

飛驒川水系川辺ダム湖の夏季における水質、 微生物、およびプランクトン

八木 明彦・藤井富美子・中西 良・近藤 滋子

An aestival Investigation on Water Quality, Bacteria, and Plankton in Kawabe Dam Lake of Hida Waater System

by

A. YAGI, F. FUJII, R. NAKANISHI,
and S. KONDÔ

緒 言

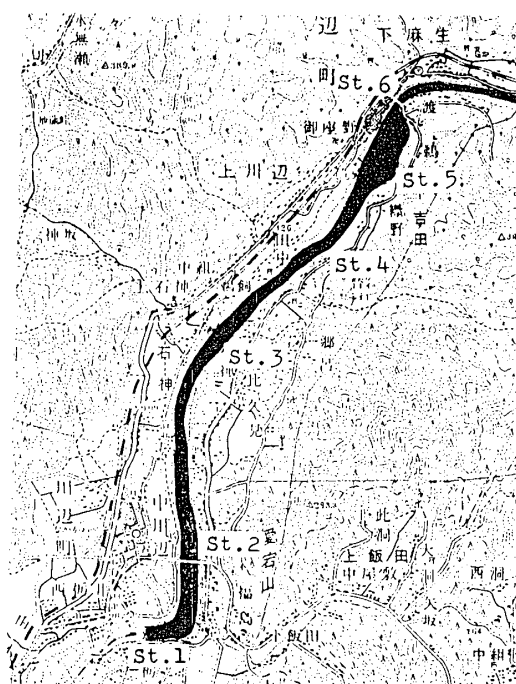
飛驒川は乗鞍と御岳の鞍部，野麦峠附近に源を発し，美濃加茂地内において木曾川本流と合する全長約 140km，豊かな水量を有し，最上流部にある高根第一ダム（最近貯水を始めた）を含め，大小16のダム湖がもうけられている，このうち最下流部に位置する中部電力川辺発電所の貯水池が川辺ダム湖である。

この湖は昭和12年12月に完成され，水力発電用貯水に使用するとともに飛驒川水系各発電所の放水により変動する水位を逆調整する役割をも果している．その流域面積は 2,159m²公認出力は 30,000kw/hのほか，湖水の利用には釣魚，岐阜県加茂郡における景勝観光地として，また競艇場としても多くの人々に利用され親しまれている．筆者らは1966年より3カ年計画による飛驒川流域資源調査の一環としてダム湖の陸水学的研究を行なったのでそのうち川辺ダム湖の夏期における水質，微生物，プランクトンについて報告する．

1. 調査地点

調査は晴天の1週間以上続いた1969年7月24日に行ない，第1図に示すような6つの地点をもうけた．このダム湖は水路式であり，ゆるやかな勾配によって取水口に向かって導かれているため湖水は常に移動している．したがってこの調査の場合も流心線にそって各地点の最深部とみられる部分を選んで堰堤より Back Water までの間を約 2 km ごとに調査した．

なお，調査の各地点では水深に応じて上層，中層，下層，の3つの層においてそれぞれ採集調査を行なった．



調 査 地 点

水 質

1. 調査方法

pH, 水温, 濁度, 透明度の測定および溶存酸素の固定は現地で行ない, その他は実験室にもち帰り, 次の方法により分析した.

