

2.6 他水域における貯水池と下流河川等における植物プランクトンの状況

2.6.1 貯水池で増殖した植物プランクトンの下流河川での状況

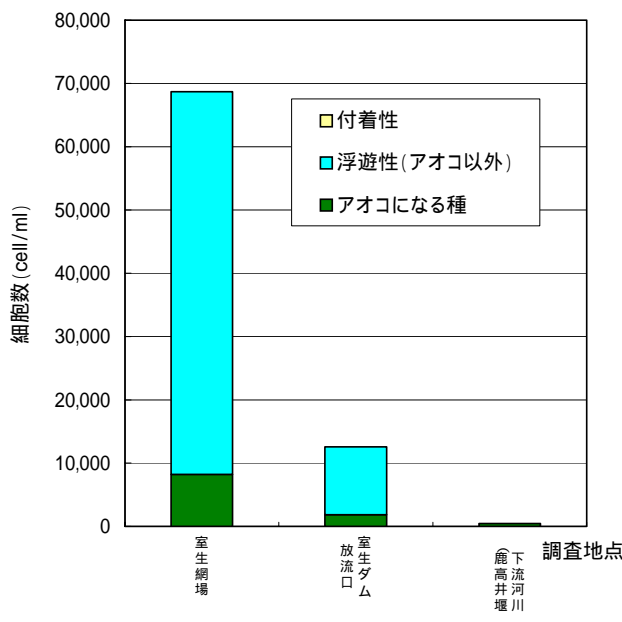
(1) 現地調査による検討

水資源機構丹生ダム建設所においては、丹生ダム貯水池水質が下流河川および琵琶湖にどの程度影響を及ぼすかを把握するため、平成 14 年および 15 年度にわたり図 2.6.1 に示す木津川上流ダム群を対象に、貯水池で増殖した植物プランクトンの流下過程を調査している。その結果を図 2.6.2～2.6.3 に示した。

平成 14 年度に実施した調査によると、図 2.6.2 に示すように室生ダム貯水池（網場表層）と 6km 下流の鹿高井堰地点を比較すると下流地点の植物プランクトン現存量は約 1/100 程度となっており、浮遊性の藻類もほとんど見られない結果となっている。この場合の鹿高井堰地点の流量は、1.85m³/s であった。



図 2.6.1 調査地点位置図



	室生網場	室生ダム放流口	下流河川(鹿高井堰)
アオコになる種	8,220	1,858	462
浮遊性(アオコ以外)	60,463	10,709	2
付着性	0	0	0
細胞数 (cells/ml)	68,683	12,567	464

アオコになる種 …… 藍藻類のマイクロキスティス、アナベナ、フォルミディニウム
 浮遊性(アオコ以外) …… 珪藻類のメロシラ、キクロテラ、渦鞭毛藻類のペリディニウム、セラチ
 褐色鞭毛藻類のクリプトモナス、緑藻類のボルボックス等
 付着性 …… 上記以外

図 2.6.2 ダム貯水池表層と下流河川における植物プランクトン現存量の比較 (H14 年 9 月 24 日調査結果)

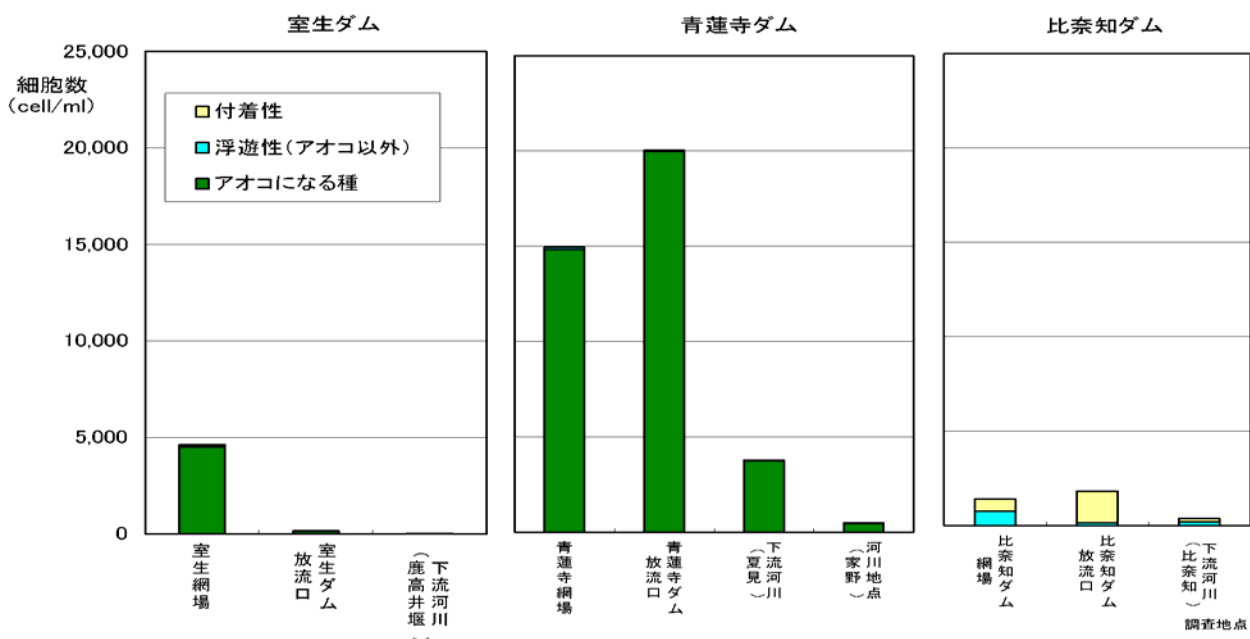
同様に、室生、青蓮寺および比奈知ダムからの放流の影響を受ける家野地点（調査時流量、8.34 m³/s）についても、上流のダム貯水池表層に比べ同地点の藻類現存量そのものは極めて少なくなっている。

