

11. 平成2年(1990)度の龍ヶ鼻ダムの水質

宇都宮高栄, 石田 敏一, 青木 啓子, 山口 慎一, 加藤 賢二
持田 壮一, 高田 敏夫, 林 隆一郎, 内田 利勝

I はじめに

龍ヶ鼻ダムは昭和63年秋から試験湛水を始め、平成元年(1989)3月に完成した。貯水池利用計画は、洪水調節、不特定用水(既得用水の補給)、発電、水道など多目的である。平成2年度、土木部河川課の依頼により年6回の龍ヶ鼻ダム水質調査を実施した。採水地点は貯水池の表層・中層・下層と、流入する上流の竹田川と檀の木谷川で行った。(図-1、2)。近年、水需要の増加のため全国各地で人造湖が建設されているが、湖水の富栄養化も問題になっている。ダム湖の水質変遷の歴史の始まりとして、湛水直後の水質について報告する。

II 測定結果

水質およびプランクトンの分析は筆者らが公共用水域分析の公定法等に従って行い、採水および大腸菌群数の検査は叻北陸公衆衛生研究所が行った。結果を表-6-1、-2に示す。プランクトン調査結果については、別に報告する(1)。

また、昭和63年度にダム工事中の竹田川水質を測定したので表-4に示す。

III 水質に関する若干のコメント

主な調査項目の年平均値と湖沼の環境基準値を表-1に示す。A-IIは水道2, 3級、水産2級(サケ、アユ)で、B-IIIは水産3級(コイ、フナ)、工業用水1級、農業用水などに適用する水域の基準である。平成2年度の測定結果からは、貯水池がA-IIに相当する状況であった。貯水池の水質を流入河川と比較すると、CODはやや高く、Chl-aでは明らかに大きい。これは貯水池の停滞水の内部生産を示しているものと考えられる。

湛水後一年余を経過した貯水池の富栄養化の判定を試みる。TPとChl-aの関係を経験図上に●で示すと図-3のようである。また、表-2の判定表をもとに検討すると、6月から10月の値はT-N $40\sim 450\mu\text{g}/\text{l}$ 、T-P $14\sim 18\mu\text{g}/\text{l}$ 、Chl-a $7.1\sim 24\mu\text{g}/\text{l}$ 、透明度 $1.8\sim 2.2\text{m}$ であるから、現状は中栄養湖の程度と判定できると思われる。

