



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ふ化放流事業における初期生育環境がサケ稚魚の分子応答と生理特性に与える影響
Author(s)	小亀, 友也
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。利用可能日以前の閲覧方法は https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/ をご参照ください。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第16711号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16711
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99556
Type	doctoral thesis
File Information	Yuya_Kogame_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：小亀 友也

審査委員	主査	教授	水田	浩之
	副査	教授	工藤	秀明
	副査	教授	藤本	貴史
	副査	助教	西村	俊哉

学位論文題目

ふ化放流事業における初期生育環境がサケ稚魚の分子応答と 生理特性に与える影響

サケ *Oncorhynchus keta* は、日本では北海道を中心に重要な水産資源として利用されており、年間約 10 億尾の稚魚が放流されているにもかかわらず、近年は北海道集団を中心に来遊数の減少が続いている。温暖化による海洋環境変化に加え、長期的なふ化放流事業の影響が複合的に関与していると考えられている。本学位論文では、サケにおける初期発育段階の水温条件および浮上後の飼育環境、さらに親魚由来の違いが分子応答および生理特性に与える影響を明らかにすることを目的とし、白筋および肝臓における RNA-seq 解析、遺伝子発現解析、DNA メチル化解析を行った。本学位論文は、以下の三章から構成される。

第一章では、ふ化放流事業で行われる飼育水温の人為的操作が稚魚に与える影響を明らかにするため、異なる水温条件で飼育した稚魚の成長および白筋と肝臓における総 DNA メチル化率を比較した。受精卵を 5℃で浮上まで飼育し、浮上後は一方を 5℃（L_L 群）、他方を 10℃（L_H 群）で放流サイズ（尾叉長約 50 mm）まで飼育した。また、受精卵を 10℃で放流サイズまで飼育した群（H_H 群）を加え、浮上前および浮上後の経験水温が異なる 3 群を作出した。浮上後の瞬間成長率は水温の影響を大きく受けたが、浮上前の水温もその後の成長に影響を及ぼすことが明らかとなり、初期の成長抑制に対する回復過程として補償成長が生じた可能性が示唆された。浮上時の白筋における総 DNA メチル化率は、H_H 群が L_L 群および L_H 群よりも有意に高い値を示した。一方、放流サイズ時の白筋の総 DNA メチル化率は、L_H 群が H_H 群より有意に低く、L_H 群と L_L 群の間には差が認められなかった。これらの結果から、浮上前の水温が、浮上時および放流サイズ時の白筋における DNA メチル化パターンの形成に影響する可能性が示唆された。

第二章では、飼育水温が白筋の遺伝子発現および筋形成に与える影響を解明することを目的として、第一章で作出した3群の放流サイズ時の白筋を対象にRNA-seq解析を行った。RNA-seq解析により発現量に差が認められた遺伝子および筋形成に関与する遺伝子について、浮上時および放流サイズ時におけるqPCRによる発現量ならびにDNAメチル化状態を比較した。RNA-seq解析の結果から、浮上までの水温は、浮上後の水温よりも放流サイズ時の遺伝子発現に強く影響する可能性が示唆された。浮上まで低温で管理されることにより、白筋におけるエネルギー産生能が高まると推察された。放流サイズ時には、糖代謝に関わる遺伝子および筋成熟に関与する遺伝子の発現量が浮上前の水温によって異なる傾向が認められたが、DNAメチル化状態には明確な違いは検出されなかった。各群の筋線維径の比較では、放流サイズ時にL_L群、L_H群、H_H群の順に太い筋線維の割合が高く、筋線維径は基礎代謝に影響することから、飼育水温が代謝特性の形成に関与する可能性が示唆された。

第三章では、親魚の由来および飼育環境が稚魚の代謝特性および分子応答に与える影響を明らかにすることを目的とした。放流由来親魚および自然産卵由来親魚を用いて由来の異なる交配群を作出し、浮上後にふ化場環境または自然環境で放流サイズまで飼育した後、同一の海水環境で20日間飼育した。ふ化場環境で飼育された稚魚は、自然環境で飼育された稚魚と比較して、白筋および肝臓において同化的成長を支える代謝経路が活性化していることが明らかとなった。また、成長率、エネルギー指標、代謝に関与する遺伝子発現量が高く、海水移行後もこれらの特性の一部が持続することが示された。一方で、遺伝子発現量とDNAメチル化状態との間に明確な相関は認められなかった。親魚由来の影響については、放流由来親魚を持つ稚魚が、自然産卵由来親魚を持つ稚魚に比べ、自然環境下においてもエネルギー産生系を含む代謝経路の活性が高く維持されており、ふ化放流事業を通じてこのような遺伝的・分子機能的変化が蓄積される可能性が示唆された。

以上、本学位論文で得られた知見から、サケの初期育成期間における水温や餌料などの飼育環境、ならびに放流種苗に用いる親魚の違いは、稚魚の代謝特性の形成に関与し、放流後の生残に影響を及ぼす可能性が示唆された。本学位論文研究は、サケ人工ふ化放流事業における稚魚の生残に関わる種苗性評価に資する重要な基礎的知見を提供するとともに、種苗性向上に向けた技術改良に大きく貢献するものである。以上より、審査員一同は、申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格を有するものと判定した。