

4 賀祥ダムの植物プランクトン

【水質調査科】

南 條 吉 之 ・ 福 田 明 彦 平 尾 優 年

【米子保健所】

伊 藤 敏 行 ・ 野々内 繁 男 ・ 綿 谷 芙 美

1 はじめに

鳥取県西部に位置する賀祥ダムは、法勝寺川を堰止めて作られ、洪水調節、上水道水の供給などを目的とした多目的ダムである。

流域面積26.0km²、貯水面積0.64km²、総貯水容量745万m³で、昭和63年10月試験湛水が開始され、平成元年3月完成したものである。

このダム湖で、完成直後の平成元年3月24日に、湖面が黄褐色に変色しているところが発見され、砂防利水課の委託を受け現地調査を行ったところ、ホシガケイソウ (*Asterionella formosa*) の異常増殖による弱い淡水赤潮であることが判明した。

ダム湖のプランクトンの特徴として、貯水を開始して数年間は富栄養化がおり、比較的多量のプランクトンの発生が見られると言われる。

しかし、やがてプランクトン量は減少しはじめ、貯水後の富栄養化は一時的な現象とみなされている¹⁾。

平成元年3月の赤潮発生以後5年間にわたり、植物プランクトンの追跡をしてきたのでその結果を報告する。

確認された植物プランクトンは、渦鞭毛藻2種、緑虫藻1種、緑藻12種、藍藻5種、珪藻13種、合計33種であった²⁾³⁾。

2 調査方法

ダム湖のダムサイト (No. 1 地点) 及び湖心 (No. 2 地点) で採水した2検体を、プランクトン検査用検体はホルマリン固定後、衛生研究所へ郵送されたものを濃縮、検鏡し、CR法で表した。

理化学検査用検体は、米子保健所へ採水当日に搬送し、JIS K 0102により分析した。調査は年3～4回実施した。

3 結果と考察

1) 植物プランクトンの分類結果と考察

平成元年8月以降の植物プランクトンの分類結果を表1に示した。

最初の平成元年3月の現地調査では、表1には示していないが、No. 1、No. 2共に *Asterionella formosa* がCCCで、他に *Fragilaria sp* と *Synedra ulna* が見られたがいずれもRRであった。

続いて平成元年度を見ると、8月に渦鞭毛藻の *Ceratium hirundinella* が優占し緑藻の *Staurastrum sp* の出現が見られた。

11月は、*Synedra ulna* が優占し、藍藻の *Chroococcus sp* と珪藻の *Fragilaria sp* が見られた。2月も *Synedra ulna* が優占し、緑藻の *Schroederia sp*、藍藻の *Chroococcus sp*、珪藻の *Cyclotella sp*、*Asterionella formosa*、*Fragilaria sp*、*Gomphonema sp* が見られた。

平成2年度の5月は、*Synedra ulna* が優占し、珪藻の *Cyclotella sp*、渦鞭毛藻の *Peridinium bipes* が見られる。

8月は、藍藻の *Oscillatoria sp* が優占し、緑藻の *Gloeocystis gigas* と *Staurastrum sp*、珪藻の *Cyclotella sp* 及び渦鞭毛藻の *Peridinium bipes* が見られた。

