

ダム貯水池活用による地球環境問題改善の方向性について（その1）

井芹 寧(西日本技術開発)・朝位孝二(山口大学工学部)

1. はじめに

流域圏の基盤となる河川は利用水の提供等直接的サービスに加え、生物生態系形成に伴う生態系サービスを人々の生活に提供している。ダムは洪水等のマイナス影響の軽減、エネルギー供給、利水の効率化を目的に建設されてきたが、近年では河川生態系への影響や社会構造変化に伴うその存在価値の変化から、新規建設の中止、既往施設の撤去等が検討されている。

人為的影響のない環境におけるダム貯水池の建設は、自然環境に対し大きな影響を及ぼす。しかしながら、我が国の現状では人為的な影響がない地域は少なく、地球レベルの人為的変化としての酸性雨や温暖化等の影響を加えると、ダム以外の人為的影響が河川生態系に深刻な問題を引き起こしているケースも多い。

本報では、従来のダム問題に地球環境問題の視点を加え、ダム貯水池を生態系サービスの創出場としてとらえるとともに、人為的影響の軽減手段として活用する方向性の提案を行う。また、ダム貯水池を活用した有価資源回収基礎試験の結果を報告する。

2. ダム貯水池活用による人為的環境影響の軽減

河川水域環境の人為的影響の軽減を目的としたダム貯水池活用手法の一部を図-1 に示した。その概要を下記に記す。

(1) 地球温暖化による河川流況変化の影響軽減

我が国では、ダム下流域の環境改善を目的に、放流水の弾力的運用(流量増量、フラッシュ放流等)が各地で実施されているが、近年の異常出水、干ばつ等の増加傾向を踏まえると、温暖化による異常気象の特性を組み込んだ運用計画の再検討が必要な時期にきているものと考えられる。また、従来の放流パターン管理は水量、水温に着目し行われているが、ダムの特性を反映した量的、質的の両面からの管理が重要と考えられる。

河川におけるダム貯水池の存在は、水の滞留時間増加により藻類の増殖、濁水の長期化現象を新に生じさせる。成層化に伴い、表層の高温化、高 pH 化、底層の低温化、低 pH 化が生じる。栄養塩動態からみると、本来の河川では生態系にとって有用な窒素栄養として硝酸態窒素が主体であるが、貯水池内では、窒素の枯渇(表層水)、アンモニア態窒素の高濃度化(底層水)が生じる。特にアンモニア態と硝酸態窒素の組成比変化は藻類相に影響を及ぼす。地質から溶出したシリカ成分も河川や海域の珪藻類の増殖に取って重要な栄養源であるが、シリカは貯水池内の珪藻の増殖により

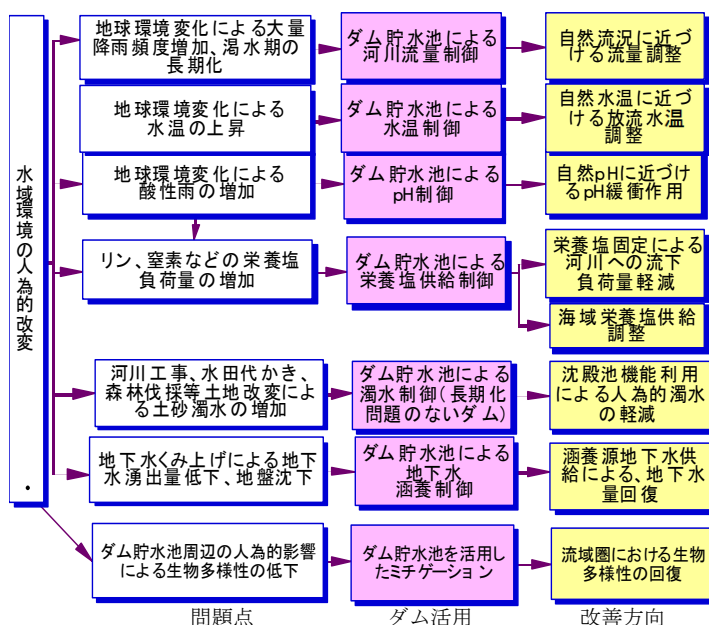


図-1 ダム貯水池機能の活用例

枯渇することがある。河川で流下する有機物は懸濁態、溶存態ともそれぞれ餌資源として、溶存栄養塩の供給形態の変化(キレート作用等)として河川・海域生物生態系に影響を及ぼす。ダムから放流される有機物はリターと呼ばれる木の葉等植生から供給されるものから、貯水池内で増殖したプランクトン類(表・中層)等に変化する。特に異臭味・毒性生産、着色性プランクトンが発生した場合問題が生じる。成層期の底層水では還元的条件で底質から溶出した溶存金属類、栄養塩、有機物を高濃度で含む場合が多く、栄養物、毒性物質両面から水生生物に影響を及ぼす。代表的事例として、鉄・マンガン高濃度化による黒色化があげられる。河川水の黒色化は光制限等による付着藻類の増殖能の低下を招く。また、温暖化・異常気象の影響としては大規模出水による濁水長期化の促進、酸性雨や地温上昇による流出イオンの増加等があげられる。

放流水管理においては、これらの質的变化を理解し、取水層の選択、表層と底層水の混合、水質調整バイパス等の方策を取る必要がある。

(2) 流域圏における生物多様性低下の修復

ダム貯水池の建設は湛水区域の生物生息域の消滅により生物多様性の低下を招く。その一方、ダムに直結する水域以外の周辺域まで範囲を広げてみると、土地開発等による自然池の埋立や河川の改変が行われ、水生生物や小動物、鳥類等の生息域が失われている地域が多い。ダム貯水池で新に創出された水環境を活用

