

海域を含む流域圏における人為操作と栄養塩動態(その 2)

-ダムを活用した水域生態系保全と海域への栄養供給サービス-

井芹 寧(西日本技術開発)

堀田哲夫(建設技術研究所)

1. はじめに

流域圏は「21 世紀の国土のランドデザイン」において「河川の流域および関連する水利用地域や氾濫原」で示される一定の範囲の地域(圏域)であって、水質保全、治水・治水対策、土砂管理や、森林、農用地の管理などの地域が共有する問題について、地域が共同して取り組む際の枠組みとして形成される圏域」と定義されている。

流域圏における共同作業において、正しい尺度による情報の共有化が重要な課題となっている。近年、流域圏管理における環境の価値観の共有化指標として生態系サービスの評価が着目されている(図-1 参照)。



図-1 河川の生態系サービス

2. ダム貯水池を活用した生態系サービスの改善

今日、我が国の流域圏においては、その河川流域の土地改変や人為的汚濁負荷の増加などにより、流域全体の水域環境の悪化が生じているケースが多い。これらの河川の一部では、ダム貯水池が存在することで下流への汚濁負荷が緩和され、人為的な影響のあるダム上流域と比較して、ダム下流域でダムの影響のない本来の河川環境に近づいた生物生態環境が創出されているケースがみうけられる。

このことをふまえ、ダム貯水池の機能を環境修復手段として積極的に見直し、適切に運用することで、河川環境を悪化させている人為的影響を軽減し、ダム下流河川環境を改善し、より自然の河川環境に近づけるシステムを構築することが可能と考えられる(図-2 参照)。

河川水域環境の人為的影響を軽減できるダム貯水

池制御手法例について図-3 に取りまとめた。

ダム上流域で人為的環境改変の影響が大きい場合、ダム貯水池の流量コントロール、沈殿池機能、地下水涵養機能の活用、放流水水深の調整等により、下流域の水域環境の改善が可能と考えられる。

次に、ダム貯水池の存在が引き起こす機能を、逆に環境改善機能やサービス提供機能として利用した場合の活用・展開項目例を図-4 に示す。

各種回収手法の開発や運搬システムの整備などが必要となるが、堆砂や一次生産活性化、イオン溶出機能を活用することで海域養浜、地球温暖化防止、バイオマスエネルギー生産及び有価物質利用などの多方面にダム貯水池の機能を活用することが可能と考えられる。