11月になると、今まで出現していなかった *Melosira sp* が優占し、他のプランクトンはあまり見られない。

表1 植物プランクトンの分類結果

	平成元年度						平成2年度						平成3年度									
	8月		11月		2月		5月		8月		11月		2月		5月		12月		2月			
	No1	No2	No1	No2	No1	No2	No1	No2	No1	No2	No1	No2	No1	No2	No1	No2	No1	No2	No1	No2		
渦鞭毛藻 <i>Ceratium hirundinella</i> <i>Peridinium bipes</i>	CCC	CC	RR	RR		RR		RR		RR	RR		RR	RR		RR	RR		R	R	R	R
緑虫藻 <i>Trachelomonas</i> sp																			RR	+	R	R
藍藻 <i>Oscillatoria</i> sp									C	CC	RR	RR							RR	RR	RR	RR
珪藻 <i>Synedra ulna</i> <i>Cyclotella</i> sp <i>Asterionella formosa</i> <i>Melosira</i> sp <i>Melosira italica</i> <i>Achnanthes</i> sp	RR	RR	CC	CC	C	C	CC	CC	RR	RR		RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR
			RR	RR	R	RR	R	+	R	R	RR	RR	RR	RR	RR	RR	C	C	RR	RR	RR	RR
			RR	RR	+	+	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	R	RR	R	R
											CCC	CC					CC	CC	+	+	+	+
													CCC	CCC			RR	RR	CC	C	+	C

	平成4年度						平成5年度										
	5月		8月		11月		2月		5月		8月		11月				
	No1	No2	No1	No2	No1	No2	No1	No2	No1	No2	No1	No2	No1	No2			
渦鞭毛藻 <i>Ceratium hirundinella</i> <i>Peridinium bipes</i>	+	C	RR	RR	RR					RR	+	RR	RR	CCC	CC	RR	R
緑虫藻 <i>Trachelomonas</i> sp	RR	+	R	C	RR	RR	RR	RR		RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR
藍藻 <i>Oscillatoria</i> sp	C	+		RR	RR	RR	RR	RR	C	C							
珪藻 <i>Synedra ulna</i> <i>Cyclotella</i> sp <i>Asterionella formosa</i> <i>Melosira</i> sp <i>Melosira italica</i> <i>Achnanthes</i> sp	R	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	CC	CC	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR
	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR							
	RR	RR	RR	RR	RR	RR	C	C	RR	RR			RR	RR	RR	RR	
	RR	RR	RR	RR	CCC	CCC	CC	CC	R	R		RR					
	RR	RR					RR	RR					CCC	CC			
			CC	CC													

凡例

- CCC 80%以上
- CC 45~80%
- C 30~45%
- +
- 15~30%
- R 8~15%
- RR 8%未満

2月に入ると *Melosira italica* が優占をしていた。

平成3年5月は、*Melosira* sp が優占をし、*Cyclotella* sp もかなりの数観測された。12月は、*Melosira italica* が優占しているものの *Melosira* sp も出現しており、*Peridinium bipes* も見られた。

2月も12月と同傾向で *Melosira* が優占しているが、*Asterionella formosa*, *Peridinium bipes* も見られた。

平成4年5月は、渦鞭毛藻の *Peridinium bipes* と藍藻の *Oscillatoria* sp が優占し、*Synedra ulna* も観測された。

8月は、珪藻の *Achnanthes* sp が優占し、緑虫藻の *Trachelomonas* sp が見られた。11月は、*Melosira* sp が優占し、2月も *Melosira* sp が優占していたが、*Asterionella formosa* も出現していた。

平成5年5月は、*Synedra ulna* が優占し、藍

藻の *Oscillatoria* sp もかなりの割合で出現していた。

8月は、渦鞭毛藻の *Peridinium bipes* が優占し、11月は、*Melosira italica* が優占していた。

以上、5年間の出現種をまとめてみると、渦鞭毛藻2種、緑虫藻1種、緑藻12種、藍藻5種、珪藻13種、合計33種が確認された。

平成元年度から平成5年度を通して珪藻が優占する傾向にあるが、時として藍藻の *Oscillatoria* sp や渦鞭毛藻の *Peridinium bipes* が優占している。

Peridinium は淡水赤潮形成種として有名であるが、当ダム湖では平成元年には見られなかったものの、平成2年から少しずつ見られるようになり、平成5年に至っては優占するまでになった。

