

知床ラウス川流域における安定同位体比を用いた海起源栄養塩の分布解析

Distribution of nutrient analysis using stable isotope ratios derived sea Rausu River Basin Shiretoko

北見工業大学	○学生員	アイヌル アブリズ	(Aynur Abliz)
北見工業大学	正 員	中山恵介	(Keisuke Nakayama)
北見工業大学	学生員	丸谷靖幸	(Yasuyuki Maruya)
港湾空港技術研究所	正 員	桑江朝比呂	(Tomohiro Kuwae)
国土交通省	正 員	石田哲也	(Tetsuya Ishida)

1. はじめに

2005年7月17日に世界自然遺産登録された知床は、北半球で流水が到達する世界最南端に位置し、海域の栄養をサケやマスが河川を通じて陸域に運び、キツネやクマなどが陸域へと移動させるという栄養塩循環を有している。そのような豊かな生物多様性を、わずか長手方向50 km、幅15 kmの狭い半島内で見つけることができるという点が、世界遺産登録の大きな要因であった。しかし、知床の特徴である海と陸との相互関係は定量的に解明されておらず、調査・検討の必要性が示唆されている。これまでの研究から、流域を対象とし表層土壌の採泥を行い安定同位体比分析を実施することにより、流域においてどの程度海域起源の物質が存在しているかを測定することが可能となることが示されている^{1), 2)}。それらの結果を利用すれば、土地被覆状態や土壌状態などの関係を調べ、海域起源の物質が栄養塩循環、水循環にどのような影響を与えているかを理解することが可能となる。

例えば、知床ルシャ川における海起源の物質の陸域への影響評価について解析した研究が存在する³⁾。その結果として、ルシャ川に存在する治山ダムの影響が指摘されており、サケやマスを通じた栄養塩の輸送は下流域に集中していることが報告されている。他の研究でも、下流域に存在する滝の影響により野生サケ属魚類が遡上できず、海起源物質の影響が沿岸域にのみ集中して現れていることが報告されている⁴⁾。

そこで本研究では、知床のラウス川流域に注目し、GISを利用して流域を分割し、表層における採泥を行い安定同位体比解析を行った。同時に、サケ、クマの糞、鹿の糞、植生などの安定同位体比も計測し、それらを利用して流域内における海起源の物質の存在割合を推定した。

2. 観測手法について

本研究では、知床半島において最大の流域面積を持つラウス川を対象とした(図-1)。流域面積 32.5 km²、流路長 7 km、平均河道勾配約 1/7 であり、流達時間は1時間弱という、急峻な地形に存在する流域である。観測は2008年8月に実施された。その時点で、河口から約1 kmの地点(St. 10とSt. 11の間)において、サケやマ

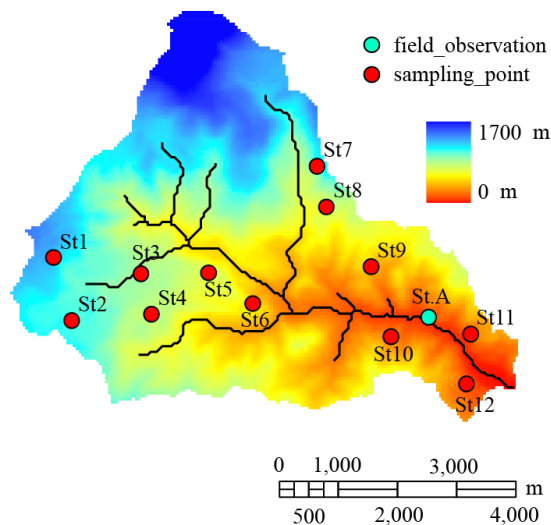


図-1 ラウス川流域の標高(単位: m)。

スの遡上が不可能である砂防ダムが存在していた。

流域における海起源物質の空間分布を測定するために、図-1に示される地点において採泥を行い、海起源および陸起源の代表として、それぞれサケの身および植性(笹)の安定同位体比を測定した。

採泥地点の選定は、元素分析による物質輸送割合推定を行った過去の研究⁷⁾に従い、表層土壌分布および植生分布を参考に決定した(図-2)。表層土壌は比較的簡単に領域分割できる状態であった。植生については複雑な分布をしていたが、標高に対応した変化の様子が確認された。土地利用状態に関しては、世界遺産で保護されている関係もあり、ほとんどの領域が森林に区分されているため考慮しなかった。

