



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Ecological studies on size-dependent growth tactics before migration in masu salmon (<i>Oncorhynchus masou</i>) [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	二村, 凌
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第15724号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/91783
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Ryo_Futamura_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士 (環境科学)

氏 名 二村 凌

学 位 論 文 題 名

Ecological studies on size-dependent growth tactics
before migration in masu salmon (*Oncorhynchus masou*)
(サクラマスにおける回遊前のサイズ依存成長戦術に関する生態学的研究)

生物にとって回遊（渡り）は、得られるベネフィットが大きい一方、その最中に強い死亡圧を被るハイリスク・ハイリターンな生活史戦略である。このため、回遊を行なう動物は、回遊の高い死亡コストを軽減するための戦術を保持すべきである。先行研究は、回遊を行う多くの動物が、回遊のコストを軽減するための戦術をとることを示してきた。しかし、それらの戦術における個体変異にまで迫った研究は、野外で個体を追跡する困難さもあり、ほとんど行われてこなかった。実際には、回遊のコストは個体間で様ではないため、個々の状態に応じて回遊のコストを軽減する戦術があるべきである。本博士論文では、個体の状態（サイズ）に応じて回遊コストを軽減する戦術についての一連の研究を実施した。

回遊のコストを個々の状態に応じて軽減する戦術は、回遊を開始する前にも存在すると考えられる。一般に、回遊の最中には、しばしば「体サイズの小さい個体ほど死にやすい」サイズ依存的な死亡圧が作用する。このため、回遊の最中に働くサイズ依存的な死亡圧から免れるべく、回遊を始めるまでに「回遊で死なないサイズ」に達するための成長戦術があると考えられる。実際、過去の研究では、回遊開始までに「回遊で死なないサイズ」に達するべく、回遊を開始する前の回遊型（回遊する種や個体）が、回遊しない残留型（回遊しない種や残留型の個体）に比べて成長率を加速するという事実が示されてきた。回遊「型」としての成長戦術については研究がなされてきた一方、回遊型における成長の個体変異については着目されてこなかった。回遊の前にはどのような個体の状態に依存した成長戦術があるのだろうか。回遊前における成長要求が小さい体サイズの個体のほうが高いこと、回遊前の時期における過度な成長に生態学的・生理学的なコストがかかりうることを考えると、回遊前には「回遊前に小さい個体ほどよく成長する」サイズ依存の成長戦術が存在すると考えられる。回遊前におけるサイズ依存的な成長戦術は、個体レベルで回遊のベネフィットを高める仕組みとして回遊とともに進化し、維持されてきたと考えられる。本博士論文では、サケ科魚類サクラマス (*Oncorhynchus masou*) において、サイズ依存的な選択圧が回遊型に働くことを確認した後に（研究①）、期待される回遊前におけるサイズ依存的な成長戦術を検証した（研究②）。さらに、回遊前の成長戦術にはいかなるコストを伴うのか（研究③）、回遊前におけるサイズ依存的な成長戦術の背景にはどのような行動プロセスがあるのか（研究④）についても調べた。

サクラマスには、同じ個体群に回遊型と河川残留型の生活史二型が存在する。回遊型は河川で生まれ、1－2年を河川で過ごす。その後、春から夏にかけて河川を降り、海洋回遊を開始する。回遊型は、河川に比べて餌が豊富な海洋で回遊を行うが、その最中に「小さい個体ほど死にやすい」サイズ依存的な死亡圧を受ける。海洋での回遊に成功した回遊型は、栄養豊富な海で大きく成長し、生まれた河川に戻って繁殖を行う。ダイナミックな生活史をもつ回遊型の一方、河川残留型は一生を河川で過ごす。

研究①（2章）では、小さい個体ほど死にやすいサイズ依存的な死亡圧が、海洋回遊の最中のみならず、河川下流域で回遊型に働くことを調べた。Passive Integrated Transponder（PIT）タグを用いた捕獲―再捕獲調査とPITタグのアンテナによる探知調査を組み合わせることで、回遊型が河川下流域を移動する際にサイズ依存的な死亡圧を被ること、そして同時期に河川残留型が上流域で同様のサイズ依存的な死亡圧を被らないことを検証した。調査の結果、河川内においてサイズ依存的な死亡圧は、海に向かう途中の回遊型に特異的に働くことがわかった。

研究②（3章）では、サクラマスの回遊型が「海洋回遊前に小さい個体ほどよく成長する」サイズ依存的な成長戦略を保持しているかどうかを検証した。PITタグを用いた捕獲―再捕獲調査とPITタグアンテナを用いた探知調査を実施することで、以下の2つの予測を検証した（1）海洋回遊前に小さい回遊型ほど、回遊前の河川における成長率が高い（2）海洋回遊前に小さい回遊型ほど回遊の開始が遅い（河川における成長期間を延長する）。3年におよぶ野外調査の結果は、海洋回遊前におけるサイズ依存的な成長戦略に関する2つの予測を支持していた。

研究③（4章）では、海洋回遊前の河川における成長期間を長くをとることのコストを調べた。具体的には、河川を降る回遊型における「捕食者がつけた傷」を調査することで、河川で成長期間が長い（海洋回遊の開始が遅い）回遊型ほど河川で捕食圧に曝されていたかを検証した。研究の結果、河川に長く滞在した回遊型の個体ほど、傷がついていた確率が高いことが分かった。すなわち、河川における成長期間を延長することは、海洋回遊前に高い成長を獲得できる一方、長期間にわたって捕食圧を被るというコストも伴うことが示された。

研究④（5章）では、サイズ依存的な成長戦略の一つである「海洋回遊前に小さい回遊型ほど河川における成長期間が長い」成長戦略がいかに実現したのか、その行動プロセスを調べた。PITタグにて標識した回遊型を河川に約1kmごとに設置した5か所のPITタグアンテナを用いて追跡することで、小さい回遊型が「河川を降り始めるまで過ごすnatal habitat」と「河川を降る最中に通過するmigration corridor」のうち、どちら/両方の景観に長く滞在していたのかを、2年間にわたって調査した。研究の結果、回遊型の小さい個体が、長く滞在していた景観は年により異なることが示された。小さいサイズの回遊型にとって、長く滞在する景観を年により変える能力は、回遊前の成長条件が景観や年により異なりうる中で、回遊で死なないサイズに達するために重要であると示唆された。

サクラマスの個体を丹念に追跡した一連の研究により、回遊前における成長に対する要求や制約、そして回遊のコストを個体レベルで軽減する回遊前のサイズ依存的な成長戦略が明らかとなった。さらに、その回遊前のサイズ依存的な成長戦略の背景にある行動プロセスも明らかとなった。以上の結果は、回遊を行う動物が、回遊のコストをいかにして軽減しているのか、その仕組みを本質的に理解するためには、個体レベルで研究を行う重要性を示している。