

植物プランクトンの種に着目した富栄養化対策技術の評価に関する調査

Technical Evaluation of Measures against Dam Reservoir Eutrophication by Considering Phytoplankton Species

(研究期間 平成12～15年度)

環境研究部 河川環境研究室
River Environment Division,
Environment Department

室長 藤田 光一
Head Koh-ichi FUJITA
主任研究官 大沼 克弘
Senior Researcher Katsuhiko ONUMA
研究官 鈴木 宏幸
Researcher Hiroyuki SUZUKI

We have conducted a series of intensive field measurements of water quality change in Watarase reservoir and numerical simulation to analyze the relations between water quality and change of phytoplankton species. In this simulation, we assumed that phytoplankton was grazed by zooplankton. Simulation results agreed well with the observed results.

[研究目的及び経緯]

ダム湖の水環境を保全するためには、アオコ、淡水赤潮等の、植物プランクトンによる水質障害を抑制することが重要である。このため、数多くのダムでは既に曝気施設、選択取水設備等の富栄養化対策技術が施されている。これらは、植物プランクトンそのものを抑制するというよりも、それらが引き起こす水質障害の抑制を目的としていることから、植物プランクトンの種とそれらがもたらす障害との関係に着目して対策技術を適用することがより本質的である。しかし、このような観点からの調査はまだあまり行われていない。

本研究は、まず貯水池に発生する植物プランクトンの種の出現傾向を貯水池の環境条件との関係から概略把握した。次に、対象とした貯水池における調査・分析を通じて、特定の種に着目した対策を行うことで、水質障害の抑制をより合理的に行うことが出来ることを示した。

[研究内容]

全国420ダムを対象に、植物プランクトンデータの取得状況を調査した。その中から分析に耐え得る9ダムを選定し、これらのダムを対象に植物プランクトンの出現状況と、水質などの環境要因との関連性を解析して各ダムの特性を把握した。各ダムの特性は、大きく2つのタイプに分けることができ、更に富栄養化ダムの中でも、条件によって発生する植物プランクトンの種が異なるなど、様々なタイプが見られた。これを類型化したものが表1である。

植物プランクトンが貯水池の水質に与える影響は、発生する種によって大きく異なることが一般的

である。例えば、表1中の2に分類された貯水池で発生する可能性の高い、藍藻類の1種であるPhormidiumは、カビ臭を生成する藻類として知られており、実際に本種が発生した場合は、カビ臭対策を取る必要が生じる場合がある。

表1：各ダムの特性による類型化

類型	特徴	予想される優占藻類
常時、栄養塩負荷が高いダム		
-1	負荷量大・高水温	藍藻類 (Micricystis)
-2	負荷量大・高水温 (回転率大)	藍藻類 (Phormidium)
-3	負荷量大・高水温 (期間が短い)	夏季：藍藻類 (Phormidium) 冬季：珪藻類
常時、栄養塩負荷が低いダム		
-1	突発的な高い流入負荷	藍藻類、ラフィド藻
-2	流入負荷小	負荷量の増加に従い珪藻類の出現
-3	負荷量小・高水温	緑藻類
-4	負荷量小・低水温	突発的な負荷があった場合、黄金色藻
-5	流入負荷ほぼ無し (栄養塩の供給源が主に底泥のみ、量も少ない)	わずかに緑藻類程度

そこで本研究では、貯水池で行うべき対策手法を検討するために、植物プランクトンの種の動態が貯水池の水質に大きな影響を及ぼしていた1つの事例として渡良瀬貯水池を選択し、実際に植物プランクトンの種と貯水池水質の関係に着目して調査・観測し、検討を行った。本貯水池では、春にカビ臭が発生することがある。この発生したカビ臭が晩春～初夏頃になると急減する現象が見られ、この機構を解明することは、今後の貯水池運用に役立つ情報が得られると考えられたため、下記の研究を行った。

1) 原因の特定

カビ臭の対策を行うには、まず原因を特定する必要がある。本貯水池ではPhormidiumの発生が認められていた。本研究では貯水池水を採水し、発生し

ている植物プランクトンから本種を単離培養して、蛍光顕微鏡を用いた詳細な観察を行った。その結果、貯水池に発生していた本種は、カビ臭を出すタイプと出さないタイプが混在していることがわかった。このことから貯水池のカビ臭の原因は「カビ臭を出すタイプの」本種にあると考えられた。

