

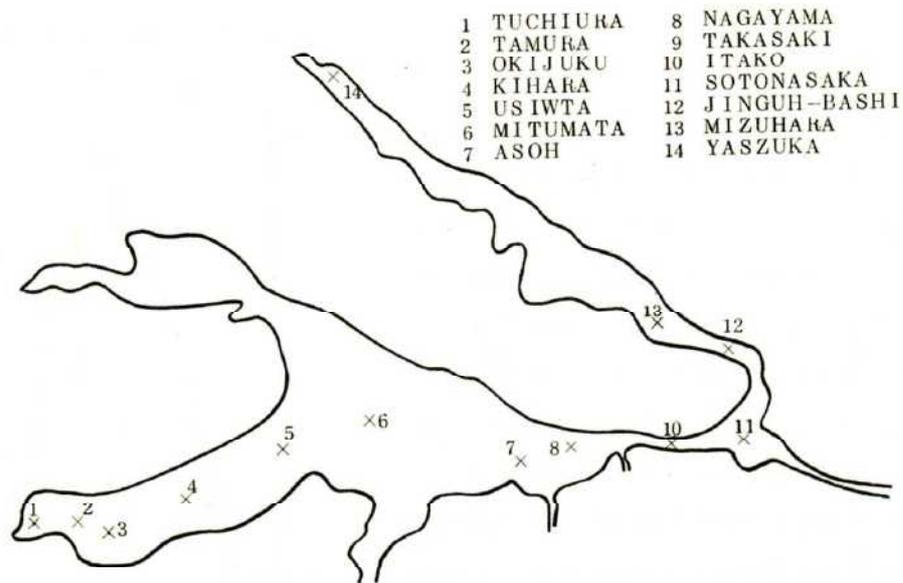
霞ヶ浦北浦の水質について

外岡 健夫・津田 勉

はじめに

最近、霞ヶ浦北浦の水を、いろいろな目的のために利用しようとする計画がある。そしてその水質に関心が寄せられているが、調査報告は少なく、主なものでは、東京都が昭和32年～35年に実施したもの¹⁾、昭和39年の経済企画庁によるもの²⁾、昭和40年建設省によるもの³⁾、および昭和42年度本県公害課によるもの⁴⁾、等があげられる。水産の側では昭和30年以降、当水試の前身であった霞ヶ浦北浦水産事務所調査研究課が湖沼観測を実施してきており、現在もこれを継承してきている。これらの調査結果を整理することは現況を把握することにつながり、今後の水質を予想する手懸りともなる。一般に、霞ヶ浦北浦の水質は流出流入河川の流況水質と、そこに棲息している生物によって影響を受ける。また逆に、生物はその環境によって影響を受ける。したがって、湖内の生物変化の傾向は水質の指標となりうる面が非常に多い。このような観点から、今回はとくに生物と環境の相互関係に重点をおきながら水質調査結果を整理し、考察を加えた。なお、数値や観測地点の多くは本誌湖沼観測報告から引用し、霞ヶ浦木原および北浦水原における主な調査項目については30年以降の資料を整理し、末尾に付表としてとりまとめた。参考になれば幸いである。

第1図 霞ヶ浦・北浦



1 水温

霞ヶ浦は水深が浅く、水温は気温の影響を受けやすい。第1表は霞ヶ浦について木原沖(25～46年の平均値)、北浦については水原(38～46年)の各月の平均気温、水温を示すものであり、これら水温を図示した

たものが、第2図である。霞

第1表

ヶ浦では気温・水温とも最低が1月に、最高は8月に現われる。各々の値は表層で4.7および28.8℃となっている。北浦については茨城県農業試験場化学部⁵⁾によって昭和38年7月以降週1回測定したのものが、41年まではこの資料によって整理した。この間の最高最低は各々27.7および5.3℃であった。これらの値を霞ヶ浦木原沖地点の水温と比較するとほぼ等しい

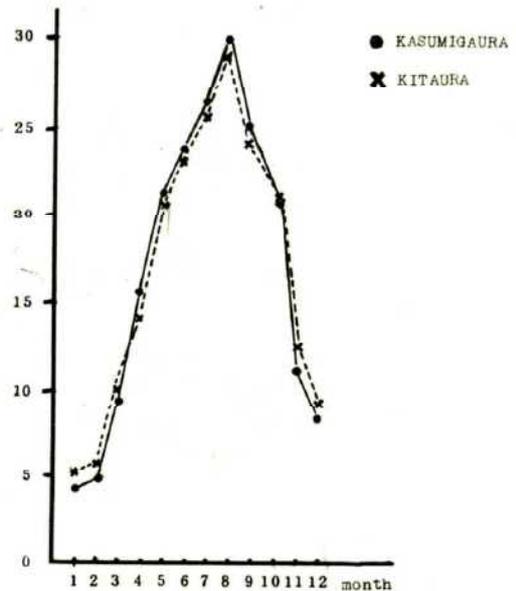
項目 月	霞ヶ浦木原沖の平均気温水温		北浦水原沖の平均気温水温	
	気温	水温	気温	水温
4	18.84	14.69	16.49	14.60
5	21.13	20.49	19.34	19.59
6	24.06	22.60	23.06	19.30
7	29.89	27.42	26.70	26.49
8	29.23	28.75	27.15	27.71
9	23.80	24.66	25.74	23.90
10	19.06	18.13	18.21	17.65
11	13.32	13.20	13.38	13.68
12	7.80	7.97	8.61	8.78
1	6.27	4.68	5.69	5.26
2	6.81	5.38	7.04	6.25
3	9.31	9.08	11.15	9.48

値を示している。ただ全体的には夏期に霞ヶ浦の方が高く、冬期には北浦の方が高い傾向がみられる。

2 塩素量

霞ヶ浦北浦の塩素量は流入河川と潮汐によって複雑に変化する。利根川や常陸川等の河川改修が進むにしたがって、河川の疎通能力の増加と比例して、利根川を通る海水逆上も強まり、湖内の塩素量が高まってきたと言われている。まとまっているものは増沢・津村・松田⁶⁾によるもので、これによれば、昭和22年夏期に高浜入で30以下、湖心部で31～33湖尻部で35、北浦では中央部で50～55・南部で100・外浪逆浦で138PPmとなっている。また桜井⁷⁾は昭和23年土浦入の月平均最大値として25.1PPmの値を報告した。いま木原沖における値をみると、昭和30年4～8月までは

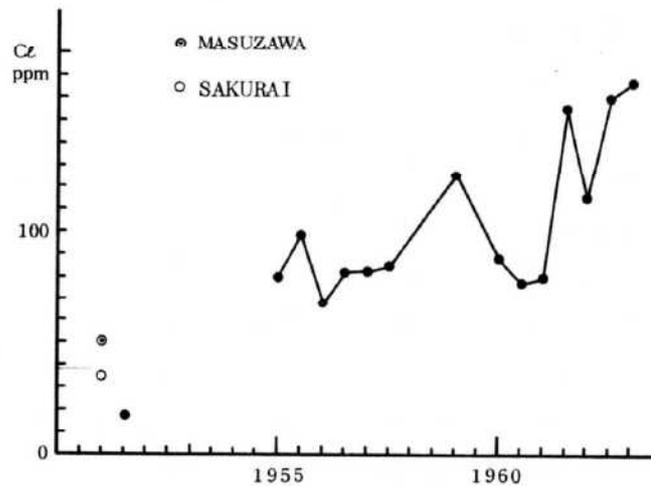
第2図 水温の季節変化



前者とほぼ等しいが、8月以降は、この2倍に達している。昭和30年以降の最低値は昭和44年9月15.8PPmであり、最大値は同年8月の834.9ppmである。また昭和30年1月、33年8月、34年9月、38年5月のように塩素塩の極大値が表われると、通常少くとも数ヶ月間は高い値が記録されていることは注目に値する。このことは、一つは海水が継続的に遡上することが考えられるが、むしろ

