

部署名・役職などは当時のものを記載しています。

TOPICS①

黄砂が海の生態系を育むって本当？ ～海水中の石英粒子から海洋への黄砂沈着フラックスを推定～

地球環境部門 地球表層システム研究センターでは、現在進行するさまざまな環境変化が海洋生態系に与える影響を調べるため、西部北太平洋亜寒帯域での大気・海洋観測を2005年から行っています。同センターの長島佳菜副主任研究員らは、北海道大学、広島大学、九州大学の研究者と共同で、海洋に沈着する黄砂のフラックスを定量的に評価する分析手法を新たに開発し、海洋への黄砂沈着フラックスとその季節性の解明に成功しました。

西部北太平洋は二酸化炭素吸収能が世界最大級かつ海域別漁獲量が高い海域です。その海洋に沈着した黄砂から溶け出す“鉄”（溶存鉄）の量が、植物プランクトンの光合成によって有機物が生産される海洋の基礎生産に影響を与えるほど多いかを調べるため、黄砂の主要構成鉱物である石英粒子について電子顕微鏡カソードルミネッセンス分析（SEM-CL）を行い、海に沈着する黄砂フラックスを推定しました。その結果、黄砂は海洋中層水に次ぐ溶存鉄の供給源であることが分かりました。さらに黄砂のほかに人為起源エアロゾルによる溶存鉄の供給も加えると、この海域における大気を介した溶存鉄供給量は、全体の鉄供給の4割程度を担っていることが明らかになりました。

我々の暮らしや健康に悪影響を及ぼす黄砂が、海洋においては鉄の供給を通じ、西部北太平洋の海洋生態系を支える重要な役割を果たしていることが量的に裏付けられた結果となりました。

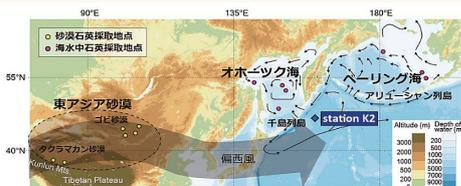


図.西部北太平洋亜寒帯観測点K2および当海域に輸送される石英粒子の供給源候補地
(地理院地図 <https://maps.gsi.go.jp/> を加工して作成)
主な供給源として、タクラマカン砂漠とゴビ砂漠に代表される東アジア砂漠域、オホーツク海、ベーリング海、そしてアリューシャン列島および千島列島の火山が考えられる。

TOPICS②

海底カルデラ内で新亜科に属する新種の 不思議なクラゲを発見 —海底資源開発 の環境影響評価がもたらした成果—

超先鋭研究開発部門のDhugal Lindsay主任研究員らは、新属よりも高次分類群である新亜科として分類される新種新属新亜科のクラゲ「セキジウジクラゲ（新称、学名：*Santjordia pagesi*）」(図)を発見・新種記載しました。

2002年に小笠原諸島に位置する海底カルデラであ

る須美寿カルデラの内側に無人探査機「ハイパードルフィン」で潜航調査を行った際に発見・採集した後は再び会うことがなく、2020年になって無人探査機「KM-ROV」による須美寿カルデラでの調査潜航において、同種と見られる二匹目の個体を観察・採集に成功しました。

形態分類解析及び遺伝子解析を行った結果、近縁である仲間とは特徴が異なり、ミズクラゲ科の仲間であることだけが断定できました。今回、このクラゲは新種のみでなく、新属よりも高次分類群である新亜科として分類し、新種新亜科を定義しました。セキジウジクラゲは様々な海域での調査でも、海底熱水鉱床の存在が知られている小笠原諸島の須美寿カルデラの内側でしか発見されておらず、稀な種であることが言えます。

