

河床堆積物を用いた中国地方一級河川の環境評価

山口大学 学生会員 ○高村 紀彰
山口大学 正会員 赤松 良久

1. 諸論

これまで、河川環境の評価は BOD (Biochemical Oxygen Demand)等の水質指標により行われてきた。これらの指標は河川の水質環境を定量的に評価するには有効であるが、水質のみによる評価には限界がある。現在、国土交通省では多様な視点(生態系や景観など)から河川が捉えられるようになってきている状況を受けて、新たな河川環境の評価法が検討されている。そこで、本研究では新たな河川環境の評価指標として水棲生物の生息環境や河川景観にも密接に関わっていると考えられる河床堆積物に着目し、これを用いて中国地方の一級河川を対象とした環境評価について検討した。

2. 河床堆積有機物を用いた環境評価

河川環境の評価は主に水質に着目して行われてきたが、刻々と変化していく水質に比べて河床堆積物の方が陸域からの影響を代表とする指標として適切であると考えられる。河床の堆積有機物としては、陸域の森林、河道内の植生、河川内で生産される有機物がある。本研究では、これらの有機物の起源推定を行えるトレーサーとして、河床堆積有機物中の窒素・炭素安定同位体比を用いる。安定同位体比とは特定の標準物質に対する差を千分偏差(δ 値)で表したものであり、以下の式(1)で表される。

$$\delta = \left(\frac{R_{\text{試料}}}{R_{\text{標準}}} - 1 \right) \times 1000 \quad (1)$$

この安定同位体比は、自然界の物質の流れを把握することが可能なものである。河床堆積有機物の代表的な窒素・炭素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$)の値としては、森林でそれぞれ 0‰前後、-27‰前後の値をとることが知られている。陸上植物はほぼ一定の値をとるのに対し、河川内の植生や付着藻類・植物プランクトンは生育環境により大きく変動する。また、窒素・炭素安定同位体比は陸域から海域へ向かう過程で、両者の値が増加していくことが知られている。河床堆積物中の窒



図-1 中国地方一級河川の観測地点

素・炭素安定同位体比はこれらの起源の異なる有機物の混合比により決定される。

3. 現地観測

中国地方の一級河川(10 河川)において(図-1)、河口から上流の複数の地点でそれぞれ河床堆積物を採取し、 $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$ の計測を行った。窒素・炭素安定同位体比は同位体比質量分析計 (DELTA plus Advantage, Finnigan TM)により測定した。また、河床堆積有機物の採取と同時に水のサンプルも採取し、栄養塩濃度(T-N, T-P, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$)の計測を行った。

4. 観測結果及び考察

(1) 水質と河床堆積有機物の $\delta^{15}\text{N}$ の空間分布

図-2 に中国地方における河川水中の硝酸態窒素と亜硝酸態窒素の濃度 (NO_3+NO_2) と河床堆積有機物の窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) の空間分布図を示す。緑のバーが $\text{NO}_3+\text{NO}_2(\text{mg/L})$ 、赤のバーが $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ を表している。図-2 より、佐波川や高津川等の陸域からの人間活動の負荷の小さいと考えられる河川においては、ともに低い値を示しており、縦断方向の変化量も少ないことが分かる。一方で、有機物の負荷が大きい芦田川や吉井川などでは、ともに高い値を示すものの、両者の値の縦断分布が異なることが分かる。

(2) 水質と河床堆積有機物の $\delta^{15}\text{N}$ の縦断分布

図-2 の空間分布図で対照的であった佐波川と芦田川を対象とした縦断方向の河床堆積有機物の $\delta^{15}\text{N}$ と水質の変化を図-3 に示す。ここで比べる水質は、国

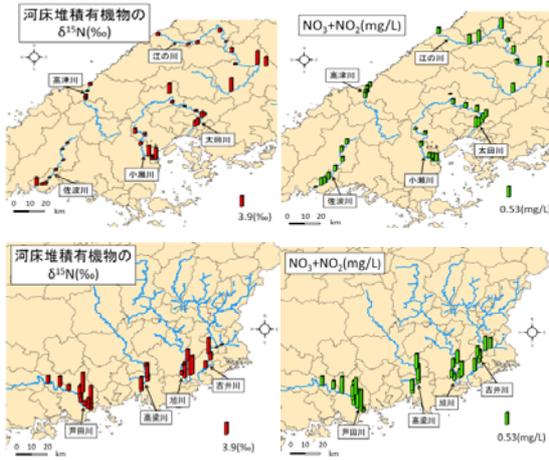


図-2 中国地方におけるNO₃と河床堆積有機物のδ¹⁵Nの空間分布

土交通省の水文水質データベースより入手した BOD の 2010 年平均の値を用いた。有機物の負荷が少ない佐波川では、BOD の縦断方向の変化は小さいことが分かる。一方、芦田川の BOD は生活排水等の影響を受けるため河口に近づくほど値が大きくなることが分かる。しかし、河床堆積有機物の δ¹⁵N は BOD の様に変化が単純なものではなく、中流域でも大きな値をとることがわかる。このように、水質と河床堆積有機物の δ¹⁵N の比較から値にあまり関係性が見られない河川があることが分かる。このことは、河床堆積有機物の δ¹⁵N は水質のみで評価できない陸域からの負荷や河川横断構造による河川環境の悪化を評価可能であることを示唆している。