置換率との関係から希釈されるのに時間を要するものと考えるのが妥当であろう。昭和38年以降は常陸川水門の操作による影響と考えられるほど、塩素量は大きな変動を示すようになってくる。しかし、昭和22年から現在までをみると、第3図のように徐々に増加してきており、170~180PPmの間で極限に達する型をとっている。次に水平

第3図 塩素量の経年変化(木原)

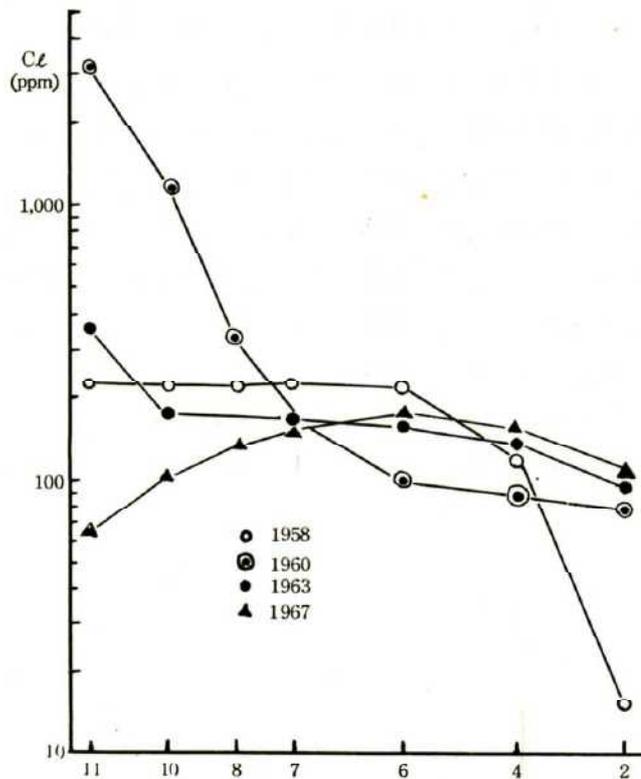


分布について述べる。これは、当然湖尻部がもっとも高く、奥部に行くにしたがって減少していくが、勾配は種々の条件によって異なるものと考えられる。第2表、第4図は外浪逆浦から土浦入田村までの塩素量を示したものであり、大別して、3つの型がみいだされる。38年の型がもっとも一般的にみられるもので、外浪逆浦から永山、三叉沖から土浦入田村にかけて減少し、湖心部では比較的一定した値を示している。すなわち、湖内に流入した塩分はよく混合されることを示しているが、それは流入した塩分と主に吹逆流によって生じる混合の強さによって支配されるものと考えられる。第2の型は、35年にみられるように、外浪逆浦から奥部にかけて急激に減少する傾向であり、おそらく大量の塩分が流入した直後、混合が充分おこらない状態で、現れるものと考えられる。第3の型は、湖心部が高く湖尻部、奥部で低い値を示す型であり、利根川、常陸川から塩分濃度の低い水が遡上した場合にみられるものと考えられる。北浦については、霞ヶ浦ほど複雑ではなく奥部に行くにしたがってほぼ一定の割合で減少して行くことが多い。

第2表 塩素量の水平分布

年度	S ₁	外浪逆浦	潮来	永山	麻生	三又	木原	田村
昭和30. 9.15~16		224	126	102	99	94	56	40
昭和32. 8. 1~12		116	87	83	79	77	69	46
昭和33. 9.30.10.1		222	215	229	215	207	113	15
昭和34. 7.29~30		82	55	63	—	55	50	43
昭和34. 10.26.11.7		163	160	158	—	169	98	85
昭和35. 7.12~19		3,322	1,042	304	—	98	87	84
昭和38. 9.12~13		367	172	—	161	153	140	100
昭和39. 8.10~13		—	284	—	167	106	99	77
昭和40. 7.13~14		178	125	—	111	119	97	67
昭和42. 7.22~23		191	665	163	170	154	156	126
昭和43. 8.22~23		66	104	140	158	177	167	123
昭和44. 8. 6~ 7		140	65	62	42	45	34	21
昭和45. 8.31~9.1		2,130	1,067	499	213	238	125	117
昭和46. 8.16.24.25		414	—	252	264	390	244	197

第4図 塩素量の水平分布



3 硫酸塩

昭和32～35年の東京都の調査によれば、湖心部で2.3～3.3 PPMである。また41～42年の間では、15.4～98.4 PPMとかなりの変動を示している。これらの値を本邦河川の値と比較すると極めて高い値であり、塩素量と考え合せると海水の影響が考えられる。もともと海水中には多量に含まれており、塩素量が19.00%のとき、2.65g/kgの硫酸イオンが含まれ、硫酸イオンと塩素イオンの重量比は0.140となっている。したがって湖内におけるこの比率の分布はその水の起源をさぐるうえで重要である。第3表に、 SO_4/Cl の値を示した。北浦神宮橋では、0.159で海水の比率に近いが、牛堀では0.209湖心では0.265と奥部に行くにしたがって高くなる傾向がみられる。硫酸イオンは無機的反応に対してはかなり安定で容易に還元されないが、湖底で夏期の停滞層が形成され、酸素が欠乏しているような還元条件下では、硫酸還元菌の作用で還元され、硫化物として、土壌中に沈積する。水中の硫酸イオンは多少濃度が高くとも直接水中の生物に害をおよぼすことはないが、還元状態では硫化物を生じ、水中生物に害をおよぼすほか、かんがい用水としても不適となる。

第3表 霞ヶ浦北浦における硫酸塩濃度と塩素量の比

年・日	st 項目	北浦神宮橋		霞ヶ浦牛堀		霞ヶ浦三又沖	
		SO_4 mg/Cl	SO_4/Cl	SO_4 mg/Cl	SO_4/Cl	SO_4/Cl	SO_4/Cl
41.	4	25.5	0.204			37.5	0.394
	5	32.7	0.306			31.2	0.368
	6	30.3	0.181			33.1	0.351
	7	15.4	0.138			26.4	0.298
	8	34.6	0.252			27.4	0.370
	9	22.9	0.262			22.5	0.317
	10	15.9	0.184			16.3	0.283
	11	18.3	0.212			16.3	0.288
	12	36.8	0.158			23.2	0.414
	1	57.0	0.081			44.6	0.253
	2	57.6	0.154			45.6	0.196
	3	98.4	0.201			45.6	0.221
42.	4	52.4	0.208	52.9	0.293	50.9	0.270
	5	41.2	0.166	48.6	0.267	41.2	0.237
	6	63.6	0.152	56.4	0.284	61.8	0.331
	7	34.0	0.106	35.8	0.139	35.8	0.205
	8	90.0	0.246	43.4	0.420	51.2	0.615
	9	33.5	0.054	51.4	0.110	24.6	0.114
	10	22.4	0.097	33.6	0.185	25.0	0.127
	11	31.8	0.139	34.0	0.192	30.8	0.170
	12	41.6	0.148	40.4	0.144	45.2	0.108
	1	27.0	0.014	49.4	0.180	34.8	0.078
	2	70.0	0.055				
	3	43.8	0.043	47.9	0.090	45.0	0.094

