

(4) 北山ダムの水質について

(その1 理化学的調査について)

水質課 原崎孝子、村山卓雄、川副康博
光武隆久、吉川信治、安富清二

1. はじめに

佐賀県北部に位置する北山ダムは、有効貯水量2,200万トンの大人造湖である。佐賀平野の農業用水をはじめとして、上水道・水産用水・レジャー等利水度は極めて高い。

北山ダムは、環境基準のA類型に指定されているが、㊸地点の平面的な水質データがあるにとどまるので、湖水水質の調査並びに流入流出河川の調査を行った。

2. 調査内容

- ① 湖水における平面的・垂直的水質の季節的変動について
- ② 流入及び流出河川水質について

3. 調査方法

- ① 調査地点 右図参照
湖水 ㊸ ㊹ ㊺ 3地点
流入河川 ㊻ ㊼ ㊽ 地点
流出河川 ㊾ 地点
- ② 調査時期
52 / 5 6 8, 9, 10 53 / 1月
の年6回
- ③ 採水部位
A地点のみ 5mの深度毎採水
他地点 表層のみ採水



図1 調査地点

④ 測定項目

一般項目 (PH, BOD, COD, DO, SS, EC)
栄養塩類 (SiO_2 , NO_2 -N, NO_3 -N, NH_4 -N, I-N, PO_4 -P, I-P)
その他 (溶解性Fe, 溶解性Mn, クロロフィルa)

4. 調査結果

① 湖水 各月の各項目の測定結果は次のとおりである。

表1 52年5月13日採水

項目 地点	水温 °C	PH	DO ppm	COD ppm	SS ppm	NH ₄ -N ppm	NO ₂ -N ppm	NO ₃ -N ppm	T-N ppm	PO ₄ -P ppm	T-P ppm	EC μs/cm	溶性 SiO ₂ ppm	クロロ フィル μg/L	溶解性 Fe ppm	溶解性 Mn ppm	透明度 m
A-0	20.5	10.2	11.5	7.2	10.6	0.108	0.001	0.017	0.335	0.022	0.146	62.4	4.74	14.13		0.1>	1.2
A-5	14.0	7.4	9.9	3.7	7.0	0.148	0.002	0.096	0.386	0.005	0.123	57.0	8.70	29.83		0.1>	
A-10	11.0	7.2	9.4	2.0	2.0	0.106	0.004	0.204	0.456	0.005	0.097	60.3	12.44	6.35		0.1>	
A-15	7.0	7.0	9.6	2.8	12.8	0.150	0.007	0.204	0.466	0.013	0.146	67.6	13.70	6.41		0.1>	
A-20	2.0	7.1	10.1	2.1	4.0	0.134	0.003	0.151	0.357	0.005	0.046	64.9	13.74	4.80		0.1>	
A-25	1.0	7.2	11.2	2.3	1.4	0.140	0.004	0.155	0.424	0.009	0.036	64.0	15.40	6.10		0.1>	
A-30	1.0	7.0	10.5	2.4	1.6	0.182	0.004	0.142	0.470	0.018	0.049	68.0	13.96	3.65		0.17	
B-0	22.0	10.2	12.2	7.7	13.0	0.080	0.001	0.032	0.445	0.015	0.087	62.2	4.44	17.89		0.1>	1.3
C-0	21.5	10.3	12.8	7.8	10.6	0.096	0.001	0.018	0.458	0.016	0.069	61.6	4.40	19.49		0.1>	1.1

52年6月21日採水

項目 地点	水温 °C	PH	DO ppm	COD ppm	SS ppm	NH ₄ -N ppm	NO ₂ -N ppm	NO ₃ -N ppm	T-N ppm	PO ₄ -P ppm	T-P ppm	EC μs/cm	溶性 SiO ₂ ppm	クロロ フィル μg/L	溶解性 Fe ppm	溶解性 Mn ppm	透明度 m
A-0	20.8	7.4	8.9	3.3	1.4	0.023	0.004	0.081	0.390	0.013	0.038	55.0	7.10	3.42	0.08	0.1>	
A-5	17.0	6.8	6.4	3.9	4.0	0.056	0.006	0.210	0.481	0.012	0.036	61.8	11.64	3.80	0.08	0.1>	
A-10	14.8	6.8	4.7	2.3	2.6	0.073	0.007	0.256	0.473	0.009	0.025	65.0	12.42	1.53	0.05	0.1>	
A-15	12.9	7.1	3.7	2.8	2.6	0.116	0.010	0.327	0.630	0.010	0.018	63.6	14.14	1.52	0.09	0.1>	
A-20	6.6	6.9	6.2	1.7	3.2	0.129	0.004	0.221	0.475	0.008	0.020	70.4	15.14	1.89	0.11	0.1>	
A-25	5.3	6.9	7.7	1.8	1.4	0.125	0.003	0.201	0.448	0.011	0.024	66.0	15.78	1.48	0.16	0.1>	
A-30	5.0	7.0	4.6	1.3	0.8	0.201	0.004	0.177	0.502	0.017	0.020	68.0	15.34	1.34	0.06	0.13	
B-0	-	7.3	8.2	3.3	1.6	0.047	0.004	0.075	0.366	0.015	0.049	57.3	7.60	4.40	0.07	0.1>	
C-0	-	7.4	9.2	3.6	1.8	0.036	0.004	0.073	0.503	0.025	0.062	52.2	7.64	8.61	0.05>	0.1>	

52年8月8日採水

項目 地点	水温 °C	PH	DO ppm	COD ppm	SS ppm	NH ₄ -N ppm	NO ₂ -N ppm	NO ₃ -N ppm	T-N ppm	PO ₄ -P ppm	T-P ppm	EC μs/cm	溶性 SiO ₂ ppm	クロロ フィル μg/L	溶解性 Fe ppm	溶解性 Mn ppm	透明度 m
A-0	26.0	9.2	9.2	5.7	8.4	0.134	0.003	0.018	0.613	0.011	0.027	67.0	15.50	13.20	0.08	0.1>	
A-5	21.0	6.8	4.9	2.4	2.6	0.106	0.004	0.208	0.565	0.019	0.027	73.0	16.74	10.63	0.07	0.1>	
A-10	14.0	6.5	1.1	1.3	0.4	0.024	0.007	0.428	0.640	0.010	0.018	69.0	14.20	2.50	0.09	0.1>	
A-15	9.0	6.5	1.6	0.9	0.2	0.030	0.003	0.385	0.496	0.014	0.021	71.9	15.10	0.29	0.13	0.18	
A-20	6.0	6.7	5.4	0.9	0.2	0.016	0.002	0.370	0.514	0.011	0.014	75.8	15.10	0.46	0.05	0.1>	
A-25	4.5	6.6	3.3	1.0	0.2	0.038	0.002	0.435	0.614	0.007	0.016	67.9	15.06	0.63	0.10	0.32	
B-0	25.8	9.0	9.2	5.9	10.8	0.143	0.002	0.016	0.667	0.008	0.038	64.0	15.40	25.10	0.11	0.1>	0.7
C-0	25.1	8.5	8.5	5.1	11.2	0.171	0.003	0.039	0.637	0.007	0.057	63.8	15.96	24.99	0.12	0.1>	0.7

52年9月20日採水

項目 地点	水温 °C	PH	DO ppm	COD ppm	SS ppm	NH ₄ -N ppm	NO ₂ -N ppm	NO ₃ -N ppm	T-N ppm	PO ₄ -P ppm	T-P ppm	EC μS/cm	溶性 SiO ₂ ppm	クロロ フィル μg/L	溶解性 Fe ppm	溶解性 Mn ppm	透明度 m
A-0	24.1	8.1	9.5	3.8	2.4	0.018	0.003	0.014	0.406	0.020	0.055	70.2	19.60	23.58	0.06	0.1	>
A-5	20.0	6.7	5.3	2.7	4.4	0.120	0.006	0.152	0.522	0.017	0.055	73.6	20.14	7.94	0.10	0.1	>
A-10	9.0	6.6	2.1	2.0	5.0	0.302	0.004	0.049	0.507	0.038	0.078	75.5	17.04	6.55	0.57	0.1	>
A-15	7.5	6.5	1.3	1.0	2.0	0.158	0.003	0.338	0.591	0.013	0.046	73.4	17.20	3.00	0.14	0.29	
A-20	6.0	6.6	0.9	3.5	5.6	1.133	0.004	0.006	1.727	0.025	0.041	101.0	19.50	3.66	2.40	1.72	
B-0	24.2	8.6	10.6	5.9	13.3	0.084	0.002	0.020	0.794	0.013	0.115	69.8	19.60	85.77	0.14	0.1	> 1.0
C-0	23.5	8.6	10.0	7.7	21.5	0.115	0.002	0.037	1.203	0.027	0.155	70.7	19.80	126.29	0.14	0.1	> 0.7

52年10月25日採水

項目 地点	水温 °C	PH	DO ppm	COD ppm	SS ppm	NH ₄ -N ppm	NO ₂ -N ppm	NO ₃ -N ppm	T-N ppm	PO ₄ -P ppm	T-P ppm	EC μS/cm	溶性 SiO ₂ ppm	クロロ フィル μg/L	溶解性 Fe ppm	溶解性 Mn ppm	透明度 m
A-0	16.8	7.5	9.6	2.2	1.2	0.016	0.005	0.199	0.436	0.014	0.029	71.0	19.34	9.38	0.05	0.1	> 2.7
A-5	16.5	7.4	9.5	2.2	0.8	0.017	0.006	0.200	0.467	0.012	0.024	70.5	19.96	10.75	0.05	0.1	>
A-10	15.5	6.8	5.6	1.3	1.0	0.101	0.014	0.246	0.506	0.012	0.026	72.2	20.44	3.73	0.05	0.1	>
A-15	12.6	6.7	1.4	1.9	4.0	0.294	0.007	0.066	0.685	0.008	0.029	80.8	18.58	4.23	0.08	0.9	
A-20	7.0	6.8	0.0	4.8	9.2	0.629	0.005	0.004	1.373	0.040	0.082	82.8	18.44	7.81	2.8	1.4	
B-0	17.4	7.9	10.1	2.5	2.0	0.051	0.006	0.151	0.918	0.016	0.041	81.6	19.20	14.03	0.05	0.1	> 1.9
C-0	17.3	8.3	10.5	3.1	4.2	0.012	0.006	0.083	0.456	0.017	0.040	71.5	20.22	18.18	0.06	0.1	> 1.4

53年1月26日採水

項目 地点	水温 °C	PH	DO ppm	COD ppm	SS ppm	NH ₄ -N ppm	NO ₂ -N ppm	NO ₃ -N ppm	T-N ppm	PO ₄ -P ppm	T-P ppm	EC μS/cm	溶性 SiO ₂ ppm	クロロ フィル μg/L	溶解性 Fe ppm	溶解性 Mn ppm	透明度 m
A-0	6.5	7.1	10.6	1.9	1.0	0.032	0.003	0.173	0.341	0.006	0.028	76.6	18.50	5.29	0.10	0.1	> 2.4
A-5	6.0	7.2	10.1	2.1	0.8	0.038	0.003	0.179	0.380	0.007	0.023	75.8	18.40	7.38	0.47	0.1	>
A-10	6.0	7.1	9.8	2.0	1.4	0.045	0.003	0.177	0.378	0.011	0.024	75.0	19.60	8.00	0.13	0.1	>
A-15	6.0	7.1	9.8	2.2	1.8	0.067	0.002	0.183	0.383	0.010	0.016	78.6	18.40	6.53	0.22	0.1	>
A-20	6.0	7.1	9.7	1.8	1.4	0.049	0.002	0.149	0.316	0.008	0.022	78.3	18.40	5.35	0.15	0.1	>
A-5	5.8	7.1	9.8	1.8	0.8	0.088	0.003	0.177	0.418	0.007	0.020	78.0	18.20	5.45	0.25	0.1	>
B-0	6.6	7.4	11.3	1.9	1.0	0.044	0.002	0.216	0.368	0.006	0.023	75.7	17.80	7.14	0.15	0.1	> 1.8
C-0	6.2	7.7	11.6	3.4	6.2	0.029	0.002	0.180	0.451	0.007	0.037	74.8	18.74	26.06	0.06	0.1	> 1.3

④ 季節的変動

項目毎に各地点の表層水の季節的变化を図2に示す。

各地点の水深は、季節によりA地点30~20m、B地点16~6m、C地点11~1>mとかなりの差がある。従って、その表層水の水質は濁水

時である9月等は地点によりかなりの開きがみられる。しかし、満水時においてはどの項目ともほとんど同じ傾向を示し、地点間の差は見られない。

この湖では、冬期2m、夏期においては1m弱という透明度を有する。

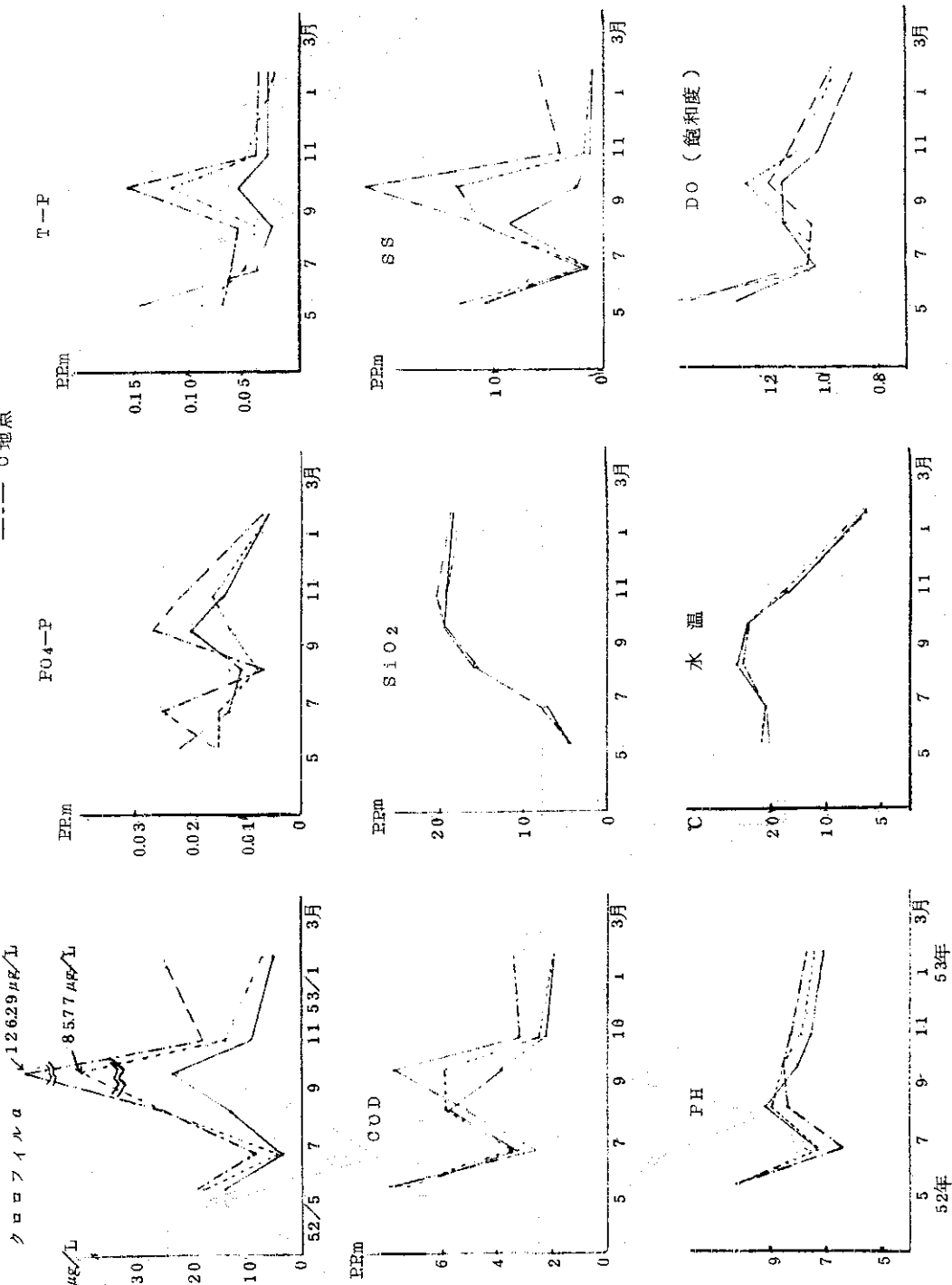
又一方、溶存酸素の飽和度をみでみると、5～9月の春～夏期において10以上と過飽和状態となり植物プランクトンの発生による光合成の活発さを示している。このことはPHの変動とも一致している。又、植物性プランクトンの量を表わすクロロフィル a 、ほとんどプランクトンと思われるSS、T-P等の挙動とも必ずしも直線的ではないにしても、同傾向にある。その差は、採水した当日・前日の天候、季節、日射量等の自然現象の違いや、ダム内に貯留される時間、貯水量、放水量等のいろいろな条件の兼ねあいにより、プランクトンの活発な光合成作用に違いが生じることによるものだろう。