また、平成 15 年度に実施した調査結果を図 2.6.3 に示した。同年夏期には、室生ダム、青蓮寺ダムでアオコが発生していたが、下流河川では前年度の調査結果と同様、アオコ原因藻類も含め藻類現存量そのものが大きく減少していることが確認された。

以上までの現地調査結果にもとづき、植物プランクトンの流下過程について簡単に整理すると、次のとおりである。

まとめ

・貯水池内で増殖した浮遊性の藻類は放流に伴って流出するが、流下するに従いその現存量は大きく減少する。この結果は、流れ場である河川では、浮遊性の藻類は増殖しにくいことを示すものと考えられる。



(出典：柳生ら；貯水池の水質と下流河川への影響、土木学会第 59 回年次学術講演会講演集、2004 年 9 月)

図 2.6.3 各ダム貯水池表層と下流河川における藻類量の比較 (H15 年 9 月 29 調査結果)

(2) 類似調査・研究について

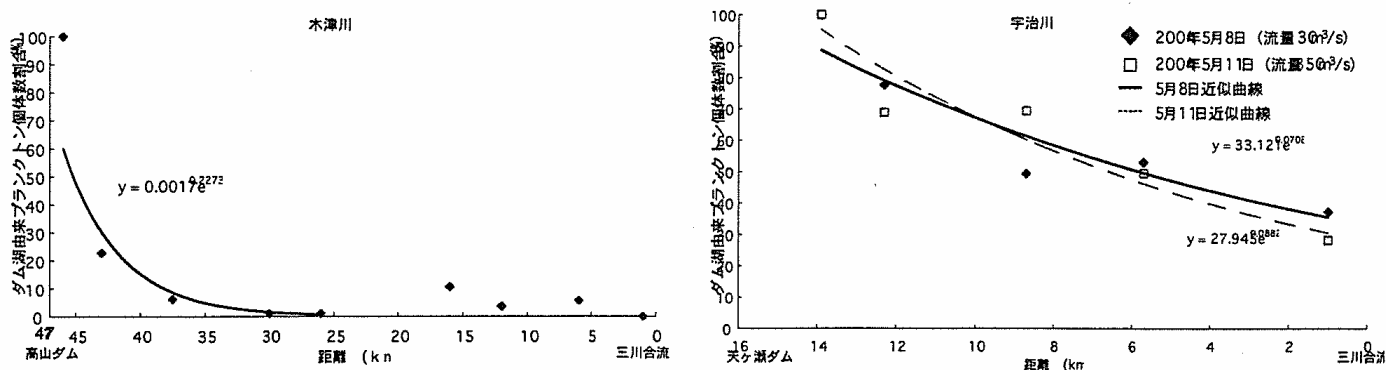
竹門らは木津川および宇治川を対象に、上流で増殖したプランクトンの下流河川での状況を調査しており、その結果を図 2.6.4 に示した。

本調査によると、ダム湖由来のプランクトンが 90% 減少するのに要する距離は、木津川で流量 33.6 m³/s の時 10.1km、宇治川で流量 130m³/s の時、32.5 km、350m³/s の時 26.1 km であったとしている。木津川において短い距離でプランクトンが大きく減少する理由としては、河床に砂礫が多くこれによって補足率が高いことが関係しているのではないかと指摘している。

一方、木津川に比べ宇治川で同じ流下距離で減少率が低い原因として、宇治川の河床は岩盤が卓越していることをあげている。

さらに、同論文では諏訪湖から流出するアオコの原因藻類であるミクロキスティスの下流天竜川での現存量変化を紹介しており、流量が 10~50m³/s の時、16.5 km 流下すると 87%、32 km で 92% に減少したと報告している。

いずれにしても、他の調査からもダム貯水池で増殖した植物プランクトンは、下流河川で大きく減少していることは明らかである。なお、その原因や程度に影響する要因の一つとして、竹門らは河床材料の違い等を指摘している。



(出典：竹門ら；河川下流井伊における流下粒状有機物組成の流程変化、応用生態工学会第 8 回研究発表会講演要旨)

図 2.6.4 ダム湖由来プランクトンの現存率変化

(3) 河川における浮遊性藻類に関する知見について

環境省の諮問機関である中央環境審議会の水環境部会に設置された陸域環境基準専門委員会において提出された資料において、表 2.6.1 に示すように河川と湖沼(ダム貯水池含む)における物質交換過程に伴う水質変化の主な相違点が整理されている。これによると、一般的には河川では流速が大きいいためプランクトンが増殖せず、富栄養化現象は生じないとしており、前出の現地調査結果はこの知見を裏付けるものとなっている。