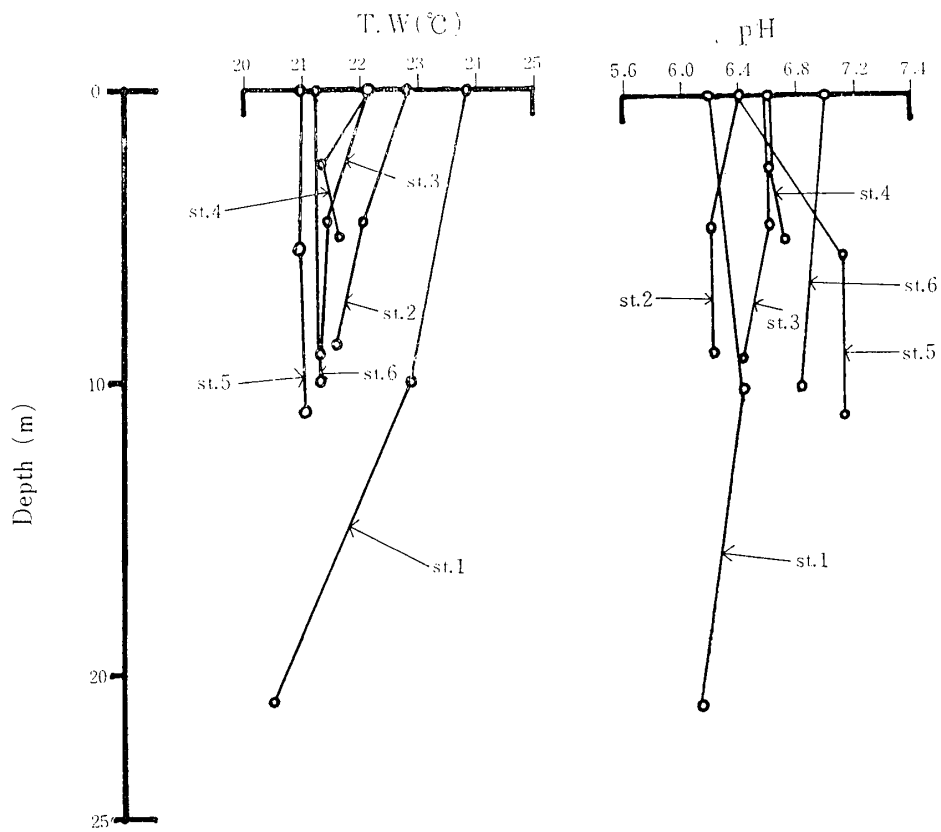
- (1) 水温の測定は海洋観測用棒状水銀温度計を併用した.
- (2) pH は東洋水素イオン濃度比色用 BTB および PR を用いた.
- (3) 溶存酸素はウィンクラー法により求め, 飽和度はローソンの計算表によって算出した.
- (4) COD は KMnO_4 の消費量 (酸性法, 100°C 30分) より算出した.
- (5) BOD は 20°C で5日間処理後, ウィンクラー法で測定した.
- (6) Cl^- は硝酸第2水銀滴定法で行なった.
- (7) $\text{NH}_4\text{-N}$ は直接ネスラー比色法により行なった.
- (8) $\text{NO}_2\text{-N}$ は GR 比色法によった.
- (9) 濁度は中部電力KK, 川辺ダム発電所所有の積分球式濁度計を使用した.

2. 結果および考察

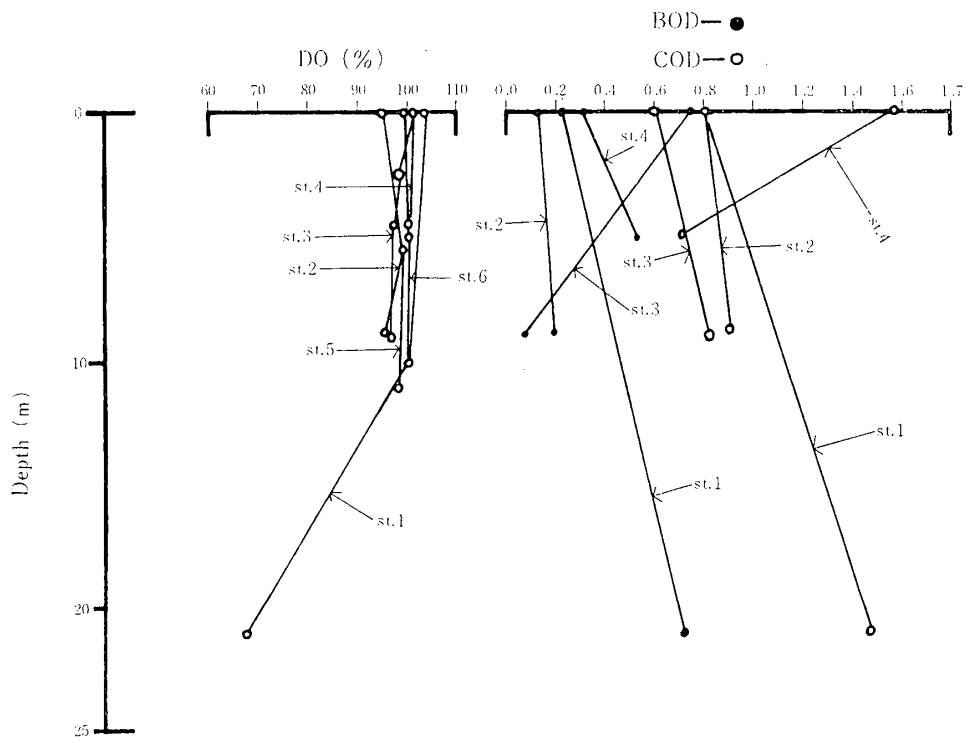
以上の方法により得られた結果は第1表および第2～第5図に示す通りである.

