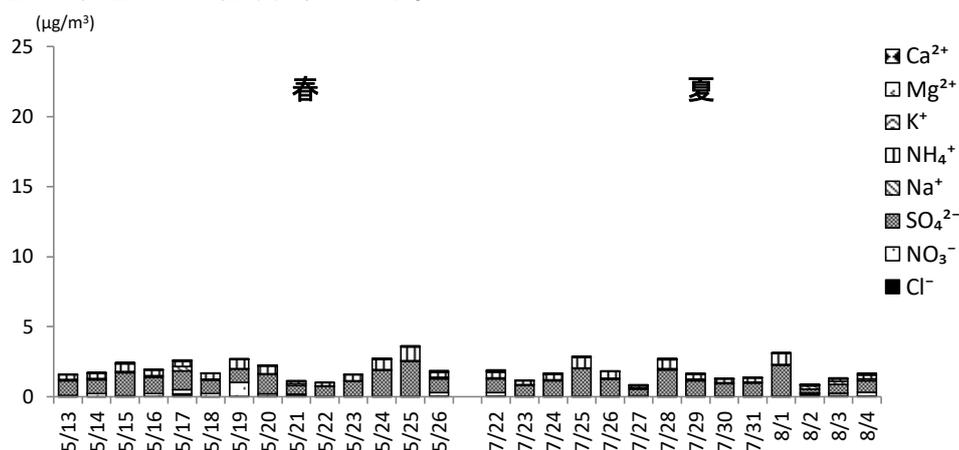


図 3-1 イオン成分濃度 (春季・夏季)

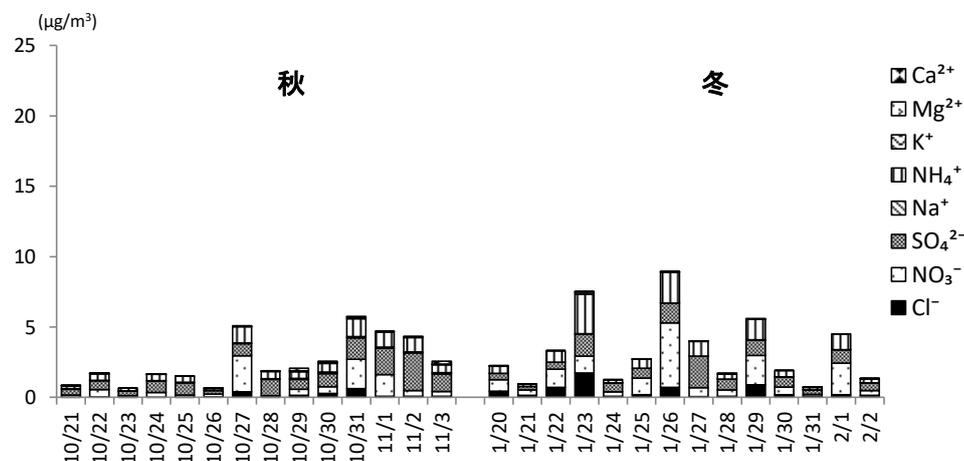


図 3-2 イオン成分濃度 (秋季・冬季)

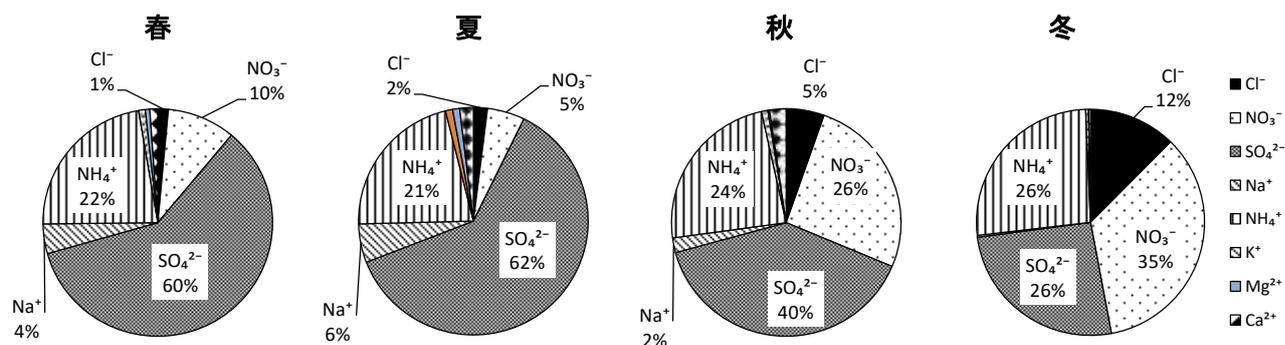


図 3-3 イオン成分の割合 (各季節における平均値)

(3) 無機元素成分

春季・夏季の無機元素成分濃度を図 4-1 に、秋季・冬季の無機元素成分濃度を図 4-2 に、季節別の無機元素成分の割合を図 4-3 に示す。なお、イオン成分でも含まれている Na、Ca、K は除く。各季節において、Al、Fe、Zn が無機元素成分の大部分を占めていた。冬季は Zn の濃度が他の季節と比較して高かった。図 8-1～図 8-4 に経年変化を示す。

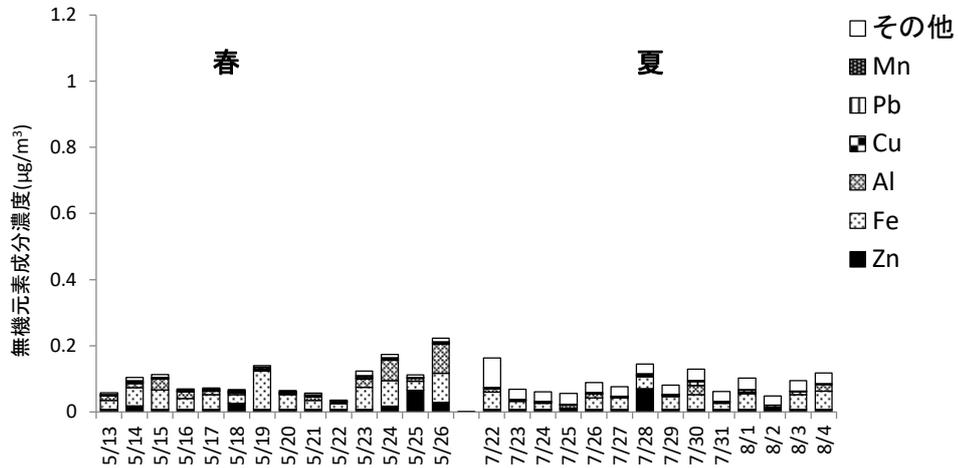


図 4-1 無機元素成分濃度（春季・夏季）

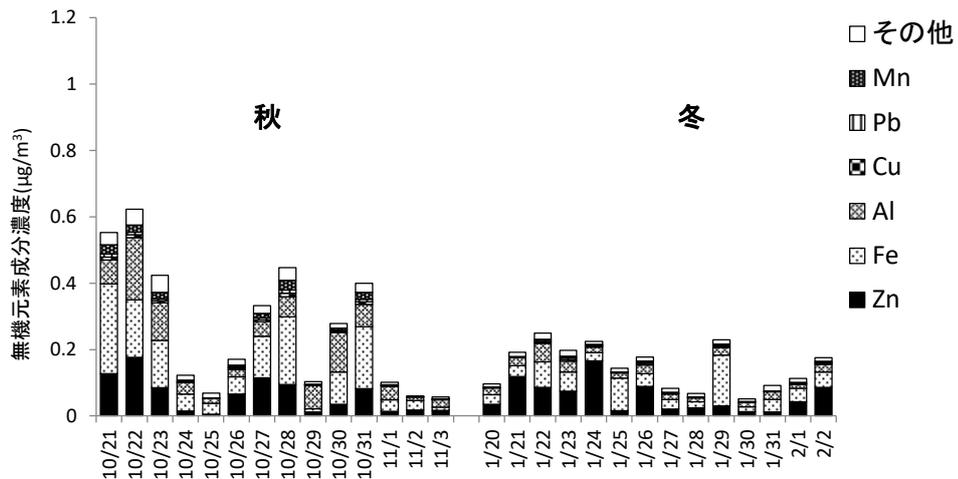


図 4-2 無機元素成分濃度（秋季・冬季）

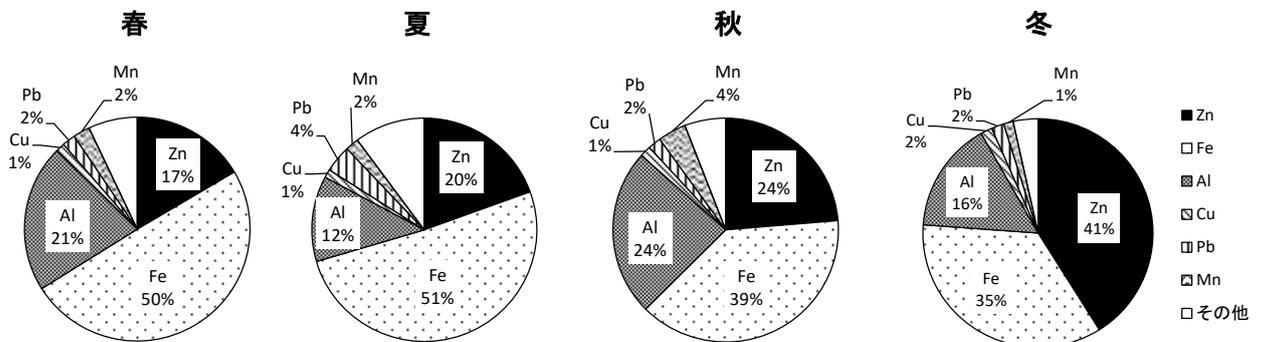


図 4-3 無機元素成分の割合（各季節における平均値）

(4) 炭素成分

春季・夏季の炭素成分濃度を図 5-1 に、秋季・冬季の炭素成分濃度を図 5-2 に季節別の炭素成分濃度の割合を図 5-3 に示す。

WSOC は炭素成分の約 2～4 割を占めており、WIOC は炭素成分の約 5～7 割を占めていた。

炭素成分に占める Soot-EC と Char-EC の割合を比較すると、Soot-EC は年間にわたってほぼ同率であり、Char-EC は秋季と冬季に高くなる傾向があった。図 9 に経年変化を示す。

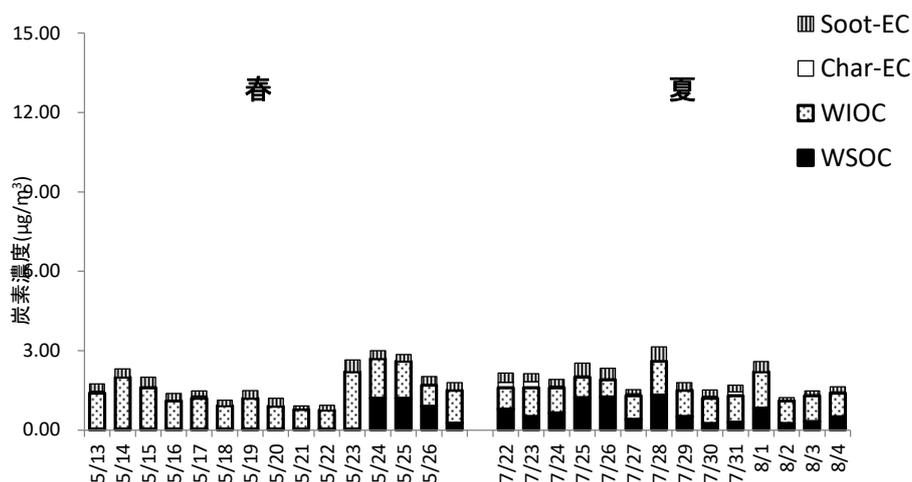


図 5-1 炭素成分濃度 (春季・夏季)

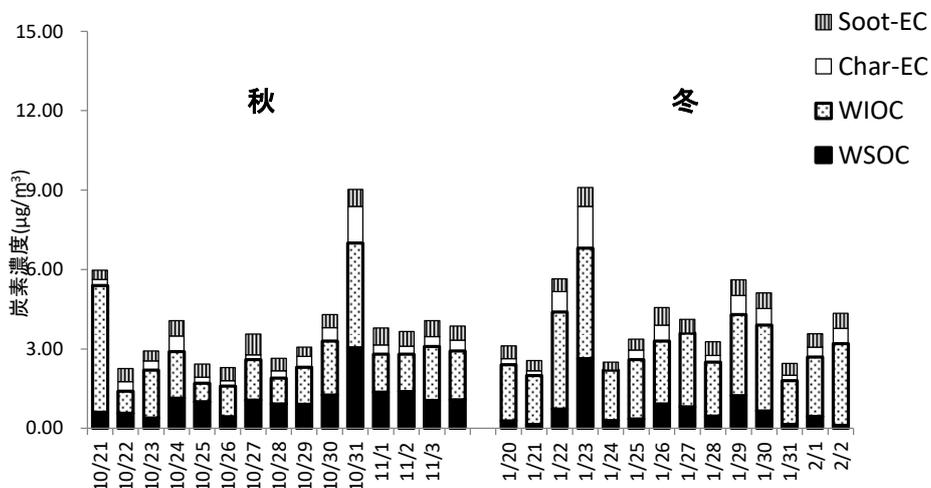


図 5-2 炭素成分濃度 (秋季・冬季)

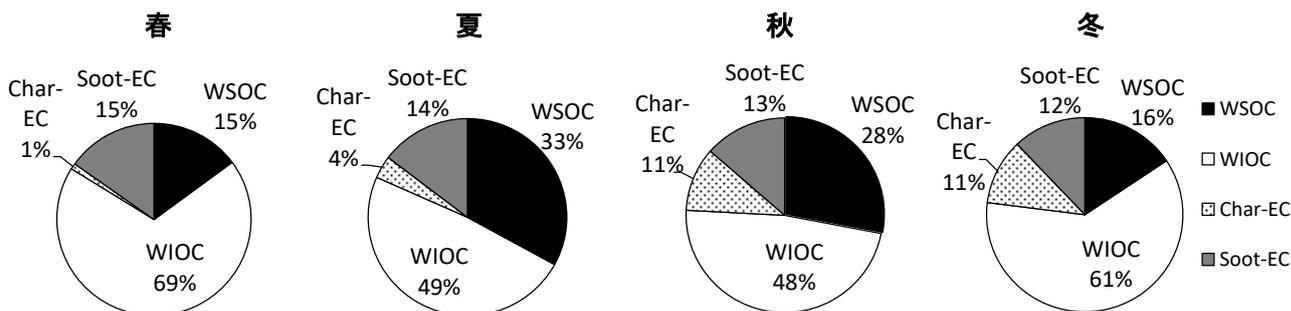


図 5-3 炭素成分の割合 (各季節における平均値)

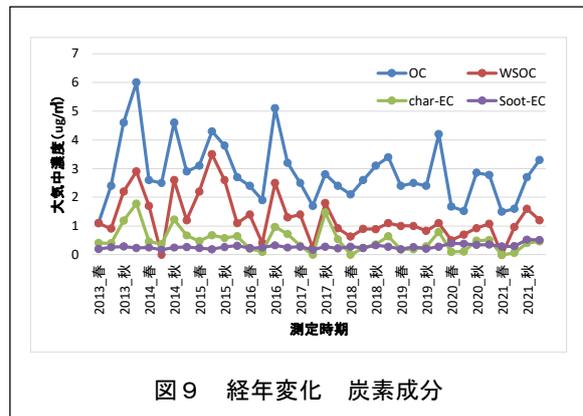
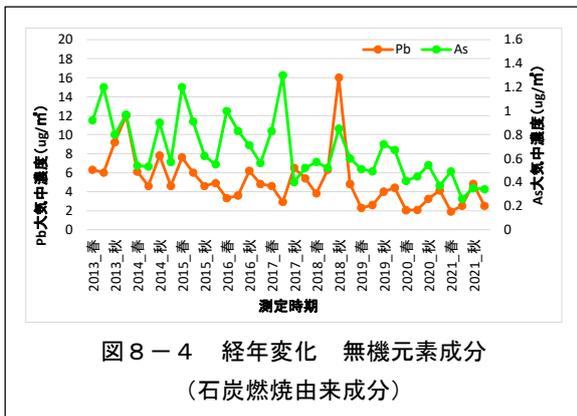
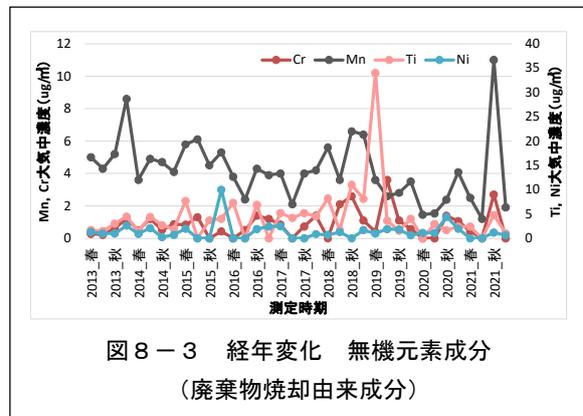
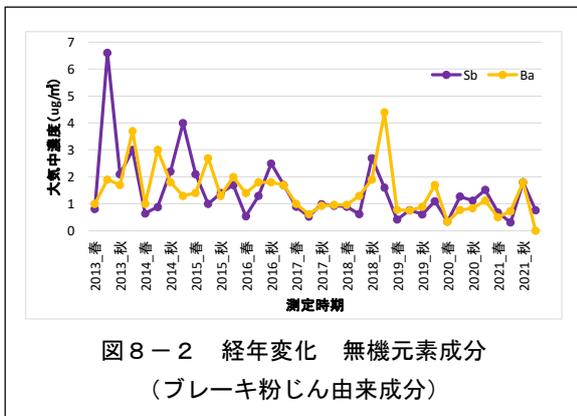
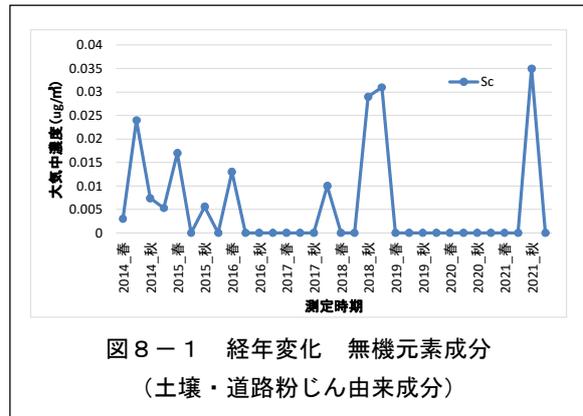
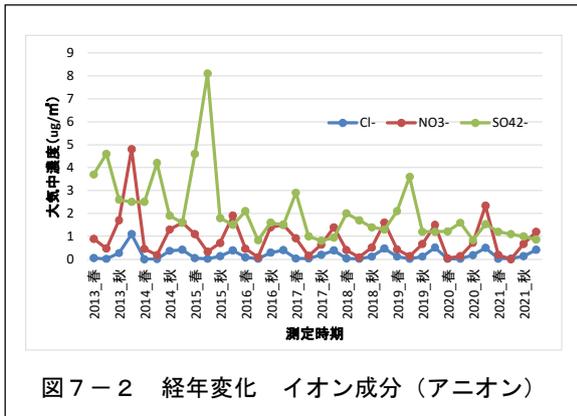
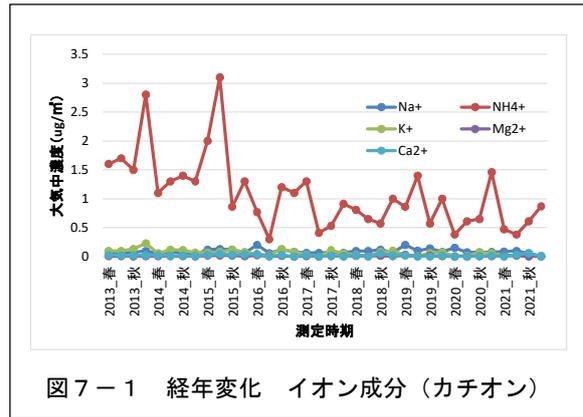
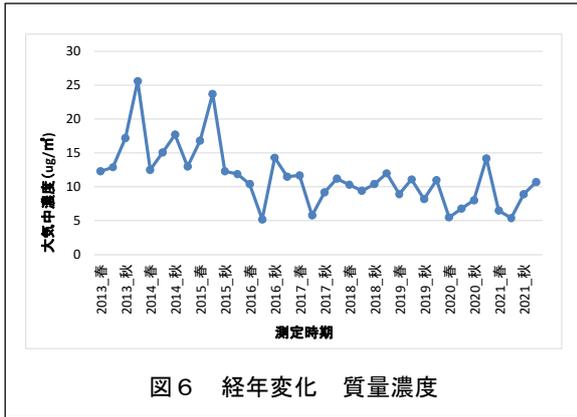


表 2 調査結果一覧

春季調査(土浦保健所, 令和3年5月13日~令和3年5月26日)

サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	イオン成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)										無機元素 (ng/m^3)									
開始日	終了日		Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
R3.5.13	~ R3.5.14	5	0.012	0.08	1.05	0.088	0.334	<0.014	0.01	<0.04	54	14	0	17	33	<0.013	<1.5	0.173	0.43	1.33	26	0.029
R3.5.14	~ R3.5.15	6.1	0.01	0.23	0.981	0.087	0.364	0.022	0.016	<0.04	78	13	0	24	33	<0.013	<1.5	0.284	0.3	3.26	55	0.285
R3.5.15	~ R3.5.16	6.7	0.01	0.07	1.63	0.0963	0.558	0.038	0.017	<0.04	69	33	0	34	23	<0.013	6.3	0.373	0.32	1.5	59	0.027
R3.5.16	~ R3.5.17	5.2	0.02	0.22	1.16	0.101	0.416	<0.014	0.011	<0.04	82	21	0	23	21	<0.013	<1.5	0.346	0.18	1.33	32	0.033
R3.5.17	~ R3.5.18	5.7	0.199	0.3	1.36	0.323	0.355	0.032	0.036	<0.04	334	11	0	37	55	<0.013	<1.5	0.792	0.35	2.63	44	0.028
R3.5.18	~ R3.5.19	4.7	<0.008	0.24	0.951	0.0506	0.408	<0.014	<0.009	<0.04	64	<8	0	31	35	<0.013	<1.5	0.253	0.36	3.08	27	0.013
R3.5.19	~ R3.5.20	6.4	0.02	1	0.962	0.0157	0.674	<0.014	<0.009	<0.04	33	<8	0	28	16	<0.013	2.6	0.114	0.32	4.3	115	0.022
R3.5.20	~ R3.5.21	5.9	0.025	0.19	1.38	0.0541	0.552	0.023	<0.009	<0.04	31	<8	0	14	24	<0.013	<1.5	0.456	0.22	2.44	44	0.029
R3.5.21	~ R3.5.22	5.2	0.072	0.11	0.619	0.141	0.168	<0.014	0.015	<0.04	154	10	0	31	21	<0.013	<1.5	0.488	<0.06	1.64	27	0.017
R3.5.22	~ R3.5.23	3.5	<0.008	<0.05	0.712	0.0294	0.237	<0.014	<0.009	<0.04	40	<8	0	15	23	<0.013	<1.5	0.186	<0.06	0.58	17	0.005
R3.5.23	~ R3.5.24	7.7	<0.008	<0.05	1.1	0.0232	0.419	<0.014	<0.009	<0.04	51	26	0	37	45	<0.013	6.4	0.986	0.55	3.2	66	0.041
R3.5.24	~ R3.5.25	10.2	<0.008	<0.05	1.86	0.0582	0.731	0.039	0.012	<0.04	53	62	0	72	69	<0.013	5.1	0.528	0.37	3.66	77	0.027
R3.5.25	~ R3.5.26	11.2	<0.008	<0.05	2.51	0.0507	0.98	0.028	0.01	<0.04	36	9	0	32	58	<0.013	<1.5	0.426	2.22	1.5	27	0.029
R3.5.26	~ R3.5.27	8	0.045	0.24	1.01	0.0925	0.336	0.052	0.025	0.07	88	88	0	49	42	<0.013	6.5	0.454	0.51	4.06	88	0.029
平均		6.5	0.03	0.19	1.2	0.086	0.47	0.017	0.011	<0.04	83	20	<23	32	36	<0.013	2.4	0.42	0.44	2.5	50	0.044
最大値		11.2	0.199	1	2.51	0.323	0.98	0.052	0.036	0.07	334	88	82	72	69	<0.013	6.9	0.986	2.22	4.3	115	0.285
最小値		3.5	<0.008	<0.05	0.619	0.0157	0.168	<0.014	<0.009	<0.04	31	<8	<23	14	16	<0.013	<1.5	0.114	<0.06	0.58	17	0.005

サンプリング実施時期		無機元素 (ng/m^3)																	炭素成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
開始日	終了日	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Mo	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Sm	Hf	W	Ta	Th	Pb	Soot-EC	Char-EC	WIOC	WSOC
R3.5.13	~ R3.5.14	<0.6	0.6	<17	0.112	0.194	0.04	<0.05	4.03	<0.003	0.211	0.009	0.013	<0.0026	<0.0023	0.116	<0.06	<0.0022	0.6	0.28	0.06	1.36	<0.7
R3.5.14	~ R3.5.15	<0.6	2.46	19	0.789	0.31	0.064	0.17	0.39	0.005	0.452	0.041	0.021	<0.0026	<0.0023	0.379	<0.06	<0.0022	1.7	0.31	0.00	1.96	<0.7
R3.5.15	~ R3.5.16	<0.6	0.66	<17	0.247	0.368	0.11	0.09	0.21	0.01	0.559	0.0235	0.034	0.0027	0.0024	0.182	<0.06	0.0035	1.7	0.36	0.03	1.56	<0.7
R3.5.16	~ R3.5.17	1.3	0.81	<17	0.171	0.298	0.104	0.08	0.44	0.016	0.397	0.0206	0.03	<0.0026	<0.0023	0.078	<0.06	0.0027	1.4	0.25	0.04	1.06	<0.7
R3.5.17	~ R3.5.18	<0.6	1.17	<17	0.398	0.438	0.068	0.26	0.26	0.008	0.455	0.0337	0.039	<0.0026	<0.0023	0.191	<0.06	<0.0022	1.4	0.19	0.08	1.16	<0.7
R3.5.18	~ R3.5.19	<0.6	2.93	26	0.929	0.258	0.049	0.33	0.22	<0.003	0.305	0.0096	0.018	<0.0026	<0.0023	0.274	<0.06	<0.0022	2	0.20	0.00	0.88	<0.7
R3.5.19	~ R3.5.20	<0.6	1.97	<17	0.42	0.211	0.054	0.14	0.64	<0.003	0.446	0.0198	0.044	<0.0026	0.0028	0.156	<0.06	<0.0022	1.5	0.29	0.00	1.16	<0.7
R3.5.20	~ R3.5.21	1.1	1.04	<17	0.32	0.39	0.054	0.17	0.25	0.0070	0.29	0.0089	0.016	<0.0026	<0.0023	0.178	<0.06	<0.0022	1.10	0.30	0.00	0.86	<0.7
R3.5.21	~ R3.5.22	3.1	0.58	<17	0.15	0.263	0.074	0.07	0.33	0.008	0.30	0.0182	0.027	<0.0026	<0.0023	0.124	<0.06	<0.0022	1.1	0.12	0.01	0.74	<0.7
R3.5.22	~ R3.5.23	<0.6	0.59	<17	0.357	0.182	0.055	0.11	0.22	0.004	0.278	0.0133	0.021	<0.0026	<0.0023	0.173	<0.06	<0.0022	0.8	0.19	0.00	0.71	<0.7
R3.5.23	~ R3.5.24	1.6	1.4	<17	0.716	0.795	0.178	0.28	0.91	0.0380	0.687	0.0298	0.033	<0.0026	<0.0023	0.71	<0.06	<0.0022	3.8	0.45	0.00	2.16	<0.7
R3.5.24	~ R3.5.25	<0.6	1.21	18	0.959	0.579	0.238	0.2	0.45	0.024	0.934	0.0405	0.09	0.0045	0.0024	0.379	<0.06	0.0089	3.1	0.31	0.00	1.50	1.20
R3.5.25	~ R3.5.26	<0.6	1.39	66	0.716	0.5	0.156	0.15	0.6	0.033	0.673	0.017	0.029	<0.0026	<0.0023	0.411	<0.06	<0.0022	4.5	0.26	0.00	1.40	1.20
R3.5.26	~ R3.5.27	<0.6	1.21	29	0.524	0.311	0.22	0.23	0.5	0.018	1.04	0.0436	0.114	0.0064	0.0044	0.265	<0.06	0.0131	2	0.30	0.03	0.60	0.90
平均		<0.6	1.3	<17	0.49	0.36	0.1	0.16	0.68	0.012	0.5	0.023	0.038	<0.0026	<0.0023	0.26	<0.06	<0.0022	1.9	0.27	0.02	1.24	<0.7
最大値		3.1	2.93	66	0.959	0.795	0.238	0.33	4.03	0.038	1.04	0.0436	0.114	0.0064	0.0044	0.71	<0.06	0.0131	4.5	0.45	0.08	2.16	1.35
最小値		<0.6	0.58	<17	0.112	0.182	0.04	<0.05	0.21	<0.003	0.211	0.0096	0.013	<0.0026	<0.0023	0.078	<0.06	<0.0022	0.6	0.12	0.00	0.71	<0.7

夏季調査(土浦保健所, 令和3年7月22日~令和3年8月4日)

サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	イオン成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)										無機元素 (ng/m^3)									
開始日	終了日		Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
R3.7.22	~ R3.7.23	4.7	0.052	0.24	1	0.072	0.382	0.071	0.008	0.077	27	11	0	22	27	<0.013	<2.5	0.572	0.8	1.81	52	0.067
R3.7.23	~ R3.7.24	4.4	<0.014	<0.11	0.76	0.044	0.271	0.026	0.014	0.029	37	<6	0	28	<9	<0.013	<2.5	0.239	0.6	0.83	24	<0.016
R3.7.24	~ R3.7.25	5.1	<0.014	<0.11	1.09	0.06	0.378	0.043	0.016	0.029	37	<6	0	20	<9	<0.013	<2.5	0.526	<0.4	0.58	18	<0.016
R3.7.25	~ R3.7.26	8.6	<0.014	<0.11	1.95	0.044	0.756	0.014	0.013	0.043	39	10	0	26	34	<0.013	<2.5	0.233	<0.4	0.38	<7	<0.016
R3.7.26	~ R3.7.27	7.6	<0.014	<0.11	1.19	0.068	0.477	0.009	0.018	0.027	62	11	0	24	36	<0.013	<2.5	0.12	<0.4	0.85	35	0.034
R3.7.27	~ R3.7.28	3.7	0.017	<0.11	0.49	0.109	0.144	<0.004	0.011	<0.025	69	<6	0	<7	10	<0.013	<2.5	0.153	<0.4	1.11	35	0.019
R3.7.28	~ R3.7.29	9.3	<0.014	<0.11	1.84	0.118	0.615	0.01	0.042	0.04	70	<6	0	28	16	<0.013	<2.5	0.459	0.5	2.65	36	0.03
R3.7.29	~ R3.7.30	5	<0.014	<0.11	1.09	0.108	0.363	<0.004	0.018	<0.025	36	<6	0	<7	<9	<0.013	<2.5	0.368	0.5	0.47	39	0.024
R3.7.30	~ R3.7.31	3.8	<0.014	<0.11	0.89	0.057	0.275	0.008	0.009	<0.025	36	27	0	8	73	<0.013	3.2	0.711	0.6	2.78	45	<0.016
R3.7.31	~ R3.8.1	4	<0.014	<0.11	0.92	0.079	0.296	<0.004	0.012	<0.025	52	<6	0	11	<9	<0.013	<2.5	0.474	<0.4	0.6	19	<0.016
R3.8.1	~ R3.8.2	7.8	<0.014	<0.11	2.19	0.053	0.796	0.009	0.018	<0.025	57	<6	0	26	21	<0.013	<2.5	1.14	<0.4	1.19	48	0.024
R3.8.2	~ R3.8.3	3	0.224	<0.11	0.28	0.224	0.053	0.008	0.023	0.035	44	<6	0	<7	<9	<0.013	<2.5	0.073	<0.4	0.13	<7	<0.016
R3.8.3	~ R3.8.4	4.2	0.083	0.17	0.65	0.184	0.187	0.006	0.023	0.041	145	9	0	28	43	<0.013	3.1	0.343	0.9	1.76	44	0.026
R3.8.4	~ R3.8.5	4.4	0.043	0.28	0.82	0.136	0.269	0.034	0.019	0.087	75	19	0	14	49	<0.013	<2.5	0.38	0.9	1.85	56	0.08
平均		5.4	0.03	<0.11	1.1	0.097	0.38	0.017	0.017	0.029	56	6.2	<50	17	22	<0.013	<					

秋季調査(土浦保健所, 令和3年10月21日~令和3年11月3日)

サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	イオン成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								無機元素 (ng/m^3)											
開始日	終了日		Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
R3.10.21	~ R3.10.22	5	0.023	0.16	0.4	0.05	0.213	<0.004	<0.006	0.03	90	72	0	210	69	<0.021	10.2	0.516	5.3	27.9	170	0.083
R3.10.22	~ R3.10.23	5.9	0.039	0.52	0.64	0.023	0.47	<0.004	<0.006	0.039	83	188	0	194	70	<0.021	9.5	1.72	10.8	20.8	273	0.116
R3.10.23	~ R3.10.24	6	0.017	0.11	0.32	0.02	0.192	<0.004	<0.006	0.018	61	114	0	228	49	<0.021	7.6	0.74	5.1	18.5	142	0.06
R3.10.24	~ R3.10.25	8.2	0.032	0.34	0.79	0.043	0.436	<0.004	<0.006	0.029	25	34	0	29	27	<0.021	2.6	0.347	0.8	3.3	51	0.036
R3.10.25	~ R3.10.26	6.3	0.021	0.16	0.86	0.035	0.424	<0.004	<0.006	0.038	30	14	0	18	<13	<0.021	1.2	0.074	1.3	<0.6	33	<0.014
R3.10.26	~ R3.10.27	3.7	0.046	0.2	0.24	0.035	0.134	<0.004	<0.006	0.024	34	22	0	115	<13	<0.021	1.2	0.241	0.5	5.2	52	0.018
R3.10.27	~ R3.10.28	12.7	0.408	2.55	0.87	0.043	1.16	0.021	<0.006	0.053	50	45	0	119	25	<0.021	3.8	0.18	2.2	12.8	125	0.034
R3.10.28	~ R3.10.29	6.3	0.021	0.11	1.16	0.06	0.5	<0.004	0.009	0.04	69	60	0	216	50	<0.021	8.1	0.364	6.2	28.4	205	0.096
R3.10.29	~ R3.10.30	7.4	0.147	0.43	0.72	0.073	0.477	0.034	0.013	0.195	190	70	0	29	20	0.156	2	0.098	<0.4	1.5	<20	<0.014
R3.10.30	~ R3.10.31	8.7	0.295	0.47	0.94	0.106	0.621	0.056	0.01	0.066	225	119	0	94	41	0.283	5.2	0.308	0.7	6.2	98	0.028
R3.10.31	~ R3.11.1	22.6	0.623	2.1	1.51	0.084	1.28	0.112	<0.006	0.023	109	67	0	186	24	0.055	7.8	0.981	4.4	20.6	187	0.05
R3.11.1	~ R3.11.2	12.4	0.103	1.52	1.89	0.07	1.07	0.029	<0.006	0.021	26	41	0	<13	<13	<0.021	5.9	0.189	<0.4	1.9	35	<0.014
R3.11.2	~ R3.11.3	11.4	0.077	0.41	2.67	0.073	1.01	0.041	0.016	0.064	19	10	0	<13	<13	<0.021	1.2	0.07	<0.4	<0.6	29	<0.014
R3.11.3	~ R3.11.4	7.8	0.098	0.32	1.27	0.058	0.599	0.021	0.007	0.202	29	22	0	<13	39	<0.021	1.5	0.05	1	1.7	<20	<0.014
平均		8.9	0.14	0.67	1	0.055	0.61	0.022	<0.006	0.06	74	63	1900	100	30	0.035	4.8	0.42	2.7	11	100	0.037
最大値		22.6	0.623	2.55	2.67	0.106	1.28	0.112	0.016	0.202	225	188	12000	228	70	0.283	10.2	1.72	10.8	28.4	270	0.116
最小値		3.7	0.017	0.11	0.24	0.02	0.134	<0.004	<0.006	0.018	19	10	<20	<13	<13	<0.021	1.2	0.05	<0.4	<0.6	<20	<0.014

サンプリング実施時期		無機元素 (ng/m^3)																炭素成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
開始日	終了日	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Mo	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Sm	Hf	W	Ta	Th	Pb	Soot-EC	Char-EC	WIOC	WSOC
R3.10.21	~ R3.10.22	2.1	8.93	128	0.618	0.402	0.476	1.37	2.73	0.0214	2.77	0.061	0.143	0.003	0.0105	0.1	<0.018	0.0062	8.73	0.34	0.23	4.80	0.60
R3.10.22	~ R3.10.23	4.2	7.82	177	0.532	0.48	0.526	1.95	4.85	0.0247	3.18	0.086	0.207	0.003	0.0134	0.14	<0.018	0.0076	8.4	0.49	0.37	0.83	0.57
R3.10.23	~ R3.10.24	1.8	6.34	85.1	0.523	0.712	0.586	1.22	3.24	0.0246	3.03	0.088	0.190	<0.002	0.0116	0.18	<0.018	0.0035	8.23	0.38	0.35	1.81	0.39
R3.10.24	~ R3.10.25	<0.4	1.74	15.7	0.116	0.148	0.08	0.27	0.51	0.0038	0.45	0.011	0.02	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	1.34	0.58	0.59	1.76	1.14
R3.10.25	~ R3.10.26	<0.4	1.03	5.62	0.044	0.08	0.04	0.3	0.19	<0.0021	0.16	0.008	0.018	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	0.56	0.49	0.24	0.69	1.01
R3.10.26	~ R3.10.27	<0.4	3.71	66.3	0.233	0.392	0.251	0.89	2.82	0.0132	1.06	0.031	0.056	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	5.69	0.49	0.21	1.16	0.44
R3.10.27	~ R3.10.28	1.1	5.44	115	0.36	0.329	0.261	1.48	1.6	0.0157	1.65	0.063	0.144	<0.002	0.0082	0.340	<0.018	<0.0017	5.06	0.79	0.18	1.54	1.06
R3.10.28	~ R3.10.29	3.3	10.2	94.4	0.615	0.544	0.493	1.76	2.86	0.0206	3.88	0.09	0.197	<0.002	0.01	0.170	<0.018	0.0036	9.91	0.48	0.27	0.98	0.92
R3.10.29	~ R3.10.30	0.6	0.98	12.0	0.196	0.136	0.064	0.13	0.29	0.0065	0.66	0.03	0.062	0.003	0.0293	0.080	3.21	0.0163	0.8	0.36	0.41	1.39	0.91
R3.10.30	~ R3.10.31	0.7	3.09	34.9	0.329	0.245	0.255	0.41	1.08	0.0161	2.54	0.051	0.12	0.006	0.0372	0.14	1.42	0.0214	3.26	0.50	0.50	2.04	1.26
R3.10.31	~ R3.11.1	2.1	7.67	82.4	0.979	0.718	0.434	1.22	3.45	0.0316	4.9	0.062	0.171	<0.002	0.0136	0.28	0.045	0.0056	12.0	0.84	1.38	3.96	3.04
R3.11.1	~ R3.11.2	<0.4	1.05	13.9	0.138	0.155	0.062	0.18	0.43	0.0044	0.35	0.009	0.018	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	1.48	0.64	0.36	1.43	1.37
R3.11.2	~ R3.11.3	<0.4	0.58	18.1	0.054	0.045	0.018	<0.03	0.14	<0.0021	0.16	<0.005	<0.011	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	0.67	0.55	0.30	1.41	1.39
R3.11.3	~ R3.11.4	0.6	1.07	16.7	0.104	0.112	0.073	0.08	0.72	0.0031	0.38	0.009	0.017	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	0.92	0.61	0.36	2.05	1.05
平均		1.2	4.3	62	0.35	0.32	0.26	0.8	1.8	0.013	1.8	0.043	0.098	<0.002	0.0096	0.1	0.33	0.0046	4.8	0.52	0.41	1.85	1.60
最大値		4.2	10.2	177	0.979	0.718	0.586	1.95	4.85	0.0316	4.9	0.09	0.207	0.006	0.0372	0.34	3.21	0.0214	12	0.79	1.38	4.80	3.52
最小値		<0.4	0.58	5.92	0.044	0.045	0.018	<0.03	0.14	<0.0021	0.16	<0.005	<0.011	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	0.56	0.34	0.18	0.89	0.87

冬季調査(土浦保健所, 令和4年1月20日~令和4年2月2日)

サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	イオン成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								無機元素 (ng/m^3)											
開始日	終了日		Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
R4.1.20	~ R4.1.21	5.6	0.49	0.82	0.441	0.016	0.513	<0.0019	<0.0013	<0.0027	28	20	0	20	36	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	0.9	29.5	<0.029
R4.1.21	~ R4.1.22	4.4	0.153	0.386	0.248	<0.00014	0.16	<0.0019	<0.0013	<0.0027	28	25	0	31	24	<0.023	1.4	<0.07	1.4	1.1	32.6	<0.029
R4.1.22	~ R4.1.23	14	0.727	1.3	0.47	<0.00014	0.821	0.002	<0.0013	<0.0027	147	56	0	147	92	<0.023	5.5	0.17	<0.5	2.8	76.9	0.0307
R4.1.23	~ R4.1.24	25.5	1.74	1.2	1.54	0.0557	2.8	0.163	<0.0013	<0.0027	205	33	0	212	88	<0.023	<0.4	0.36	0.6	4.6	57.9	<0.029
R4.1.24	~ R4.1.25	5.7	0.087	0.321	0.624	0.0117	0.212	<0.0019	<0.0013	<0.0027	75	16	0	44	35	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	1.6	25.5	<0.029
R4.1.25	~ R4.1.26	9.1	0.203	1.18	0.683	0.0231	0.626	<0.0019	<0.0013	<0.0027	41	16	0	24	17	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	1	97.6	<0.029
R4.1.26	~ R4.1.27	17.9	0.721	4.57	1.41	<0.00014	2.22	<0.0019	<0.0013	<0.0027	187	26	0	59	60	<0.023	<0.4	0.09	<0.5	3.3	38.2	<0.029
R4.1.27	~ R4.1.28	10.7	0.065	0.644	2.23	0.0072	1.04	<0.0019	<0.0013	0.0249	36	16	0	67	23	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	1.7	30.1	0.0319
R4.1.28	~ R4.1.29	5.7	0.093	0.455	0.757	<0.00014	0.359	<0.0019	<0.0013	0.0623	22	11	0	28	31	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	1.3	18.3	<0.029
R4.1.29	~ R4.1.30	15	0.896	2.08	1.11	0.0228	1.44	0.0228	<0.0013	0.01	118	22	0	105	46	<0.023	<0.4	0.31	0.6	2.5	153	<0.029
R4.1.30	~ R4.1.31	8.7	0.208	0.532	0.725	<0.00014	0.455	<0.0019	<0.0013	<0.0027	21	13	0	39	15	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	<0.3	14.7	0.0084
R4.1.31	~ R4.2.1	5.1	0.091	0.13	0.323	<0.00014	0.173	<0.0019	<0.0013	<0.0027	24	23	0	33	24	<0.023	6.6	0.08	<0.5	1.1	37.2	<0.029
R4.2.1	~ R4.2.2	10.2	0.202	2.25	0.937	<0.00014	1.1	<0.0019	<0.0013	<0.0027	23	12	0	42	12	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	2.5	40.1	0.0176
R4.2.2	~ R4.2.3	11.9	0.147	0.339	0.553	<0.00014	0.307	<0.0019	<0.0013	<0.0027	26	23	0	46	14	<0.023	0.9	<0.07	<0.5	2.1	46.4	<0.0029
平均		10.7	0.41	1.2	0.86	0.0087	0.87															

2-2 茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究

1 はじめに

全国における令和2年度の光化学オキシダントの環境基準（60ppb）達成局数は一般局1,155局中2局（0.2%）であり、令和3年の光化学スモッグ注意報発令地域は12都府県、発令延日数は29日と令和2年度（15都府県、45日）と比較し減少している^{1,2)}。昼間（5時から20時）の日最高1時間値の年平均値については、近年ほぼ横ばいで推移している。

茨城県内においても、昭和59年度以降光化学オキシダントの環境基準が未達成であり、ほぼ毎年光化学スモッグ注意報を発令している³⁾。図1に昭和47年度から令和3年度まで、1年ごとの茨城県の光化学スモッグ注意報発令状況を示す。平成27年度以降、注意報発令日数は0日から5日の間を推移している状況である。

平成29年度まで本研究は、光化学オキシダントの原因物質であるVOCについて、オゾン生成能を評価するとともに、実態調査結果を用いて光化学オキシダント濃度の予測モデル（以下、「予測モデル」という。）を構築した⁴⁾⁷⁾。

本報では、光化学オキシダント（以下、「Ox濃度」という。）の測定結果（実測値）と、予測モデルの結果（予測値）の比較結果を報告する。

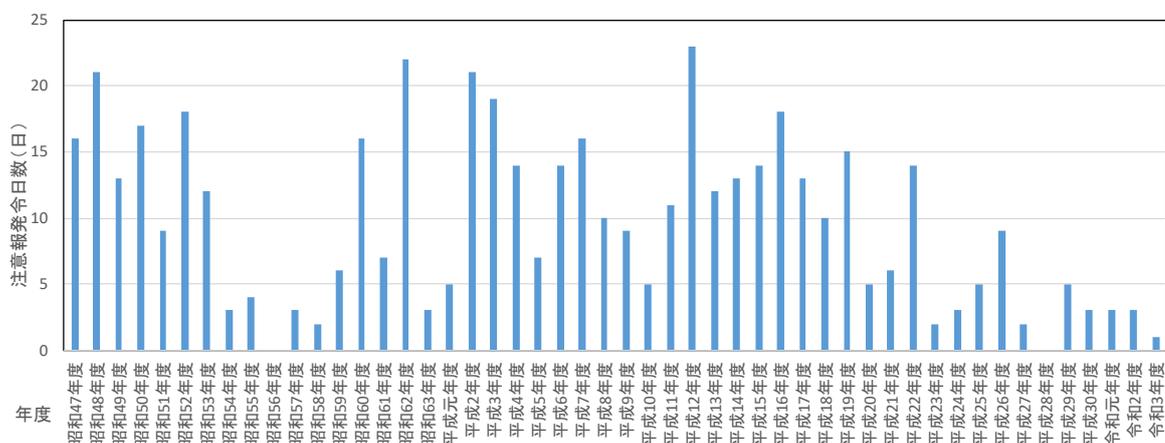


図1 茨城県の光化学スモッグ注意報発令状況

2 方法

(1) 比較地点

比較地点は、図2に示す5地点（日立市、ひたちなか市、神栖市、土浦市、筑西市）に所在する大気測定局舎とした。

(2) 比較方法

令和3年4月から10月までの月から、晴れの日（最高気温25℃以上）であり、常時監視の実測値が高い値（日最大が概ね80ppb以上）であった日を抽出し、予測結果と比較した。具体的に抽出した日は、令和3年5月24日、5月26日、6月8日、6月9日、6月11日である。また、参考として光化学オキシダント濃度が低い令和3年10月27日も予測結果と比較した。



図2 比較地点

3 比較結果及び考察

図3に光化学オキシダントが環境基準を超過した日（代表として、令和3年6月8日）の各局舎の実測値と予測値の比較、図4に光化学オキシダントが低い令和3年10月27日の各局舎の実測値と予測値の比較を示す。比較の結果、実測値の方が予測値よりも若干高く出る傾向であった。実測値と予測値の差及びその割合を次の式(1)、(2)に示す二乗平均平方根より算出した。

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{ip})^2} \text{ ----- (1)} \quad \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{ip})^2}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i} \times 100 \text{ ----- (2)}$$

n; データの個数、 X_i ; 実測値、 X_{ip} ; 予測値

式(1)及び式(2)で算出した結果を表1に示す。実測と予測値は6~31ppbの差があり、実測値と予測値の差の割合は11~67%であった。4月から9月と比較し、実測値の低い10月では、値の差は最大で14ppbと小さいが、差の割合は最大59%と同程度であった。

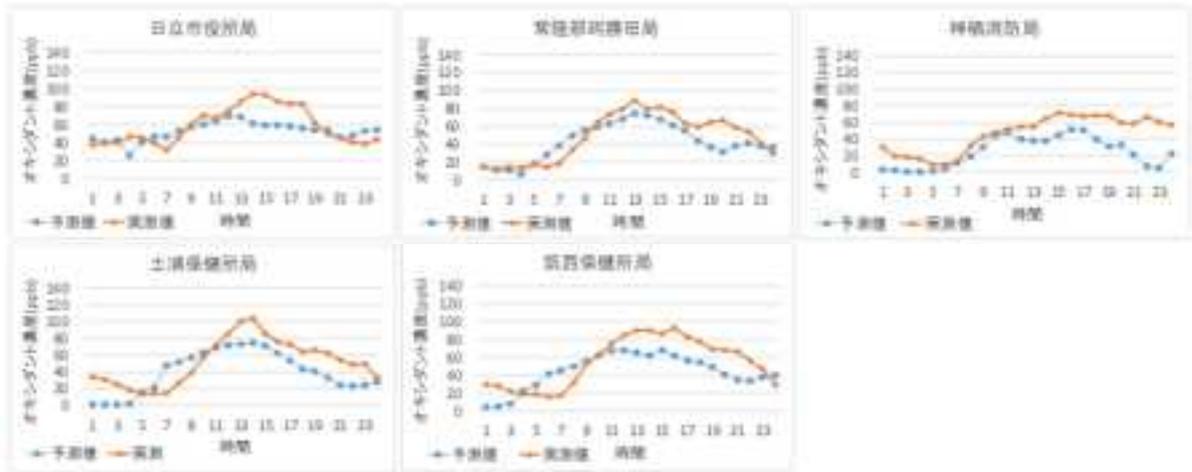


図3 令和3年6月8日の光化学オキシダントの実測値と予測値の比較

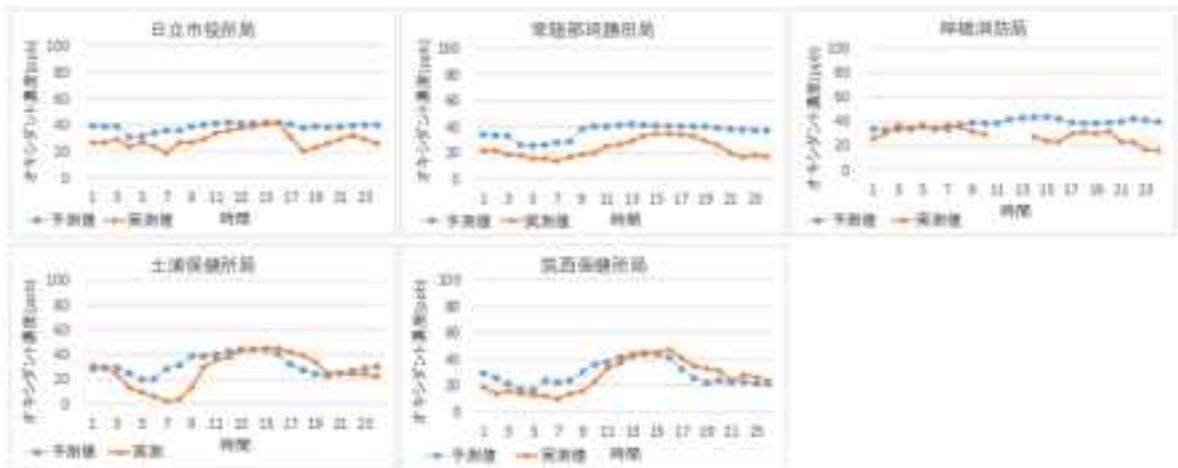


図4 令和3年10月27日の光化学オキシダントの実測値と予測値の比較
(神栖消防局 11時から13時の実測値は欠測)

表 1 実測値と予測値の差（左欄）及び差の割合（右欄）

比較地点名 (単位)	日立市役所局		常陸那珂勝田局		神栖消防局		土浦保健所局		筑西保健所局	
	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)
令和3年5月24日	20	45	30	67	21	46	30	66	31	67
令和3年5月26日	12	28	9	18	11	28	12	24	15	30
令和3年6月8日	16	27	14	29	27	57	22	43	21	38
令和3年6月9日	6	11	9	16	18	44	11	21	13	28
令和3年6月11日	14	39	17	48	14	48	18	51	24	55
令和3年10月27日	10	36	14	59	13	50	11	43	8	30

参考文献

- 1) 環境省、令和2年度大気汚染状況について（有害大気汚染物質等を除く）資料編
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/117720.pdf>
- 2) 環境省、令和3年光化学大気汚染の概要－注意報等発令状況、被害届出状況－
<https://www.env.go.jp/content/900397098.pdf>
- 3) 茨城県、光化学スモッグ発生状況資料
<https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/kantai/data/documents/r3taikigaiyou.pdf>
- 4) 茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究（第1報）、茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報、第10号（2014）、144-148.
- 5) 茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究（第2報）、茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報、第11号（2015）、147-151.
- 6) 茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究、茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報、第12号（2016）、183-191.
- 7) 茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究、茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報、第13号（2017）、136-138.

2-3 光化学オキシダントおよび PM2.5 汚染の地域的・気象的要因の解明

(Ⅱ型共同研究)

1 目的

光化学オキシダント（以下、 O_x という。）や微小粒子状物質（以下、PM2.5 という。）などの大気汚染の実態解明を目的とした国立環境研究所と地方環境研究所とのⅡ型共同研究は平成13年から開始され、前身であるC型共同研究を含めると、令和元年度からの研究で7期目となる。これまでのⅡ型共同研究（2013～2015、2016～2018年度）において、PM2.5の環境基準超過要因を高濃度事例解析、長時間分解能観測、各種モデル解析等により解明してきた。ここ数年は環境基準達成率が向上し、高濃度事象も減少傾向にあるが、地域によっては基準達成率が不安定である。

一方、 NO_x や VOC 等の対策が行われているにも関わらず、 O_x の状況に顕著な改善はまだまだ見られておらず、関東や近畿地方では O_x 注意報が毎年発令されている状況である。また、 O_x は PM2.5 の生成（二次生成）にも関与することから、 O_x と PM2.5 を同時に考慮する必要性も指摘されている。

本共同研究では O_x の現状把握と NO_x や VOC 等の前駆物質と O_x の生成に関する基礎的知見の取得、PM2.5の発生源寄与解析や気象解析等による高濃度要因の解明、さらに、シミュレーションモデルを活用して、大気汚染物質の挙動の把握と O_x 及び PM2.5 の高濃度の要因を明らかにすることを目的とする。

・光化学オキシダント (O_x):

光化学オキシダントとは、オゾン、パーオキシアセチルナイトレート (PAN) 及びアルデヒド等の光化学反応により生成される酸化性物質の総称であり、90%以上がオゾンである（中性ヨウ化カリウム水溶液からヨウ素を遊離するものに限り、 NO_2 を除く）。環境基準に記載されている紫外線吸収法などの乾式の測定法で測定された値はオゾンそのものの濃度である。 O_x の濃度が高くなると、粘膜への刺激や呼吸器への影響などの健康影響があらわれる。

2 共同研究機関及び役割分担

(1) 共同研究者

43 都道府県市の地方環境研究所、国立環境研究所、産業技術総合研究所、愛媛大学、北九州市立大学、高崎経済大学、日本環境衛生センター、日本自動車研究所

(2) 役割分担

参加機関は少なくとも1つのグループに参加し、主体的に研究を推進する。 O_x 、PM2.5 及び大気モデルの3テーマに関して、7グループで研究を行う。当センターはテーマ1の②オキシダント&二次生成粒子 (O_xPM) グループに参加した。

・テーマ1 O_x

O_x 生成影響に関する基礎的知見の取得を目的とした研究を行う。

①オキシダント (O_xNO_x) グループ

O_x 高濃度化現象の主たるターゲットとして O_x と NO_x に着目し、 O_x 生成影響に関する基礎的知見の取得を目的とした研究を行う。

②オキシダント&二次生成粒子 (O_xPM) グループ (当センター参加)

O_x 高濃度化現象の主たるターゲットとして O_x と VOC、PM2.5 の関係に着目し、 O_x 生成影響に関する基礎的知見の取得を目的とした研究を行う。

・テーマ2 PM2.5

PM2.5に関する研究を行う。

③PM2.5高濃度（PM高濃度）グループ

長時間分解成分データの利用や気象解析によりPM2.5の高濃度要因の解明を行う。

④PM2.5成分データ詳細解析（PM成分）グループ

PM2.5の主成分（硫酸塩、有機物、硝酸塩）に関わる国内発生源がPM2.5濃度に及ぼす影響を地域の特徴に応じて把握する。

⑤PM2.5分析法（PM分析）グループ

有機粒子の指標となる物質の測定法の開発、網羅的な分析、指標性の検討などを行う。

⑥PM2.5瀬戸内海高濃度（PM瀬戸内）グループ

環境基準非達成地域の多い瀬戸内地方での高濃度要因を前駆体であるガス成分の測定も加えて探る。

・テーマ3 モデル

⑦シミュレーションモデル（モデル）グループ

O_xとPM2.5を対象に、シミュレーションモデルを活用して、汚染物質の挙動の把握と高濃度の生成要因を明らかにする研究を行う。

3 研究計画

令和元年度に研究グループを構築し、共同研究機関は所属グループの実行計画に従って観測や解析等を実施する。

表1 研究計画

	2019	2020	2021
実施項目	<ul style="list-style-type: none"> ・実行計画作成 ・観測 ・データ収集 ・解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・観測 ・解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・観測 ・解析 ・各グループの結果統合 ・とりまとめ

4 方法

(1) 対象地点

解析対象に選定した一般環境大気測定局の地点（8地点）を図1に示す。

(2) 対象期間

2011年～2019年

※1 第3期の共同研究では2009年度までの時間値データを使用して解析を行っており、今回第7期の共同研究ではこれまで解析を行っていない期間を対象としている。

※2 2010年に校正法の切り替えが実施されたため、2011年以降の時間値データを解析している。



図1 解析対象地点

(3) 使用データ

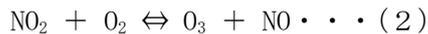
O_x、ポテンシャルオゾン（以下、POという。）、NO_x、非メタン炭化水素（以下、NMHCという。）、PM2.5の1時間値データを使用した。ただし、2011年度～2018年度は確定値、2019年

度は速報値のデータを使用している。PO 濃度の算出方法は（1）式のとおりであるが、 α 値（発生源における NO_x 濃度に対する NO₂ 濃度の比率）は日本で推定されてきた一般的な値である 0.1 を使用している。

$$[PO]=[O_3]+[NO_2]-\alpha\times[NO_x]\cdots(1)$$

- ・ポテンシャルオゾン (PO)

O₃ は NO₂ の光分解生成物と O₂ の反応により生じる一方、NO との反応で分解する。NO による O₃ の分解生成物は NO₂ であるため、反応（2）のように平衡状態となる。



NO + O₃ → NO₂ + O₂ の反応によってオゾン濃度が減少する効果を NO タイトレーション (titration) 効果と呼ぶが、平衡反応（2）では O₃ + NO₂ の量は保存されることから、O₃ と NO₂ の和を PO として扱うことで、O₃ 濃度の変動解析を行う際、NO によるタイトレーション効果の影響を含めて評価を行うことが可能となる。

- ・非メタン炭化水素 (NMHC)

炭化水素のうち光化学的に不活性なメタン (CH₄) を除いたものの総称が NMHC (Non-Methane hydrocarbons) である。測定技術上、NMHC にはアルデヒド類などの含酸素化合物質は含まれていない。これら含酸素化合物質を含めた揮発性有機化合物全体を VOC と呼ぶ。

(4) 解析方法

ア 年度昼間平均値

年度内の昼間平均値が 250 日以上ある年度を対象とし、昼間平均値から年度昼間平均値を算出した。月昼間平均値の解析では昼間平均値が 20 日以上ある月を対象とし、昼間平均値から月昼間平均値を算出した。増減傾向は回帰式の傾き（変化率）で評価した。なお、昼間とは、5時から20時までの時間帯である。

イ 年度全日平均値

年度内の全日平均値が 250 日以上ある年度を対象とし、全日平均値から年度全日平均値を算出した。月全日平均値の解析では全日平均値が 20 日以上ある月を対象とし、全日平均値から月全日平均値を算出した。増減傾向は回帰式の傾き（変化率）で評価した。

5 研究結果

(1) 年度全日平均値及び年度昼間平均値の経年変化

O_x、PO、NO_x、NMHC 及び PM2.5 について、解析対象とした 8 地点の年度全日平均値の平均値の経年変化を **図 2** に示す。また、O_x 及び PO の年度昼間平均値の変化率を **図 3** に、NO_x 及び NMHC の年度全日平均値の変化率を **図 4** に示す。

図 2 に示すとおり、O_x は上昇傾向、PO はほぼ横ばい、NO_x、NMHC 及び PM2.5 は減少傾向を示している。このことから、茨城県全体の傾向としては、O_x の増加は NO_x の減少による NO タイトレーション効果が打ち消されたことによる影響が大きいと考えられた。また、PM2.5 も減少傾向にあるが、PM2.5 の前駆物質の一つである NO_x や NMHC の減少が PM2.5 の減少につながっていると推察される。

地点別では、**図 3** に示すとおり、O_x の年度昼間平均値は日立市役所局以外で増加傾向である。PO の年度昼間平均値は日立市役所局で減少傾向を示しているが、その他の地域では変化率 -0.5 ~ 0.5 ppb/year の範囲内の増減となっている。一方、前駆物質である NO_x 及び NMHC の年度全日平均値の変化率については、**図 4** に示すとおり、全 8 地点で -1.5 ~ -0.5 ppb/year 程度の減少となっていた。

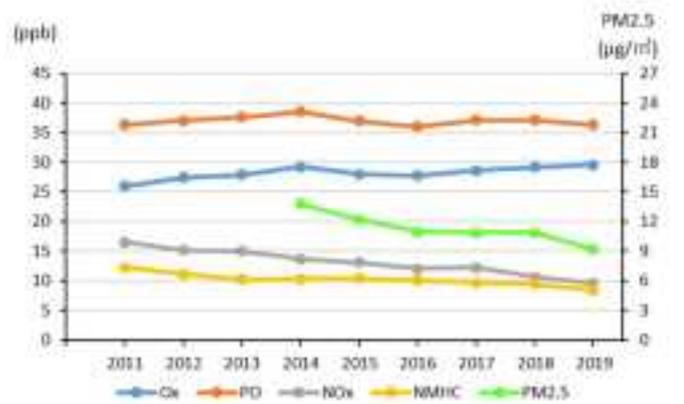


図2 O₃、PO、NO_x、NMHC 及び PM_{2.5} の年度全日平均値 (解析対象とした8地点の平均値)

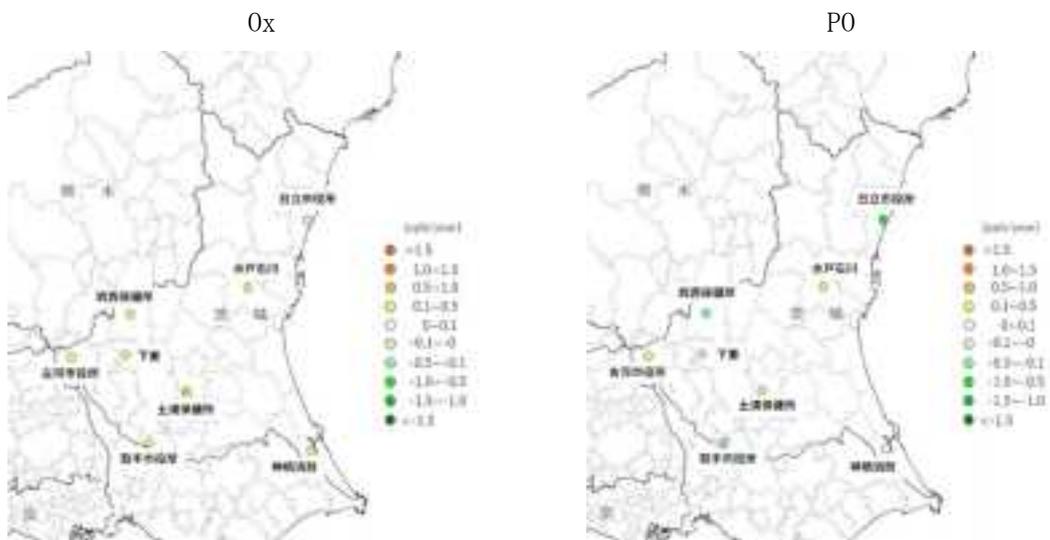


図3 O₃ 及び PO の年度昼間平均値の変化率の地図プロット

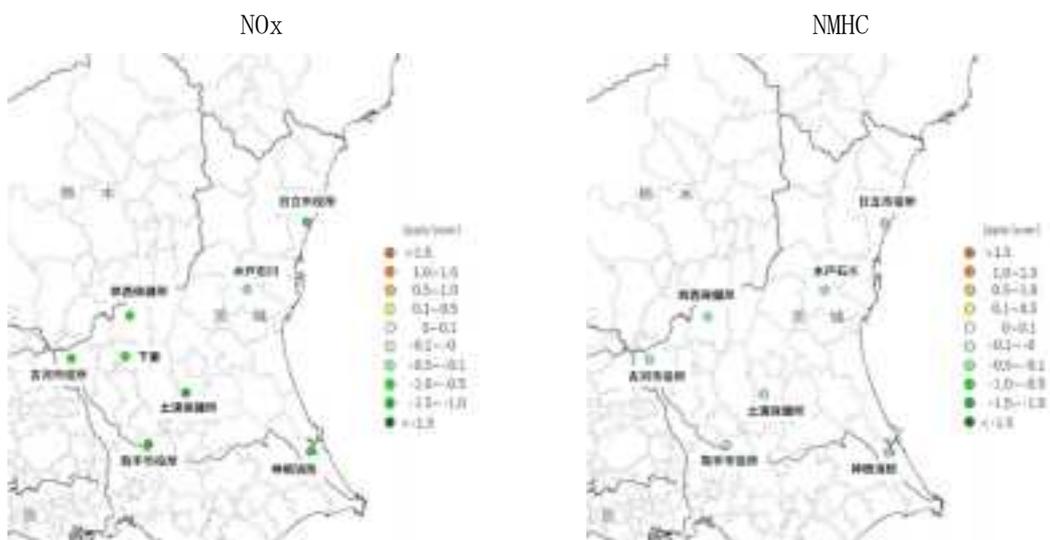


図4 NO_x 及び NMHC の年度全日平均値の変化率の地図プロット
※下妻局は NMHC を測定していないため、プロットなし

(2) 0x の高濃度観測頻度の経年変化

測定局別に 0x が環境基準の 60ppb を超える時間数の経年変化を図 5 に示す。また、月別に 0x が 100ppb を超える時間数の経年変化を図 6 に示す。

