

Ⅶ-22

多目的ダムの水質に与える貯水池特性の影響に関する検討

建設省土木研究所 正会員 天野 邦彦、正会員 寺川 陽、正会員 田中 康泰

1. はじめに

多目的ダムにおける水質に関しては、富栄養化に伴う藻類増殖による着色、着臭などの問題が解決すべき課題の一つとして依然大きな位置を占めており、種々の対策が講じられてきている。また、今後建設が予定されている貯水池においては、このような問題を未然に防ぐことを目的として建設後の貯水池水質予測を精度高く行い、適切な対策を計画立案する必要がある。ここで、富栄養化の程度の指標となる藻類量の評価については、クロロフィル a 濃度を指標として水質予測を行うのが一般的であるが、正確な予測のためには、貯水池における藻類量を規定すると考えられる窒素・リン等の栄養塩、日射量、水温、滞留時間などの因子がクロロフィル a 濃度に対してどのような影響を及ぼしているのかについて、定量的に知っておく必要がある。本研究では、以上の必要性に応じて、既存の多目的ダム貯水池において測定された水質データと貯水池特性を用いて、統計的手法を用いることで貯水池における水質変化に関する検討を行った。

2. 方法

富栄養化による問題の発生が多く、また成層化が進行する時期（6月から8月）における表層クロロフィル a の平均値を目的変数とし、統計的に予測する

表一 解析に用いた貯水池特性（説明変数）

影響要因 説明変数	栄養塩		水温		光		滞留時間 年回転率
	流入 河川 T-N	流入 河川 T-P	水温 勾配	表層水 温	日射 量	流入河川 濁度	

ことを目的として、特に貯水池建設前の段階においても入手が可能と考えられる貯水池特性（表一）を説明変数として選び、重回帰解析を行った。なお、水温に関しては、貯水池内の特性（水温勾配、表層水温）が用いられているが、これは、建設前でも建設後の貯水池内の水温構造については、数値シミュレーションにより精度の高い予測が可能であること、また年回転率についても運用計算より算出可能であることから入手可能な変数として採用している。

統計解析に用いたデータは、全国の多目的ダム貯水池のうち、貯水池表層クロロフィル a 及び表一にあげた説明変数について入手可能であった 88 箇所の貯水池のものを対象とした。なお、解析に先立ってそれぞれの貯水池について、栄養塩の観点からの制限因子が窒素であるかリンであるかについて判別する閾値を統計的に調べるため、流入河川水の平均窒素及びリンの質量濃度比により 2 グループに分け、それぞれ重回帰解析を行い、もっとも相関が高くなる値を閾値とした。この閾値により 2 分されたそれぞれのグループについて目的変数の予測を行った。

また、96 箇所の貯水池において測定された植物性プランクトン分析データについて藍藻類、渦鞭毛藻類、珪藻類、緑藻類の代表的な種を 19 種選び、これらの種が検出されたときの水質についてその分布を比較することで、それぞれの種がどのような条件の元で出現するかについて調べた。

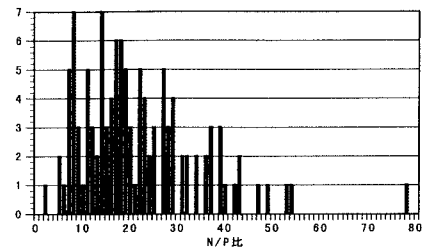
3. 結果

流入河川の N/P（質量比）について頻度分布を作成した結果を図一に示す。質量比で見た場合、ほとんどの貯水池は N/P が 5 から 40 の間に分布していることがわかる。N 制限、P 制限の閾値として $N/P=12$ を閾値として解析することで最も良く N、P 制限を分類できることが示されたので、この値を閾値とすることとした。この値で貯水池を 2 つのグループに分類し、表一にあげた全ての変数を用いて重回帰解析を行い、その中から寄与が少ないと考えられるもの、独立性が低いと考えられるものを省き、最終的に重回帰関係を得た。図二に N 制限、P 制限貯水池について求められた相関関係図を示す。N 制限のグループにおいては

キーワード：多目的ダム、貯水池水質、富栄養化

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市大字旭 1 番地 TEL:0298(64)2269 FAX:0298(64)7221

非常に高い精度で平均夏期表層クロロフィル a 濃度を予測し得ること、P 制限グループについては、相関係数は低くなるものの、流入河川 T-P と表層水温から平均夏期表層クロロフィル a 濃度を概ね予測し得ることが示された（表一2）。P 制限グループの中で、ばらつきの原因について調べたところ、予測値に比べて実測値が高い貯水池では、藍藻類あるいは渦鞭毛藻類が優占種となっているダムが多かった。また、実測値が低い貯水池では、酸性水の影響を受けているものが含まれていた。



