

公益財団法人富山第一銀行奨学財団

理事長 横田 格 殿

助成研究成果概要報告書

教育機関名 : 富山大学	助成金額 :	800 千円
研究代表者 : 堀川 恵司	所属 : 学術研究部理学系	職位 : 准教授
研究題目 : 脊椎骨の鉛同位体比に基づく魚の産地判別手法の開発		

研究概要

近年、海洋環境の変動が急速に進んでおり、それに伴い魚類の生育場や産卵場も変化しつつある (e.g., Frainer et al., 2017 PNAS). しかし、生態系を支える稚魚や小型魚の生育場・産卵場の変動を正確に把握できる有効な手法はまだ確立されていない。また、たびたび海産物の産地偽装が社会問題となっており、海産物の生育場を化学的に推定できるような手法の開発とその実装が社会から求められている。

申請者らは、海産物の鉛 (Pb) 同位体比に着目し、この同位体比が海産物の生育場を化学的に推定できるような手法になりえるか、これまで研究を行ってきた。Pb同位体比に着目する理由は、海水中のPb同位体比が大気から付加される人為鉛の起源の違いによって海域毎に異なる値を持っているためである。申請者は、このよう海域毎に異なるPb同位体比の違いに着目し、魚の脊椎骨Pb同位体比から、魚類の産地判別ができないか研究を行ってきた。その結果、魚の脊椎骨のPb同位体比が概ね海水Pb同位体比と一致していることから、魚類のPb同位体比が“産地判別の化学トレーサー”として利用できる可能性が高いことを明らかにしてきた。ただし、海水や餌のPb同位体比が、脊椎骨のPb同位体比の決定にどのように関わっているかが、依然として不確かで、産地判別法の実用化に向けてネックになるため、本申請研究において、キジハタを稚魚から成魚になるまで水槽飼育し（富山県水産研究所（中島氏）と共同研究。R3年秋から実施中）、飼育期間中の海水と餌、飼育したキジハタの脊椎骨のPb同位体比を分析し、骨に記録されるPb同位体の取り込み過程を評価する研究を計画した。さらに、富山湾では水産資源が豊富で、ブリやアジ、サワラなど回遊性魚種の漁場でもある。ブリについては氷見で水揚げされるブリが産地ブランドとされており、全国的にも有名になっている。産地ブランド化された魚種については、稚魚から成魚にかけての回遊履歴や生態についてより正確な化学情報がその価値を高める上で必要不可欠であり、このような知見は持続的な資源管理や品質の保証にとっても基盤の情報になる。本研究では、これまでのPb同位体比データの蓄積があり、ブリの餌にもなっているアジに着目し、アジの回遊履歴情報と富山湾におけるアジの生活史についてPb同位体比から研究を行った。

成果要約

・キジハタの飼育実験

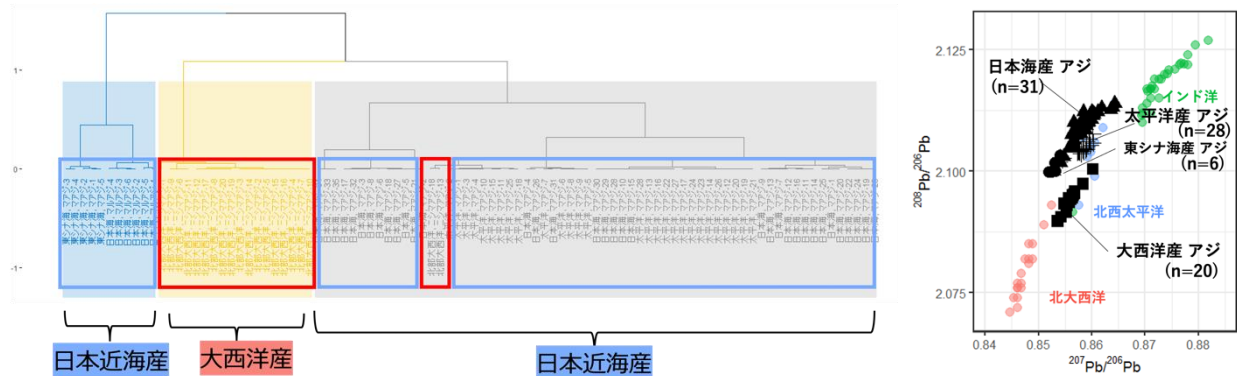
魚類の Pb 同位体比を“産地判別の化学トレーサー”として実用化するためには、骨に Pb が取り込まれる機構について理解する必要もある。特に、餌の Pb 同位体比と海水中の溶解態 Pb の Pb 同位体比のどちらの影響をどの程度反映するのか、定量的なデータが不可欠である。そこで、令和 3 年の秋に卵から産卵したキジハタ 1000 匹を令和 4 年の冬まで約 1 年間水槽で飼育をはじめた (写真)。現在までに、令和 3 年 12 月、令和 4 年 2 月に魚粉餌、水槽海水、キジハタ各 50 尾をサンプリングしており、今後も 2-3 ヶ月に一度サンプリングを行い、試料を採取する。これらの試料の分析については本年度内には実施できなかったが、飼育水槽の立ち上げと試料の前処理に要す実験系の立ち上げが完了しており、今後の継続的な試料採取の目処も立っていることから、令和 4 年度にこれら試料の分析を実施することで



