

京都大学工学部地球工学科

京都大学防災研究所

京都大学防災研究所

学生員 ○中井 健太郎

正会員 竹門 康弘

正会員 角 哲也

## 1. はじめに

一般に瀬・淵や砂州などの河床地形は生息場や物質循環の生態機能を発揮する場として重要であるが、貯水ダムの下流では土砂供給の遮断によって河床低下やアーマー化を生じ、これらの生態機能が低下することが知られている。近年、ダム下流の環境改善のために置き土やフラッシュ放流などの対策が試みられているものの、健全な生態系に必要な土砂の質や量を判定する方法は未だ確立されていないのが現状である<sup>1)</sup>。そこで本研究では、流下粒状有機物に占めるプランクトンの寄与率によって河床地形の有機物捕捉効率を推定し、これを河床の生態機能の指標に用いた。この指標を地形条件の異なるダム下流河川で比較し、生態機能の優れる河床地形の把握を試みた。

## 2. 調査地と方法

土砂供給が遮断され深掘れを生じている古座川七川ダム下流域、土砂供給が遮断され粗粒化を生じている真名川ダム下流域、満砂状態となり下流への土砂移動が認められる雲川ダム下流域、毎年置き土による土砂供給が行われ河床に土砂移動が認められる布目川の布目ダム下流域の4流域を調査地とし、流下粒状有機物・堆積粒状有機物・陸上植物・藻類・石面付着層・水生昆虫などを採取し、炭素・窒素の安定同位体解析を行った。炭素・窒素安定同位体比が特有の値を示すことが知られている貯水池プランクトン・河道内藻類・陸上植物の3つを有機物の起源と仮定し、炭素・窒素濃度を一定と仮定した一般の三種混合モデルを用いて、採取された流下微粒状有機物(SFPOM)のそれぞれの起源の寄与率を次式より求めた:

$$\delta^{13}C_{\text{sample}} = f_{\text{dam}} * \delta^{13}C_{\text{dam}} + f_{\text{algae}} * \delta^{13}C_{\text{algae}} + f_{\text{plant}} * \delta^{13}C_{\text{plant}} \quad (1)$$

$$\delta^{15}N_{\text{sample}} = f_{\text{dam}} * \delta^{15}N_{\text{dam}} + f_{\text{algae}} * \delta^{15}N_{\text{algae}} + f_{\text{plant}} * \delta^{15}N_{\text{plant}} \quad (2)$$

$$f_{\text{dam}} + f_{\text{algae}} + f_{\text{plant}} = 1 \quad (3)$$

ただし、 $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{15}N$  は炭素および窒素の安定同位体比[‰]、 $f$  は各起源の寄与率 (sample: 採取サンプル, dam: ダム貯水池由来, algae: 河川内藻類由来, plant: 陸上植物由来) を示す。

次にSFPOMについて、横軸に流程距離[km]、縦軸に貯水池由来有機物寄与率をとり、河川ごとに指数関数で近似して低減係数  $k$  を求め、このパラメータを河川地形が持つ有機物捕捉効率として河川間の比較を行った。比較として淀川水系で行われた調査の結果<sup>2)</sup>を用いた。捕捉効率の違いをもたらす河床地形条件として航空写真から画像処理ソフトウェアを用いて50~100m間隔で水際線長さ、川幅、水面面積、裸地面積を測定し数値化した。またGISを用いて河床勾配と集水域面積を求めた。そして、低減係数  $k$  についてこれらの河床地形要因との回帰分析を行った。

