

## アミノ酸窒素安定同位体比を用いた河川食物網解析

## Analysis of stream food webs using stable nitrogen isotope ratios of amino acids

石川 尚人<sup>1\*</sup>, 加藤 義和<sup>2</sup>, 富樫 博幸<sup>3</sup>, 吉村 真由美<sup>4</sup>, 由水 千景<sup>2</sup>, 奥田 昇<sup>2</sup>, 陀安 一郎<sup>2</sup>Naoto F. Ishikawa<sup>1\*</sup>, Yoshikazu Kato<sup>2</sup>, Hiroyuki Togashi<sup>3</sup>, Mayumi Yoshimura<sup>4</sup>, Chikage Yoshimizu<sup>2</sup>, Noboru Okuda<sup>2</sup>, Ichiro Tayasu<sup>2</sup><sup>1</sup> 海洋研究開発機構, <sup>2</sup> 京大生態研, <sup>3</sup> 東北水研, <sup>4</sup> 森林総研<sup>1</sup>JAMSTEC, <sup>2</sup>CER, Kyoto Univ., <sup>3</sup>FRA, <sup>4</sup>FFPRI

食物網は生態系の中で物質やエネルギーの流れを規定しており、その研究は生態学の中で最も重要なテーマの1つである。陸域と水域とをつなぐ河川生態系において、生物の餌起源の指標となる炭素安定同位体比は、小さなスケールで大きな変動を示す。一方、栄養段階の指標となる窒素安定同位体比は、生物分類群間で分別係数が異なることが知られている。このような従来手法の問題点を克服し、河川食物網を高精度に解析するためには、新たな指標の開発・応用が必要不可欠である。

近年、動物のアミノ酸窒素安定同位体比から栄養段階を推定する手法が開発され、注目を集めている。アミノ酸代謝において、脱アミノ基やアミノ基転移を繰り返すアミノ酸（例：グルタミン酸）は、栄養段階間で顕著に窒素同位体比が上昇するのに対し、C-N結合が保存されるアミノ酸（例：フェニルアラニン）は、栄養段階間で窒素同位体比がほとんど変化しない。この原理から、両アミノ酸の窒素同位体比の差は動物の栄養段階の一次関数となり、単一の一次生産者を起点とする食物連鎖に依存している動物の栄養段階は、以下の式により決定される（Chikaraishi et al. 2009）:

$$TL = ({}^{15}N_{Glu} - {}^{15}N_{Phe} + 7.6) / 7.6 + 1$$

ここで、TLは栄養段階、 ${}^{15}N_{Glu}$ ・ ${}^{15}N_{Phe}$ はそれぞれグルタミン酸・フェニルアラニンの窒素安定同位体比、は一次生産者のフェニルアラニン・グルタミン酸同位体比の差を表す。ところで、水域・陸域一次生産者はの値が異なることから、水域・陸域食物連鎖が混合する系においては、それぞれに由来する資源の混合割合を考慮する必要がある。しかしながら、複雑な食物網の解析にアミノ酸同位体比を応用した例はほとんどなく、この栄養段階推定法が生態系一般に広く応用可能かどうか、まだ分かっていない。

発表者らは、河川生態系の食物網を高精度に解析することを目的として、以下の研究を行った。まず河川生態系の時空間的な環境変動を捉えるために、流域土地利用の大きく異なる2河川の上下流2地点において、2011年11月と2012年5月の2季節に野外調査を行った。次に採集した水生昆虫や魚類、およびこれらの餌資源（礫表面付着性の藻類：水域一次生産者；C3植物リター：陸域一次生産者）から、Nピバロイル/イソプロピル誘導体化法によってアミノ酸を抽出し、ガスクロマトグラフ/燃焼/同位体比質量分析計を用いて各アミノ酸の窒素安定同位体比を測定した。

その結果、グルタミン酸とフェニルアラニンの窒素同位体比から、河川食物網の一次消費者（カゲロウやトビケラ幼虫）の栄養段階は、生産者（藻類や陸上植物リター）よりも1段階高く、食性に近い推定値が得られた。一方、肉食性の水生昆虫（カワゲラやヤゴ幼虫）や魚類の栄養段階は、単一の餌資源（水域生産者）を仮定すると、食性からの予測値よりも低く推定された。水域・陸域生産者間ではの値が異なることから、水域・陸域生産者に由来する食物連鎖の混合を考慮し、高次捕食者の栄養段階を計算したところ、食性からの予測値に近くなった。

本研究から、河川生態系のような複数の食物連鎖が食物網を構成する複雑系の解析において、アミノ酸窒素安定同位体比が有効な指標となることが示唆された。本発表では、特に高次捕食者の栄養段階推定結果について考察を加えるとともに、上下流間・河川間・季節間の比較についても議論したい。

## 引用文献

Chikaraishi Y, Ogawa NO, Kashiyama Y, Takano Y, Suga H, Tomitani A, Miyashita H, Kitazato H, Ohkouchi N (2009) Determination of aquatic food-web structure based on compound-specific nitrogen isotopic composition of amino acids. *Limnology and Oceanography Methods* 7:740-750

キーワード: 付着藻類, 陸上 C3 植物リター, 水生昆虫, 魚類, 餌起源, 栄養段階

Keywords: periphyton, terrestrial C3 litter, aquatic insect, fish, food source, trophic level