	深度 m	水 温 $^\circ\text{C}$	pH	DO O_2 ppm	DO %	BOD O_2 ppm	COD O_2 ppm	CL- ppm	$\text{NH}_4\text{-N}$ ppm	$\text{NO}_2\text{-N}$ ppm	Turb ppm
st. 1	0.0	23.8	6.2	8.98	103	0.22	0.81	8.84	0.01	0.000	3.3
	10.0	22.8	6.4	8.73	100	—	—	—	—	—	—
	20.5	20.4	5.8	6.32	67	0.51	1.45	9.61	0.01	0.000	3.0
st. 2	0.4	24.0	6.0	8.69	101	0.11	0.81	7.11	0.01	0.000	3.0
	4.4	22.0	6.2	8.74	100	—	—	—	—	—	—
	8.8	21.6	6.2	8.68	96	0.19	0.89	9.41	0.01	0.000	3.0
st. 3	0.0	22.1	6.6	8.78	100	0.76	0.57	6.53	0.01	0.000	3.0
	4.5	21.5	6.6	8.67	97	—	—	—	—	—	—
	9.0	21.3	6.4	8.78	97	0.07	0.81	9.26	0.01	0.000	2.0
st. 4	0.0	22.0	6.6	8.88	100	0.30	1.54	5.57	0.01	0.000	2.0
	2.5	21.3	6.6	8.74	98	—	—	—	—	—	—
	5.0	21.6	6.7	8.91	100	0.52	0.73	9.61	0.01	0.000	2.0
st. 5	0.0	21.0	6.4	8.91	95	0.26	1.30	8.45	0.01	0.000	2.0
	5.5	20.9	7.0	9.06	86	—	—	—	—	—	—
	11.0	21.0	7.0	8.87	98	—	—	—	—	—	—
st. 6	0.0	21.2	7.0	8.97	99	0.03	0.32	9.03	0.01	0.000	3.0
	10.0	21.3	6.8	9.11	100	—	—	—	—	—	—

第1表 水 質 の 調 査 結 果



第2図 各調査地点における水温, pH



第3図 各調査地点における DO, BOD, COD

(1) 水 温

st. 1 は深度10m~20mの間で温度の傾斜が認められるが、他の地点においては明らかではない。

(2) pH

st. 1 では6.2から5.8と下層にゆくにしたがってその酸度を強めているがst. 5では6.4から7.0と中性になっている。他の地点では変化なく微酸性の一定値を示している。

(3) 溶存酸素

st. 1 の底層で67%と低い値を示すが、他の地点での上層、下層の差は明らかではなく、ほぼ飽和に近い値を示す。水温、pHを含めてst. 6での水深間の変化はあまり認められない。

(4) COD, BOD

CODにおけるst. 4、BODのst. 3をのぞく全地点で深度を増すにしたがって、それぞれ値を増加している。このことは湖水中においてある程度有機物の分解が起っていることを示唆しているものと考えられる。

(5) $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$

$\text{NH}_4\text{-N}$ は水深、地点間による差は認められず、栄養源としての値は低い様に思われる。 $\text{NO}_2\text{-N}$ は全地点において検出されなかった。

(6) Cl

全地点を通じて、ほぼ一様の傾向を示し、特筆することは認められない。

(7) 濁 度

非常に低い値を示し、他の多くの河川の中下流部に設けられたダム湖に比べ飛驒川が今も清流であることをものがたっているものと思われる。

微 生 物

1. 培養方法

各調査地点における採水はあらかじめ滅菌のすませた試験管を用意し、採取後直ちに氷の入ったクーラーの中に納めて研究室にもちかえた。採水した後、培養までの氷室内に貯留した時間は2~7時間である。各微生物群の培養方法を一括して第2表に示す。