し、これらの失われたハビタット、生物多様性回復の代償地域としての活用が考えられる。副ダムによる水位安定水域の創出、人工浮島による湖面利用により水生植物帯、湿地帯等、生物多様性の高いハビタットの代償が可能となる。

また、我が国で流域圏の生態系修復を検討する場合、既に中下流域は市街化等で現実的に修復が困難な地域がほとんどである。この場合、ダム貯水池を起点として上流側を環境保護・修復流域として、体系的に生物多様性を維持回復するゾーンとして設定する方向性が考えられる。例えばアユ等の遡上性の魚類や河川を利用する動物類の生息域の形成には有効である。

さらに、遺伝子保護を考慮した流域圏レベルで、将来的な開発行為を体系化した総合的な環境アセスメント制度を設けることで、既往のダム貯水池を代償地域として活用することが可能となる。現在検討されている生物多様性オフセットの制度化において、ダム貯水池のオフセットサイトとしての活用の有効性を検討すべきであろう。

(3) 温暖化促進ガス回収・自然エネルギー利用

植物プランクトンは光合成作用により二酸化炭素を同化固定する作用がある。アオコ (*Microcystis*,

Anabaena 等)のように浮上性があり、大量発生が見込める種類については、その回収法を組み合わせることで、連続的な二酸化炭素の回収システムの構築が可能と考えられる。また、ダム貯水池は河道谷部に形成される独自の形状から、一部の水域に藻類が集積する特性を有する。さらに、藻類流動制御フェンス等を組み合わせることで、より効率的な二酸化炭素回収システムが構築できる。回収したアオコの再利用については従来のメタン発酵に加え水素エネルギー利用技術の開発も進んできており、ダム貯水池一次生産機能を利用し、連続的に二酸化炭素を固定・回収しエネルギー資源として活用する方向性が考えられる。ただし、自然状態でもダム貯水池は二酸化炭素やメタンガス等、温暖化促進ガスを放出しているため、これらのガス収支をあらかじめ把握し、必要に応じて対応策を行った上、実施することが肝要である。

(4) 有用資源の回収

成層型の貯水池では、通常、成層期に底層が還元的条件となり、栄養塩や金属成分が溶存態に変化し高濃度化する。このように嫌氣的条件下で溶出する物質に関して、ダム貯水池は一種の抽出装置として働く。

嫌氣的条件下で溶出する物質の中で、将来的に資源枯渇が予測されている物質としてリンがあげられる。

深層水からのリン回収を目的とする場合、リンの溶出機構を破壊しないように、流動や攪乱を引き起こさない静的な手法が望ましい。

本研究は、深層においてLEDにより光を供給し藻類を増殖させ、その栄養塩吸収作用、酸化作用を利用した有機物回収システムの開発を目的とする。本報では、その基礎室内試験結果を報告する。

a. 実験方法

LED照射によるリン回収システム開発の基礎試験として、貯水池底層を想定した室内実験を行った。青、赤、白色のLEDを取り付けた1Lガラス容器に貯水池の底泥を入れ、密栓、暗黒条件で、20℃のインキュベーター内で40日間培養し、栄養塩等の水質の分析を実施した(図-2参照)。

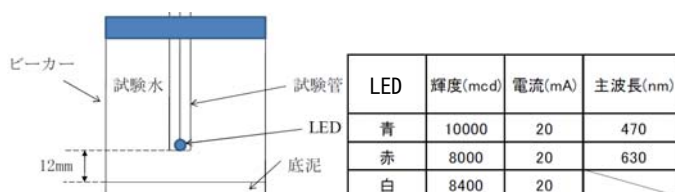


図-2 有価資源回収基礎試験

b. 実験結果

LED照射により、照射ガラス壁面等に藻類が増殖し、直上水の酸化還元電位の上昇、水中のリン、窒素成分の減少が示された。特にリンに関しては無光と比較して赤色LEDにおいて1/10程度に減少が認められた(図-3)。発生した藻類による吸収、酸化的環境創出による凝集により水中より除去されたものと考えられる。LED照射によるリン回収システムへの発展が期待される。

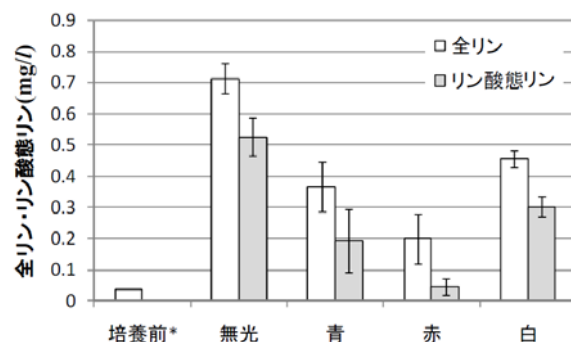


図-3 LEDを利用した資源回収基礎試験結果

3. おわりに

ダムの必要性を検討する場合、ダム貯水池単独の環境影響を評価するだけではなく、流域圏における位置付けやダム貯水池の特性を踏まえ、ダム操作による生態系サービスの向上効果、生物多様性オフセットサイトとしての価値を再評価し、総合的に判断することが重要と考えられる。また、人間生活の向上、経済活性化につなげるためには、資源回収技術の開発や生物多様性オフセット等の制度作りが望まれる。