図 5 に示すとおり、60ppb 以上を観測した時間数は、各地点ともに 5 月が最も高頻度で観測されており、沿岸の地域よりも内陸の地域で高頻度に観測されている。100ppb 以上の高濃度に限定すると、図 6 に示すとおり、2011 年～2015 年までは 7 月と 8 月が高頻度だったが、2016 年以降は 7 月と 8 月の頻度は減少した。一方、5 月に 100ppb 以上を観測する頻度が増加している。

初夏から夏季に高頻度で観測されていることから、0x の高濃度化は日射量に影響を受けていると推察される。

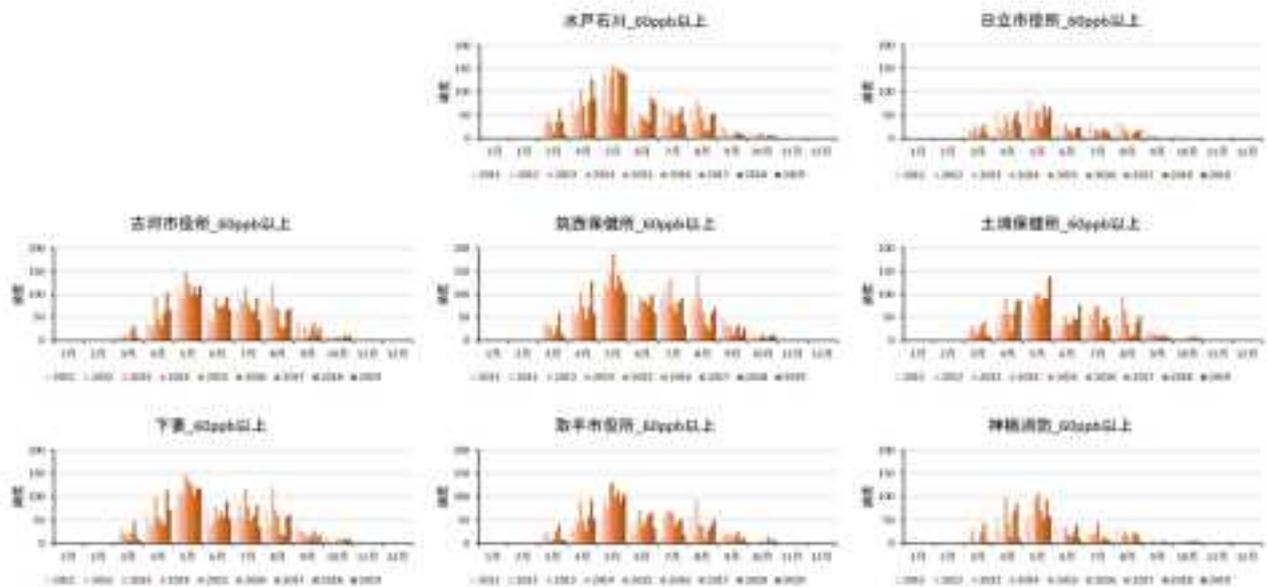


図 5 0x 濃度 60ppb 以上の時間数の経年変化

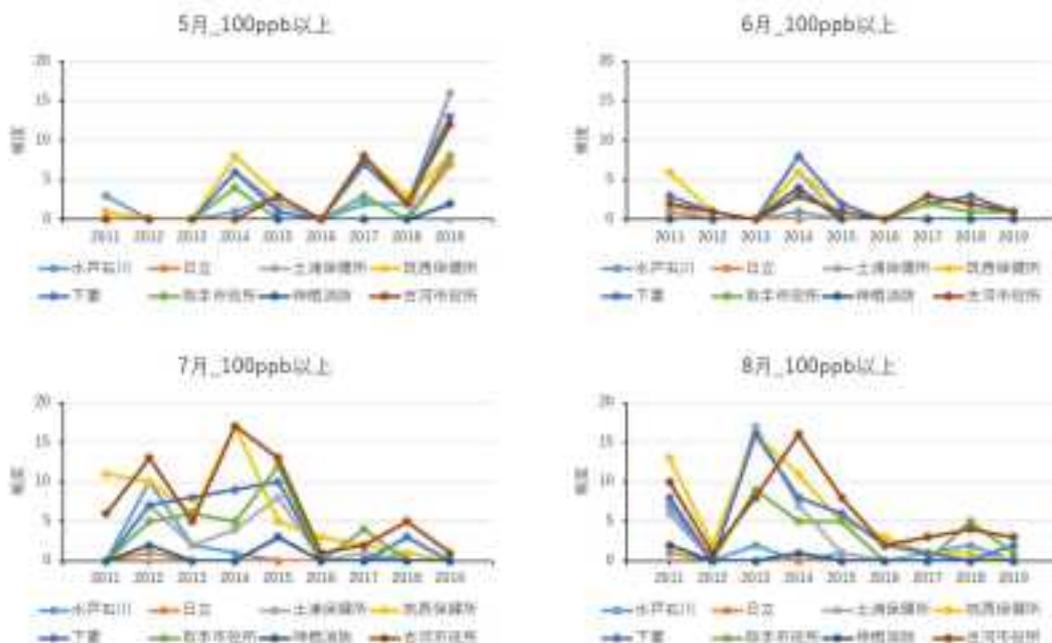


図 6 月別 0x 濃度 100ppb 以上を観測した時間数

(3) 全国調査への参加及び解析結果

2020年の春季及び夏季に18の機関で昼夜別のVOC測定を実施した。本県の状況を表2に示す。VOCはHAPsの成分と、一部の機関においてはPAMSの成分も追加して測定した(PAMSの測定項目は地点により若干異なる)。VOCは表3に示すグループ毎のオゾン生成能(MIR×濃度(μg-O₃/m³))、アルデヒド(以下、ALDs)は濃度(μg/m³)で評価した。また、昼間を9～17時、夜間を17～翌9時とした(本県を含む一部の参加機関は、昼間を10時～翌18時、夜間を18時～翌10時とした)。夏季の調査結果を図7に示す。本県を含むほとんどの調査地点においてVOCは夜間>昼間、ALDsは昼間>夜間となった。

・MIR (Maximum Incremental Reactivity) :

最大オゾン生成能。ある物質が大気中に放出された場合に増加するオゾン生成量を求めた際の最大値

表2 茨城県の参加状況

場所	項目	期間	観測時間
土浦保健所局	VOC (HAPs)	①春季 (5/25～5/27)	昼：10時～18時
	アルデヒド	②夏季 (7/29、8/3～8/5)	夜：18時～翌10時

表3 VOCグループ分類

分類1	分類2	略称	説明
HAPs	HAPs Aromatic Hydrocarbons	H Aromatic	HAPs中の芳香族炭化水素
	HAPs Others	-	上記を除くHAPs成分
VOC	PAMS Alkanes	Alkanes	PAMS中のアルカン類 (HAPsと重複するものは除く)
	PAMS Alkenes	Alkenes	PAMS中のアルケン類 (HAPsと重複するものは除く)
	PAMS Aromatic Hydrocarbons	P Aromatic	PAMS中の芳香族炭化水素 (HAPsと重複するものは除く)

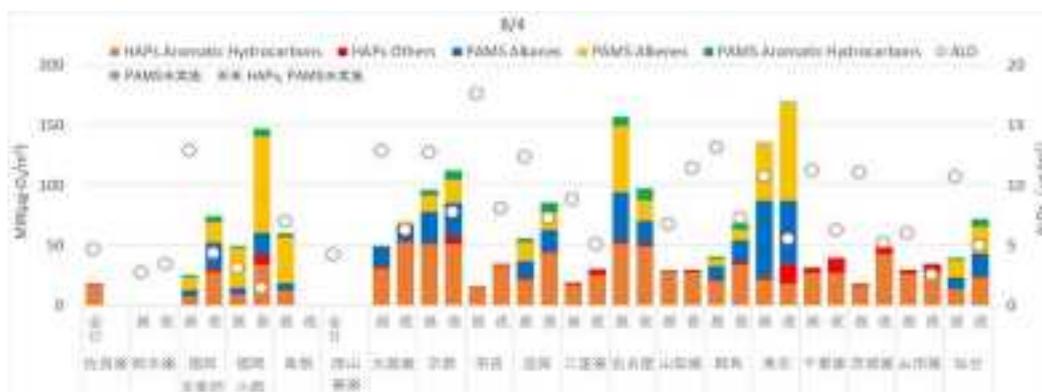


図7 全国の昼夜別観測結果 (夏季8月4日を抜粋)

6 今後の検討課題

Ox や PO について、気象条件、前駆物質の地域汚染や越境汚染等による Ox 生成への影響評価や PM2.5 の二次生成との関連を検討し、季節的な特徴や高濃度事象の発生要因を解明していきたい。

2-4 災害時の緊急調査を想定した GC/MS による化学物質の 網羅的簡易迅速測定法 (AIQS) の開発 (Ⅱ型共同研究)

1 目的

自然災害や事故等により一般環境中に化学物質が排出された際、周辺環境や健康への影響を最小限にとどめるためには、化学物質の同定・定量を早急に実施する必要がある。しかし、化学物質は多種多様である上に、分析に汎用される GCMS は同定のために標準物質測定が必要であり、迅速な対応は難しい。

そこで、国立環境研究所（国環研）と地方環境研究所（地環研）で本共同研究を実施し、緊急時の初動スクリーニングに有効な装置非依存型の GCMS 用全自動同定定量システム（Automated Identification and Quantification System for GC、AIQS-GC）を構築することを目的とした。

2 全体研究計画

(1) 研究期間

平成 31 年度から令和 3 年度の 3 ヶ年（当センターは令和 2 年度から参加）

(2) 参画機関

42 機関（国環研、41 都道府県市の地環研）

(3) 役割分担

①国環研

災害時に懸念される約 1000 種の半揮発性有機化合物（SVOCs）を選定し、各物質の定量分析データを AIQS-GC に収載し、災害時に利用するためのマニュアルを策定する。

②地環研

環境実試料を用いて AIQS-GC による測定解析を行い、測定機種間誤差、測定機関間誤差の確認のための基礎データを収集し、普及に向けた評価を行う。

3 研究方法

(1) 河川水を用いた AIQS-GC による測定解析

①試料

令和 3 年度水環境化学物質調査事業で調査対象となった河川水 14 試料について、表 1 に示す対象化合物を調査した。

②測定解析

図 1 に示す方法で試料の前処理を行い、表 2 に示す AIQS モードの条件で測定を行い、AIQS-GC により解析を行った。

表 1 令和3年度水環境化学物質調査事業の対象化合物

化合物名	CAS 番号	指針値 (mg/L)	報告下限値 (mg/L)
Dichlorvos (DDVP)	62-73-7	0.008	0.0008
Fenobucarb	3766-81-2	0.03	0.003
Propyzamide	23950-58-5	0.008	0.0008
Diazinon	333-41-5	0.005	0.0005
Chlorothalonil (TPN)	1897-45-6	0.05	0.005
Iprobenfos	26087-47-8	0.008	0.0008
Fenitrothion	122-14-5	0.003	0.0003
Isoprothiolane	50512-35-1	0.04	0.004
Isoxathion	18854-01-8	0.008	0.0008
Chlornitrofen (CNP)	1836-77-7	—	0.0005
EPN	2104-64-5	0.006	0.0006

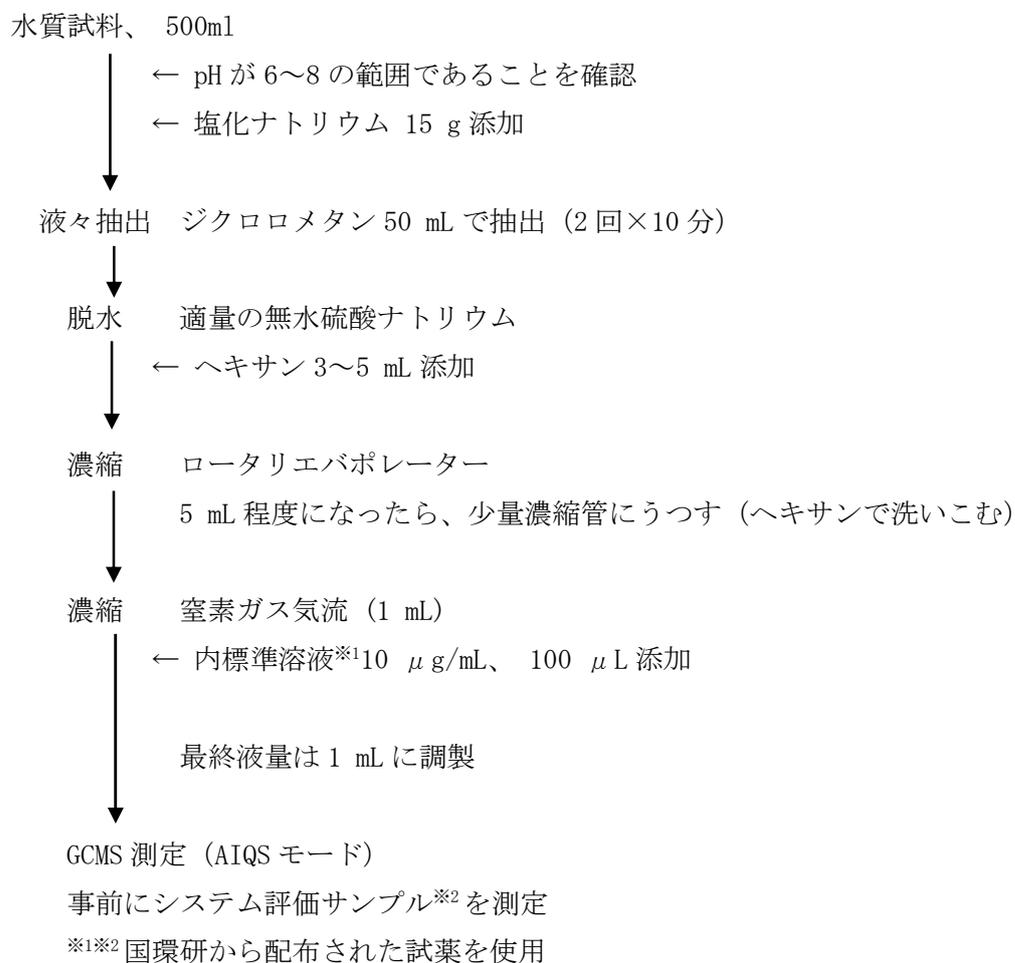


図 1 前処理方法

表2 GCMS 測定条件 (AIQS モード for Agilent GCMS)

使用カラム	J&W DB-5MS 30m×0.25mm、 0.25 μm
注入モード	スプリットレス
イオン化法	EI
チューニングメソッド	DFTPP
温度プログラム	カラムオープン温度：40℃(2分間)→8℃/分で昇温 →310℃(5分間)
気化室温度	250℃
インターフェース温度	280℃
イオン源温度	230℃
四重極温度	150℃
制御モード	コンスタントフロー、1.2ml/min
スキャン質量範囲	33～600
注入量	1 μl

(2) AIQS-GC による添加回収試験

①試料

河川水 A に表 3 に示す化合物を 0.1 μg/ml、0.2 μg/ml、1.0 μg/ml になるように加えた。それぞれ、河川水 A_0.1、河川水 A_0.2、河川水 A_1.0 とする。

②測定解析

3 (1) ②と同様に測定解析を行った。

表3 添加した標準液に含まれる化合物

化合物名	CAS no.
Dichlorvos (DDVP)	62-73-7
Fenobucarb	3766-81-2
Simazine	122-34-9
Propyzamide	23950-58-5
Diazinon	333-41-5
Chlorothalonil (TPN)	1897-45-6
Iprobenfos	26087-47-8
Fenitrothion	122-14-5
Thiobencarb	28249-77-6
Isoprothiolane	50512-35-1
Isoxathion	18854-01-8
Chlornitrofen (CNP)	1836-77-7
EPN	2104-64-5

4 研究結果

(1) 河川水を用いた AIQS-GC による測定解析

表 1 に示す化合物を調査し、どの試料も定量下限値未満であることを確認した。令和 3 年度水環境化学物質調査事業で報告した内容と同等の結果が得られたため、AIQS-GC による測定解析は妥当であると考えられる。

(2) AIQS-GC による添加回収試験

表4にAIQS-GCによる解析結果を示す。ほとんどの化合物の回収率は50%から150%に収まり、良好な結果になった。

1.0 $\mu\text{g/ml}$ の添加では、Fenitrothion、Chlornitrofen (CNP)、EPNの値がやや小さかった。システム評価サンプルの測定でも、含有するFenitrothionの値が小さいことが確認された。Fenitrothionは、カラムの状態を確認する化合物のため、汚れなどの影響を受けたことが考えられる。

0.1 $\mu\text{g/ml}$ の添加では、FenitrothionとChlornitrofen (CNP)は、定量下限未満となった。

表4 解析結果 (単位 ; $\mu\text{g/ml}$)

化合物名	河川水 A_0.1	河川水 A_0.2	河川水 A_1.0
Dichlorvos (DDVP)	0.067	0.153	0.696
Fenobucarb	0.099	0.171	0.810
Simazine	0.072	0.179	0.888
Propyzamide	0.150	0.247	0.910
Diazinon	0.119	0.245	0.920
Chlorothalonil (TPN)	0.108	0.234	1.047
Iprobenfos	0.103	0.180	0.735
Fenitrothion	0.000	0.157	0.490
Thiobencarb	0.082	0.146	0.889
Isoprothiolane	0.077	0.114	0.720
Isoxathion	0.084	0.193	0.663
Chlornitrofen (CNP)	0.000	0.134	0.400
EPN	0.051	0.123	0.474

定量下限未満となったFenitrothionとChlornitrofen (CNP)に加えて、定量できているDichlorvos (DDVP)、Fenobucarbについて、表5にそれぞれの化合物の定量イオンのクロマトグラムの面積値の比較を示す。また、図2に、Fenitrothionの河川水 A_0.1と河川水 A_1.0の定量イオンのイオンクロマトグラムの重ね書きを示す。表5から、河川水 A_1.0と河川水 A_0.1を比較すると、定量できているDichlorvos (DDVP)、Fenobucarbの面積値は、濃度と同じように約1/10になったが、定量下限未満となったFenitrothionとChlornitrofen (CNP)は約1/50になった。図2からも、河川水 A_1.0と河川水 A_0.1を比較すると、Fenitrothionの面積値の上がり方が大きいことが分かった。

河川水 A_0.1では、添加濃度が小さいため、カラムの汚れなどの影響が大きくなりやすく、FenitrothionとChlornitrofen (CNP)のクロマトグラムの面積値が小さくなったと考えられる。汚れなどの影響を受けやすいFenitrothionとChlornitrofen (CNP)は、小さい濃度での検出は難しくなると考えられる。

表5 河川水 A_0.1 と河川水 A_1.0 の定量イオンのクロマトグラムの面積値の比較

試料	Fenitrothion	Chlornitrofen (CNP)	Dichlorvos (DDVP)	Fenobucarb
① 河川水 A_0.1	363	197	6925	55135
② 河川水 A_1.0	20741	10242	82214	599758
② / ①	57	52	12	11

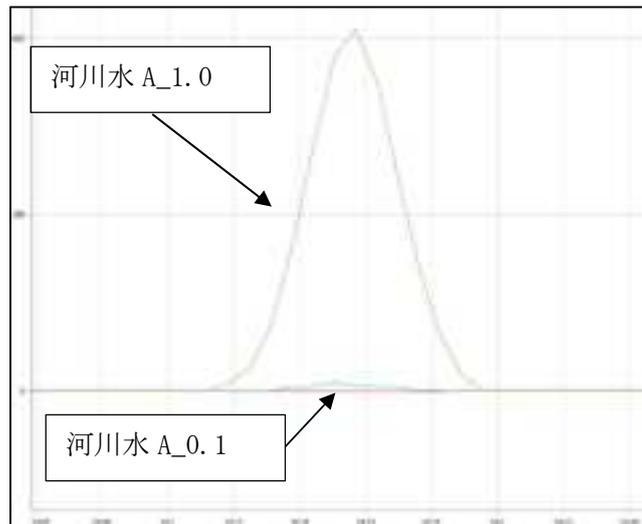


図2 Fenitrothion の河川水 A_0.1 と河川水 A_1.0 の定量イオンのクロマトグラムの重ね書き

5 今後の検討課題

本研究中でデータベース (DB) における保持指標のずれの補正が課題として挙げられた。また、実際の災害や日常業務の中で利用するための平時データの蓄積も重要である。そのため、当センターでも引き続き「災害時等における化学物質の網羅的簡易迅速測定法を活用した緊急調査プロトコルの開発」(Ⅱ型共同研究、研究期間 2022~2024 年度) に参加し、DB の評価等を行っていく。

2-5 有害大気汚染物質調査事業

1 目的

大気環境中には多様な発生源からの多種の物質が含まれており、中には継続的に摂取した場合、人の健康を損なうおそれがある有害大気汚染物質がある。大気汚染防止法により県はその汚染状況を把握することとされており、有害大気汚染モニタリング指針に基づき優先的に対策に取り組むべき物質（優先取組物質）について、県民への健康影響を確認する。

2 調査方法

(1) 調査期間・地点

調査は令和3年4月から令和4年3月までの間に月1回の頻度で、**図1**に示す県内7地点で実施した。

調査地点は、全国標準監視地点として、日立市役所、土浦保健所、筑西保健所、神栖消防、神栖下幡木、土浦中村南の6地点、地域特設監視地点として鹿嶋平井の1地点である。

なお、水戸市の測定地点については、平成9年度から令和元年度まで調査を実施してきたが、令和2年4月1日に水戸市が中核市に指定され、県の有害大気汚染常時監視業務が水戸市に権限移譲されるのに伴い、水戸石川の有害大気汚染物質調査は水戸市が実施することとなった。また、日立市の測定地点は、平成25年度までは日立多賀であったが、平成26年度からは日立市役所に変更された。



図1 調査地点

(2) 調査対象物質

優先取組物質全23物質のうち、測定マニュアル¹⁾に定められている22物質を対象とし、その物性により**表1**のとおり区分した。

表1 調査対象物質一覧

種類	調査対象物質	物質数
揮発性有機化合物	ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン、アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、1,3-ブタジエン、塩化メチル、トルエン	11 物質
	酸化エチレン	1 物質
多環芳香族炭化水素	ベンゾ[a]ピレン	1 物質
アルデヒド類	ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド	2 物質
金属類	水銀及びその化合物	1 物質
	六価クロム化合物	1 物質
	ニッケル化合物、ヒ素及びその化合物、マンガン及びその化合物、ベリリウム及びその化合物、クロム及びその化合物	5 物質
	計	22 物質

(3) 採取方法及び分析方法

調査対象物質の採取方法及び分析方法を**表2**に示す。

表2 採取方法及び分析方法一覧

種類	項目	採取器具	採取方法	分析方法
揮発性有機化合物	酸化エチレンを除く 11 物質	真空容器：ステンレス製、内面不活性化処理済、6L	真空容器に流量 3.0 mL/min で 24 時間採取	真空容器をガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS) で分析
	酸化エチレン	捕集管：臭化水素を含浸させた捕集剤を充填	捕集管に流量 500 または 700 mL/min で 24 時間通気	捕集剤を有機溶媒で抽出後、GC/MS で分析
多環芳香族炭化水素	ベンゾ[a]ピレン	石英ろ紙	石英ろ紙に流量 700 L/min で 24 時間通気	石英ろ紙を有機溶媒で抽出後、蛍光検出器付高速液体クロマトグラフ (HPLC) で分析
アルデヒド類	ホルムアルデヒド アセトアルデヒド	固相カラム：ジフェニルヒドラジンを含む、前段にオゾン除去能を有する固相カラムを接続	固相カラムに流量 100 mL/min で 24 時間通気、アルデヒド類を誘導体化しながら捕集	固相カラムを有機溶媒で抽出後、紫外可視検出器付 HPLC で分析
金属類	水銀及びその化合物	捕集管：金を焼き付けした捕集剤を充填	捕集管に流量 100 mL/min で 24 時間通気	捕集管を加熱気化冷原子吸光光度計で分析
	六価クロム化合物	アルカリ含浸ろ紙	アルカリ含浸ろ紙に流量 5L/min で 24 時間通気	アルカリ含浸ろ紙を水抽出後、イオンクロマトグラフ-ポストカラム吸光光度計で分析
	水銀及び六価クロムを除く 5 物質	ベンゾ[a]ピレンと同様	ベンゾ[a]ピレンと同様	石英ろ紙を混酸で分解後、誘導結合プラズマ質量分析計で分析

3 結果の概要

県内 7 地点の調査結果を環境省から発表された令和 2 年度全国調査の集計結果²⁾とともに表 3 に示す。

(1) 環境基準が設定されている 4 物質

環境基準の設定されているベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタンの 4 物質について、全ての調査地点で環境基準以下であった。

(2) 指針値が設定されている 11 物質

指針値の設定されているアクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、1,3-ブタジエン、塩化メチル、アセトアルデヒド、水銀及びその化合物、ニッケル化合物、ヒ素及びその化合物、マンガン及びその化合物の 11 物質について、全ての調査地点で指針値以下であった。

(3) その他の 7 物質

環境基準等が設定されていないその他の有害大気汚染物質 7 物質について、全ての調査地点で令和 2 年度全国調査²⁾の全国最大値以下であった。

4 調査結果の詳細 (表 3、図 2～図 23)

(1) 環境基準が設定されている 4 物質

① ベンゼン

全ての地点で環境基準 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最

小値は日立市役所の $0.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 2 に経年変化を示す。神栖消防では概ね他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

② トリクロロエチレン

全ての地点で環境基準 $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は筑西保健所の $0.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖消防・鹿嶋平井の $0.056 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 3 に経年変化を示す。

③ テトラクロロエチレン

全ての地点で環境基準 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は土浦中村南の $0.046 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は鹿嶋平井の $0.030 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.037 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.086 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 4 に経年変化を示す。

④ ジクロロメタン

全ての地点で環境基準 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は筑西保健所の $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の $0.70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 5 に経年変化を示す。

(2) 指針値が設定されている 11 物質

① アクリロニトリル

全ての地点で指針値 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は鹿嶋平井の $0.054 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦保健所の $0.035 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.043 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.050 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 6 に経年変化を示す。

② 塩化ビニルモノマー

全ての地点で指針値 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $0.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の $0.011 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.094 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.035 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図 7 に経年変化を示す。神栖消防では他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

③ クロロホルム

全ての地点で指針値 $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は土浦中村南の $0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は鹿嶋平井の $0.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 8 に経年変化を示す。

④ 1,2-ジクロロエタン

全ての地点で指針値 $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $0.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は筑西保健所の $0.099 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図 9 に経年変化を示す。神栖消防では他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

⑤ 1,3-ブタジエン

全ての地点で指針値 $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は筑西保健所の $0.092 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、

最小値は日立市役所の $0.027 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.059 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $0.074 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図10に経年変化を示す。神栖消防では概ね他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

⑥ 塩化メチル

令和2年8月に指針値が設定された。全ての地点で指針値 $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所・鹿嶋平井の $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図11に経年変化を示す。

⑦ アセトアルデヒド

令和2年8月に指針値が設定された。全ての地点で指針値 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $3.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は筑西保健所の $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図12に経年変化を示す。

⑧ 水銀及びその化合物

全ての地点で指針値 $40 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は筑西保健所の $1.7 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖消防の $0.50 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $1.2 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $1.7 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。図13に経年変化を示す。

⑨ ニッケル化合物

全ての地点で指針値 $25 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は日立市役所の $4.1 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦保健所の $1.4 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $2.3 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $2.5 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。図14に経年変化を示す。

⑩ ヒ素及びその化合物

全ての地点で指針値 $6 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は日立市役所の $2.2 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦保健所の $0.85 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $1.2 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $1.5 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。図15に経年変化を示す。また、平成26年度から測定を開始した日立市役所では他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

⑪ マンガン及びその化合物

全ての地点で指針値 $140 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $39 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の $12 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $22 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $20 \text{ng}/\text{m}^3$ より高い値であった。図16に経年変化を示す。神栖消防では概ね他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

(3) その他の7物質

① トルエン

最大値は日立市役所の $6.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖下幡木・鹿嶋平井の $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図17に経年変化を示す。

② 酸化エチレン

最大値は神栖消防の $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦中村南の $0.067 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $0.070 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図18に経年変化を示す。神栖消防では、他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

③ ベンゾ[a]ピレン

最大値は神栖消防の $0.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の $0.032 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図19に経年変化を示す。

④ ホルムアルデヒド

最大値は神栖下幡木の $4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所・土浦保健所の $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図20に経年変化を示す。

⑤ ベリリウム及びその化合物

最大値は土浦中村南の $0.027 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦保健所の $0.009 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.016 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $0.018 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。図21に経年変化を示す。

⑥ クロム及びその化合物

最大値は神栖消防の $3.4 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦保健所の $1.9 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $2.6 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $3.9 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。図22に経年変化を示す。

⑦ 六価クロム化合物

最大値は日立市役所の $0.070 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖下幡木の $0.018 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.040 \text{ng}/\text{m}^3$ であった。図23に経年変化を示す。

5 まとめ

環境基準あるいは指針値を有する項目について、全ての調査地点で環境基準または指針値以下の結果であった。

神栖消防において、ベンゼン、塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエタン、1,3-ブタジエン、酸化エチレン、マンガン及びその化合物は、他の地点及び令和2年度の全国平均値を超える濃度で推移し、発生源からの影響を受けていることが示唆された。

参考文献

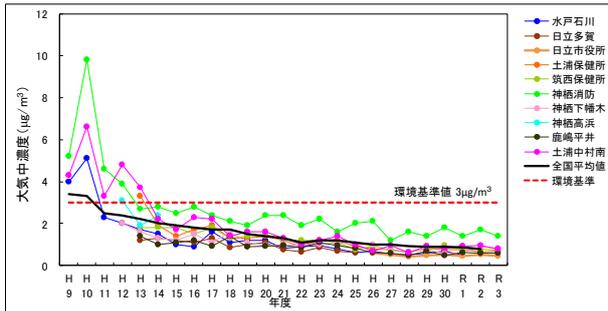
- 1) 有害大気汚染物質測定方法マニュアル（平成31年3月改訂）、環境省（2019）
<http://www.env.go.jp/air/osen/manual2/index.html>
- 2) 令和2年度 大気汚染状況について（有害大気汚染物質モニタリング調査結果報告）、環境省（2021）
http://www.env.go.jp/air/osen/monitoring/mon_R2/index.html

表3 調査結果一覧（年平均）

単位:揮発性有機化合物,アルデヒド類… $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 多環芳香族炭化水素,金属類… ng/m^3

