

## 日本海は 450 万年前に太平洋と分離した

国立大学法人富山大学大学院理工学研究部（理学）堀川 恵司 准教授，富山大学大学院理工学教育部小坂由紀子（博士課程 3 年），名古屋大学の 浅原 良浩 准教授，海洋研究開発機構の 天川 裕史 特任主任技術研究員，九州大学の 岡崎 裕典 准教授らの研究グループは，2013 年に統合国際深海掘削計画（Integrated Ocean Drilling Program (IODP) 346 次航海）で採取された日本海の海底堆積物に含まれる魚歯/骨片化石のネオジム同位体比分析を行いました。その結果，約 450 万年前に，14 万年程度と非常に短期間で，日本海と太平洋を隔てる東北域にあった海峡が急激に縮小・浅海化し，日本海の閉鎖性が強まったことを地球化学的なデータから初めて明らかにしました。さらに，日本海の閉鎖性が強まった後，日本海で反時計回りの海洋循環が強化され，それに伴って日本海へオホーツク海海水が流入しはじめ，オホーツク海と日本海を繋ぐサハリン付近の海峡が閉じる 260 万年前頃まで，流入が続いていたことも明らかにしました。日本列島・日本海形成の理解を深めることに繋がった本研究成果は，国土の防災・保全・開発に関する基礎知識にも寄与するでしょう。

現在，日本海は，130m 以浅の海峡で外洋と繋がって外洋と表層水のみ交換しており，日本海の深層水は外洋の太平洋と完全に隔てられています。この閉鎖性が，日本海独自の深層水循環を形成する要因になっています。

日本列島の一部は，約 2500 万年前にユーラシアから分裂し，日本列島とユーラシアの間に今の日本海となる海盆を形成しました。1000 万年前には，西日本は朝鮮半島と陸続きになっていましたが，東日本の大部分は海面下にありました。当時の日本海は，北日本側に開いた湾のような形状をし，太平洋の深層水と海水交換がありました。しかし，1000 万年前以降，東日本～北海道地域が徐々に隆起し，太平洋と日本海の間にあった海峡が徐々に縮小・浅海化して，日本海が半閉鎖的になっていきました。この過程は，東北日本の隆起活動や日本列島の形成と密接に関係していますが，日本海の閉鎖がいつどの程度の時間スケールで起こったかについては，その推定精度が欠けていましたが，今回の研究成果でそれが明らかになりました。

本研究は JSPS 科研費 JP26870215 の助成を受けたものであり，本成果は，アメリカ地質学会が刊行する学術誌「Geology」オンライン版に 2018 年 9 月 11 日に掲載されました。

## 研究内容

本研究では、2013年に統合国際深海掘削計画（Integrated Ocean Drilling Program（IODP）346次航海）において、日本海中央部の大和堆で掘削された堆積物試料（全長約400m）を対象としました（図1）。この堆積物試料（過去1000万年間）に対して、魚歯・骨片化石のネオジウム同位体比を分析しました（図2）。魚歯・骨片化石は、魚の死後、その骨や歯が堆積物に埋没していく過程で、海底面付近の海水のネオジウムを取り込みます。その際、骨や歯は海水のネオジウム同位体比を記録して埋没し、その後ネオジウム同位体比の変化を被りません（海水のネオジウム同位体比は、海域ごとに異なる値をもつので、その同位体比から海水の起源域がわかります）。本研究の場合、魚歯・骨片化石のネオジウム同位体比を分析することで、日本海中央部の大和堆の海底面付近の海水が、北太平洋に由来する海水（ネオジウム同位体比高い）なのか、南太平洋に由来する海水（ネオジウム同位体比やや低い）なのか、あるいはオホーツク海（ネオジウム同位体比低い）に由来する海水なのかを判別することができます。

日本海における魚歯・骨片化石のネオジウム同位体比の分析結果から、1000–850万年前と450万年前に日本海と太平洋を繋ぐ海峡からの太平洋水の流入が減少していたことが分かりました（図3）。特に、450万年前には、日本海のネオジウム同位体比が14万年間で大きく減少しており、高いネオジウム同位体比をもつ太平洋水の流入が大きく減少したことが分かりました。これは、太平洋の海水が、日本海に流入しにくくなったということです。450万年前後は、ちょうど太平洋プレートの運動が活発でそれに伴う造山運動も盛んな時期にあたり、東北日本でも造山運動が活発だった時期にあたります。そのため、東北日本の隆起により、太平洋と日本海を繋いでいた海峡が14万年程度の期間で浅海化・縮小したことが、日本海と太平洋間の海水交換を減少させた原因と考えられました。このことは、この時期に日本海が太平洋と分離したことを意味します。本研究は、日本海の海底堆積物記録に基づき、地球化学的なデータから高い時間解像度で日本海の閉鎖史を鮮明に描けた初めての研究になります。

