

3. 結果及び考察

(1) 一般水質調査

St. 4 (捻木)・St. 7 (上宿)・St. 6 (河口) の各定点における1997年4月～1998年2月の水質環境の基本統計量(平均値, 変動係数)を図2に示した。

水温の平均値は下流へ行くに従って高くなった。変動係数(“ゆらぎ”の度合い)はSt. 7で最も大きく, これはSt. 7の水深が小さく日照の影響を受けやすいためと考えられる。

溶存酸素(DO)の平均値はSt. 6で他の2定点よりも顕著に小さく, これはSt. 6が霞ヶ浦との境界域で湖流が停滞ぎみであったことを反映していると考えられる。変動係数は, 水温同様, St. 7で最も大きかった。

溶存酸素% ($DO\% = (\text{実測}DO / \text{飽和}DO) * 100$) の平均値は, DO同様, St. 6で他の2定点よりも顕著に小さかった。変動係数はSt. 4で最も小さく, これはSt. 4の流量がほぼ安定しており一定の流速を保っていたためと考えられる(岩崎他1998)。

アンモニア態窒素(NH_4-N)の平均値・変動係数ともに, 下流へ行くに従って小さくなった。これは流下途中での硝化作用や水生植物による吸収(小林他1995)が関係しているものと考えられる。

亜硝酸・硝酸態窒素(NO_2+NO_3-N)の平均値は, NH_4-N 同様, 下流へ行くに従って小さく, これは水生植物による吸収の他に脱窒素作用(茨城県内水面水産試験場1998)も関係しているように考えられる。変動係数はSt. 7で最も小さかった。

リン酸態リン(PO_4-P)の平均値・変動係数ともにSt. 7で最も小さく, St. 6で最も大きかった。これは PO_4-P が NO_2+NO_3-N と異なり気化することがなく, 流下途中で水中に蓄積されたためと考えられる。

クロロフィルa (Chl.a)は, 平均値・変動係数ともに, St. 6で他の2定点よりも顕著に大きかった。これはSt. 6が霞ヶ浦との境界域にあたり, Chl.aの多い霞ヶ浦の水塊の影響を受けていたためと考えられる。

クロロフィルa% ($Chl.a\% = (Chl.a / (Chl.a + Pheo.)) * 100$) の平均値はSt. 7で顕著に小さかった。これはSt. 7が市街地に位置し, 家庭雑排水の影響を受け, Chl.aがフェオ色素(Pheo; pheo-pigments)に変質したためと考えられる。変動係数は下流へ行くに従ってやや大きくなった。

(2) 24時間水質変動調査

1998年6月16日～6月17日(好天時)の捻木定点における全化学的酸素要求量(T-COD), 全窒素(T-N), 全リン(T-P), NH_4-N , NO_2+NO_3-N , PO_4-P の経時変化を図3に示した。単位には, 河川断面積・流速・各水質項目の濃度から計算したフラックス(単位時間あたりの河川断面通過物質質量: g/s)を用いた。T-CODは22時, T-Pは20時をピークとする1峰性のフラックス変化を示したのに対し, T-Nは22時まで一定値を維持していたが, その後は減少傾向に転じた。

一方, NH_4-N , PO_4-P は18時をピークとする1峰性のフラックス変化を示したのに対し, NO_2+NO_3-N はT-N同様に22時まで一定値を維持していたが, その後は減少傾向に転じた。

T-COD, T-P, NH_4-N , PO_4-P が18～22時を中心に高い値を示したのは, 夜間に支川を通して梶無川に供給される水田からの放流水に起因するものと考えられる。

1998年9月17日～9月18日(好天時, 一時小雨)の捻木定点におけるT-COD, T-N, T-P, NH_4-N , NO_2+NO_3-N , PO_4-P の経時変化を図4に示した。T-COD, T-N, T-Pのいずれも小雨が降った22～0時を除き, 減少傾向を示していた。これは, 梶無川に流れ込む支川の行程が数kmと極めて短いため, 降雨の影響がすぐに現れたものと考えられる。

一方, NO_2+NO_3-N , PO_4-P は10時・22時をピークとする2峰性のフラックス変化を示したのに対し, NH_4-N は22時まで一定値を維持していたが, その後は減少傾向に転じた。