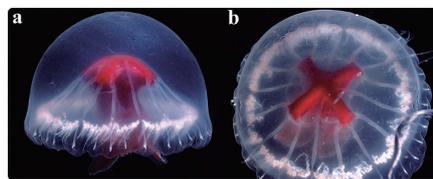


図.新種新属新亜科のクラゲ「セキジウジクラゲ」（採取後に船上水槽で撮影）

TOPICS③

深海底堆積物に大量のマイクロプラス チックを発見 ～行方不明のマイクロ プラスチックは深海に～

地球環境部門 海洋生物環境影響研究センター海洋プラスチック動態研究グループの土屋正史副主任研究員のグループは、相模湾、海溝及び深海平原にかけての、水深855mから9,232mの7地点の深海底において、2019年9月に有人潜水調査船「しんかい6500」及び大深度海底設置型観測システム「FFC 11K」を使った調査を実施し、採取した堆積物柱状試料から堆積物内に大量のマイクロプラスチック（以下、MPs）が集積していることを明らかにしました。

世界では毎年800万トンを超えるプラスチックごみが海洋に流出し続けているとされています。これらのプラスチックごみは、沿岸や海岸などで風化作用によって劣化し、5mm以下のMPsになります。小さくなったMPsは潮汐や海流によって沖合に流され、海底に沈み、最終的に深海底に到達するため、深海底の堆積物がMPsの大きな集積場の一つであると予想されていました。

本研究グループは、採取地点の海底地形やそれらの繋がりや海洋表層のMPsの分布、人口密集地からの距離に着目し、深海堆積物内のMPsを分析して輸送経路を推測しました。その結果、これまで知られている数の2～5,500倍ものMPsが、深海堆積物に存在することがわかりました。MPsの分布密度、大きさや形状、材質の類似性から推測すると、沿岸域では陸域や浅海域から流出したMPsが深海堆積物に蓄積するとともに、頻繁に起きる地震に伴う海底地すべりによって海底付近でMPsが輸送され、さらに相

模トラフに沿って海溝に到達すると考えられます。これに対して、深海平原はその直上にある黒潮続流再循環域に生じる渦にプラスチックごみやMPsが集積し、そこから海底に直接沈降している可能性が高いことが推測されました。

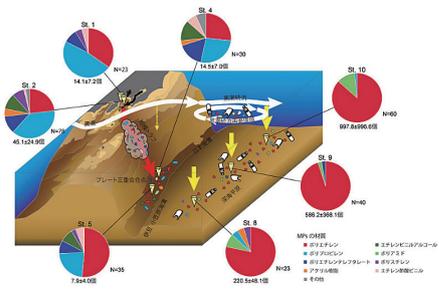


図.マイクロプラスチックの輸送経路の模式図
相模湾と海溝はMPsの類似性があり、さらに東京湾や相模川で見られる材質とも類似していることから、相模川や東京湾から流出したMPs（黒矢印）は相模湾海底に溜まるとともに、より浅い海域からも相模湾の湾中央部に溜まる。それが海底地すべりなどの影響により海溝にもたらされる（赤矢印）。海溝でも表層からの沈降は起こり得るが、黒潮流軸に近い表層のMPsは押し流されてしまい、その影響は少ない（黄色点線矢印）と考えられる。深海平原では海洋表層に発達する渦の影響によりプラスチックごみが集積し、大きなプラスチックごみと同様にMPsも直接沈降している（黄色矢印）と推測できる。

TOPICS④

北極域研究船の船名決定について

現在建造中の北極域研究船（以下「本船」）の船名を「みらいⅡ（ツー）」に決定いたしました。船名は、一般公募の結果や外部有識者のご意見を参考に検討した結果、本船が、JAMSTECが現在運用する海洋地球研究船「みらい」から北極域を含む調査・観測活動を引き継ぐ予定であること、これまで「みらい」で培われた海洋地球観測に係る国際的な貢献・認知度からの継続性、さらには、本船が、北極域、ひいては地球環境全体の「未来」への貢献を目指すことから決定したものです。「Ⅱ」によって、国際プラットフォームといった新たなコンセプトや砕氷能力などを持つ本船と区別しています。北極域研究船の船名を「みらいⅡ」に決定することに加え、今回、多数ご応募いただいた「しろくま」を本船に搭載する作業艇の名称といたします。また、同じく多数ご応募いただいた「ほくと」から連想される北斗七星を、今後本船のロゴマークデザインに取り入れるなど、皆様からいただいた船名公募の結果を最大限活用させていただきます。