試水を順次希釈して100分の1にしたものを使用した。なお通性嫌気性細菌について培地は普通一般細菌用寒天培地を使用し、塗抹法によって培養を行なった。培地内の脱酸素はピロガロールと炭酸水素ナトリウムによって行なった。

2. 観 察

培養後一般細菌用培地に発生したコロニーについて形、大きさ、構造、辺縁、透明度、硬度等について観察を行なった。さらに明らかに異なったコロニーについてはは純粋培養を行ない、グラム染色法により染色を行なった後顕微鏡を用いて形態配列の観察も試みた。

真菌についてはサブロー寒天培地に発生したものをシャーレーに移植して純粋培養を行なった。なお移植後5日、10日後に大きさ、表面の色、裏面の色、菌叢の高さ、状態など発育の様子を調べ、さらにスライド培養により各種の糸状菌の観察を行なった。この場合の染色にはラクトフェノールユトシブルーにより染色を行なった。

3. 結果および考察

以上の方法により実験観察を行なった結果は次の通りである。

	培 地	培 養 法	培 養 時 間
好季性一般細菌	普通寒天培地 肉 エ キ ス…………… 5 g ペ プ ト ン…………… 10 g 塩化ナトリウム…………… 5 g 寒 天…………… 15 g pH 7.0±0.2	希 釈 平 板 混 釈	48時間
大腸菌群	デスオキシコーレイト培地 ペ プ ト ン…………… 10 g 乳 糖…………… 10 g デスオキシコール酸ナトリウム…………… 1 g 塩化ナトリウム…………… 5 g リン酸1水素カリウム…………… 2 g クエン酸鉄アンモニウム…………… 2 g 中 性 紅…………… 0.033 g 寒 天…………… 15 g pH 7.2±0.2	希 釈 平 板 混 釈	24時間
真 菌	サブロー培地 ペ プ ト ン…………… 10 g ブ ド ウ 糖…………… 40 g 寒 天…………… 15 g pH 6.0±0.2	希 釈 平 板 混 釈	72~120時間

第2表 培地の成分

(1) 一般細菌，通常嫌気性菌，大腸菌群および真菌の生菌数は第3表に示す通りである。

水	深	水 温 (°C)	pH	一般細菌数	大腸菌群数	嫌気性菌数	真菌類数
st. 1	0 m	23.8	6.2	5×10 ³	4×10 ²	0	6×10 ²
	10 m	22.8	6.4	26×10 ³	18×10 ²	0	4×10 ²
	20 m	20.4	5.8	28×10 ³	2×10 ²	15×10 ³	2×10 ²
st. 2	0 m	24.0	6.0	12×10 ³	24×10 ³	1×10 ³	3×10 ²
	4 m	22.0	6.2	33×10 ³	21×10 ²	2×10 ³	4×10 ²
	9 m	21.6	6.2	36×10 ³	7×10 ²	15×10 ²	4×10 ²
st. 3	0 m	22.1	6.6	8×10 ³	37×10 ²	5×10 ²	11×10 ²
	4 m	21.5	6.6	6×10 ³	71×10 ²	5×10 ³	21×10 ²
	9 m	21.3	6.4	8×10 ³	38×10 ²	6×10 ³	2×10 ²
st. 4	0 m	22.0	6.6	17×10 ³	24×10 ²	22×10 ³	3×10 ²
	3 m	21.3	6.6	—	37×10 ²	—	—
	5 m	21.6	6.7	3×10 ³	23×10 ²	15×10 ²	4×10 ²
st. 5	0 m	21.0	6.4	2×10 ³	72×10 ²	15×10 ²	9×10 ²
	5 m	20.9	7.0	5×10 ³	35×10 ²	2×10 ³	4×10 ²
	11 m	21.0	7.0	17×10 ³	37×10 ²	2×10 ³	7×10 ²
st. 6	0 m	21.2	7.0	78×10 ³	77×10 ²	5×10 ²	9×10 ²
	5 m	21.3	6.8	108×10 ³	12×10 ²	1×10 ³	4×10 ²