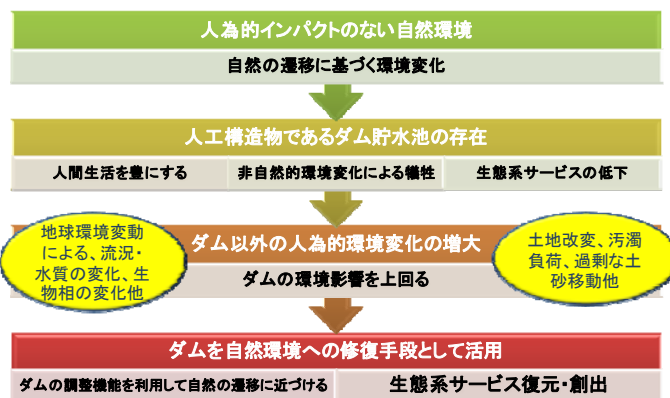


図-2 人為的環境変化とダムによる生態系サービス改善

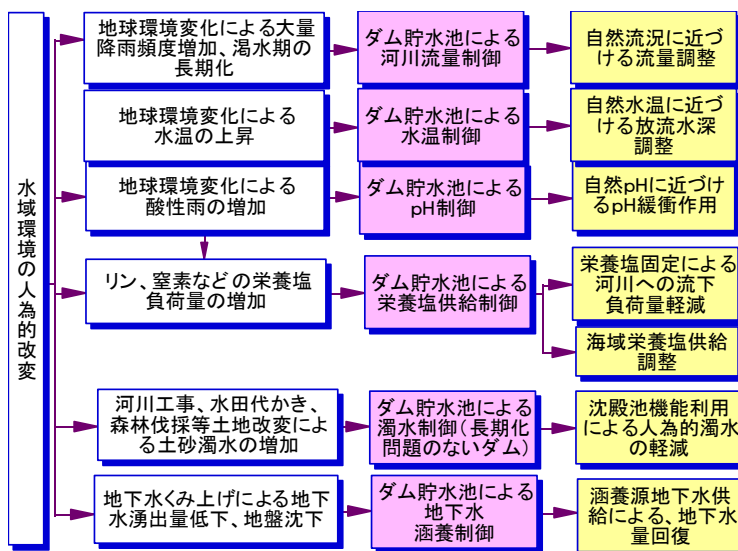


図-3 ダム貯水池の機能及びその環境改善活用

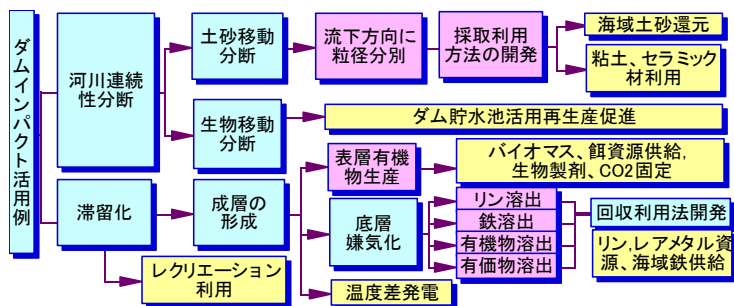


図-4 ダム貯水池機能の活用例

3. 海域環境からみた栄養塩供給サービス

栄養塩とは 窒素、リン、カリなどの、生物の成長、生理反応に必要な無機元素である。無機物の放出源（大気圏、水圏、岩石圏）からもたらされる栄養塩や生物遺体からリサイクルされる栄養塩は、多くの複雑な化学・物理・生物過程を通して濃度や流れを調整されている。このサービスは様々な生物種からなる生態系によってもたらされている。

今回は栄養塩供給サービスの中から、海域生態系への影響が懸念されているいくつかの栄養塩について述べる。

(1) 鉄(Fe)

Fe は、リン(P)と同様、イオンとして不安定で溶存態としてはイオン状、コロイド状のFe 及び溶存有機態Fe の存在が認められている。

一般的にFe は生物利用において特異性があり、その濃度や形態が、水域の一次生産出現種を規定する原因ともなっている。我が国の遠洋や北日本沿岸では、藻類の一次生産が鉄律速条件となっている状況も重要である。湖沼やダムにおいて、成層期の深層水では、還元的条件におけるFe の溶出による高濃度化が生じ、微生物作用等から生じる溶存有機態Fe も多く含まれる状況が観察されている。近年では、水域における溶存有機態Fe の供給形態の重要性が、森林と海との関連などから話題になっている。

ダム貯水池で生産される溶存態の無機・有機Fe がその流域圏の生物にどのような影響を及ぼすか明らかにすることにより、河川や海域生態系へのFe 栄養塩の供給システムとしての可能性を見いだすことが可能と考えられる。なお、ダム放流においてはFe 酸化生成物が赤色懸濁物であることを認識し、下流域への影響を評価し、管理することが必要である。

(2) マンガン(Mn)

Mn もFe と同様に還元的条件で底質等からイオンとして溶出し溶存態となる。冬季に成層破壊による鉛直循環が生じると、Mn が酸化され黒色の懸濁物を生じ、貯水池水の色が一夜で黒色となるいわゆる黒色化を生じることが知られている。黒色化の発生は同時に貯水池水の栄養塩を共沈で取り込み、沈降除去させるこ

とで、水域の栄養塩動態に大きな影響を及ぼす。

近年、Mn イオンは海生生物へ特異的な毒性を有することが報告されており、流域圏におけるMn の動態を把握することが重要である。

また、Mn 酸化物が黒色を呈していることから、ダムにおいては放流管理上、要監視項目となる。

(3) 珪素(Si)

沿岸海域では、冬から春にかけて鉛直対流混合が生じ、植物プランクトンの増殖の場である有光層に底層から栄養塩が供給される。これを利用して大規模なケイ藻の増殖（スプリングブルーム）がみられ、これを捕食する動物プランクトン、甲殻類、魚類といった食物連鎖網が形成される。このように、珪藻類は健全な食物連鎖系の底辺を支える重要な植物プランクトンであり、「海の牧草」とも称され、水産資源の重要な基礎生産物である。

ケイ藻類は増殖速度が大きいいため、健全な沿岸域においては、初夏にN, P, Si が使い尽くされ、このスプリングブルームは終了するが、人為的影響により、河川からのN,P 供給が増加し、ケイ藻を構成するSi の供給が減少すると、Si が枯渇した後にSi を必要としない渦鞭毛藻類等の非ケイ藻類が増殖する。この渦鞭毛藻類は、赤潮や貝毒の原因となることが知られている。このケイ藻の元素構成比（レッドフィールド）は、ほぼC:N:P:Si=106:16:1:(16~50)と考えられており、Si についてはやや幅をもって見積もられている。またN, P 濃度が十分にある海域でケイ藻が卓越するかどうかのSi 濃度は2μM（マイクロモル）程度であると推定されている。この珪素（珪酸）は一般にシリカ（Si(OH)₄）と呼ばれ地殻を形成するありふれた元素で自然の風化作用で水域に補給されるものであり、人為的影響で増えることは少ない。

このようにSi は有害プランクトンの発生を左右する物質であり、健全な生態系を保持するためには栄養塩のバランスという視点から重要である。

また、Si は、稲の倒伏防止等のためにも必須な元素であるほか、河川においても底生生物や魚類の食物源として健全な食物連鎖網形成での重要な役割を果たしている付着ケイ藻類の栄養塩として欠かせないものである。

ダム貯水池では、しばしば、珪藻の大量発生が生じ、シリカトラップとして、流域圏及び海域に影響を及ぼしている。

5. おわりに

ダム貯水池の栄養塩動態、その流域圏や海域沿岸域への影響を明かにし、適切な管理につなげることで、ダム貯水池の存在を活用した、健全な水域生態系の保全、修復に貢献できるものと期待される。