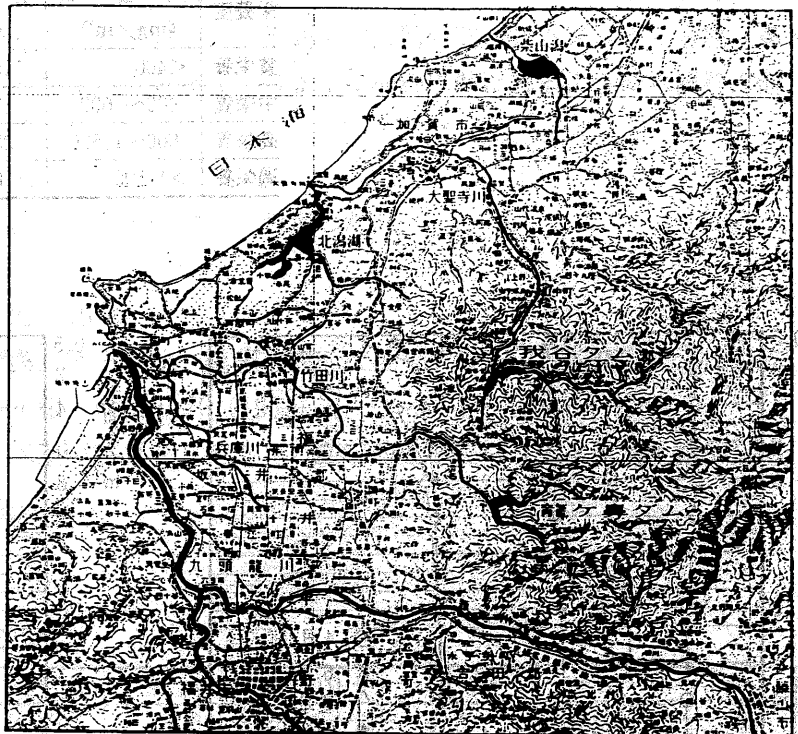


図-1 龍ヶ鼻ダムの位置

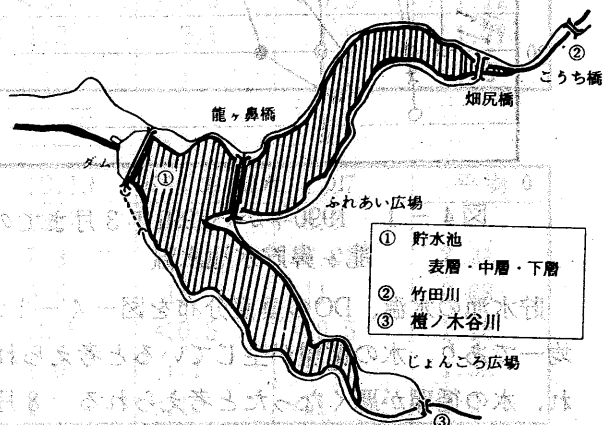


図-2 龍ヶ鼻測定地点

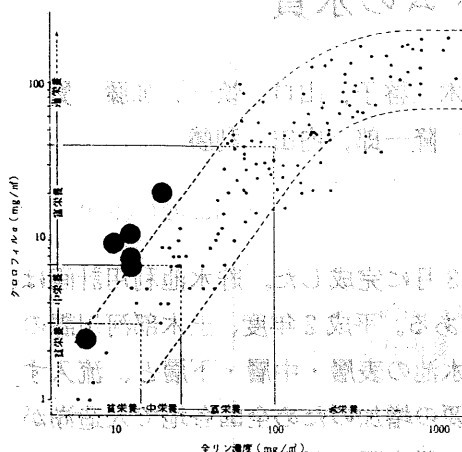


図-3 夏期における平均クロロフィルa濃度と全リン濃度(0~2m)との関係(文献(2))

表-1 主な調査項目の年平均値と湖沼の環境基準値(1990年度)

項目	貯水池			竹田川	樽の木谷川	湖沼の環境基準	
	表層	中層	下層			A-Ⅱ	B-Ⅲ
PH	7.8	7.1	6.9	7.3	7.2	6.5~8.5	
DO mg/L	10.0	8.9	5.6	9.9	9.2	7.5	5
COD mg/L	2.3	1.7	1.9	1.7	1.0	3	5
SS mg/L	2.8	1.7	1.5	2.5	1.2	5	15
大腸菌数	87	48	17	205	130	1000	—
TN mg/L	0.22	0.24	0.23	0.19	0.18	0.2	0.4
TP mg/L	0.013	0.010	0.013	0.014	0.014	0.01	0.03
chl-a μg/L	10.3	3.0	2.1	1.0	0.9		
透明度 m	2.5						

表-2 全窒素、全リン、クロロフィルaおよび透明度による栄養度の判定(夏期平均値: 6~9月)(文献(2))

栄養度	全窒素 (mg/m³)	全リン (mg/m³)	クロロフィルa (mg/m³)	透明度 (m)
貧栄養	<400	<15	<3	>4.0
中栄養	400~600	15~25	3~7	2.5~4.0
高栄養	600~1,500	25~100	7~40	1.0~2.5
過栄養	>1,500	>100	>40	<1.0