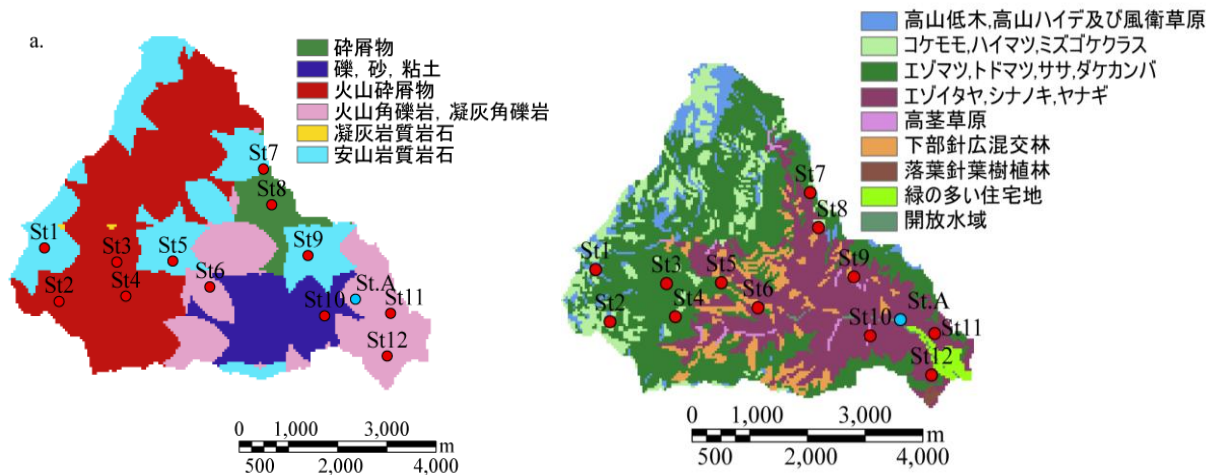


図-2 ラウス川流域における(a)表層土壌と(b)植生。

3. 推定結果

海起源物質の寄与率を推定するために、2 起源モデルを利用した。その際、海起源の代表としてサケの身を、陸起源の代表として笹を中心とした葉を対象とした。サケの身、葉および流域の各地点表層土壌の安定同位体比が得られる場合、窒素や炭素の寄与率を利用することにより、以下の式が得られる。窒素および炭素の安定同位体比を利用して、2 通りの方法で海起源の物質の寄与率を推定できる。

$$\delta^{15}\text{N}_{\text{MIX}} = f_{\text{SN}} \delta^{15}\text{N}_{\text{S}} + f_{\text{LN}} \delta^{15}\text{N}_{\text{L}} \quad (1)$$

$$1 = f_{\text{SN}} + f_{\text{LN}} \quad (2)$$

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{MIX}} = f_{\text{SN}} \delta^{13}\text{C}_{\text{S}} + f_{\text{LN}} \delta^{13}\text{C}_{\text{L}} \quad (3)$$

$$1 = f_{\text{SC}} + f_{\text{LC}} \quad (4)$$

ここで、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{MIX}}$ ：採泥地点の $\delta^{15}\text{N}$ 、 f_{SN} ：同化する海起源の窒素の寄与率、 f_{LN} ：同化する陸起源の窒素の寄与率、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{S}}$ ：海起源の $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{L}}$ ：陸起源の $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{13}\text{C}_{\text{MIX}}$ ：採泥地点の $\delta^{13}\text{C}$ 、 f_{SC} ：同化する海起源の炭素の寄与率、 f_{LC} ：同化する陸起源の炭素の寄与率。

与率、 $\delta^{13}\text{C}_{\text{S}}$ ：海起源の $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{13}\text{C}_{\text{L}}$ ：陸起源の $\delta^{13}\text{C}$ である。

$\delta^{15}\text{N}$ および $\delta^{13}\text{C}$ を利用して推定した、流域における海起源栄養の含有割合を計算した結果を図-3 と図-4 に示す。2008 年 8 月の採泥調査では、特別保護地区の調査許可を得ることができなかった。そのため、ラウス川流域の北東領域の一部が欠けた状態となっている。

$\delta^{15}\text{N}$ および $\delta^{13}\text{C}$ から推定された値は、両者とも沿岸域付近の St. 11 付近において海起源の物質の含有割合が高く 35%程度であった。窒素と比較して安定していると考えられている $\delta^{13}\text{C}$ から推定された海起源の割合の空間分布をみると、St. 3, St. 4, St. 10 において $\delta^{15}\text{N}$ からの推定値と異なる傾向を示しており、海起源の物質の高い寄与率を示していた。しかし、 $\delta^{15}\text{N}$ から推定された海起源の割合は、上流に行くに従いその割合は減少していた。地形的な影響を受けやすい $\delta^{15}\text{N}$ の特徴が現れたのではないかと考えられる。火山砕屑物およびササやダケカンバが卓越する領域において、 $\delta^{13}\text{C}$ から推定された寄与率が大きな値を示しており、それらの影響を受けたのではないかと考えられる。

