

## (5) 北山ダムの水質について

水質課 原崎孝子、村山卓雄

### 1. はじめに

近年水域の富栄養化が進み、いろいろな方面に大きな影響を及ぼしている。特に閉鎖系水域の富栄養化の進行は著しく重要な問題となっている。当所でも昨年来県内の最大の湖であり利水度も高い北山ダムの水質調査を行なっているのでその結果を報告する。

### 2. 調査方法

地点、時期、測定項目とも昨年とほぼ同様である。

### 3. 調査結果

昭和53年度分の測定結果は、次表のとおりである。

S 5 3 5 2 3

項目 地点	水温 °C	PH	DO ppm	COD ppm	SS ppm	NH <sub>4</sub> -N ppm	NO <sub>2</sub> -N ppm	NO <sub>3</sub> -N ppm	I-N ppm	PO <sub>4</sub> -P ppm	I-P ppm	溶性 SiO <sub>2</sub> ppm	クロロ フィルa μg/L	溶解性 Fe ppm	溶解性 Mn ppm	透明度 m
A-0 m	21.2	9.3	10.3	3.5	2.0	0.002	0.002	0.006	0.239	0.008	0.055	13.20	9.37	nd	nd	1.2
A-2	20.5	9.4	10.5	3.9	3.6	0.012	0.003	0.006	0.473	0.007	0.036	13.26	10.99	0.06	nd	
A-5	18.7	9.3	11.7	4.0	3.0	0.004	0.003	0.012	0.334	0.007	0.029	13.42	19.40	nd	nd	
A-10	13.0	7.0	7.0	2.6	2.2	0.016	0.003	0.176	0.448	0.002	0.028	16.12	10.51	nd	nd	
A-15	8.5	6.8	7.0	2.0	0.2	0.043	0.003	0.250	0.460	0.002	0.031	17.10	5.90	nd	0.028	
A-20	7.5	6.8	6.9	1.8	0.2	0.078	0.002	0.274	0.530	0.002	0.028	17.22	2.50	nd	0.017	
A-30	6.5	6.6	3.8	2.2	9.6	0.319	0.004	0.282	1.025	0.009	0.040	18.00	14.92	0.12	0.12	

S 5 3 6 1 9

項目 地点	水温 °C	PH	DO ppm	COD ppm	SS ppm	NH <sub>4</sub> -N ppm	NO <sub>2</sub> -N ppm	NO <sub>3</sub> -N ppm	I-N ppm	PO <sub>4</sub> -P ppm	I-P ppm	溶性 SiO <sub>2</sub> ppm	クロロ フィルa μg/L	溶解性 Fe ppm	溶解性 Mn ppm	透明度 m
A-0	27.2	9.2	8.9	3.7	1.2	0.014	0.002	0.025	0.277	0.007	0.078	8.80	3.34	nd	nd	2.5
A-2	26.6	9.3	9.8	4.1	1.8	0.004	0.003	nd	0.287	0.008	0.038	9.06	4.45	nd	nd	
A-5	21.7	7.0	6.1	3.7	2.8	0.044	0.006	0.336	0.629	0.011	0.037	10.30	8.31	nd	0.017	
A-10	17.5	6.6	1.5	2.4	2.0	0.080	0.005	0.234	0.489	0.009	0.038	14.04	1.90	0.05	0.034	
A-15	9.6	6.6	3.1	1.7	2.2	0.088	0.007	0.286	0.499	0.002	0.031	17.40	1.78	nd	0.036	
A-20	7.6	6.7	6.0	1.5	0.4	0.035	0.003	0.386	0.504	0.003	0.049	17.70	1.45	nd	nd	
A-25	7.4	6.6	3.1	1.3	1.0	0.248	0.004	0.360	0.739	0.008	0.058	17.80	1.05	0.08	0.010	