年・日	項目	北浦神宮橋		霞ヶ浦牛堀		霞ヶ浦三又沖		
		SO ₄ mg/cl	SO ₄ /cl	SO ₄ mg/cl	SO ₄ /cl	SO ₄ /cl	SO ₄ /cl	
43.	7	5315	0.190	7071	0.339	5360	0.269	
	8	56.57	0.217	2646	0.235	58.62	0.316	
	9	38.78	0.182	47.67	0.278	50.18	0.268	
	10	—	—	—	—	—	—	
	11	—	—	—	—	—	—	
	12	—	—	—	—	—	—	
	1	51.57	0.380	36.96	0.251	41.76	0.244	
	2	36.52	0.183	44.51	0.238	39.98	0.234	
	3	21.01	0.148	29.45	0.223	22.49	0.201	
	44.	4	93.11	1.139	40.16	0.397	34.69	0.348
		5	29.98	0.262	33.09	0.243	22.82	0.248
		6	31.49	0.366	29.21	0.457	25.10	0.503
7		—	—	—	—	—	—	
8		42.34	0.542	—	—	—	—	
9		—	—	—	—	22.36	0.756	
45.		1	40.516	0.098	15.016	0.04	3.016	0.007
		2	6.798	0.017	—	—	27.016	0.092
		3	26.016	0.031	24.016	0.076	18.016	0.057
	4	48.15	0.267	46.32	0.468	47.01	0.485	
	5	36.53	0.188	28.20	0.293	25.50	0.259	
	6	22.82	0.076	19.40	0.109	33.09	0.167	
	7	14.83	0.080	7.98	0.057	11.41	0.083	
	8	2.738	0.003	4.335	0.024	13.235	9.055	
	9	10.725	0.012	7.074	0.036	7.074	0.019	
	10	51.573	0.109	31.035	0.143	25.102	0.076	
	11	27.516	0.061	2.660	0.014	20.016	0.065	
	12	12.516	0.025	9.016	0.050	28.516	0.128	
	1	19	0.047	6	0.022	6	0.021	
平均		37.662	0.178	32.908	0.196	31.576	0.239	

4 硬 度

ここでは、硬度を、Ca と Mg の当量の和と定義した EDTA 硬度について述べる。霞ヶ浦北浦に関する硬度の記録は極めて少なく、古村⁸⁾による、Ca = 8.9, 7.9 PPM があげられる程度である。昭和40年8月～11月の霞ヶ浦10地点で得られた値は0.72～1.88 ml/l = 36～94 PPM (CaCO₃) であり、塩素量と極めて高い相関がある。

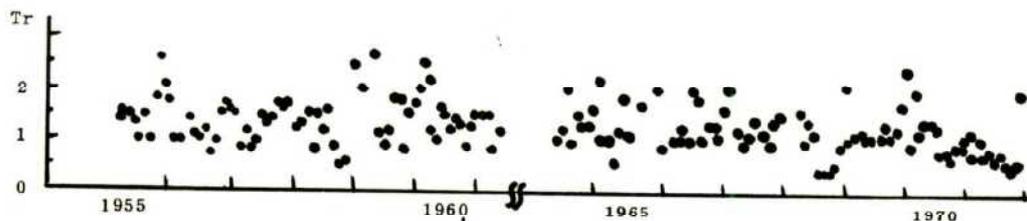
5 水素イオン濃度

水素イオン濃度は、月毎の平均値をとると、1月がもっとも低く、8月がもっとも高い。そして、梅雨期の6月を除き、4～10月が比較的高く、光合成が盛んであることを示している。霞ヶ浦の場合、特に高浜入ではこれまで光合成により9前後の値が多く記録されてきたが、最近木原沖等でも夏期に記録されるようになった。北浦においては、霞ヶ浦のような長期間の資料の蓄積はないが、冬期7.3 春期7.5～8.0で、夏期には9～9.5と高い。また、10～11月の澱粉工場の廃水が流入する期間には、北浦北部で6～7の値を示すことがある。

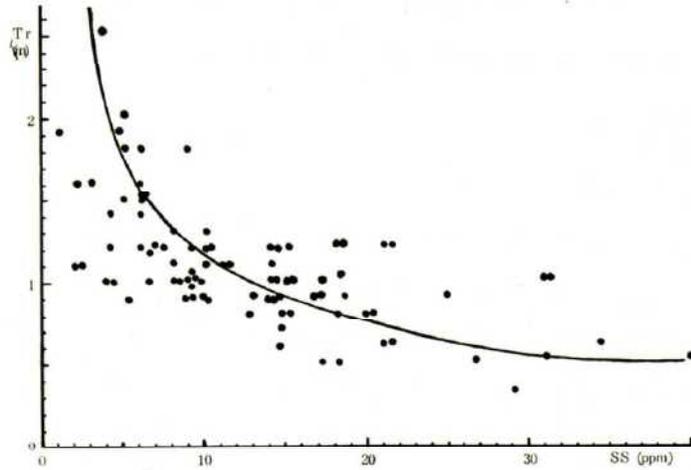
6 透明度および浮游物

普通水質調査では、透明度が測定されることは少ない。透明度、濁度、懸濁物量、照度、補償深度、植物生育の深度の推定等湖沼の総合的性格を把握するうえで重要な項目である。霞ヶ浦の透明度については、木原沖で0.5～2.5 mの範囲にあり、1月に最高を、9～10月に最低値を示すことが多い(第5図)。浮游物は透明度と密接な関係があり、両者の関係は第6図のとおりである。したがって、冬期には少なく数 PPM 夏期には10～30 PPM に達する。