当初の研究計画が実施される見込みである。

・日本海、太平洋、大西洋産の魚の脊椎骨 Pb 同位体比の特徴

富山湾を含め日本海、太平洋、大西洋で水揚げされたアジとサバについて、脊椎骨の Pb 同位体比を分析し、 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ の 3 つの同位体比を用い、クラスター解析（下図）および LDA 関数による判別モデルの作成を行なった。その結果、Pb 同位体比を用いることで、東シナ海産、大西洋産、日本列島日本海側・太平洋側で水揚げされた魚について、高精度で産地判別を行えることが確かめられた。この新規の産地判別法（脊椎骨 Pb 同位体トレーサー法）は、今年度新たに購入した魚やこれまで実験を行ってきた学生とは別の学生の実験によっても、有用性と精度が追認されており、産地偽装を牽制する有効な技術になる可能性が高い。この成果については R4 年度中に早急に論文として公表する予定である。



・脊椎骨 Pb 同位体比から明らかになった富山湾で水揚げされたアジの回遊史

日本海で水揚げされる浮魚類はブリ、アジやサバなど回遊性魚類が多く、対馬暖流に乗って極前線付近の餌場を求め季節的に南北回遊する。富山湾は南北回遊する魚類の経路海域になっており、急峻な海底地形や河川からの栄養塩の供給によって沿岸域でのプランクトン生産量が高いため、回遊魚類の中継地における重要な餌場にもなっている。

回遊魚類の生活史は、魚にロガーを装着して経時的に位置情報を取得することで、その回遊史の一端が理解されている。しかし本研究で行った鉛同位体比によって、日本海を回遊するアジのより鮮明な回遊像が見えてきた。本研究では、富山湾のアジを対象とし、黒部と氷見で水揚げされたマアジの鉛同位体比を分析した。いずれの海域でも同程度の水深の定置網で採取されたアジになる。分析した結果、異なる月に水揚げされた黒部産アジはいずれの月でも個々の個体の Pb 同位体比が大きく異なっていた。ある個体は長崎県沖で水揚げされたアジと同程度の Pb 同位体比を持っており、水揚げ直前に東シナ海から移入してきた個体であることがわかった。一方、氷見で水揚げされたアジの Pb 同位体比は黒部産のアジの Pb 同位体比と異なり、多くの個体が類似した Pb 同位体比を持っていた。黒部と氷見のアジの Pb 同位体比の違いは、南北回遊するアジが対馬暖流に乗って富山湾東部の黒部周辺に来遊することを反映していると考えられる。一方、氷見は東部の黒部よりも遠浅な陸棚が広がり、沿岸部には藻場も形成されている。Pb 同位体比からは黒部から氷見に移入していることを示す Pb 同位体比を持つ個体も存在することから、回遊アジの定着性を促す海洋状態が氷見の特徴であることが伺えた。氷見ではブリがブランド魚として有名だが、ブリは餌となるアジなどの群れを追いかけて回遊するため、氷見で定着するアジの存在は氷見ブリの持続的な水揚げ生産において重要であることが本研究の Pb 同位体比の分析から示唆される。