2) カビ臭の急減メカニズムの解明

貯水池で実施されている定期水質調査結果から、カビ臭が急減する晩春から初夏にかけて、植物プランクトンの濃度を表す指標のクロロフィル a濃度の減少が確認された。また同時期に、無機態リンとアンモニア態窒素が急上昇するという現象が観測された。

この2つの結果から、貯水池内に栄養塩類が残存しているにもかかわらず植物プランクトンが減少しているという疑問が残ったため、この時期に貯水池で採水を密に行うとともに室内分析を繰り返し、クロロフィル a濃度と全窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素、全リン、リン酸態リン、水中懸濁物質の詳細な変化を把握した。

この時期に上昇した無機態窒素の組成を見ると、アンモニア態窒素から亜硝酸態窒素へ、更に硝酸態窒素へ変化していることから、一旦生態系に取り込まれた栄養塩が無機化されていることが考えられ、この原因として、植物プランクトンの動物プランクトンによる捕食と排泄が影響していると考えられた。定期水質調査結果からも、この時期に大型動物プランクトンが増加していたことが示されており、植物プランクトンの減少は、動物プランクトンによる捕食が大きく関与している可能性が示唆された。

3) シミュレーションによる再現

上記の現地調査によって得られた貯水池の水質変化の再現計算を、3次元流動シミュレーションモデルを用いて行った。浅い貯水池は底泥の影響を強く受けるため、その定量化と適切な再現が重要となる。本モデルでは当所が所有する底泥フラックスモデルを、栄養塩挙動を詳細に再現できるよう改良して用いた。水質変化を再現する際は、植物プランクトンとともに動物プランクトンの影響を追加して計算を行った。

植物プランクトンが動物プランクトンにより捕食を受け、無機態として水中へ回帰すると仮定することで、現地観測で得られたクロロフィル aと窒素、リン類の変化特性を、良好に再現することが出来た。

4) 貯水池運用手法の提案

以上から、本貯水池では動物プランクトンを活性化させることでカビ臭を抑制できる可能性が示された。本貯水池では、設置された水門で河川水の流入

をコントロールできるため、河川水を流入させる時期を水門操作によって調節し、なるべく暖かい河川水を流入させることで、早い時期から動物プランクトンの増殖を活性化させ(概ね水温が20度以上になると活性化すると考えられる)捕食作用によってカビ臭を生成する藍藻類を抑制できると考えられる。

[研究成果]

本研究では、貯水池の環境要因から発生する植物プランクトンの種の傾向を分析し、包括的な視点で貯水池を捉えることで、水質対策を検討する際の基礎資料を提示することが出来た。また、水質障害を起こす特定の植物プランクトンの種に着目し、調査・検討することで、貯水池の特性に合わせたより合理的な水質対策が可能になることを示した。

[成果の発表]

・天野 邦彦、安田 佳哉、鈴木 宏幸：多目的ダム貯水池の水質と流入河川・貯水池特性との関連について：ダム工学：Vol.10、No.2 2001

・天野 邦彦、李 建華、安田 佳哉：浅い貯水池における懸濁物組成とその水質への影響：水工学論文集第45巻 2001

・鈴木 宏幸、天野 邦彦、李 建華、安田 佳哉：浅い貯水池における栄養塩の移動に関する検討：第56回年次学術講演会概要集第7部 2001

・天野 邦彦、鈴木 宏幸、安田 佳哉：浅い貯水池における表層底泥の巻上げによる水質変化のモデリング：水工学論文集 第46巻 2002

・鈴木 宏幸、天野 邦彦、李 建華、安田 佳哉：栄養塩供給源の季節変化とそれに対する浅い貯水池生態系の反応：第30回環境システム研究論文発表会2002

・天野 邦彦、李 建華、鈴木 宏幸、野本 岳志：渡良瀬貯水池における初夏の栄養塩回帰についての現地観測と解析：水工学論文集 第47巻2003

・鈴木 宏幸、天野 邦彦、藤井 都弥子：渡良瀬貯水池における初夏の植物プランクトン量急減とカビ臭の低減に関する検討：第58回年次学術講演会 2003

・天野 邦彦、鈴木 宏幸、李 建華：浅い貯水池における夏季の河川流入時の流動と水質への影響に関する研究：水工学論文集 第48巻 2004

[成果の活用]

本研究における詳細調査では、一つの貯水池に焦点を当てた。今後はこのような調査手法を他の貯水池に適用することにより、今後の貯水池における水質対策において種の特性を考慮する手法の一般化と合理化・最適化を目指し、研究していきたい。