NH₄-N, NO₂+NO₃-N, PO₄-Pなどの無機栄養塩類には, T-N, T-Pと異なり, 22~0時の小雨の影響は現れていないように思われる。

1998年12月15日~12月16日(好天時, 一時曇天)の捻木定点におけるT-COD, T-N, T-P, NH₄-N, NO₂+NO₃-N, PO₄-Pの経時変化を図5に示した。T-COD, T-N, T-P, NH₄-N, NO₂+NO₃-N, PO₄-Pのいずれも6月・9月のそれらに比べ1オーダー低い値を示し, かつ顕著な経時変化も認められなかった。これは, 4月中旬から8月下旬にかけて霞ヶ浦高浜入(玉里村高崎沖)の湖水を梶無川上流部にポンプアップしている国営石岡第1農業用水(平均揚水量=0.2t/s)が停止しているため, 霞ヶ浦の影響がなく, 各フラックスとも低い値に抑えられたものと考えられる。

引用文献

- 茨城県内水面水産試験場(1998):平成9年度河川・湖沼総合浄化促進事業報告書(水産庁委託), 72pp.
- 岩崎 順・外岡健夫・石川弘毅(1998):1997年度梶無川環境調査結果.茨城内水試調研報, 34, 136-140.
- 小林 功・佐川恩美・鬼澤友美・沼田とも子(1995):梶無川の水質浄化, 第6回世界湖沼会議霞ヶ浦'95論文集, Vol.3, 1958-1961.
- Lorenzen, C. J. (1967): Determination of chlorophyll and phaeo-pigments: spectro- photometric equations. *Limnol. & Oceanogr.*, 12 (2), 343-346.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons (1968): A practical handbook of sea water analysis. *Bull. Soc. Fish. Res. Bd. Canada*, No.167, 311pp.

