

山口大学 正会員 赤松 良久
山口大学 学生会員 ○高村 紀彰

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を行う。

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。したがって、河床にどのような有機物が堆積しているかによって、河川環境を評価できると考えられる。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しての差を千分偏差(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、重い同位体物質をトレーサーとして把握することが可能なものである。

ここで、表-1 に河床堆積有機物の代表的な窒素・炭素安定同位体比の値を示す。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。河床堆積物中の窒素・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。

表-1 河床堆積有機物の代表的な窒素・炭素安定同位体比の値

	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$
森林	-1 ~ +1	-27 ~ -25
C4植物	-1 ~ +1	-11 ~ -14
付着藻類	0 ~ +8	-10 ~ -5
植物プランクトン	+6 ~	~ -20



図-1 中国地方一級河川の観測地点

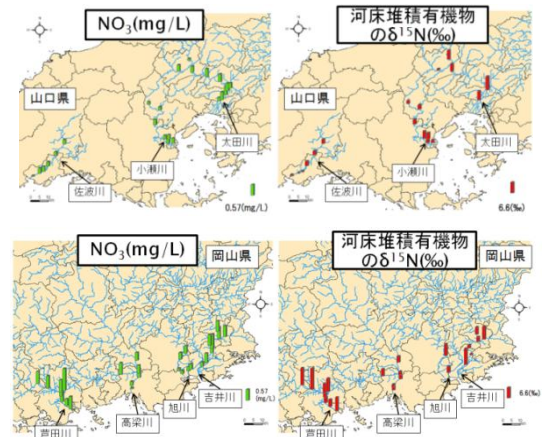


図-2 中国地方におけるNO₃と河床堆積有機物の $\delta^{15}\text{N}$ の空間分布

3. 現地観測概要

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、窒素・炭素同位体比($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$)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, NO₃-N, NO₂-N, PO₄-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濃度 (NO_3) と河床堆積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 $\text{NO}_3(\text{mg/L})$, 赤のバーが $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ を表している。図-2 より, 佐波川や小瀬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, NO_3 , $\delta^{15}\text{N}$ 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太田川などでは NO_3 , $\delta^{15}\text{N}$ 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, 国土交通省の水文水質データベースより入手した BOD の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 は下流域で生活排水などの影響を受けるため河口に近づくほど値が大きくなっていくことが分かる。しかし, 河床堆積有機物の $\delta^{15}\text{N}$ は BOD の様に河口に近づくほど大きくなるという単純なものではなく, 上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 $\delta^{15}\text{N}$ の比較から値にあまり関係性の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 $\delta^{15}\text{N}$ は水質のみで評価できない陸域からの負荷による河川環境の悪化を評価することができる可能性があることを指している。

(3) 土地利用と河床堆積物の炭素・窒素安定同位体比

集水域の土地利用と河床堆積物の窒素安定同位体比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 $\delta^{15}\text{N}$ と集水域に占める「宅地+農地」の割合の関係を示す。なお, 図中の曲線は対数関数の近似曲線である。宅地や農地の割合が増えることにより河床堆積有機物の $\delta^{15}\text{N}$ の値が大きくなることは明らかにされているが, そのような傾向から外れる地点が多い。近似曲線から大きく外れている地点については影響を与えていると考えられる陸域からの窒素負荷量と $\delta^{15}\text{N}$ の関係について検討す

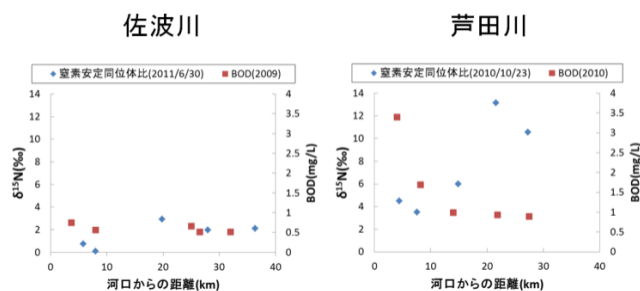


図-3 年平均 BOD と河床堆積有機物の $\delta^{15}\text{N}$ の関係

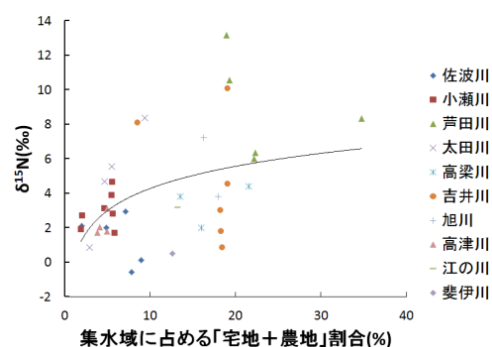


図-4 土地利用と $\delta^{15}\text{N}$ の関係

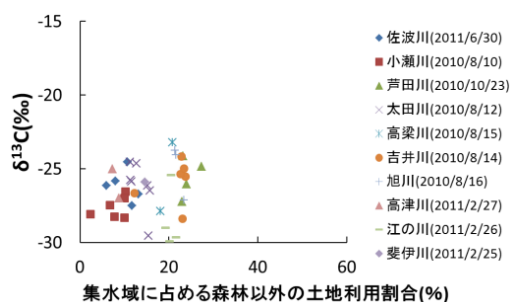


図-5 土地利用と $\delta^{13}\text{C}$ の関係

る必要があると考えられる。

窒素安定同位体比と同様に, 炭素安定同位体 ($\delta^{13}\text{C}$) も土地利用との関係について考える。図-5 に河床堆積有機物の $\delta^{13}\text{C}$ と集水域に占める森林以外の土地利用割合の関係を示す。これにより, 河床堆積有機物の $\delta^{13}\text{C}$ は集水域の森林以外の土地利用の割合と弱い正の相関があることがわかる。

5. 結論

河床堆積有機物の安定同位体比は水質では評価できない河川環境を表すことができる可能性を示すことができた。また, 河床堆積有機物の $\delta^{13}\text{C}$ は集水域の森林以外の土地利用の割合と弱い正の相関があることがわかった。しかし, 河床堆積有機物の $\delta^{15}\text{N}$ については土地利用との直接的な関係は見られなかった。このため, $\delta^{15}\text{N}$ については土地利用割合よりも密接に関係していると考えられる集水域からの窒素負荷量を用いて検討していく必要がある。