珪藻の中にも弱い赤潮を形成するものもあり、調査当初の *Asterionella formosa* の着色現象はその代表例である。その他の珪藻の赤潮形成種は

Melosira italica, *Fragilaria sp* 等が考えられる。

藍藻の *Oscillatoria sp* はアオコ形成種であるが、鳥取県で *Oscillatoria sp* のアオコは今のところ観測されていない。

毒素産性のプランクトンとしては、魚毒性のある *Peridinium polonicum* や、動物に被害を与えたことのあるもの又は野外資料で毒素が確認されたものに *Anabaena spp*, *Coelosphaerium sp*, *Microcystis aeruginosa*, *Mostoc spp* 等⁴⁾があるが、当ダム湖では、元年度に *Anabaena sp*, *Coelosphaerium sp* が僅かに認められたが、その後は観測されていない。

また、5年間に出現したプランクトンを、プランクトン群集を基にした栄養型分類⁵⁾に当てはめると、賀祥ダムは、*Melosira italica*, *Asterionella*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Cyclotella*, *Peridinium*, *Ceratium* が含まれる中栄養型に分類される。

2) 理化学検査結果と考察

各地点の過去5年間の理化学検査結果の平均値を表2に示した。

表2 各地点の理化学検査結果 (5年間の平均値)

地点	項目	DO	BOD	COD	SS	T-N	T-P	Chl-a
No.1	上層	10.3	2.4	4.2	5.2	0.396	0.022	28.7
	中層	4.0	0.8	2.6	2.0	0.518	0.015	4.1
	下層	2.0	2.1	9.1	12.8	2.383	0.081	5.5
No.2	上層	10.5	1.8	3.6	4.1	0.391	0.026	19.5
	中層	5.5	0.9	2.8	3.9	0.488	0.015	7.5
	下層	3.3	1.1	3.4	6.5	0.572	0.025	5.6

No. 1 地点は水深が30mあり、溶存酸素が上層で10.3mg/lのものが中層で4.0、下層で2.0と減少している。これの季節的变化を図1に示したが、春季から秋季にかけて無酸素状態になっている。

CODは上層4.2、中層2.6、下層9.1mg/lと下層に多く、上流から流入した有機物等が下層に多く浮遊しているものと思われる。

従って、SSも下層に多く12.8mg/lもの値を示しているが、Chl-aは逆に上層に28.7µg/lと多

く、中層で4.1、下層で5.5であった。

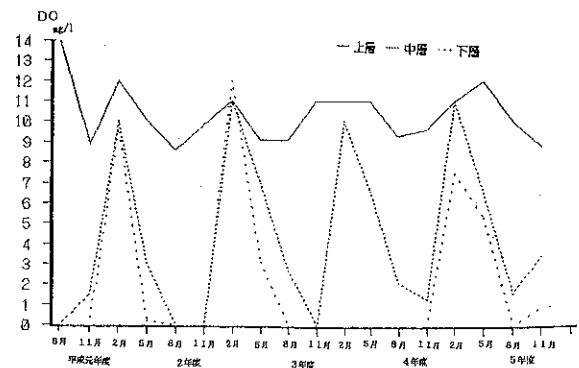


図1 No. 1の溶存酸素

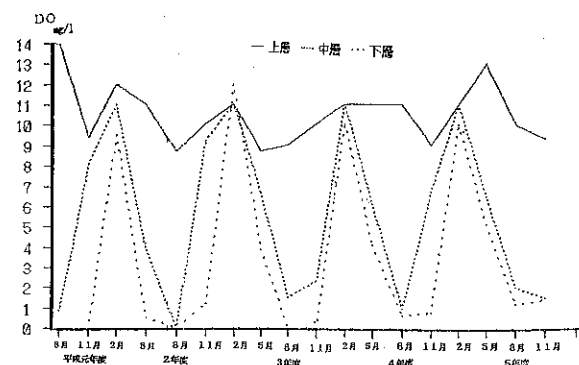


図2 No. 2の溶存酸素

T-Nは上層0.396、中層0.518、下層2.383mg/lであった。

T-Pも同様の傾向を示し、上層0.022、中層0.015、下層0.081mg/lであり、T-Nと共に下層が非常に高い値を示している。これは、水深が約30mと深く、春から秋にかけて水温躍層が発達しやすく、下層が無酸素状態(還元状態)になり底泥から溶出してくること、また、CODの所で説明したように、上流から流入し下層に集積した懸濁態の有機物がこれらの値を押し上げているものと考えられる。