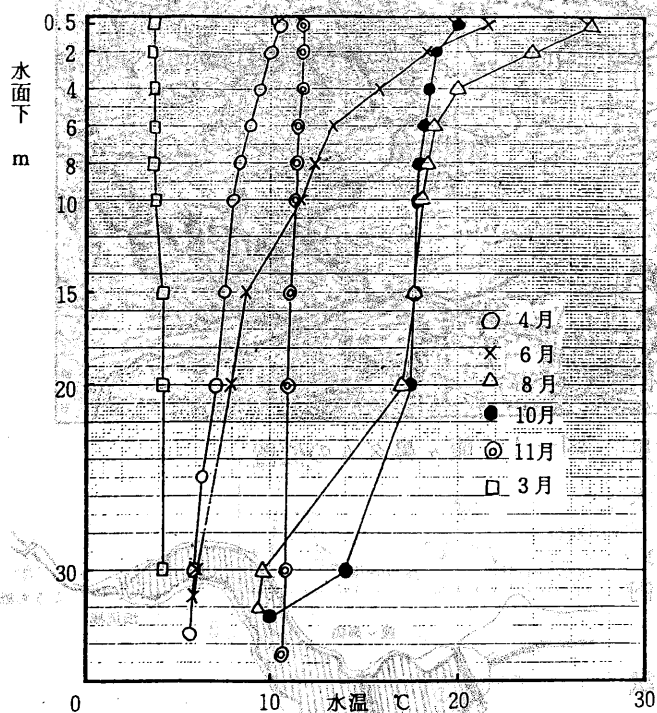


図4-1 1990年から1991年3月までの龍ヶ鼻貯水池水温

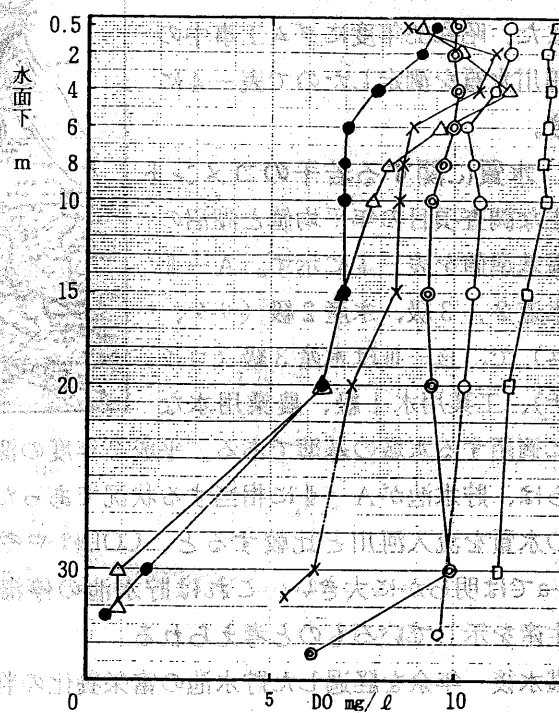


図4-2 1990年4月から1991年3月までの龍ヶ鼻貯水池溶存酸素

貯水池の水温、DOの垂直分布を図-4-1, 2に示した。4月は水温、DOともに表層から下層まで均一であり、水の循環が生じていると考えられる。気温が高くなった6月から8月には温度躍層がみられ、水の循環が悪くなったと考えられる。8月と10月には下層が嫌気層に変化していると思われるが、8月の下層は $\text{NH}_4\text{-N}$ が 0.06mg/L 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ が $<0.001\text{mg/L}$ で栄養塩の底泥からの顕著な回帰は見られなかった。11月になると水温も下がって水が循環し、嫌気層は解消した。

表-3 龍ヶ鼻ダムの諸元

ダム湖の水質条件として表-3に龍ヶ鼻ダムの諸元を示す。龍ヶ鼻ダムは集水面積31.1km²であり、年間降水量2500mmとして約7775万m³が流入する。利水容量と堆砂・死水容量の合計560万m³をダム容積として年間平均滞留時間は26日である。峰を一つ隔てて大聖寺川に集水面積86.1km²、総貯水容量1010万m³の我谷ダムがある(図-1)。この利水容量は260万m³、堆砂・死水容量は135万m³で、同様の計算で年間平均滞留時間は7日である。