第5図 透明度の経年変化



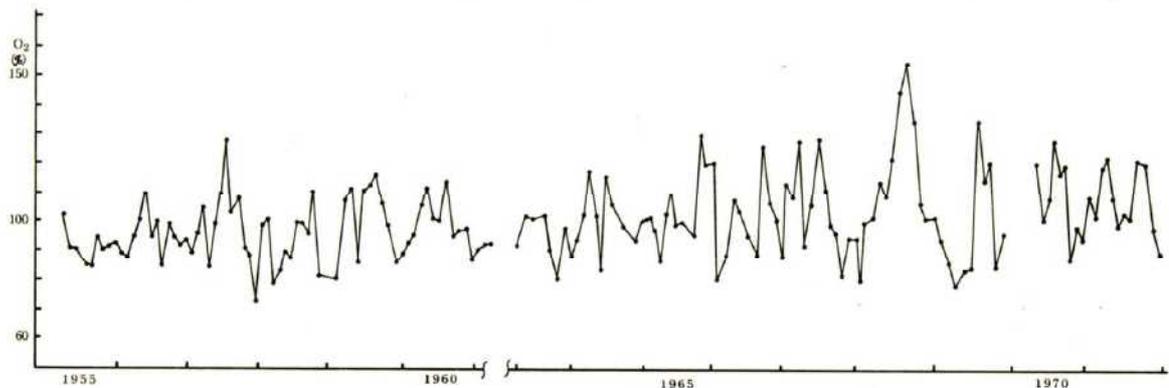
第6図 浮游物量と透明度の関係



7 溶存酸素量

霞ヶ浦北浦の溶存酸素量は、飽和ないし過飽和の状態を示すことが多い。これは、光合成が盛んであること、および水深が浅いのに対して湖面積が非常に大きいという地形的条件などから、大気中酸素の溶入が大きいことによるものと考えられる。普通2月頃には13~14PPm、5月と10月頃には10PPm、さらに夏期には7~10PPmとなっている。溶存酸素量の年変化に関しては、木原沖の定点について昭和30年以降の資料が蓄積されている(第7図)。溶存酸素量は光合成によって支配される面が大きいから、植物プランクトン量の指標である透明度との間に相関が認められる。6月~10月の間は過飽和を示すことが多く、1~4月および11~12

第7図 酸素飽和度の経年変化(木原)



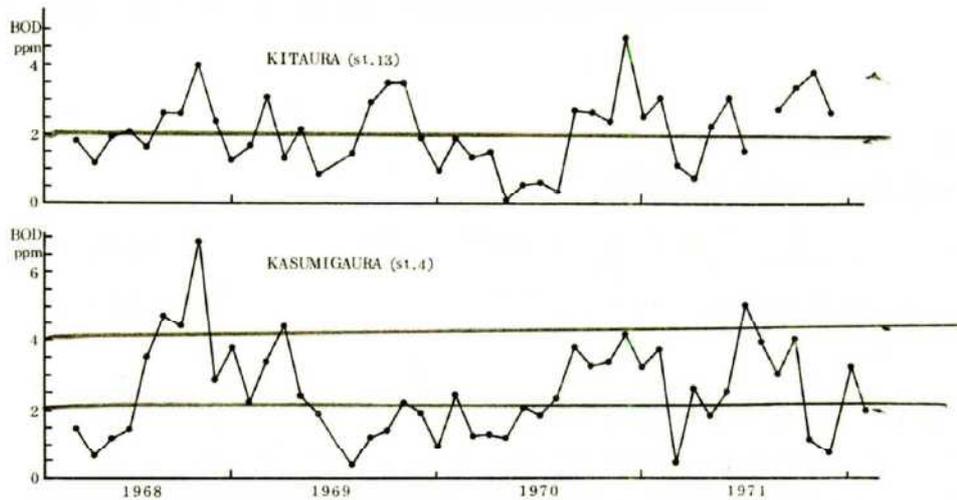
月の飽和度は95～98%の範囲にある。とくに透明度が1.2以下に低下した41年以降は、130～150%の値が記録され逆に冬期には80%以下に低下し、変動の範囲が年々大きくなる傾向がみられる。また低酸素水域としては、高浜入、土浦港があり、70%程度の飽和度を示すことがある。

北浦では11月頃の澱粉工場から廃水が流される項に、銚田川、巴川の沖から帆津倉～樺山断面まで溶存酸素量がほとんど0となることがある。

8 生物化学的酸素要求量

霞ヶ浦の生物化学的酸素要求量の季節変動を木原沖および水原について図示すると、第8図が得られる。一般に冬期に低く、夏期に高い。

第8図 BODの季節変化



木原における最高値は昭和43年10月の6.39である。この年には植物プランクトンの繁殖がはげしく、その影響によるものと考えられる、全期を平均してみても高い値を示している。

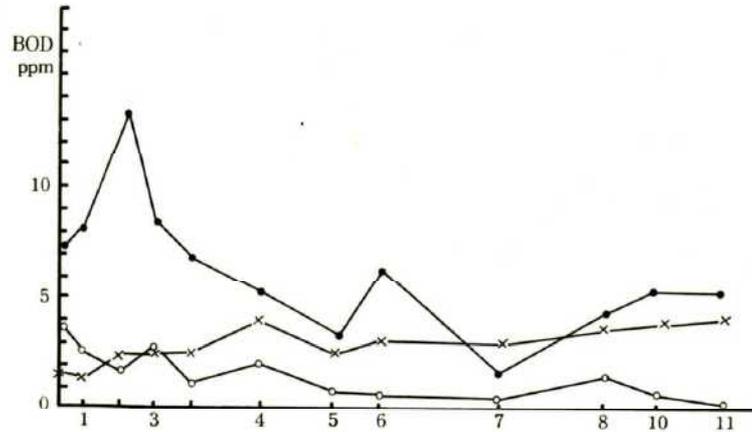
44年には最低値が8月に現われ、0.33の値を示したが、45年46年とも夏期に高く、3～5PPmの間にあった。

北浦の水原についてもほぼ同様の傾向がみられ、冬期には0.5～2，夏期には2～4PPmの値を示している。

水平分布は季節によって若干の差がみとめられる。一般に、土浦入では高く、湖心部では減少し、永山から外浪逆浦の間で再び増加している。46年夏期には特異現象がみられ、土浦港では7であるが、沖合に向って増加して13(最大)となり、再び減少して木原で5牛渡では3，そして湖心で再び増大して6麻生で最低の1.46PPmを記録したことがあった。

3月についてみると、土浦港が3.8で最高値をとり、湖尻に向かって減少して、麻生では0.3となっている(第9図)。

第9図 BODの水平分布



9 無機窒素化合物および燐酸塩

アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、燐酸塩等に関する資料は極めて少なく、東京都が昭和32～35年に行なった水質調査によれば、アンモニア態窒素が周年見出されるとしている。第4表からもほぼ同様な結果が得られている。

第4表 無機態窒素化合物の季節変化

年	場所	アンモニア態窒素 $\text{NH}_4 - \text{N}$ (ppm)			亜硝酸態窒素 $\text{NO}_2 - \text{N}$			硝酸態窒素 $\text{NO}_3 - \text{N}$			
		牛堀	三又沖	神宮橋	牛堀	三又沖	神宮橋	牛堀	三又沖	神宮橋	
41.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5	0.52	0.28	0.37	0.06	0.02	0.30	0	0	0	
	6	0.34	0.34	0.45	0.02	0.04	0.06	0	0	0	
	7	0.26	0.23	0.26	0.14	0.06	0.09	0.11	0	0	
	8	0.25	0.26	0.33	0	0	0	0.24	0.12	0	
	9	0.43	0.31	0.46	0.02	0	0.02	0.25	0	0.07	
	10	0.26	0.18	0.31	0	0	0.01	0.06	0	0	
	11	0.27	0.23	0.33	0	0	0	0	0	0	
	12	0	0	0.09	0.02	0.01	0	0	0	0.05	
	42.	1	0.14	0.11	0.32	0.02	0	0.01	0.06	0.04	0.08
		2	0.15	0.05	0.03	0	0	0	0.12	0.02	0.16
		3	0.39	0.19	0.23	0.06	0	0	0.13	0	0
4		0.40	0.36	0.46	0.02	0.01	0.02	0.04	0.06	0.03	
5		0	0	0	0.01	0	0.01	0.07	0.04	0.03	
6		0	0	0.02	0	0	0.01	0	0.01	0	
7		0	0	0.17	0	0	0	0	0	0	
8		0	0	0	0	0.01	0.01	0.06	0.07	0.08	
9		0.16	0	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0	
10		0.08	0.11	0.14	0.01	0.02	0.01	0.01	0.05	0.01	
11		1.00	0.28	1.60	0.01	0.01	0.01	0	0	0.05	
12		0.10	0.08	0.22	0	0	0.04	0	0	0	