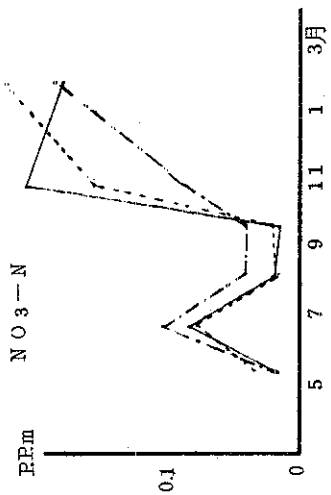
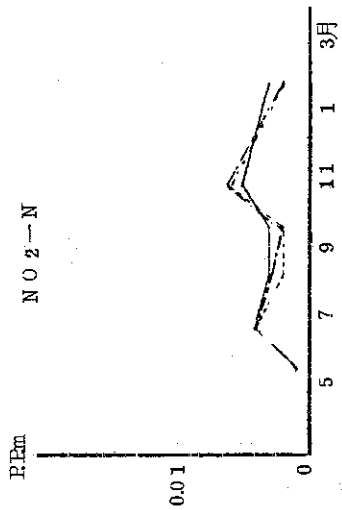
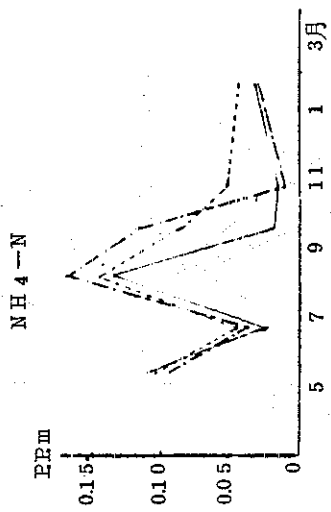
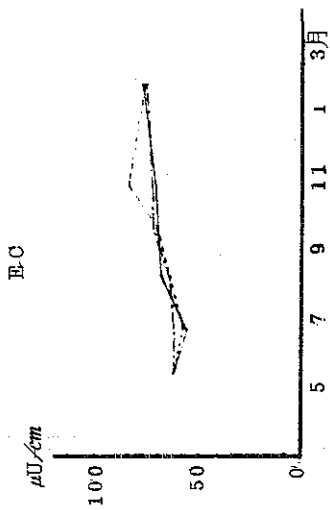
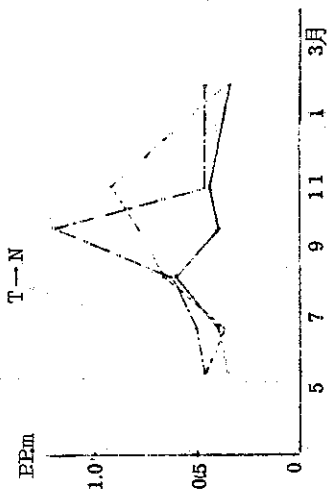
次に溶性ケイ酸の変動をみると、5・6月においてケイ酸の量が著しく低下しているが、そ

の後は増加し、11月以降はほとんど変わらない。しかしかといってクロロフィル a の量は5・6月だけにピークを示さない。一方、栄養塩とクロロフィル a との関係においては、まず $\text{NH}_4\text{-N}$ とクロロフィル a は同じ傾向を示す。しかし、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ はそれとは逆である。これは、植物プランクトンの増殖が著しい時には水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ を多量に吸収しているためと思われる。T-Nにおいては水深のあるA地点ではあまり変化は見られないが、最も浅いC地点では水深1m以下である9月にかなり高い値を示す。このことは水深が浅いため湖底から溶出した $\text{NH}_4\text{-N}$ の影響によるものだろう。

図2 季節別変動

— A地点
 - - - B地点
 --- C地点





㊦ 深度別変動

A地点の各項目毎の深度別変動を図3に示す。

水深によりうける影響として水温の変化・混合状態・照度の変化・底質からの溶出等が考えられる。

水温については、5月から1月までの期間のうち1月を除いたどの時期においても表層から15m~20m位までの深さまで毎月大きく変化している。

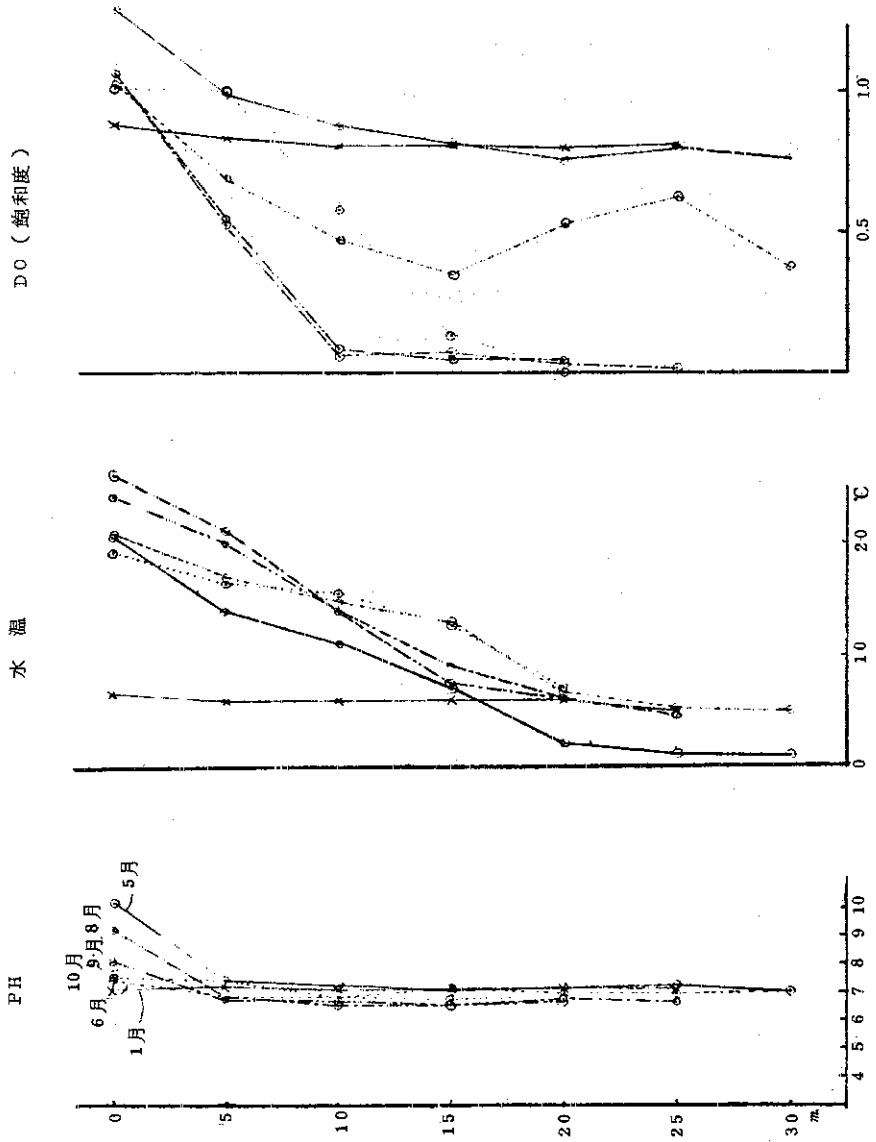
5月~10月においては、どの月とも表層水から深層水に向けての溶存酸素量の低下が見られる。5・6月はその差は緩慢であるが、8~10月では著しく、深層部ではほとんど零に近い。しかし、1月では表層から深層に至るまで0.8以上と深度別変動は見られない。このことは、この項目だけではなく、どの項目についても言えることである。