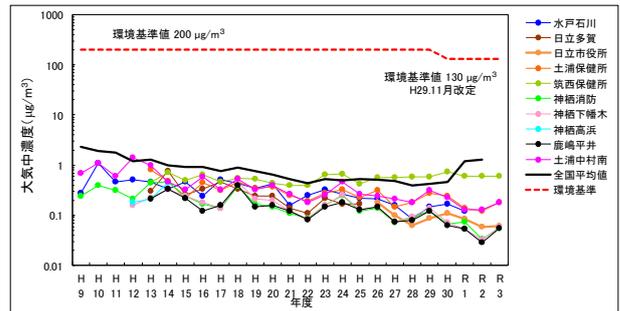
地点名	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神栖消防	神栖下幡木	鹿嶋平井	土浦中村南				
地点区分	全国標準監視地点	全国標準監視地点	全国標準監視地点	全国標準監視地点	全国標準監視地点	地域特設監視地点	全国標準監視地点	県内調査地点平均	令和2年度全国平均 ²⁾ (範囲)	環境基準値及び指針値	
測定期間	令和3年4月～令和4年3月										
揮発性有機化合物	ベンゼン	0.45	0.68	0.72	1.4	0.81	0.57	0.78	0.77	0.79 (0.34～3.0)	3
	トリクロロエチレン	0.061	0.18	0.60	0.056	0.059	0.056	0.18	0.17	1.3 (0.0033～130)	130
	テトラクロロエチレン	0.031	0.043	0.041	0.033	0.035	0.030	0.046	0.037	0.086 (0.0040～0.73)	200
	シクロメタン	0.70	1.0	1.8	0.90	0.73	0.75	1.0	0.98	1.3 (0.024～8.7)	150
	アクリロニトリル	0.038	0.035	0.050	0.044	0.038	0.054	0.041	0.043	0.050 (0.0014～0.95)	2 (指針値)
	塩化ビニルモノマー	0.011	0.019	0.014	0.27	0.13	0.19	0.027	0.094	0.035 (0.0019～1.1)	10 (指針値)
	クロホルム	0.14	0.16	0.17	0.21	0.13	0.12	0.25	0.17	0.27 (0.0040～13)	18 (指針値)
	1,2-シクロエタン	0.10	0.11	0.099	0.97	0.41	0.22	0.12	0.29	0.16 (0.017～4.0)	1.6 (指針値)
	1,3-ブタジエン	0.027	0.055	0.092	0.091	0.054	0.029	0.063	0.059	0.074 (0.0018～1.4)	2.5 (指針値)
	塩化メチル	1.4	1.6	1.5	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.4 (0.32～4.1)	94 (指針値)
	トルエン	6.3	3.5	3.7	2.5	1.7	1.7	4.4	3.4	5.8 (0.33～180)	—
酸化エチレン	0.070	0.069	0.15	0.29	0.11	—	0.067	0.13	0.070 (0.016～0.72)	—	
多環芳香族炭化水素	ベンゾ[a]ピレン	0.032	0.066	0.10	0.26	0.092	—	0.10	0.11	0.16 (0.0081～3.1)	—
アルデヒド類	ホルムアルデヒド	2.7	2.7	3.0	2.8	4.3	—	3.9	3.3	2.4 (0.92～11)	—
	アセトアルデヒド	1.8	1.9	1.7	3.6	2.5	—	3.1	2.4	2.0 (0.64～14)	120 (指針値)
金属類	水銀及びその化合物	1.5	1.2	1.7	0.50	1.3	—	1.3	1.2	1.7 (0.17～5.7)	40 (指針値)
	ニッケル化合物	4.1	1.4	1.5	2.8	1.8	—	2.3	2.3	2.5 (0.13～14)	25 (指針値)
	ヒ素及びその化合物	2.2	0.85	1.1	0.99	0.89	—	1.1	1.2	1.5 (0.075～50)	6 (指針値)
	マンガン及びその化合物	12	13	17	39	23	—	27	22	20 (1.2～130)	140 (指針値)
	ベリリウム及びその化合物	0.015	0.009	0.015	0.018	0.012	—	0.027	0.016	0.018 (0.0019～0.10)	—
	クロム及びその化合物	2.6	1.9	2.3	3.4	2.2	—	3.1	2.6	3.9 (0.19～26)	—
	六価クロム化合物	0.070	0.025	0.050	0.043	0.018	—	0.036	0.040	—	—

2) 環境省、令和2年度 大気汚染状況について(有害大気汚染物質モニタリング調査結果報告)



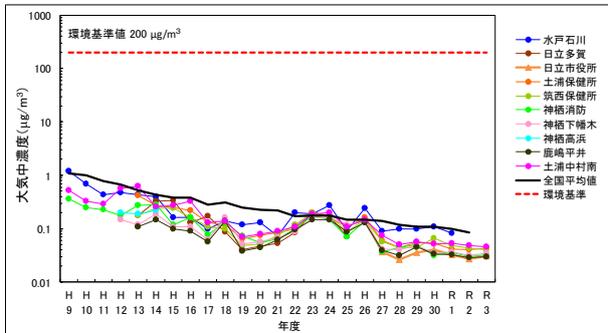
年度	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下橋木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
H 9	4.0					5.2				4.3	3.4	
H 10	5.1					9.8				6.6	3.3	
H 11	2.3					4.6				3.3	2.5	
H 12	2.0					3.9	2.0	3.1		4.8	2.4	
H 13	1.7	1.2		3.3	1.8	2.7	1.6	1.9	1.4	3.7	2.2	
H 14	1.5	1.3		1.9	1.8	2.8	1.3	2.4	0.99	2.2	2.0	
H 15	1.0	1.2		1.4	1.8	2.5	1.2		1.1	1.7	1.9	
H 16	0.89	1.1		1.7	1.5	2.8	1.5		1.2	2.3	1.8	
H 17	1.6	1.3		1.9	1.8	2.4	1.1		0.91	2.2	1.7	
H 18	1.1	0.84		1.3	1.3	2.1	1.6		1.4	1.4	1.7	
H 19	1.2	0.99		1.3	1.4	1.9	1.1		0.90	1.6	1.5	
H 20	1.2	1.1		1.4	1.5	2.4	0.94		0.91	1.6	1.4	
H 21	0.82	0.76		1.2	1.2	2.4	1.0		0.94	1.3	1.3	
H 22	0.88	0.66		0.89	1.2	1.9	0.96		0.86	0.98	1.1	
H 23	0.94	0.84		1.2	1.2	2.2	1.0		1.1	1.2	1.2	
H 24	0.79	0.69		1.2	1.1	1.6	1.1		0.97	1.4	1.2	
H 25	0.62	0.63		0.90	0.74	2.0	0.98		0.82	1.0	1.1	
H 26	0.69		0.58	0.80	0.92	2.1	1.0		0.60	0.69	1.0	
H 27	0.55		0.51	0.76	0.76	1.2	0.70		0.58	0.94	1.0	
H 28	0.50		0.40	0.60	0.64	1.6	0.66		0.48	0.63	0.91	
H 29	0.58		0.48	0.83	0.74	1.4	0.79		0.67	0.93	0.90	
H 30	0.67		0.51	0.76	0.96	1.8	0.54		0.49	0.81	0.90	
R 1	0.50		0.44	0.76	0.73	1.4	0.62		0.60	0.91	0.86	
R 2			0.51	0.64	0.78	1.7	0.90		0.58	0.94	0.79	
R 3			0.45	0.68	0.72	1.4	0.81		0.57	0.78		

図2 経年変化 ベンゼン



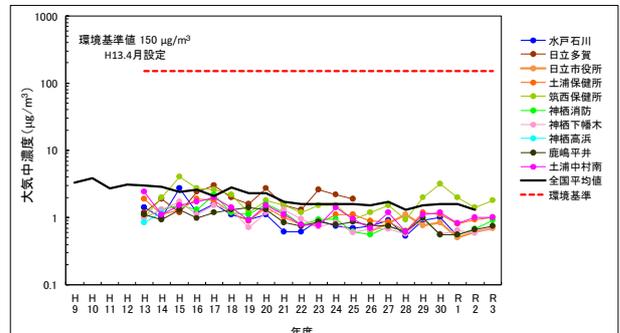
年度	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下橋木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
H 9	0.28					0.24				0.69	2.3	
H 10	1.1					0.39				1.1	1.9	
H 11	0.47					0.31				0.60	1.8	
H 12	0.51					0.21	0.16	0.18		1.4	1.2	
H 13	0.47	0.30		0.81	0.45	0.45	0.23	0.21	0.21	0.98	1.3	
H 14	0.34	0.75		0.48	0.71	0.47	0.33	0.45	0.34	0.46	1.0	
H 15	0.46	0.26		0.22	0.49	0.24	0.24	0.22	0.32	0.32	0.92	
H 16	0.24	0.34		0.45	0.65	0.17	0.18		0.12	0.58	0.93	
H 17	0.52	0.46		0.31	0.46	0.14	0.14		0.16	0.33	0.75	
H 18	0.43	0.34		0.47	0.55	0.38	0.46		0.40	0.53	0.90	
H 19	0.35	0.24		0.35	0.53	0.17	0.21		0.15	0.32	0.76	
H 20	0.42	0.24		0.37	0.44	0.15	0.20		0.16	0.39	0.65	
H 21	0.16	0.14		0.25	0.39	0.11	0.12		0.12	0.27	0.53	
H 22	0.25	0.11		0.19	0.39	0.089	0.085		0.081	0.18	0.44	
H 23	0.32	0.22		0.28	0.64	0.16	0.16		0.15	0.26	0.53	
H 24	0.27	0.17		0.32	0.66	0.25	0.26		0.18	0.46	0.50	
H 25	0.22	0.17		0.23	0.42	0.12	0.13		0.13	0.27	0.53	
H 26	0.21		0.18	0.31	0.56	0.14	0.15		0.15	0.24	0.51	
H 27	0.16		0.10	0.15	0.56	0.73	0.075		0.075	0.21	0.48	
H 28	0.086		0.063	0.18	0.58	0.082	0.093		0.079	0.18	0.40	
H 29	0.15		0.089	0.28	0.59	0.12	0.14		0.12	0.31	0.42	
H 30	0.17		0.11	0.24	0.74	0.067	0.073		0.064	0.23	0.46	
R 1	0.12		0.086	0.14	0.61	0.074	0.054		0.053	0.13	1.2	
R 2			0.060	0.12	0.60	0.034	0.033		0.029	0.13	1.3	
R 3			0.061	0.18	0.60	0.056	0.059		0.056	0.18		

図3 経年変化 トリクロロエチレン



年度	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下橋木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
H 9	1.2					0.36				0.53	1.1	
H 10	0.69					0.25				0.33	1.0	
H 11	0.44					0.23				0.29	0.77	
H 12	0.48					0.18	0.15	0.20		0.57	0.66	
H 13	0.43	0.18		0.42	0.18	0.27	0.12	0.19	0.11	0.63	0.52	
H 14	0.40	0.33		0.27	0.24	0.28	0.19	0.22	0.15	0.26	0.43	
H 15	0.16	0.34		0.25	0.24	0.12	0.11		0.10	0.27	0.38	
H 16	0.16	0.13		0.22	0.16	0.16	0.11		0.089	0.33	0.38	
H 17	0.10	0.17		0.13	0.11	0.078	0.062		0.056	0.13	0.28	
H 18	0.14	0.088		0.12	0.10	0.13	0.16		0.14	0.14	0.31	
H 19	0.12	0.040		0.065	0.048	0.073	0.052		0.038	0.07	0.25	
H 20	0.13	0.047		0.074	0.052	0.055	0.056		0.045	0.081	0.23	
H 21	0.072	0.054		0.086	0.074	0.065	0.068		0.063	0.089	0.22	
H 22	0.20	0.084		0.10	0.12	0.10	0.087		0.096	0.11	0.17	
H 23	0.19	0.20		0.20	0.20	0.18	0.16		0.15	0.19	0.18	
H 24	0.27	0.18		0.16	0.18	0.15	0.16		0.15	0.20	0.18	
H 25	0.092	0.07		0.11	0.087	0.07	0.12		0.088	0.11	0.15	
H 26	0.24		0.14	0.16	0.15	0.14	0.14		0.13	0.15	0.15	
H 27	0.091		0.037	0.061	0.056	0.037	0.042		0.039	0.076	0.14	
H 28	0.10		0.028	0.044	0.044	0.044	0.041		0.032	0.050	0.12	
H 29	0.099		0.036	0.055	0.045	0.050	0.048		0.046	0.057	0.11	
H 30	0.11		0.041	0.054	0.066	0.032	0.035		0.034	0.052	0.11	
R 1	0.082		0.033	0.042	0.048	0.036	0.037		0.033	0.053	0.10	
R 2			0.027	0.040	0.043	0.030	0.032		0.029	0.049	0.086	
R 3			0.031	0.043	0.041	0.033	0.035		0.030	0.046		

図4 経年変化 テトラクロロエチレン



年度	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下橋木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
H 9											3.3	
H 10											3.8	
H 11											2.7	
H 12											3.1	
H 13	1.4	1.2		1.9	1.0	1.0	1.0	0.85	1.1	2.4	3.0	
H 14	1.0	1.9		1.1	2.0	1.3	1.3	1.2	0.94	1.1	2.9	
H 15	2.7	1.2		1.3	4.0	1.5	1.7		1.3	1.5	2.4	
H 16	1.2	2.4		1.9	2.7	1.3	1.1		0.98	1.7	2.6	
H 17	1.6	3.0		1.8	2.6	2.2	1.5		1.2	2.0	2.1	
H 18	1.1	2.0		1.2	2.2	1.2	1.3		1.3	1.4	2.8	
H 19	0.93	1.6		0.88	1.2	1.1	0.71		1.4	0.91	2.3	
H 20	1.1	2.7		1.4	1.8	1.6	1.2		1.3	1.5	2.3	
H 21	0.62	1.5		1.0	1.5	1.2	1.3		0.84	1.1	1.7	
H 22	0.61	1.3		0.79	1.2	0.79	0.96		0.74	0.79	1.6	
H 23	0.91	2.6		0.83	1.5	0.92	0.73		0.86	0.77	1.6	
H 24	0.74	2.2		1.1	1.5	0.95	0.85		0.79	1.4	1.6	
H 25	0.70	1.9		1.1	0.94	0.62	0.60		0.86	0.96	1.6	
H 26	0.74		0.63	0.88	1.2	0.56	0.67		0.76	0.70	1.5	
H 27	0.90		0.83	0.87	1.5	0.73	0.68		0.75	1.2	1.7	
H 28	0.53		1.1	0.63	0.92	0.63	0.57		0.61	0.61	1.3	
H 29	0.91		0.77	1.2	2.0	1.0	0.96		0.98	1.1	1.5	
H 30	1.0		0.85	1.1	3.2	0.56	0.57		0.55	1.2	1.6	
R 1	0.53		0.51	0.81	2.0	0.55	0.64		0.56	0.83	1.6	
R 2			0.62	0.93	1.4	0.67	0.58		0.66	1.0	1.3	
R 3			0.70	1.0	1.8	0.90	0.73		0.75	1.0		