項目 年度	St	アンモニア態窒素 NH ₄ - N (ppm)			亜硝酸態窒素 NO ₂ - N			硝酸態窒素 NO ₃ = N		
		牛堀	三又沖	神宮橋	牛堀	三又橋	神宮橋	牛堀	三又沖	神宮橋
43.	1	0.30	0.10	0.55	0.05	0.05	0.05	0.10	0	0.13
	2			0.60		0.11				0
	3			0.16		0.03				0.16
	4	0.05	0	0.04	0.02	0		0	0.04	0
	5	1.50	0.21	0.02	0.07	0	0	0.08	0.03	0
	6	0.24	0.10	0.21	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0.063	0.063	0	0	0	0	0
	9	0.574	0.337	0.261	0	0	0	0	0	0
	10	0.073	0	0.057	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0.161	0.050	0.037	0	0.050	0.037	0
44.	1	0.064	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0.010	0	0	0	0	0	0.172	0.200	0.100
	3	0.108	0.010	0.073	0.012	0.010	0.003	0.110	0.138	0.128
	4	0.16	0	0.11	0.012	0.032	0.010	0.343	0.239	0.070
	5	0.244	0.034	0.045	0.008	0	0	0.180	0	0
	6	0.019	0.045	0	0.020	0.005	0	0	0.005	0
	7	0.200	0	0.275	0.025	0.022	0.018	0	0.022	0
	8	0.42	0.430	0.32	0.006	0.003	0.004	0.099	0.003	0.080
	9	0	0	0	0	0	0	0.042	0	0
	10	0.298	0.098	0.166	0	0	0	0.471	0	0.118
	11	0	0	0	0.0012	0.010	0	0.232	0.010	0.065
	12	0.073	0.016	0.036	0.008	0.007	0.023	0.011	0.007	0.023
45.	1	0.093	0.072	0.126	0.093	0.014	0			
	2	0.079	0.038	0.066	0.005	0.006	0	0.46	0.11	0.14
	3	0.049	0.056	0.052	0.007	0.007				
	4	0.05	0	0.09	0.05	0.02	0.01	0.08	0.08	0
	5	0.08	0.16	0.3	0.08	0.016	0.3	0.46	0.11	0.14
	6	0.08	0	0.03	0.08	0	0.03	0.11	0.14	0.02
	7	0.10	0.10	0	0.009	0.04	0.008	0.18	0.29	0.02
	8	0.273	0	0.693	0.013	0.013	0.011	0.262	0.193	0.102
	9	0.375	0.644	0.151	0	0	0	0.122	0.180	0.062
	10	0.324	0.681	0.674	0.028	0.016	0.019	0.077	0.020	0.012
	11	0.070	0.173	0	0.111	0.092	0.140	0.025	0.017	0.008
	12	0.054	0.057	0.098	0.026	0.070	0.007	0.017	0.070	0.136
46.	1	0	0.030	0.032	0.001	0.002	0.008	0.008	0.027	0.027
	2	0.055	0.326	0.046	0.002	0.006	0.006	0.024	0.051	0.005
	3	0.032	0.035	0.028	0.005	0.002	0.003	0.060	0.023	0.045
	4	0.015	0.019	0.037	0.007	0.003	0.024	0	0.013	0.009
	5	0.026	0.033	0.038	0.006	0.003	0.011	0.001	0.011	0.015
	6	0.017	0.011	0.013	0	0	0	0.005	0.014	0.018
	7	0.154	0.077	0.089	0.028	0.008	0.004	0.043	0.011	0.006
	8	0.107	0.076	0.173	0.002	0.009	0.005	0.008	0.045	0.012
	9	0.040	0.035	0.046	0.002	0	0.007	0.097	0.091	0.020
	10	0.039	0.099	0.048	0.002	0.006		0.003	0.009	0.043
	11	0.034	0.043	0.050	0.002	0.006	0.004	0.002	0.004	0.196
	12	0.021	0.003	0.490	0	0.003	0.022	0	0.030	0.030

かつて霞ヶ浦が国際空港候補地になったときに行われた水質調査(10地点60試料)では、8月～11月の間はアンモニア態窒素：0～0.68PPm 亜硝酸態窒素：0～0.09PPm 硝酸態窒素：0～0.40PPm の値が示されており、昭和42年度10月～3月の間の茨城県公害課の調査(15地点210試料)では、アンモニア態窒素：0～1.5PPm 亜硝酸態窒素：0～2.26

PPm 硝酸態窒素：0～0.95PPm であり、湾入部例えば高浜入、古渡入、北浦北部等が高い値を示している。また霞ヶ浦の三又沖、牛堀、北浦の神宮橋地点の昭和41～46年までの調査では、アンモニア態窒素：0～0.681PPm 亜硝酸態窒素：0～0.16PPm 硝酸態窒素：0～0.29PPm 牛堀では、アンモニア態窒素：0～1.5PPm 亜硝酸態窒素：0～0.111PPm 硝酸態窒素：0～0.46PPm 北浦神宮橋地点ではアンモニア態窒素：0～1.6PPm 亜硝酸態窒素0～0.30PPm 硝酸態窒素：0～0.196PPm の値が得られている。

窒素化合物とならんで植物プランクトンの繁殖に必要な磷酸塩濃度は、霞ヶ浦木原沖で0～0.08PPm、北浦水原沖で0～0.18PPm の値が得られている。これらの栄養塩濃度は霞ヶ浦北浦が富栄養湖としての一断面を示すものである。

10 プランクトン

今まで述べてきたように、霞ヶ浦の水質の特徴は、主に海水と関係する物質が霞ヶ浦北浦の流況に伴って変化することと、生物活動の影響を受ける物質、例えば水素イオン濃度、透明度、溶存酸素量、生物化学的酸素要求量、化学的酸素要求量等が地域的季節的にそして経年的に変化していることである。ここではプランクトンの消長が水質におよぼす影響について簡単に触れることにする。

霞ヶ浦北浦で現在までに検出されているプランクトンの種類は、植物性148種（藍藻類21、緑藻類57、珪藻類70種）、動物性92種（原生動物34、輪虫類31、甲殻類27種）、合計240種である。植物プランクトンの優占種は、*Microcystis*、*Melosira*、*Synedra* および *Mongestia* 等である。なお季節別にみると冬期から春期に *Synedra* 夏期には *Microcystis* および *Melosira* 秋期には *Melosira* また動物性では *Cyclops*、*Bosmina* および *Diaphanosoma* が優占し、冬期から春期にかけて多い。