完成イメージ

【主要目等概観】

●主要目	
全長	128メートル
幅	23メートル
喫水	8メートル
国際総トン数	13,000トン
砕氷能力	平均1年氷1.2mを3.0ktの船速で連続砕氷可能
耐氷能力	ポーラークラス4
主推進機	ディーゼル 約5,600kW 3基 デュアルフェューエルディーゼル(DFD) 約2,600kW 1基
推進機	可変ピッチプロペラ
乗員	97名（乗組員34名／研究者等63名）
竣工（予定）	2026年秋頃

※国際船級協会連合（IACS）が定める氷海における船の耐氷能力を証明する統一規則。ポーラークラス4は、「多年氷が一部混在する厚い一年氷がある海域を過年航行可能」と定義。

●設計コンセプト

- ・ 大気・気象・海洋・海水などに関する様々な観測が可能となる機器・設備の搭載
- ・ 必要十分な砕氷・耐氷性能（「ポーラークラス4」と通常海域を含む航行性能を両立するための船型）
- ・ 氷海域における安全かつ効率的な航行を支える先進的なシステムの搭載
- ・ デュアルフェューエル機関の採用による環境負荷低減、低燃費の工夫
- ・ 充実したラジオベース、優れたネットワーク等の世界レベルの研究環境の整備
- ・ 十分な点検機能と効率的な推進システム
- ・ ROV、AUV等の無人探査機等の運用
- ・ 安全確保、海水等観測用のヘリコプターの運用機能
- ・ 国際研究プラットフォームとして、ユニバーサルな居住環境（全個室など）の整備
- ・ 豪雨等による自然災害発生時の被災地支援対応

TOPICS⑤

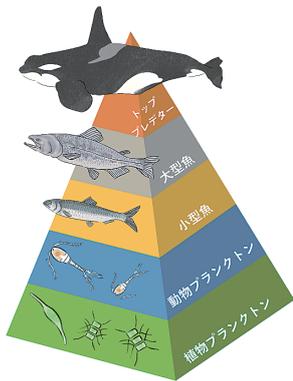
生物多様性と食物網構造をつなぐ新指標を発見 —iTPによる革新的な生態系観測にむけて—

海洋機能利用部門 生物地球化学センターの石川尚人副主任研究員らは、人間活動の影響で減少し続ける生物多様性と、複雑な食物網構造との関係が、統合的栄養位置（integrated Trophic Position: iTP）という、シンプルな指標によって明らかにできることを発見しました。

持続可能な地球生態系を設計するためには、生物多様性と食物網（誰が誰に食べられるかをつないだネットワーク）との関係を明らかにすることが必要不可欠です。JAMSTECは、アミノ酸の窒素同位体比を用いて生物の栄養位置（Trophic Position: TP）を推定する手法を開発し、様々な成果を上げてきました。しかし、生物多様性と食物網を統合的にとらえることは難しく、これまで適切な指標はありませんでした。

そこで本研究では、近年我々が提唱した統合的栄養位置（iTP）をその指標とすることが可能かどうか、世界中の海洋・陸水生態系の解析から検討しました。その結果、動物プランクトンなどの一次消費者から、シャチのようなトッププレデターまで、食物連鎖を通じて生物の量（バイオマス）は目減りしていくことがわかりました。この減り方が急峻な場合、食物連鎖の縦方向の多様性（Dv）とiTPは低い値を示し、生態ピラミッドは横長の「富士山」のような形になりました。一方、減り方が緩やかな場合、DvとiTPは高い値を示し、生態ピラミッドは縦長の「東京タワー」のような形になりました。

本研究から、iTPが生物多様性と食物網構造をつなぐ新指標となることが示されました。（iTPはアミノ酸の窒素同位体比から推定できることがすでにわかっています。今後、iTPを用いた革新的な観測から、いろいろな生態系でピラミッドの効率性や安定性を明らかにできると考えられます。そこから得られる成果は、食糧生産・水産資源・エネルギーといった諸問題に対して、きわめて重要な示唆を与えるものと期待されます。



(参考図) 食物連鎖を通じた生物の量 (バイオマス) 分布のイメージ図。「生態ピラミッド」と呼ばれる。

山越え気流によって気温が上昇していたことも示されました。

TOPICS⑦

令和6年能登半島地震に伴う学術研究船「白鳳丸」緊急調査航海の実施について

海洋研究開発機構 (以下「JAMSTEC」という)、東京大学地震研究所、北海道大学大学院理学研究院、東北大学大学院理学研究科、千葉大学大学院理学研究院、東京海洋大学海洋資源エネルギー学部、東海大学海洋学部、京都大学防災研究所、兵庫県立大学大学院理学研究科、鹿児島大学大学院理学研究科からなる研究チームは、令和6年1月1日に発生した令和6年能登半島地震を踏まえ、JAMSTECが所有する学術研究船「白鳳丸」(写真)を用いて、活発な地震活動が継続している震源域周辺海域で海底地形調査などの航走観測並びに海底地震計(OBS: Ocean Bottom Seismograph) 30台程度及び海底電位磁力計(OBEM: Ocean Bottom Electromagnetometer) 2台程度の観測機器の設置(図)を主とする緊急調査航海を下記の日程・海域で実施いたしました。

本航海で設置する観測機器は、一部を除き約1か月後に回収し、得られるデータを詳細に解析することで、今回の地震を起こした地震断層の実態や地震・津波の発生メカニズムを明らかにするとともに、地震活動の推移の把握等を目指します。

- 「白鳳丸」航海日程
令和6年1月16日(火)～1月26日(金)
東京港(晴海ふ頭) 出港・帰港
- 調査海域 能登半島沖周辺(図参照)

※「白鳳丸」による緊急調査航海はその後、第二次令和6年2月19日(月)～3月1日(金)、第三次(共同利用研究航海)令和6年3月4日(月)～3月16日(土)にも実施された。

TOPICS⑥

猛暑発生時の地上高温に対する地球温暖化の寄与を初めて評価—2022年初夏の猛暑に対する温暖化影響には地域差があった—

付加価値情報創生部門 地球情報科学研究センターの伊東瑠衣特任研究員は、東京大学大気海洋研究所の今田由紀子准教授、気象庁気象研究所の川瀬宏明主任研究官とともに、2022年6月下旬から7月初めにかけて日本国内で起きた記録的な高温を対象に、人間活動による地球温暖化の影響を評価するイベントアトリビューション(以下、「EA」という)を実施し、地上気温に対する人為起源の温暖化の影響を初めて明らかにしました。

実験の結果から地上の高温の発生確率に対する温暖化影響には地域差が生じていることがわかりました。そのような地域差が生じた原因には、温暖化による地上の気圧配置の変化によって地上の風向が変化したことが挙げられ、一部地域では山地を超えた

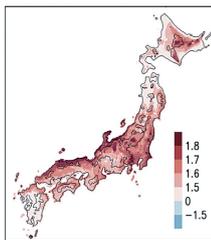


図1. 2022年猛暑事例における地上気温に対する人為起源による温暖化の影響(°C)。再現実験の地上気温から非温暖化実験の地上気温を引いた気温差。黒線は標高600mの等高線。関東平野や日本海側の一部で気温上昇が大きい。(クレジット: R.Ito et al.)