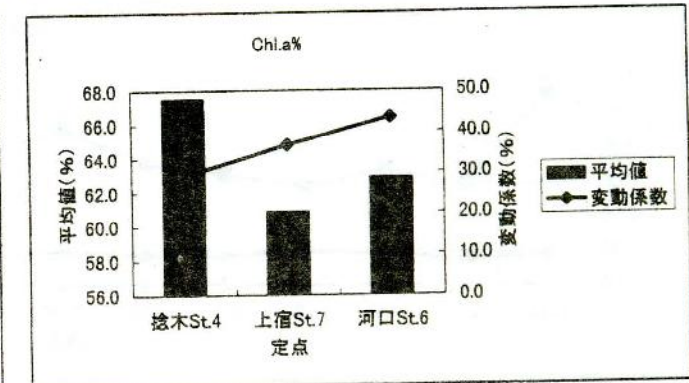
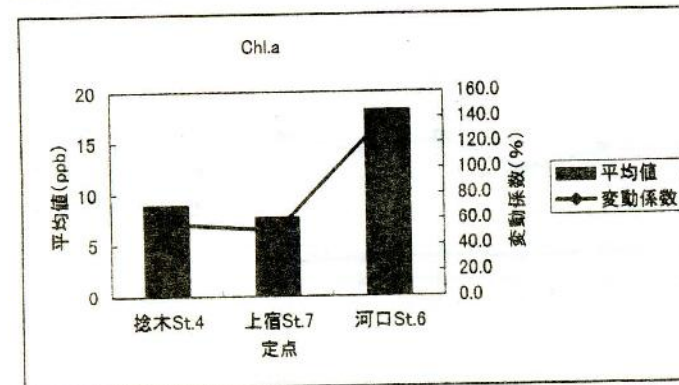
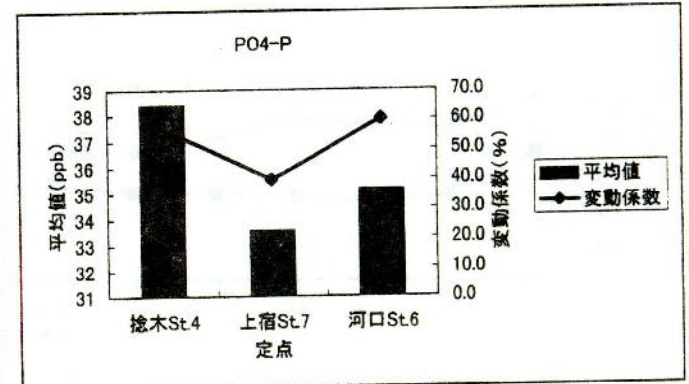
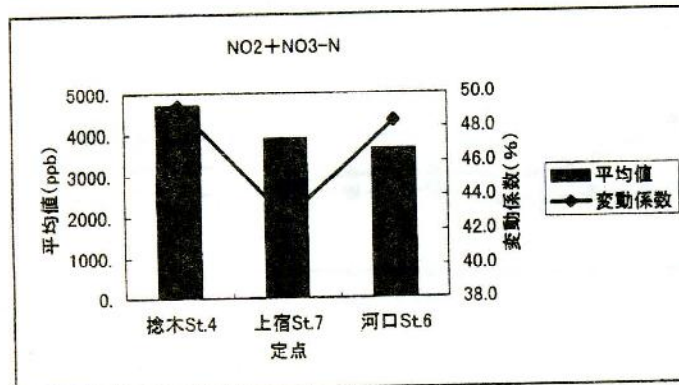
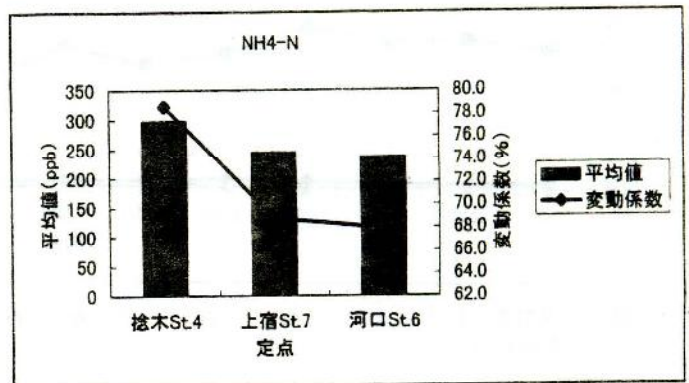
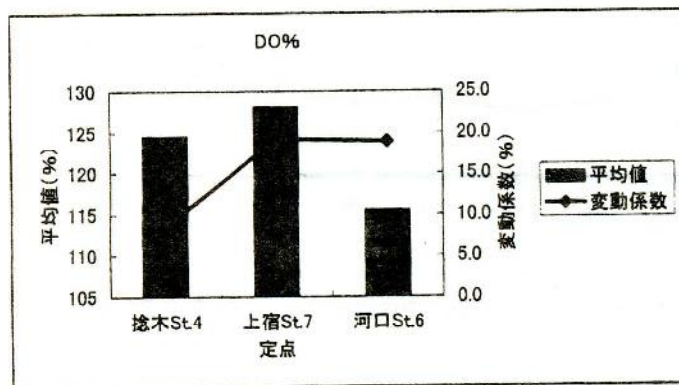
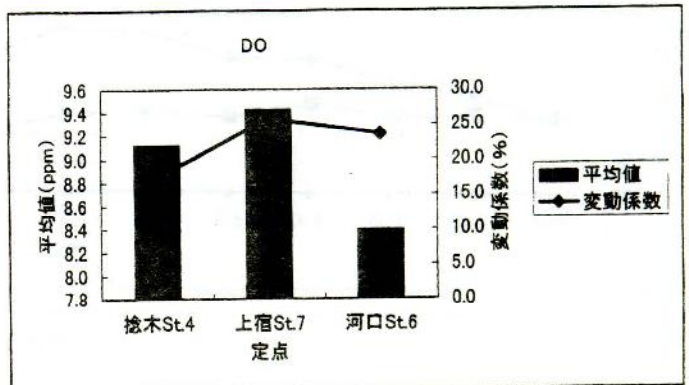
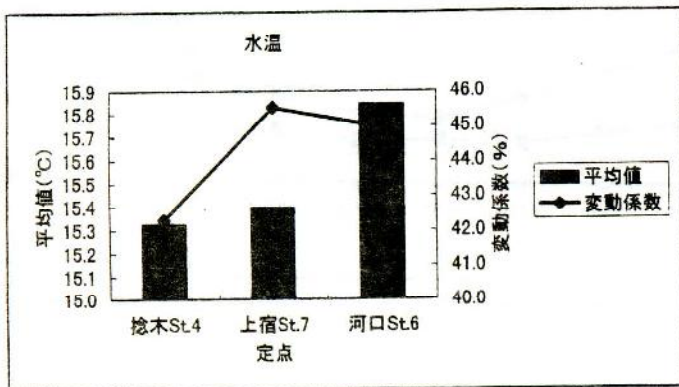