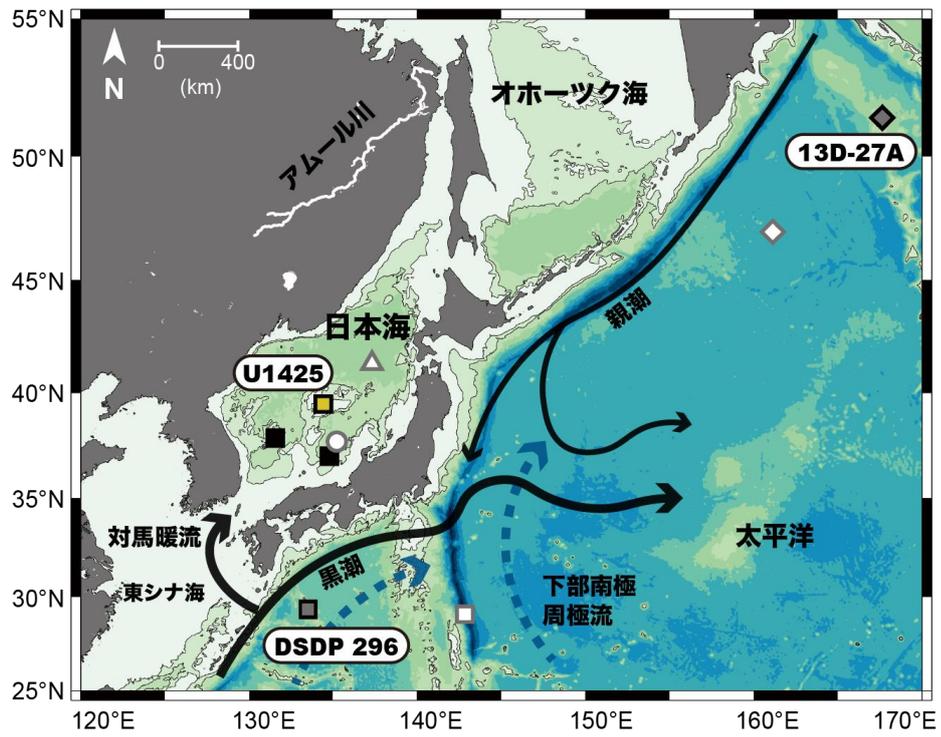


図1 U1425 地点 (黄色四角) で採取された海底堆積物試料のネオジウム同位体比を分析した

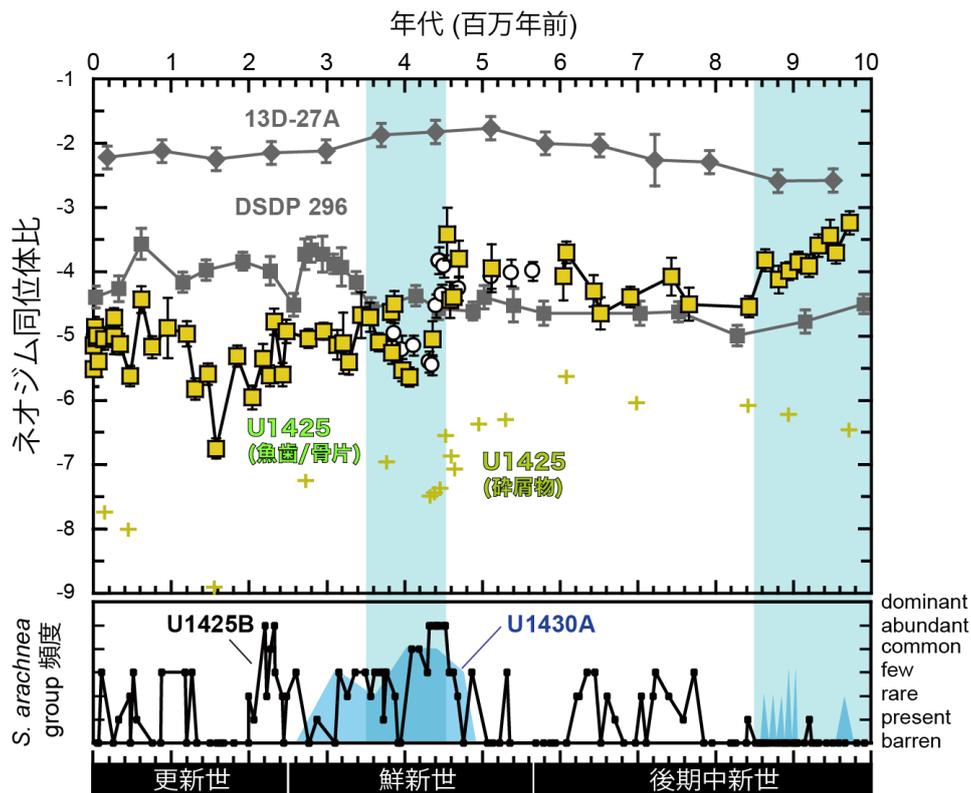


図2 U1425 試料の魚歯/骨片のネオジウム同位体比 (黄色四角)。北西太平洋域のネオジウム同位体比 (13D-27A) と西赤道太平洋域のネオジウム同位体比 (DSDP296) も併せてプロットした。 *S. arachnea* group は、北西部北太平洋やオホーツク海の中層水に産出する放散虫で、日本海の海水ネオジウム同位体比に大きな変化が見られる 450 万年前後に、*S. arachnea* group も多産している。これは、オホーツク海中層から日本海に海水流入があったことを示唆する。

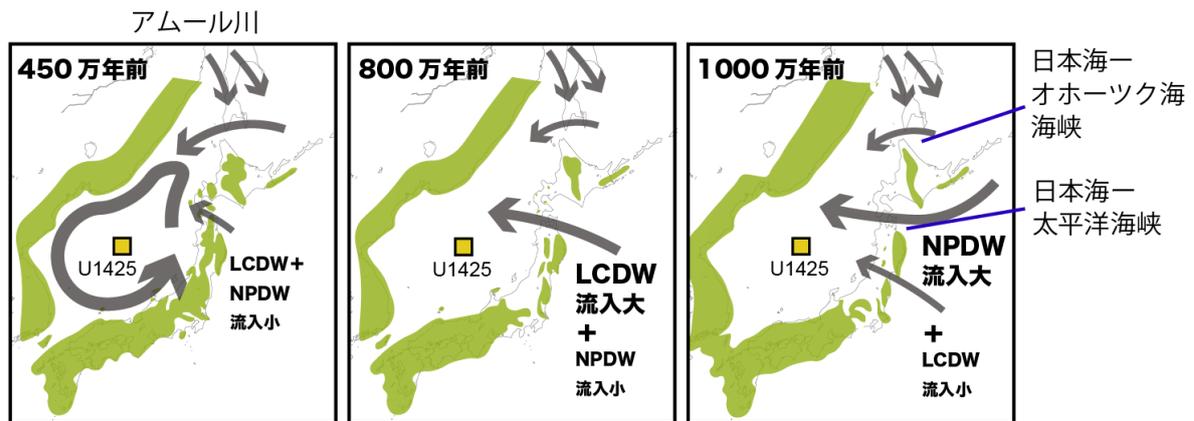


図3 ネオジム同位体比データから推定した過去1000万年前、800万年前、450万年前の日本海周辺の海流図。緑色は陸域。LCDWは下部南極周極流、NPDWは北太平洋深層水

【発表論文】

雑誌名：Geology

論文タイトル：Late Miocene–mid-Pliocene tectonically induced formation of the semi-closed Japan Sea, inferred from seawater Nd isotopes

著者：Yukiko Kozaka<sup>1</sup>, Keiji Horikawa<sup>2\*</sup>, Yoshihiro Asahara<sup>3</sup>, Hiroshi Amakawa<sup>4</sup>, and Yusuke Okazaki<sup>5</sup> \*責任著者：堀川恵司

DOI番号：<https://doi.org/10.1130/G45033.1>

著者所属

- 1 富山大学大学院理工学教育部
- 2 富山大学大学院理工学研究部（理学）
- 3 名古屋大学環境学研究科
- 4 海洋研究開発機構（JAMSTEC）
- 5 九州大学理学部