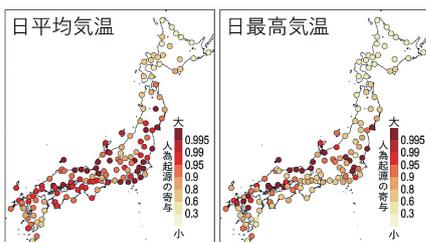
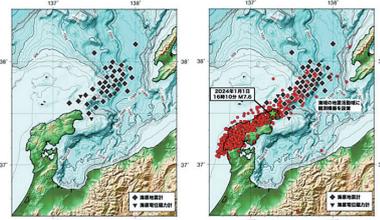


図2. 2022年猛暑事例における各地点の高温発生確率に対する人為起源による温暖化寄与。(左) 日平均気温、(右) 日最高気温。気象官署と特別地域気象観測所でプロットしている。値が大きいほど人為起源による温暖化の寄与が大きいことを意味する。特に関東域や日本海側の一部で大きな寄与が見られた。(クレジット: R.Ito et al.)



(写真) 学術研究船「白鳳丸」



(図) 海底地震計(◆)及び海底電位磁力計(▼)の設置予定位置。★は本震の震源位置、●は気象庁による令和6年1月1日の震源分布。地形データは、日本海洋データセンター及び国土地理院のデータを使用。

TOPICS⑧

海底広域研究船「かいめい」による鳥島周辺海域の緊急調査航海の実施について

海洋研究開発機構は、海底広域研究船「かいめい」を用いて、鳥島周辺海域において緊急調査航海を行いました。

本航海では、令和5年10月2日以降、鳥島近海を震源とした地震活動が活発化したこと、鳥島近海で軽石の漂流が確認されたことを受けて、周辺海域で海底地形調査などの航走観測と、海底地震計(OBS)の設置を主とする観測を実施いたしました。

○ 「かいめい」航海日程

令和5年11月9日(木)～11月28日(火)
東京港出港・JAMSTEC横須賀本部帰港
このうち、鳥島周辺海域調査は11月10日(金)～11月12日(日)に実施

○ 調査海域 鳥島周辺海域(図1参照)

令和5年10月2日以降、鳥島近海(鳥島からの間の鳥島リフト周辺)を震源とした地震活動が活発化し、10月9日までにマグニチュードM6.0以上の地震が4回発生しました(気象庁による)。また、そのうち10月5日に発生したM6.5の地震に伴って、八丈島に0.3mの津波が到達し、10月9日には八丈島に0.6mの津波が到達しました。

今回、地震規模から予想されるよりもはるかに大きな津波が発生したことから、海底における火山活動や地すべり等による津波励起の可能性も指摘されています。こうした状況を踏まえ、JAMSTECでは鳥島～嬬婦岩周辺海域においてマルチビーム音響測深観測を実施し、詳細な海底地形調査を行いました。さらに、詳細な震源把握のため、広帯域海底地震計(BBOBS)及び短周期海底地震計(SPOBS)(図2)の設置を行いました。

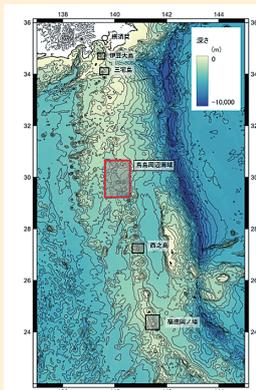


図1 調査海域



広帯域海底地震計(BBOBS)



短周期海底地震計(SPOBS)
図2 設置する地震計



【参考】海底広域研究船「かいめい」

TOPICS⑨

ロックダウンによる人為起源エアロゾル現象が気候に与える影響を全球環境で解明—衛星観測に基づく原料物質の排出量変化から現実的な評価を可能に—

地球環境部門 地球表層システム研究センターの関谷高志研究員、アメリカ航空宇宙局(NASA)ジェット推進研究所(JPL)の宮崎和幸研究員、名古屋大学 須藤健悟教授らの研究チームは、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)パンデミック期の世界的なロックダウンに伴う排出量の減少により、大気中で作られる人為的なエアロゾル粒子量がどの程度変化し、地球の熱エネルギーバランスに影響を与えたかを明らかにしました。