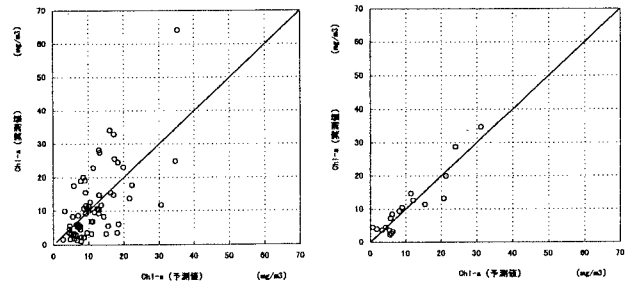
図一 流入河川の N/P 比の度数分布

表一2 重相関解析結果

P 制限 貯水池	データ数=69	年回転率 (回/年)	水温勾配 (最大値)	表層水温 (夏季) (℃)	日射量 (夏季) (MJ/m ²)	流入河 川 T-P (mg/m ³)
重相関係数	偏回帰係数	-0.0099	0.0985	0.9726	0.0528	0.2469
0.6410	標準偏回帰係数	-0.0370	0.0260	0.2261	0.0218	0.5256
定数項	偏相関係数	-0.0398	0.0338	0.2590	0.0174	0.5403
-18.3417	単相関係数	-0.0573	0.0214	0.4059	0.0613	0.6001

N 制限 貯水池	データ数=19	年回転率 (回/年)	水温勾配 (最大値)	流入河 川 T-N (mg/m ³)
重相関係数	偏回帰係数	0.0944	1.9240	0.0268
0.9335	標準偏回帰係数	0.0637	0.1888	0.8929
定数項	偏相関係数	0.1699	0.4532	0.9270
-2.0146	単相関係数	0.0582	0.2672	0.9154

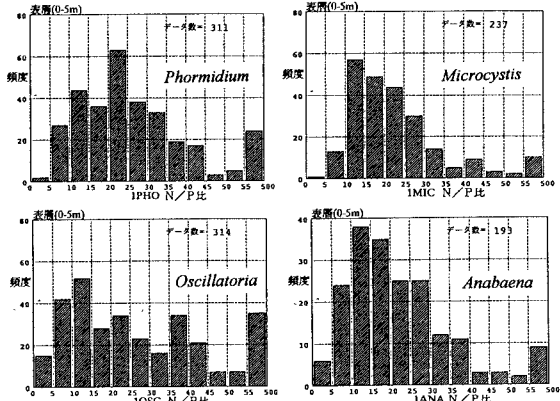
藍藻類が優占となる貯水池は、一般的に水質問題が起こる可能性が高い。藍藻類が優占となる貯水池特性としては、栄養塩濃度が高く、夏期の水温が高いことがあげられる¹⁾。さらに藍藻類の中でも頻繁に着臭の問題を起こす *Phormidium* は、N/P 比が 20 程度の高い貯水池で多く発生していることが示された（図一3）。



図二 表層夏季（6～8月）クロロフィル-a 予測結果

4. 考察

貯水池における藻類量を規定する要因として最も影響が大きいものは栄養塩濃度であり、水温が2番目に影響の大きい要因であるということが、重相関解析から示唆された（表一2）。光条件および滞留時間に関してはあまりはっきりした影響は見られなかったが、これは光制限となっている貯水池の数は存在するにしても限られていること、また滞留時間については年回転率のような指標では必ずしも実際の滞留時間を表し得ず、今回のような解析には向いていなかった可能性が高い。この様に改善の余地はまだ多く残っているものの、これらの結果を用いる



図一3 藍藻類発生時の N/P 比頻度分布

ことで、簡易的な貯水池建設後のクロロフィル a の定量的予測が可能となったことは実用的価値が高いと考えられる。ただし、表層に集積することが可能な藍藻類や渦鞭毛藻類が優占種になる貯水池では、栄養塩濃度等から予測される潜在的なクロロフィル a 濃度より表層における実際の値が高くなる可能性が高いことがわかった。このため、これらの種が優占種となりやすい貯水池特性について調べたが、藍藻類のみをとっても種毎に環境に対する嗜好性は異なることが示された（図一3）。優占種についての統計的解析は、定量的判定までは困難であるが、定性的には、例えば着臭問題を起こす *Phormidium* が高い N/P 比の貯水池で発生しやすいといった傾向を明らかに示しており、数値解析等による水質予測を補完するものとして評価されると考えられる。

参考文献 1) 土木研究所資料第3116号