

PRESS RELEASE (2024/12/02)

最終氷期（2万年前）の日本海水温復元に成功 ～2万年前の福井沖の年平均水温は約5℃と現在のオホーツク海並み～

ポイント

- ① 日本海の水温は日本海側の冬季豪雪など日本列島の気候に大きな影響を及ぼしますが、最終氷期（2万年前）の日本海水温は復元できていませんでした。
- ② 微小なプランクトン化石群集を用いた新しい水温指標を確立し、最終氷期（2万年前）の日本海水温復元に成功しました。
- ③ 日本海の長期水温復元記録は、日本列島の風土が最終氷期からどのように移り変わって現在へ至ったのかを知るための重要な情報となります。

概要

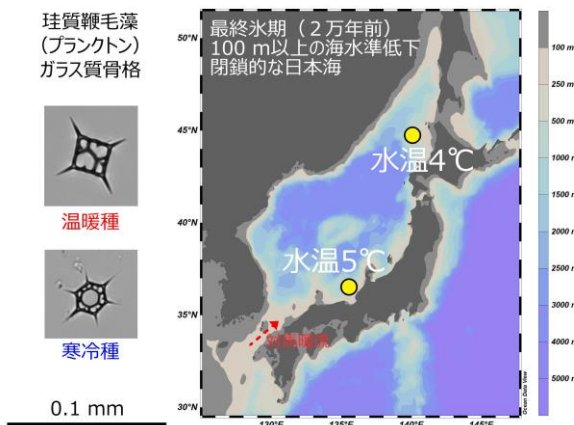
水深の浅い海峡で他海域とつながる日本海は、海面が100 m以上低下した最終氷期（2万年前）に対馬暖流※1が流入できなくなり低塩分環境が進みました。過去の海水温復元に使用される既存の古水温指標が低塩分環境で使えないため、最終氷期の日本海水温が何℃だったのかわかっていませんでした。

本研究では、新たに確立した水温指標を用いて過去2万年間の日本海における年平均水温変化を復元し、最終氷期の水温が北海道西方で約4℃（現在10℃）・福井沖で約5℃（現在18℃）と、現在のオホーツク海並みであったことを明らかにしました。

九州大学大学院理学研究院の岡崎裕典教授、理学府修士課程（研究当時）の谷崎恭平氏、西園史彬氏、江頭一騎氏、友川明日香氏、国立研究開発法人海洋研究開発機構の小野寺丈尚太郎主任研究員、金沢大学の佐川拓也准教授、富山大学の堀川恵司教授、国立研究開発法人産業技術総合研究所の池原研首席研究員の研究グループは、ガラス質の骨格をつくる珪質鞭毛藻※2というプランクトンに注目し、現在の北太平洋に生息する珪質鞭毛藻種の分布と水温の関係を、日本海の北海道西方と福井沖で採取した海洋コア試料※3中の珪質鞭毛藻群集に当てはめることで、過去2万年間の水温変動を復元しました。

日本海の水温は、日本海側の降水・降雪をはじめとした日本列島の気候に重要な役割を果たしています。今回の研究成果は、私たちが暮らす日本列島の気候や自然が過去2万年間にどのような移り変わりを経て現在へ至ったのかを知るための基礎的な情報の一つとなるものです。

本研究成果は、日本地球惑星科学連合のProgress in Earth and Planetary Science誌に、2024年12月5日（木）（日本時間）に掲載されました。