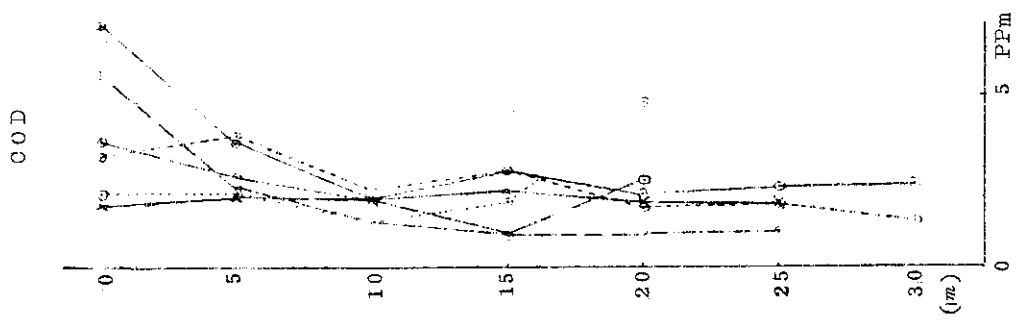
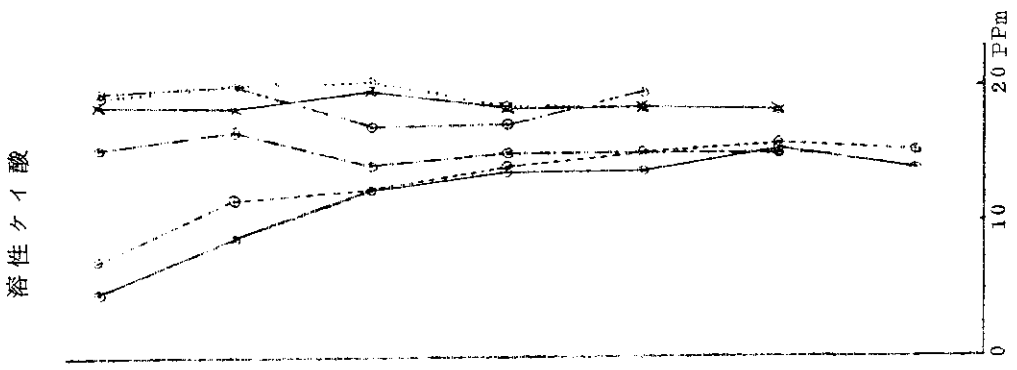
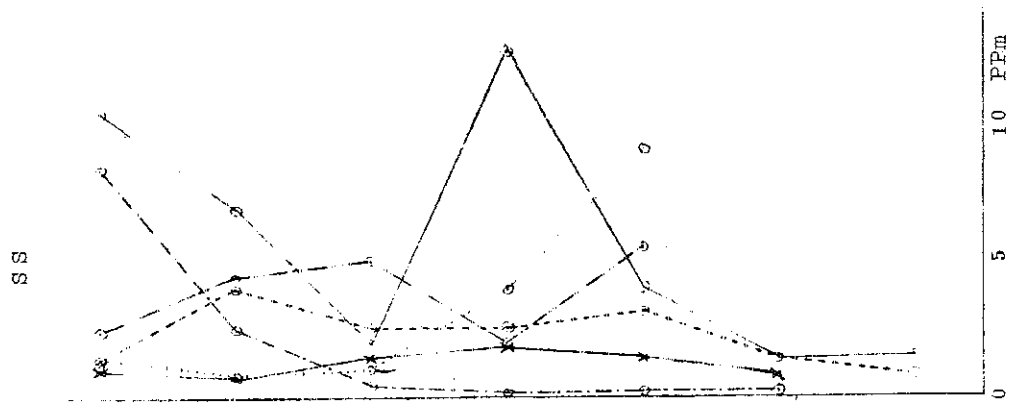
PH、クロロフィルaも同様の傾向を示

