

未来社会デザイン統括本部 &
データ駆動イノベーション推進本部 合同シンポジウム
事例紹介 FS本部 環境・食料ユニット

「地球環境問題への取り組みと九大との連携」

2023年9月4日

○大久保理恵¹, 山本拳¹, 栗間昭宏¹, 磯辺篤彦²

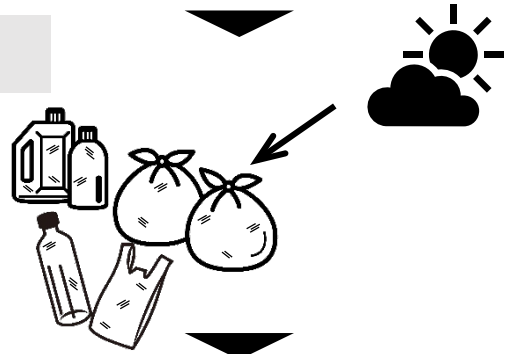
1)旭化成株式会社 基盤技術研究所, 2)九州大学 応用力学研究所

取組みの意義と概要

使用・廃棄



劣化



細片化



放出



課題

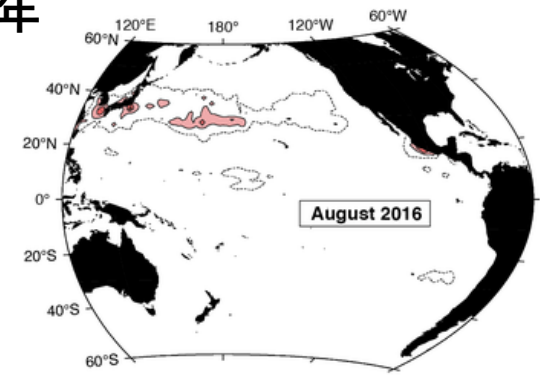
本日の内容

- ①どの要因で
- ②どのくらいの時間で
- ③どのくらいの大きさに プラスチックが細片化するのか？

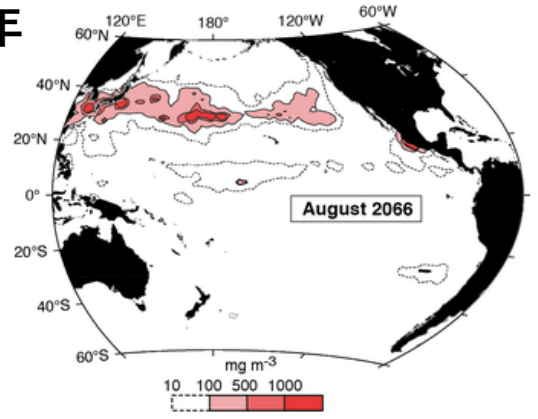
を”科学的見地に基づき”解明するための基礎データを提供する

シミュレーションによる太平洋のマイクロプラスチック浮遊量50年予測¹⁾

2016年



2066年



**詳細な生成メカニズムが明らかになればシミュレーションの精度向上
→MPsへの適切な対処方法を導くための重要な基礎データとなる**

1) Isobe, A., S. Iwasaki, K. Uchida, and T. Tokai "Abundance of non-conservative microplastics in the upper ocean from 1957 to 2066", Nature Communications, 10, 417, 2019.

マイクロプラスチックの年齢推定

2023年5月 九州大学と連名でプレスリリース

AsahiKASEI

企業情報 事業・製品 研究・開発 IR情報 サステナビリティ **ニュース** Creating for Tomorrow 採用 地球 メール 検索

トップ > ニュース > 2023年度 > 海に漂うマイクロプラスチックの年齢を推定する手法を開発

プレスリリース サステナビリティ

海に漂うマイクロプラスチックの年齢を推定する手法を開発

海洋中のマイクロプラスチックの行方を探る手がかりに

2023年5月15日
旭化成株式会社
九州大学

旭化成株式会社(本社:東京都千代田区、社長:工藤 幸四郎、以下「旭化成」と九州大学は、マイクロプラスチックの年齢(屋外で紫外線を浴びた経過時間)を推定する手法を開発しました。旭化成 基盤技術研究所と九州大学応用力学研究所 磯辺篤彦教授のグループは、海洋のマイクロプラスチックが生成されるメカニズムに関する共同研究を2019年から行っています。本手法に基づく調査により、海面近くのマイクロプラスチックが1~3年程度で海底に沈降していくことが示唆されました。なお、本研究成果はエルゼビア社発行の国際学術雑誌であるMarine Pollution Bulletin誌にて、先行発表 (<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114951> □)されています。