## 5 3. 8. 2 1

項目 地点	水温 ℃	PH	DO ppm	COD ppm	SS ppm	NH <sub>4</sub> -N ppm	NO <sub>2</sub> -N ppm	NO <sub>3</sub> -N ppm	T-N ppm	PO <sub>4</sub> -P ppm	T-P ppm	溶性 SiO <sub>2</sub> 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	27.0	9.1	8.8	6.7	5.4	0.021	0.001	0.002	0.450	0.005	0.047	18.62	22.66	nd	nd	0.8
A-2	27.0	9.1	8.7	7.6	7.4	0.015	nd	0.003	0.550	0.005	0.057	18.72	31.12	0.05	nd	
A-5	24.5	6.9	3.4	5.1	7.2	0.060	0.003	0.093	0.588	0.002	0.049	19.92	26.59	nd	nd	
A-10	11.5	6.6	2.1	2.9	2.2	0.117	0.003	0.216	0.615	0.004	0.033	19.39	10.09	0.24	0.18	
A-15	8.0	6.5	1.3	2.5	0.2	0.086	0.011	0.425	0.568	0.004	0.083	19.06	1.97	nd	0.13	

## 5 3. 10. 20

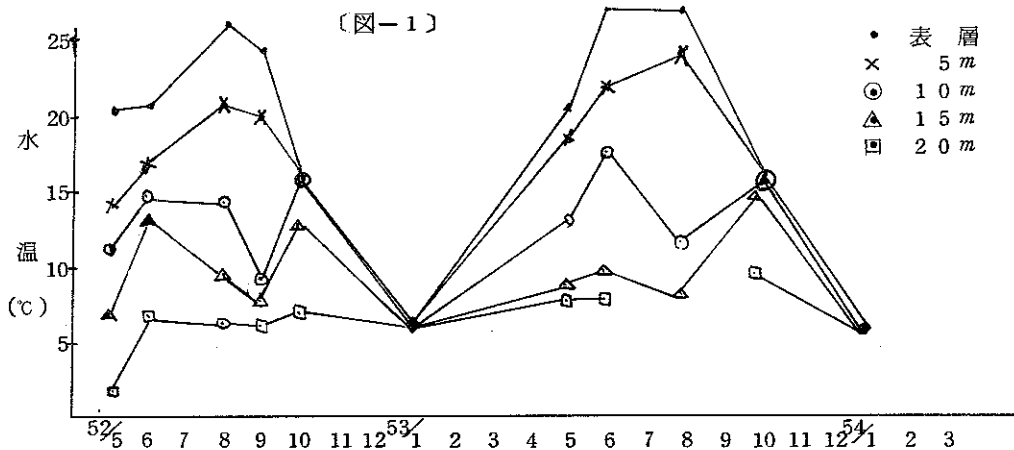
項目 地点	水温 ℃	PH	DO ppm	COD ppm	SS ppm	NH <sub>4</sub> -N ppm	NO <sub>2</sub> -N ppm	NO <sub>3</sub> -N ppm	T-N ppm	PO <sub>4</sub> -P ppm	T-P ppm	溶性 SiO <sub>2</sub> ppm	クロロ フィル μg/L	溶解性 Fe ppm	溶解性 Mn ppm	透明度 m
A-0	17.5	7.0	7.9	3.1	2.8	0.175	0.014	0.420	0.935	0.003	0.029	19.30	13.13	0.05	nd	0.9
A-2	17.0	7.0	7.9	3.4	3.6	0.205	0.015	0.417	1.040	0.004	0.032	19.60	19.50	nd	nd	
A-5	16.7	6.9	6.7	2.8	2.0	0.207	0.015	0.422	0.951	0.003	0.032	19.54	14.89	nd	nd	
A-10	16.2	6.8	6.7	1.6	2.2	0.144	0.013	0.396	0.690	0.003	0.020	20.34	4.12	0.06	nd	
A-15	14.8	6.5	3.5	2.8	7.0	0.447	0.009	0.192	0.857	0.011	0.041	19.54	4.56	0.11	0.15	
A-20	9.5	6.6	1.0	5.4	16.0	0.954	0.002	0.057	1.481	0.036	0.049	20.84	7.96	3.00	0.73	

