



|                        |   |
|------------------------|---|
| Title                  | 遡河性サケ属魚類 <i>Oncorhynchus</i> spp. による陸域生態系への海由来栄養塩輸送に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]  |
| Author(s)              | 越野, 陽介  |
| Citation               | 北海道大学. 博士(水産科学) 甲第11493号  |
| Issue Date             | 2014-06-30  |
| Doc URL                | <a href="http://hdl.handle.net/2115/56690">http://hdl.handle.net/2115/56690</a>   |
| Rights(URL)            | <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/">http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/</a> |
| Type                   | theses (doctoral - abstract and summary of review)  |
| Additional Information | There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.  |
| File Information       | Yosuke_Koshino_abstract.pdf (論文内容の要旨)   |



[Instructions for use](#)

# 学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：越野陽介

## 学位論文題目

### 遡河性サケ属魚類 *Oncorhynchus* spp.による 陸域生態系への海由来栄養塩輸送に関する研究

#### 【背景と目的】

地球上の多様な生態系は、互いに独立して存在しているのではなく、栄養塩、有機物、エネルギー、生物などの移動を通して密接に繋がっている。他の生態系から移入してくるそれらの物質は、栄養補償として受け手側の生態系の食物網や生物の個体群動態に大きな影響を及ぼす。海洋で成長し河川で産卵した後に死亡する一回繁殖型のサケ属魚類

(*Oncorhynchus* spp.) による産卵遡上は、海洋から陸域への海由来栄養塩（MDN）輸送経路として機能している。サケ属魚類がもたらした栄養塩や有機物は、直接的な摂餌や食物連鎖を介した間接的な経路によって陸域生態系の様々な生物に利用され、その生物多様性や生産力の維持・向上に寄与している。

しかし、我が国では、1960年代からの河川工事・改修による河川生態系の構造と機能の劣化や、主にダムやサケ属魚類親魚捕獲施設などの人為的な構造物の影響により、多くの河川でサケ属魚類が遡上できなくなったことなどから、これまでサケ属魚類が河川生態系に果たす役割については、ほとんど研究されてこなかった。このような改変された陸域、特に流域生態系の回復を図り、サケ属魚類の自然再生産のあり方を見直すためにも、まずはサケ属魚類の物質輸送が我が国の河川および河畔林生態系に及ぼす影響を正しく評価することが必要である。そこで、本研究では、サケ属魚類の産卵遡上による河川および河畔林生態系へのMDN輸送経路の把握と、その質的および量的な評価を目的とした解析を行った。

#### 【材料と方法】

##### 1. サケ属魚類の産卵遡上が河川生態系に及ぼす影響

サケ属魚類の産卵遡上による水生生物の応答を比較・検討するため、2006～20012年にサケ属魚類の産卵遡上河川において、付着藻類および水生無脊椎動物の現存量、そして河川性魚類の胃内容物や栄養状態の時系列的な変化を解析した。

## 2. 河畔林への MDN 運搬者ヒグマの役割

2006～2009 年に知床半島ルシャ川において、ヒグマのサケ属魚類運搬による河畔林への MDN 輸送を定量的に評価した。具体的には、ヒグマによるカラフトマス運搬・捕食行動の目視観察、および食性解析用にヒグマ体毛の採取を行った。また、上記期間のルシャ川および 2011～2012 年北海道南西部ウヨロ川において、陸上のサケ属魚類死骸計数と河畔ヤナギ類の葉の採集を行った。ヒグマの体毛およびヤナギ類の葉の炭素と窒素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$  および  $\delta^{15}\text{N}$ ) を測定し、それらの MDN の取り込みを検討した。

## 3. 河川内間スケールにおけるサケ属魚類による河川生態系への物質輸送動態

北海道および東北地方の計 36 河川、およびウヨロ川の計 14 定点で水生生物の採集を行い、それらの  $\delta^{13}\text{C}$  および  $\delta^{15}\text{N}$  を測定した。河川内および河川間で水生生物の MDN 取り込みに与える要因を評価した。北海道 35 河川のデータを統合して、水生生物への MDN が取り込まれているのかを検討するために、メタ解析を行った。

### 【結果と考察】

1. サケ属魚類の遡上期間中の河川では、付着微生物や底生無脊椎動物現存量の顕著な減少と、流下動物量の増加がみられ、遡上前後と比較すると、底生動物の種組成も異なっていた。しかし、産卵遡上後から 2～3 ヶ月後には底生生物の現存量は増加した。また、底生動物の種組成もサケ属魚類の産卵遡上からおおよそ 2 ヶ月後には遡上前と差が認められなくなった。したがって、サケ属魚類の産卵遡上による底生生物群集への攪乱の影響はあくまで一時的なものであると考えられた。