第3表 各地点において認められた生菌数

(2) 形態観察の結果 st. 1 から st. 6 において認められたものをまとめると次の33種である。

	大きさ	形	表面	構造	辺縁	色	透明	硬さ
1	64×64	菊花模様	顆粒状	均質	不正	乳白色	半透明	やや乾
2	56×47	不正	顆粒状	均質	不正	乳白色	半透明	やや乾
3	5×5	正円	平滑	〃	正	ベージュ	不透明	軟湿
4	15×11	不正	しわしわ	〃	湾状	乳白色	〃	やや軟
5	20×18	〃	放射状	〃	不正	〃	〃	乾
6	7×7	正円	凹面	〃	正	卵白色	半透明	軟湿
7	8×8	楕円	顆粒状	不均質	〃	かき色	不透明	湿
8	9×9	正円	平滑	均質	〃	ベージュ	〃	〃
9	5×5	〃	顆粒状	〃	波状	卵色	半透明	〃
10	7×7	〃	平滑	〃	正	〃	〃	〃
11	4×4	〃	〃	〃	〃	うす山吹	〃	〃
12	8×8	〃	顆粒状	〃	〃	〃	〃	やや乾
13	5×5	〃	雨滴状	〃	〃	黄	不透明	湿
14	9×8	楕円	平滑	〃	〃	〃	〃	〃
15	12×10	正円	糸状	〃	〃	卵白	半透明	〃
16	4.5×4	〃	平滑	〃	〃	白橙	不透明	〃
17	3×3	〃	〃	〃	〃	こい黄	〃	〃
18	5×5	〃	〃	〃	〃	ベージュ	〃	〃
19	11×8	不正円	〃	不均質	〃	乳白色	〃	〃
20	8×8	正円	平滑	不均質	〃	白橙	不透明	湿
21	4.5×4	〃	顆粒状	均質	〃	橙	〃	〃
22	4×4	〃	〃	〃	〃	白	〃	〃
23	5×4.5	不正円	ひだ	〃	波	〃	〃	やや湿
24	7×7	正円	中央顆粒状	〃	正	卵白色	半透明	〃
25	7×7	〃	平滑	〃	〃	〃	〃	〃
26	17×12	不正	しわ状	〃	不正	うす橙	〃	〃
27	11×11	正円	顆粒状	不均質	正	乳白色	不透明	湿
28	11×10	不正円	〃	均質	〃	〃	〃	〃
29	3×3	正円	雨滴状	〃	〃	黄	〃	〃
30	2×2	〃	〃	〃	〃	ピンク	〃	〃
31	6×5.5	楕円	皿状	〃	〃	乳白色	〃	〃
32	4×4	正円	顆粒状	〃	〃	白	半透明	〃
33	5×5	〃	平滑	不均質	〃	卵白色	不透明	湿

第4表 一般細菌における形態観察

(3) グラム染色の結果はグラム陰性の桿菌が最も多く、ついで陽性の球菌、陰性の球菌という順に出現した。顕微鏡を通して形態観察した結果、単桿菌、双桿菌、ブドウ球菌および連鎖桿菌が認められた。大きさは中等大ないしは小形のものが多く認められた。

(4) 真菌の観察結果は肉眼的には次の12種類にわけられた。

(5) スライド培養の結果今日迄に *Aspergillus* sp. *Penicillium* sp. および *Candida* 様

の菌属が認められた。

	大 き さ			表 面 の 色		裏 面 の 色		菌叢の高さ		状 態
	2日後	5日後	10日後	2日後	10日後	2日後	10日後	2日後	10日後	
1	38		シャーレ一面	うす黄緑	こげ茶色	うす黄	抹茶色	4		羽毛状粉末が点々
2	23	54	同上	山吹	うぐいす色	うす黄	黄土色	2		ひだ数本 ビロード状
3	21	59	同上	半透明白	白	半透明白	白	0	6	羽毛状 べったり
4	13	38	同上	白	白	卵白	卵白	3		羽毛状 →綿毛状
5	33		同上	黄土色	黄土色	ベージュ	うす灰緑	2		ビロード状 →粉状
6	25	79	同上	ベージュ白	黄土色	ベージュ	黄土色	2		羽毛状
7	9	46	同上	白	白	卵白	卵白	0		綿毛状 →羽毛状
8	67		同上	白	うす黄	ベージュ	山吹	2		綿毛状 水滴あり
9	58		同上	白	緑・卵	うす黄	山吹	4		ビロード状
10	65		同上	白	うす緑	うす黄	山吹	3		羽毛状 →粉状点々
11	10	25	46	黄緑・白	緑	うす黄	ベージュ	3		ビロード状 ひだあり
12	14	39	76	緑	こい緑	うす黄緑		2		ビロード状 ひだあり

