

VII-58

河川底生動物群集の栄養構造の解明を目的とした 炭素・窒素安定同位体分析

東北大学大学院 学生員 山本直樹, 渡辺幸三

東北大学大学院 正会員 熊谷幸博

1. はじめに

底生動物群集の栄養構造を把握することは捕食-被食関係, 食物網中のエネルギーフローなど河川生態系の諸機能を理解するために有効である。栄養構造は餌資源の種類や供給量によって影響を受けるため, 周辺環境が異なる地域で変化する。従って, 底生動物群集を保全するためには周辺環境の変化に伴う群集の栄養構造の変化を解明し, 水質や河川形状からだけでなく餌資源を考慮した河川管理を行えるようにする必要がある。そこで, 本研究では上流, 中流, 下流および大倉ダムの下流側において, 河川底生動物とそのエネルギー源(藻類, 落ち葉, CPOM, FPOM)の炭素・窒素安定同位体比を測定し, 底生動物群集の栄養構造を解明することとした。

2. 方法

2. 1 調査地点

2003年1月に調査を行った。調査は広瀬川の上流域から下流域にわたる3地点と大倉ダム下流側の1地点で行った (Fig.1)。

2. 2 サンプリング

底生動物の定量, 定性サンプリングはコドラード付きサーバーネットを用いて行った。同定を行った後, 定量用サンプルのそれぞれの個体について最大頭長または最大体長を測定し, Benke ら¹⁾の Length-mass equation ($M=aL^b$)を用いてバイオマスを求めた。水生および陸生由来有機物の安定同位体比を測定するために, 各調査地点から付着藻類と河岸の落ち葉をサンプルした。CPOMとFPOMはサンプリング後, 強熱減量による biomass と安定同位体比を測定した。さらに, 河川水の Chl-a, DTN, DTP 濃度, 付着藻類の一次生産速度も測定した。

2. 3 安定同位体分析

底生動物サンプルは脱脂および炭酸カルシウム除去を行った後, CPOMと付着藻類のサンプルは水洗いし, 乾燥させて粉末状にすりつぶした。FPOMは濾紙上の

まま保存した。前処理後, 粉末状のサンプルをそれぞれスズ泊に入れ, ガスクロマトグラフ質量分析計によって安定同位体比を測定した。炭素・窒素安定同位体比は式(1)のように各標準試料からの千分偏差で求められる。

$$\delta^{13}\text{C} \text{ or } \delta^{15}\text{N} = (R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}} - 1) \times 1000 \quad (1)$$

$$R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C} \text{ or } {}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$$

R_{sample} はサンプルの ${}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ または ${}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$ を表し, R_{standard} は標準試料の ${}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ または ${}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$ を表す。標準試料は炭素がPDB (Belemnite from the Pee Dee formation), 窒素が大気中の窒素である。

2. 4 データ解析

底生動物群集の各分類群の $\delta^{13}\text{C}$ および藻類と落ち葉の $\delta^{13}\text{C}$ を混合モデル²⁾ (式(2)) に適用して, 各分類群の水生由来有機物へのエネルギー依存率を表す %autochthonous を推定した。

$$\% \text{ autochthonous}_i = \frac{\delta^{13}\text{C}_i - \delta^{13}\text{C}_{\text{allochthonous}} - f}{\delta^{13}\text{C}_{\text{autochthonous}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{allochthonous}}} \times 100 \quad (2)$$

ここで, i は分類群, $\delta^{13}\text{C}_{\text{allochthonous}}$ は落ち葉の $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{autochthonous}}$ は藻類の $\delta^{13}\text{C}$ を表し, f は栄養段階が1つ上がる時の $\delta^{13}\text{C}$ の平均増加量を表す ($f=0.8\%$)³⁾。また, 式(2)の $\delta^{13}\text{C}_i$ に FPOM, CPOM の各 $\delta^{13}\text{C}$ を代入することで, 各 %autochthonous を求められる。なお, そのとき FPOM, CPOM は藻類および落ち葉と同じ栄養段階であるため, 栄養段階の上昇に伴う $\delta^{13}\text{C}$ の平均増加量である f は 0% となる。

各地点における底生動物群集全体の水生由来有機物へのエネルギー依存率を各分類群の %autochthonous およびバイオマスから式(3)³⁾より求めた。

$$\% \text{ total autochthonous} = \frac{\sum_{i=1}^n \% \text{ autochthonous}_i \times \text{biomass}_i}{\sum_{i=1}^n \text{biomass}_i} \quad (3)$$

ここで i は分類群, n は各地点の総分類群数, biomass_i は分類群 i のバイオマスを表す。

3. 結果および考察

3. 1 人間活動による藻類の安定同位体比変化

Fig.2 に各地点の落ち葉, 藻類の $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ の平均値を示した。藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は全ての地点間で有意差が見られた。これは人間活動により排出された有機物が自然河川水と比較すると高い栄養段階であるため, この有機物が下水処理水として河川へ放流されることで河川水の $\delta^{15}\text{N}$ が上昇し, それを同化する藻類の $\delta^{15}\text{N}$ もそれに伴い上昇し, 藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は中流, 下流地点で高い値を示

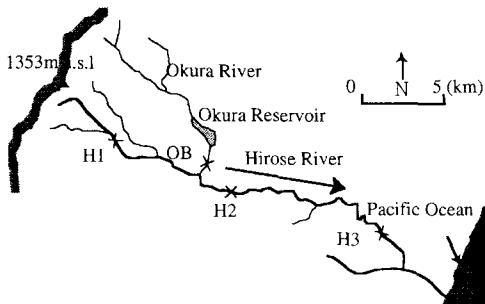


Fig.1 The Hirose river basin in Miyagi prefecture, Japan. H1(Hirose1), H2(Hirose2), H3(Hirose3), OB(Okura Below) are sampling sites.