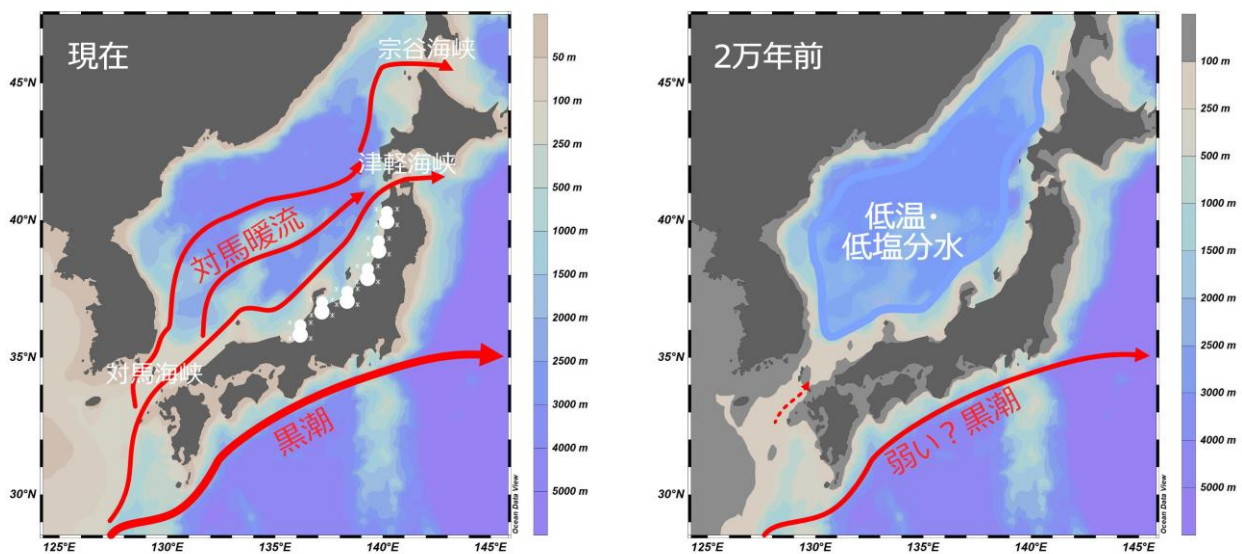


岡崎教授からひとこと：

観測記録が存在しない有史以前の気候変動は、天然の試料に残された断片的な記録から復元されます。私たちは海底堆積物に含まれる0.1ミリメートルほどの小さな化石を使って長期気候変動の解読を進めています。

【研究の背景と経緯】

日本海は、水深が 130 m より浅い 4 つの海峡（間宮海峡・宗谷海峡・津軽海峡・対馬海峡）で周囲の海域とつながっています。暖流の黒潮が分岐した対馬暖流が、東シナ海から対馬海峡を通じて日本海へ流入し、津軽海峡と宗谷海峡から流出しています。対馬暖流は日本海へ熱と塩分を供給し、日本列島を暖めるとともに、冬季には日本海から蒸発した水蒸気が降雪をもたらすなど、日本列島の気候に重要な役割を果たしています。北アメリカ大陸やユーラシア大陸北部に巨大な氷床が発達した最終氷期（7 万年前から 1 万 5 千年前）の海水準の低下により日本海は閉鎖的になりました。大陸氷床量が最大となった 2 万年前には 100 m 以上の海面低下によって対馬暖流が日本海へ流入できなくなり、日本海表層を低塩分水が覆いました。このため、特に日本海側が寒冷化し、降水・降雪量が減少するとともに、密度の低い低塩分水が日本海表層にフタをすることで日本海底層は酸欠になり生態系に大きな影響を与えました（参考図 1）。このように 2 万年前の日本海が経験した気候と生態系の激変とその後の回復を理解することは、私たちが暮らす日本列島の風土を理解する上で重要です。しかし 2 万年前の日本海水温が何°C だったかという問いには答えられていませんでした。それは、水温復元に広く利用されている地球化学的手法による古水温指標が、低塩分環境ではうまく機能しないためです。