ダムの形式	コンクリートダム
ダムの高さ m	79.5
竣工	1989年3月
総貯水容量 m ³	10,200,000
有効貯水容量 m ³	8,900,000
利水容量 m ³ a	4,300,000
堆砂・死水容量 m ³ b	1,300,000
洪水満水位 (EL-m)	190.00
常時満水位 (EL-m)	175.50
最低水位 (EL-m)	153.00
湛水面積 (km ²)	0.38
集水面積 (km ²) c	31.10
年間平均滞留日数 *	6 ~ 26日

* 2500mm降雨×流域c km²がダム(容積b またa+b)に流入するとして計算

我谷ダム完成17年後(1981年4~12月)

の平均水質(3)は、透明度1.7m、SS5.3mg/ℓ、COD1.7mg/ℓ、T-P0.031mg/ℓであった。8月には透明度0.7m、T-N0.92mg/ℓの結果があり内部生産の著しかったことが伺われる。ダム湖の経過年月とともに水質やプランクトン相が変化するとされており(4)、年間平均滞留時間は我谷ダムよりも龍ヶ鼻ダムのほうが長く、ダム放流水質が以前の竹田川(表-4)のままに清澄に保たれるように水源貯水池として注意してゆく必要があると思われる。

IV 結 語

湛水直後の龍ヶ鼻ダム水質を調査し、中栄養湖の程度と判定した。

V 文 献

- (1) 青木 啓子 他 : 本報、20,132 (1990)
- (2) 「富栄養化対策総合資料集」須藤 隆一 他 編著、(株)サイエンスフォーラム発行 (1983年)
- (3) 竹野 裕治 他 : 石川衛公研年報 vol.19,176 (1982)
- (4) 橋本 徳蔵 「相模湖における水道障害プランクトンの経年的推移」日本水処理生物学会誌 別巻8号、11月(1988) p41

表-4 ダム工事中の竹田川の水質

ダム直下の橋 (1988年度)

月 日	6.15	7.6	8.17	9.14	10.19	11.9	12.7	平均
水温 ℃	16.8	16.5	30.3	18.0	13.8	9.7	7.1	
P H	7.5	6.9	7.2	7.1	6.9	7.7	7.0	7.18
DOmg/ℓ	10	9.2	8.5	9.6	9.7	11	11	9.85
BODmg/ℓ	2.0	0.5	3.0	0.9	<0.5	<0.5	<0.5	1.12
CODmg/ℓ	1.1	1.5	2.7	1.9	1.2	2.1	1.9	1.77
SSmg/ℓ	5	3	5	4	1	1	1	3.2

川上橋 (1988年度)

月 日	6.15	7.6	8.17	9.14	10.19	11.9	12.7	平均
水温 ℃	17.5	17.1	22.3	18.4	13.7	9.0	6.7	
P H	7.6	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	7.0	7.31
DOmg/ℓ	9.4	9.2	8.4	9.2	9.6	11	11	9.68
BODmg/ℓ	1.7	1.9	0.6	2.6	<0.5	<0.5	<0.5	1.18
CODmg/ℓ	1.2	2.4	1.8	1.6	1.0	1.1	1.6	1.52
SSmg/ℓ	3	1	4	3	1	<1	<1	2.0

表-6-1 龍ヶ鼻ダムの水質調査結果 (貯水池表層0.5m 貯水池中層15m 貯水池下層は底上1m (約30m))