表 2.6.1 河川と湖沼における物質変換過程に伴う水質の変化の主な相違

		河 川	湖 沼
物理化学的 過程	流送と沈降	流入あるいは水域内で発生した汚濁物質の多くが下流域に流出する。流出せず沈降し底質に蓄積された汚濁物質も洪水時等に下流域から海域に流出する。	流入あるいは水域内で発生した汚濁物質のうち沈降性汚濁物質の多くが沈降し底質に蓄積される。流出河川がある場合、溶解性汚濁物質の一部は下流域に流出する。沈降に関して湖沼は下流域に対し水質浄化の役割を果たし、湖沼内では有機物の蓄積が進む。
	底質の巻上げ・剥離	流れにより常に底質の巻上げを生じ、剥離も生じやすいが、巻き上げ・剥離した物質は速やかに下流域に流出する。	流れが微小であり底質の巻上げは少ない。付着生物は生長や死滅等により剥離する。また、洪水時やダムの放流時には底質の巻上げを生じる。
	溶 解	大河川下流域や汚濁の進行した都市河川などの流れが弱く底泥が堆積した水域以外は栄養塩の溶出は少ない。	成層型の湖沼の場合底質に栄養塩が蓄積し、環境条件によって再溶出する。
生物学的 過程	光合成 (植物性プランクトン)	我が国の河川では流速が大きいため一般にはプランクトンが生育せず、富栄養化現象は生じない。ただし、一部の植物性プランクトンが付着性藻類に生活形を変化させ、ダム直下や湖沼への河川の流入出域に定着したり、湖沼で生育したプランクトンや河川底質の砂礫から剥離した藻類(流下藻類)が存在することがある。上流河川水域におけるクロロフィル a 濃度は年平均 3 mg/m ³ である。(上流域に湖沼がない上流河川 15カ所の平均値)	植物性プランクトンが生育する。栄養塩の豊富な水域では内部生産により富栄養化現象を生じ、著しい場合利水障害を生じる。ただし、植物性プランクトンの増殖は栄養塩濃度だけではなく、気象や水理的条件に影響を受ける。人工的水域の場合、捕食者である動物性プランクトンが少なく短期間に植物性プランクトンの著しい増殖を生じることがある。クロロフィルa 濃度の湖沼の富栄養化限界値は7 ~ 40mg/m ³ である。(Forsberg&Ryding)

出典：「人工湖沼における湖沼類型指定について」、中央環境審議会水環境部会 陸域環境基準専門委員会（第5回）資料、2003年2月21日

2.6.2 上下流に位置するダム貯水池での植物プランクトンの関連性検討

連続したダムにおける植物プランクトンの発生状況に関連があるかを検討した。

検討対象のプランクトンは、アオコの原因種である *Microcystis* と淡水赤潮の原因種である *Peridinium* とした。対象ダムの緒元を表 2.6.2 に、位置図を図 2.6.5 に示す。

表 2.6.2 対象ダム一覧

ダム名(上流 - 下流)	流下距離	貯水池容量 (千 m ³)	滞留時間 (日)
富郷ダム - 柳瀬ダム 柳瀬ダム - 新宮ダム	約 13km 約 7.5km	富郷 52,000 柳瀬 32,200 新宮 13,000	147 64.2 20.0
相模湖 - 津久井湖	約 7km	相模湖 63,200 津久井湖 62,300	13.4 13.8
下笠ダム - 松原ダム	約 3.5km	下笠 59,300 松原 54,600	54.5 21.9
室生ダム 青蓮寺ダム 高山ダム 比奈知ダム	約 30 ~ 40km	室生 16,900 青蓮寺 27,200 比奈知 20,800 高山 56,800	59.3 64.4 102 42.3



相模・津久井湖



富郷・柳瀬・新宮ダム



下笠・松原ダム



室生・青蓮寺・比奈知・高山ダム

図 2.6.5 ダム等位置図

(1) 発生状況

対象ダム群での植物プランクトン発生状況を概観する。

富郷ダム - 柳瀬ダム - 新宮ダム

Microcystis については発生量が少ない(多くても 10 細胞/mL)ため、考察は省略する。

Peridinium は 2002 年に富郷ダムで比較的多く発生し、その 1 ヶ月後には下流の柳瀬ダムや新宮ダムでも同種の *Peridinium* (*Peridinium volzii*) が大量に発生している。しかし、2001 年以前を見ると柳瀬ダムで *Peridinium* が多く発生しても新宮ダムではほとんど発生していない。