図5 経年変化 ジクロロメタン

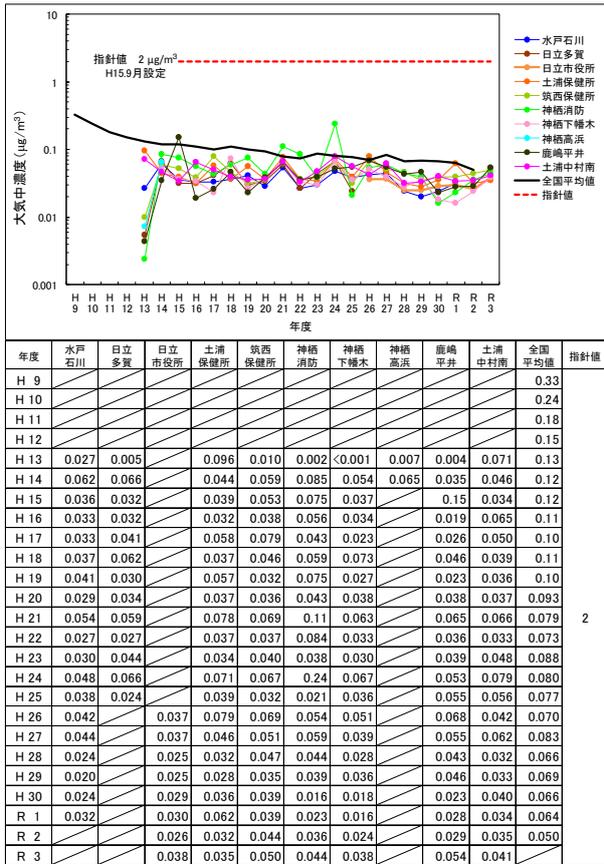


図6 経年変化 アクリロニトリル

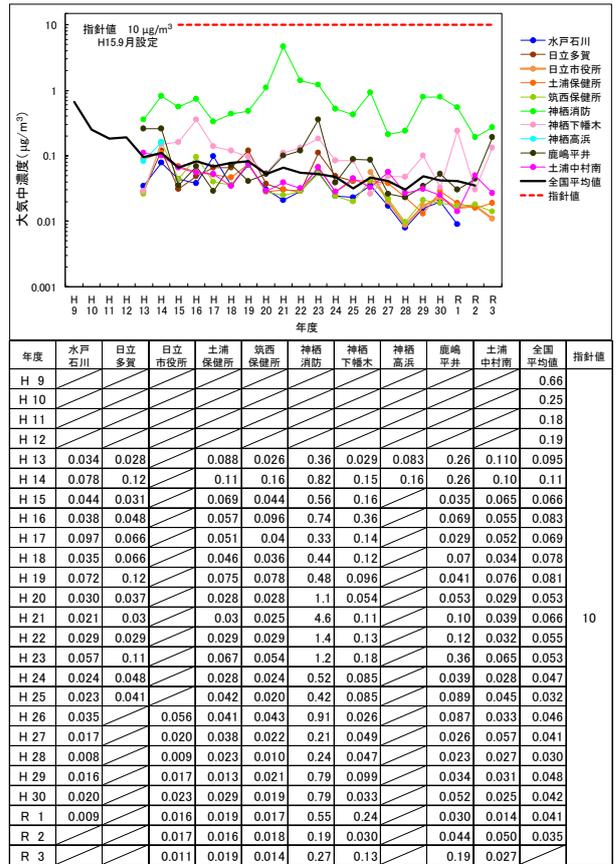


図7 経年変化 塩化ビニルモノマー

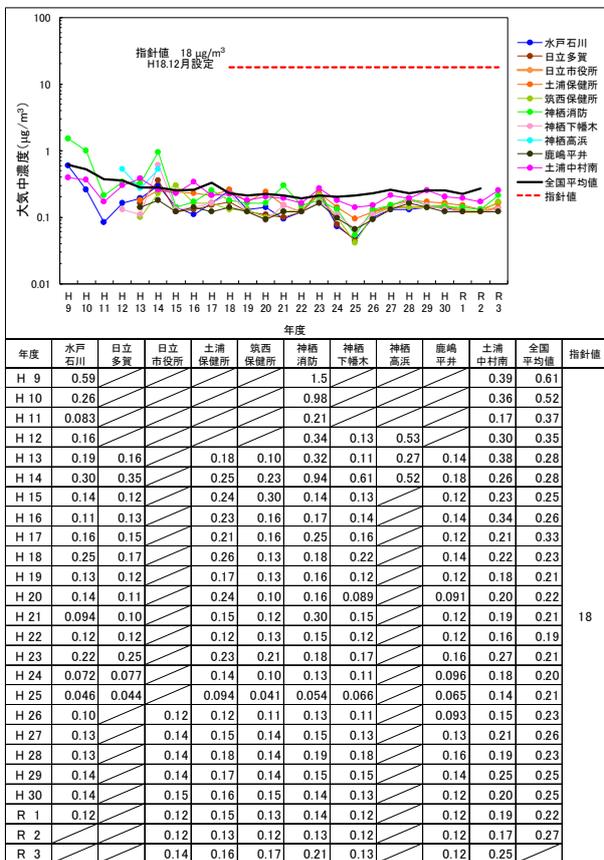


図8 経年変化 クロロホルム

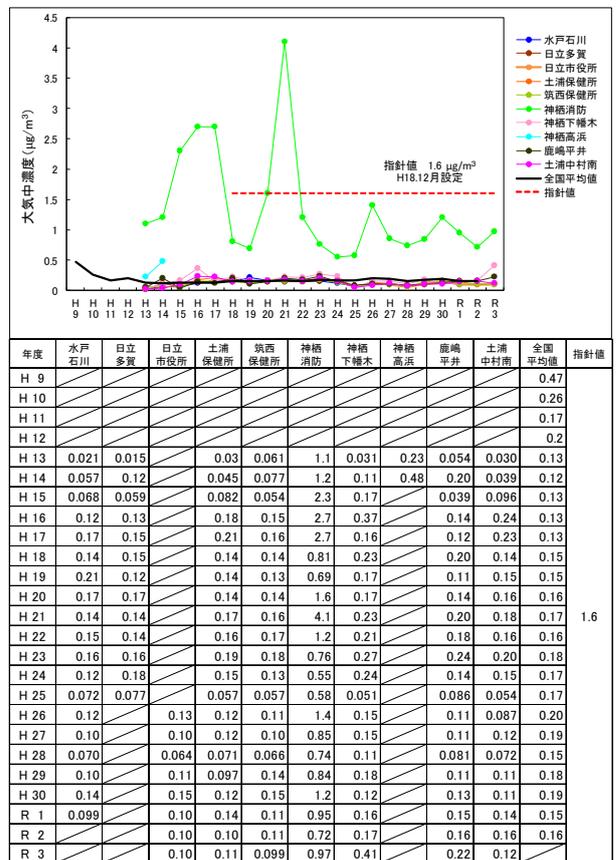


図9 経年変化 1,2-ジクロロエタン

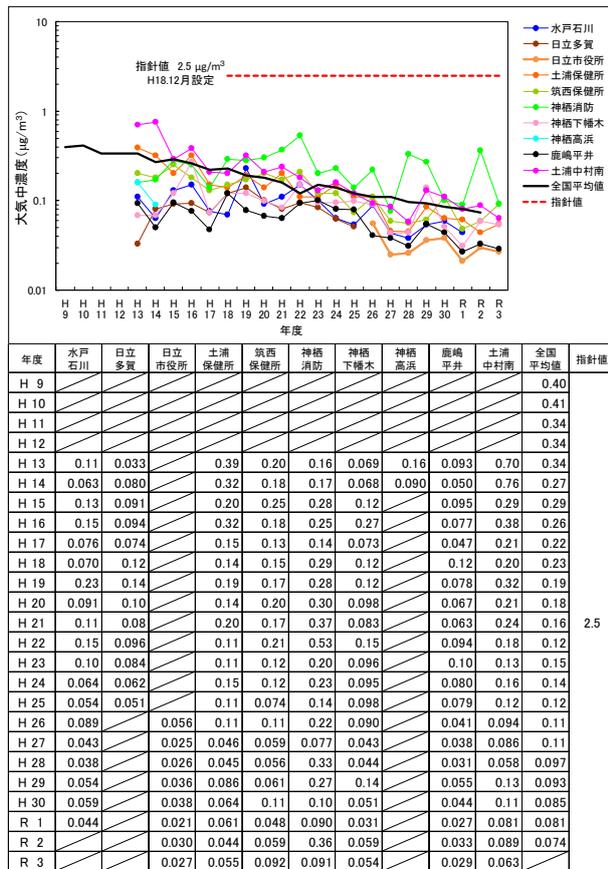


図10 経年変化 1,3-ブタジエン

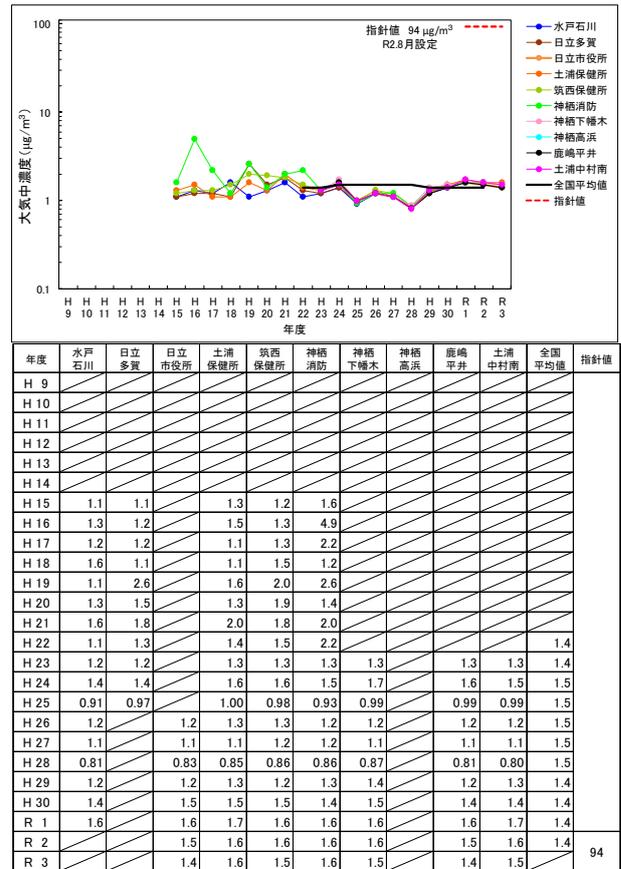


図11 経年変化 塩化メチル

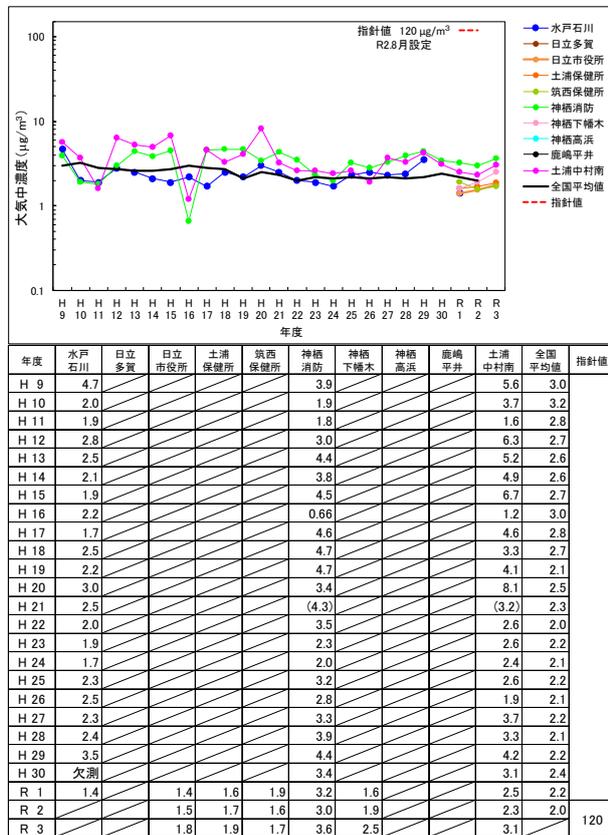


図12 経年変化 アセトアルデヒド ※(数値)は参考値扱い。

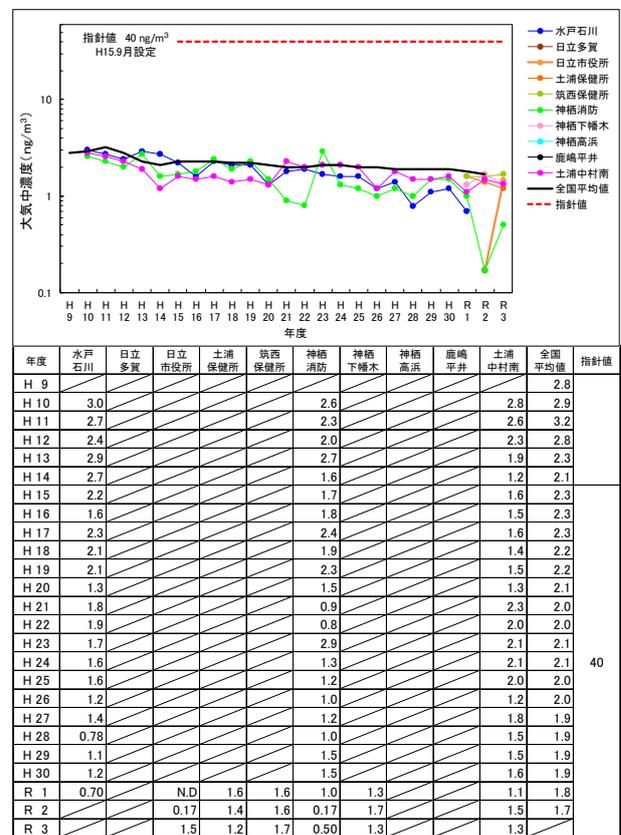


図13 経年変化 水銀及びその化合物

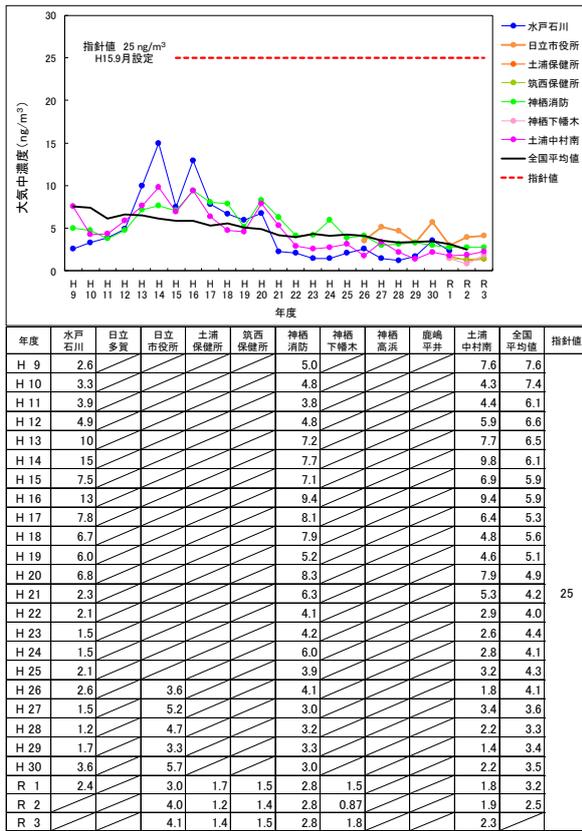


図14 経年変化 ニッケル化合物

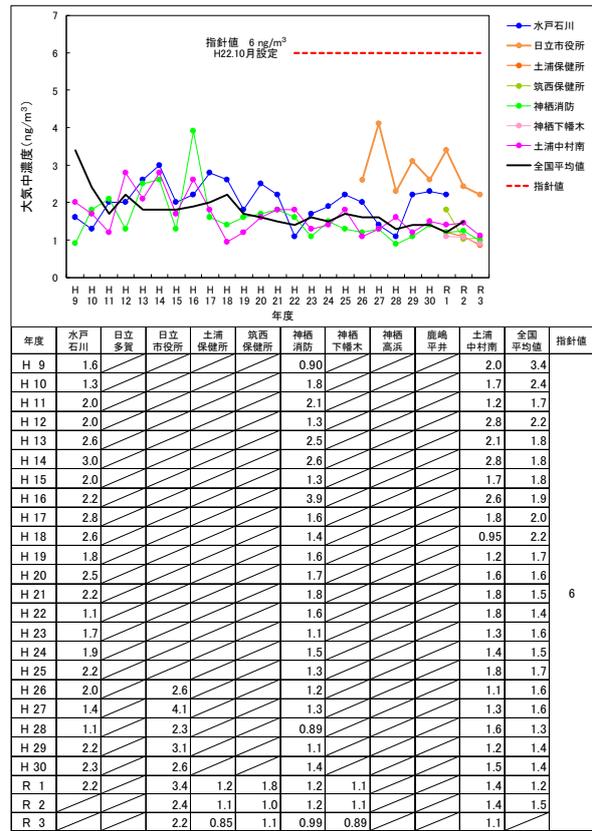


図15 経年変化 ヒ素及びその化合物

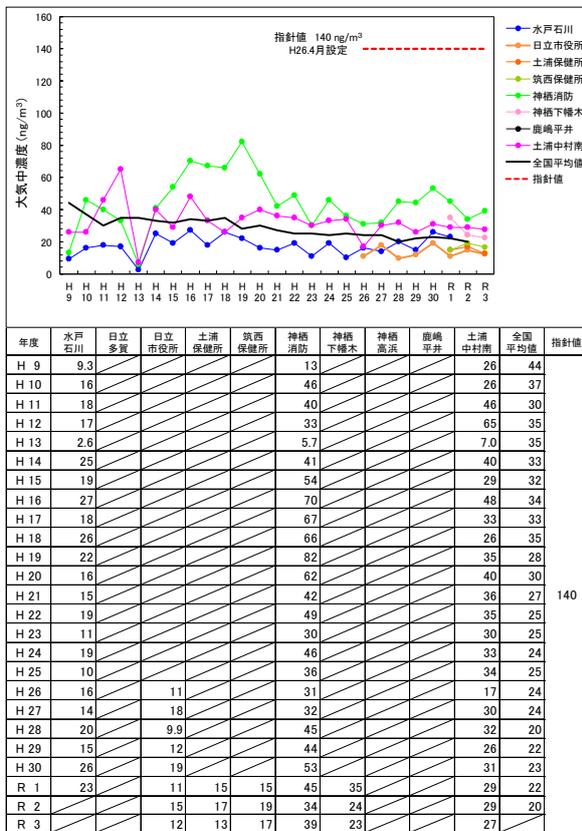


図16 経年変化 マンガン及びその化合物

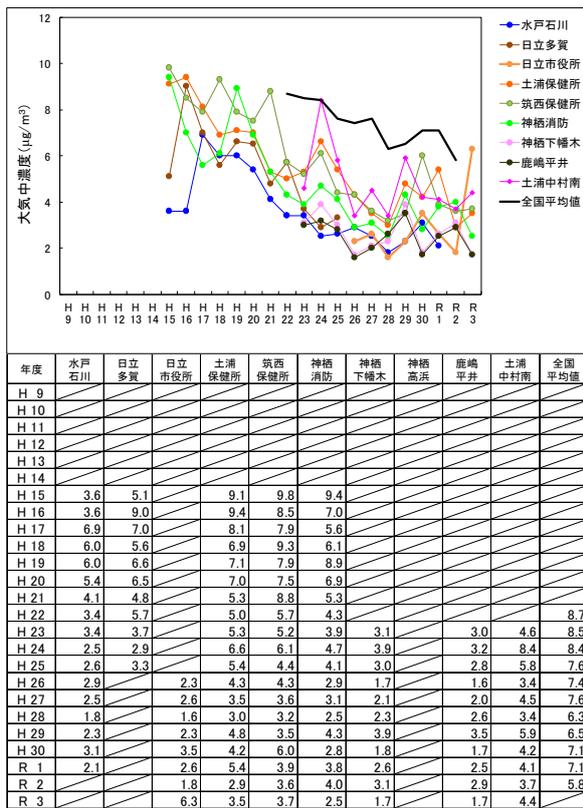


図17 経年変化 トルエン

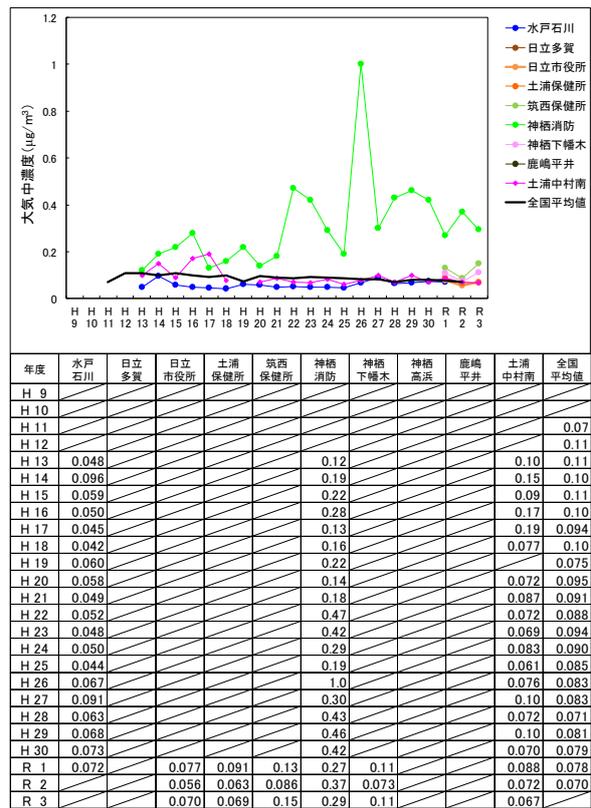


図18 経年変化 酸化エチレン

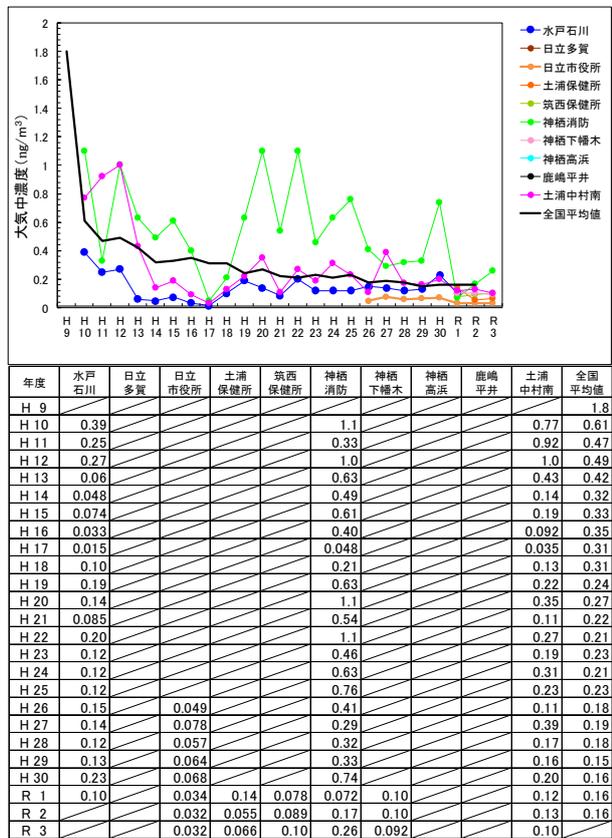


図19 経年変化 ベンゾ[a]ピレン

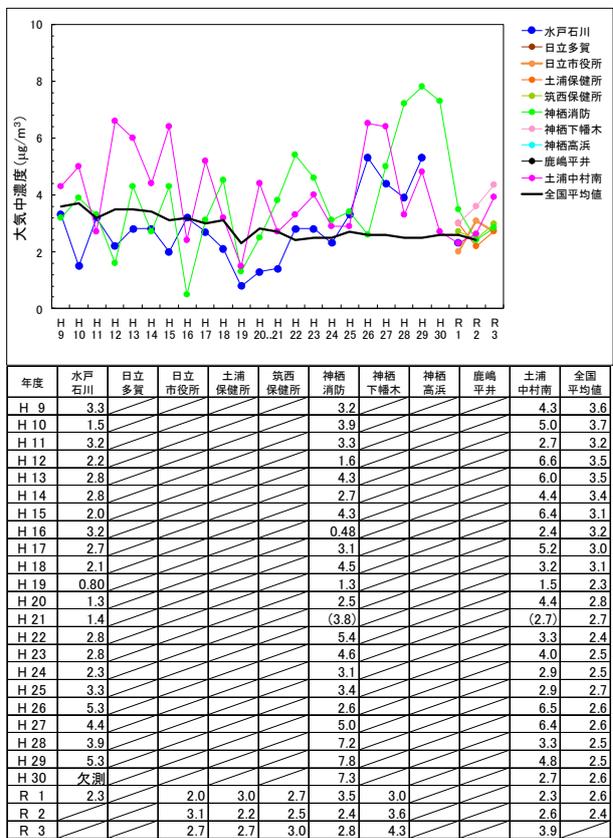
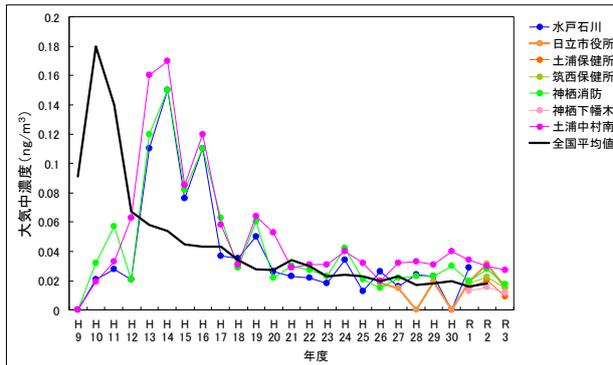
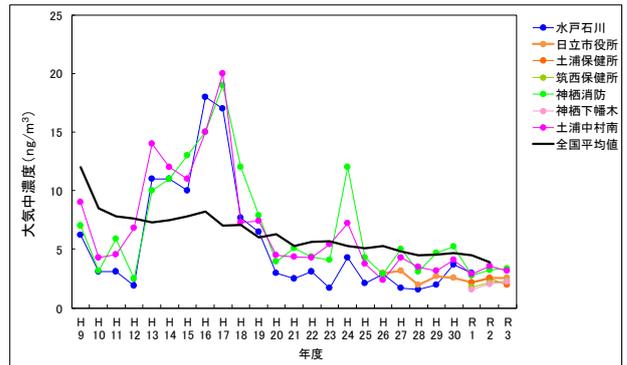


図20 経年変化 ホルムアルデヒド
※(数値)は参考値扱い。



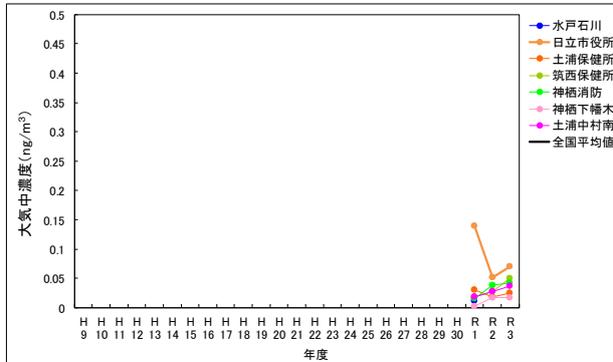
年度	水戸石川	日立市役所	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
H 9	N.D					N.D				N.D	0.091
H 10	0.021					0.032				0.019	0.18
H 11	0.028					0.057				0.033	0.14
H 12	0.021					0.021				0.063	0.067
H 13	0.11					0.12				0.16	0.058
H 14	0.15					0.15				0.17	0.054
H 15	0.076					0.082				0.085	0.045
H 16	0.11					0.11				0.12	0.043
H 17	0.037					0.063				0.058	0.043
H 18	0.035					0.029				0.031	0.034
H 19	0.050					0.060				0.064	0.028
H 20	0.026					0.022				0.053	0.027
H 21	0.023					0.030				0.029	0.034
H 22	0.022					0.027				0.031	0.030
H 23	0.018					0.023				0.031	0.023
H 24	0.034					0.042				0.040	0.024
H 25	0.013					0.021				0.032	0.023
H 26	0.026		0.018			0.015				0.020	0.020
H 27	0.016		0.015			0.022				0.032	0.023
H 28	0.024		N.D			0.023				0.033	0.017
H 29	0.023		0.019			0.023				0.031	0.018
H 30	N.D		N.D			0.030				0.04	0.020
R 1	0.029		0.019	0.015	0.018	0.020	0.013			0.034	0.016
R 2			0.032	0.020	0.023	0.028	0.016			0.030	0.018
R 3			0.015	0.009	0.015	0.018	0.012			0.027	

図21 経年変化 ベリリウム及びその化合物



年度	水戸石川	日立市役所	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
H 9	6.2					7.0				9.0	12
H 10	3.1					3.2				4.3	8.5
H 11	3.1					5.9				4.6	7.8
H 12	1.9					2.5				6.8	7.6
H 13	11					10				14	7.3
H 14	11					11				12	7.5
H 15	10					13				11	7.8
H 16	18					15				15	8.2
H 17	17					19				20	7.0
H 18	7.7					12				7.3	7.1
H 19	6.5					7.9				7.4	6.0
H 20	3.0					4.0				4.5	6.3
H 21	2.5					5.1				4.4	5.3
H 22	3.1					4.4				4.3	5.6
H 23	1.7					4.1				5.4	5.7
H 24	4.3					12				7.2	5.3
H 25	2.1					4.3				3.8	5.1
H 26	2.9		3.0			2.9				2.4	5.3
H 27	1.7		3.2			5.0				4.3	4.8
H 28	1.6		2.0			3.1				3.5	4.5
H 29	2.0		2.7			4.7				3.2	4.6
H 30	3.7		2.6			5.2				4.1	4.7
R 1	3.0		2.2	2.2	1.8	2.8	1.6			2.9	4.5
R 2			2.6	2.5	2.2	3.2	2.0			3.6	3.9
R 3			2.6	1.9	2.3	3.4	2.2			3.1	

図22 経年変化 クロム及びその化合物



年度	水戸石川	日立市役所	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
H 9											
H 10											
H 11											
H 12											
H 13											
H 14											
H 15											
H 16											
H 17											
H 18											
H 19											
H 20											
H 21											
H 22											
H 23											
H 24											
H 25											
H 26											
H 27											
H 28											
H 29											
H 30											
R 1	0.012		0.14	0.031	0.018	0.016	0.0027				0.018
R 2			0.052	0.019	0.028	0.039	0.017				0.028
R 3			0.070	0.025	0.050	0.043	0.018				0.036

図23 経年変化 六価クロム化合物

2-6 大気環境中のフロン濃度調査事業

1 目的

オゾン層の破壊物質及び温室効果ガスであるフロン等の環境濃度を測定することにより、大気環境の実態を継続的に把握する。

2 調査方法

(1) 調査期間及び地点

調査は令和3年5月から令和4年2月の間に4回、**図1**に示す4地点（日立市、神栖市、土浦市、筑西市）に所在する大気測定局舎で行った。調査地点の概況は以下のとおりである。

- ① 日立市役所局舎：南方向約70 m先に日立市役所が、東南東方向約70 m先に国道6号線がある。
- ② 神栖消防局舎：国道124号線に面した公官庁の駐車場の一角にあり、北東方向約500 mから先に石油化学コンビナートがある。
- ③ 土浦保健所局舎：保健所の駐車場の一角にあり、付近には雑木林、国立病院及び住宅等がある。
- ④ 筑西保健所局舎：商業地域内に位置する保健所の一角にあり、北方向約100 mには国道50号線がある。



(2) 調査対象物質及び測定方法

調査は、CFC-11、CFC-12及びCFC-113の3物質を対象に土浦市において、四塩化炭素、HFC C-22、HCFC-123、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-225ca、HCFC-225cb、1,1,1-トリクロロエタン、HFC-134aの9物質を対象に県内4地点において実施した。また、測定方法は有害大気汚染物質等測定方法マニュアル¹⁾に基づき、真空容器（ステンレス製内面不活性化処理済、6L）に約3 mL/minの流量で24時間採取した環境大気をガスクロマトグラフ質量分析法で測定した。

3 結果の概要

調査結果を**表1**に示す。比較のため、環境省が行った令和2年度調査結果²⁾も併せて示す。また、平成5年度及び平成17年度からの本県の結果を**図2**及び**図3**に示す。

(1) CFC-11、CFC-12、CFC-113

昨年度と比較すると、CFC-11、CFC-12、CFC-113は共に大きな変動はなかった（**表1**及び**図2**）。

大気中濃度の推移について、CFC-11は調査を開始した平成5年度からほぼ横ばいであり、県外2地点と同程度で推移している。CFC-12は県外2地点と比較して平成25年度から平成28年度は低い状況であったが平成30年度以降は本県が高い状況で推移している。CFC-113は調査を開始した平成11年度から横ばいであり、県外2地点と同程度で推移している（**図2**）。

(2) 四塩化炭素、HCFC-22、HCFC-123、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-225ca、HCFC-225cb、1,1,1-トリクロロエタン、HFC-134a

昨年度と比較すると、大きな変動はなかった。(表1及び図3)。

県平均値と県外の値を比較すると、四塩化炭素、1, 1, 1-トリクロロエタンは北海道 < 茨城県、HCFC-22、HCFC-141b 及び HFC-134a は北海道 < 川崎 < 茨城県、HCFC-142b は 北海道 = 茨城県 < 川崎であった(表1)。

表1 調査結果

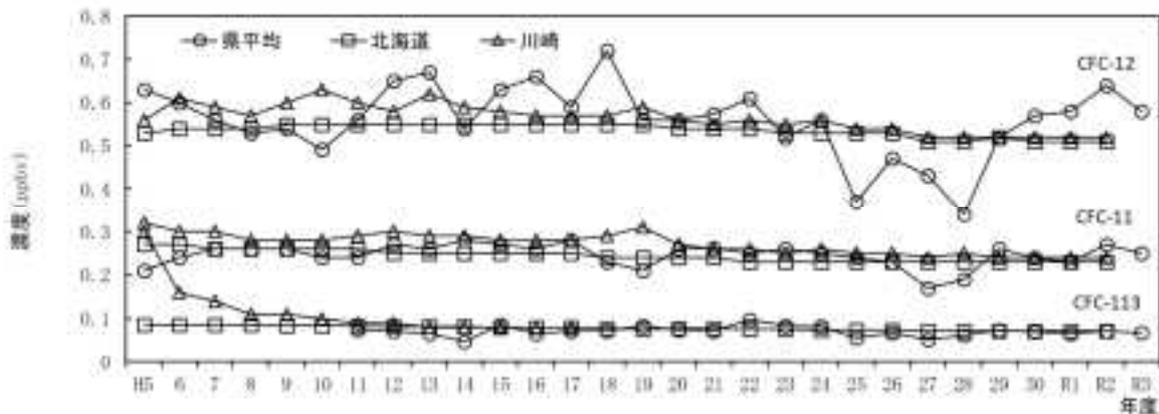
単位：ppbv

物質名	地点別年平均値				R3年度 県平均	R2年度 県平均	経年調査結果 ¹⁾	
	日立 市役所	土浦 保健所	筑西 保健所	神栖 消防			北海道	川崎
<特定フロン>								
CFC-11	-	0.25	-	-	0.25	0.27	0.23	0.24
CFC-12	-	0.58	-	-	0.58	0.64	0.51	0.51
CFC-113	-	0.067	-	-	0.067	0.072	0.072	-

<代替フロン等>								
四塩化炭素	0.082	0.084	0.084	0.085	0.084	0.088	0.080	-
1, 1, 1-トリクロロエタン	0.0025	0.003	0.0036	0.0023	0.0028	0.0025	0.0015	-
HCFC-22	0.32	0.38	0.4	0.37	0.37	0.38	0.27	0.32
HCFC-123	< 0.0005	0.0018	< 0.0005	0.0006	0.0007	<0.0007	-	-
HCFC-141b	0.029	0.033	0.079	0.031	0.043	0.051	0.028	0.034
HCFC-142b	0.024	0.025	0.025	0.024	0.024	0.026	0.024	0.026
HCFC-225ca	0.0005	0.0006	0.0005	0.0017	0.0008	<0.0013	-	-
HCFC-225cb	0.0009	0.0023	0.0009	0.0019	0.0015	0.0013	-	-
HFC-134a	0.16	0.18	0.17	0.18	0.17	0.17	0.13	0.158

1) R2年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書、環境省(2021)

北海道は8、12月(月6試料)測定の平均値、川崎は3月から翌年2月まで1日4~5回(5時間毎)測定の中央値



調査地点 H5~H10: 日立会瀬、水戸石川、神栖消防、国設筑波、総和町役場

H11~21: 水戸石川、国設筑波

H22~30、R1: 水戸石川

R2~: 土浦保健所

図2 CFC-11、CFC-12、CFC-113の推移

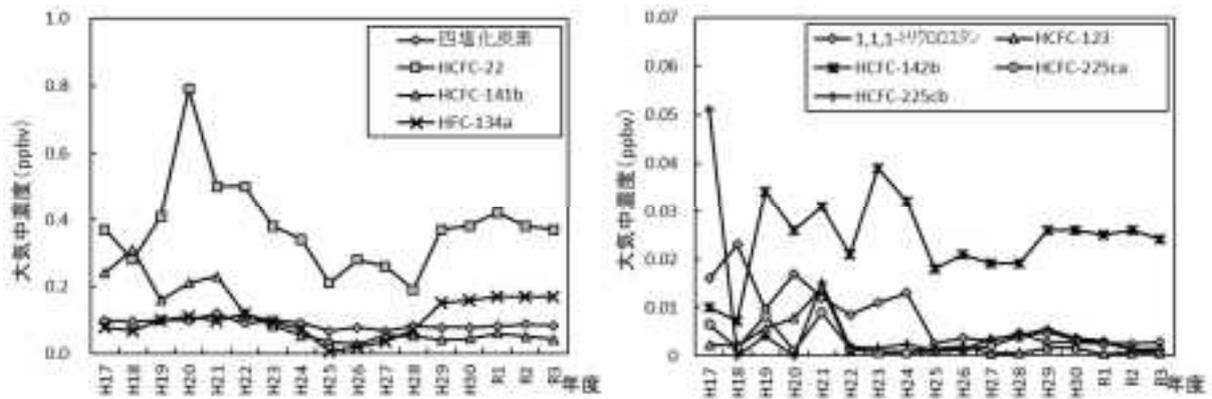


図3 四塩化炭素、HCFC-22、HCFC-123、HCFC-141b、HCFC-142b、
HCFC-225ca、HCFC-225cb、1,1,1-トリクロロエタン、HFC-134a の推移

参考文献

- 1) 有害大気汚染物質等測定方法マニュアル（平成31年3月改訂）、環境省（2019）
<http://www.env.go.jp/air/osen/manual2/index.html>
- 2) 令和2年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書、環境省（2021）
https://www.env.go.jp/earth/report/r02-01/post_8.html

2-7 酸性雨の実態把握調査事業

1 目的

降水の pH 等の成分分析を実施し、生態系に影響を及ぼす恐れのある酸性雨の茨城県内の実態を把握することを目的とする。

2 方法

(1) 調査期間及び試料採取

調査は令和3年4月1日から令和4年4月1日までの降雨を対象とし、霞ヶ浦環境科学センター(図1)の敷地内に設置した降水時開放型自動降水捕集装置(小笠原計器製 US-330)で捕集した降雨を約一月分毎に回収し降雨試料とした。

(2) 測定項目及び測定方法

降水量は、重量法で求めた貯水量を捕集面積で除して算出した。その他の測定項目は、pH (TOA MM-43X、電極型式: GST-5841C)、電気伝導率 (TOA MM-43X、電極型式: CT-58101B)、イオン成分: SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} (サーモフィッシャー製 IntegrionRFIC) とした。

なお、測定項目の精度管理は、環境省の湿性沈着モニタリング手引き書¹⁾に従った。

3 結果の概要

(1) 調査結果概要

月毎の試料採取期間を表1、調査結果を表2に示す。月毎の pH は 5.07~6.64 の範囲にあり、7月、9月、11月は、酸性雨の目安とされる 5.6 より低く、依然として酸性雨が観測されている。

なお、令和3年度の年平均値は 5.52 で、全国の令和2年度酸性雨調査結果²⁾の平均値 5.01 より高かった。

(2) 経年変化

当調査の調査地点は、平成18年度までは水戸市石川(水戸)としてきたが、平成17年度からの霞ヶ浦環境科学センター(土浦)への移転に伴い、平成17~18年度の調査により水戸と土浦の地点間差が小さいことを確認し、平成19年度からは土浦を調査地点としている。降雨 pH の経年変化を図2に示す。土浦市における pH 値は、全国の平均値²⁾よりも高い値で推移している。

4 まとめ

茨城県内の降雨の pH は全国の平均値よりは高いものの、酸性雨の目安とされる値 (pH 5.6) より低いことから、今後とも動向を注視する必要がある。

参考文献

- 1) 湿性沈着モニタリング手引き書(第2版)、環境省(2001)
- 2) 令和2年度酸性雨調査結果について、環境省



図1 調査地点

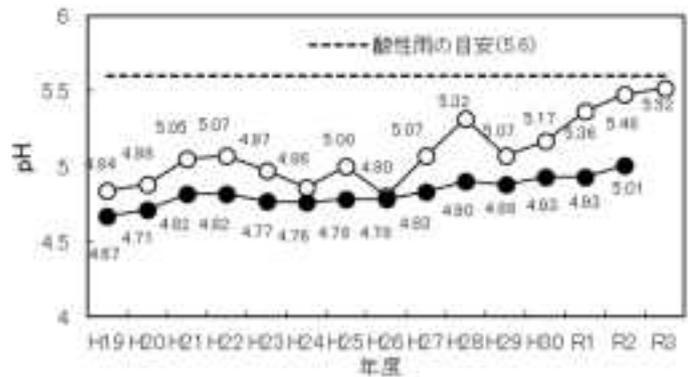


図2 茨城県土浦市における降雨 pH の経年変化
○：土浦市 ●：全国平均

表1 試料採取期間

調査月	試料採取期間	調査月	試料採取期間
4月	令和3年3月31日～令和3年4月30日	10月	令和3年9月30日～令和3年11月1日
5月	令和3年4月30日～令和3年6月1日	11月	令和3年11月1日～令和3年12月1日
6月	令和3年6月1日～令和3年6月30日	12月	令和3年12月1日～令和4年1月4日
7月	令和3年6月30日～令和3年7月30日	1月	令和4年1月4日～令和4年2月1日
8月	令和3年7月30日～令和3年8月31日	2月	令和4年2月1日～令和4年3月1日
9月	令和3年8月31日～令和3年9月30日	3月	令和4年3月1日～令和4年4月1日

表2 調査結果

調査月	降水量 ¹⁾ (mm)	貯水量 (mL)	pH	EC (μ S/cm)	イオン濃度 (mg/L)								nss- SO ₄ ²⁻	nss- Ca ²⁺
					SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
4月	105	3,300	5.68	14.35	0.85	0.86	1.24	0.34	0.74	0.20	0.30	0.12	0.66	0.27
5月	69	2,165	6.38	21.20	2.17	2.55	1.76	1.11	1.03	0.29	0.78	0.21	1.91	0.74
6月	72	2,269	6.12	12.76	1.12	1.32	0.93	0.75	0.56	0.12	0.32	0.10	0.98	0.30
7月	199	6,253	5.14	11.32	0.84	0.97	0.29	0.43	0.17	0.04	0.11	0.03	0.80	0.10
8月	251	7,890	5.73	5.48	0.42	0.37	0.55	0.18	0.30	0.01	0.11	0.05	0.35	0.09
9月	112	3,524	5.07	13.18	0.93	1.21	1.27	0.38	0.71	0.04	0.16	0.10	0.76	0.13
10月	189	5,928	5.67	7.52	0.53	0.57	0.78	0.19	0.42	0.19	0.18	0.06	0.42	0.16
11月	91	2,853	5.57	15.92	0.72	0.45	2.30	0.09	1.39	0.06	0.19	0.21	0.37	0.13
12月	100	3,137	5.82	5.23	0.37	0.52	0.46	0.22	0.26	0.00	0.12	0.04	0.31	0.11
1月	13	400	6.64	26.80	1.93	1.72	1.80	1.41	1.00	0.12	0.59	0.15	1.68	0.55
2月	78	2,447	5.94	6.89	0.48	0.87	0.36	0.39	0.20	0.03	0.35	0.06	0.43	0.34
3月	111	3,479	5.92	14.33	1.22	1.51	1.36	0.48	0.75	0.08	0.68	0.08	1.04	0.65
最大	251	7,890	6.64	26.80	2.17	2.55	2.30	1.41	1.39	0.29	0.78	0.21	1.91	0.74
最小	13	400	5.07	5.23	0.37	0.37	0.29	0.09	0.17	0.00	0.11	0.03	0.31	0.09
平均 ²⁾	1,390	43,646	5.52	10.69	0.79	0.89	0.91	0.36	0.52	0.09	0.25	0.08	0.66	0.23

1) 降水量 (mm) は貯水量を採取口面積で除して求めた。

2) 平均の欄は降水量で重み付けした平均値。ただし、降水量及び貯水量は合計量。

2-8 大気環境中の石綿調査事業

1 目的

県民の健康被害の防止と生活環境の保全を図るため、大気環境中の石綿濃度を測定し、実態を把握する。

2 調査内容

(1) 調査項目

一般環境（住宅地域）における大気中の総繊維数濃度、石綿繊維数濃度（本/L）

(2) 調査地点

調査地点を図1に示す。土浦保健所1地点

(3) 試料採取期間

夏季及び冬季の平日昼間（10時～16時）4時間、連続3日間

- ・夏季：令和3年8月18日、8月19日、8月20日
- ・冬季：令和4年1月19日、1月20日、1月21日



図1 調査地点

(4) 調査方法

総繊維数濃度はアスベストモニタリングマニュアル第4.1版¹⁾、石綿繊維数濃度はアスベストモニタリングマニュアル第3版²⁾に基づき実施した。

3 調査結果

土浦保健所における調査結果を表1、総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度の推移を表2及び図2に示す。総繊維数濃度は夏季0.14本/L、冬季0.070本/L、年平均0.10本/Lであり、石綿繊維数濃度は夏季0.11本/L、冬季0.056本/L、年平均0.08本/Lであった。土浦保健所における総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度は低い水準で推移している。

表1 調査結果

調査地点	調査時期	調査期間	石綿繊維数濃度 (本/L)		総繊維数濃度 (本/L)		天候	主風向	風速 (m/秒)
				幾何平均		幾何平均			
土浦保健所 大気測定局舎	夏季	令和3年8月18日(水) 10:00～14:00	0.18	0.11	0.24	0.14	曇	南南西	5.3
		令和3年8月19日(木) 10:00～14:00	0.12		0.18		晴	南西	3.9
		令和3年8月20日(金) 10:00～14:00	0.059		0.059		晴	南西	2.9
	冬季	令和4年1月19日(水) 10:00～14:00	0.056	0.056	0.11	0.070	晴	東	1.2
		令和4年1月20日(木) 10:00～14:00	0.056		0.056		晴	北西	1.2
		令和4年1月21日(金) 10:00～14:00	0.056		0.056		晴	北西	2.0

表2 総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度の推移

総繊維数濃度		単位:本/L				
年度	H29	H30	R1	R2	R3	
夏季	0.27	0.24	0.38	0.13	0.14	
冬季	0.18	0.19	0.23	0.71	0.070	
年平均	0.22	0.21	0.30	0.42	0.10	

石綿繊維数濃度		単位:本/L				
年度	H29	H30	R1	R2	R3	
夏季	0.16	0.13	0.15	0.083	0.11	
冬季	0.14	0.086	0.083	0.71	0.056	
年平均	0.15	0.10	0.12	0.40	0.08	

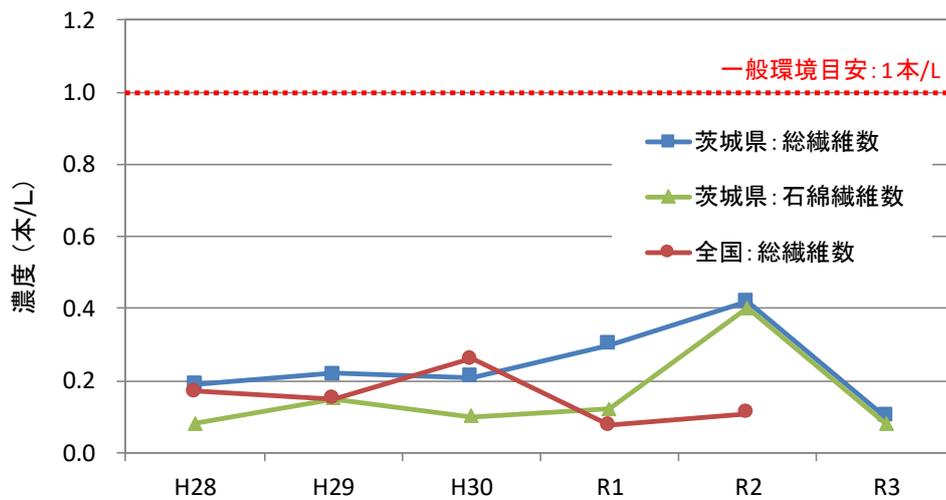


図2 総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度の推移

参考資料

- 1) アスベストモニタリングマニュアル第4.1版 (環境省水・大気環境局大気環境課、平成29年7月)
- 2) アスベストモニタリングマニュアル第3版 (環境省水・大気環境局大気環境課、平成19年5月)
- 3) 報道発表資料: アスベスト大気濃度調査結果について (環境省)

2-9 百里飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査事業

1 目的

航空自衛隊百里基地の航空機騒音に係る環境基準の類型をあてはめた地域（平成3年3月28日付け茨城県告示第398号）について、環境基準の達成状況を把握し、もって航空機騒音の発生源対策及び障害防止対策等の各種施策を総合的に推進するための基礎資料を得ることを目的とする。

2 調査方法

(1) 調査地点

調査地点を図1に示す。調査は航空機騒音に係る環境基準のI類型をあてはめた地域内7地点（小美玉市、茨城町、銚田市、行方市、かすみがうら市）及び地域外3地点（茨城町、大洗町、銚田市）の計10地点で実施した。なお、例年実施していた県立消防学校については、校内工事の影響により調査に不適であったため、調査地点を近傍の県立農業大学校へ変更した。



図1 調査地点

(2) 調査期間

- ・短期測定地点：
 - 令和3年6月10日～11月24日の期間内に連続2週間
- ・通年観測地点：
 - 令和3年4月1日～令和4年3月31日の1年間

(3) 測定及び評価方法

航空機騒音の測定・評価は、環境省告示¹⁾及び「航空機騒音測定・評価マニュアル²⁾」に基づき、評価指標である時間帯補正等価騒音レベル「 L_{den} 値」を通年観測地点の測定値で補正し、年間平均 L_{den} 推定値（以下「 L_{den} 推定値」という）を算出した。

また、平成25年4月より評価指標が加重等価平均感覚騒音レベル「WECPNL、W値」から L_{den} 値へ移行したことから、旧マニュアル³⁾に基づき、W値及び年間平均WECPNL推定値（以下「W推定値」という）を算出し、新旧評価指標の比較を行った。

3 調査結果

(1) 令和3年度調査結果

調査結果を表1に示す。評価指標である L_{den} 推定値を環境基準値（I類型：57 dB）と照合したところ、全地点で環境基準値（57 dB）以下であった。なお、旧評価指標であるW推定値に関しても、全地点で旧環境基準値（70 WECPNL）以下であった。