地点	調査月日	水温 ℃	透明度 m	pH	DO mg/l	COD mg/l	SS mg/l	MPN/ 100ml	T-N mg/l	T-P mg/l	Cl mg/l	DO飽和 %	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	PO ₄ -P mg/l	CHI-a μg/l	H ₂ S mg/l	Chl-b μg/l	Chl-c μg/l	T-Chl μg/l	水色 No.
貯水池表層	4.17	10.5	2.8	7.5	11	1.8	1	5	0.14	0.014	6.0	106	<0.01	<0.01	0.06	<0.001	11.8	<0.1	1.6	4.6	18.0	14
	6.12	21.6	1.8	8.4	8.7	2.4	1	23	0.09	0.014	5.8	101	—	—	—	—	7.7	<0.1	<0.1	10.7	16	
	8.7	27.1	2.3	9.1	9.1	3.4	5	430	0.04	0.014	6.2	115	0.02	<0.01	<0.01	0.001	7.1	<0.1	1.8	33.3	14	
	10.22	20.0	2.2	8.0	9.5	3.4	3	33	0.45	0.018	5.7	107	—	<0.01	0.17	0.001	24.0	—	4.6	4.8	16	
	11.22	11.7	2.8	7.1	10	2.0	2	33	0.21	0.010	6.6	95	0.01	<0.01	0.32	0.001	9.7	<0.1	<0.1	15	16	
貯水池中層	3.17	3.7	3.2	6.9	12	1.1	1	2	0.36	0.007	13.2	93	0.01	<0.01	0.14	0.001	2.4	<0.1	0.3	2.1	4.9	14
	4.17	7.5	—	7.1	10	1.3	1	8	0.13	0.007	6.0	90	<0.01	<0.01	0.17	0.001	1.8	<0.1	0.3	1.6	3.6	—
	6.12	8.7	—	7.6	8.4	1.5	1	22	0.11	0.007	6.0	74	—	—	0.17	<0.001	5.2	<0.1	<0.1	1.7	6.9	—
	8.7	17.7	—	7.5	6.9	3.0	3	94	0.21	0.011	4.5	74	0.01	<0.01	—	<0.001	3.9	<0.1	1.1	3.4	8.5	—
	10.22	17.8	—	6.9	7.0	2.5	1	46	0.43	0.013	5.3	75	—	—	0.17	0.001	1.7	<0.1	0.6	2.4	4.7	—
貯水池下層	11.22	11.1	—	6.8	9.3	1.9	1	110	0.19	0.011	6.6	87	0.02	<0.01	0.32	0.003	2.7	<0.1	0.2	3.1	5.9	—
	3.5	4.2	—	6.8	12	1.1	1	13	0.34	0.008	11.7	79	0.01	<0.01	0.17	0.001	2.5	<0.1	<0.1	1.3	3.8	—
	4.17	5.7	—	7.1	9.6	1.2	1	7	0.16	0.009	6.6	44	—	—	—	0.004	0.9	<0.1	0.3	1.2	2.4	—
	6.12	5.9	—	7.1	5.4	1.2	<1	8	0.17	0.008	5.8	44	0.06	<0.01	<0.01	<0.001	1.8	<0.1	<0.1	<0.1	1.9	—
	8.2	9.4	—	6.9	0.9	2.2	1	23	0.37	0.019	6.3	5	—	—	0.16	<0.001	1.7	<0.1	1.2	3.8	6.9	—
竹田川	10.2	10.6	—	6.9	0.6	3.2	1	33	0.09	0.018	5.3	8	0.01	<0.01	0.32	0.002	3.1	<0.1	0.9	3.1	5.8	—
	11.22	10.6	—	6.8	6.1	2.1	2	23	0.20	0.013	6.3	56	0.01	<0.01	0.16	0.002	3.1	<0.1	0.4	3.6	6.1	—
	3.5	4.2	—	6.8	11	1.2	2	13	0.37	0.009	10.6	87	0.02	<0.01	0.32	0.001	2.9	<0.1	0.1	3.0	0.6	—
	4.17	8.6	—	7.2	10	1.1	<1	17	0.10	0.011	6.0	94	<0.01	<0.01	0.12	0.007	0.9	<0.1	<0.1	0.4	0.4	—
	6.12	19.1	—	7.5	8.4	2.2	7	110	0.26	0.018	5.9	93	—	—	—	0.008	1.5	0.5	0.6	0.6	0.6	—
川	6.12	23.3	—	7.5	8.5	2.7	1	790	0.14	0.016	6.8	101	0.01	<0.01	0.12	0.008	1.8	—	0.3	1.1	1.3	—
	8.2	16.2	—	7.1	9.0	1.8	1	280	0.28	0.014	5.8	94	—	—	0.14	0.007	0.6	—	0.4	1.6	0.6	—
	10.22	8.3	—	6.9	11.4	1.2	<1	26	0.12	0.009	6.6	100	<0.01	<0.01	0.21	0.004	0.4	<0.1	<0.1	0.6	1.9	—
	11.22	4.6	—	6.9	12	0.8	<1	8	0.21	0.012	10.5	95	<0.01	<0.01	0.15	0.009	0.4	0.2	0.2	1.2	0.3	—
	3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
穂入不企川	4.17	8.5	—	7.2	10	0.9	<1	23	0.11	0.013	6.6	96	<0.01	<0.01	0.15	0.009	0.4	0.6	0.2	0.6	0.6	—
	6.12	19.3	—	7.3	7.3	1.2	2	140	0.23	0.017	6.0	81	0.01	<0.01	0.20	0.013	1.5	0.6	0.5	1.9	0.6	—
	8.7	21.5	—	7.5	8.6	1.8	1	490	0.22	0.017	6.2	99	—	—	0.13	0.007	1.1	0.6	0.5	1.9	0.6	—
	10.22	15.8	—	7.3	9.3	1.2	1	49	0.36	0.020	6.4	96	<0.01	<0.01	0.21	0.004	0.8	0.6	0.6	1.2	0.3	—
	11.22	8.6	—	6.9	11.2	0.9	<1	79	0.18	0.010	6.6	99	<0.01	<0.01	0.21	0.006	0.6	0.6	0.6	1.1	0.3	—
3.25*	7.3	—	6.8	—	1.0	<1	2	0.26	0.009	—	—	<0.01	<0.01	0.20	0.009	—	—	0.4	—	—	—	