No. 2 地点は水深17m程度であり、No. 1 地点と同様の傾向にはあるが、No. 1 地点ほど上層下層の差が極端ではなく、図2に示したように無酸素状態となる期間も短い。従って T-N、T-Pの低泥からの溶出も少ない。

湖沼は、一般的に次のような栄養型に分けられている⁶⁾⁷⁾⁸⁾。

栄養型	貧栄養湖	中栄養湖	富栄養湖
N(mg/l)	0.02~0.2	0.1~0.7	0.5~1.3
P(mg/l)	0.002~0.02	0.01~0.03	0.01~0.09

各地点を、この栄養型にあてはめて見ると、No. 1の上層、No. 2の上層、中層は中栄養型に、No. 1の中層、下層、No. 2の下層は富栄養型に分類される。

3) 水温と溶存酸素から見た湖水の流動

図1にNo. 1地点の、図2にNo. 2地点の溶存酸素の季節変化を、図3、図4に水温気温の季節変化を示した。

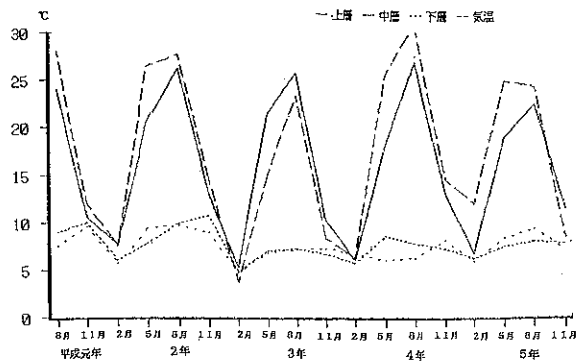


図3 No. 1の水温と気温

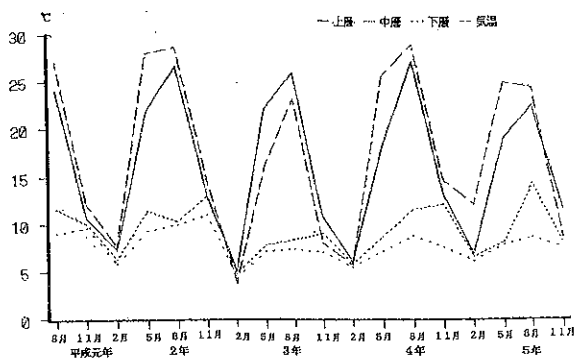


図4 No. 2の水温と気温

水温と溶存酸素の季節変化から、当ダム湖の湖水の流動を考察してみると、夏期の湖水は図5に示したように、冬期の湖水は図6に示したように流動しているものと考えられる。

即ち、夏期の湖水は、流入水の水温が中層の水温より高いため、流入水は上層付近を循環している。その結果、中層・下層は上層との水の交換がなく無酸素状態となり、底質からの窒素や燐の溶出がさかんとするが、上層への窒素・燐（溶出した）の供給は殆ど無い（あっても少ない）ものと考察される。