Filinia、*Polyarthra* も冬期に比較的多く出現する。また霞ヶ浦・北浦の南部には好感性の *Sinocalanus* が多いのが特徴的である。

一般に湖沼における生物生産は植物プランクトンの増加に始まり、この生物活動は水質に影響をおよぼす。とくに湖沼水が流入河川により年1回交換するような霞ヶ浦北浦の場合には水素イオン濃度、透明度、溶存酸素量、化学的酸素要求量等はプランクトンの消長と密接に関係するとみてさしつかえない。

11 霞ヶ浦北浦の水質の問題点

今日、霞ヶ浦北浦の水は首都圏において残された、巨大な水資源として注目を集めている。その構想は常陸川水門を閉鎖して海水の遡上を阻止し、貯水化して、多目的の水利用を図ることにある。この場合、問題となるのは塩素量であるとされ、その他についてはあまり考慮されていない。塩素量については常陸川水門閉鎖後短い期間に流入河川水の値に近くなることが予想されるので、ここではふれないことにし、その他の問題にふれる。

霞ヶ浦北浦は流域面積 $2,080\text{km}^2$ 湖面積 $2,16\text{km}^2$ の大湖で、常陸利根川を経て利根川に合流している。流域内の市町村数 42、人口は約 75 万人、耕地面積 $14,000\text{ha}$ で筑波山を除き海拔 $20\sim 30\text{m}$ の低い丘陵が不規則に発達し、全体としては比較的平坦な地形であることがこの地域の特徴である。流入河川としては桜川、恋瀬川、小野川、園部川、巴川等があり、年間流入量は 13 億トン、湖水の置換率は $1.6/\text{年}$ である。もともと霞ヶ浦北浦は海跡湖と云われ、湖の平均水深は 4m にすぎないから、このような条件が霞ヶ浦北浦の水質を規定することになる。

すなわち、低地にあるために汚濁された水が流入しやすく、水深が浅いために水の混合を盛んにし、栄養物質の循環を良好にして生物の生産活動を大きくする。また置換率が悪いために堆積作用が大きいとも考えられる。

これらのことは、透明度、水素イオン濃度、酸素量、栄養塩等からもはっきりと裏付けられている。そしてこれらの経年変化は、将来における湖水の水質悪化を予想させる目安ともなっている。

透明度の項で木原沖の値を示したが、たまたま明治年代の記録¹⁰⁾が残されている。この種の資料は極めて少なく、大正年間および昭和 24 年までの資料がないので確かなことは云えないが、明治 43 年の透明度は 1.7m 、60 年後の透明度は 0.9m であるから、この間 80cm 低下し $1.3\text{cm}/\text{年}$ の割合で透明度が低下していることになる。この割合にしたがうと、昭和 55 年には 0.77m 、65 年には 0.64m となる。この値は年平均値であり、夏期はかなり低い値をとることが予想される。平均値が 0.86m である 43 年でさえも、8 月 9 月 10 月の 3 ヶ月間は 0.4m という養魚池並の値を記録している。いまこの 0.4m という値を、浮遊物量に換算すると 38PPm に相当し、水産用水としてはさして問題にならないが、都市用水、工業用水としては、これらの処理が大きな課題となるであろう。

おわりに

本報告は昭和38年から46年までの観測結果をとりまとめたのを機会に、霞ヶ浦北浦に関する資料を整理し、きわめて大まかに水質や生物相について触れてきたが、資料の不足がめだった。しかしながら限られた資料からも霞ヶ浦北浦の水質の大要をつかむ事ができたように思われる。その特徴は、塩素量の点を除けば、富栄養湖の特性であり、かつ霞ヶ浦北浦の立地条件から極めて汚染されやすい条件が整っていることである。したがって、水質汚濁については特別に注意を払い、流域の排水規制を厳重に行う必要がある。

文 献

- 1) 東京都, 1961: 昭和33~35年度霞ヶ浦総合利水調査。
- 2) 経済企画庁, 1964: 霞ヶ浦北浦水質調査資料。
- 3) 建設省, 1965: 水質調査成績報告書。
- 4) 茨城県公害課, 1968: 公害技術センター年報。
- 5) 茨城県農業試験場化学部, 1963: 常陸川水域の水質調査成績書。
- 6) 増沢謙太郎・津村義幸・松田能臣, 1947: 昭和22年夏期霞ヶ浦湖沼観測報告書 第一報
中央气象台陸水報告 V〇L.4. №3~10
- 7) 桜井徳雄, 1950: 霞ヶ浦湖沼観測表・東京管区気象研究会誌 V〇L.7 P97~129
- 8) 吉村信吉: 半谷高久著水質調査法より引用。
- 9) 津田勉・清水当午・加瀬材成夫・浜田篤信, 1970: 北浦の水質について 茨城県霞ヶ浦北浦
水産事務所調査研究報告 V〇L.7。
- 10) 茨城県水産試験場, 1912: 茨城県霞ヶ浦北浦漁業基本調査報告 V〇L.1。

