

水産科学の未来を拓く 若き出世魚たち

魚類の成長制御メカニズムから見つける 成長評価指標

金子信人

水産研究・教育機構 水産技術研究所

NOBUTO KANEKO

*Fisheries Technology Institute, Nansei Field Station,
Japan Fisheries Research and Education Agency,
Minamise, Mie 516-0193, Japan*

分野：魚類生理学

略歴

私は2008年4月に北海道大学水産学部に入學し、2017年9月に同大学大学院水産科学院を修了し博士号(水産科学)を取得しました。2018年からはノルウェーのUni Research AS(現在は合併によりNORCE Norwegian Research Centre ASに改称)という機関で2年間ポスドクをしていました。海外ポスドクでは日本学術振興会の特定国派遣研究者という制度を使いました。本制度は海外特別研究員、いわゆる海外学振と異なり、日本学術振興会が指定する数か国(当時の要綱ではフィンランドかノルウェー)内にある研究機関を自分で選ぶ必要があり、また研究費が付かず滞在費のみの支給となります。NORCEのラボとは在學時から共同研究やサマーコース介して交流を深めていたため、このような制度下でも快く受け入れをしていただき、また先方で遂行中のプロジェクトなどから研究費も回して貰えました。ポスドク期間中は欧州委員会やノルウェー研究評議会が募集する個人研究グラントに応募していましたが不採択が続き、いよいよ任期終了が迫り次年度以降の身の振り方を考えている最中、お世話になっていた増養殖研究所(現水産技術研究所;2020年に組織改編により改称)の方から魚類の成長生理に関わる仕事をしている人材を探しているとのお話をいただき、公募を経て2020年4月から現所属の任期付研究員に採用していただきました。帰国時期はちょうどコロナの最初のピークで、結果的には非常に良いタイミングで国内のポストに滑り込めたと感じています。

研究もしくは研究以外の仕事の内容

増養殖業において「成長」というのは重要なキーワードの1つです。例えば、放流した仔稚魚は成長に依存した減耗を受けると考えられており、成長が悪い(小さい)個体は環境耐性や遊泳能力が未発達なため死亡するリスクが高いと推察されます。養殖業では、一定の飼育スペースの中で最大の生産効率を得るため、餌成分や給餌法の最適化をはじめ、成長にブレーキをかけるような



写真 ウナギ仔魚への給餌の様子

環境要因(水温や塩分、密度や光周期など)の特定と改善が必要となります。私は研究室配属からポスドクまで一貫して、サケ科魚類の成長制御に関わる血中ホルモンの作用機序解明と、ホルモン量を指標とした成長状態の評価に関する研究を行ってきました。これにより、耳石や鱗の輪紋分析でわかる正確な「過去の成長履歴」ではなく、「現時点の成長状態」あるいは「直近の成長予測」が可能であると考えています。

具体的には、魚類の成長制御に重要な成長ホルモン(GH)、インスリン様成長因子-1(IGF-1)、IGF結合蛋白-1(IGFBP-1)に着目して研究を進めていました。IGFBP-1については免疫測定系の確立をまず行っています。¹⁻²⁾ 次いで、血中IGF-1やIGFBP-1量と個体成長率の関係を調べ、それらの血中量が成長の良し悪しを示す指標として使えるかを検討しました。結果として、IGF-1は成長の正の指標として、IGFBP-1はストレスや異化状態の指標として有用であることを示しました。^{1,3)} また実際に、野外で採集したシロザケ、⁴⁾ サクラマス²⁾ やギンザケ⁵⁾のほか、さまざまな養殖システム下で飼われたタイセイヨウサケ⁶⁾などにおいて、IGF-1およびIGFBP-1sの血中量を指標とすることで、個体の成長やストレスの状態を評価できることを明らかにし、また両指標を組み合わせることでより高精度に個体の成長状態を推定できることを示唆しました。この手法は、増養殖業の放流タイミングや飼育環境の最適化に有用な知見を与えるものと考えられます。