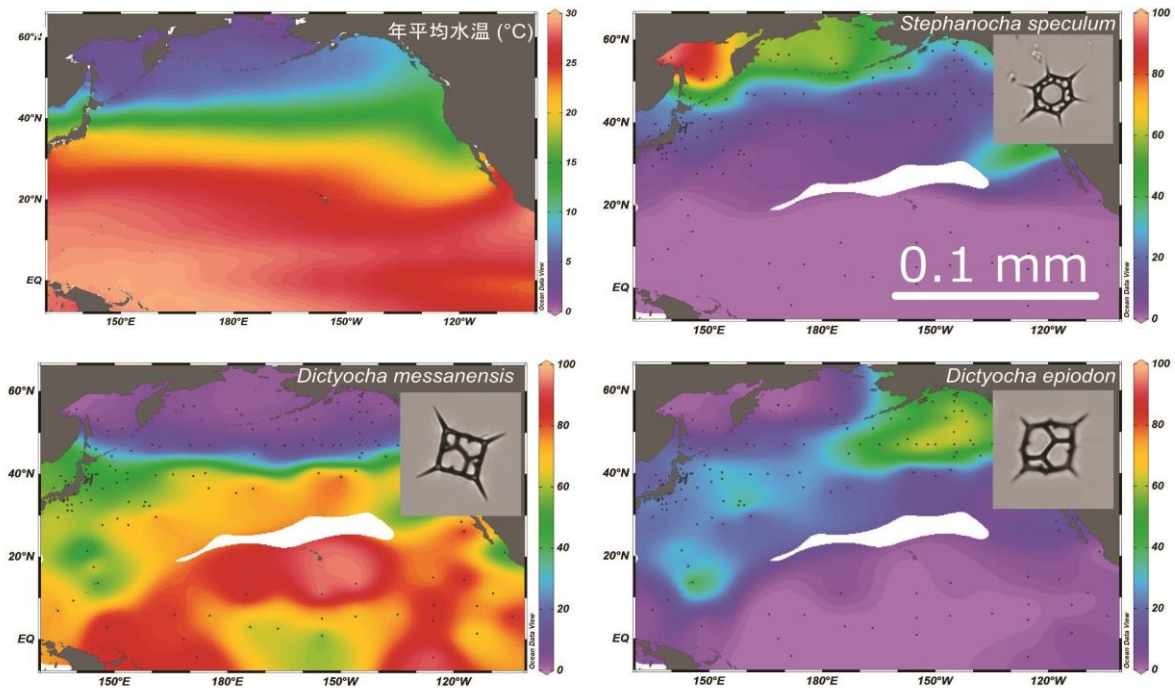
参考図 1. 現在と 2 万年前の日本海の状況

現在は黒潮から分岐した対馬暖流が日本海に暖かく高塩分の海水を供給していますが、海水準低下により対馬暖流が流入できなかった 2 万年前は低温・低塩分の表層水が日本海を覆っていました。

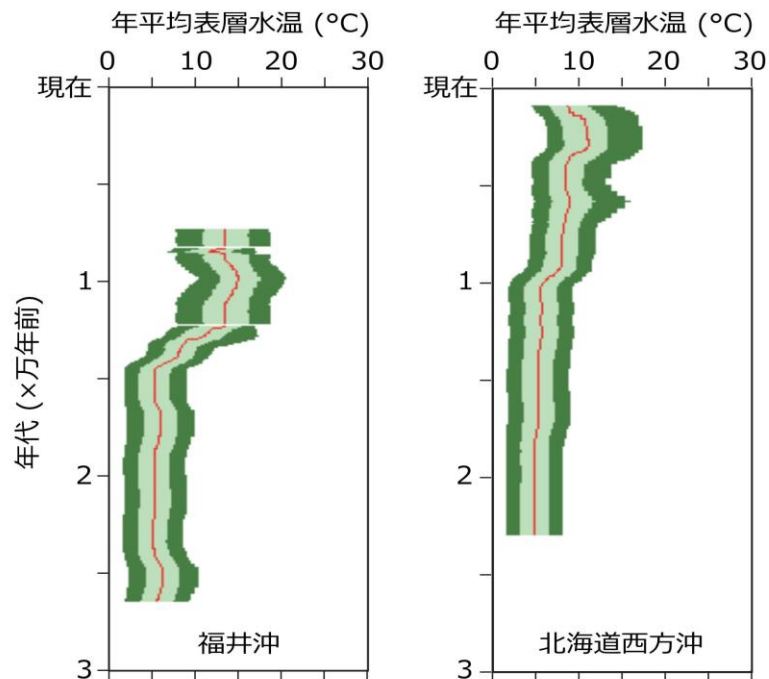
【研究の内容と成果】

本研究では、珪質鞭毛藻という海洋表層に生息するプランクトンに注目しました。珪質鞭毛藻がつくる 0.05 mm ほどの大きさのガラス質の骨格は、海底堆積物中に保存されます。北太平洋全域から採取された合計 195 試料の海底表層堆積物試料中の珪質鞭毛藻群集組成を調べたところ、水温に対応して種ごとに明瞭な地理分布をしていることがわかりました（参考図 2）。そこで、各海底表層堆積物試料の採取点における海表面水温と珪質鞭毛藻群集組成の関係（表層データセット）を作成しました。その上で日本海の北海道西方沖と福井沖の海底で採取した海洋コア試料から、過去 2 万年間の珪質鞭毛藻群集組成の時系列変化（化石データセット）を調べ、表層データセットで得られた水温との関係を化石データセットに適用することで、日本海の北海道西方沖と福井沖における過去 2 万年間の水温変化の復元に成功しました。これらは、立命館大学の中川毅教授が開発したソフトウェア Polygon を用いた花粉群集組成から過去の気温変化を復元する手法を、珪質鞭毛藻群集に応用したものです。その結果、2 万年前の日本海における年平均水温が、北海道西方で約 4°C（現在 10°C）・福井沖で約 5°C（現在 18°C）と、現在のオホーツク海並みであったことが初めてわかりました（参考図 3）。最終氷期