したと予想される。

3. 2 河川環境と%total autochthonousの関係

広瀬川上流から下流にかけてCPOMは徐々に減少し、逆にFPOMは徐々に増加していた (Fig. 3)。この上流から下流にかけての河川水中の餌資源の変化は河川連続体仮説と一致した。しかし、H1からH3にかけて底生動物群集の%total autochthonousは増加傾向ではなく、H3よりH2のほうが高くなっており (Fig. 4)、仮説を支持しない結果となった。これはFPOMの%total autochthonousと底生動物群集の%total autochthonousの大小の順が一致したことと (Fig. 4)、全ての地点でFPOMを利用する濾過摂食者のバイオマスの割合が高かったことから (Fig. 5)、FPOMの%autochthonousが底生動物群集の%total autochthonousに最も影響を与えたことが原因であると推測される。本研究のように河川連続体仮説を支持しなかった結果はいくつか報告されており、仮説の更なる検証が必要であると言える。

ダム下流側のOBは予想に反して全ての地点で%total autochthonousが最も低かった。これはダム湖内およびOBにおけるFPOMの%autochthonousが低かったこと (Table 2) が原因として考えられる。大倉ダムの表層水のChl-a濃度は年間で最大となった10月の7.3mg/Lに対して、調査した1月ではその3分の1以下の2.3mg/Lに止まった。さらに、ダム湖上流の森林域から供給されたCPOMは長期にわたりダム湖内に滞留するため、ダム湖内の微生物等により分解されてFPOMに形態を変え、ダム下流側へ放流される。以上より、ダム下流側でFPOMの%autochthonousが低かったのは調査を行った1月にダム湖内の一次生産が低かったことと、ダム上流の森林域から供給されたCPOMが分解されて、FPOMとして放流されたためであると推測される。

3. おわりに

炭素・窒素安定同位体分析は本研究で対象生物とした底生動物のみでなく魚類、鳥類など種々の生物に対しても利用できるだけでなく、河川のみでなく海洋や河口域などのより多くの水環境に対しても利用可能な分野である。今後、炭素・窒素安定同位体分析が様々な地域や幅広い分野で利用されることが望まれる。

参考文献

- 1) Benke, C. A., Alexander, D. H., Leonard, A. S. and J. B. Wallace, (1999) *Journal of the North American Benthological Society*, **18**(3), 308-343.
- 2) Junger, M., and D. Planas, (1994) *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **51**, 52-61.
- 3) Minagawa, M. (1992) *Applied geochemistry*, **7**, 145-158.

Table 1 Physical and chemical characteristics at the sampling station. Values of pH, BOD and SS are the means of monthly data.

Station	H1	H2	H3	OB
pH	7.0	7.0	7.8	7.2
BOD(mg/l)	0.21	0.49	0.95	0.33
Land use	forest	residential land	building land	farmland
Vegetation	broadleaf, conifer	grass	grass	grass, conifer

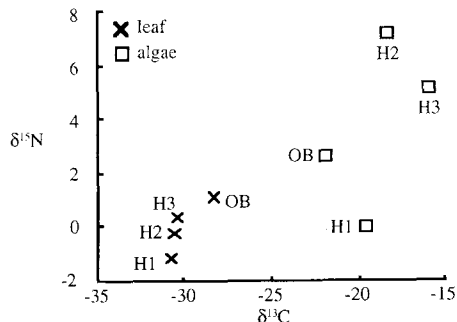


Fig. 2 Isotopic signatures of allochthonous organic matter and autochthonous organic matter ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ compositions).

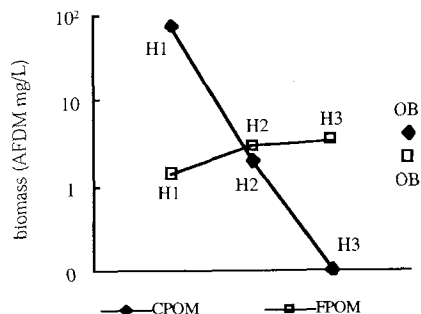


Fig. 3 Change in concentration of CPOM and FPOM.

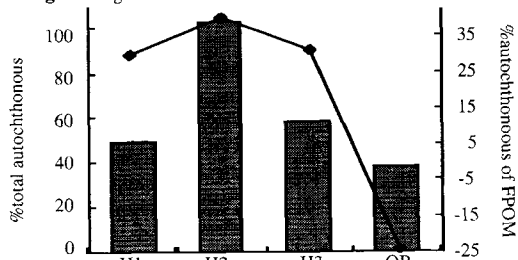


Fig. 4 %total autochthonous of benthic faunal community in each sites.

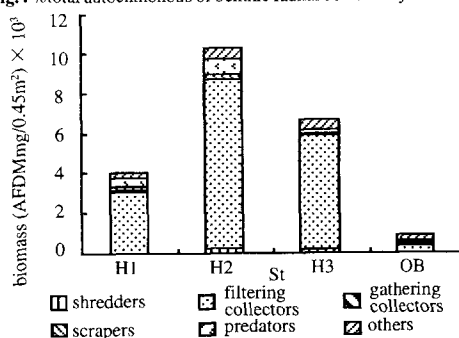


Fig. 5 Biomass of benthic animals for respective feeding group.