附表Ⅲ 霞ヶ浦北浦における硬度

年 月	場所 項目	霞ヶ浦牛堀		霞ヶ浦三又沖		北浦神宮橋	
		硬度 ppm	Cl ppm	硬度 ppm	Cl ppm	硬度 ppm	Cl ppm
41.	4	80.0	98.16	73.0	95.28	74.0	125.28
	5	71.0	102.08	69.0	84.88	64.0	106.96
	6	90.0	99.92	71.0	94.08	78.0	167.68
	7	64.0	76.08	70.0	88.48	64.0	111.68
	8	69.0	82.56	62.0	74.00	72.0	137.68
	9	201.0	497.28	64.0	70.88	93.0	84.48
	10	64.5	63.60	62.0	57.68	65.0	86.40
	11	79.5	70.96	61.0	56.64	62.0	86.40
	12	86.0	109.44	67.0	56.08	128.0	232.64
42.	1	140.2	279.8	108.4	177.0	277.6	70.13
	2	156.6	218.6	125.0	231.6	160.2	372.6
	3	74.2	264.0	55.0	206.72	97.1	488.45
	4	102.0	180.64	96.4	188.24	105.6	252.16
	5	113.0	182.15	103.0	174.02	117.5	248.31
	6	114.0	198.30	108.0	186.80	190.0	418.04
	7	136.0	258.33	104.0	174.81	146.0	322.05
	8	126.0	103.36	106.3	83.28	294.7	365.60
	9	350.36	465.60	202.61	216.40	462.22	620.82
	10	185.47	181.23	197.29	197.20	211.00	230.21
	11	153.40	177.44	183.57	181.44	188.21	228.96
	12	51.86	280.01	35.34	420.02	45.89	281.36
43.	1	236.34	273.88	133.32	446.32	432.28	1927.85
	2					467.00	1273.21
	3					310.43	1022.95
	3	196.55	532.48	180.94	478.18		
	4	265.44	415.84	172.98	443.16	199.08	583.03
	5	188.08	254.82	120.48	262.19	129.80	343.02
	6	129.73	237.43	131.34	236.30	234.80	158.53
	7	112.06	210.62	109.13	190.11	126.46	266.36
	8	87.67	140.37	113.07	177.45	116.90	243.58
	9	95.32	159.64	151.93	95.99	103.41	266.34
	10	115.10	205.08	129.92	85.65	87.45	162.61
	11	95.76	156.86	94.42	162.10	99.59	159.31
	12	95.39	147.50	87.45	134.43	100.08	159.30
44.	4	99.31	101.04	100.00	93.58	70.96	81.71
	5	130.87	135.83	105.93	91.35	77.88	79.84
	6	123.04	63.80	41.90	49.79	123.04	85.91
	7	103.69	46.23	92.17	35.63	114.52	50.62
	8	121.66	61.71	100.00	50.10	124.89	77.96
	9	161.06	52.85	101.62	20.71	334.11	145.52
	10	140.2	95.43	100.80	60.37	142.2	124.81
	11	108.30	57.81	102.54	53.62	94.24	71.19
	12	149.77	106.77	101.85	58.44	131.34	45.71
	1	179.73	148.26	139.17	103.63	192.40	184.35
	2	124.89	108.85	110.60	90.16	132.95	159.33
	3	142.86	85.14	146.31	91.41	169.35	144.92
45.	4	105.14	119.20	108.69	96.80	133.56	180.16
	5	109.05	108.48	98.57	998.08	148.30	193.76
	6	96.79	180.87	101.23	197.10	123.43	298.36
	7	87.12	144.451	87.12	136.328	104.19	185.069
	8	214.339	499.56	131.870	238.09	157.368	904.32
	9	322.70	426.21	160.95	370.02	443.22	832.55
	10	146.11	314.10	138.91	329.45	97.081	471.43
	11	103.94	364.81	82.99	303.550	133.28	444.02
	12	111.54	294.51	98.78	221.87	176.78	494.73
	1	116.770	348.274	143.138	401.315	250.120	409.273
	2	56.688	325.500	35.357	292.190	53.478	396.794
	3	76.880	440.632	146.435	31.949	448.739	835.664

附表Ⅳ 霞ヶ浦木原沖北浦水源沖の pH

年度\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
昭和30				7.8	7.3	7.4	8.6	8.0	8.0	8.0	8.2	7.8	7.90
31	7.2	7.6	7.6	8.4	8.6	8.6	8.6	8.6	7.7	7.4	7.4	7.4	7.94
32	7.7	7.4	7.4	8.2	7.8	7.0	8.2	7.0	7.8	7.4	7.4	7.4	7.53
33	7.4	7.3	7.6	7.6	7.9	7.6	8.4	8.8	8.0	8.4	7.2	7.2	7.78
34	—	—	7.0	8.0	8.7	7.4	8.2	8.6	8.0	8.0	7.8	7.2	7.89
35	7.2	7.4	7.4	7.6	7.8	7.8	8.4	8.0	8.0	7.8	8.4	7.2	7.80
36	7.2	7.4	7.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.30
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	—	—	—	—	7.4	7.6	7.8	—	8.6	7.4	7.2	7.2	7.60
39	7.0	7.1	7.2	7.8	8.2	7.0	7.4	7.4	—	8.1	7.0	7.8	7.45
40	7.6	7.7	7.6	7.8	7.6	7.4	8.1	7.5	7.4	7.4	7.3	7.1	7.54
41	7.0	7.4	—	8.3	8.0	7.6	8.4	—	7.6	8.2	7.8	7.6	7.79
42	8.0	7.6	7.6	7.8	7.6	7.6	8.0	7.6	7.8	7.7	7.5	7.5	7.69
43	8.1	7.8	8.2	9.0	9.1	9.6	7.9	8.0	7.8	7.3	7.4	7.4	8.12
44	7.00	7.9	7.60	9.40	8.00	9.00	—	9.60	8.60	8.60	7.40	8.50	8.31
45	7.90	8.2	8.85	8.70	8.75	8.70	8.80	9.00	9.20	8.70	7.65	8.60	8.58
46	7.95	6.87	7.60	9.25	9.02	8.58	9.21	8.90	9.20	8.70	8.00	7.22	8.37
平均	7.63	7.44	7.61	8.26	8.11	7.92	8.28	8.23	8.69	7.94	7.57	7.54	

北 浦 水 原 沖

昭和42	—	—	—	8.3	7.9	8.3	8.5	8.5	—	—	—	—	8.3
43	7.7	7.60	7.4	8.10	8.00	8.2	8.4	8.9	8.8	8.2	8.6	7.6	8.12
44	8.00	—	8.00	8.60	8.10	9.10	—	8.70	9.40	9.00	8.30	8.00	8.52
45	7.90	8.20	8.85	8.70	8.75	8.70	8.80	9.00	9.20	8.70	7.65	8.60	8.98
46	7.95	6.87	7.60	9.25	9.02	8.58	9.21	8.90	9.20	8.70	8.00	7.22	8.37
平均	7.88	7.55	7.96	8.59	8.35	8.57	8.72	8.80	9.15	8.65	8.13	7.85	

附表V 霞ヶ浦木原沖と北浦水原沖のBOD

単位 ppm

年度 区分 月	42		43		44		45		46	
	木原	水原	木原	水原	木原	水原	木原	水原	木原	水原
4	—	—	1.56	1.82	4.42	1.31	1.31	1.54	0.56	0.66
5	1.23	0.76	0.64	1.10	2.33	2.23	1.23	0	2.60	2.33
6	2.06	0.70	1.20	1.91	1.92	0.93	2.06	0.50	1.98	3.13
7	1.84	1.11	1.45	2.01	—	—	1.84	0.65	2.61	1.55
8	2.39	0.35	3.46	1.60	0.33	1.46	2.39	0.35	5.17	7.28
9	—	—	4.76	2.52	1.20	2.94	3.77	2.79	4.00	2.86
10	—	—	4.40	2.52	1.38	3.50	3.26	2.69	3.01	3.44
11	—	—	6.93	3.96	2.28	3.52	3.41	2.37	4.06	3.88
12	—	—	2.88	2.34	1.91	1.92	4.23	4.87	1.28	2.65
1	—	—	3.66	1.28	0.97	0.85	3.27	2.56	0.85	1.02
2	—	—	2.16	1.66	2.49	1.79	3.35	3.02	3.23	1.19
3	—	—	3.38	3.01	1.31	1.30	3.77	1.13	2.01	1.51