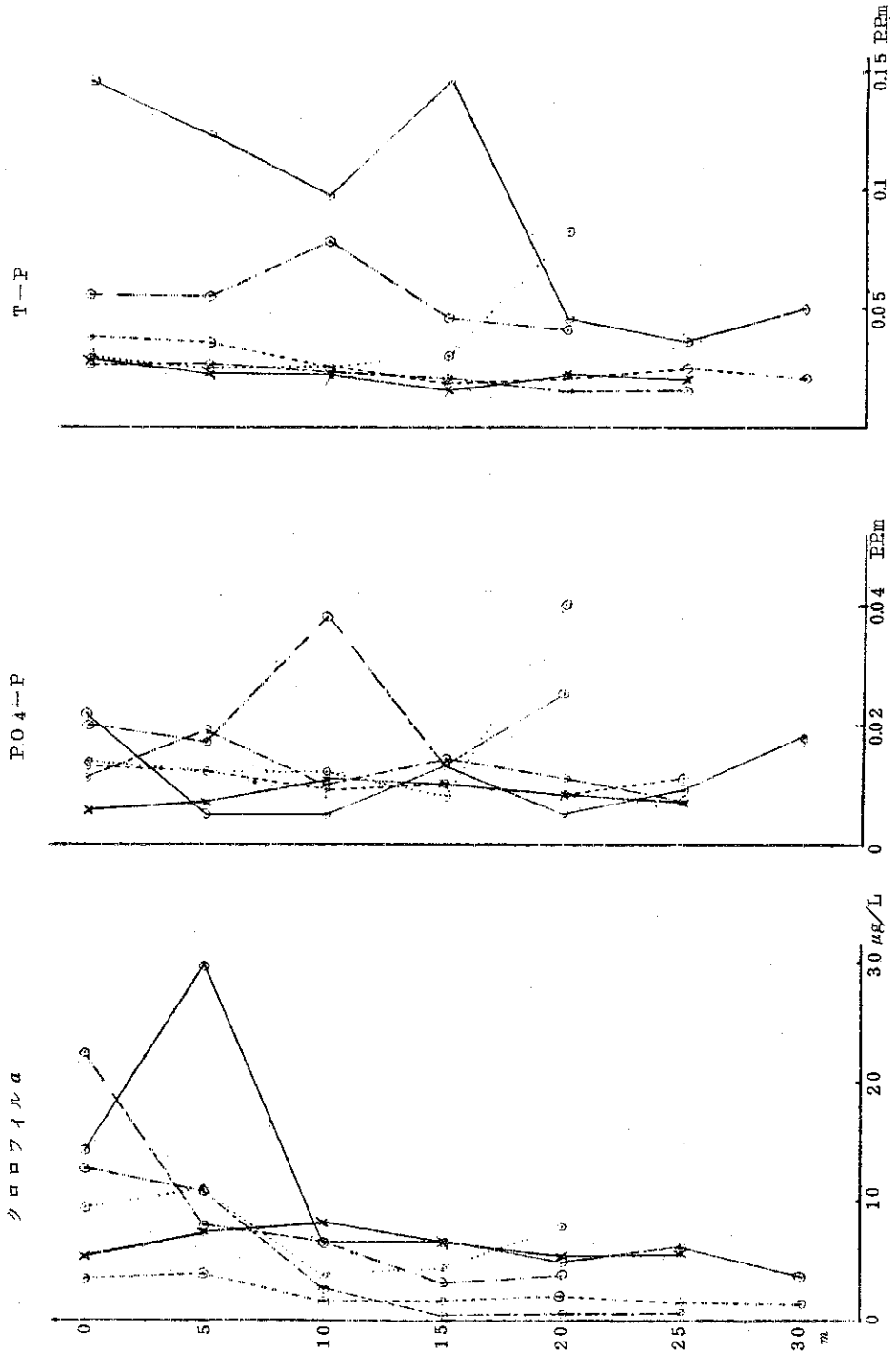
す。NO₂-Nは、ほとんど検出されない。NO₃-Nは、表層ではわずかだが10~15m付近で増大し、それより深いでは又減少する。NH₄-Nは深層になるにつれ増大する。特に9~10月には最深層で著しく増大する。このことはT-Nの値にも影響を与えている。又、PO₄-Pもわずかだが深層部で増加している。溶解性鉄及びマンガンは深層部で現われ、特に9・10月の20m層でその値は著しい。一般に北山ダムのように比較的深度の大きい湖では夏から秋にかけて深層水が低酸素化し、湖底の堆積物は還元されることが知られている。このため溶存酸素の零に近い8・9月には無酸素層の出現により還元状態となり湖底からNH₄が深層水へ溶出したものである。このことは時期を同じくして溶解性鉄やマンガンが深層部で激増していることからもうかがわれる。