<p>研究成果 発表状況</p>	<p>【雑誌論文、学会発表、図書、新聞掲載、作成 Web ページ、特許権等の出願・取得状況】</p> <p>第 5 回富山湾研究会「氷見・黒部産マアジの鉛同位体比分析：定着性・回遊性の変遷」野村亮介・堀川恵司・他 R4 年 3 月 7 日</p> <p>富山大学理学部卒業論文「氷見・黒部産マアジの鉛同位体比分析：定着性・回遊性の変遷」野村亮介 R4 年 3 月 31 日</p>																	
<p>経費の 執行状況</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="336 792 826 846">区 分</th> <th data-bbox="829 792 1129 846">執行額 (円)</th> <th data-bbox="1133 792 1468 846">備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="336 851 826 1115"> <p>【物品費】 マアジ (試料), 魚粉餌, 高純度試薬, 高純度 Ar ガス, セラミックナイフ等</p> </td> <td data-bbox="829 851 1129 1115">551,090</td> <td data-bbox="1133 851 1468 1115"> <p>魚骨試料の酸分解に使用する高純度硝酸, カラム分離用の高純度塩酸等 飼育魚の餌代 ICP-MS 用消耗品</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 1120 826 1326"> <p>【旅費】 総合地球環境学研究所 (富山⇔京都)</p> </td> <td data-bbox="829 1120 1129 1326">139,410</td> <td data-bbox="1133 1120 1468 1326"> <p>3 名・9 日分 京都の総合地球環境学研究所で Pb 同位体比分析を行うため.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 1330 826 1384"> <p>【謝金】</p> </td> <td data-bbox="829 1330 1129 1384">0</td> <td data-bbox="1133 1330 1468 1384"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 1388 826 1610"> <p>【その他】 総合地球環境学研究所 鉛同位体比分析 MC-ICP-MS 利用費 合計</p> </td> <td data-bbox="829 1388 1129 1610">109,500 800,000 円</td> <td data-bbox="1133 1388 1468 1610"> <p>総合地球環境学研究所での機器使用料 (Pb 同位体分析)</p> </td> </tr> </tbody> </table>	区 分	執行額 (円)	備 考	<p>【物品費】 マアジ (試料), 魚粉餌, 高純度試薬, 高純度 Ar ガス, セラミックナイフ等</p>	551,090	<p>魚骨試料の酸分解に使用する高純度硝酸, カラム分離用の高純度塩酸等 飼育魚の餌代 ICP-MS 用消耗品</p>	<p>【旅費】 総合地球環境学研究所 (富山⇔京都)</p>	139,410	<p>3 名・9 日分 京都の総合地球環境学研究所で Pb 同位体比分析を行うため.</p>	<p>【謝金】</p>	0		<p>【その他】 総合地球環境学研究所 鉛同位体比分析 MC-ICP-MS 利用費 合計</p>	109,500 800,000 円	<p>総合地球環境学研究所での機器使用料 (Pb 同位体分析)</p>		
区 分	執行額 (円)	備 考																
<p>【物品費】 マアジ (試料), 魚粉餌, 高純度試薬, 高純度 Ar ガス, セラミックナイフ等</p>	551,090	<p>魚骨試料の酸分解に使用する高純度硝酸, カラム分離用の高純度塩酸等 飼育魚の餌代 ICP-MS 用消耗品</p>																
<p>【旅費】 総合地球環境学研究所 (富山⇔京都)</p>	139,410	<p>3 名・9 日分 京都の総合地球環境学研究所で Pb 同位体比分析を行うため.</p>																
<p>【謝金】</p>	0																	
<p>【その他】 総合地球環境学研究所 鉛同位体比分析 MC-ICP-MS 利用費 合計</p>	109,500 800,000 円	<p>総合地球環境学研究所での機器使用料 (Pb 同位体分析)</p>																