



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Understanding mechanisms of formation and maintenance of fish biodiversity using environmental DNA [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	八柳, 哲
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第15774号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92631
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	YATSUYANAGI_Tetsu_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（農学）	氏 名	八柳 哲
審査担当者	主査	教授	荒木仁志
	副査	教授	大原昌宏
	副査	助教	坂田雅之
	副査	准教授	峰岸有紀（東京大学大気海洋研究所）

学位論文題名

**Understanding mechanisms of formation and maintenance of fish
biodiversity using environmental DNA**
(環境 DNA に基づく魚類の生物多様性形成・維持機構に関する研究)

本論文は英文 171 頁、図 22、表 21、4 章からなり、参考論文 1 編が付されている。

生物多様性の重要性は世界的関心事となつて久しいが、水圏生物の多様性に関する知見は調査・研究における技術的困難を伴うことから未だ限定的となっている。一方、河川・湖沼・海洋の水に含まれる DNA から周辺生物の特定を行う環境 DNA 技術はこの十年で大きく発展し、水圏生物における生態学分野はもちろん、保全学、進化学等の関連分野においても様々な応用が可能な技術として認められつつある。本研究は環境 DNA 技術を系統地理学・集団遺伝学分野に応用する可能性を実践的に検証するものであり、淡水・海水を問わず広域における生物分布やその形成・維持機構の解明も試みた結果をまとめた内容となっている。

1) 純淡水魚フクドジョウの北海道における系統地理および集団遺伝構造の解明

フクドジョウは日本国内では北海道を自然分布の南限とする純淡水魚である。本種はかつて北海道がサハリンと陸続きだった時代に道内に分布を広げたと考えられているが、その分布拡大の経緯詳細は不明のままとなっている。そこでフクドジョウの種内多型を識別するメタバーコーディングプライマーを新たに開発し、北海道内全域で収集した環境 DNA サンプルから抽出した DNA を解析したところ、道内から 50 のフクドジョウ由来ハプロタイプが検出され、強い地域特異性がみられることが明らかとなった。特に道内を南北に分ける集団遺伝構造は分子時計に基づく年代推定により百万年前後の古い歴史を有することが明らかとなり、これまで系統地理解析されたどの生物とも異なるユニークな移入プロセスが明らかとなった。

2) 北日本におけるメバル属魚類の群集構造と分布域形成要因の推定

メバル属は世界中に数百種という多様な分化を遂げた冷水性の海産魚だが、物理的障壁の少ない海域における多様性形成・維持機構は不明なままとなっている。そこで北日本で収集した環境 DNA サンプルを基にメバル属の種判別を可能にするメ

タバーコーディング解析を行ったところ、メバル属 14 種の地理的分布が明らかとなった。そのうち津軽海峡を挟んだ北海道・本州間ではメバル属群集に有意な差異が認められ、この海峡がこれら生物の移動障壁となっている可能性が示唆された。また、地点ごとに認められるメバル属生物の多様性は調査地点周辺の沿岸地形に強い影響を受けており、水深変化の大きい地点ほど多様なメバル属の生息地となっている傾向が明らかとなった。

3) 回遊魚の環境 DNA 解析の現状と課題

これまでの章では淡水魚、海水魚をそれぞれ対象とした研究結果を取りまとめたが、魚類の中にはサケに代表される回遊魚が多数存在し、生活史のなかで淡水・海水を行き来している。これら回遊魚の生活史を解明し、季節性の変化や地球温暖化の影響を予測するには海・川に依らず生活史を通した解析手法の開発が必要となる。そこで集積した先行研究をもとに環境 DNA が回遊魚の生態解明にどのように利用されているかを体系的に明らかにした。その結果、回遊魚の環境 DNA 研究はその大半が絶滅危惧種を対象とする一方、海域における移住に焦点を当てた研究は 1 割以下に限定されることが明らかとなった。

4) 遡河性回遊魚シシャモの分布と産卵遡上実態の解明

海で育ち川で産卵するシシャモは北海道太平洋岸でのみ見られる固有種であり、地域の名産物として全国的に知られる水産有用種だが、その生態や実態には不明な点が多い。そこでシシャモに特化した環境 DNA 検出系を開発し、産卵遡上期である冬に河川水を、翌春から夏にかけて海洋沿岸水を収集し解析をおこなったところ、胆振日高地方の広域において小規模ながら自然再生産がおこなわれている実態が明らかとなると共に海に降りた稚魚が春先には沿岸に留まり成長し、海水温が上昇するにつれて沿岸を離れ沖合へと移動することを示唆する結果が得られた。

以上、本研究では主として環境 DNA を系統地理・集団遺伝や行動生態分野に応用することにより、魚類の分布・行動に限らず生物多様性の形成・維持機構に広く応用可能であることを示した。これらの結果は、新規生態学ツールである環境 DNA の新たな可能性を実践的に示す成果であり、今後の分野横断的研究に大きく寄与するものである。

よって審査員一同は、八柳哲が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。