第5表 真菌の観察結果

(6) 今回の調査結果各調査地点および三つの層による比較を試みると、調査地点間による差は認められなかった。st. 2, st. 3 池では中層および下層においてやや多く認められた。

プランクトン

1. 調査方法

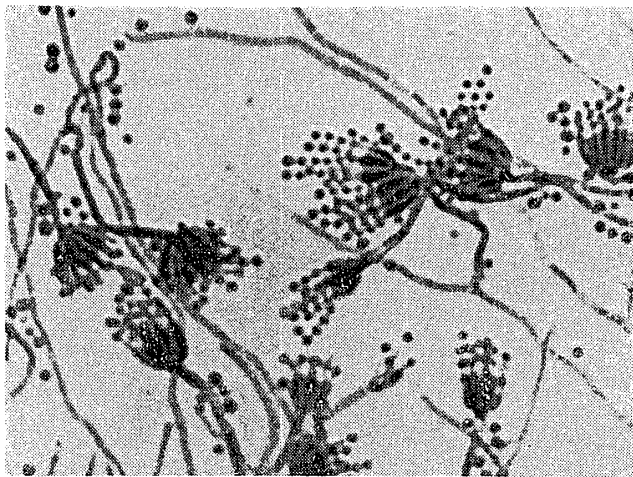
各調査地点においては垂直曳きを行ない、別に上層部では水平曳きも同時に行なった。その結果は第6表に示す通りである。

一般的に各 Station に見られた植物プランクトンは珪藻で12属20種、緑藻で7属7種、ラン藻で2属2種であった。動物プランクトンでは *Lepadella* sp. 1種のみであった。

2. 垂直曳き

各 station にほぼ共通に見られた種類では珪藻で *Melosira varians*, *Synedra ulna*, *Synedra rumpens*, *Asterionella gracillima* 等があり緑藻で *Closterium* sp. があつた。st. 1 では水深20mありここでの珪藻類は上、中、下層共よく似た分布を示し特に *Synedra* 属がよく見られた。また汚濁に不適應種といわれる *Asterionella gracillima* が各層に認められる。

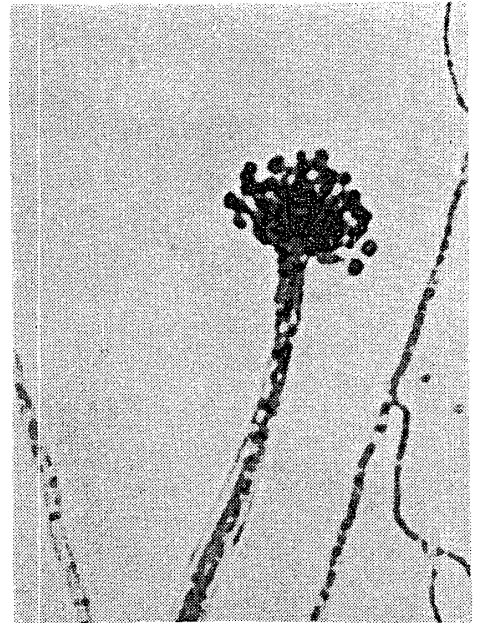
緑藻類では上層で *Spirogyra* sp が、中下層で *Closterium* sp. が共に見られた。なおラ



← *Penicillium* sp.



← *Candida* sp.



Aspergillus sp.