冬期は夏期と様相が異なり、流入水の水温が湖水の水温より低いため、流入水は下層に入り、ダ

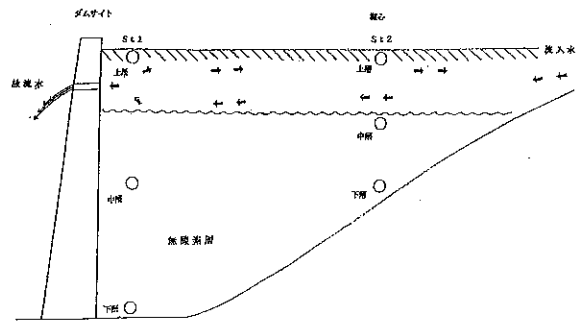


図5 夏期の湖水の動き

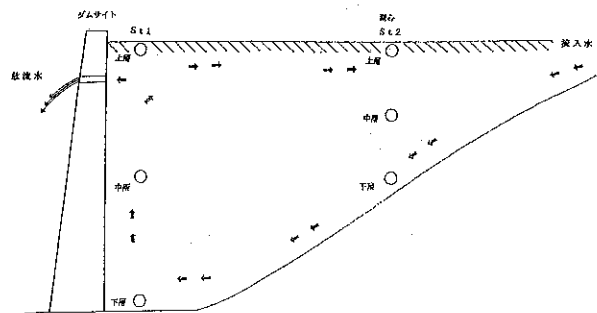


図6 冬期の湖水の動き

ムサイト付近で上昇し、その一部は放流水となり、その他は上層を上流へと循環するものと思われる。その結果、中層・下層にも酸素が充分補給され、無酸素状態は解消され、底質からの窒素・リンの溶出は少ないものと思われる。

アオコ等の増殖は栄養塩及び水温に強く影響される。

増殖に適する水温となる夏期には水温躍層ができ、下層から上層への栄養塩の補給は絶たれるため、増殖に必要な栄養塩を確保できない。

水温躍層がくずれて下層の栄養塩が補給されるようになる冬期には水温が低下し、増殖できない状況になる。

従って、当ダム湖はアオコ等が増殖しにくい環境にあると言える。しかし、夏期に湖水が物理的な理由等により攪拌された場合には、アオコ等の出現を否定することはできない。

4 ま と め

1) 平成元年度のダム完成直後に、*Asterionella formosa* による弱い淡水赤潮が観測されたが、その後は観測されていない。

当ダム湖は中栄養型に分類されるが、栄養状態がこのまま推移するとすれば、珪藻による弱い淡水赤潮が再度観測されることがあるかもしれない。

しかし、むしろ心配なのは、平成元年度に出現していない *Peridinium bipes* が平成4～5年度にかけて出現しており、時折優占しているので、今後は *Peridinium bipes* による淡水赤潮の出現の可能性もある。

2) 藍藻によるアオコは、このまま中栄養型にとどまり、富栄養型に移行しなければ、出現することはないものと考えられる。

3) 植物プランクトンの年周期としては、春に藍藻が、春から夏にかけて渦鞭毛藻の *Peridinium* が、秋から冬にかけて珪藻、特に *Melosira* が優占する傾向にあるが、気象条件（例えば気温、水温等）により出現時期が前後することもある。

4) 過去5年間の理化学検査結果より、湖沼の栄養型を当ダム湖に当てはめるならば、No. 1の上層、No. 2の上層、中層は中栄養型に、No. 1の中層、下層、No. 2の下層は富栄養型に分類される。

5) 湖水の流動は、夏期に水温躍層が発達し、中

層・下層では無酸素層が形成され、下層は栄養塩の溶出があるため富栄養となっているが、上層への寄与は少なく中栄養を維持している。

冬期は、流入水の水温が湖水の水温より低いいため、流入水は下層へ入り酸素が供給されるため無酸素層は消滅する。

アオコの増殖にとって重要な夏期の上層（有光層）は、水温躍層形成のため、中栄養に維持され、富栄養化への移行を繋ぎ止めている。

5 参考文献

- 1) 沖野外輝夫：富栄養化調査法、講談社、(1976)
- 2) 広瀬弘幸・山岸高旺・日本淡水藻類図鑑、内田老鶴圃、(1977)
- 3) 山岸高旺・秋山 優：淡水藻類写真集、内田老鶴圃、(1984)
- 4) 門田元：淡水赤潮、恒星社厚生閣、(1987)
- 5) 田中正明：日本湖沼誌、名古屋大学出版会、(1992)
- 6) 柳田友道：赤潮、講談社、(1976)
- 7) 津田松苗：日本の湖沼の診断、共立出版、(1975)
- 8) 滋賀大学湖沼研究所：琵琶湖、三共出版、(1974)