＊：雪のため採水を延期した。

表—6—2 貯水池水深ごとの水温と容存酸素濃度

月	日	4月	17日	6月	12日	8月	7日	11月	2日	11月	22日	3月	5日
水位	170 m	170 m	169 m	169 m	171 m	171 m	170 m	172 m	172 m	172 m	166 m		
深さ	m	10.5	11.5	21.6	8.7	27.1	9.1	20.0	9.5	11.7	10.1	3.7	12.8
0		9.7	11.1	18.3	11.1	23.9	10.2	18.9	9.1	11.7	10.0	3.6	12.5
2		9.4	11.1	15.8	10.7	20.0	10.5	18.5	7.9	11.7	10.1	3.7	12.6
4		8.9	10.6	13.3	8.9	18.7	9.6	18.2	7.1	11.5	10.0	3.7	12.5
6		8.4	10.5	12.3	8.6	18.3	8.2	18.0	7.0	11.4	9.7	3.7	12.4
8		8.0	10.7	11.6	8.5	18.1	7.8	17.9	7.0	11.3	9.4	3.8	12.5
10		7.5	10.5	8.7	8.2	17.1	6.9	17.5	6.4	11.1	9.3	4.2	11.5
15		7.7	10.3	7.9	7.2	17.0	6.4	17.0	6.4	10.9	9.4	4.2	11.5
20		7.1	10.3	6.9	6.2	9.6	0.9	14.0	1.7	10.8	9.9	4.2	11.2
30		5.7	9.9	5.9	5.4	9.4	0.9	10.0	0.6	10.6	6.1	4.2	11.2
底	±1	34.5 m	9.6	32.5 m	33.0 m	33.0 m	33.0 m	33.5 m	33.5 m	35.5 m	31.0 m		