(3) 集水域内の土地利用と河床堆積物の窒素安定同位体比, NO₃+NO₂ の関係

集水域の土地利用と河床堆積物の窒素安定同位体比, NO₃+NO₂ の関連性をみるため各観測地点の集水域に占める「宅地+農地」の割合を GIS 解析ソフト(Arc GIS)により算出した。図-4 に河床堆積有機物の δ¹⁵N と NO₃+NO₂ の集水域に占める「宅地+農地」の割合の関係を示す。2つを比較すると、NO₃+NO₂ は土地利用割合が増加するとともに増加する傾向が顕著であるが、δ¹⁵N については比例の傾向があるものの値が外れる地点が存在することが分かる。δ¹⁵N は集水域の土地利用割合との明確な相関がなく、陸域からの面源・点源の窒素負荷と密接に関係していると考えられる¹⁾。

(4) δ¹³C-δ¹⁵N マップによる考察

図-5 に全河川の各地点の δ¹³C-δ¹⁵N マップを示す。佐波川などの健全な河川では上流から河口に向かうに

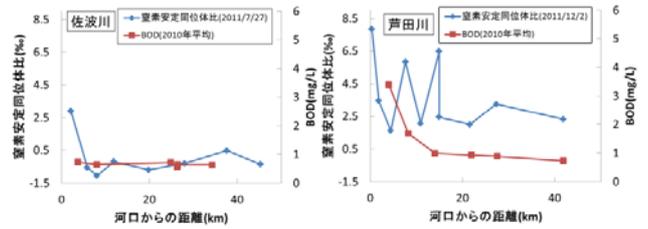


図-3 年平均 BOD と河床堆積有機物の δ¹⁵N の関係図

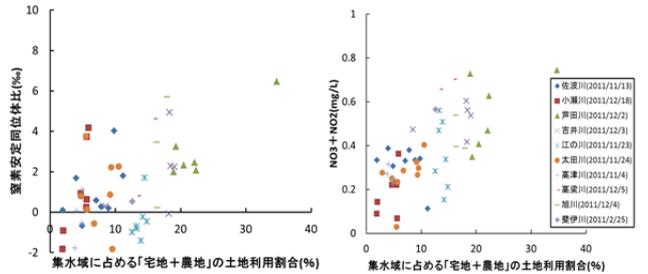


図-4 土地利用と δ¹⁵N, NO₃+NO₂ の関係図

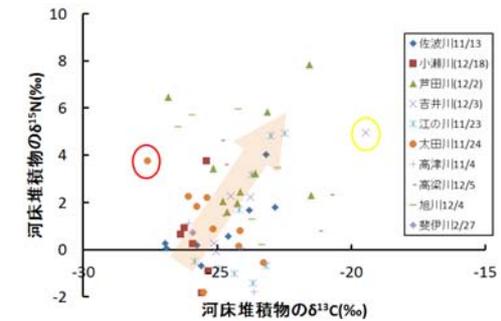


図-5 全河川での δ¹³C-δ¹⁵N マップ

したがって、δ¹⁵N も δ¹³C も増加していく傾向があることが分かる。しかし、環境負荷の大きい河川では分布がばらけることが分かる。ここで、吉井川の大きく外れている地点(黄丸)について考察すると、この地点では近くの採石場からの水・土砂が大量に流れ込んでい。また、太田川の外れている地点(赤丸)については、ダムの直下に位置する特徴的な地点である。このように局所的な環境変化の起こっている地点においては図中の矢印に示す傾向から大きく外れることが分かった。

5. 結論

河床堆積有機物の安定同位体比は水質だけでは評価のできない局所的な河川環境変化の指標となる可能性が示唆された。しかし、河床堆積物の窒素安定同位体比については集水域の土地利用割合との明確な相関がなく、陸域からの面源・点源の窒素負荷との関係を明らかにする必要がある。

(参考文献)

- 1) 赤松良久, 宮本大輔: 河床堆積物中の炭素・窒素安定同位体比による河川環境評価, 水工学論文集, 第 55 巻, pp. s_1261-1266, 2011