これまでの観測データに基づく研究手法では、人為・自然起源を含むエアロゾル粒子全体の量の変化を評価しており、ロックダウンに伴う人間活動の変容の影響のみを取り出して詳細に評価することは困難でした。本研究チームでは、JAMSTEC及びNASAジェット推進研究所(JPL)で開発されてきた多種類の大気物質を同時に取り扱うことが可能なデータ同化解析システムとヨーロッパ宇宙機関(ESA)による衛星観測データから、人為的なエアロゾルの原料物質の排出量の変化を算出した上で、人為的なエアロゾル量の変化を推定することで、この課題を解決しました。さらに、人為的なエアロゾル量の減少が地球全体の熱エネルギーバランスに与える影響を評価したところ、エアロゾルの日傘効果を弱め、地球に入る正味の熱エネルギーを0.14W/m²増加させることがわかりました。

本研究は、衛星観測から逆算した現実的な排出量変化に基づき、地球規模の人為的なエアロゾルの量と気候への波及効果を評価した初めての例となります。エアロゾルの昇温効果は、この期間のCO₂排出量のわずかな低下がもたらした冷却効果を打ち消すほど大きいことを明らかにしました。気候緩和策によるCO₂削減と同時に進行すると考えられるエアロゾル削減が、打ち消しあう関係にあることは以前から知られていましたが、本研究はその量的な関係を明らかにした研究として重要です。これらの知見は今後の気候変動対策についての貴重な情報となるほか、予測の改善にもつながることが期待できます。

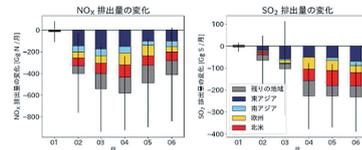


図1 2020年1月～6月のロックダウンによる窒素酸化物(左)と二酸化硫黄(右)の排出量の変化(単位はそれぞれGg N/月、Gg S/月)。ESAによる衛星観測とNASA JPL/JAMSTECで開発したデータ解析システムを組み合わせ推定した結果を示している。

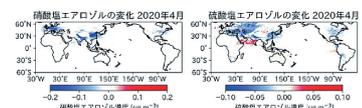


図2 2020年4月のロックダウンによる対流圏大気中の硝酸塩エアロゾル(左)と硫酸塩エアロゾルの平均濃度の変化(単位はμg m⁻³)。硝酸塩と硫酸塩はそれぞれ主に窒素酸化物と二酸化硫黄から大気中の化学反応で生成される。排出量減少の推定値と全球化学気候モデルを組み合わせ推定した結果を示している。

TOPICS⑩

栄養を供給してくれる微生物を自分の細胞内に維持できるメカニズムを解明～深海にすむ貝が何も食べずになぜ生きていける？～

地球環境部門の研究グループは、海洋機能利用部門および超先鋭研究開発部門、北里大学海洋生命科学部、福井大学医学部、北海道大学低温科学研究所、福岡女子大学と共同で、深海のメタン湧水域に生息する二枚貝シンカイヒバリガイ (*Bathymodiolus japonicus*) の細胞内共生系について、宿主動物が持つ細胞内の栄養環境シグナルを統合する制御タンパク質複合体であるmTORC1が、共生細菌の維持と消化を制御することを世界で初めて発見し、そのメカニズムを明らかにしました。

生物多様性保全のため、沖合海洋保護区候補地の重要海域に指定されている深海の熱水域やメタン湧水域には、二枚貝などの動物が生息しています。これらの動物の多くは、体の細胞内で化学合成細菌（共生細菌）と共生関係を結んでおり、共生細菌が作り出した有機物を栄養としてもらって生きています（図）。しかし宿主動物が、共生細菌をどのようにして獲得・維持しているのか、どのようにして共生細菌から栄養を得ているのかについては、これまで不明で、大きな謎でした。

本研究グループでは、シンカイヒバリガイがエラ細胞の食作用によって形成された食胞の中に共生細菌を包み込んでいることを明らかにしました。また、この共生細菌を包む食胞の膜の表面に存在するmTORC1は、共生細菌から提供される有機物を検知して、共生細菌の維持と分解をコントロールしていることも初めて明らかにしました。