附表VI 霞ヶ浦木原沖と北浦水原沖のCDD

単位 PPM

年度 地点 月	42		43		44		45		46	
	木原	水原	木原	水原	木原	水原	木原	水原	木原	水原
4	3.83	3.55	1.31	3.14	3.11	2.30	3.83	3.58	4.40	2.29
5	3.90	3.48	0.88	1.64	2.73	2.36	3.90	4.18	2.18	3.09
6	3.09	0.99	2.61	3.47	2.86	2.89	3.09	0.62	3.85	4.55
7	1.23	2.77	2.66	1.31	—	—	1.23	0.65	6.12	1.74
8	6.05	7.34	6.79	4.71	3.26	3.28	6.05	8.38	5.04	6.10
9	—	—	4.37	3.55	3.24	4.67	5.95	7.00	5.87	6.01
10	—	—	6.29	4.96	4.15	6.39	4.11	1.14	5.35	3.82
11	—	—	4.39	5.25	2.96	5.14	3.18	3.58	2.38	7.50
12	—	—	4.68	3.09	2.46	3.06	5.27	4.17	4.12	3.94
1	—	—	3.80	1.66	1.87	1.96	2.67	1.64	2.35	1.87
2	—	—	2.73	1.81	3.96	2.37	2.42	2.11	3.38	1.73
3	—	—	2.68	2.66	2.57	2.47	0.90	2.03	5.78	3.47

附表Ⅶ 霞ヶ浦木原沖の透明度

年/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
明43	—	—	—	—	—	—	1.7	—	1.7	—	—	—	土 浦 沖 宿
44	—	—	—	—	—	1.7	—	1.6	—	—	2.3	—	
45	—	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
昭25	0.8	0.7	1.0	1.0	1.4	1.1	—	1.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.15
30	—	—	—	1.4	1.5	1.5	1.3	1.0	1.5	0.9	1.8	2.6	1.53
31	2.1	1.7	1.0	1.0	1.4	1.1	1.0	1.2	0.7	1.0	1.5	1.7	1.21
32	1.6	1.5	0.8	1.2	0.8	1.0	1.5	1.3	1.4	1.7	1.6	1.7	1.35
33	1.2	1.3	1.5	0.8	1.5	1.2	1.6	0.9	0.5	0.6	2.5	2.0	1.43
34	—	—	2.7	1.1	0.9	1.2	1.8	1.8	0.8	1.5	1.7	2.0	1.46
35	2.5	1.2	1.0	1.6	1.5	1.2	1.4	1.3	0.9	1.3	1.5	1.5	1.31
36	1.5	0.8	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	—	—	—	—	1.0	1.2	2.0	—	0.9	1.5	1.3	1.3	1.40
39	1.6	2.2	1.0	1.0	0.6	1.2	1.8	1.1	—	—	1.7	2.0	1.26
40	0.9	—	1.0	1.0	1.2	1.0	2.0	1.8	1.0	1.3	1.3	1.1	1.39
41	1.6	2.0	—	—	0.9	1.1	1.4	—	1.2	0.9	1.4	1.5	1.13
42	1.6	1.2	—	—	1.6	1.3	1.5	1.3	1.0	1.1	1.2	1.2	1.20
43	—	—	—	—	1.0	1.4	1.2	0.4	0.4	0.4	0.5	0.9	0.86
44	2.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	—	1.1	1.3	1.1	1.2	1.7	1.17
45	2.4	0.9	2.0	2.0	1.4	1.4	1.3	0.7	0.7	0.6	0.9	0.9	1.20
46	1.1	1.2	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.6	0.5	0.6	2.0	0.90
平均	1.62	1.33	1.25	1.20	1.15	1.20	1.48	1.22	1.00	1.05	1.43	1.59	

北浦水原沖の透明度

年/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
昭42	—	—	—	1.2	1.3	1.1	—	0.9	—	—	—	—	
43	1.6	2.3	1.7	1.2	1.0	1.0	1.7	0.9	0.9	0.6	0.5	1.0	1.20
44	3.2	2.6	1.9	1.4	1.1	1.3	—	1.2	0.9	0.7	1.0	1.8	1.42
45	0.8	—	1.1	0.9	0.7	—	1.2	—	—	—	0.7	1.6	
46	2.0	2.1	1.0	0.7	1.1	1.0	0.7	0.5	0.7	0.8	1.0	1.5	1.09
平均	1.90	1.75	1.42	1.08	1.04	1.10	1.20	0.87	0.86	0.70	0.80	1.12	

附表Ⅷ 木原沖と水原沖の浮游物量

単位 PPM

地点 年度 月	木 原 沖						水 原 沖				
	41	42	43	44	45	46	42	43	44	45	46
4			14.2	16.0	16.0	28.8		7.2	6.0	24.0	36.8
5		6.0	5.2	2.0	6.0	21.2	6.0	2.4	7.0	12.0	9.5
6		2.0	14.0	4.0	2.0	9.4	16.0	15.2	2.0	30.0	15.1
7		1.1	9.0		1.1	27.4	6.4	4.0		0.8	9.2
8			21.0	16.0		28.0	24.0	17.0	5.0	20.0	17.2
9			9.0	9.0	20.0	20.8		8.0	10.0	20.0	19.6
10			11.0	15.0	23.0	14.2		11.0	23.0	34.0	7.2
11			16.0	6.0	4.0	4.2		10.0	4.0	10.5	0.4
12			18.0	9.0	1.0	3.6		18.0	1.0	10.0	20.6
1			3.0	2.0		3.6		9.0		12.0	4.8
2			4.0	4.0	1.0	5.4		1.0	1.0	3.4	12.6
3	8.0		3.6	8.0	22.0	38.0		5.0	22.0	9.6	8.4

附表K 霞ヶ浦木原沖の酸素飽和度

単位 %

年 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
昭30	—	—	—	102.0	91.0	91.5	—	85.3	85.3	94.9	90.6	91.3	91.4
31	93.1	89.5	88.4	94.7	101.4	110.6	94.0	99.6	85.7	99.5	94.8	92.4	95.36
32	94.2	89.4	96.3	105.3	85.8	99.7	110.6	128.7	102.3	108.6	91.1	89.2	100.10
33	72.6	99.8	100.8	79.3	83.1	91.0	88.5	100.2	99.7	96.7	111.2	82.2	92.09
34	—	—	80.9	107.9	112.5	87.2	110.9	112.6	116.7	105.6	99.0	86.9	102.02
35	89.5	93.4	95.8	105.6	112.6	101.0	100.5	114.2	95.1	97.0	96.8	87.2	99.06
36	90.6	91.6	92.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91.7
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	—	—	—	—	93.0	102.2	101.5	—	101.6	90.1	81.5	98.7	95.5
39	88.9	94.7	103.0	118.1	102.0	84.7	116.3	105.7	—	99.0	—	94.3	106.40
40	100.6	101.4	97.8	87.2	103.5	110.6	99.4	100.1	—	96.0	130.8	120.0	104.31
41	120.6	81.5	—	89.1	108.4	103.5	95.2	—	88.9	127.2	107.0	101.0	101.24
42	88.7	114.4	108.4	128.3	93.9	106.5	129.1	112.0	99.5	96.9	82.3	95.7	104.6
43	95.3	80.0	100.6	102	115.32	109.45	123.3	145.1	155.2	135.5	107	101	116.4
44	102.0	94.5	86.8	78.6	83.3	85.0	—	137.4	115.5	122.1	85.0	95.8	98.7
45	—	—	—	121.3	101.5	108.5	129.4	117.5	119.8	87.7	98.5	94.8	109.8
46	109.7	102.0	120.3	123.4	109	99.7	102.9	101.7	122.3	121.1	98.5	90.3	108.23
平均	98.45	96.81	97.67	97.4	99.7	100.4	107.8	112.3	106.7	105.2	98.1	94.72	