ン藻は採集されなかった。

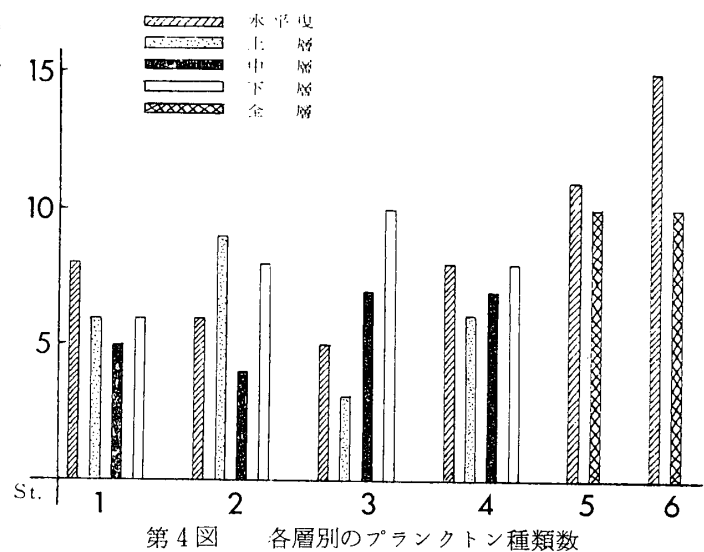
st. 2 では水深 18m あり珪藻緑藻共 st. 1 とよく似た分布を示している、特に珪藻類では汚濁広適応種といわれる *Gomphonema* sp. や *Navicula* sp. が見られた (渡辺 1962) ここでもラン藻類は採集されなかった。

st. 3 は堰堤より約 4 km の地点で水深 12m ありここでは今までに認められなかった、*Cymbella aspera* が中層から、その他 *Surirella* sp. が下層からそれぞれ採集された。

緑藻類では今までに述べた種他に *Cosmarium* sp. が見られた。

st. 4, 5, 6 では湖心部と湖首部附近に相当しこのあたりでは st. 1, 2, 3 であまり見られなかった *Navicula* sp. がよく現われ初めた。

全般的に上中下層別のプランクトンを見ると珪藻では各 Station 共上中層はよく似た分布を示しており種類数は下層より少ない様で



		st. 1			st. 2			st. 3			st. 4			st. 5		st. 6					
種	類	水平	上	中	下	水平	上	中	下	水平	上	中	下	水平	上	中	下	水平	全	水平	全
		引	層	層	層	引	層	層	層	引	層	層	層	引	層	層	層	引	層	引	層
	<i>Melosira italica</i>	+		+			+							+					+	+	+
	<i>Melosira varians</i>	+	+			+	+	+	+	+	+	+	++			+	+			+	+
	<i>Synedra acus</i>																		+		
	<i>Synedra ulna</i>	+	+	+		+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Synedra rumpens</i>	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+			+			+		
	<i>Synedra</i> sp.	+	+		+				+			+			+		+			+	+
珪	<i>Cymbella aspera</i>											+									
	<i>Cymbella tumida</i>																				+
	<i>Cymbella ventricosa</i>												+		+		+				
	<i>Cymbella</i> sp.																			+	
	<i>Cocconeis placentula</i>				+															+	+
	<i>Asterionella gracillima</i>	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+			
藻	<i>Pinnularia viridis</i>								+												
	<i>Pinnularia</i> sp.															+	+	+			
	<i>Fragilaria capucina</i>				+		+					+									+
	<i>Gomphonema</i> sp.					+	+					+				+	+			+	+
	<i>Navicula</i> sp.							+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Surirella</i> sp.											+									
	<i>Eunotia lunaris</i>														+						
	<i>Rhoicosphenia curvata</i>																	+			
緑	<i>Scenedesmus dimorphus</i>							+					+		+						+
	<i>Spirogyra</i> sp.	+	+				+			+			+					+			+
	<i>Closterium</i> sp.			+	+	+	+		+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Actinastrum</i> sp.							+							+						+
	<i>Cosmarium</i> sp.												+								
藻	<i>Oedogonium</i> sp.																				+
	<i>Stigeoclonium lubricum</i>																				+
ラ	<i>Oscillatoria tenuis</i>	+												+							+
ン	<i>Chroococcus limneticus</i>										+								+		
藻																					
原	<i>Lepadella</i> sp.												+								
動																					

第6表 各調査地点別に出現状況

ある。これは清水域とは異なり水が動いている為プランクトン自体の運動や水質による反応が自然に行なわれず特に自然沈殿した珪藻類が底部で水流によりわづかながら浮き上がったものがネットに採集されたものと考えられる。