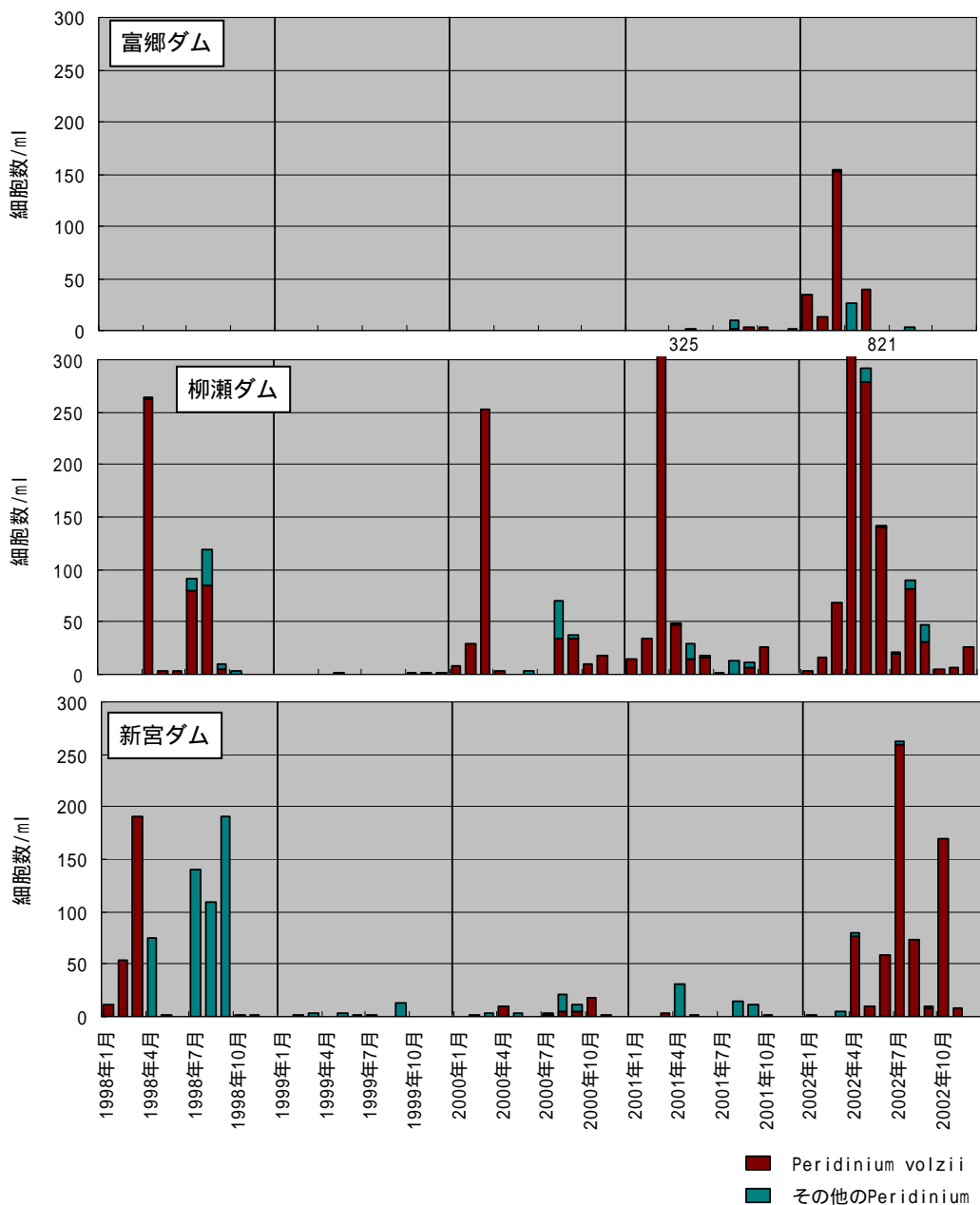


図 2.6.6 富郷ダム - 柳瀬ダム - 新宮ダムの *Peridinium* 発生状況

相模湖 - 津久井湖

Microcystis は相模湖で比較的多く発生した 1977,8 年の同時期または若干遅れて津久井湖でも発生している。

Peridinium は、上流の相模湖で比較的多く発生した時期に下流の津久井湖では発生していない。

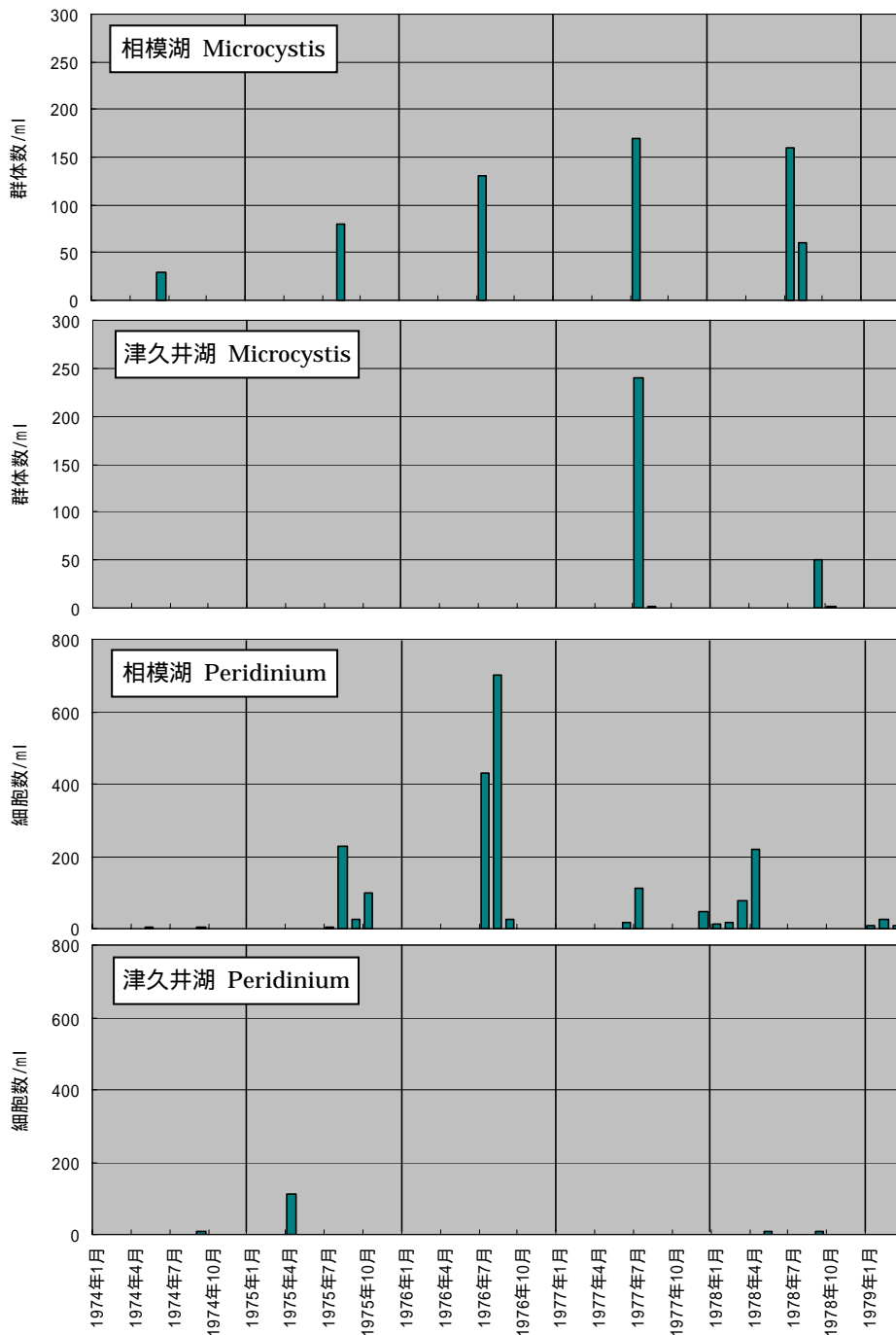


図 2.6.7 相模湖 - 津久井湖の *Microcystis* (上) *Peridinium* (下) 発生状況

下笠ダム - 松原ダム

Microcystis については、下笠ダムで比較的多く発生した 2002 年 10 月に松原ダムでも発生している。

Peridinium は、両ダムとも春と秋に発生する傾向があるが、上流の下笠ダムで多く発生した *Peridinium bipes f. oculatum* が直下流の松原ダムでは全く発生していない。