※ L_{den} 推定値の算出は、航空機騒音測定・評価マニュアルにより小数点第1位を四捨五入する。

表1では、参考として小数点第1位まで表記している。

表1 調査結果

調査地点	測定期間	騒音発生数					最大騒音ピークレベル (dB)	2週間の L_{den} 平均値 (dB)	年間平均 L_{den} 推定値 (dB)	2週間の WECPNL 平均値 (WECPNL)	年間平均 WECPNL 推定値 (WECPNL)
		0時～7時	7時～19時	19時～22時	22時～0時	合計					
隠谷公民館	R3. 6. 10～6. 23	0	302	4	0	306	88.0	43.7	41.2	58.5	56.0
下吉影南原公民館	R3. 11. 11～11. 24	0	243	2	0	245	99.9	54.9	54.7	68.8	68.9
広浦放射能局舎	R3. 6. 10～6. 23	0	89	2	0	91	90.9	45.8	42.6	58.5	55.2
県立農業大学校	R3. 11. 11～11. 24	0	38	4	0	42	75.9	36.0	36.5	48.6	48.8
神山集落センター	R3. 11. 11～11. 23*	0	34	0	0	34	86.9	41.4	41.6	54.4	54.4
鉦田総合運動公園	R3. 6. 10～6. 23	0	166	2	1	169	95.3	50.5	47.3	63.9	60.6
旭スポーツセンター	R3. 11. 11～11. 24	0	99	0	0	99	86.7	47.1	47.6	59.3	59.5
竹之埜農村集落センター	R3. 6. 10～6. 23	0	17	3	0	20	88.5	41.7	39.2	55.7	53.2
南原生活改善センター	R3. 11. 11～11. 24	0	19	0	0	19	78.0	31.0	30.8	45.5	45.6
田伏中台総合センター	R3. 6. 10～6. 23	0	45	9	0	54	90.3	44.0	41.5	59.3	56.8

*マイク断線により11月24日は欠測、欠測日を除外した残りの期間から評価量を算出した。

(2) L_{den} 推定値の推移

調査を開始した平成 25 年度から令和 3 年度までの L_{den} 推定値の推移を表 2 及び図 2 に示す。下吉影南原公民館は、調査開始から複数回にわたり環境基準値 (57 dB) を超過していたが、令和元年度以降は環境基準値以下となっている。騒音発生回数は、基準値を超過していた平成 30 年度は 714 回であったが、令和 3 年度は 245 回に大きく減少していた。また、最大騒音ピークレベルについても、基準値を超過していた平成 30 年度は 109.5 dB であったが、令和 3 年度は 99.9 dB に減少していた。南原生活改善センターと田伏中台総合センターについても、 L_{den} 推定値は大きく減少していたが、騒音発生回数及び最大騒音ピークレベルが減少していることが確認された。その他の地点では著しい経年変化は見られず、環境基準値以下で推移した。

(3) L_{den} 推定値及び W 推定値の比較

L_{den} 推定値及び W 推定値の比較を表 3 に示す。今回の調査では、環境基準値 (57 dB) 及び旧環境基準値 (70 WECPNL) を全地点で達成した。また、W 推定値－ L_{den} 推定値の値は、調査地点によってばらつきが見られたが、平均値は 13.6 となった。

(4) W 推定値の推移

平成 24 年度から令和 3 年度まで (過去 10 年間) の W 推定値の推移を図 3 に示す。各地点で L_{den} 推定値とほぼ同様に推移しており、横ばいか下降傾向を示している。

表2 L_{den} 推定値の推移

調査地点	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	平均値
隠谷公民館	43.5	42.9	40.3	43.6	45.2	39.8	38.3	37.2	41.2	41.3
下吉影南原公民館	58.4	58.5	58.0	52.0	55.0	63.2	53.9	52.5	54.7	56.2
広浦放射能局舎	45.4	46.5	49.3	43.7	45.1	47.8	43.1	43.3	42.6	45.2
県立消防学校及び県立農業大学校 ^{*1}	40.9	30.7	39.8	39.2	48.9	40.5	41.0	36.4	36.5	39.3
神山集落センター	47.0	45.5	47.7	44.4	43.0	44.2	42.9	44.9	41.6	44.6
当間小学校及び鉾田総合運動公園 ^{*2}	46.7	53.5	50.9	51.0	51.1	56.3	54.7	49.7	47.3	51.2
旭スポーツセンター	55.3	53.5	54.9	53.2	54.3	51.3	55.4	50.4	47.6	52.9
手賀小学校及び竹之塚農村集落センター ^{*3}	39.8	42.7	42.5	41.9	40.5	34.1	26.7	38.0	39.2	38.4
南原生活改善センター	50.0	43.0	49.5	46.0	44.1	48.4	50.8	39.3	30.8	44.7
田伏中台総合センター	55.4	52.9	49.8	55.0	51.6	44.8	46.8	50.4	41.5	49.8

*1 平成25年度、平成27年度及び令和3年度は県立消防学校から県立農業大学校に調査地点を変更した（校内工事のため）。

*2 令和元年度以降、当間小学校（閉校）から鉾田総合運動公園に調査地点を変更した。

*3 平成26年度以降、手賀小学校（閉校）から竹之塚農村集落センターに調査地点を変更した。

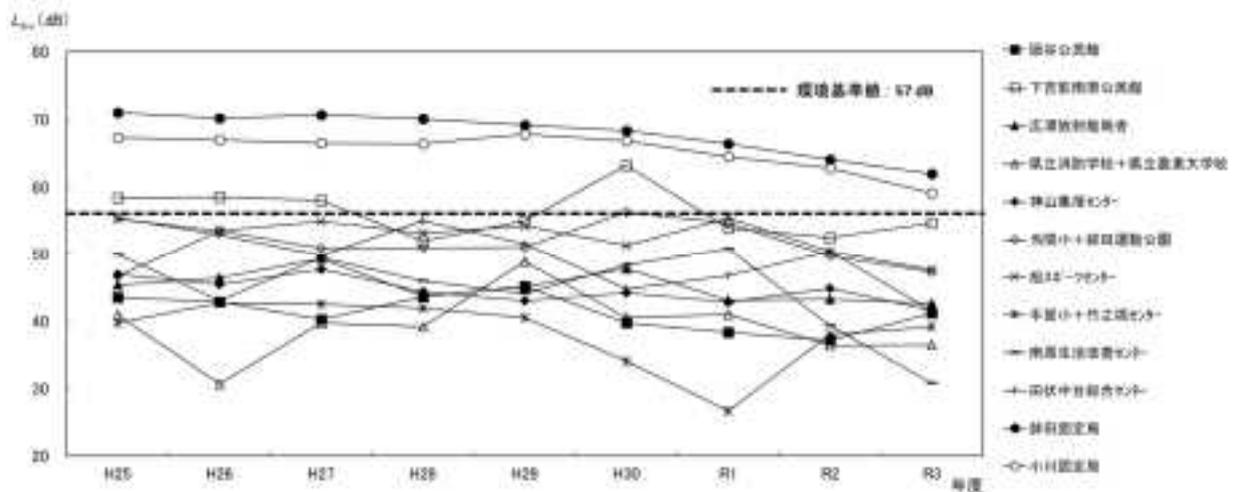


図2 L_{den} 推定値の推移

表3 L_{den} 推定値及びW推定値の比較

調査地点	年間平均WECPNL推定値 (WECPNL)	年間平均 L_{den} 推定値 (dB)	W値- L_{den} 値
隠谷公民館	56.0	41.2	14.8
下吉影南原公民館	68.9	54.7	14.2
広浦放射能局舎	55.2	42.6	12.6
県立農業大学校	48.8	36.5	12.3
神山集落センター	54.4	41.6	12.8
銚田総合運動公園	60.6	47.3	13.3
旭スポーツセンター	59.5	47.6	11.9
竹之埦農村集落センター	53.2	39.2	14.0
南原生活改善センター	45.6	30.8	14.8
田伏中台総合センター	56.8	41.5	15.3

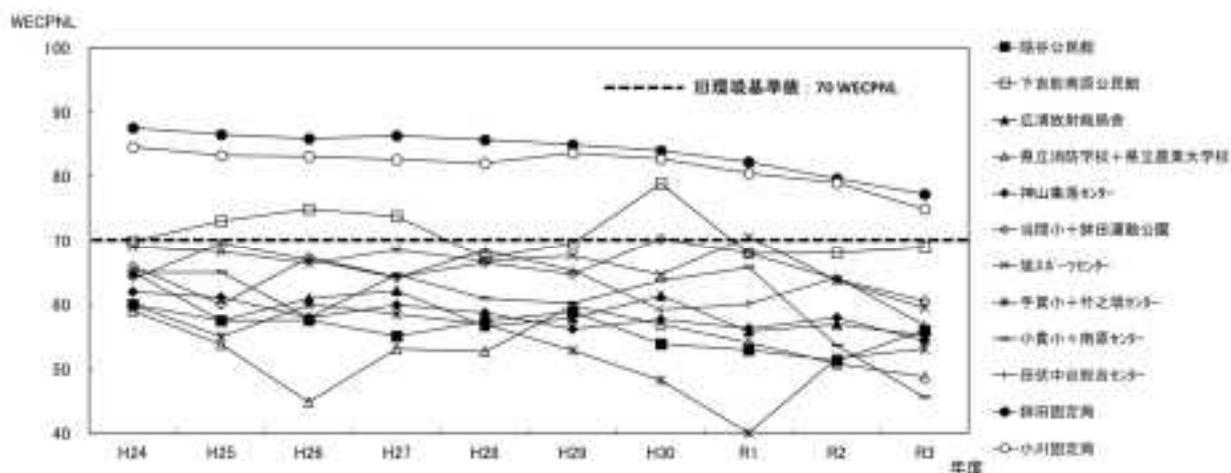


図3 WECPNL 推定値の推移

4 まとめ

百里飛行場周辺の環境基準 I 類型あてはめ地域内 7 地点及び地域外 3 地点の計 10 地点において、14 日間の短期測定を実施した結果、 L_{den} 推定値は全地点で環境基準値 (57 dB) 以下となった。各地点の L_{den} 推定値は、経年的に横ばいか下降傾向を示している。また、評価指標が WECPNL から L_{den} へ移行されたが、新旧環境基準値の達成状況に大きな相違は見られなかった。

参考文献

- 1) 航空機騒音に係る環境基準について (平成 19 年 12 月 17 日環境省告示第 114 号 (改正))
- 2) 航空機騒音測定・評価マニュアル (環境省、令和 2 年 3 月)
- 3) 航空機騒音監視測定マニュアル (環境庁大気保全局、昭和 63 年 7 月)

2-10 化学物質環境実態調査事業

1 目的

化学物質環境実態調査は、昭和 49 年から一般環境中における化学物質の残留状況を継続的に把握することを目的に実施されてきた。その調査結果は、PRTR 制度の候補物質の選定、環境リスク評価及び社会的要因から必要とされる物質等の環境安全性評価、化学物質による環境汚染の未然防止等に役立てられている。

2 調査内容

この調査は環境省からの委託事業である。令和 3 年度は初期環境調査、詳細環境調査及びモニタリング調査を実施した。なお、当センターでは主に試料採取、前処理を担当し、分析については別途環境省と委託契約を締結した者が実施することとなっている。

(1) 初期環境調査

環境リスクが懸念される化学物質について、一般環境中で高濃度が予想される地域等においてデータを取得することにより、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」の指定化学物質の指定、その他化学物質による環境リスクに係る施策を検討する際の、ばく露の可能性について判断するための基礎資料等とすること目的とした調査¹⁾である。

ア 試料採取

水質：令和 3 年 11 月 6 日に利根川かもめ大橋で表層水を採水した。

底質：令和 3 年 11 月 6 日に利根川かもめ大橋で底泥を採取した。

大気：つくば高野一般環境大気測定局において、令和 3 年 11 月 2 日から令和 3 年 11 月 5 日まで大気の捕集を行った。

イ 調査対象物質

水質：1,3-ジオキソラン、シクロヘキシルアミン、6-ニトロクリセン

底質：6-ニトロクリセン

大気：6-ニトロクリセン、フラン

(2) 詳細環境調査

「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」（以下「化審法」という。）における特定化学物質及び監視化学物質、環境リスク初期評価を実施すべき物質等の環境残留状況を把握することを目的とした調査¹⁾である。

ア 試料採取

水質：令和 3 年 11 月 6 日に利根川かもめ大橋で表層水を採水した。

底質：令和 3 年 11 月 6 日に利根川かもめ大橋で底泥を採取した。

大気：つくば高野一般環境大気測定局において、令和 3 年 11 月 2 日から令和 3 年 11 月 5 日まで大気の捕集を行った。

イ 調査対象物質

水質：オクタメチルシクロテトラシロキサン、デカメチルシクロペンタシロキサン、ドデカメチルシクロヘキサシロキサン、ヘキサデシル(トリメチル)アンモニウム及びその塩、トリメチル(オクタデシル)アンモニウム及びその塩、ジデシル(ジメチル)アンモニウム及びその塩、テトラメチルアンモニウム=ヒドロキシド
底質：2-ベンジリデンオクタナール
大気：メチルアミン

(3) モニタリング調査

「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POP s 条約）」の対象物質及びその候補となる可能性のある物質並びに化審法の特定化学物質及び監視化学物質等のうち、環境残留性が高く環境残留実態の推移の把握が必要な物質を経年的に調査することを目的とした調査¹⁾である。

ア 試料採取

水質：令和3年11月6日に利根川かもめ大橋で表層水を採水した。
底質：令和3年11月6日に利根川かもめ大橋で採水した。
生物：令和3年11月30日に常磐沖で捕獲したサバを試料として調製した。
大気：令和3年10月12日から令和3年10月19日までミドルボリュームエアースンプラーにより、また令和3年10月12日から令和3年10月15日までローボリュームエアースンプラーにより茨城県霞ヶ浦環境科学センターで試料採取を行った。

イ 調査対象物質

水質、底質、生物及び大気：
ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）、ペルフルオロオクタン酸（PFOA）、ペンタクロロベンゼン、エンドスルファン、ポリ塩化ナフタレン類（総量、1～8塩化物の同族体）、ヘキサクロロブタ-1,3,-ジエン、短鎖塩素化パラフィン（炭素数が10～13のもの）、ペルフルオロヘキサンスルホン酸（PFHxS）

3 結果の公表

中央環境審議会環境保健部会化学物質評価専門委員会における評価等を経て、環境省環境保健部環境安全課より「化学物質と環境」として発行される。

4 令和2年度調査結果²⁾

令和2年度の調査について、結果を表1～表9に示す。

表1 令和2年度初期環境調査 水質の結果

調査地点:利根川河口かもめ大橋(神栖市)

単位:(ng/L)

調査対象物質	測定値	検出下限値
メタクリル酸 2-エチルヘキシル	nd	12

(注) nd:不検出

表2 令和2年度詳細環境調査 水質の結果

調査地点:利根川河口かもめ大橋(神栖市)

単位:(ng/L)

調査対象物質	測定値	検出下限値
アニリン	52	14
[(3-デカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	0.35
[(3-ドデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	5.7	2.6
[(3-テトラデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	4.3	2.8
[(3-ヘキサデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	0.76
[(3-オクタデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	0.34	0.24
(Z)-{[3-(オクタデカ-9-エンアミド)プロピル](ジメチル)アンモニオ}アセタート	nd	0.091
二硫化炭素	22	4.2
N-メチルカルバミン酸 2-sec-ブチルフェニル (別名:フェノブカルブ又はBPMC)	0.68	0.052

(注) nd:不検出

表3 令和2年度詳細環境調査 底質の結果

調査地点：利根川河口かもめ大橋（神栖市）

単位：(ng/g-dry)

調査対象物質	測定値			検出下限値
	検体1	検体2	検体3	
[(3-デカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	nd	nd	0.24
[(3-ドデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	nd	nd	5.0
[(3-テトラデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	nd	nd	0.94
[(3-ヘキサデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	nd	nd	0.19
[(3-オクタデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	nd	nd	0.095
(Z)-{[3-(オクタデカ-9-エンアミド)プロピル](ジメチル)アンモニオ}アセタート	nd	nd	※ 0.015	0.020
N,N'-エチレンビス(ジチオカルバミン酸)	nd	nd	nd	0.34
N,N-ジメチルジチオカルバミン酸	nd	nd	nd	1.3

(注1) nd：不検出

(注2) ※：参考値（調査対象物質ごとに統一して設定した「検出下限値」未満ではあるが、各地点ごとの調査精度に依存する「報告時検出下限値」以上として定量的に検出された値である。

表4 令和2年度初期環境調査 大気の結果

調査地点：霞ヶ浦環境科学センター（土浦市）

単位：(ng/m³)

調査対象物質	測定値			検出下限値
	検体1	検体2	検体3	
1,3,5-トリス(2,3-エポキシプロピル)-1,3,5-トリアジン-2,4,6(1H,3H,5H)-トリオン（別名：1,3,5-トリスグリシジル-イソシアヌル酸）	nd	nd	nd	0.039
りん酸ジメチル=2,2-ジクロロビニル（別名：ジクロロボス）	nd	nd	nd	0.63

(注)nd：不検出

表5 令和2年度初期環境調査 大気の結果

調査地点：つくば高野一般環境大気測定局（つくば市）

単位：(ng/m³)

調査対象物質	測定値			検出下限値
	検体1	検体2	検体3	
1,3,5-トリス(2,3-エポキシプロピル)-1,3,5-トリアジン-2,4,6(1 <i>H</i> ,3 <i>H</i> ,5 <i>H</i>)-トリオン（別名：1,3,5-トリスグリシジル-イソシアヌル酸）	nd	nd	nd	0.039
りん酸ジメチル=2,2-ジクロロビニル（別名：ジクロロボス）	nd	0.64	nd	0.63

(注)nd：不検出

表6 令和2年度モニタリング調査 水質の結果

調査地点：利根川河口かもめ大橋（神栖市）

単位：(pg/L)

調査対象物質	測定値	検出下限値	定量下限値
総 PCB	68	※6	※19
HCB（ヘキサクロロベンゼン）	23	0.8	2.0
クロルデン類	36	※8	※18
ヘプタクロル類	11	※3	※7
ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）	700	30	80
ペルフルオロオクタン酸（PFOA）	3,100	30	90
ペンタクロロベンゼン	34	1	3
ヘキサクロロブタ-1,3,-ジエン	nd	40	100
短鎖塩素化パラフィン類	3,800	※1,000	※2,500
ジコホル	nd	5	13
ペルフルオロヘキサンスルホン酸（PFHxS）	620	20	60

(注1) nd:不検出

(注2) ※：それぞれの同族体ごと、各調査対象物質ごと又は同一アルキル鎖長ごとの合計値

表7 令和2年度モニタリング調査 底質の結果

調査地点:利根川河口かもめ大橋(神栖市)

単位:(pg/g-dry)

調査対象物質	測定値	検出下限値	定量下限値
総 PCB	3,100	※3.1	※8.2
HCB (ヘキサクロロベンゼン)	820	0.5	1.3
クロルデン類	400	※1.8	※4.5
ヘプタクロル類	11	※1.2	※3.1
ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)	140	2	5
ペルフルオロオクタン酸 (PFOA)	27	3	8
ペンタクロロベンゼン	800	0.2	0.4
ヘキサクロロブタ-1,3,-ジエン	nd	10	30
短鎖塩素化パラフィン類	nd	※2,200	※5,300
ジコホル	tr(6)	5	13
ペルフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS)	nd	3	6

(注1) tr:検出下限以上定量下限未満

(注2) nd:不検出

(注3) ※:それぞれの同族体ごと、各調査対象物質ごと又は同一アルキル鎖長ごとの合計値

表8 令和2年度モニタリング調査 生物(マサバ)の結果

調査地点:常磐沖

単位:(pg/g-wet)

調査対象物質	測定値	検出下限値	定量下限値
総 PCB	3,000	※11	※31
HCB (ヘキサクロロベンゼン)	1,100	1	3
クロルデン類	1,000	※7	※19
ヘプタクロル類	110	※6	※15
ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)	22	2	5
ペルフルオロオクタン酸 (PFOA)	tr(4)	2	6
ペンタクロロベンゼン	120	1	3
ヘキサクロロブタ-1,3,-ジエン	19	5	13
短鎖塩素化パラフィン類	nd	※1,000	※2,800
ジコホル	nd	10	30
ペルフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS)	nd	2	5

(注1) tr:検出下限以上定量下限未満

(注2) nd:不検出

(注3) ※:それぞれの同族体ごと、各調査対象物質ごと又は同一アルキル鎖長ごとの合計値

表9 令和2年度モニタリング調査 大気の結果

調査地点：霞ヶ浦環境科学センター（土浦市）		単位：(pg/m ³)			
調査対象物質	測定値			検出下限値	定量下限値
総 PCB	100			※0.6	※1.8
HCB（ヘキサクロロベンゼン）	120			0.1	0.3
クロルデン類	63			※0.21	※0.54
ヘプタクロル類	8.0			※0.13	※0.34
ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）	6.5			0.1	0.3
ペルフルオロオクタン酸（PFOA）	18			0.3	0.8
ペンタクロロベンゼン	85			0.07	0.17
ヘキサクロロブタ-1,3,-ジエン	1,800	1,800	2,200	10	30
短鎖塩素化パラフィン類	700			※200	※500
ジコホル	nd			0.2	0.5
ペルフルオロヘキサンスルホン酸（PFHxS）	5.6			0.1	0.3

(注1) nd:不検出

(注2)※:それぞれの同族体ごと、各調査対象物質ごと又は同一アルキル鎖長ごとの合計値

参考文献

- 1) 環境省環境保健部環境安全課 令和3年度 化学物質環境実態調査委託業務詳細要領
- 2) 環境省環境保健部環境安全課 令和3年度版 化学物質と環境(令和2年度 化学物質環境実態調査 調査結果報告書)(令和4年3月)

<http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/2021/index.html>

2-11 水環境化学物質調査事業

1 目的

茨城県内の公共用水域において、人の健康の保護に係る要監視項目、水生生物の保全に係る要監視項目、魚類（メダカ）に内分泌攪乱作用があると疑われる物質の実態調査を行い、化学物質による環境汚染の有無を把握する。

2 調査内容

(1) 実態調査

- ・地点：県内の公共用水域 70 地点のうち 15 河川 15 地点
- ・項目：要監視項目 32 項目、ビスフェノール A

3 調査機関

霞ヶ浦環境科学センター

※採水、農薬類及び金属類以外の 17 項目の測定については、「令和 3 年度（2021 年度）公共用水域水質調査業務委託」により委託業者が実施した。

4 調査方法

調査については、「水質調査方法」（環境庁昭和 46 年 9 月）、「外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル」（環境庁平成 10 年 10 月）、環境省通達（平成 5 年 4 月 28 日、平成 11 年 3 月 12 日、平成 15 年 11 月 5 日、平成 16 年 3 月 31 日、平成 25 年 3 月 27 日）に定める方法で行った。

5 調査結果

(1) 実態調査

実態調査の結果を表 1 に示す。

梶無川の PFOS 及び PFOA の合算値について、指針値を超過した。

表1 水環境化学物質調査_実態調査結果一覧

統一番号	水域名	実施機関	指針値等	報告下限値	138	136	125	121	163	27	26	140	54	73	99	98	30	124	40
					前川	夜越川	梶無川	山王川	牛久沼	浅川	玉川	瀬沼	石川川	飯沼川	稲荷川	西谷田川	茂宮川	園部川	早戸川2
調査地点名					湖来あやめ橋	堀の内橋	上宿橋	所橋	牛久沼湖心	浅川橋	下玉川橋	宮前	入野橋	菅生沼湖心	小荻橋	境松橋	大橋	園部新橋	小高橋
1	年月日	委託 ^{※2}			R3.7.7	R3.7.7	R3.7.7	R3.7.7	R3.7.8	R3.7.8	R3.7.13	R3.7.14	R3.7.14	R3.7.14	R3.7.14	R3.7.14	R3.7.14	R3.7.15	R3.7.20
2	時間	委託 ^{※2}			11:50	11:00	13:40	15:40	8:20	12:10	13:00	8:15	9:10	11:55	14:55	14:35	9:30	9:56	9:30
3	天候	委託 ^{※2}			薄曇り	薄曇り	薄曇り	薄曇り	曇り	晴れ	薄曇り	薄曇り	晴れ						
4	流況	委託 ^{※2}			通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態	通常の状態
5	臭気	委託 ^{※2}			無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
6	色相	委託 ^{※2}			黄緑色・淡(明)	黄色・中	褐色・淡(明)	黄色・濃(暗)	黄褐色・淡(明)	灰色・淡(明)	灰色・淡(明)	黄緑色・淡(明)	黄色・淡(明)	灰黄色・淡(明)	黄色・淡(明)	灰黄色・淡(明)	黄色・淡(明)	黄色・中	無色
7	気温 (°C)	委託 ^{※2}			24.0	21.0	25.0	23.0	22.2	27.8	27.0	25.0	26.3	25.4	26.9	27.1	26.0	24.0	29.6
8	水温 (°C)	委託 ^{※2}			25.0	20.5	24.5	22.5	25.0	21.0	22.4	25.2	26.0	26.7	26.0	27.5	22.5	24.5	26.0
9	全水深 (m)	委託 ^{※2}			2.4	0.5	0.5	0.6	1.4	0.4	0.7	3.3	0.3	1.4	0.8	0.8	0.6	1.6	0.3
1	クロロホルム (mg/L)	委託 ^{※2}	0.06	0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
2	トランス-1,2-ジクロロエチレン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.04	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
3	1,2-ジクロロプロパン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.06	0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
4	p-ジクロロベンゼン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.2	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
5	イソキサチオン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
6	ダイアジノン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.005	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
7	フェニトロチオン(MEP) (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.003	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
8	イソプロチオラン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.04	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
9	オキシン銅(有機銅) (mg/L)	委託 ^{※2}	0.04	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
10	クロロタロニル(TPN) (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.05	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
11	プロピザミド (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
12	EPN (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.006	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
13	ジクロロボス(DDVP) (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
14	フェノカルブ(BPMC) (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.03	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
15	イプロベンホス(IBP) (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
16	クロルニトロフェン(CNP) (mg/L)	霞セ ^{※1}	-	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
17	トルエン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.6	0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
18	キシレン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.4	0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
19	フタル酸ジエチルヘキシル (mg/L)	委託 ^{※2}	0.06	0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
20	ニッケル (mg/L)	霞セ ^{※1}	-	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
21	モリブデン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.07	0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
22	アンチモン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.02	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
23	塩化ビニルモノマー (mg/L)	委託 ^{※2}	0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
24	エビクロロヒドリン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.0004	0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
25	全マンガン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.2	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
26	ウラン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.002	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
27	フェノール (mg/L)	委託 ^{※2}	0.05	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
28	ホルムアルデヒド (mg/L)	委託 ^{※2}	1	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
29	4-tert-オクチルフェノール (mg/L)	委託 ^{※2}	0.001	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
30	アニリン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.02	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
31	2,4-ジクロロフェノール (mg/L)	委託 ^{※2}	0.03	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
32	PFOS及びPFOAの合算値 (mg/L)	委託 ^{※2}	0.00005	※3	0.000014	0.000018	0.000054	0.000027	0.000015	0.000003	0.000003	0.000010	0.000010	0.000018	0.000010	0.000019	0.000004	0.000012	0.000012
33	ビスフェノールA (mg/L)	委託 ^{※2}	0.011	0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011

備考) ※1 霞セ：茨城県霞ヶ浦環境科学センター、※2 委託：委託業者（「令和3年度公共用水域水質調査業務委託」契約を締結した者）、※3 報告下限値 PFOS 0.000001 mg/L、PFOA 0.000002 mg/L

2-12 公害事案等処理対策調査事業

1 目的

緊急水質事案、地下水水質汚染事案、廃棄物の不法投棄事案、騒音・振動・悪臭に係る分析又は技術指導の対応状況を取りまとめ、今後の対応に資することを目的とした。

2 調査方法

分析依頼や技術指導した案件について、依頼元及び依頼内容ごとに分類し傾向を把握する。

3 結果の概要

公害事案等の依頼元及び内容別内訳を表1、表2に示す。水質事案関係では、農薬等の分析を行った。地下水水質汚染関係では、ヒ素、六価クロム等の分析を行った。廃棄物関係では、水試料および土壌の硫黄、硫酸イオン、カルシウムイオン等の分析を行った。大気汚染物質関係では、粉じん量の測定を行った。騒音振動関係では、騒音計、振動レベル計等の貸出、測定方法の助言、技術指導等を行った。

表1 公害事案等調査依頼者別内訳

依頼元	技術指導	機材貸出依頼 ()内は貸出回数	分析依頼 ()内は検体数
環境対策課	0	0(0)	4(44)
廃棄物規制課	0	0(0)	0(0)
漁政課	0	0(0)	1(38)
環境政策課 (県中央環境保全室)	0	0(0)	1(6)
県北県民センター	0	0(0)	0(0)
鹿行県民センター	0	1(2)	8(27)
県南県民センター	0	0(0)	1(10)
県西県民センター	0	0(0)	2(7)
その他 (市町村等)	14	5(5)	0(0)
計	14	6(7)	17(132)

表2 公害事案等調査内容別内訳

依頼内容	技術指導	機材貸出依頼 ()内は貸出回数	分析依頼 ()内は検体数
水質事案関係	0	0(0)	1(38)
地下水水質汚染関係	0	0(0)	13(85)
廃棄物関係	0	0(0)	2(7)
大気汚染物質関係	0	1(2)	1(2)
騒音振動関係	14	5(5)	0(0)
その他	0	0(0)	0(0)
計	14	6(7)	17(132)

VII 研究発表業績

1 学会等研究発表

年月日	学会等の名称 (開催地)	演 題	発表者
令和3年 9月10日	日本陸水学会第85回 大会	北浦における底泥からのリン溶出速度の特徴	主任研究員 北村 立実 (Web 口頭)
9月15日 ～17日	第62回大気環境学会 年会	茨城県におけるPM2.5高濃度事例の発生要因 解析について	主任 小田 直哉 (Web ポスター)
10月29日	全国環境研協議会関 東甲信静支部水質専 門部会	山王川の負荷流出特性の変遷について	主任 木村 夏紀 (Web 口頭)
令和4年 2月22日	全国環境研協議会関 東甲信静支部騒音振 動専門部会	百里飛行場に係る航空機騒音実態調査につ いて	大気・化学物質研究室長 田畑 恵 (書面)
3月6日	公開シンポジウム霞 ヶ浦流域研究2022	県内3地区のハス田群の環境負荷とその改 善策の提案	主任研究員 佐野 健人 (Web 口頭)
〃	〃	夏季の北浦における水温成層及び貧酸素水 塊の形成と消失条件の検討	主任研究員 北村 立実 (Web 口頭)
3月10日	全国環境研協議会関 東甲信静支部大気専 門部会	茨城県における有害大気汚染物質(重金属 類)について	主任研究員 豊岡 久美子 (書面)
〃	〃	酸化エチレン・酸化プロピレンのGCMS分析 条件の改良	主任 吉田 彩美 (書面)
3月16日 ～18日	第56回日本水環境学 会年会	北浦における現場観測データを用いた底泥 からのP04-P溶出量算出の試み	主任研究員 北村 立実 (Web 口頭)
〃	〃	牛久沼における近年の水質変動要因	主任 長濱 祐美 (Web 口頭)
〃	〃	土浦市小河川における浄化導水の効果	流動研究員 古川 真莉子 (Web 口頭)
3月18日	令和3年度日本水環 境学会年会併設研究 集会	北浦流入河川における窒素濃度の長期変動 とそのシミュレーションモデルの構築	主任 大内 孝雄 (Web 口頭)

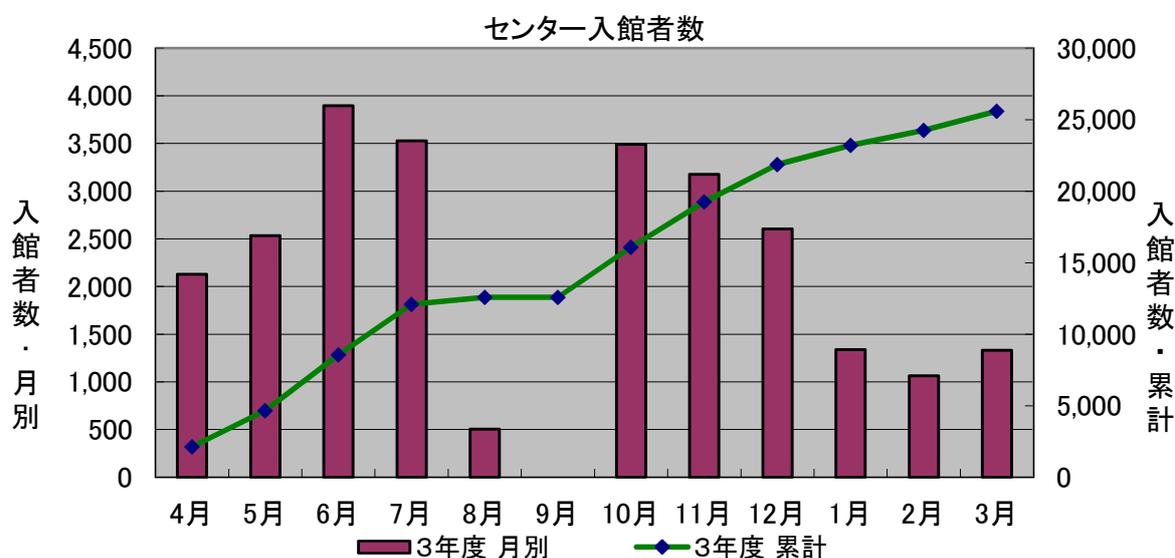
2 誌上発表

題 名	執 筆 者	掲 載 誌
北浦における貧酸素水塊の詳細分布と貧酸素水域面積の推計*	小室 俊輔、北村 立実、大内 孝雄、増永 英治、浅岡 大輝、鮎川 和泰、三上 育英、清家 泰、湯澤 美由紀、福島 武彦	水環境学会誌、44、5、157-164 (2021)
Convection of waters in Lakes Maninjau and Singkarak, tropical oligomictic lakes*	Takehiko Fukushima, Fajar Setiawan, Luki Subehi, Muhammad Fakhrudin, Endra Triwisesa, Aan Dianto, Bunkei Matsushita	Limnology, (2021) DOI: 10.1007/s10201-021-00686-8
Lake water quality observed after extreme rainfall events: implications for water quality affected by stormy runoff*	Takehiko Fukushima, Tatsumi Kitamura, Bunkei Matsushita	SN Applied Sciences 3(11), (2021) DOI: 10.1007/s42452-021-04823-x
Limiting nutrient and its use efficiency of phytoplankton in a shallow eutrophic lake, Lake Kasumigaura*	Takehiko Fukushima, Bunkei Matsushita	Hydrobiologia 848(5):1-19, (2021) DOI: 10.1007/s10750-021-04593-y