緑藻類では堰堤より離れた所に（上流部ほど）より多く見られる傾向があった、おそらく上流より流れ入ったものと思われる、なおラン藻は相対的にあまり採集されなかった。

次に川辺ダム湖の水質をプランクトンを用いて生物学的判定を試みた。これは藻類の種類数の比による方法で Nygaard (1949) の考案による。

Diatom quotient Nygaard (1948)

$$\frac{\text{Centrales の種類数}}{\text{Pennales の種類数}} = <1 \text{ ならば貧栄養} > 1 \text{ ならば富栄養}$$

その結果全 Station のプランクトン（珪藻）で当式にあてはめると $\frac{2}{17} \approx 0.12$ となり、この川辺ダム湖は貧栄養湖である事が想定される。

3. 水平曳き

水平曳きにおいても珪藻類が他類よりも多く採集された。この方法においても緑藻類では上流部に行くにしたがい多くの種類が採集された。

— 参 考 —

ダム湖に於ける垂直、水平曳きと平行して石面に附着している藻類を採集したので参考に述べる。この方法は 10 cm 平方に附着する藻類をブラシできれいにこすり落とし資料として持ち帰る。この資料を全量 10 ml にし、その中より 1 ml を検微鏡にとり調べたものである。

その結果は第 7 表に示した通りである。いつれの種類も少数みられたのみであった。

<i>Melosira italica</i>	<i>Achnanthes</i> sp.
<i>Melosira varians</i>	<i>Diatoma</i> sp.
<i>Synedra ulna</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
<i>Synedra rumpens</i>	<i>Scenedesmus</i> sp.
<i>Synedra</i> sp.	<i>Pediastrum duplex</i>
<i>Cymbella tumida</i>	<i>Cosmarium</i> sp.
<i>Cymbella ventricosa</i>	<i>Stigeoclonium lubricum</i>
<i>Cocconeis placentula</i>	<i>Oedogonium</i> sp.
<i>Pinnularia viridis</i>	<i>Oscillatoria</i> sp.
<i>Pinnularia</i> sp.	<i>Lyngbya</i> sp.
<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Euglena</i> sp.
<i>Gomphonema constrictum</i>	<i>Nematodae</i>
<i>Navicula</i> sp.	
<i>Gomphonema olivaceum</i>	

第7表 石面付着藻類

ま と め

一般に河川では栄養源の蓄積はされにくいものである。かりにある地域において非常に栄養が豊富なことがあってもそれはおそらく上流域において周辺の池沼からの流入があるとはしか考えられない。今回調査した川辺ダム湖では $\text{NH}_4 - \text{N}$, $\text{NO}_2 - \text{N}$ 等の栄養源が非常に少なく、このことは上流域における河川が清いことをものがたっている。したがって微生物の現存量を考えても他の湖沼に比べると非常に少なく、この飛驒川がほとんど汚染されていないことがわかる。そこで当然考えられることは栄養が少なければそれを栄養源とするプランクトンの量も少なくなる。特に動物性プランクトンがほとんど認められないことから貧栄養域であることがわかる。もしダム湖で放水が行なわれなければ水域の栄養は時間と共に蓄積されてプランクトンの増殖も起り、量的にも増加することが考えられる、いずれにしても発電のためのこのようなダム湖は特殊な水域であり、一時的に満水にされた水もある時期には放水されるという条件を考える時、当然泥の蓄積はあっても栄養源の自然沈殿は起りにくいものと考えて良いであろう。これは河川ダム湖の共通的な生物環境および水質環境である事は、前回に記載した、秋神ダム湖や下原ダム湖等のデータと比較しても明らかにされる。

参 考 文 献

- 1) 半谷高久：(1960) 水質調査法, 丸善
- 2) SKVORTZOW：(1936) Diatoms from Kizaki Lake Honshu Island Nippon.
- 3) —————：(1936) Diatoms from Biwa Lake Honshu Island Nippon.
- 4) A. PASCHER：(1930) Die Sisswasser Flora Mittel-enropas.
- 5) 水野寿彦：(1964) 日本淡水プランクトン図鑑 保育社