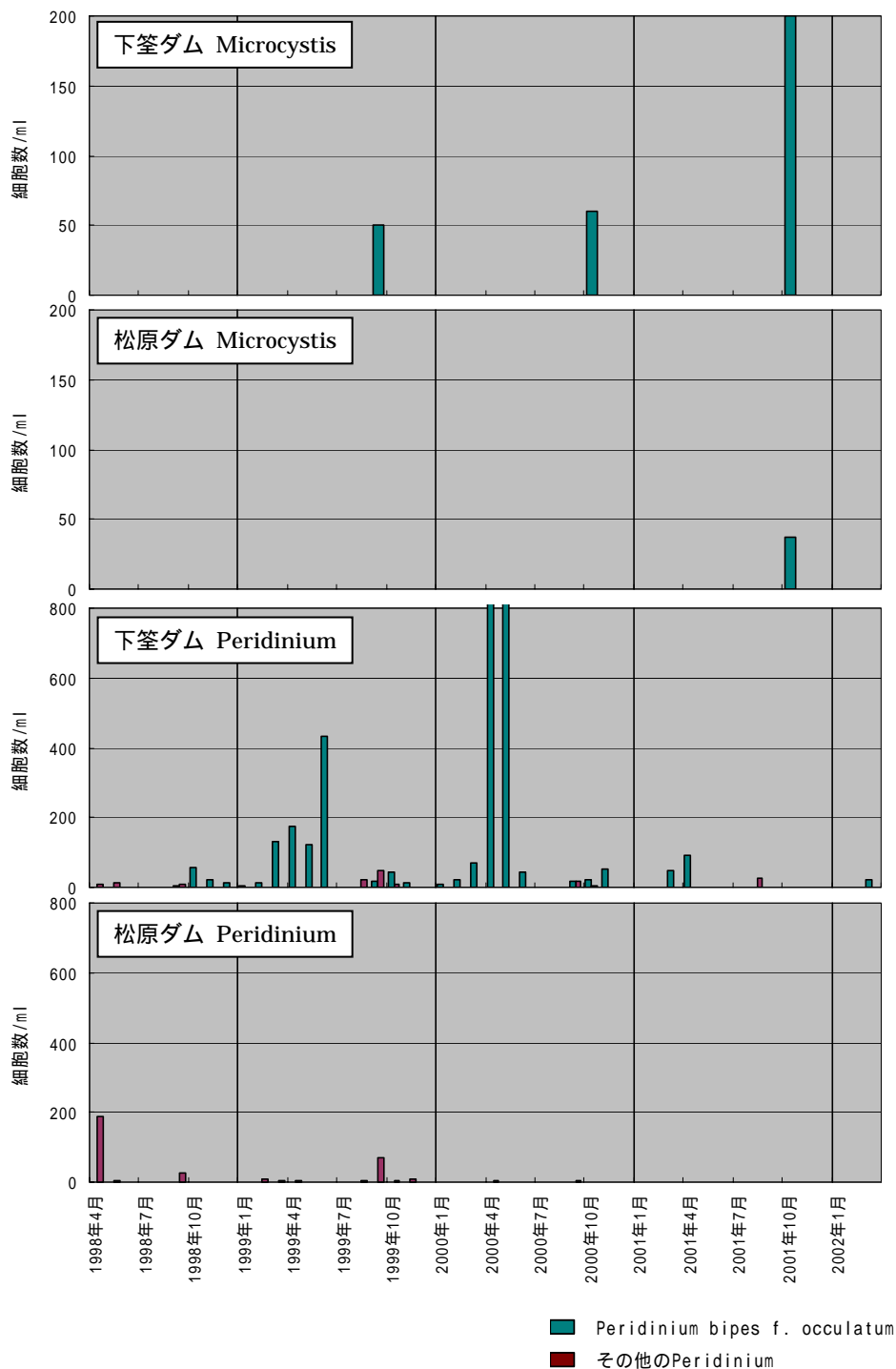


図 2.6.8 下笠ダム - 松原ダムの *Microcystis* (上) *Peridinium* (下) 発生状況

室生・青蓮寺・比奈知ダム - 高山ダム

Microcystis については各年とも高山ダムで先に発生しており、上流ダムからの影響よりはむしろ気象等の要因によるところが大きいと考えられる。

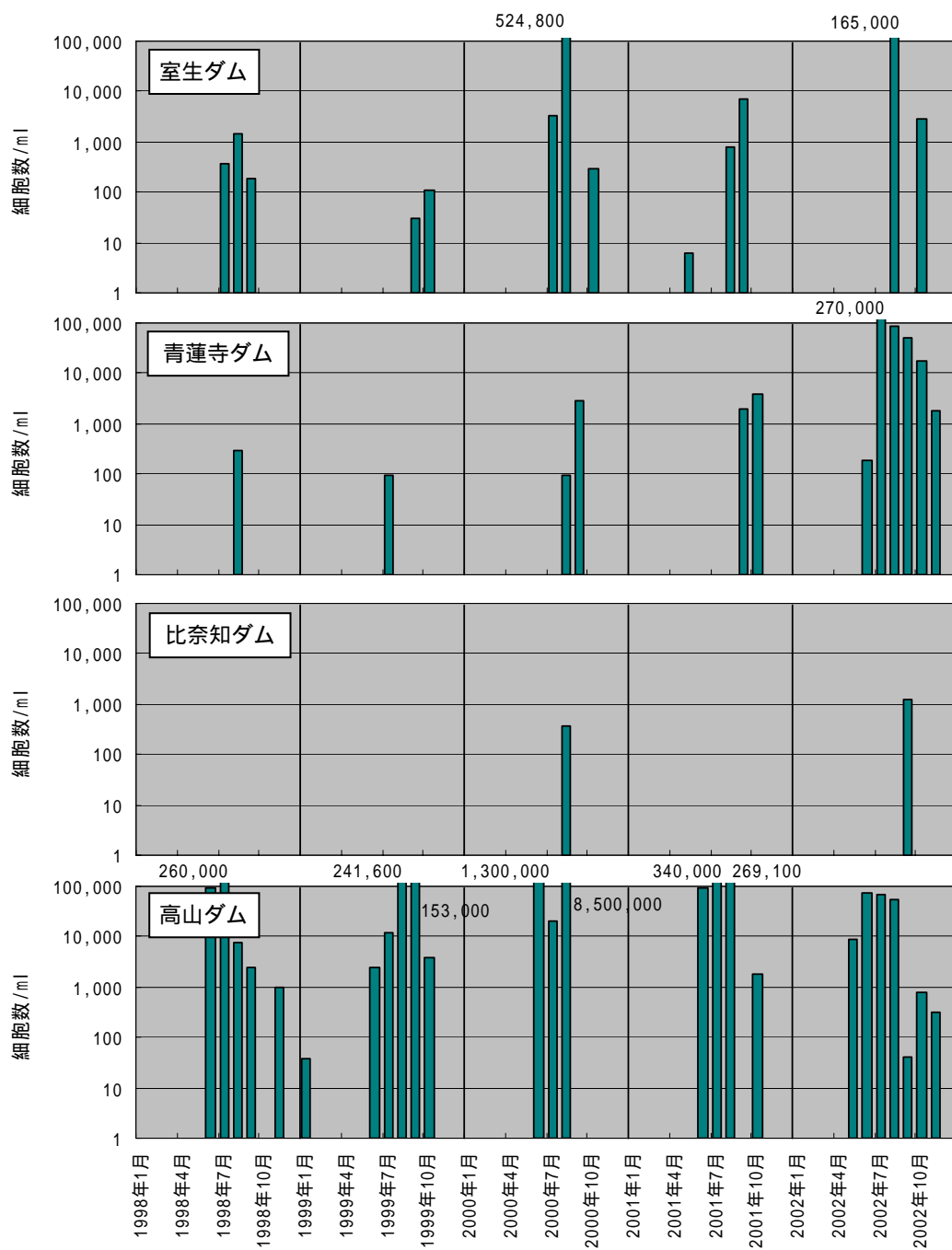


図 2.6.9 室生・青蓮寺・比奈知ダム - 高山ダムの *Microcystis* 発生状況

Peridinium については、上流ダムで発生した後 1 月ほど遅れて高山ダムで発生のピークをむかえているが、発生量を見ると上流ダムと高山ダムで必ずしも関連はない。