* 査読付き論文

資料編

1 入館者数



R3	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
月別	2,128	2,534	3,897	3,529	504	0	3,490	3,175	2,605	1,338	1,065	1,331
累計	2,128	4,662	8,559	12,088	12,592	12,592	16,082	19,257	21,862	23,200	24,265	25,596

○ うち団体入館者数内訳

(単位：人)

項目	市民団体	学校	企業等	研究機関	行政	計
団体数	45	176	63	0	119	403
人数	753	3,942	1,707	0	1,573	7,975

2 施設利用状況（センター主催事業及び利用中止分を除く。）

施設名	施設利用 承認件数	うち減免			計	うち使用料有	
		理由				件数	金額(円)
		教育活動	県・市町村利用	その他			
多目的ホール	57	6	11	4	21	36	468,350
研修室	5	2	1	1	4	1	8,370
会議室	41	—	—	—	—	—	—
計	103	8	12	5	25	37	476,720

3 調査用備品等貸出状況

品名	県	市町村	大学	その他	計
騒音計	0	2	0	0	2
振動計	0	3	0	0	3
低周波音計	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0

4 主要機器及び装置

品名	機数	メーカー・型式
CHN分析装置		ユーロベクター EuroEA 3000
全有機炭素計	2台	島津 TOC-Vcsm TOC-L
窒素・リン自動分析装置		S E A L社 QuAAtro2-HR
超音波式流向流速計		ノルテック アクアドットプロファイラー2M
生物顕微鏡	3台	オリンパス BX51N (2台)、オリンパス SZX12
安定同位体質量分析装置		アムコ Flash EA1112IR-MS
ガスクロマトグラフ	2台	島津 GC-2010、GC-2014
ガスクロマトグラフ質量分析装置	2台	アジレント 5977TP、5977B
高速液体クロマトグラフ		島津 LC-20AT
液体クロマトグラフ質量分析装置		日本ウォーターズ H-Class
イオンクロマトグラフ	3台	Integrion RFIC、メトローム IC850、 島津 HIC-20A super
高周波プラズマ質量分析装置	2台	アジレント 8800、ELAN DRC
ICP発光分析装置		島津 ICPS-8100
原子吸光光度計		日立 Z-2000
蛍光X線分析装置		島津 EDX-900HS
赤外分光光度計		島津 FTIR 8700
粒度分布測定装置		島津 SALD2200
水銀分析計		日本インスツルメンツ MA-3000
PM2.5採取装置	3台	東京ダイレック 2025 i
熱光学式炭素粒子分析装置		柴田科学 DRI-2001A
可搬型航空機騒音自動測定装置	6台	日本音響エンジニアリング DL-100/PT、 DL-100/LE

5 諸規程等

(1) 茨城県霞ヶ浦環境科学センターの設置及び管理に関する条例

(趣旨)

第1条 この条例は、地方自治法（昭和22年法律第67号）第244条の2第1項の規定に基づき、茨城県霞ヶ浦環境科学センターの設置及び管理に関し必要な事項を定めるものとする。

(設置)

第2条 霞ヶ浦の水環境その他の環境の保全及び創造に関する県民の取組を促進するとともに、環境の保全及び創造に関する研究成果の普及を図り、もって人と自然が共生し、環境への負荷の少ない地域社会の実現に資するため、茨城県霞ヶ浦環境科学センター（以下「センター」という。）を土浦市沖宿町に設置する。

(管理の基本)

第3条 センターは、常に良好な状態において管理し、その設置の目的に従い、最も効率的な運用を図らなければならない。

(開館日等)

第4条 センターの開館日及び開館時間は、規則で定める。

(規程の遵守)

第5条 センターにおいては、知事が別に定めるセンターの利用に関する規程を遵守しなければならない。

(利用の承認)

第6条 センターの施設のうち多目的ホール、会議室、研修室又は小展示室（以下「特定施設」という。）を利用しようとする者は、知事の承認を受けなければならない。承認を受けた事項を変更しようとするときも、同様とする。

2 知事は、次の各号のいずれかに該当するときは、前項の承認をしないことができる。

- (1) 特定施設を利用しようとする者が公の秩序を乱し、又は善良な風俗を害するおそれがあるとき。
- (2) センターの設置の目的に反するおそれがあるとき。
- (3) センターの管理上支障があると認めるとき。

3 第1項の承認には、特定施設の管理上必要な条件を付することができる。

(利用の承認の取消し等)

第7条 知事は、前条第1項の承認を受けた者（以下「利用者」という。）が次の各号のいずれかに該当するときは、又はセンターの管理上支障があると認めるときは、その承認を取り消し、承認の内容若しくは条件を変更し、又はセンターからの退館を命ずることができる。

- (1) この条例又はこの条例に基づく規則若しくは規程に違反したとき。
- (2) 公の秩序を乱し、若しくは善良な風俗を害し、又はそのおそれがあるとき。
- (3) 偽りその他不正な手段により利用の承認を受けた事実が明らかになったとき。
- (4) 前条第3項の規定による承認の条件に違反したとき。

(使用料の納付)

第8条 利用者のうち多目的ホール又は研修室を利用する者は、規則で定めるところにより、別表に定める使用料を納付しなければならない。

(使用料の減免)

第9条 知事は、公益上必要があると認めるときは、規則で定めるところにより、使用料を減免することができる。

(使用料の返還)

第10条 第8条に規定する者が既に納付した使用料は、返還しない。ただし、その責めに帰することができない事由により利用ができなくなったとき、その他知事が特に必要と認めるときは、納付した使用料の全部又は一部を返還することができる。

(利用者の義務)

第11条 利用者は、利用の承認によって生ずる権利を他人に譲渡し、又は転貸してはならない。

2 利用者は、その利用を終了したとき（第7条の規定により利用の承認を取り消されたときを含む。）は、遅滞なく、特定施設を原状に回復し、又は利用者が搬入した物件を撤去しなければならない。

(損害の賠償)

第12条 利用者は、特定施設を損傷し、又は滅失したときは、これによって生じた損害を賠償しなければならない。

(委任)

第13条 この条例の施行に関し必要な事項は、規則で定める。

付 則

この条例は、平成17年4月1日から施行する。

別表（第8条関係）

(単位 円)

施設の区分		利用時間の区分						
		午 前 〔午前9時30分から正午まで〕	午 後 〔午後1時から午後4時まで〕	夜 間 〔午後6時から午後8時まで〕	午前・午後 〔午前9時30分から午後4時まで〕	午後・夜間 〔午後1時から午後8時まで〕	全 日 〔午前9時30分から午後8時まで〕	その他 〔1時間までごとに〕
多 目 的 ホ ール	全部を利用する場合	4,500	6,180	3,770	10,680	11,840	16,350	1,880
	3分の2を利用する場合	3,040	4,190	2,520	7,230	7,960	11,000	1,250
	3分の1を利用する場合	1,570	2,100	1,250	3,670	3,980	5,550	630
研修室		1,780	2,200	1,470	3,980	4,400	6,180	730

備考 「その他」とは、正午から午後1時まで、午後4時から午後6時まで及び午後8時から翌日午前9時30分までの利用をいう。

(2) 茨城県霞ヶ浦環境科学センターの設置及び管理に関する条例施行規則

(趣旨)

第1条 この規則は、茨城県霞ヶ浦環境科学センターの設置及び管理に関する条例（平成17年茨城県条例第12号。以下「条例」という。）の施行に関し必要な事項を定めるものとする。

(開館日及び開館時間)

第2条 条例第4条の規定によるセンターの開館日及び開館時間は、次の表に定めるとおりとする。

開館日	開館時間
毎週月曜日（その日が国民の祝日に関する法律（昭和23年法律第178号）第3条に規定する休日（以下この表において「休日」という。）に当たるときは、その日の直後の休日でない日）及び12月29日から翌年の1月1日までの日を除く毎日	午前9時30分から午後8時（日曜日及び火曜日にあつては、午後6時）まで（展示室及び小展示室にあつては、午前10時から午後4時30分まで）

2 知事は、特別の理由があると認めるときは、開館日及び開館時間を変更することができる。

(行為の禁止)

第3条 センターに入館する者（以下「入館者」という。）は、凶器、爆発物その他の危険物又は旗、プラカードその他秩序を乱すおそれがある物品をセンター内に持ち込んで서는ならない。

2 入館者は、センター内において次に掲げる行為をしてはならない。

- (1) みだりに放歌高唱する等騒がしい行為をすること。
- (2) センターの施設及び設備を損傷し、又は汚損すること。
- (3) 物品の販売又は寄付金の募集を行うこと（センターの長（以下「センター長」という。）の承認を受けた場合を除く。）。
- (4) 壁、柱等に張り紙等をし、又はくぎ等を打つこと（センター長の承認を受けた場合を除く。）。
- (5) 前各号に掲げる行為のほか、知事が別に定める行為

(特定施設利用承認の申請等)

第4条 条例第6条第1項前段の規定による特定施設の利用の承認（以下「特定施設利用承認」という。）の申請は、特定施設利用承認申請書（様式第1号）により行うものとする。

2 特定施設利用承認の申請は、利用日（利用日が2日以上にわたるときは、その初日とする。以下同じ。）の属する月の初日前3月から行うことができる。ただし、相当の理由があり、かつ、センターの管理に支障がないときは、この限りでない。

3 知事は、特定施設利用承認をしたときは特定施設利用承認書（様式第2号）を、特定施設利用承認をしないときは特定施設利用不承認書（様式第3号）を申請者に交付するものとする。

(特定施設利用変更承認の申請等)

第5条 条例第6条第1項後段の規定による承認を受けた事項の変更の承認（以下「特定施設利用変更承認」という。）の申請は、特定施設利用変更承認申請書（様式第4号）に

より行うものとする。

- 2 特定施設利用変更承認の申請は、利用日までに行わなければならない。
- 3 知事は、特定施設利用変更承認をしたときは特定施設利用変更承認書（様式第5号）を、特定施設利用変更承認をしないときは特定施設利用変更不承認書（様式第6号）を申請者に交付するものとする。

（使用料の納付の時期）

第6条 条例第8条の規定による使用料は、利用日までに納付するものとする。

- 2 前項の規定にかかわらず、知事がやむを得ないと認めたときは、知事が別に定める日までに使用料を納付するものとする。

（使用料の減免）

第7条 条例第9条の規定に基づき知事が使用料を減免できる場合は、次の表の左欄に掲げる場合とし、その減免額は、同表の右欄に掲げる額とする。

学校教育法（昭和22年法律第26号）第1条に規定する学校の園児、児童、生徒又は学生が教育活動の一環として施設を利用する場合	使用料の全額
県又は市町村が研修会、講演会、会議等を開催するため施設を利用する場合	使用料の全額
その他知事が特別の理由があると認める場合	知事が必要と認める額

- 2 使用料の減免を受けようとする者は、特定施設利用承認の申請に併せて、施設使用料減免申請書（様式第7号）により知事に申請しなければならない。
- 3 知事は、前項の申請があった場合において、使用料の減免を決定したときは、施設使用料減免決定通知書（様式第8号）を申請者に交付するものとする。

（使用料の返還）

第8条 条例第10条ただし書の規定により使用料の返還を受けようとする者は、施設使用料返還申請書（様式第9号）に特定施設利用承認書及び使用料を納付したことを証する書面を添えて知事に申請しなければならない。

（委任）

第9条 この規則に定めるもののほか、センターの管理に関し必要な事項は、知事の承認を得てセンター長が別に定める。

付 則

この規則は、平成17年4月1日から施行する。

(3) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター客員研究員設置規程

第1 趣 旨

この規程は、茨城県霞ヶ浦環境科学センター（以下「センター」という。）における客員研究員に関し、必要事項を定める。

第2 目 的

大学や外部研究機関等における環境科学に関連する分野で、相当の研究実績及び専門的知識を有する研究者を客員研究員として委嘱し、研究企画、研究手法、研究成果のとりまとめ等についての指導・助言を得ることにより、研究機能の向上及び活性化並びに研究体制の充実を図ることを目的とする。

第3 委 嘱

- 1 客員研究員は、環境科学に関連する分野で相当の研究実績及び専門的知識を有し、センターの研究に資すると認められる大学や外部研究機関等の研究者の中から、センター長が委嘱する。
- 2 委嘱期間は、1月以上1年以内とする。ただし、再任を妨げない。

第4 職 務

客員研究員は、センター長の依頼に基づき、次の項目について、指導・助言を行う。

- (1) 研究企画、研究手法及び研究成果のとりまとめ
- (2) 研究の進め方
- (3) その他、研究の推進に寄与するもの

第5 報償等

- 1 客員研究員に対する報償は、予算の範囲内で支給することとする。
- 2 客員研究員に対する旅費支給の等級格付けは、行政職給料表の7級相当の額とする。

第6 その他

- 1 客員研究員に対する依頼は、必要に応じてセンター長が行う。
- 2 この規程に定めるもののほか、客員研究員の取扱に関して必要な事項は、センター長が別に定める。

附 則

この規程は、平成17年7月15日から施行する。

附 則

この規程は、平成18年4月11日から施行する。

附 則

この規程は、平成24年1月24日から施行する。

(4) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター 第3期中期運営計画

I 中期運営計画の期間

第3期中期運営計画の期間は、令和3年度から7年度の5年間とする。

II 霞ヶ浦環境科学センターの果たす役割

県では、茨城県環境基本計画を定めて、県内環境の保全と維持に努めているが、霞ヶ浦等の湖沼の水質や人の健康に影響を与える光化学オキシダント濃度が継続して環境基準未達成となっており、今後も引き続き水質保全対策及び大気保全対策を推進する必要がある。

特に、霞ヶ浦については、昭和56年に霞ヶ浦富栄養化防止条例を制定し、また、昭和61年度からは湖沼水質保全特別措置法に基づく湖沼水質保全計画を5年ごとに策定し、生活排水対策や工場・事業場対策など陸域からの汚濁負荷量の削減などの水質保全対策を総合的・計画的に推進してきた。また、平成20年度からは森林湖沼環境税を導入し、生活排水対策や農地対策などの強化を図ってきた。その結果、霞ヶ浦湖内の水質は、COD(化学的酸素要求量)で見ると、平成21年度の9.5mg/Lをピークとして低下傾向にあり、令和元年度には6.9mg/Lとなったが、環境基準(3mg/L)と比較すると依然として高い濃度で推移している。

このような状況の中、センターの役割は、本県の環境上の課題を解決するため、「調査研究・技術開発」、「環境学習」、「市民活動との連携支援」、「情報・交流」を柱とした取組を、それぞれ連携を図りながら進めていくことである。

調査研究・技術開発においては、環境分野における県の唯一の研究機関として、調査研究や実態把握に取り組むことはもとより、調査研究の成果から効果的かつ実効性のある対策を立案・提案していく。特に霞ヶ浦の水質保全対策に関しては、国等の研究機関や大学と連携して、調査研究・技術開発を行い、水質浄化対策の提言を行っていく。

また、環境学習の拠点として、県民の環境保全に対する意識の高揚を図るため、子どもから大人まで「学び」「考え」「行動」ができる体験型学習の場を提供するとともに、市民活動との連携・支援を図り、多くの関係機関が協働して環境保全活動に取り組めるようにする。

さらに、ITネットワークの活用促進などにより、霞ヶ浦に関する情報等を国内外に分かりやすく広報・発信するとともに、県民や関係機関、国内外の研究者との交流を促進し新たな知見を収集することにより、今後の環境保全対策に役立てていく。

<本計画とSDGsの17の目標との関連性について>

「持続可能な開発目標」(Sustainable Development Goals : SDGs)は、平成27(2015)年9月25日の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」にて記載された2016年から2030年までの国際目標であり、持続可能な世界を実現するための17のゴール、169のターゲットから構成されている。

その内、本計画で取り組む内容と関連性の高い目標は次のとおりである。



Ⅲ 県民に対して提供する業務

1 調査研究・技術開発

センターの行う調査研究・技術開発は、その性質などから、次の3つの区分に分類する。先進的基盤研究及び政策推進研究については、モニタリング・調査解析で得られた現状のデータを基礎に、相互に連携しながら発展させ、環境保全対策に繋げていく。

また、業務の質的向上のため、高度な専門的知識を有する客員研究員からの指導・助言を受けるとともに、国や他県の研究機関、大学、県の試験研究機関等との連携を強化し、共同研究などを積極的に実施する。

○モニタリング・調査解析

現状を把握するための基礎的データの収集と調査結果の解析を行い、環境の変化や課題を明らかにする。

○先進的基盤研究

今後問題となるような課題に対する先進的研究、長期的に取り組むべき課題や新たな分析技術の開発など基盤的技術となる研究を行い、将来的な政策推進に活用する。

○政策推進研究

環境保全に関する政策推進のため、施策効果の総合的な検証や、施策実施のための総合的な調査解析等を行い、施策等の方向性やあり方を提言する。

また、調査研究等により集積した知見をもとに、水環境や大気環境に生じた諸現象に

係る要因解析及び施策提言により技術的支援を行う。

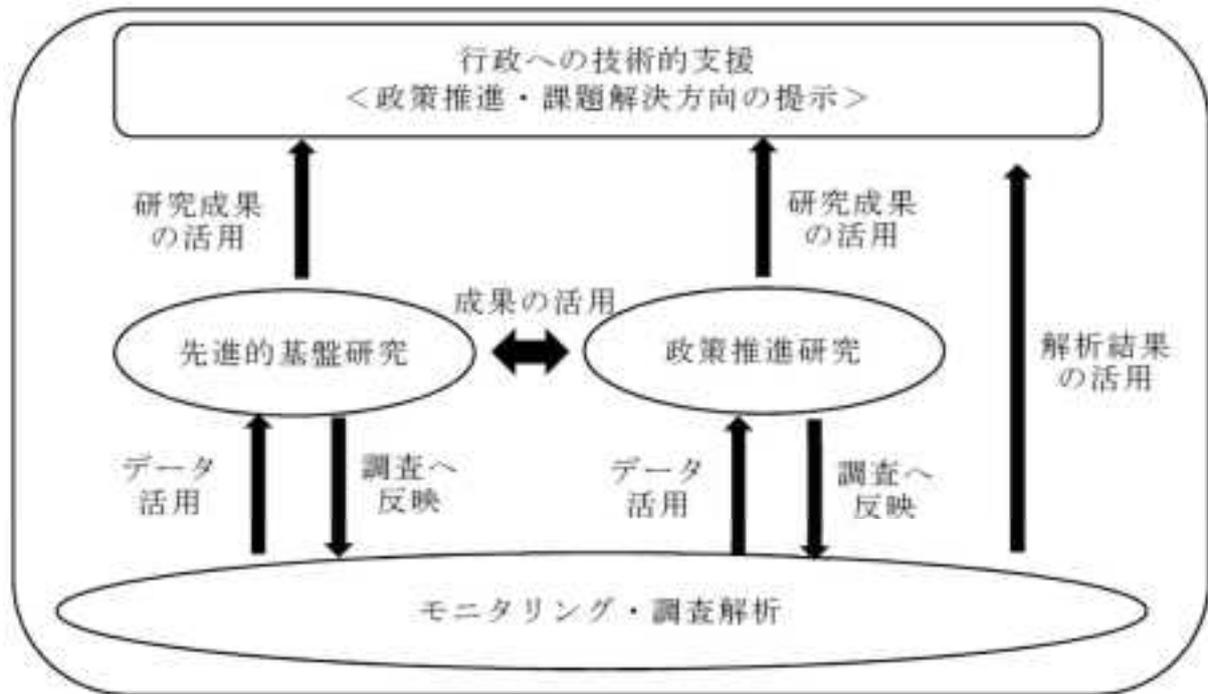


図 調査研究・技術開発業務の関係

(1) 湖沼環境に関する調査研究・技術開発

センターでは、霞ヶ浦をはじめとする県内湖沼について、水環境保全を目的として様々な調査研究を実施している。

<霞ヶ浦に関する調査研究>

霞ヶ浦*の水質は、令和元年度はCOD 6.9 mg/L(霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画(第7期)の目標値:7.4 mg/L)と目標値より低く推移し、全窒素1.1 mg/L(同:1.0 mg/L)、全りん 0.094 mg/L(同:0.083 mg/L)は目標値前後の値で横ばいで推移しているが、環境基準と比較すると依然として高い値である。

これまでセンターでは、霞ヶ浦の水質改善を目指した効果的な水質保全対策提言のための基礎データを得るため、霞ヶ浦湖内の汚濁要因の解明や、流域からの汚濁負荷の実態把握等の調査研究を実施してきた。それにより、湖内の有機物の約7割(懸濁態のほぼ全部と溶存態有機物の約4割)が植物プランクトンに由来していることを明らかにした他、アオコ形成藻類を中心とした植物プランクトンの増殖メカニズムの解明を行い、得られたデータをもとに、霞ヶ浦におけるアオコの発生規模を3~4か月前に予測できるシステムを構築し、アオコ情報を発信した。

また、流域からの汚濁負荷に関する調査研究では、北浦の北部に流入する銚田川や巴川の窒素濃度が高い原因として、流域の農地に投入された化成肥料や堆肥等由来の窒素成分が土壌中に蓄積し、それが徐々に河川に流出していることを明らかにした他、農林部局と共同で、レンコンの低負荷肥料の開発、水田地帯における農業排水の循環利用手法の開発等、技術開発にも携わってきた。

さらには、世界湖沼会議を契機として行った霞ヶ浦の生態系サービスの経済評価に関する調査研究では、国内初の研究事例として、霞ヶ浦のめぐみを貨幣換算することで多

様な生態系サービスの価値評価を統合的に行った。

センターにおいては、今後も水質や植物プランクトンについての詳細調査を実施し、その変動要因を解析するとともに、COD変動の直接の要因である植物プランクトンの動態解明と、その増殖要因である窒素・リンの削減に向けた調査研究・技術開発を進めていく。さらには、各調査研究で得られたデータをもとに構築・改良した水質予測モデルを活用し、湖内だけでなく流域全体の物質循環を意識しつつ水域ごとに効果的な水質保全対策について提言する。

また、平成30年度に開催した世界湖沼会議において発出された「いばらき霞ヶ浦宣言2018」の理念のもと、霞ヶ浦の生態系サービスに関する調査研究にも注力し、霞ヶ浦のめぐみの享受という視点をもった施策提言につなげていく。

さらには、霞ヶ浦の水質変動要因や汚濁負荷削減対策等に係るこれまでの調査研究成果の国内外での発表を通じて、湖沼の環境保全に貢献する。

※霞ヶ浦は、西浦、北浦、常陸利根川の総称（「霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画」による）をいう。

< 湖沼・牛久沼に関する調査研究 >

湖沼や牛久沼についても、CODや全窒素・全リンの環境基準未達成の状況が継続しており、その汚濁機構の解明のために、湖内の水質詳細調査等を実施し、解析を行っていく。

ア モニタリング・調査解析

① 霞ヶ浦の水質詳細調査・解析

【研究の方向】

研究推進等のために必要な霞ヶ浦の水質やプランクトン等の調査を行うとともに、他機関も含めたデータの収集・解析を行う。

また、県民の水質への理解を深めるとともに、各種専門家会議や議会などへの説明に資するため、資料作成を行う。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> 研究推進のために必要な霞ヶ浦の水質やプランクトン等の調査を実施し、結果を公表した。 調査結果を解析し、夏季に毎週アオコ情報をホームページ等で発信することで関係機関への注意喚起、迅速なアオコ対策に貢献した。 降雨負荷を調査し、水質保全計画策定の基礎資料とした。 霞ヶ浦における水質の分布状況や変動傾向を把握し、気象データ等と併せて解析することで水質の変動原因について検討し、霞ヶ浦専門部会等で報告した。 	<ul style="list-style-type: none"> 研究推進のために必要な霞ヶ浦の水質やプランクトン等の調査を実施し、結果を公表する。 調査結果を解析し、「アオコ情報」や水質保全計画のための基礎資料、水質予測モデルによる湖内水質解析など研究の推進に活用する。 各種専門家会議や議会などへの説明に資するため、資料作成を行う。

② 湖沼・牛久沼の水質詳細調査・解析

【研究の方向】

湖内における汚濁機構を解明するため、水質やプランクトン等の詳細調査を行う。
 流入河川の特性に合わせた効果的な浄化対策手法を検討するため、流入河川の負荷
 量調査等を行う。

③ 事案発生時のモニタリング・調査解析

【研究の方向】

魚類へい死等の緊急水質事案、地下水事案、土壌汚染、廃棄物の不法投棄事案等の
 発生時には、主に担当する大気・化学物質研究室の業務を支援し、適切に対応する。

イ 先進的基盤研究

① 水質変動要因の解明に係る調査研究

【研究の方向】

北浦の水質汚濁機構解明に関する調査研究については、北浦における底泥からの栄
 養塩の溶出による負荷の寄与を検討するとともに、貧酸素化や溶出が起こりやすい場
 所を特定し、北浦浄化対策立案の一助とする。

水質予測モデルの活用による浄化対策効果の検証に関する調査研究については、現
 在のシミュレーションモデルをより使いやすいモデルに再構築し、水質浄化のための
 施策効果の検証や予測を行う。

湖内流況等の変化に関する調査研究については、近年の気候変動の影響による湖内
 の状況変化や流況の変化、流入負荷の変化を明らかにする。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<p>(ア) 北浦の水質汚濁機構解明に関する調査研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・北浦全域において湖内の流況等を観測し、水質変動の状況を把握した。 ・茨城大学や国土交通省と共同調査を行い、北浦において夏季に貧酸素水塊が形成されるメカニズムと、その分布状況を明らかにした。 <p>(イ) 水質予測モデルの活用による浄化対策効果の検証に関する調査研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構築した霞ヶ浦水質予測モデルを活用し、数値シミュレーションにより、様々な水質変動の要因を明らかにした。 <p>(ウ) 霞ヶ浦の長期的な水質変動機構に関する調査研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国立環境研究所と共同で長期的な水質変動要因の解明を行い、過去40年間における湖内の水質等の変動時期を特定し、CODや全窒素・全りんに影響を及ぼす主要な要因を明らかにした。 	<p>(ア) 北浦の水質汚濁機構解明に関する調査研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・北浦の流況及び水質調査や底質調査、霞ヶ浦水質予測モデルによる解析などにより、北浦で水質汚濁が進行している要因を解明し、底層DOの類型指定に向けた基礎的知見の集積を図る。 <p>(イ) 水質予測モデルの活用による浄化対策効果の検証に関する調査研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・霞ヶ浦水質予測モデルの改良と評価を行い、水質浄化対策の効果検証や気象条件等による湖内水質変動の予測を行う。 <p>(ウ) 湖内流況等の変化に関する調査研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近年の気候変動の影響による湖内の状況変化や流況の変化、流入負荷の変化を調査検討する。

② 植物プランクトンの発生要因の解明に係る調査研究

【研究の方向】

霞ヶ浦の水質に大きく影響を及ぼす植物プランクトンに関し、CODのみならず全有機炭素、全窒素、全りんや栄養塩の形態にも着目して物質循環に繋がるような研究を展開することで、植物プランクトンの発生を抑制し水質を改善するための基礎資料とする。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・西浦（土浦入）で発生するMicrocystisを主としたアオコの発生機構を解明し、人工知能を搭載したアオコ予測システムを構築することで、アオコの発生予測を可能にした。 	<ul style="list-style-type: none"> ・CODの寄与の大きい植物プランクトンの増殖要因を解明する。 ・植物プランクトンの増殖要因を踏まえ、水域毎に有効な浄化対策を提案する。

③ 生態系サービスに関する調査研究

【研究の方向】

霞ヶ浦における生態系サービスを、住民の生態系サービスに対する意識変化なども考慮して再評価し、今後の霞ヶ浦のあり方を検討する際の基礎資料とする。

霞ヶ浦の水環境を評価する指標について、これまでの水質だけでなく、生態系サービスに関する新たな指標について検討する。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・供給、調整、文化的、基盤サービスのサービス毎に項目や享受量の変遷を調査したところ、供給、調整サービスの享受量は増え、一方で基盤サービスは減少している結果だった。 ・霞ヶ浦の経済評価を実施すると、年間合計で1,000億円以上となり、供給、調整サービスの金額が大きいことが明らかとなった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生態系サービスの評価手法に係る課題を再検討し、霞ヶ浦の生態系サービスに係る住民の意識変化やニーズも考慮して、霞ヶ浦の水環境を評価するとともに、新たな指標に係る施策策定の基礎資料として供する。

ウ 政策推進研究

① 流域からの汚濁物質の排出に関する調査研究

【研究の方向】

小規模事業所の規制強化や生活排水対策の重点対策をはじめとする各種水質浄化対策による流入河川水質の変化を調査し、効果を検証する。

また、その他実施される対策について、必要に応じ効果を検証する。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・霞ヶ浦の湖畔及び流入河川に設置した浄化施設を稼動させたことによる水質改善効果を検証した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模事業所の規制強化流域からの排出負荷の削減状況を検証する。 ・単独処理浄化槽を高度処理型浄化槽に集中的に転換する北浦モデル地区での排出負荷の削減状況を検証する。 ・流入河川における水質浄化対策の効果を

	検証する。 ・新たに実施される対策について、必要に応じ効果を検証する。
--	--

② 農地からの汚濁物質の排出抑制手法に関する調査研究

【研究の方向】

農地からの面源負荷排出抑制対策について、農林水産部と連携し、環境負荷の評価を行い、面源負荷の削減に繋げる。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・園芸研究所が開発中のハス田への診断施肥技術の効果を把握するため、霞ヶ浦流域にあるハス田3地点において水質汚濁負荷量を調査した。 ・新たに流通可能となった、堆肥と化学肥料を混合した「混合たい肥複合肥料」の土壌中の窒素動態を明らかにした。 ・銚田川・巴川の窒素の起源は、大部分が畑地に施用された化成肥料や堆肥等に由来することを明らかにし、流域における窒素の挙動を解析するモデルを構築した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・農林水産部と共同で、農地からの汚濁負荷排出抑制に係る調査研究を行う。 ・研究成果に基づき、農地からの排出負荷抑制対策を提案する。

(2) 大気環境・化学物質に関する調査研究

茨城県の大気環境は、二酸化硫黄、二酸化窒素、一酸化炭素、浮遊粒子状物質、微小粒子状物質（PM_{2.5}）及びベンゼン等の有害大気汚染物質について、おおむね環境基準等を達成している。

しかし、光化学オキシダントは、県内全ての測定局において環境基準未達成の状況が続いている。

センターにおいては、今後も環境基準未達成要因の解析や汚染機構解明に向けた調査研究を行っていく。

また、有害大気汚染物質及び百里飛行場周辺の航空機騒音の調査を実施し、環境基準の達成状況等の把握に加え、化学物質等の実態調査も実施する。

ア モニタリング・調査解析

① 微小粒子状物質（PM_{2.5}）に関する調査解析

【研究の方向】

県内のPM_{2.5}の発生要因や地域特性を明らかにする。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・常時監視のデータ解析や成分分析を行い、県内の季節変動や高濃度日の状況を把握した。 ・国立環境研究所や他県等の研究機関と協力し、広域的な高濃度事例解析を行うと 	<ul style="list-style-type: none"> ・成分分析調査を継続的に実施することで県内の特性を明らかにするとともに、高濃度時にはその原因調査を行う。 ・国立環境研究所や他県等の研究機関と協力し、広域的な高濃度事例解析を行い、大

ともに、詳細な成分分析を実施した。	陸や都市部からの移流等も含めた挙動を明らかにする。
-------------------	---------------------------

② 光化学オキシダントの高濃度要因に関する調査解析

【研究の方向】

移流による光化学オキシダントの高濃度現象に加え、地域的な要因による高濃度現象の実態を解析する。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> 高濃度要因を解明するため、光化学オキシダント発生要因である炭化水素についてオゾン生成能を評価し、実態調査結果を反映した光化学オキシダント濃度の予測モデルを構築した。 窒素酸化物濃度や気象状況など他の要因の調査を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> 国立環境研究所や他県等の研究機関と協力し、窒素酸化物濃度や気象状況など他の要因の調査解析を行うとともに、炭化水素や揮発性有機化合物等の詳細な成分分析を実施することで、都市部からの移流等も含めた高濃度化時の挙動を明らかにする。