図2 梶無川中・下流域における水質環境の基本統計量 (1997年4月~1998年11月)

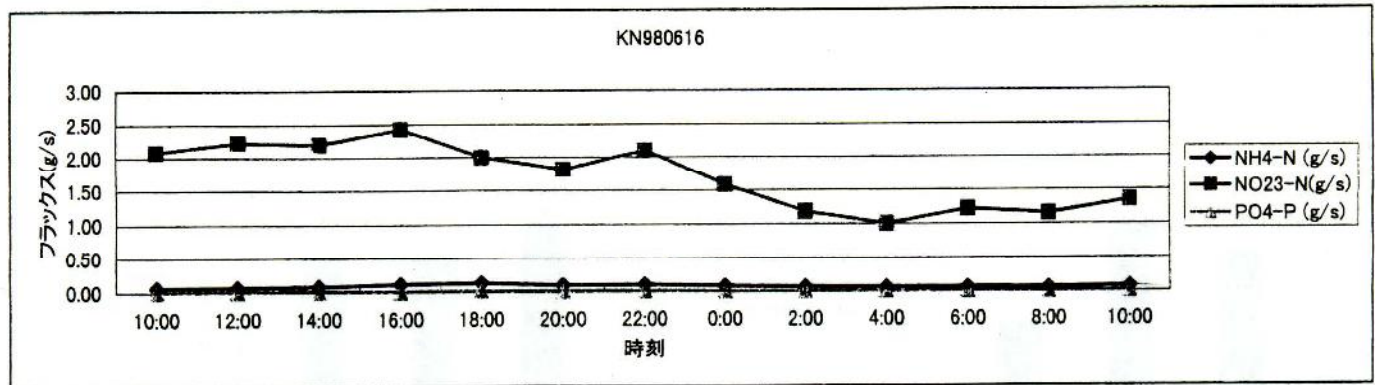
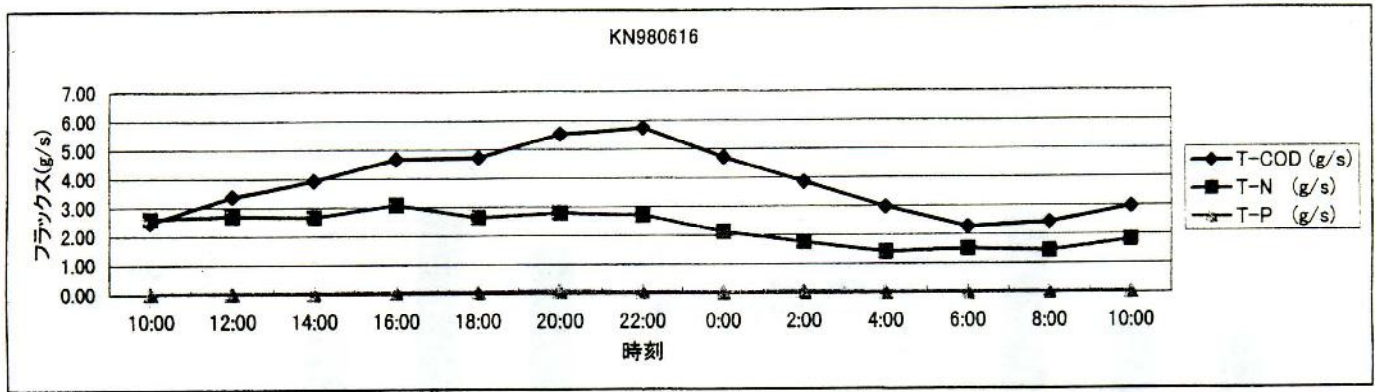