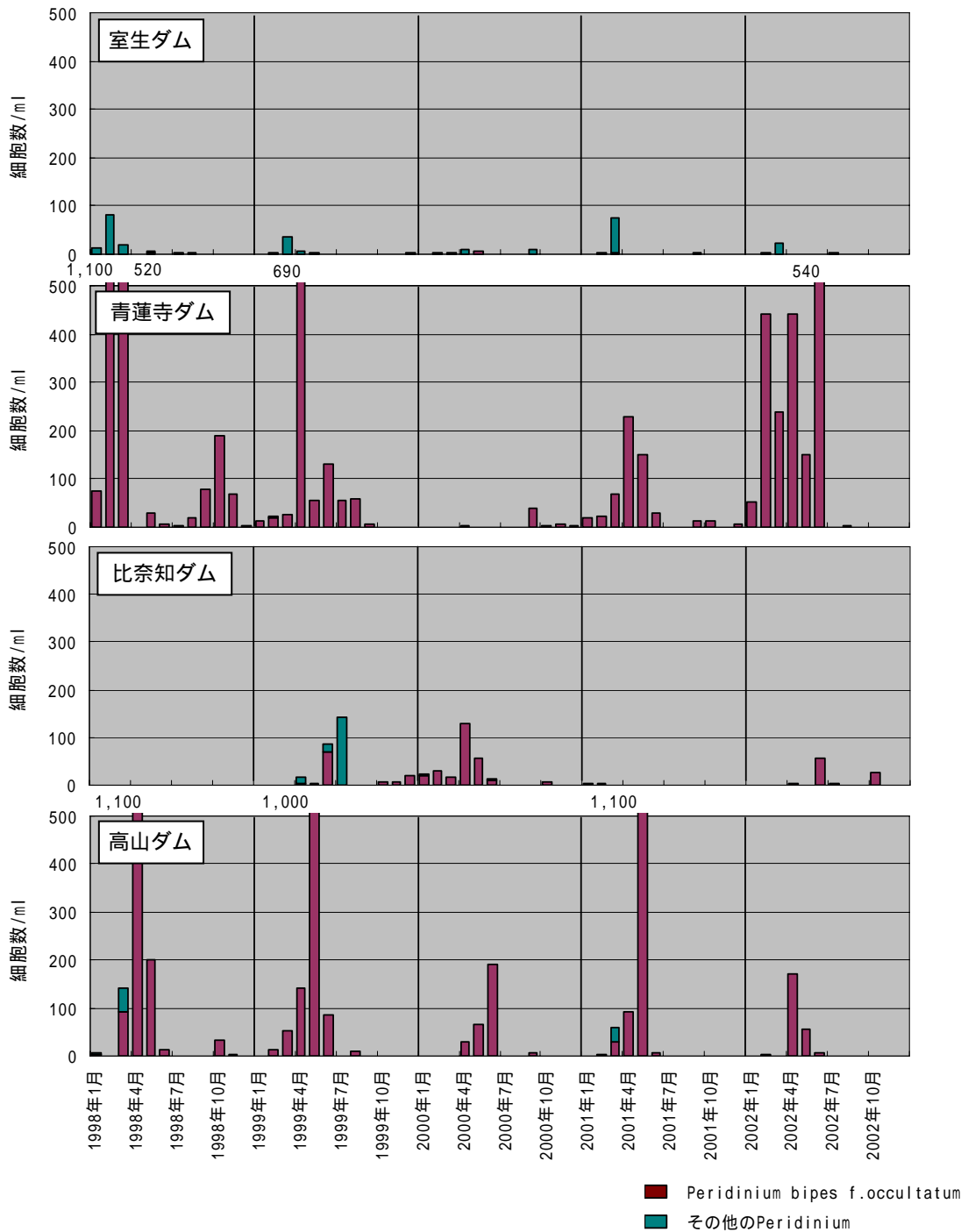


図 2.6.10 室生・青蓮寺・比奈知ダム - 高山ダムの *Peridinium* 発生状況

まとめ

新規にダムが出来た場合、下流ダムで発生するプランクトン種に影響を与えるか否かについては、1)富郷ダム（2001年4月管理開始）2)比奈知ダム（1999年4月管理開始）の2事例があるが、いずれのダムについても発生した植物プランクトンが既に下流ダムで発生していた種であり、上流ダムで発生した新種のプランクトンが下流で繁殖する現象は確認できなかった。

上下流ダムでの植物プランクトン発生量の相関については、関係が否定できないケース（例：室生・青蓮寺・比奈知 - 高山ダムの *Peridinium*）と関係がないと考えられるケース（例：下笠 - 松原ダムの *Peridinium*）があり、これについては（2）項で検討する。

（2）上下流ダムでの発生量の相関

上下流ダムで発生した植物プランクトンの相関をとり、両者に関係があるかを検討する。ここで、上流で発生した植物プランクトンが下流ダムへ流達するのにかかる時間分だけ、滞留日数を用いてデータを補正している。