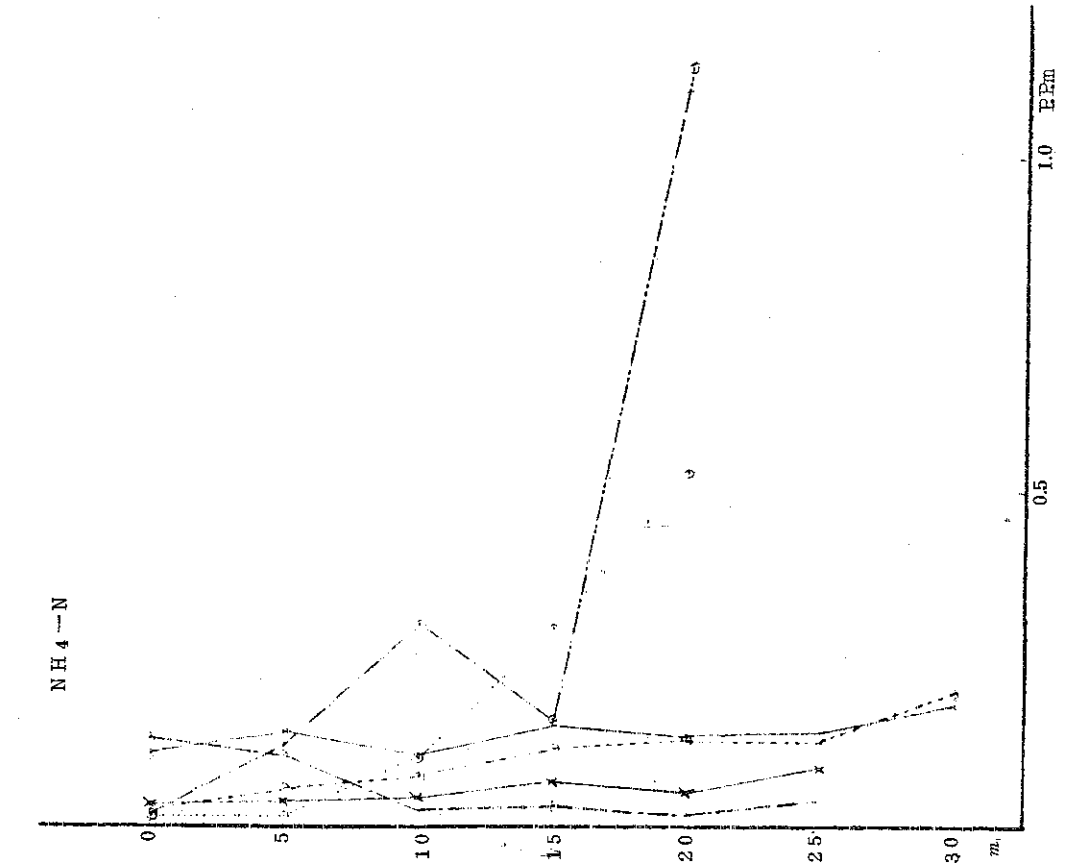
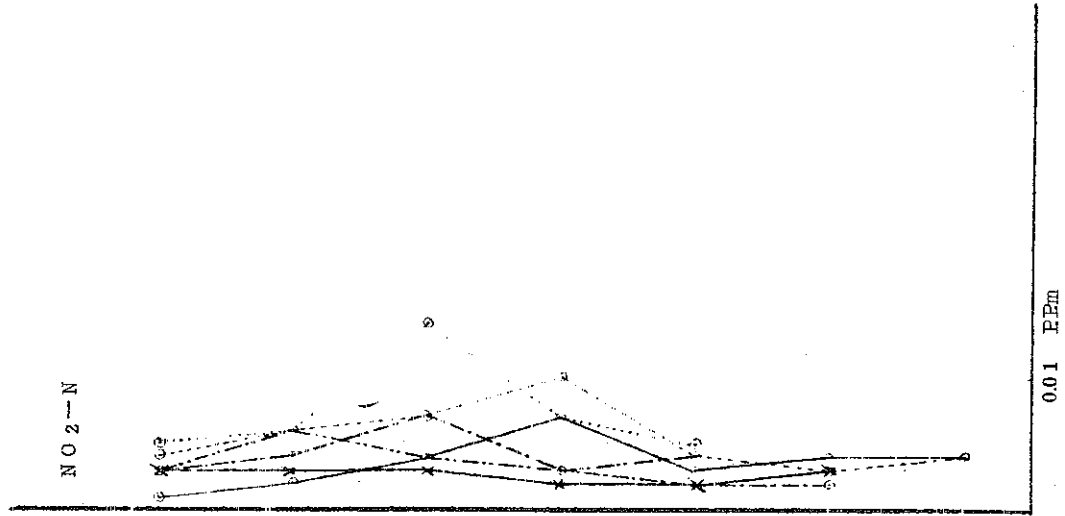
圖3 深度別變動

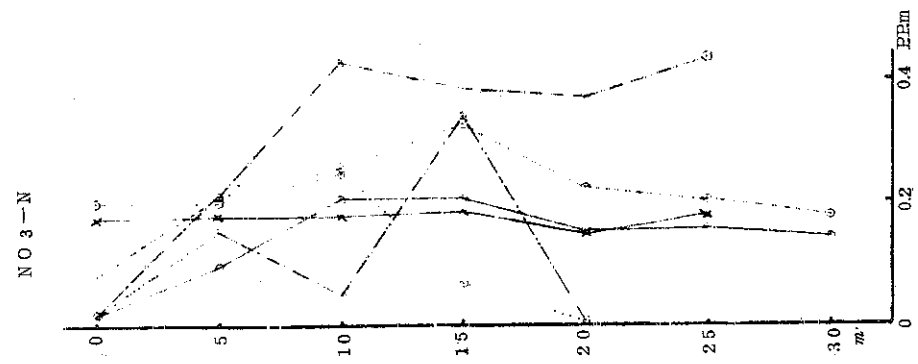
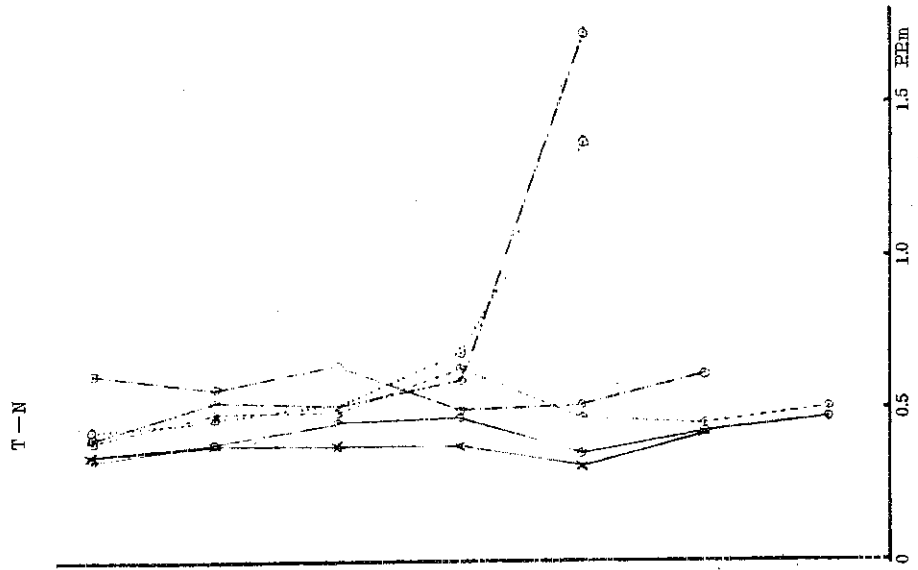
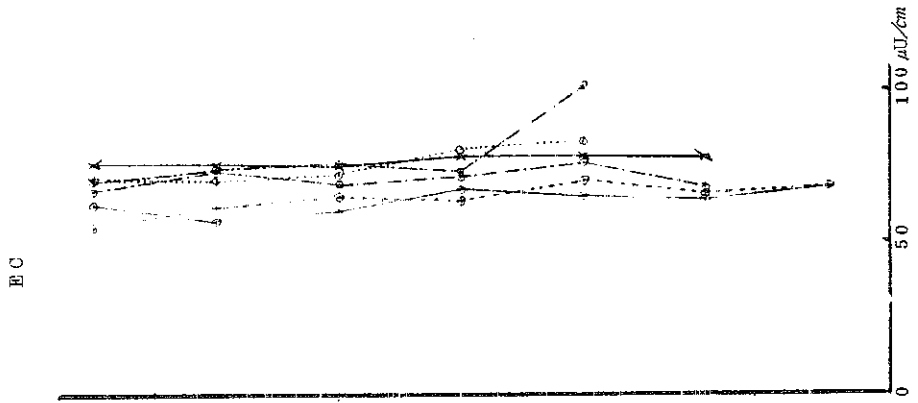
5月
6月
8月
9月
10月
1月