## 5 4. 1. 2 2

項目 地点	水温 ℃	PH	DO ppm	COD ppm	SS ppm	NH <sub>4</sub> -N ppm	NO <sub>2</sub> -N ppm	NO <sub>3</sub> -N ppm	T-N ppm	PO <sub>4</sub> -P ppm	T-P ppm	溶性 SiO <sub>2</sub> 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	6.6	6.9	9.9	2.0	0.8	0.030	0.007	0.368	0.605	0.003	0.018	18.00	10.74	0.07	nd	2.0
A-2	6.5	6.9	9.8	1.6	1.0	0.029	0.007	0.373	0.588	0.006	0.011	18.09	11.07	0.08	nd	
A-5	6.5	6.9	9.7	1.6	0.8	0.029	0.006	0.370	0.597	0.004	0.012	17.92	8.61	0.07	nd	
A-10	6.5	6.8	9.8	1.8	1.4	0.030	0.006	0.377	0.604	0.006	0.016	18.00	10.41	0.07	nd	
A-15	6.5	6.8	9.8	1.8	1.0	0.030	0.006	0.379	0.612	0.007	0.012	17.96	10.68	0.07	nd	
A-20	6.2	6.9	9.8	1.8	2.4	0.031	0.006	0.370	0.638	0.007	0.012	17.96	11.43	nd	nd	
A-30	6.0	7.0	10.2	2.1	4.0	0.023	0.006	0.365	0.643	0.003	0.012	17.92	11.79	nd	nd	

#### 4. 考 察

52年度、53年度の2ケ年にわたる水温の季節別変動を、各深度毎にプロットしてみる。



この図をみると、5月～10月では表層から15mの深さまでの水温が大きく変動していることがわかる。北山ダムにおいては表層から15～20mまでの比較的深層にまで対流が及んでいると思われる。2月になると表層と深層の差はほとんどみられない。この時期は冬期循環期にあたる。秋期(10月頃)に表層から15m層までの対流がおこり、その後湖水全体の対流によって湖水の水流が同じようになるのである。

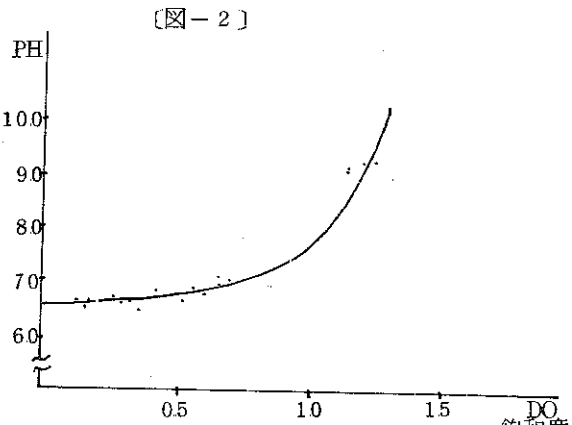
また水温の成層が最も顕著にあらわれているのは8・9月頃で5～10mの付近に水温躍層が出現している。

次に透明度であるが5月に1m、6月に2mと比較的大きいが、8・9月に0.8～0.9mと1m以内になり、10月を過ぎると再び2mを超えるようになる。

透明度と植物プランクトンの現存量の相関は高いといわれ、霞ヶ浦での研究によると透明度の約2.5倍の深さが生産層であると報告しているが、北山ダムの場合も透明度の約2～3倍の位置にクロロフィルaの最高値があり、同じような傾向を示している事がうかがわれる。

PHの変化—これは、植物性プランクトンの光合成作用に左右されるものである。5～8月には

表層水において9.0以上とアルカリ側に片よった値がみられる。これはPHとDOの飽和度の下図のような関係からも明らかである。



又、DOの垂直分布をみると、冬期にはほとんど飽和状態であるにもかかわらず、春期から夏期においては、表層では過飽和、深層層では欠乏するという型をとっている。このことは富栄養化の程度を示し、冬期には湖水が循環しており、深層水まで充分酸素が溶存しているのに、夏期には光合成が活発に行なわれ、湖水が停滞しているために深層になるにつれて、DOが減少するものと思われる。