## 3. 結果と考察

流下微粒状有機物(SFPOM)の貯水池由来の寄与率は、ダム直下から流程的に減少した(図1)。

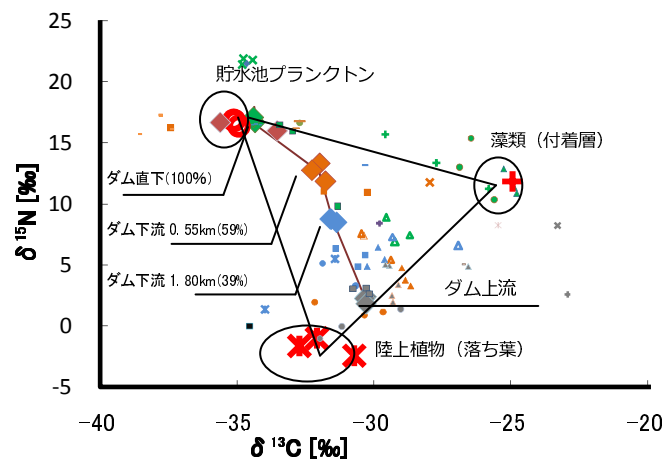


図1. 布目川における起源物質の分布とSFPOMの貯水池由来物質寄与率の流程変化

ただし雲川では、貯水池の浮遊粒状有機物は植物プランクトン起源ではなく陸上植物由来であったが、流下

とともに付着藻類由来に置き換わった。なお、ヒゲナガカワトビケラ、シマトビケラ科の体組織でも同様の寄与率変化が得られ、ダム影響の指標としてのこれら水生昆虫の有用性が示唆された。4 ダム下流域における貯水池由来物質の寄与率の流程変化は、古座川と真名川で低減率が小さく、布目川と雲川で高いことがわかった(図2)。

低減係数  $k$  と河床地形要因との回帰分析の結果、「水面面積/水際線長さ」および「平均水面幅」と低減係数  $k$  との間に有意な相関が得られた(表1)。これは川幅が小さく複雑な水際線を持つ河川が高い捕捉効率を持つことを示している。このような河床地形の例としては、副流路の発達した網状河川などがある。

今後の課題は、調査河川数および地点数、標本数を増やして今回の結果を補強し、他の河床地形要因も分析して地形条件から粒状有機物の捕捉効率の予測ができるようにすることが挙げられる。また、今回用いた低減係数  $k$  は距離の次元を含んだ値であるため、汎用性を高めるためには地形のみの特性値として変換した指標を開発する必要がある。

4. 結論

古座川・真名川・布目川では、プランクトン生産由来の粒状有機物が流下とともに付着藻類由来に置き換わった。また、河床地形との関係性を分析した結果、平均川幅が小さく、また水面面積に対する水際線長さ比が大きいほど有機物捕捉効率が高いことが予想された。この結果より、副流路の発達した網状河川などが生態機能を高める河床地形の例として挙げられる。

参考文献

- 1) 池淵周一編著. ダムと環境の科学Ⅰ ダム下流生態系. 京都大学学術出版会, 2009.
- 2) Giyoung Ock and Yasuhiro Takemon.: Estimation of transport distance of fine particulate organic matter in relation to channel morphology in tailwaters of the Lake Biwa and reservoir dams, Landscape and Ecological Engineering, 1860-1871, 2010.

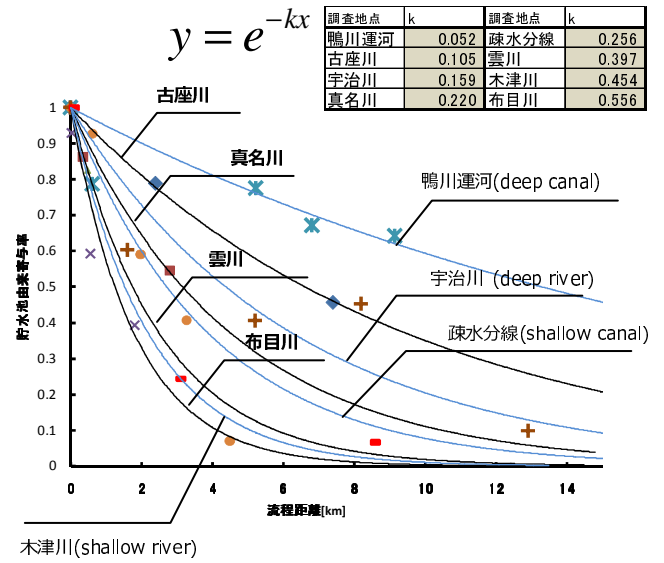


図 2. ダム河川間のダム湖由来有機物寄与率の流程変化および指数関数による近似曲線と低減係数

表 1. 低減係数に対する各種地形要因の回帰式および回帰係数

河床地形要因	回帰曲線(直線)式	回帰係数
平均水面幅	$y = 26.404x^{-1.743}$	$R^2 = 0.9737$
平均河床勾配	$y = 8.002x + 0.222$	$R^2 = 0.0956$
裸地率	$y = 0.0811e^{3.1081x}$	$R^2 = 0.526$
水際線長さ比	$y = 0.0694e^{0.9264x}$	$R^2 = 0.1855$
支川合流比	$y = 0.252e^{0.031x}$	$R^2 = 0.0023$
水面面積 / 水際線長さ	$y = 0.0414e^{9.3987x}$	$R^2 = 0.9976$

(平均水面幅および水面面積/水際線長さとの相関係数は  $r^2=0.4897$ )