HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Utilization of circulating insulin-like growth factor-1 and its binding proteins as physiological indices for hatchery release and aquaculture of salmonids [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	崔, 聞達; Cui, Wenda
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第15129号
Issue Date	2022-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/87474
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Cui_Wenda_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏名　崔　聞達

審査委員　主査　教 授　工藤　勲
副査　教 授　山羽悦郎
副査　准教授　浦　和寛
副査　教 授　清水宗敬（北方生物圏フィールド科学センター）

学 位 論 文 題 名

Utilization of circulating insulin-like growth factor-1 and its binding proteins as physiological indices for hatchery release and aquaculture of salmonids
（増養殖業における生理学的指標としての血中インスリン様成長因子-1とその結合蛋白）

サケ科魚類は世界的な重要な水産種である。その生産形態は様々で、養殖、ふ化放流事業による増殖および漁獲がある。世界的にはタイセイヨウサケの海面養殖による生産が最も多く、ニジマスがそれに続いている。一方、我が国ではふ化放流事業によるシロザケの生産が中心となっている。それぞれの対象種や生産方法には特有の問題が存在しているが、成長およびそれに関連した形質に起因するものが多い。そのため、成長のメカニズムを踏まえて各形質を評価することは重要であり、本研究はこの点に着目した。

魚類の成長にはインスリン様成長因子（IGF）-1が重要な役割を果たしている。一方、その活性は複数存在するIGF結合蛋白（IGFBP）により調節されている。IGF-1とIGFBPは成長調節に重要であるとともに、定量的な成長指標として着目されている。本研究は、シロザケとニジマスを対象として、血中IGF-1とIGFBPの成長、遊泳力および海水適応獲得の生理学的な指標としての有用性を評価した。

本研究はまず、野外でのシロザケ幼魚の成長指標としての血中IGF-1の有用性を評価した。近年、日本沿岸への親魚の回帰数が激減しているが、本種は海洋生活初期に成長に依存した大規模な減耗を受けるとされ、沿岸での成長のモニタリングが重要である。網走においてさけます・内水面水産試験場が実施した3年間の春季沿岸調査から幼魚の血清試料を得た。そして、IGF-1量を時間分解蛍光免疫測定系により測定し、成長を評価した。血中IGF-1量から見た幼魚の成長は河川や河口では低く、離岸するに従って活性化されていた。このような傾向は耳石から推定した成長率のパターンとも類似していた。血中IGF-1量と耳石から推定した成長率の間には、年・調査点・旬によって正の相関が見られた。耳石は、長年、成長率の評価に用いられてきたが、本研究で初めて血中IGF-1量との関係が解析された。一方、両者には常に相関が見られるわけではなく、成長に対する感度の違いが考えられた。本研究はこれらを相補的に使用することの有用性を提唱した。

次に、シロザケ幼魚の遊泳能力と血中IGF-1やIGFBPとの関係を解析した。上述のシロザケ幼魚の成長に依存した減耗には遊泳能力が関わっていると考えられる。本研究では飼育実

験により、水温と摂餌状態が成長と遊泳能力に及ぼす影響を調べた。幼魚の臨界遊泳速度（U_{crit}）を測定するとともに、血清試料を得て血中IGF-1量を測定した。幼魚の成長と遊泳能力は海水温の影響を強く受けた。また、体長により標準化したU_{crit}と血中IGF-1量の間には正の相関があることが本研究により初めて見出された。両者の関係をさらに解析するため、実験開始時のサイズとその後の成長を制御した飼育実験行った。結果、標準化しないU_{crit}は体サイズや血中IGF-1量と正の相関があり、IGF-1は成長を介して遊泳能力を高めていることが示唆された。また、血中IGFBPをリガンドブロッティングにより解析したところ、IGFBP-1aと-1bと呼ばれるタイプがU_{crit}と負の相関を示した。作用機序は不明であるが、本研究はIGFBPが遊泳能力と関係していることを初めて示唆した。

本研究では、ニジマスにおける海水適応能の発達と血中IGF-1やIGFBPとの関係も調べた。本種の海面養殖では海水適応能が十分発達していない個体の出現が問題となっている。本研究では、ノルウェーベルゲン大学のグループが実施したニジマスの飼育実験より得た血漿試料中のIGF-1とIGFBPを解析した。ニジマス1年魚において、海水適応能の指標である鰓Na^+,K^+-ATPase（NKA）活性は、光周期処理の影響は強く受けなかった。一般に海水適応能の発達に先立ち血中量が高くなるIGF-1とIGFBP-2bと呼ばれるタイプも、処理群間で同様であった。一方、自然日長群では鰓NKA活性は体サイズおよび血中IGF-1量との間に正の相関を示した。そこで、新たに給餌量を操作した飼育実験を実施し、成長と鰓NKAの活性化の関係を実証した。また、血中IGFBP-2bは鰓NKA活性と正の相関があり、海水適応能発達との関係が示唆された。本研究の結果から、IGFBP-2bが海水適応能発達の早期指標として用いられる可能性が出てきた。

以上、本研究は、サケ科魚類において、血中IGF-1とIGFBPが成長、遊泳能力および海水適応能の指標となり得ることを明らかにした。各項目についてさらに検証すべき課題は多いものの、本研究の成果とアプローチは、世界的な増養殖対象種となっているサケ科魚類の生産の向上に資するものである。このことから審査員一同は本研究が博士論文としての基準を満たしていると判断した。