本成果は、mTORC1が細胞内共生系において重要な働きをしていることを示す、全く新しい証拠を示すものです。mTORC1は多くの生き物に備わっており、細胞の様々な機能を制御する司令塔の役割をしています。そのため、mTORC1の機能や細胞内共生系の成り立ちや進化を理解する上でも極めて重要な成果です。今後、細胞内共生系の制御におけるmTORC1の役割に焦点を当てて研究することで、動物と微生物の細胞内共生の成立と維持メカニズムについてより詳細に明らかになっていくものと期待されます。

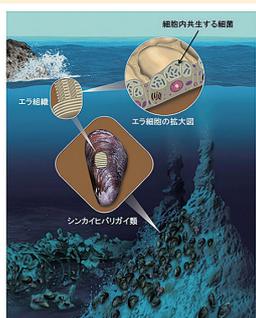


図 シンカイヒバリガイ類の細胞内共生
シンカイヒバリガイ類の多くは、エラ組織の細胞内で化学合成細菌と共生関係を築いている。化学合成細菌は、外部の環境中から取り込まれ共生関係を築くと考えられている（作画：吉原成行）

TOPICS⑪

水面下のプラスチックでも直接検出へー水の干渉を除去したハイパースペクトル画像診断技術の更なる前進ー

地球環境部門 地球表層システム研究センターの朱春茂研究員は、同センター長の金谷有剛上席研究員と共に、差分吸収分光法をハイパースペクトル画像診断技術に組み合わせることで、水中に浸ったプラスチックの検出手法を開発しました。この手法は、水の干渉を除去することにより、海洋プラスチックを直接検出するために必要な重要な要素技術の一つです。

プラスチックの大量消費が進む現代社会において、海洋プラスチックごみの悪影響が深刻化しています。海洋プラスチックごみの分布の現状を把握するために、効率的な検出手法が求められています。これまで我々はハイパースペクトル計測の有効性を示してきましたが、水分はハイパースペクトル画像診断に用いる近赤外光を吸収してしまうため、適用範囲は水分を除去した後のプラスチックサンプルに限られてきました。

本研究では、水面付近になるプラスチックで、水分が付着していたり、または多少水面下に没したりしている状態でも検出できるかどうか、その可能性を評価するために、プラスチック片を深さ2.5mmから15mmまでの水中に浸けて反射率スペクトルを計測する室内実験を行い、スペクトル解析において水の影響を除去する手法を開発し、その有効性を確かめました。さらに、世界のプラスチックごみの72%を占める9種のポリマーにおいて検出に最適な波長範囲を見出しました。

本研究の結果により、これまで困難だった水中プラスチックの直接検出に有効な新たなアプローチが示唆されました。海洋プラスチック汚染の現状を把握するために革新的な計測技術の確立において重要な一歩であり、海洋環境への影響評価に新たな展望が期待できます。

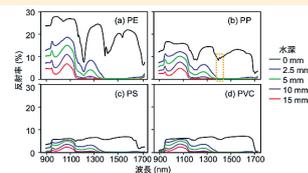


図1 水深を変えた場合のプラスチックの反射率スペクトル。水深が0mm（水の影響がない場合）、2.5m、5mm、10mm、および15mmの条件において、(a)PE、(b)PP、(c)PSおよび(d)PVCの反射率の特徴が水深の増加につれて弱まっていきます。特にPPが1390-1410nmの範囲での反射率の特徴が2.5mの水深においても急に弱まることがわかります（黄色点線の四角）。

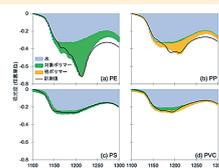


図2. 4種類の主要なプラスチックが水中に存在する場合の吸光度スペクトルについて、プラスチックと水の寄与を分離した結果、水深2.5mの水中における(a)PE、(b)PP、(c)PS、および(d)PVCの吸光度は、対象ポリマー、他の3種のポリマー、および水の寄与から構成されるものとしてカーブフィッティングした結果、1100-1300nmの波長範囲においてPE、PSやPVCに対して水の干渉を除去することに成功しました。