③ 有害大気汚染物質等の調査解析

【調査の方向】

大気汚染防止法に基づき、ベンゼン等の人の健康を損なうおそれのある有害大気汚染物質について、継続して調査を実施し環境基準等の達成適合状況を把握するとともに、高濃度が検出された場合には、排出事業場等の調査を実施する。

また、アスベスト及びフロン類については大気環境中の実態調査を行うとともに、県民に対し情報提供するための調査を継続する。

更に、酸性雨については、全国の地方自治体の環境研究機関の調査に加わることで、国内における本県の状況を把握する。

④ 航空機騒音の調査解析

【調査の方向】

百里飛行場の航空機騒音について、航空機騒音調査を実施し、環境基準の適合状況を把握する。

⑤ 化学物質の調査解析

【調査の方向】

県が策定した公共用水域の水質測定計画に基づき、県内の河川、湖沼において、要監視項目や内分泌攪乱化学物質の実態を把握する。

国が実施している環境中の化学物質の調査に協力し、県内の状況を把握する。

⑥ 事案発生時のモニタリング・調査解析

【調査の方向】

魚類へい死等の緊急水質事案や有害物質による地下水汚染事案、廃棄物の不法投棄事案等、環境に関する事案解決のために、各種検体の分析を行うとともに、原因解明に向けて技術的側面から取り組む。対応にあたっては、必要に応じ湖沼環境研究室とも協力し、適切に対応する。

魚類へい死等の緊急水質事案の発生時には、茨城県緊急水質事案対策要領に基づき

関係機関と協力しながら原因物質の検査等を迅速に実施する。

地下水事案については、茨城県地下水汚染対策事務処理要領に基づき、関係機関と連携して硝酸性窒素やひ素等の各種検体の分析を実施し、原因解明のための調査・解析を行う。

土壌汚染、廃棄物の不法投棄等の事案については、迅速に各種検体の分析を実施し、事案解決に向けての対応を行う。

事案解決や拡大防止のため、関係機関と連携して調査計画を立案するなど積極的に対応する。

市町村が対応している騒音・振動・悪臭苦情については、測定方法の研修や測定装置の貸出し等を行い、技術的支援を行う。

イ 先進的基盤研究

① 緊急時モニタリング技術の研究

【研究の方向】

水・土壌中や大気中の化学物質を迅速かつ定量的に標準物質を使わず一斉分析する手法を開発することにより、センターの緊急事案対応能力を強化する。

② 化学物質等による環境影響の先行調査・研究

【研究の方向】

将来課題となりそうなテーマについて、将来のモニタリングに向けた事前調査や、分析精度の向上、最新の分析技術の導入など自主的な調査研究を実施する。

ウ 政策推進研究

① 微小粒子状物質（PM2.5）に関する調査研究

【研究の方向】

移流による影響を含めPM2.5の総合的な発生源解析を行うことにより、高濃度要因を把握し、必要な対策を提案する。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質調査会議において、常時監視のデータ解析や成分分析を行い、高濃度発生要因の解明を進めた。 	<ul style="list-style-type: none"> ・関東地方大気環境対策推進連絡会で推進する解明調査に参加し、高濃度要因を把握し、必要な対策を提案する。

2 環境学習（外部人材育成、教育活動）

【事業の方向】

幅広い年代の県民が、日々の暮らしの中で環境保全活動に取り組めるよう、霞ヶ浦をはじめとした県内の環境に関する体験的な環境学習等に取り組むとともに、環境に対する意識の高い児童・生徒を育むための人材育成に取り組むこととする。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・小中学生等を対象に湖上体験スクールを実施した。 ・第17回世界湖沼会議における学生会議を 	<ul style="list-style-type: none"> ・教育機関、地域人材及び社会教育施設等と連携のうえ、社会の変化や実態を踏まえ、オンラインの活用等、環境学習内容

<p>契機に、環境学習成果発表会の規模を大幅に拡充し、次世代間の交流を促進した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 幅広い年代を対象に、自然観察会や霞ヶ浦について総合的に考察する霞ヶ浦学講座、霞ヶ浦流入河川の環境を体感するアクティブラーニングツアー、親子を対象とした自然科学の基礎を学ぶためのサイエンスラボを実施した。 展示室の各コーナーにおいて霞ヶ浦の歴史や暮らし、生き物、水質などに関する情報を周知するとともに、研修室等での実験を通じた体験型の環境学習を実施した。 出前講座として、学校や市民団体の活動の場において環境学習を実施した。 7月の海の日から9月1日の霞ヶ浦の日を水質浄化強調月間とし、小中学生を対象とした霞ヶ浦水質浄化ポスターコンクールを実施するとともに多数の県民が訪れる霞ヶ浦ECOフェスティバルや親子を対象とした夏休みわくわくキッズ等啓発イベントを開催した。 環境月間フェスティバルや環境学習フェスタを開催するとともに、年間を通じて他主催のイベント等へ参加し、県民の水質浄化意識の向上に努めた。 	<p>等の充実を図りながら、引き続き環境学習や普及啓発事業に取り組み、県民の環境保全意識の高揚を図る。</p> <ul style="list-style-type: none"> 第17回世界湖沼会議における学生会議の趣旨を引き継ぎ、引き続き、小・中・高校生等による環境学習や環境保全活動の成果を発表する機会を設け、次世代における環境保全意識の活性化及び次世代間の交流促進を図る。 教育庁、茨城県教育研究会及び生涯学習関連機関と連携のうえ、重点的に環境学習に係る指導者の養成を図る。 効果的な環境学習の実施に取り組むため、センターの立地環境や、調査研究成果の活用も検討する。 <p>数値目標 環境学習指導者養成人数 200名</p>
--	--

3 市民活動との連携・支援

【事業の方向】

県民、市民団体、事業者、霞ヶ浦流域市町村などと連携して環境保全に係る取り組みを進めるとともに、各主体が自主的かつ積極的に環境問題についての理解を深め、環境保全活動を実践できるよう、支援、情報提供に取り組んでいく。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> 霞ヶ浦の水質浄化運動を促進するため、流域市町村により構成される霞ヶ浦問題協議会の活動を支援した。 国・県・土浦市・かすみがうら市及び市民団体等との共同企画により水質浄化意識の高揚を図るための啓発事業を実施した。 市民感覚の発想を生かすため、ボランティアであるセンターパートナーの協力を得てセンターの各事業を実施した。 市民団体等が行う環境保全活動を支援す 	<ul style="list-style-type: none"> 引き続き、県民、市民団体、事業者、霞ヶ浦流域市町村と連携のうえ水質保全に係る取り組みを進めるとともに、環境保全団体等を支援し、水質保全活動の促進を図る。 あらためて、県内の環境保全団体等の実態とニーズの把握に努めるとともに、各団体間及びセンターと各団体との具体的な連携の在り方について検討を進めることとする。

るため、経費を補助するとともに活動に必要な機材を貸与した。	
-------------------------------	--

4 情報・交流

【事業の方向】

センターが取り組む調査研究の成果、センターや市町村、市民団体が行う環境保全に係る取り組み等、霞ヶ浦に関する情報を効果的に発信することとする。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<p>(ア) 調査研究関係</p> <ul style="list-style-type: none"> 調査研究の内容・成果について、定期的に研究発表会を開催するほか、出前講座を実施するなどして積極的に広報した。また、年報や研究報告の作成・配布、ホームページ等により、広く一般県民へ情報を発信した。 研究室への見学を積極的に受け入れ、研究内容を理解しやすいよう平易に解説したパネルを設置し定期的に更新した。 <p>(イ) 環境活動推進関係</p> <ul style="list-style-type: none"> 霞ヶ浦をはじめとする水環境保全に関する情報について、ホームページ、SNS、マスメディアなどを活用し広報に努めた。 環境保全に関する文献や資料を収集・整理し、一部を閲覧及び貸与に供した。 第17回世界湖沼会議において、企画・運営に携わるとともに各研究や環境学習の成果について発表を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> 引き続き、ホームページやSNS等を活用し、霞ヶ浦等に関する情報の効果的な発信に努めるとともに、環境保全に係る文献や資料の収集・整理を行う。 小・中・高校生による環境学習等の成果発表会等を通じて、次世代間及び世代間の交流促進を図る。 環境保全団体や事業者等、霞ヶ浦に関連する各主体の交流の機会構築に努め、霞ヶ浦流域における関係者の連携の在り方について検討を行うこととする。

IV 業務の質的向上、効率化のために実施する方策

1 業務の推進体制

県行政の課題、他機関の情報、外部専門家の意見を踏まえ、センター長を中心として、適宜、業務の進捗状況や成果の内部評価を実施し、問題点について解決を図り、確実に業務の目的を達せられるようにする。また、調査研究部門と環境活動推進部門が連携を図り、効果的に業務を推進する。

業務内容の見直しについては、主管課である環境対策課との協議により、行政のニーズを考慮して決定する。

また、専門的能力(知識や技術)が、維持・継承されるような体制構築に務め、業務の効率化を図る。

業務に必要な機器については保守点検を徹底する。

2 内部人材育成

日頃から、課・研究室内及び課・研究室間等で、業務内容について意見交換などを行い、

職員の資質向上を図る。

環境省環境調査研修所の研修制度など外部研修を積極的に活用し、職員の資質向上を図る。

茨城大学や筑波大学、国立環境研究所等の研究員と、日頃から意見交換等を活発に行う等、研究員の意識改革に努めるとともに、研究能力の向上を図る。

国や団体が実施する精度管理プログラムに積極的に参加し、分析技術・計測技術のレベルアップを図る。

若手研究員に対して博士号の取得を積極的に推奨、サポートを実施する。

学会等における研究成果発表や研究論文執筆について、計画的・積極的に進める。

○数値目標 学会等での年当りの発表回数 1回(のべ発表回数/研究員数)

3 県民ニーズの把握

関係市町村からの意見聴取とともに、流域住民や来館者等へのアンケートの実施などにより、日頃から県民ニーズを的確に把握し、業務内容に反映する。

4 客員研究員の活用

研究企画、研究手法、研究成果の取りまとめ等については、高度な専門的知識を有する外部の研究者からの指導・助言が欠かせないため、客員研究員を十分に活用する。

5 他機関との連携

国や他県の関係機関、大学、県の関係機関との連携を強化し、共同研究や共同事業などに積極的に参加する。

大学生等のセンターでの研修活動を支援するなど、大学等との連携を強化する。

6 外部資金の獲得方針

事業を効率的・効果的に推進するため、外部資金の獲得能力を高めるとともに、予算・人員等に配慮しつつ、国の競争的資金等について応募するなど、外部資金の導入・活用を図る。

7 事業評価

県民ニーズに沿った業務を効率的・効果的に推進するため、中期運営計画の進捗状況について、定期的に公正かつ客観的な評価を実施する。

評価結果に基づき、必要に応じ業務の内容や推進方法の変更などを検討し、改善を図る。

(5) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター 第2期中期運営計画

I 第2期中期運営計画の期間

第2期中期運営計画の期間は、平成28年度から32年度の5年間とする。

II 霞ヶ浦環境科学センターの果たす役割

県では、茨城県環境基本計画を定めて、県内環境の保全と維持に努めているが、霞ヶ浦等の湖沼の水質や人の健康に影響を与える光化学オキシダント濃度が継続して環境基準未

達成となっており、また平成21年度に環境基準が設定された微小粒子状物質(PM_{2.5})も環境基準未達成であることから、今後も引き続き水質保全対策及び大気保全対策を推進する必要がある。

特に、霞ヶ浦については、昭和56年に霞ヶ浦富栄養化防止条例を制定し、また、昭和61年度からは湖沼水質保全特別措置法に基づく湖沼水質保全計画を5年ごとに策定し、生活排水対策や工場・事業場対策など陸域からの汚濁負荷量の削減などの水質保全対策を総合的・計画的に推進してきた。また、平成20年度からは森林湖沼環境税を導入し、生活排水対策や農地対策などの強化を図ってきた。その結果、霞ヶ浦湖内の水質は、COD(化学的酸素要求量)で見ると、平成21年度の9.5mg/Lをピークとして低下傾向にあり、平成25年度には6.8mg/L、26年度も7.0mg/Lとなったが、環境基準(3mg/L)と比較すると依然として高い濃度で推移している。

このような状況の中、センターの役割は、本県の環境上の課題を解決するため、「調査研究・技術開発」、「環境学習」、「市民活動との連携支援」、「情報・交流」を柱とした取組を進めていくことである。

調査研究・技術開発においては、環境分野における県の唯一の研究機関として、調査研究や実態把握に取り組むことはもとより、調査研究の成果から効果的かつ実効性のある対策を立案・提案していく。特に霞ヶ浦の水質保全対策に関しては、国等の研究機関や大学と連携して、調査研究・技術開発を行い、水質浄化対策の提言を行っていく。

また、環境学習の拠点として、県民の環境保全に対する意識の高揚を図るため、子どもから大人まで「学び」「考え」「行動」ができる体験型学習の場を提供するとともに、市民活動との連携・支援を図り、多くの関係機関が協働して環境保全活動に取り組めるようにする。

さらに、霞ヶ浦に関する情報等を国内外に分かりやすく広報・発信するとともに、県民や関係機関、国内外の研究者との交流を促進し新たな知見を収集することにより、今後の環境保全対策に役立てていく。

Ⅲ 県民に対して提供する業務

1 調査研究・技術開発

(1) 霞ヶ浦等の湖沼に関する調査研究・技術開発

霞ヶ浦の水質は、平成26年度はCOD 7.0mg/L(第6期湖沼水質保全計画の目標値: 7.4mg/L)、全窒素 1.2mg/L(同: 1.0mg/L)、全りん 0.090mg/L(同: 0.084mg/L)と目標値前後まで改善したが、環境基準と比較すると依然として高い値である。

これまでセンターでは、湖内の水質や植物プランクトンなどについて調査研究を行い、植物プランクトンの増殖による有機物の増加、底泥からの溶出による栄養塩の増加及び湖内での窒素の自然浄化等の水質変動要因の解析と水質汚濁機構の解明をしてきた。例えば、湖内の有機物の約7割(懸濁態のほぼ全部と溶存態有機物の約4割)が、植物プランクトンに由来していることや、湖内で優占する植物プランクトン種は、珪藻類(平成17年度以前)から糸状藍藻類(平成18年から22年)を経て、アオコ形成藍藻のミクロキスティス(平成23年以降の夏季)へと変遷しているが、この要因が、無機系懸濁物質の増減による光環境の変動であることを明らかにした。更に、北浦の北部に流入する銚田川の窒素濃度の影響を受け湖内窒素濃度は上昇しているが、河川流入水域では脱窒活性も高く、湖内窒素濃度の低減に寄与していること、また、硝酸性窒素の存在が底泥

からのりんの溶出を抑制していることなども明らかにしている。

センターにおいては、今後も水質や植物プランクトンについての詳細調査を実施し、その変動要因を解析するとともに、COD変動の直接の要因である植物プランクトンの動態解明と、その増殖要因である窒素・りんの削減に向けた調査研究・技術開発を進めていく。

また、瀬沼や牛久沼についても、CODや全窒素・全りんの環境基準未達成の状況が継続しており、その汚濁機構の解明のために、湖内の水質詳細調査等を実施し、解析を行っていく。

特に、世界湖沼会議を見据えて、霞ヶ浦流域からの窒素負荷の把握や農地からの削減に係る研究に重点的に取り組んでいくとともに、霞ヶ浦の水質変動要因や汚濁負荷削減対策等に係るこれまでの調査研究成果の発表を通し、国際的な湖沼の環境保全に貢献する。

① 水質変動要因の解明

【研究の方向】

霞ヶ浦湖内の詳細調査を実施し、霞ヶ浦の水質変動要因を解明する。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> 湖内の水質変動の解析や湖沼水質保全計画の策定に必要な水質や植物プランクトンのデータを収集した。 霞ヶ浦は底泥からのりん溶出による影響が大きいので、底泥からの溶出機構を組み込んだシミュレーションモデルを構築し、霞ヶ浦の水質変動の再現ができるようにした。 	<ul style="list-style-type: none"> 湖内の水質変動要因の解明のために必要な水質やプランクトン等のデータを収集し、解析する。[継続] 霞ヶ浦水質予測モデルに、毎年度の調査研究成果等を組み込み、水質変動を解明する。 霞ヶ浦水質予測モデルにより、水質浄化対策の効果検証を行う。 研究成果に基づき、水質浄化対策を提言する。

② アオコの発生要因の解明

【研究の方向】

霞ヶ浦の水質に大きく影響を及ぼす植物プランクトンに関し、その優占に係わる環境条件を明らかにする。これにより、過去に優占した植物プランクトンの要因を解明でき、また、環境条件により、将来優占する植物プランクトンの予測も可能となる。

平成23年度以降、夏季にアオコが発生していることから、まずは、ミクロキスティスの動態解明を行う。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> 霞ヶ浦の植物プランクトンについては、CODが上昇した平成18～22年度に優占していた糸状藍藻について優占機構を明らかにした。 平成23年夏にアオコが大発し次年度以降も発生が予測されたことから、アオコの 	<ul style="list-style-type: none"> アオコの発生規模や発生時期等の予測を行うため、ミクロキスティスの底泥や湖水中の現存量把握等を行い、アオコの発生・移動・集積機構など動態を解明する。 今後もアオコの発生が予測されることから、「アオコ情報」の発信を行う。

発生要因について解析し、短期の発生状況を予測した「アオコ情報」を平成24年度から発信している。	・アオコの動態をモデル化し、アオコの発生予測を行い、アオコ情報の精度向上を図る。
---	--

③ 流域からの汚濁負荷の把握

【研究の方向】

霞ヶ浦流域の負荷を正確に把握する。特に農地は施肥等により窒素の負荷割合が高く、また、畜産業から発生する家畜排せつ物を堆肥として施肥している実態もあることから、農地からの窒素負荷の動態並びに流域土壌中に許容できる環境容量について研究する。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・ 銚田川流域について窒素の動態に関するモデルを構築し、地下水や銚田川の窒素濃度の予測を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 北浦流域において、土壌、地下水、表流水中の分解・形態変化、蓄積・溶脱・地下浸透過程等の把握のための調査を行い、窒素動態の解明を行う。 ・ 銚田川の窒素モデルを発展させ北浦流域の窒素循環モデルを構築し、その解析から北浦流域の環境容量を求める。 ・ 水質保全計画で利用している農地に関する原単位や溶脱率、流出率等を再検証する。 ・ 研究成果に基づき、水質浄化対策に関する提言を行う。

④ 農地からの汚濁物質の削減手法の開発

【研究の方向】

水稲田、ハス田など農地からの面源負荷を削減する手法の効果検証を行い、他機関と連携して技術開発を行う。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・ 水稲田について、循環かんがいによる汚濁負荷流出削減効果を明らかにした。 ・ ハス田について、養分吸肥特性に合わせて開発された肥効調節型肥料について、それをを用いることで抑制される栄養塩類の削減量を明らかにした。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農業総合センター等と協力して、農地（ハス田、水田）においては、水質汚濁物質の排出抑制策について検証し、技術開発を行う。 ・ ハス田において畦畔や用排水設備等を整備したことによる汚濁負荷の削減効果を検証する。 ・ 研究成果に基づき、負荷削減対策を提案する。

⑤ 事業場等からの汚濁物質の削減手法の開発

【研究の方向】

小規模事業場排水等の点源負荷の削減手法や小河川等に適用可能な汚濁負荷削減技術等に関する研究を推進し、技術開発を行う。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・小規模事業場の浄化槽処理水の水質改善のための方策について、改善手法を現地実験により検証した。 ・公募型浄化施設による小河川水質の改善効果を検証し、水処理工程の改善に役立てた。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水質浄化が期待できる機器や装置で、十分に性能が検証されていないものについて、実験場所等の検討も含め水質浄化機器、装置の検証を行い、技術開発を行う。 ・河川や事業場排水の処理技術について、情報の収集・解析を行い、技術開発を行う。 ・研究成果に基づき、負荷削減対策を提案する。

⑥ 涸沼の水質詳細調査・解析

【研究の方向】

湖内における汚濁機構を解明するため、水質やプランクトン等の詳細調査及び底泥からの溶出量等の調査を行う。

流入河川の特性に合わせた効果的な浄化対策手法を検討するため、流入河川の負荷量調査等を行う。

⑦ 牛久沼の水質詳細調査・解析

【研究の方向】

湖内における汚濁機構を解明するため、水質やプランクトン等の詳細調査及び水収支実態把握調査を行う。

(2) 大気環境・化学物質に関する調査研究

茨城県の大気環境は、二酸化硫黄、二酸化窒素、一酸化炭素、浮遊粒子状物質及びベンゼン等の有害大気汚染物質について、おおむね環境基準等を達成している。

しかし、微小粒子状物質（PM_{2.5}）の平成26年度の環境基準達成率は63%であり、光化学オキシダントは、県内全ての測定局において環境基準未達成の状況が続いている。

センターにおいては、今後も環境基準未達成要因の解析や汚染機構解明に向けた調査研究を行っていく。

また、有害大気汚染物質及び百里飛行場周辺の航空機騒音の調査を実施し、環境基準の達成状況等の把握に加え、化学物質等の実態調査も実施する。

① 微小粒子状物質（PM_{2.5}）に関する調査研究

【研究の方向】

県内のPM_{2.5}の発生要因や地域特性を明らかにするとともに、移流による影響を解析する。また、総合的な発生源解析を行うことにより高濃度要因を把握し、必要な対策を提案する。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<p>常時監視のデータ解析や成分分析を行い、県内の季節変動や高濃度日の状況を把握した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・成分分析調査を継続的に実施することで県内の特性を明らかにするとともに、高濃度時にはその原因調査を行う。 ・国立環境研究所や他県等の研究機関と協

	<p>力し、詳細な成分分析を実施することで、大陸や都市部からの移流等も含めた挙動を明らかにする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発生源解析を行うことで高濃度要因を把握し、常時監視測定局の効果的な配置等を提案する。
--	--

② 光化学オキシダントの高濃度要因に関する調査研究

【研究の方向】

移流による光化学オキシダントの高濃度現象に加え、地域的な要因による高濃度現象の実態を解析する。また、これらの解析に基づく大気汚染モデルを作成し、光化学スモッグ被害の防止対策等に活用する。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・高濃度要因を解明するため、光化学オキシダント発生要因である炭化水素濃度の詳細調査を行い、夏季に植物由来炭化水素が高くなることが判明した。 ・窒素酸化物濃度や気象状況など他の要因の調査を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> ・光化学オキシダントの原因物質である炭化水素について、詳細調査を継続し、実態を把握する。 ・光化学オキシダント高濃度予測モデルを構築し、移流や地域的な要因による光化学オキシダント発生寄与解析を行う。 ・予測モデルの精緻化を進め、光化学オキシダント高濃度時の光化学スモッグ注意報の発令等に活用する。

③ 有害大気汚染物質等の実態把握

【調査の方向】

大気汚染防止法に基づき、ベンゼン等の人の健康を損なうおそれのある有害大気汚染物質について、継続して調査を実施し環境基準等の達成適合状況を把握するとともに、高濃度が検出された場合には、排出事業場等の調査を実施する。

また、アスベスト及びフロン類については大気環境中の実態調査を行うとともに、県民に対し情報提供するための調査を継続する。

更に、酸性雨については、全国の地方自治体の環境研究機関の調査に加わることで、国内における本県の状況を把握する。

④ 航空機騒音の実態把握

【調査の方向】

百里飛行場の航空機騒音について、航空機騒音調査を実施し、環境基準の適合状況を把握する。

⑤ 化学物質の実態把握

【調査の方向】

県が策定した公共用水域の水質測定計画に基づき、県内の河川、湖沼において、要監視項目や内分泌攪乱化学物質の実態を把握する。

国が実施している環境中の化学物質の調査に協力し、県内の状況を把握する。

2 事案対応

魚類へい死等の緊急水質事案や有害物質による地下水汚染事案、産業廃棄物による事案等、環境に関する事案解決のために、各種検体の分析を行うとともに、原因解明に向けて技術的側面から取り組んでいく。

特に、平成 24 年度以降は、地下水事案の増加により、依頼分析の総検体数が 400～900 検体と平成 23 年度以前に比べ 5～10 倍に増加しているが、これらの検査等に迅速に対応していく。

【事業の方向】

魚類へい死等の緊急水質事案の発生時には、茨城県緊急水質事案対策要領に基づき関係機関と協力しながら原因物質の検査等を迅速に実施する。

地下水事案については、茨城県地下水汚染対策事務処理要領に基づき、関係機関と連携して硝酸性窒素やひ素等の各種検体の分析を実施し、原因究明のための調査・解析を行う。

土壌汚染、廃棄物の不法投棄等の事案についても、迅速に各種検体の分析を実施する。

地下水事案、土壌汚染、廃棄物の不法投棄等の事案に対応するため、関係機関と連携して原因究明のための調査計画を立案するなど、事案の拡大防止のために積極的に対応する。

市町村が対応している騒音・振動・悪臭苦情については、測定方法の研修や測定装置の貸出し等を行い、技術的支援を行う。

3 環境学習（外部人材育成、教育活動）

【事業の方向】

幅広い年代の県民が、霞ヶ浦をはじめとした県内の環境について楽しく学び、日々の暮らしの中で意識して環境保全活動に取り組めるよう、環境学習に関する情報や機会の提供等の支援に取り組んでいく。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・小中学生を対象に湖上体験スクールを実施したほか活動の成果発表の場の提供を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> ・引き続き環境学習、普及啓発を実施し、県民の環境保全意識の高揚を図る。
<ul style="list-style-type: none"> ・幅広い年代を対象に霞ヶ浦周辺の自然観察会や霞ヶ浦学講座、親子で参加できるサイエンスラボを実施した。 ・センターの展示室や研修室等での観察、実験をととした体験型の環境学習を実施した。 ・出前講座として、学校や市民団体の活動場所において環境学習を実施した。 ・7月の海の日から9月1日の霞ヶ浦の日を水質浄化強調月間に設定し、夏まつりはじめとした啓発イベントを実施した。 ・年間をととしたイベントの開催やキャンペーンへの参加など、県民の水質浄化意 	<ul style="list-style-type: none"> ・参加者が学習の趣旨を理解できるよう、実施内容・方法等の充実に努める。 ・教職員研修、エコ・カレッジ等をととして環境学習の指導者養成に努める。 <p>数値目標 計画期間中の環境学習の参加者 85,000 名</p>

識の向上に努めた。	
-----------	--

4 市民活動との連携・支援

【事業の方向】

県民、市民団体、事業者、霞ヶ浦流域市町村などと連携して事業を行うとともに、各主体が自主的かつ積極的に環境問題についての理解を深め、環境保全活動を実践できるよう、支援、情報提供に取り組んでいく。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・霞ヶ浦の水質浄化運動を促進し、流域対策を推進するため、流域市町村により構成される霞ヶ浦問題協議会の活動に協力・支援を行った。 ・水生植物とのふれあい、人と人の交流をとおして水質浄化意識を高める市民参加型の啓発事業を実施した。 ・市民感覚の発想を生かし、センター事業に積極的に参画するセンターパートナー（ボランティア）とともに事業を実施した。 ・市民団体等が行う環境保全活動に対して、補助や機材貸出等の支援を実施した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・引き続き、県民、市民団体、事業者、霞ヶ浦流域市町村との連携・支援を行い、霞ヶ浦の水質浄化運動を活発化する。 <p>数値目標 計画期間中の霞ヶ浦の水質浄化運動の参加者 1,200,000名</p>

5 情報・交流

(1) 広報・情報発信

【事業の方向】

センターが取り組む調査研究の成果、センターや市町村、市民団体が実施するイベント情報、霞ヶ浦に関する情報等を県民等に効果的に広報・発信する。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<p>ア 調査研究関係</p> <ul style="list-style-type: none"> ・調査研究の内容・成果について、定期的に研究発表会を開催するほか、出前講座を実施するなどして積極的に広報した。また、年報や研究報告の作成・配布、ホームページ等により、広く一般県民へ情報を発信した。 ・研究室への見学を積極的に受け入れ、研究内容を理解しやすいよう平易に解説したパネルを設置し定期的に更新した。 <p>イ 環境活動推進関係</p> <ul style="list-style-type: none"> ・霞ヶ浦をはじめとする水環境保全に関する情報等について、広報誌、ホーム 	<ul style="list-style-type: none"> ・県民の環境に関する理解を深めるため、引き続き、調査研究や霞ヶ浦等に関する情報を発信する。 ・センター内に設置する情報発信委員会を定期的に開催し、分かりやすく、効果的な情報発信の検討・実施を図る。 ・ホームページの一層の充実を図るとともに、双方向の情報交換のため、SNSの利点と課題を整理したうえで、効果的な手法の検討・実施を図る。

<p>ページ、マスメディアなどの活用により広報した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・センターを訪れた県民が情報を容易に入手できるよう、展示室で霞ヶ浦流域の情報を発信するほか、文献、資料を収集・整理し、貸出等を行った。 	
--	--

(2) 世界湖沼会議を契機とした交流の促進

【事業の方向】

本県の試験研究及び環境保全活動を世界へ発信するとともに、環境の保全に取り組む市民や市民団体、関係機関等が連携、協働しながら活動を展開できるよう交流を促進する。

世界湖沼会議の開催を契機とし、国内の他の湖沼について調査研究を実施している機関と連携するとともに、国外の研究者等と相互に交流する。

【これまでの成果】	【今後の取組み】
<ul style="list-style-type: none"> ・センターが市民活動の拠点となり、多くの市民団体が清掃活動や環境学習などの様々な環境保全活動を行うようになった。 ・環境の保全に取り組む市民や市民団体が交流し、相互に活動のネットワークを広げるための場を提供した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・第17回世界湖沼会議の基本構想や基本計画の立案に参画するとともに、企画準備委員会や実行委員会等の運営に協力する。 ・世界湖沼会議の機会を捉え、センターの知見を国内外に発信するとともに、研究者間の双方向の交流を促進する。 ・ホームページ等を活用し、市民団体や研究機関等との相互の情報発信や情報共有、交流を促進する。

IV 業務の質的向上、効率化のために実施する方策

1 全体マネジメント

(1) 研究体制

県行政の課題、他の研究機関の情報、客員研究員等外部の専門家の意見を踏まえ、センター長を中心として、適宜、調査研究の進行管理や研究成果の内部評価を実施することにより、調査研究の質的向上を図る。

研究テーマの設定・見直しについては、主管課である環境対策課との協議により、行政のニーズを考慮して決定する。また、共同研究や他機関との連携を進め、研究の効率性を高める。

専門的能力(知識や技術)が、維持・継承されるような研究体制を構築し、研究の効率化を図る。

調査研究に必要な機器については保守点検を徹底し、特に事案等への迅速な対応が可能な体制を構築する。

世界湖沼会議に向けて、重点的に取り組む課題を選定し研究に取り組むとともに、会議の成果を踏まえて、研究テーマの検討等を行う。

(2) 客員研究員の活用

研究企画、研究手法、研究成果の取りまとめ等については、高度な専門的知識を有する外部の研究者からの指導・助言が欠かせないため、客員研究員を十分に活用する。

(3) 事業評価

県民ニーズに沿った試験研究等を効率的・効果的に推進するため、中期運営計画の進捗状況及び個別の試験研究内容等について、定期的に公正かつ客観的な評価を実施する。

評価結果に基づき、必要に応じ研究内容等や研究手法の変更、新たな研究テーマの検討等を行う。

2 県民ニーズの把握

関係市町村からの意見聴取とともに、流域住民や来館者等へのアンケートの実施などにより、日頃から県民ニーズを的確に把握し、調査研究や情報発信の内容に反映する。

3 他機関との連携

分析技術や研究手法の向上、研究の効率化等を図るため、国や他県の研究機関、大学等との共同研究、共同調査などに積極的に参加する。

また、調査研究を効果的かつ的確に行うために、農業総合センターや畜産センター等と共同で研究を行うなど、県の関係試験研究機関との連携を強化する。

大学の学生等のセンターでの研究を支援するなど、大学等との連携を強化する。

4 外部資金の獲得方針

試験研究を効率的・効果的に推進するため、外部資金の獲得能力を高めるとともに、予算・人員等に配慮しつつ、国の競争的資金等について応募するなど、外部資金の導入・活用を図る。

5 内部人材育成

日頃から、研究室内及び研究室間等で、研究内容についての意見交換、研究成果の発表などを行い、研究員の資質の向上を図る。

環境省環境調査研修所の研修制度などを活用し、研究員に対して体系的な研修を行い、基礎的な研究能力の向上を図る。

茨城大学や筑波大学、国立環境研究所等の研究員と、日頃から意見交換等を活発に行う等、研究員の意識改革に努めるとともに、研究能力の向上を図る。

国や団体が実施する精度管理プログラムに積極的に参加し、分析技術・計測技術のレベルアップを図る。

若手研究員に対して博士号の取得を積極的に推奨、サポートを実施する。

学会等における研究成果発表や研究論文執筆について、計画的・積極的に進める。

○数値目標 学会等での年当りの発表回数 1回(のべ発表回数/研究員数)

茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 第17号

令和5年3月発行

発行 茨城県霞ヶ浦環境科学センター

〒300-0023 茨城県土浦市沖宿町 1853 番地

TEL 029 (828) 0960 (代表)

FAX 029 (828) 0967