MPsの年齢推定手法構築の流れ

モデル
試料

PEフィルム



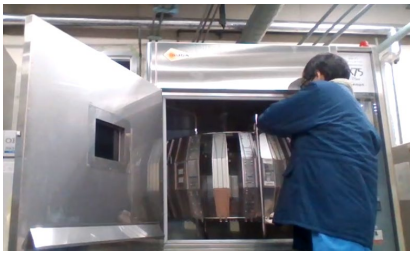
海洋ごみで多い
テイクアウト用
食品包材¹⁾を想定

劣化が均一に生じる

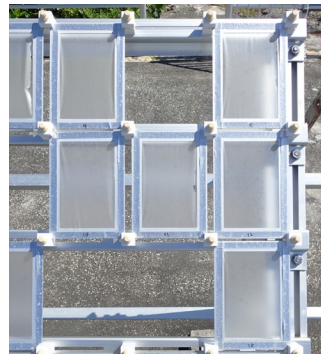
劣化

種々の環境下でのPEフィルムの劣化

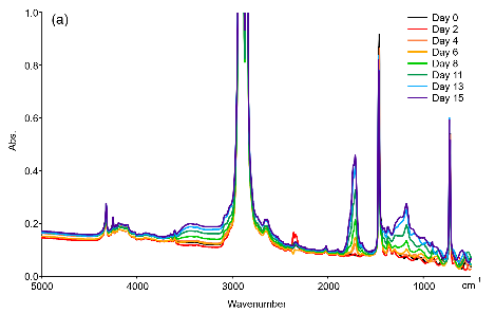
促進耐候試験
屋外暴露試験



@宮古島
静岡県富士市



基礎的な劣化解析



劣化度を支配する要因の探索
+ 関係式を求める

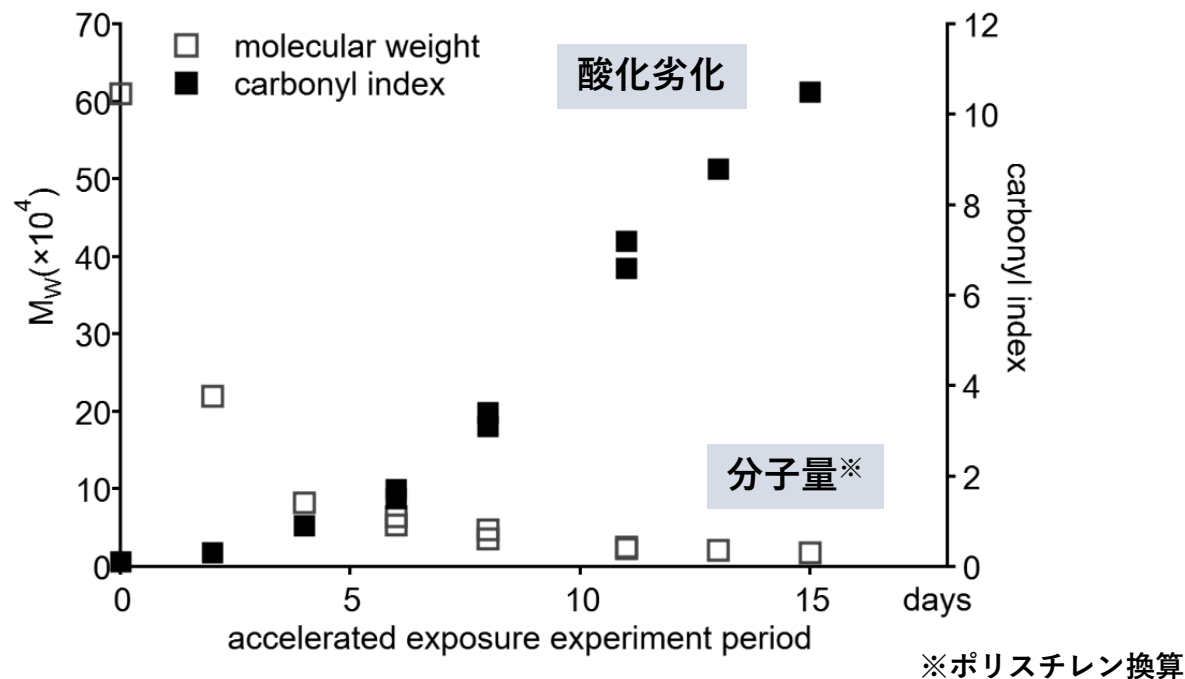
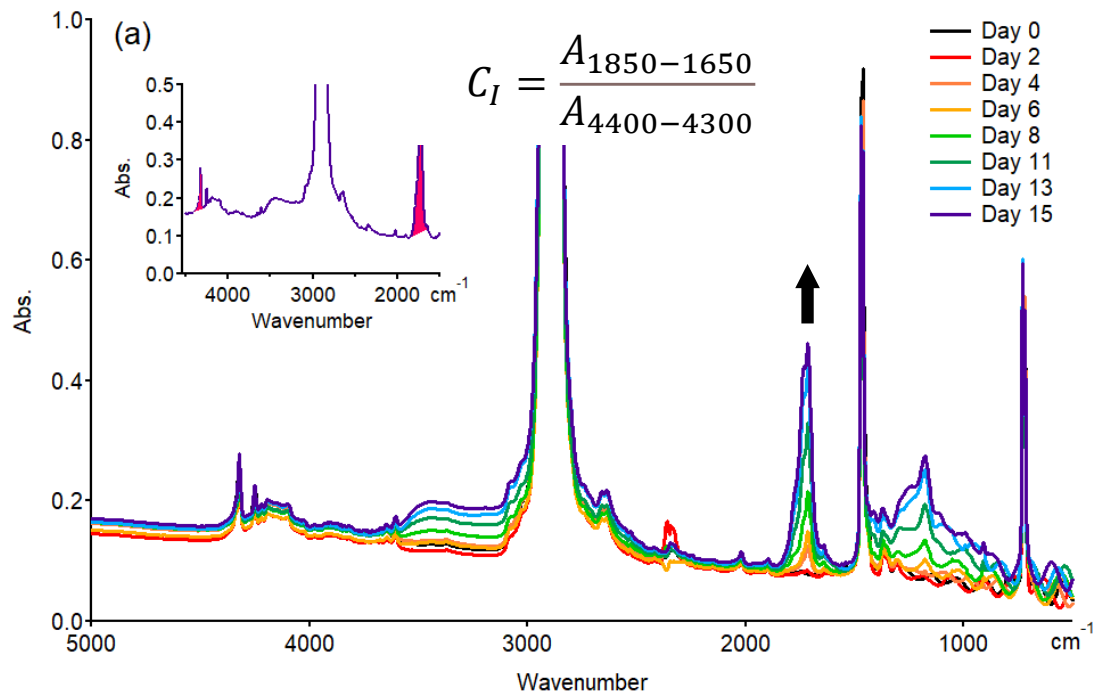
気象データ	結果
日照時間	×
全天日射量	×
紅斑紫外線量	○
劣化温度	○