② 流入及び流出河川について

流入河川3地点、流出河川1地点の各項目における最大値・最小値及び平均値を示す。

表 2

地点名 項目	流出河川 No.1	流入河川 No.2	流入河川 No.3	流入河川 No.4
PH	7.0 (7.2~6.9)	7.1 (7.3~7.0)	7.0 (7.2~6.9)	7.3 (7.6~7.2)
DO _{ppm}	8.1 (9.2~6.2)	9.3 (11.0~7.5)	8.7 (10.8~7.0)	9.3 (11.2~7.9)
COD _{ppm}	2.5 (2.9~2.2)	1.3 (1.7~1.0)	2.1 (3.3~0.8)	1.4 (2.0~0.7)
BOD _{ppm}	1.5 (2.1~0.8)	0.6 (1.2~0.2)	1.0 (2.0~0.3)	0.7 (1.6~0.2)
SS _{ppm}	2.2 (4.6~0.8)	2.2 (4.4~0.4)	3.8 (6.0~1.0)	5.9 (17.4~2.2)
NH ₄ -N _{ppm}	0.076 (0.164~0.024)	0.028 (0.066~0.011)	0.058 (0.122~0.008)	0.038 (0.074~0.011)
NO ₂ -N _{ppm}	0.007 (0.008~0.005)	0.002 (0.002~0.001)	0.006 (0.010~0.004)	0.002 (0.004~0.001)
NO ₃ -N _{ppm}	0.180 (0.194~0.158)	0.360 (0.445~0.295)	0.416 (0.455~0.384)	0.360 (0.446~0.237)
T-N _{ppm}	0.473 (0.620~0.415)	0.467 (0.548~0.362)	0.654 (0.953~0.490)	0.458 (0.550~0.308)
PO ₄ -P _{ppm}	0.015 (0.021~0.010)	0.022 (0.026~0.020)	0.028 (0.041~0.016)	0.033 (0.037~0.031)
T-P _{ppm}	0.034 (0.047~0.027)	0.036 (0.049~0.025)	0.049 (0.067~0.030)	0.056 (0.082~0.033)
EC _{μv/cm}	64.5 (70.1~58.9)	64.4 (68.4~57.3)	92.2 (103.5~84.1)	71.4 (74.7~68.3)
SiO ₂ _{ppm}	14.48 (20.32~9.48)	17.32 (19.46~16.36)	19.12 (21.68~17.52)	19.93 (22.26~18.62)
クロロフィルa μg/l	8.99 (14.49~3.40)	11.13 (16.1~7.6)	3.95 (9.45~1.43)	1.19 (1.67~0.88)
溶解性Fe _{ppm}	0.07 (0.09~0.05)	0.06 (0.08~0.057)	0.21 (0.23~0.16)	0.06 (0.09~0.05)
溶解性Mn _{ppm}	0.1>	0.1>	0.1>	0.1>

流入及び流出河川とも一般項目においてはほとんど差はみられない。流入河川においては上流であるためかプランクトンや浮遊物も少なく、溶存酸素も平均9.1、BODも0.8とかなり清澄である。流入河川と流出河川の主なる違いとして、NH₄-Nの増加、NO₃-N、PO₄-P、SiO₂の減少が上げられるが、湖内で貯留されている間に吸収され、プランクトンの増殖等に消費されたものと思われる。

5. まとめ

吉村(1939)は、貧栄養湖と富栄養湖の相違点としていろいろな特徴を上げているが、ここ北山ダムも透明度(冬季2m、夏期1m弱)、N=0.6~0.3ppm、P=0.15~0.03ppmと富栄養型としての透明度5m以下、N>0.15ppm、P>0.02ppmを上まわっている。又、5月や8月には表層水のPHも10.3、9.2とアルカリ性を示し、溶存酸素も表層では過飽和であるにもかかわらず

らず深層では欠乏するなど富栄養型の湖としての条件を備えている。

村落からの生活排水、旅館・飲食店等からの排水と、養魚の残餌の湖底への沈澱、さらには表層

水の放流のため底層水の循環が少なく、死滅藻類等の堆積による有機性の汚濁に留意しなければならない。

53年度においても化学的・生物学的な調査を続ける予定である。

参 考 文 献

- (1) 小 泉 清 明 : 川 と 湖 の 生 態
- (2) 岩 下 光 男 ら : 海 洋 生 化 学
- (3) 小 山 忠 四 郎 : 公 害 と 対 策 11 (5) 11 - 20