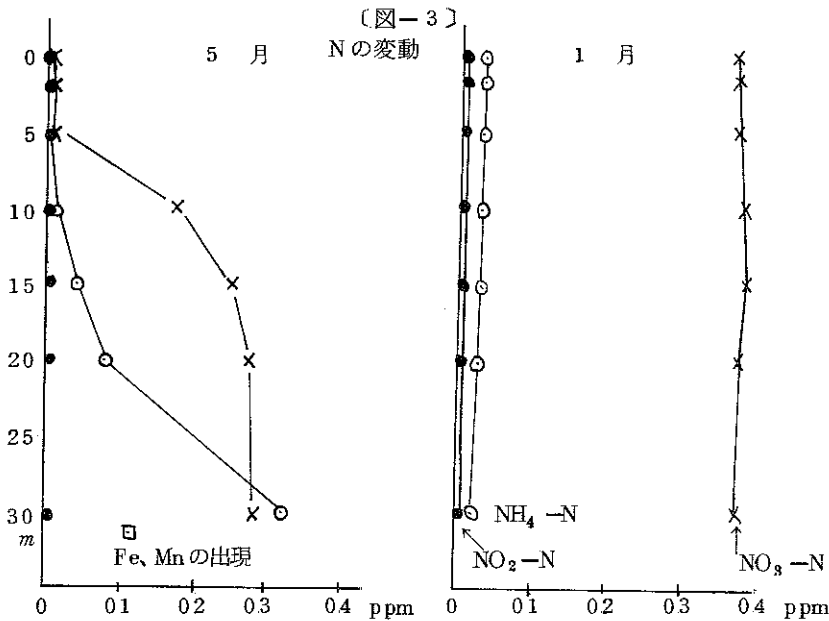
富栄養化の原因物質として植物プランクトンの増殖には特にC、N、Pが重要である。なかでC

は大気中からの溶解により充分供給されるから、N及びPが湖水の植物生産を制限すると思われる。北山ダムでは、表層水でN 0.239~0.935 ppm、P 0.018~0.055 ppmと富栄養化レベルとしてのN 0.2 ppm以上、P 0.015~0.02 ppm以上をかなり上回っている。

Nの深度別変動をグラフにしてみた。(図-3)

1月には深さによる差はほとんどみられないが、5月にはNO<sub>3</sub>-N、NH<sub>4</sub>-Nは深層になるにつれ増大する。NO<sub>2</sub>-Nは極微量存在する。これにともないこの時期にはDO飽和度も1.0以上と過飽和状態となり、この時期の光合成の活発さがうかがわれる。

又、この時溶解性のFe、Mnも出現する。こ



これらの急激な増加は無酸素層の出現により、還元状態となり、湖底の堆積物が還元されたものであろう。この傾向は8~10月にかけて更に著しい。

溶性ケイ酸は、ケイ藻の被殻の主成分であり、ホシガタケイソウ、イトケイソウ、ヌサガタケイソウなど個体群としての発達には少なくとも0.5~0.8 ppm以上を要するといわれているが、それよりもかなり多く存在している。季節的には、54年5・6月、55年6月と春期に、表層部で減少しているのがケイ藻類が主に、この時期に発生するのではないかとと思われる。

次に植物プランクトンの現存量としてクロロフィルaを測定した。表層水で3.34~22.66 µg/Lという値を示した。

坂本によると、

富栄養湖	5~140 µg/L
中栄養湖	1~15 µg/L
貧栄養湖	0.3~2.5 µg/L

といわれているが、このことからみても、ここ北山ダムは中~富栄養湖に属するといえよう。ところで、クロロフィルaの最高値を示した月は8月であるのに対し、N・Pの最高値はそれとは違っている。このことはN・Pの供給源が河川、底質からの溶出、大気、養魚の餌等あり、十分に栄養が満たされている事を示している。

又、SSも表層部でクロロフィルaと同じ挙動を示しているが、深層部においては底土の巻き上がり等による上昇が考えられる。

## 5. まとめ

北山ダムの水は上水として用いられるが、近年夏期において水に臭気があることが問題になっている。このことをとってみてもかなりこの湖は富栄養化が進んでいるといえるが、実際こうして2年間水質調査を行なってみると水中のN・P濃度からもクロロフィルaの量からもかなり富栄養化が進んでいることがわかる。ここは閉鎖性水域であるために水の循環が少なく気候も温暖で水温も1年の大半は10°C以上あり、藻類の発生しやすい状態にある。そこで湖内で生産された藻類が堆積してこのような状態を作り上げたものと思われる。更に、人為的な汚染源として生活排水、旅館、

飲食店等からの流入、更に養魚の残餌の蓄積などが考えられる。このように富栄養化が進んでくると上水のみならず、レクリエーションの場としての湖の景観もそこなわれる事となろう。水質の改善対策が望まれるところである。

## 参考資料

- ・小泉清明著：川と湖の生態、共立出版
- ・佐賀県公害センター：北山ダムの水質について（その1 理化学的調査について）
- ・津野 洋他：霞ヶ浦高浜入の夏期における水質特性－Ⅱ、水質汚濁研究に関するシンポジウム（第11回）