図3 捻木定点におけるT-COD、T-N、T-P、NH₄-N、NO₂+NO₃-N、PO₄-Pの経時変化（1998年6月16日～6月17日）

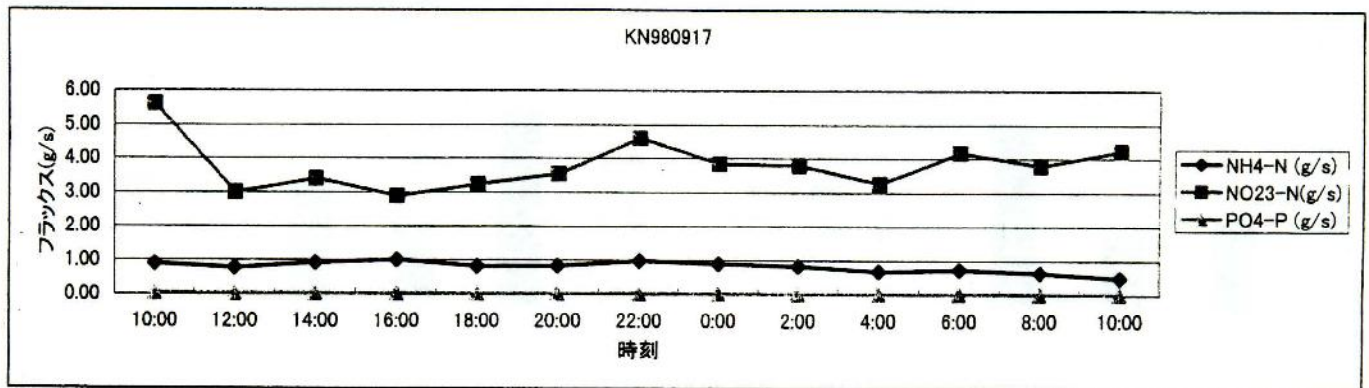
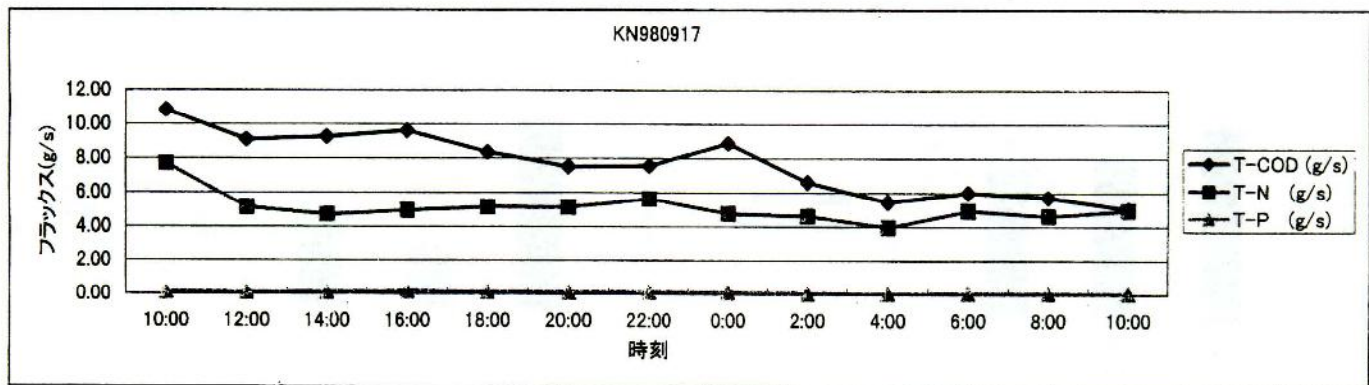