サケ属魚類産卵遡上以降には、その卵や肉片が河川性魚類に多く利用されていた。加えて、サケジラミやハエ類幼虫も魚類の胃内容物にみられるようになった。サクラマスの胃内容量指数と肥満度は、遡上区の方が非遡上区より高かった。また、秋季の遡上河川におけるサクラマスの瞬間成長速度は、非遡上河川の約 4 倍に及んだ。これらのことから、サケ属魚類由来栄養物質は、秋季から冬季にかけて魚類の栄養状態や成長に影響する重要な餌であることが明らかとなった。

2. カラフトマス遡上数が多い時ほど、ヒグマは河川から遠い場所にその死骸を運搬し、魚体の一部のみを捕食する事例が多くなっていた。したがって、カラフトマスの遡上数は、ヒグマの捕食・運搬パターンに変化させることにより、間接的に河畔林へ輸送される死骸量に影響していると考えられた。

ヒグマ体毛の  $\delta^{13}\text{C}$  および  $\delta^{15}\text{N}$  から、秋季のルシャ川に分布するヒグマの半数以上がサケ属魚類を餌として利用しており、その利用度 (50–80 %) は他の餌資源に比べて高かった。

ヒグマが、河畔林へ運搬するサケ属魚類の死骸数は、河川増水による運搬よりも多かった。ヒグマが分布するルシャ川では、ヒグマが存在しないウヨロ川よりも、ヤナギ類の  $\delta^{15}\text{N}$  が高かった。以上の結果から、ルシャ川において、ヒグマはカラフトマスの捕食・運搬を通して MDN の運搬者として機能していることが明らかとなった。

3. 河川内のサケ属魚類死骸数が多いウヨロ川や遊楽部川では、水生生物に 20–30 % の MDN が取り込まれていた。一方、陸上への死骸輸送量が多いルシャ川では、水生生物の MDN 寄与率は比較的低かったものの、河畔植物では高い値を示した。

ウヨロ川の中流部には、サケ類死骸が河川に長期間残存するため、3月まで河床の有機物や水生生物の  $\delta^{15}\text{N}$  が高かった。そのため、サケ属魚類の死骸残存期間が長い場所では、MDN が長期間河床や生物に貯留される可能性が示唆された。

MDN 取り込みの指標である  $\delta^{15}\text{N}_{\text{enrichment}}$  は、サケ属魚類死骸密度の他に、各水生生物の食性や生息環境の影響を受けて、それぞれ異なった河川環境要因と相関がみられた。また、同じ生物の  $\delta^{15}\text{N}_{\text{enrichment}}$  の説明変数として、空間スケールの違い（河川内あるいは河川間）により、異なる河川環境要因が選択された。これらのことから、水生生物の MDN 取り込みは、生物の生活史特性に応じて、MDN 源としてのサケ属魚類死骸数の動態と河川環境の影響により、可変性を持つことが明らかとなった。

北海道でサケ属魚類が遡上した 35 河川における各生物の  $\delta^{15}\text{N}_{\text{enrichment}}$  を効果量としてメタ解析で統合した結果、サケ属魚類の卵や肉片を直接的に摂餌する水生生物では効果量が有意であった。しかし、それ以外の水生生物では効果量が有意でない傾向が検出された。このことは、サケ属魚類由来物質は、北海道では水生生物にとって低次からのボトムアップ効果より直接餌物質としての効果の方が大きいことを示唆している。

### 【総合考察】

サケ属魚類の良好な産卵遡上が整っている河川では、サケ属魚類による物質輸送が機能している。一方、北海道の多くの河川では、サケ属魚類による物質輸送系の連続性が遮断されている事例がみられることも明らかとなった。水生生物が MDN を取り込むには、サケ属魚類の遡上が多いことや、河川が多様な環境を含むことが重要である。しかし、河口における親魚捕獲施設の存在や河川生態系の機能と構造の劣化により、北海道では MDN が取り込まれる河川環境が維持されている河川が少ないと考えられる。したがって、まずは、そのような河川生態系の生物多様性や機能の修復や、サケ属魚類の自然産卵を促すための上流域への捕獲場の移設や、余剰親魚放流などを図る多様な施策の提案と実施が強く望まれる。