なお、以下のケースについては上流で発生したプランクトンが下流ダムで確認されておらず、上下流ダムで関係のないことが明らかであることから、検討の対象外とした。

- ・相模湖 - 津久井湖（*Peridinium*）
- ・下笠ダム - 松原ダム（*Peridinium*）

富郷ダム - 柳瀬ダム - 新宮ダム

柳瀬ダム - 新宮ダムでの *Peridinium* の相関を図 2.6.11 に示す。富郷ダムのデータが少ないため、省略した。

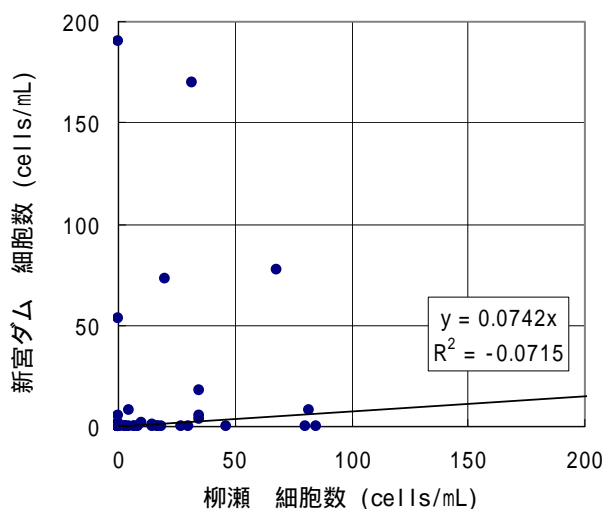


図 2.6.11 柳瀬ダム - 新宮ダムでの *Peridinium* 細胞数

両ダム間での *Peridinium* 発生量の相関は低いと考えられる。

相模湖 - 津久井湖

相模湖 - 津久井湖での *Peridinium* の相関を示す (図 2.6.12)。

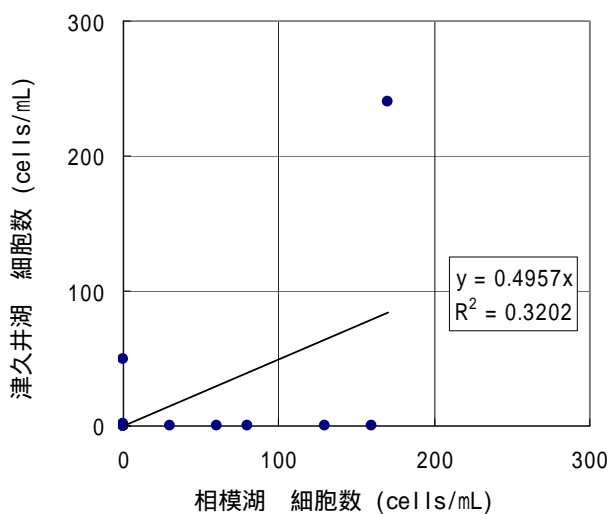


図 2.6.12 相模湖 - 津久井湖での *Peridinium* 細胞数

両ダム間での *Peridinium* 発生量の相関は低いと考えられる。

室生・青蓮寺・比奈知ダム - 高山ダム

上流3ダム - 高山ダムでの *Peridinium* の相関を図 2.6.13 に、*Microcystis* の相関を図 2.6.14 に示す。

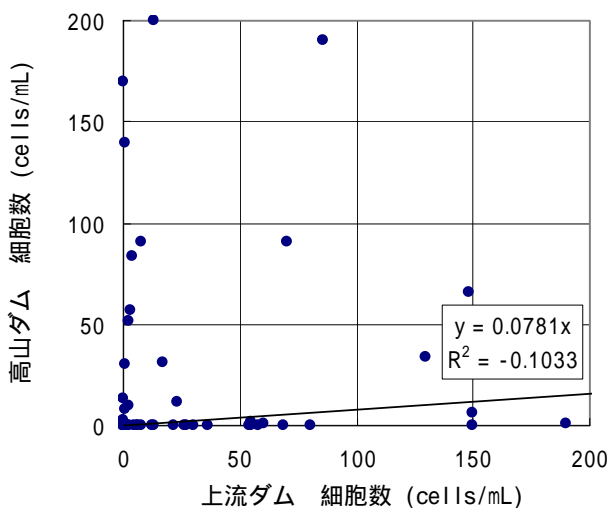


図 2.6.13 室生・青蓮寺・比奈知ダム - 高山ダムでの *Peridinium* 細胞数

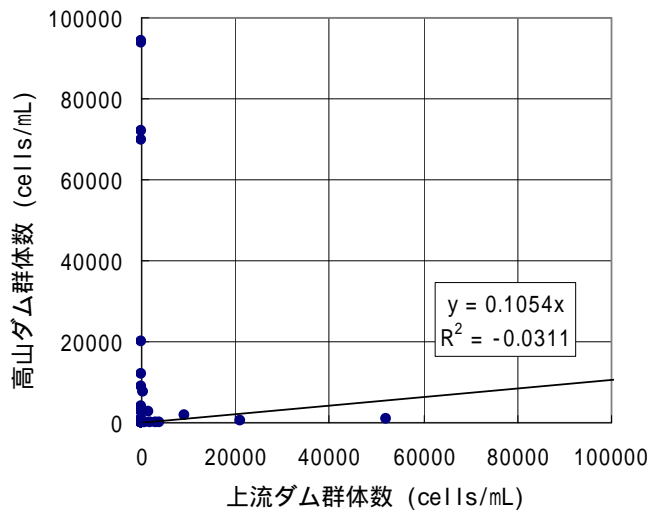


図 2.6.14 室生・青蓮寺・比奈知ダム - 高山ダムでの *Microcystis* 群体数

両ダム間では *Peridinium*、*Microcystis* 共に発生量の相関は低いと考えられる。

(3) まとめ

以上、上下流に連続したダムにおける植物プランクトンの関連について検討した。結果をまとめると、表 2.6.3 のとおりである。

表 2.6.3 検討結果一覧

ダム名 (上流 - 下流)	<i>Microcystis</i>	<i>Peridinium</i>
富郷ダム - 柳瀬ダム - 新宮ダム	/	
相模湖 - 津久井湖		
下笠ダム - 松原ダム		
室生ダム 青蓮寺ダム 高山ダム 比奈知ダム		

: 「1.発生所況」より、相関がないと考えられるもの

: 「2.発生量の相関」より、相関が低いと考えられるもの

上流ダムで発生した植物プランクトンが下流ダムに影響を及ぼすという現象について、以下のよう考えられる。

1) 新たに建設されたダムからの影響

今回のデータでは、富郷ダム(2001年4月管理開始)、比奈知ダム(1999年4月管理開始)の2事例があるが、いずれのダムについても発生した植物プランクトンが既に下流ダムで発生していた種であり、上流ダムで発生した新種のプランクトンが下流で繁殖する現象は確認できなかった。

2) 上下流ダムでの植物プランクトン発生量の相関

次に、上下流ダムでの植物プランクトン発生量の相関については、関係がないと考えられるケース(例: 下笠 - 松原ダムの *Peridinium*) が確認された。

また、それ以外のケースについて相関をとったところ、上下流ダムでの相関は低いと考えられた。

今回の検討からは、貯水池における植物プランクトンの発生は、上流ダムでの発生状況よりもむしろ、他の要因（気象や流入水質など）により決定される部分が多いと考えられる。ただし、植物プランクトンに関してはまだ未解明な部分も多いため、ダム完成後には植物プランクトンの発生状況を適宜調査し、監視に努めることが必要と考えられる。

（４）他水域における貯水池と下流河川等における植物プランクトンの状況に関するまとめ

室生ダム貯水池（網場表層）と6km下流の鹿高井堰地点を比較すると下流地点の植物プランクトン現存量は約1/100程度となっており、浮遊性の藻類もほとんど見られない結果となった。

また、同じ川の上流と下流に位置するダム貯水池における植物プランクトンの関連性については、近年供用が開始された富郷ダム、比奈知ダムの植物プランクトンを考察した。これにより富郷ダム下流の新宮ダムと比奈知ダム下流の高山ダムでは、富郷ダム、比奈知ダムで発生したプランクトンが繁殖する現象は確認できなかった。

以上より、貯水池内で増殖した浮遊性の藻類は放流に伴って流出するが、流下するに従いその現存量は大きく減少する。この結果は、流れ場である河川では浮遊性の藻類は増殖しにくいことを示すものと考えられる。

上流貯水池と下流貯水池における植物プランクトンの発生は、上流ダム貯水池での発生状況よりもむしろ下流ダム貯水池での他の要因（水理・水質・気象など）により決定される部分が多いと考えられる。