図4 捻木定点におけるT-COD、T-N、T-P、NH₄-N、NO₂+NO₃-N、PO₄-Pの経時変化（1998年9月17日～9月18日）

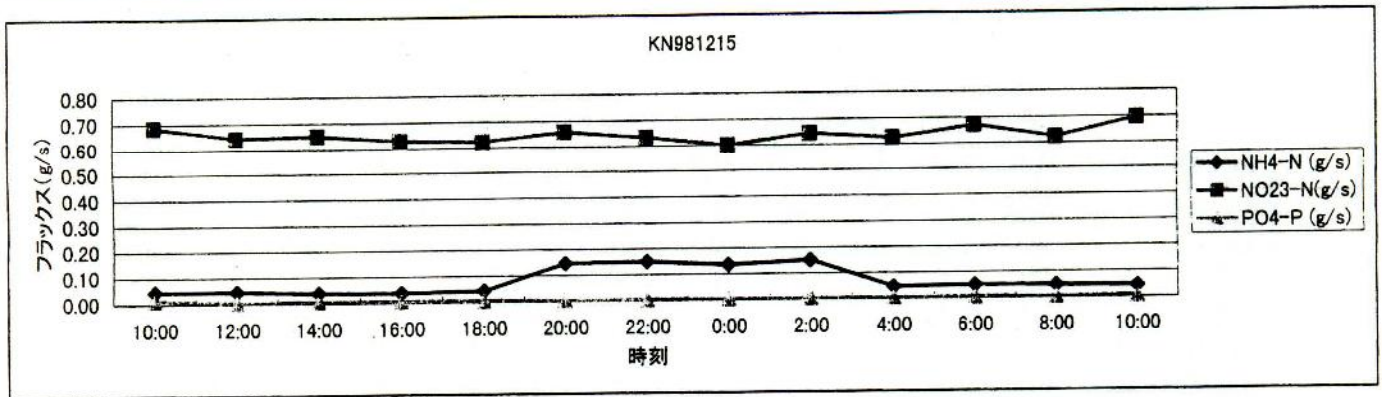
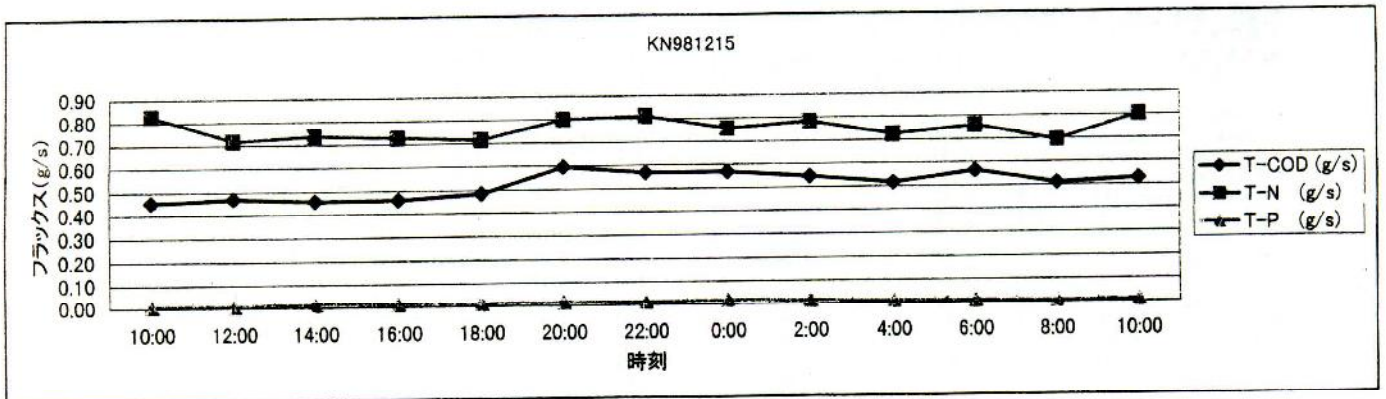


図5 捨木定点におけるT-COD, T-N, T-P, NH₄-N, NO₂+NO₃-N, PO₄-Pの経時変化 (1998年12月15日～12月16日)

付表1 梶無川一日調査結果 (1998年6月16日~6月17日) (捨木定点)

