シンポジウム記録 多元素同位体を用いた魚類の移動履歴推定—最新の技術と応用

II-4. アイソスケープを用いたサケおよび
カツオの回遊履歴推定松林 順^a

中央大学理工学部人間総合理工学科

II-4. Tracking ocean migrations of salmon and
skipjack tuna using isoscapesJUN MATSUBAYASHI^a*Department of Integrated Science and Engineering for Sustainable societies, Chuo University, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8551, Japan*

魚類の移動・回遊の研究では、バイオロギングやアーカイバルタグなどを用いた調査が主流である。しかし、これらの手法は装置の回収率が低いことに加えて、設備や調査に多大なコストが要求される、小～中型の魚類に適用することが難しいなどの課題がある。一方で、多元素同位体分析を用いた魚類の移動履歴推定手法は、こうした既存手法の課題を克服し得るポテンシャルを秘めている。本稿では、本手法の応用事例として、北太平洋の広域を回遊するサケ (*Oncorhynchus keta*) を対象に窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) を用いて回遊履歴を推定した事例¹⁾について概説する。

$\delta^{15}\text{N}$ は、生態学分野において生物の栄養源や食物連鎖上の位置 (栄養段階) を推定する目的で使用される。一方、海洋においては生物の栄養段階に関わらず $\delta^{15}\text{N}$ が時間的・空間的に大きく変動することが知られていた。こうした時空間的な $\delta^{15}\text{N}$ の変動を適切に把握し、かつ海洋生物と環境中の $\delta^{15}\text{N}$ の差を適切に補正しつつ対象生物の $\delta^{15}\text{N}$ の時系列変化を復元できれば、その生物の回遊経路を復元することが可能である。

1. 海洋アイソスケープの作成

本研究では、栄養段階に左右されず海域の情報を得るために、栄養段階ごとの同位体比の変動が極めて小さいフェニルアラニンの $\delta^{15}\text{N}$ 値を栄養段階でさらに補正した $\delta^{15}\text{N}_{\text{Base}}$ 値を用いた。

同位体比を使って生物の移動履歴を追跡するためには、対象生物の移動範囲をカバーする同位体比の地図 (アイソスケープ) を作成する必要がある。海域ごとの

$\delta^{15}\text{N}$ 値の指標を得るため、北太平洋の広範囲から採取されたカイアシ類 6 種 ($n=356$) のタンパク質全体の $\delta^{15}\text{N}$ 値および一部試料の $\delta^{15}\text{N}_{\text{Base}}$ 値を測定し、これらの同位体比の相関関係から、全試料の $\delta^{15}\text{N}_{\text{Base}}$ 値を予測した。カイアシ類は比較的長寿命で遊泳能力が低いことから、その海域の同位体比の指標として適している。最終的に、得られた $\delta^{15}\text{N}_{\text{Base}}$ の分布データを Ocean Data View を用いて空間外挿し、アイソスケープを作成した。

2. サケの同位体比履歴復元

魚の $\delta^{15}\text{N}$ の履歴を個体ごとに復元するには、脊椎骨椎体を成長方向に複数切片に切り出し、各切片から抽出したコラーゲンの同位体比を測定するという手法がある。²⁾ 北海道内の河川に遡上したサケ ($n=2$) の骨を収集し、各個体の脊椎骨を 10 の切片に分割して、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{Base}}$ 値を測定した。どちらの個体も成長に従って一度 $\delta^{15}\text{N}_{\text{Base}}$ 値が下がった後、後半の切片で急激に $\delta^{15}\text{N}_{\text{Base}}$ 値が上昇するというパターンを示した。

3. サケの回遊経路推定

サケ ($n=2$) の $\delta^{15}\text{N}_{\text{Base}}$ の時系列変化とアイソスケープを状態空間モデルに組み込み、個体ごとに回遊経路を推定した。解析の結果、どちらの個体も、オホーツク近海から成長に伴って北西へと移動し、最終的にベーリング海東の大陸棚へと到達する回遊経路が推定された。オホーツク海からベーリング海中央部へと向かう回遊経路は既存研究で示されていたものと一致する結果だが、成長の最終段階でベーリング海東の大陸棚へ移動することは、本研究で初めて示された経路であった。

文 献

- 1) Matsubayashi J, Osada Y, Tadokoro K, Abe Y, Yamaguchi A, Shirai K, Honda K, Yoshikawa C, Ogawa NO, Ohkouchi N, Ishikawa NF, Nagata T, Miyamoto H, Nishino S, Tayasu I. Tracking long-distance migration of marine fishes using compound-specific stable isotope analysis of amino acids. *Ecol. Lett.* 2020; **23**: 881–890.
- 2) Matsubayashi J, Saitoh Y, Osada Y, Uehara Y, Habu J, Sasaki T, Tayasu I. Incremental analysis of vertebral centra can reconstruct the stable isotope chronology of teleost fishes. *Methods Ecol. Evol.* 2017; **8**: 1755–1763.
- 3) 浦和茂彦. 日本系サケの海洋における分布と回遊. 水研センター研報 2015; **39**: 9–19.

^a 現所属: 水産研究・教育機構水産資源研究センター (Japan Fisheries Research and Education Agency, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan)