PRESS RELEASE（2026/11/23）

# 北太平洋への酸素供給は海洋大循環によって変動する

## 大西洋-太平洋間のシーソーが左右する貧酸素海域の規模

**ポイント**

① 地球温暖化の進行に伴い、海水の貧酸素化が進み生物活動に影響が生じる「酸素極小層」（※1)の拡大が懸念されている。

② 過去 55,000 年間にわたる北太平洋における「酸素極小層」の拡大・縮小の歴史を海底堆積物記録から解明。

③ 北太平洋の貧酸素化が招く生態系や水産資源への影響の将来予測に資する。

**概要**


海水中の酸素濃度が低い「酸素極小層」が、北太平洋の水深 200 m から 1000 m にかけて広く分布しています。地球温暖化の進行に伴って酸素極小層が拡大する貧酸素化によって、生態系や漁業へ影響が出ることが懸念されています。しかし、海洋貧酸素化が将来どこまで拡大するかよくわかっていません。

本研究では過去 55,000 年間にわたる北太平洋における酸素極小層の拡大・縮小の歴史を海底堆積物記録から解明しました。

九州大学大学院理学研究院の Martin Tetard JSPS 外国人特別研究員（現ニュージーランド GNS Science 研究員）および岡崎裕典教授らの研究グループは、北太平洋で採取された海底堆積物試料中の底生有孔虫(※2)の群集組成変動から過去 55,000 年間の海洋酸素濃度の時空間変動を明らかにしました。また、地球システムモデルを用いたシミュレーションによる北太平洋の酸素極小層変動は、千年スケールの大西洋の海洋循環が活発な温暖期に拡大し、弱化した寒冷期に縮小することを示しました。今回の発見は地球温暖化に伴う海洋貧酸素化が、水温上昇だけでなく地球規模の海洋大循環のモードに大きな影響を受けることを示すものです。

本研究成果は英国の雑誌「Nature Geoscience」に 2026 年 11 月 23 日（月）午後 7 時（日本時間）に掲載されました。

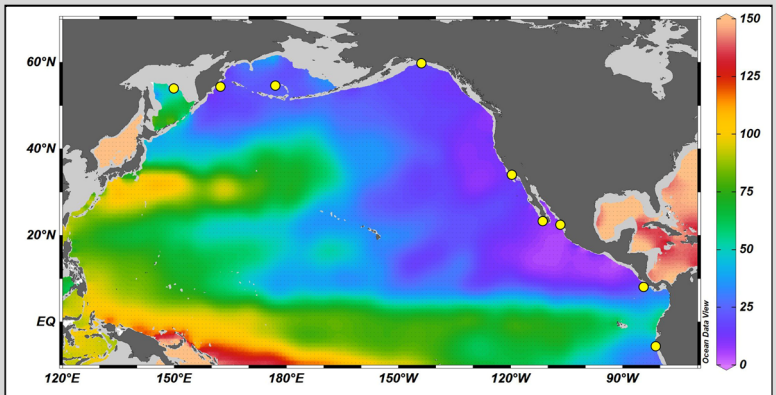




図. 北太平洋水深 800 m の酸素量（$\mu$mol kg$^{-1}$）。
黄点は海底堆積物試料の採取海域

**研究者からひとこと：**

海水は膨大な熱や塩、そして酸素や二酸化炭素などの物質を運んでいます。海水の流れが変わると、スイッチが切り替わるように気候の状態が別のモードへ移行することが知られています。本研究では海洋大循環のモード変化が、北太平洋の酸素量を大きく変化させたことを示しました。

（岡崎裕典）

【研究の背景と経緯】

海水中に溶けている酸素は、海洋生物にとって生命維持に不可欠です。もし海水中の酸素が欠乏すると多くの海洋生物が死に、海洋生態系が大きく変化してしまいます。現代の地球温暖化は、海洋の貧酸素化を進行させています。これは、海水温の上昇によって海水中に溶ける酸素の量が減ることと、温度の高い海水が海洋表層を覆うことで海水が混ざりにくくなり、酸素を豊富に含む表層水を下層へ送りこみにくくなる（換気が悪くなる）ためです。北太平洋は地球規模の海洋大循環の終点に位置し、大西洋と比べて古く酸素に乏しい海水が中深層に存在しているため、貧酸素化の影響が世界で最も顕著に現れる海域です。特に北太平洋の水深 200 m から 1000 m の酸素極小層の拡大は、海洋生態系と水産資源の深刻な問題になっています。しかし、将来の酸素極小層の拡大規模と分布がどうなるか、よく制約されていません。そこで私たちは北太平洋の海底堆積物に記録された酸素極小層の拡大縮小の時空間変動を復元し、過去に起こった海洋貧酸素化の規模を調べました。

【研究の内容と成果】

北太平洋高緯度域から北東太平洋北米沖までの酸素極小層が分布する海域で採取された 11 本の海底堆積物コア試料(※3)中の底生有孔虫群集組成を調べ、過去 55,000 年間の時系列記録を得ました。底生有孔虫群集データから酸素量変化に鋭敏に応答する種を抽出し、海底表層堆積物中の底生有孔虫群集組成と現場の酸素量について Tetard が確立した関係式（Tetard et al., 2021）を用いて、酸素極小層の規模を定量的に復元しました。11 本の海底堆積物記録から個別に見積もられた過去 55,000 年間の酸素量変動は、この時代の北半球広域で観測されている千年スケールの気候変動に対応したパターンを示しました。すなわち、温暖期に酸素極小層が拡大した一方、北大西洋を起点とする海洋大循環が弱化した寒冷期に酸素極小層が縮小しました。このことは、大西洋と太平洋における海洋循環の強化・弱化が逆位相で変動し、大西洋の循環が強くなるときに太平洋の循環は弱くなって酸素極小層が拡大し、大西洋の循環が弱くなる時に太平洋の循環が強くなって酸素極小層が縮小する、という大西洋－太平洋間のシーソーの存在を示す結果です。地球システムモデルを用いたシミュレーションによる北太平洋の酸素極小層変動からも大西洋－太平洋間シーソーの存在を裏付ける結果を得ました。

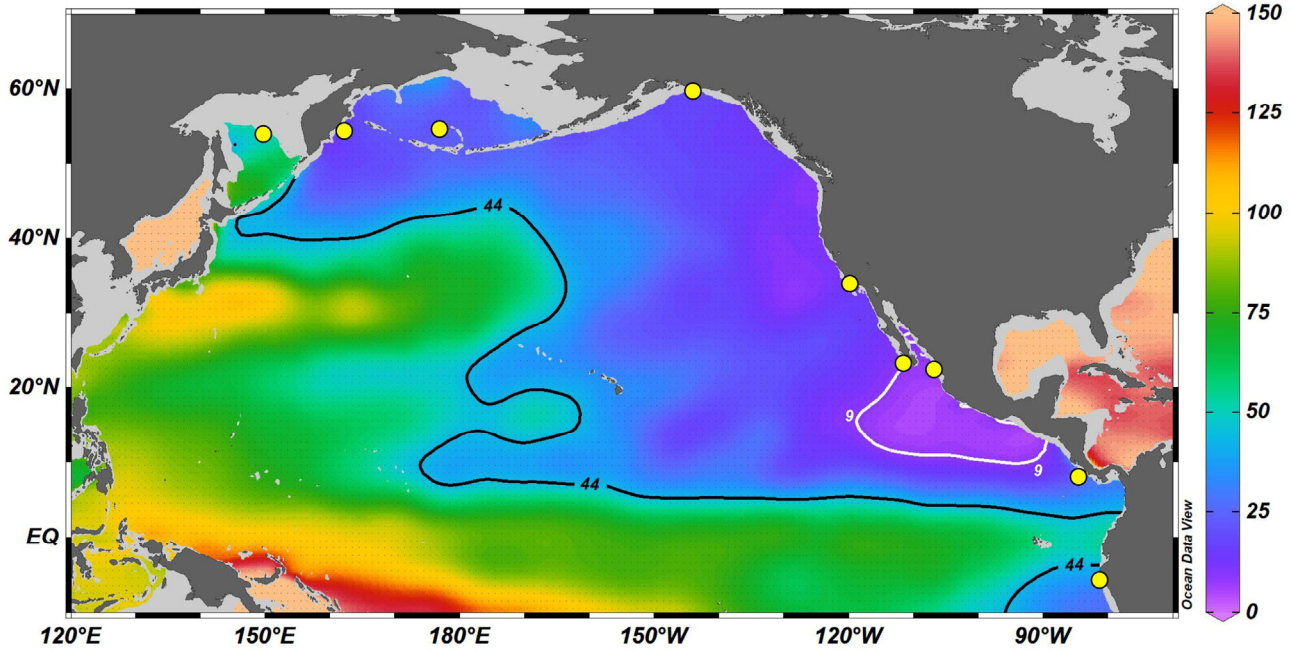



図 1　北太平洋水深 800 m の酸素量（$\mu$mol kg$^{-1}$）。黒線は現在（温暖期・強い大西洋の循環）における酸素極小層（酸素量 1 mL L$^{-1}$ 相当）の分布域を示す。白線は約 17,000 年前（寒冷期・弱い大西洋の循環）における縮小した酸素極小層の分布域を示す。この海域には、現在の海洋における最も発達した酸素極小層（酸素量 0.2 mL L$^{-1}$ 相当）が存在する。黄点は海底堆積物試料の採取海域。

【今後の展開】

現在進行中の地球温暖化により、北大西洋を起点とする海洋大循環の弱化・停滞が危惧されています。今回の私たちの研究が明らかにしたことは、大西洋の循環が強い温暖期の北太平洋における酸素極小層の拡大・大西洋の循環が弱い寒冷期の北太平洋における酸素極小層の縮小です。近未来に発生するであろう大西洋の循環が弱い温暖期という未知の気候条件における酸素極小層の規模・分布を明らかにすることが次の課題です。そのためには、現在より温暖であったとされる、125,000 年前や 400,000 年前の超間氷期を対象に研究を行う必要があります。また、我が国の主要な漁場である下北沖・三陸沖を含む北西太平洋亜寒帯域にも酸素極小層が分布しています。オホーツク海から沈み込む酸素量の多い海水のおかげで北東太平洋と比べて貧酸素化が起こりにくい海域ですが、14,000 年前の温暖化イベント時には、下北沖においても顕著な貧酸素化が起こったことがわかってきました。将来起こる環境変動に対応するための知見を、過去の地球で実際に起こった環境変動の研究が与えてくれます。

【用語解説】

(※1) 酸素極小層

海水中に溶けている酸素量は、大気との交換および光合成により供給されるため海洋表層が最も高くなる。水深が深くなるにつれて酸素が供給されなくなり、有機物の分解に酸素が消費されるため酸素量が減少する。一方で深海には、大西洋から太平洋へと地球規模で海水が流れる途中の南極周辺で沈み込んだ比較的酸素量の多い海水が存在する。このため、北太平洋の水深 200 m から 1000 m の海水の酸素量が最も低くなり、これを酸素極小層と呼ぶ。

(※2) 底生有孔虫

有孔虫は、大きさが 0.1 mm から数 mm の単細胞真核生物（原生生物）で世界の海洋に生息している。有孔虫がつくる炭酸カルシウム殻は微化石として海底堆積物中に保存される。有孔虫のうち海底表面もしくは数 cm ほど潜って生活するものを底生有孔虫と呼ぶ。海底の酸素濃度に鋭敏に応答して群集組成を変動させるため底層の酸素濃度指標として利用されている。

(※3) 海底堆積物コア試料

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 外国人特別研究員奨励費（JP21F20807, JP21F50807）の助成を受けたものです。

【論文情報】

掲載誌：Nature Geoscience

タイトル：Last glacial North Pacific oxygenation due to North Atlantic circulation changes

著者名：Tetard, Martin, Alexandre Pohl, Yusuke Okazaki, Andy Ridgwell, Ekaterina Ovsepyan, and Luc Beaufort

D O I ：10.1038/s41561-026-02122-x

【お問合せ先】

＜研究に関すること＞

九州大学大学院理学研究院　教授　岡崎 裕典（オカザキ ユウスケ）

TEL：092-802-4242

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

＜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

Kyushu University VISION 2030
総合知で社会変革を牽引する大学へ