後の海水準上昇に伴う日本海への対馬暖流流入開始時期は、通説では1万年前～8千年前とされてきました。本研究による水温上昇開始時期は、北海道西方沖で1万年前・福井沖で1万4千年前と、日本海南部で数千年早かったことがわかりました。このことは、流入開始から数千年間、対馬暖流は日本列島に沿って流れていたことを示唆します。



参考図 2. (左上) 現在の北太平洋表層水の年平均水温 (右上・左下・右下) 北太平洋における主要珪質鞭毛藻種の分布 (産出頻度, %)



参考図 3. (左) 福井沖および (右) 北海道西方沖における過去 2 万年間の水温復元結果 (表層水の年平均水温)

現在の水温 (福井沖: 18°C、北海道西方沖: 10°C) と比べ、2 万年前の水温は福井沖で 5°C、北海道沖で 4°C と顕著に低く、現在のオホーツク海並みでした。グラフ中の赤線は水温の最良推定値、薄い緑と濃い緑はそれぞれ 68% と 95% 信頼区間を示します。

【今後の展開】

対馬暖流の流路に沿った海域で採取した海洋コア試料中の珪質鞭毛藻群集組成データを増やすことで、過去2万年間の日本海における水温分布と対馬暖流の時空間変化を復元していきます。福井県には、水月湖の年縞堆積物による高解像度の陸上古気候記録と、縄文時代草創期から前期の人間活動や古環境変遷に関する多くの研究成果が報告されている鳥浜貝塚遺跡の考古資料があります。これらの陸上の記録と日本海の水温変動記録を比較することで、日本列島日本海側の自然史と人類史における日本海への対馬暖流の役割が明らかになっていくことが期待されます。

【用語解説】

(※1) 対馬暖流

東シナ海で黒潮から分岐し、対馬海峡を通じて日本海へ流入する暖流。

(※2) 珪質鞭毛藻

海洋に生息する植物プランクトンで、ケイ酸質の内骨格を形成する。

(※3) 海洋コア試料

金属パイプを海底に突き刺して採取した柱状の海底堆積物試料。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費（JP15K13585, JP15H02143, JP16H04832, JP21K12222, JP23H03536）の助成を受けたものです。

【論文情報】

掲載誌：Progress in Earth and Planetary Science

タイトル：Silicoflagellate assemblages in the North Pacific surface sediments: an application of the modern analog method to reconstruct the glacial sea surface temperature in the Japan Sea

著者名：Yusuke Okazaki, Jonaotaro Onodera, Kyohei Tanizaki, Fumiaki Nishizono, Kazuki Egashira, Asuka Tomokawa, Takuya Sagawa, Keiji Horikawa, Ken Ikehara

D O I : 10.1186/s40645-024-00661-8

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 理学研究院 教授 岡崎裕典（オカザキ ユウスケ）

（兼 アジア埋蔵文化財研究センター）

TEL：092-802-4242

Mail：okazaki.yusuke.886@m.kyushu-u.ac.jp

海洋研究開発機構 地球環境部門 主任研究員 小野寺丈尚太郎（オノデラ ジョウナオタロウ）

TEL：046-867-9507

Mail：onoderaj@jamstec.go.jp

金沢大学理工研究域地球社会基盤学系 准教授 佐川拓也（サガワ タクヤ）

TEL：076-264-6524

Mail：tsagawa@staff.kanazawa-u.ac.jp

富山大学 学術研究部理学系 教授 堀川恵司（ホリカワ ケイジ）

TEL：076-445-6668

Mail：horikawa@sci.u-toyama.ac.jp

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

地質情報研究部門 首席研究員 池原 研（イケハラ ケン）

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL：092-802-2130 FAX：092-802-2139

Mail：koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

海洋研究開発機構 海洋科学技術戦略部報道室

TEL：045-778-5690

Mail：press@jamstec.go.jp

金沢大学理工系事務部総務課総務係

TEL：076-264-6957

Mail：s-somu@adm.kanazawa-u.ac.jp

富山大学 総務部総務課広報・基金室

TEL：076-445-6028 FAX：076-445-6063

Mail：kouhou@u-toyama.ac.jp

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

ブランディング・広報部 報道室

TEL：029-862-6216 FAX：029-844-8028

Mail：hodo-ml@aist.go.jp