St. 10 と St. 11 の間の河道上に魚道を持たない砂防ダ

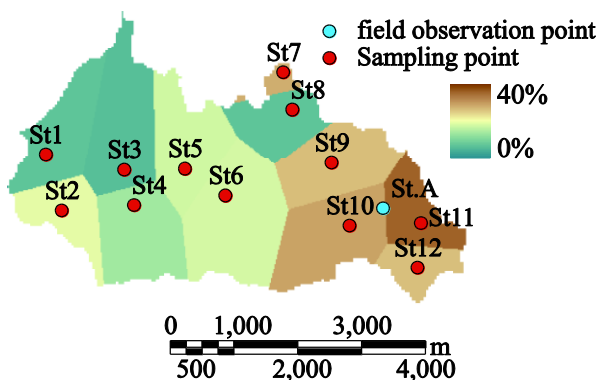


図-3 $\delta^{15}\text{N}$ による海起源の栄養の流域における空間分布。

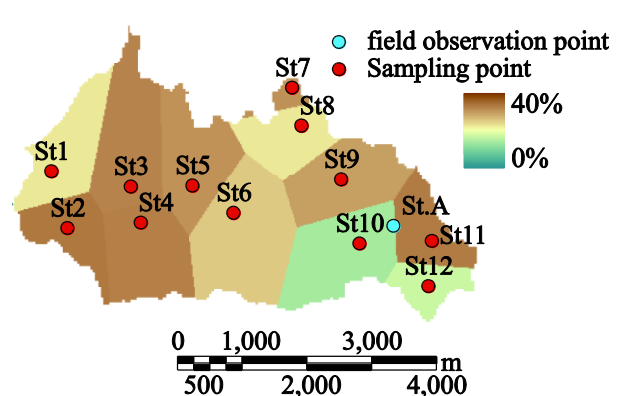


図-4 $\delta^{13}\text{C}$ による海起源の栄養の流域における空間分布。

ムが存在しており、それより上流側にはサケ属魚類が遡上できない状態であったにも関わらず、それより上流側の地点においても含有割合が 30%程度を示す St.7 が存在しており、動物や鳥類による海起源の栄養の輸送が存在しているのではないかと考えられた。

4. まとめ

本研究では、知床ラウス川流域における海陸起源の栄養の含有割合に関する解析を行い、ラウス川流域の下流における海起源の栄養の含有率は 35%程度であり、砂防ダムが存在する地点よりも上流側でも 30%以上を有している場所が存在することが確認された。

謝辞：本研究を進めるにあたり、環境省羅臼事務所、羅臼高校および斜里町の協力の下実施されました。本研究は、三井物産環境基金の助成、住友財団環境研究助成、および科学研究費基盤（A）の助成を受けて実施されました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小杉知史, 高橋修平, 堀彰, 知床半島ウトロを中心としたオホーツク海南西部の海水勢力と沿岸気象条件, 北海道の雪氷, 第28号, pp. 77-80, 2009.
- 2) 青田 昌秋, オホーツク海・北海道沿岸域における流水勢力の減少傾向(1892年-2000年), 号外海洋, 第30巻, pp. 18-24, 2002.
- 3) 富永修, 高井則之編: 安定同位体スコープで覗く海洋生物の生態—アサリからクジラまで, 水産学シリーズ 159, 株式会社恒星社厚生閣, 165pp, 2008.
- 4) Kline Jr. T.C., J. J. Goering, O. A. Mathisen, P. H. Poe, and P. L. Parker, Recycling of elements transported upstream by runs of Pacific salmon: I. $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ evidence in Sashin Creek, southeastern Alaska, Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol.47, pp.136-144, 1990.
- 5) 大澤 和敏, 山口 悟司, 池田 駿介, 高椋 恵, 農地における土砂流出抑制対策の比較試験, 水工学論文集, 第49巻, pp. 1099-1104, 2005.
- 6) Yoshikawa Y., H. Yasuda, K. Nakayama, and D.Dutta, Changes in Sediment Transport during Snowmelt Flood after Large-Scale Flooding, Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources, ST1-01-A06-119, 2006.
- 7) Ishida T., K. Nakayama, T. Okada, Y. Maruya, K. Onishi and M. Omori: Suspended sediment transport in a river basin estimated by chemical composition analysis, Hydrological Research Letters, pp.55-59, 2010.
- 8) Kuwae T., P.G. Beninger, P. Decottignies, K.J. Mathot, D.R. Lund, and R.W. Elner, Biofilm grazing in a higher vertebrate: the Western Sandpiper, *Calidris mauri*, Ecology, Vol.89, pp.599-606, 2008.
- 9) Phillips D. L., and J. W. Gregg, Uncertainty in source partitioning using stable isotope, Oecologia, Vol.127, pp.171-179, 2001.