

## ダム湛水域深度方向における有機物の性状分布と下流河川中の有機物との関係

岐阜大学工学部 非会員 ○立岩寿光  
東京工業大学理工学研究科 正会員 吉村千洋

岐阜大学大学院 学生会員 葛口利貴 小林慎也  
岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 李富生

### 1. はじめに

河川中の有機物は河川生態系において重要な役割を果たしている。特に粒径 1mm 以下の有機物は河川有機物中最も高い割合を占め、河川中の生物にとって最も重要な餌資源であると報告されている<sup>1)</sup>。しかし、既往の研究においてはダム湖や湖などの湛水域深度方向におけるこれらの粒径の有機物性状の変化や、湛水域上下流における有機物性状との関係を調べた研究は少ない。

そこで本研究では、岐阜県揖斐川上流の徳山ダム上下流及びダム湖において粒径 1mm 以下の有機物の有機炭素濃度と起源を調査し、湛水域上下流での粒径 1mm 以下の有機物性状の変化、及び湛水域深度方向の粒径 1mm 以下の有機物の性状分布と下流河川の粒径 1mm 以下の有機物性状との関連性を解明することを目的とした。

### 2. 調査河川と方法

岐阜県揖斐川上流の徳山ダム上下流及びダム湖を対象とした。調査は2009年5月12日から5月27日の間に実施した。調査地点は徳山ダム上流3地点（ダム湖に流入する3河川：扇谷、門入、塚）、ダム湖2地点（本郷、網場）、ダム下流5地点（流下に沿って放流直下、0.3km、1.5km、2.0km、2.5kmをそれぞれSt.1~St.5とした）とした。なお、定期調査は調査地点の上流域における過去5日間の雨量が20mm/h以下、かつ過去2日間の雨量が2mm/h以下という条件で実施した。

定期調査では全地点で孔径1mmのふるいを通した河川水を採水した。ダム湖ではリゴー型採水機（離合社）を用いて、表層から水深30mまでは5mごと、水深40m以降では湖底付近まで20mごとに採水した。採取した水は孔径1 $\mu$ mのガラス濾紙（ADVANTEC GA-100）で濾過し、Fine Particulate Organic Matter (FPOM: 1 $\mu$ m~1mm) と Dissolved Organic Matter (DOM: <1 $\mu$ m) に分画した。起源調査では塚及びSt.3において他生性の有機物（河床に堆積した落葉及び落枝、河畔の草本、自然堤防の土壌）と自生性の有機物（河床の緑藻と河床付着膜）を採取した。また、ダム湖でプランクトンネットを用いて採取した表層付近の有機物をダム湖有機物と定義した。

採取した試料について以下のような分析を行った。FPOMはガラス濾紙を有機元素分析装置（YANAKO, CHNO CODERMT-6）で分析し、有機炭素濃度、有機窒素濃度、CN比を測定した。また、起源物質とFPOMについては、質量分析計（Thermo Finnigan, DELTA plus, EA1112）で炭素安定同位体比（ $\delta^{13}C$ ）を測定した。ダム湖上流では他生性起源物質と自生性起源物質の $\delta^{13}C$

の平均値を説明変数とした二種混合モデルによりそれぞれの寄与率を算出した。ダム下流では他生性有機物、自生性有機物に加えダム湖有機物の $\delta^{13}C$ と窒素含有量（N/C+N）を説明変数とした三種混合モデルよりFPOMの組成を推定した<sup>1)</sup>。DOMは全有機炭素分析計（SHIMADU, TOC-VWS）で有機炭素濃度を測定した。また、DOMの起源物質としてタンパク質と腐植質をそれぞれ選定し、励起波長と蛍光波長の組み合わせにより、3次元分光蛍光光度計（SHIMADU, RF-5300PC）を用いて、それぞれのピーク波長における蛍光強度を測定した<sup>2)</sup>。蛍光強度は上流3地点の蛍光強度の平均値を1とし、ダム湖内及びダム下流のDOMの組成変化を推定した。

なお、調査期間におけるダム湖取水深度は水深7mから水深15m（取水場所は取水深から上位8mの範囲）であった。（速報値、水資源機構）

### 3. 結果

FPOMの有機炭素濃度は、ダム湖上流に比べダム下流で増加した（図1）。また、ダム湖深度方向においてその有機炭素濃度は、表層から水深30mまで減少し、水深30m以降は安定していた。DOMの有機炭素濃度も、ダム湖上流に比べダム下流で増加したが、流下過程における変化は少なかった（図2）。ダム湖深度方向においては、水深5m付近の層でDOMの濃度が最大となり、水深15m以降は比較的安定していた（図3）。