項目\時刻	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00
気象	天候 BC BC BC BC BC BC BC BC BC BC BC BC BC												
風向・風速	NW, 2.0	SSW, 3.1	S, 2.2	S, 1.7	SE, 0.9	S, 2.2	SSW, 1.8	SSE, 2.4	ENE, 1.7	E, 1.0	E, 1.1	NNE, 3.0	NE, 4.1
水	断面積 (m ²) 1.960 2.171 2.201 2.206 2.250 2.473 2.601 2.338 2.160 2.156 1.929 1.947 1.991												
流速 (cm/秒)	22.1	24.6	25.8	24.6	25.2	23.5	24.5	23.1	20.7	18.4	18.1	17.8	20.7
水	水温 (°C) 19.8 22.2 23.2 23.5 22.9 22.1 21.1 20.3 19.8 19.2 19.0 19.1 20.2												
pH	7.2	7.3	7.3	7.3	7.2	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.3	7.2
DO (mg/l)	8.0	8.2	8.1	7.7	7.4	7.3	7.2	7.3	7.4	7.6	7.6	7.9	7.8
DO (%)	121.32	129.63	130.23	124.51	118.39	115.22	111.71	111.69	112.22	114.03	113.62	118.32	119.14
T-COD (mg/l)	5.7	6.3	6.9	8.6	8.3	9.5	9.0	8.7	8.6	7.5	6.5	7.0	7.2
D-COD (mg/l)	3.8	4.0	4.8	5.4	4.9	5.0	4.8	5.0	4.9	4.7	4.9	4.8	4.9
UV260 (Abs.)	0.153	0.170	0.179	0.173	0.173	0.170	0.170	0.172	0.159	0.168	0.170	0.175	0.178
SS (mg/l)	21.6	26.4	25.6	39.2	32.8	53.2	40.4	40.4	33.2	28.0	18.4	24.4	19.2
Cl (mg/l)	28.9	24.0	30.2	113.2	39.5	33.8	37.3	33.8	28.3	34.0	34.2	31.6	38.2
NO2-N (mg/l)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.07	0.06	0.07
NO3-N (mg/l)	4.74	4.11	3.81	4.41	3.47	3.07	3.24	2.87	2.59	2.47	3.43	3.27	3.21
NH4-N (mg/l)	0.16	0.15	0.16	0.22	0.24	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.18	0.18	0.18
質	T-N (mg/l) 6.00 5.05 4.69 5.68 4.64 4.80 4.25 3.93 3.92 3.56 4.32 4.13 4.41												
P04-P (mg/l)	0.027	0.024	0.031	0.025	0.041	0.027	0.025	0.020	0.021	0.021	0.025	0.024	0.025
T-P (mg/l)	0.068	0.058	0.077	0.116	0.111	0.157	0.092	0.090	0.117	0.098	0.071	0.078	0.089
EC (μS/cm)	225	219	235	519	272	249	253	249	208	252	255	243	292
Chl. a (ug/l)	8.39	7.71	10.23	10.65	7.46	12.13	11.74	14.19	10.72	8.26	8.24	10.02	8.40
Chl. a (%)	86.95	65.22	61.38	61.38	50.17	61.78	65.22	65.22	86.95	60.19	43.48	53.70	70.23

付表2 梶無川一日調査結果 (1998年9月17日~9月18日) (捨木定点)

項目\時刻	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00
気象	天候 BC BC C R R R C C C C C C C												
風向・風速	SSW, 3.4	SW, 0.0	S, 3.1	NE, 0.4	NE, 4.3	NE, 4.9	NE, 4.4	NE, 4.0	NNE, 3.2	NE, 3.5	NNE, 2.4	NE, 3.0	ENE, 2.6
水	断面積 (m ²) 3.156 2.989 2.874 2.828 2.842 2.787 2.667 2.647 2.702 2.573 2.532 2.495 2.548												
流速 (cm/秒)	34.3	29.5	32.9	33.3	30.0	29.0	33.7	31.6	29.8	25.8	30.8	31.0	29.4
水	水温 (°C) 22.8 23.3 23.3 23.1 22.6 22.0 21.6 21.2 21.1 20.9 20.8 20.9 21.2												
pH	9.2	9.1	8.5	8.6	8.9	9.0	8.8	8.9	9.1	9.2	9.0	8.9	8.9
DO (mg/l)	7.1	7.8	7.8	7.7	7.6	7.3	7.4	7.4	7.2	7.4	7.6	8.1	8.1
DO (%)	113.38	125.60	125.60	123.58	120.96	115.01	115.79	115.00	111.70	114.41	117.29	125.22	125.88
T-COD (mg/l)	10.0	10.3	9.8	10.2	9.8	9.3	8.4	10.6	8.2	8.2	7.7	7.4	6.7
D-COD (mg/l)	4.2	4.5	4.5	4.3	3.8	3.9	3.6	3.6	3.6	3.4	3.3	3.1	2.7
UV260 (Abs.)	0.154	0.157	0.140	0.181	0.185	0.181	0.176	0.170	0.161	0.162	0.158	0.151	0.151
SS (mg/l)	70.8	61.6	64.8	61.6	71.2	61.6	58.8	60.0	53.2	55.2	52.0	49.6	42.8
Cl (mg/l)	21.7	22.8	23.6	23.4	24.8	25.2	24.4	25.7	26.0	28.9	24.0	23.6	23.5
NO2-N (mg/l)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
NO3-N (mg/l)	5.15	3.37	3.56	3.04	3.75	4.34	5.08	4.55	4.67	4.88	5.31	4.86	5.60
NH4-N (mg/l)	0.82	0.87	0.97	1.06	0.95	1.03	1.08	1.07	1.03	1.02	0.94	0.83	0.65
質	T-N (mg/l) 7.10 5.82 4.97 5.26 6.04 6.36 6.27 5.68 5.74 5.95 6.33 5.97 6.60												
P04-P (mg/l)	0.033	0.036	0.035	0.034	0.030	0.033	0.036	0.033	0.033	0.031	0.029	0.032	0.030
T-P (mg/l)	0.124	0.123	0.125	0.190	0.147	0.144	0.132	0.135	0.080	0.080	0.078	0.085	0.087
EC (μS/cm)	181	186	206	196	217	219	209	229	235	233	231	221	209
Chl. a (ug/l)	13.81	12.88	13.82	15.12	11.49	12.13	9.42	11.03	11.10	10.09	8.31	9.00	9.08
Chl. a (%)	69.82	66.64	52.15	100.00	78.40	28.98	62.20	59.24	70.56	79.97	44.43	39.20	62.20