現在は対象魚種をサケ類からニホンウナギに変え、本種仔魚の成長生理について研究を進めています。我が国は世界有数のウナギ消費国ですが、その供給は主に天然

から採れたシラスウナギ（稚魚）による養殖が担っています。一方で、ニホンウナギは2014年にはレッドリストに登録され、天然資源の維持が求められています。本種の完全養殖は2010年に実現されたものの、国内需要分を賄うためにはシラスウナギ量産技術の確立が必要です。

ニホンウナギの仔魚はレプトセファルスとも呼ばれ、非常に興味深い生態学的特徴を有します。例えば、仔魚期間が非常に長いことが挙げられ、飼育下で約半年から1年もの期間が必要で、一定の体サイズに達するとシラスウナギに変態すると考えられています。このことから、仔魚期の成長制御機構の理解を深めることは量産技術の確立に重要と考えられますが、野外採集や仔魚飼育の難しさから、本分野の研究報告は少ないのが現状です。そこで、まずはニホンウナギ仔魚の成長関連遺伝子、特にサケ類で焦点を当てていたGH、IGF-1やIGFBP-1を中心に、基礎的な遺伝子発現動態を調べる種々の飼育試験と分析を行っています。また、これら成長関連遺伝子の指標としての有用性を検討し、現行の飼育条件や給餌方法の改善や発展に貢献できればと考えています。

将来に向けての抱負

ニホンウナギ仔魚を用いた試験からは非常に興味深い結果が多く得られています。その中には、これまで他の硬骨魚で知られていた変化とはまったく逆の変化を示す遺伝子があったりして、本種仔魚の特殊性を感じさせます。これは、ニホンウナギ仔魚が外洋で生まれ、長い仔魚期間を生き残るために適応した、進化的な背景が一因としてあるのではないかと考えています。成長制御メカニズムの解明を軸に調べていくことで、本種の特殊性を示唆する変化がさらに見つかるのではないかとワクワクしています。将来的には、ストレス応答やエネルギー調

整、海水適応能などの生理反応にも手を広げて、メカニズム面から有用なバイオマーカーの探索と確立を行い、シラスウナギ生産の効率化の一助となればと思っています。

文 献

- 1) Kaneko N, Nilsen TO, Tanaka H, Hara A, Shimizu M. Intact rather than total circulating insulin-like growth factor binding protein-1a is a negative indicator of growth in masu salmon. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2020; **318**: R329-R337.
- 2) Fukuda M, Kaneko N, Kawaguchi K, Hevrøy EM, Hara A, Shimizu M. Development of a time-resolved fluorimunoassay for salmon insulin-like growth factor binding protein-1b. *Comp. Biochem. Physiol. A.* 2015; **187**: 66-73.
- 3) Kawaguchi K, Kaneko N, Fukuda M, Nakano Y, Kimura S, Hara A, Shimizu M. Responses of insulin-like growth factor (IGF)-I and two IGF-binding protein-1 subtypes to fasting and re-feeding, and relationships with individual growth rate in yearling masu salmon (*Oncorhynchus masou*). *Comp. Biochem. Physiol. A.* 2013; **165**: 191-198.
- 4) Kaneko N, Torao M, Koshino Y, Fujiwara M, Miyakoshi Y, Shimizu M. Evaluation of growth status using endocrine growth indices, insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein-1b, in out-migrating juvenile chum salmon. *Gen. Comp. Endocrinol.* 2019; **274**: 50-59.
- 5) Kaneko N, Journey ML, Neville C, Trudel M, Beckman BR, Shimizu M. Utilization of an endocrine growth index, insulin-like growth factor binding protein (IGFBP)-1b, for postsmolt coho salmon in the Strait of Georgia, British Columbia, Canada. *Fish Physiol. Biochem.* 2019; **45**: 1864-1878.
- 6) Balseiro P, Moe Ø, Gamlem I, Shimizu M, Sveier H, Nilsen TO, Kaneko N, Ebbesson L, Pedrosa C, Tronci V, Nylund A, Handeland SO. Comparison between Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts reared in open sea cages and in the Preline raceway semi-closed containment aquaculture system. *J. Fish Biol.* 2018; **93**: 567-579.