FPOMのCN比はダム湖上流においては28.7~79.8を示したが、ダム湖取水深度付近及びダム下流においては10.7~16.6を示した。また、FPOMのCN比はダム湖深度方向において表層から水深40mまでは変化が比較的小さかった（9.9~14.5）。

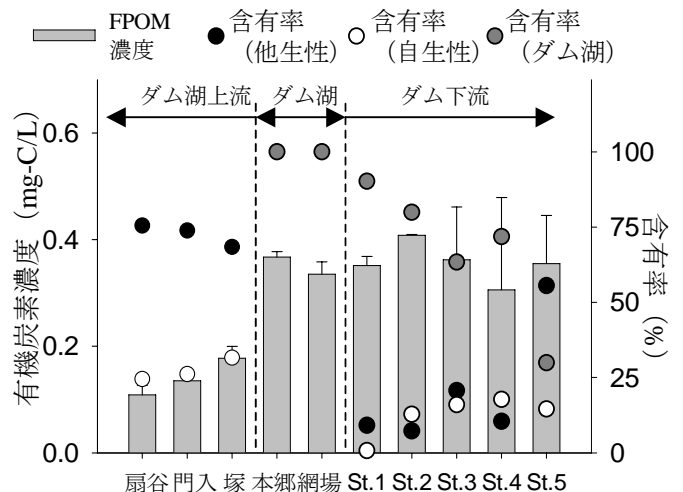


図1 FPOM有機炭素濃度の変化及びFPOM起源別含有率（ダム湖は取水深度付近の平均値）（2009年5月）

混合モデルを用いて算出したダム下流の起源別 FPOM の含有率より、ダム下流流下過程においてダム湖有機物が減少することが示された (図 1)。また、ダム湖深度方向において FPOM の  $\delta^{13}\text{C}$  は表層が最も高く、水深 15m が最小となった。DOM はダム湖上流に比べダム下流で腐植質とタンパク質がともに増加した (図 2)。ダム湖深度方向において、タンパク質は表層で最大となり、水深 20m まで減少した。一方、腐植質は表層から水深 30m までは増加傾向が見られ、水深 30m 以降は変化が少なくなった (図 3)。

#### 4. 考察

ダム上下流における粒径 1mm 以下の有機炭素濃度の変化から、ダム湖内で粒径 1mm 以下の有機物が生産・供給されてダム下流に放流されていると考えられる。ダム湖深度方向においてダム湖表層から水深 10m の層で粒径 1mm 以下の有機炭素濃度が高いため、この層においてプランクトンや藻類などの粒径 1mm 以下の有機物が生産されていると考えられる。

FPOM の  $\delta^{13}\text{C}$  の変化からダム深度方向における FPOM の組成は、ダム湖深度方向において変化することが示された。一般に CN 比は 17 程度以下であると生物利用効率が高いと言われている<sup>3)</sup>。本研究におけるダム湖深度方向の FPOM の CN 比の変化から、表層から水深 40m (9.9~14.5) においては FPOM の生物利用効率の変化が高く、その変化は小さいと考えられる。また、図 1 よりダム湖からの放流水がダム下流の FPOM の性状に影響を与えるが、流下に伴いダム湖からの放流水の影響は小さくなると考えられる。

図 3 よりタンパク質の蛍光強度比が表層から水深 15m において高いことから、表層から水深 15m において藻類やプランクトンによりタンパク質が生産されていると考えられる。一方、腐植質はダム湖上流から流入した腐植質の沈降や、湖底の堆積物からの溶出によって水深 25m 以降への供給量が、表層付近への供給量に比べ多いと考えられる。また、図 2 より流下過程における DOM の性状変化は比較的小さいと考えられる。