付表3 梶無川一日調査結果 (1998年12月15日~12月16日) (捨木定点)

項目\時刻	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00
気象	天候 C BC BC BC BC BC C C C C C C C												
風向・風速	NNE, 2.2	ENE, 3.2	SSW, 1.3	ESE, 1.5	ENE, 0.1	NNW, 1.1	NNW, 1.5	NNW, 2.0	NNW, 2.0	NNW, 1.7	NNW, 1.8	SSW, 0.1	SSE, 0.1
水	断面積 (m ²) 1.525 1.518 1.528 1.482 1.518 1.535 1.511 1.496 1.492 1.495 1.482 1.482 1.528												
流速 (cm/秒)	11.9	11.9	11.5	11.5	11.8	12.1	12.1	11.5	11.8	11.5	11.9	11.1	11.9
水	水温 (°C) 10.0 11.1 12.2 12.0 11.2 10.9 10.3 10.3 10.2 10.2 10.0 10.2 10.8												
pH	7.6	7.8	7.9	7.8	7.7	7.5	7.4	7.3	7.5	7.5	7.4	7.3	7.4
DO (mg/l)	9.2	10.8	11.2	10.1	8.7	8.4	8.3	8.1	8.3	8.3	8.5	8.5	9.8
DO (%)	114.79	138.05	146.56	131.61	111.43	106.91	104.25	101.73	104.00	104.00	106.03	106.50	124.47
T-COD (mg/l)	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	3.2	3.1	3.3	3.1	3.0	3.2	3.1	2.9
D-COD (mg/l)	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.0	2.2	2.3	2.0	1.8
UV260 (Abs.)	0.074	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.074	0.073	0.074	0.072	0.077
SS (mg/l)	4.4	2.8	4.4	4.8	2.4	4.8	4.8	4.8	4.4	4.4	4.4	2.8	3.2
Cl (mg/l)	61.6	50.0	29.3	29.3	32.9	58.3	61.2	54.2	39.3	42.5	41.1	33.1	66.6
NO2-N (mg/l)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11
NO3-N (mg/l)	3.68	3.46	3.60	3.58	3.38	3.44	3.36	3.40	3.56	3.53	3.70	3.68	3.72
NH4-N (mg/l)	0.25	0.25	0.22	0.22	0.24	0.79	0.82	0.79	0.86	0.27	0.29	0.29	0.24
質	T-N (mg/l) 4.56 3.97 4.20 4.27 3.99 4.31 4.44 4.39 4.45 4.21 4.31 4.22 4.41												
P04-P (mg/l)	0.074	0.025	0.039	0.034	0.032	0.024	0.028	0.025	0.025	0.026	0.027	0.027	0.031
T-P (mg/l)	0.043	0.037	0.076	0.072	0.064	0.087	0.070	0.108	0.083	0.056	0.047	0.038	0.053
EC (μS/cm)	372	334	272	232	315	361	406	384	289	324	332	292	425
Chl. a (ug/l)	5.62	4.29	3.61	4.45	4.37	2.75	3.14	3.44	3.44	4.38	5.06	4.22	5.22
Chl. a (%)	79.37	53.57	17.86	100.00	53.57	57.14	20.41	40.82	0.00	0.00	25.97	31.75	42.86