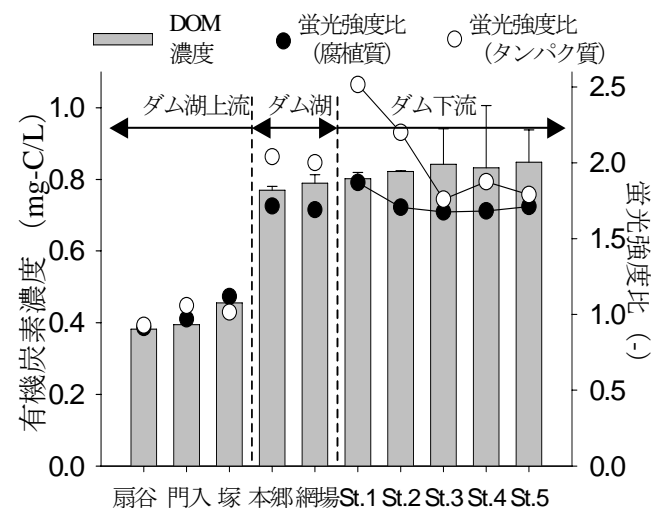


図 2 DOM 有機炭素濃度の変化及び DOM 起源別蛍光強度比の変化 (ダム湖は取水深度付近の平均値) (2009 年 5 月)

以上より、粒径 1mm 以下の有機物の性状はダム湖で変化することが示された。また、粒径 1mm 以下の有機物の性状はダム湖深度方向において異なるため、ダム湖取水深度の変化に伴い、ダム下流における粒径 1mm 以下の有機物の性状が変化すると考えられる。例えば今回の調査では取水深度を 30m よりも深くした場合、FPOM 濃度及びその生物利用効率の低下、DOM 濃度の低下、DOM 中のタンパク質の減少、腐植質の増加が起こりうる。さらに取水深度の変化に伴いダム下流における粒径 1mm 以下の有機物の性状も変化すると考えられる。

#### 5. おわりに

粒径 1mm 以下の有機物の性状はダム湖において変化することが示された。さらに粒径 1mm 以下の有機物の性状はダム湖深度方向において異なるため、ダム湖取水深度の変化に伴い、ダム下流における粒径 1mm 以下の有機物の性状が変化すると考えられる。また、ダム下流の調査区間において FPOM は流下とともにダム湖の影響が小さくなるが、DOM は連続的にダム湖の影響が見られた。

#### 【参考文献】

- 1) 永田俊, 宮島利宏: 流域環境評価と安定同位体 - 水循環から生態系まで -, 京都大学学術出版, 2008.
- 2) Kraus T. E. C., Bergamaschi B. A., Hernes P. J., Spencer R. G. M., Stepanauskas R., Kendall C., Losee R. F., Fujii R, Assessing the contribution of wetlands and subsided islands to dissolved organic matter and disinfection byproduct precursors in the Sacramento-San Joaquin River Delta: A geochemical approach, *Organic Geochemistry* **39**, 1302-1318, 2008.
- 3) 財団法人河川管理環境財団: 河川の水質と生態系 - 新しい河川環境創出に向けて -, 大垣眞一郎監修, 技報堂出版, 2007.

#### 謝辞

本研究はふるさとぎふ再生基金公募事業 (岐阜県) の一環として行い、ダム水源地環境整備センターからの助成、水資源機構からの協力を頂いた。また、安定同位体分析に際して岐阜大学大塚俊之教授から協力を頂いた。

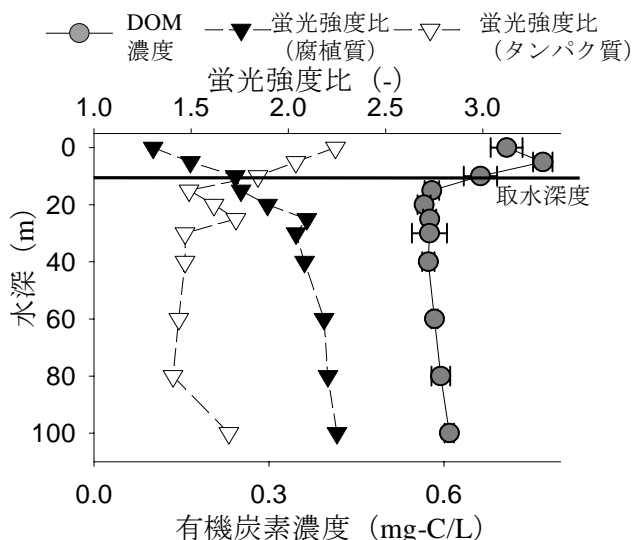


図 3 網場におけるダム湖深度方向の DOM 有機炭素濃度の変化及び DOM 起源別蛍光強度比の変化 (取水場所は取水深から上位 8m の範囲) (2009 年 5 月)