MPsの劣化度から年齢への
換算・分布解析

1) C. Morales-Caselles *et.al.*, *Nat. Sustain.*, **4**, 484–493 (2021)

劣化度の指標 Carbonyl Index

促進耐候試験で劣化させたPEフィルムのFT-IRスペクトル



CIを指標とする利点

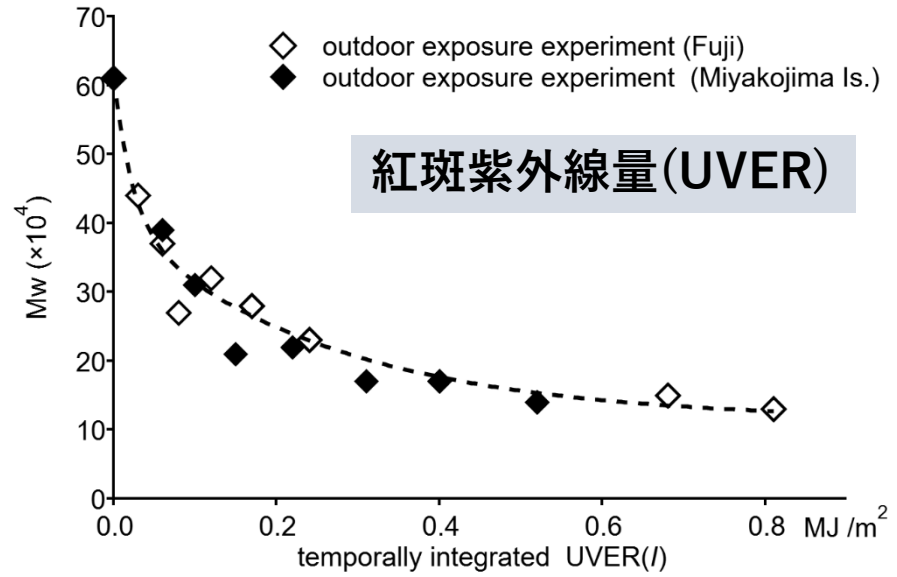
- 劣化の直接の指標である分子量と相関がある
- FT-IRは測定が簡便、初期値がゼロ
(小さく、数が多く、出自が分からないMPsの評価に最適)

Wavenumber cm ⁻¹	Assignment
1710	Carboxylic acid
1720	Ketone, methylketone
1725	Ketone
1745	Ester
1785	Peroxyester
1645	Unsaturated vinyl

PE劣化速度を支配するパラメータ

気象データ	結果
日照時間	×
全天日射量	×
紅斑紫外線量 (UVER)	○
劣化温度	○

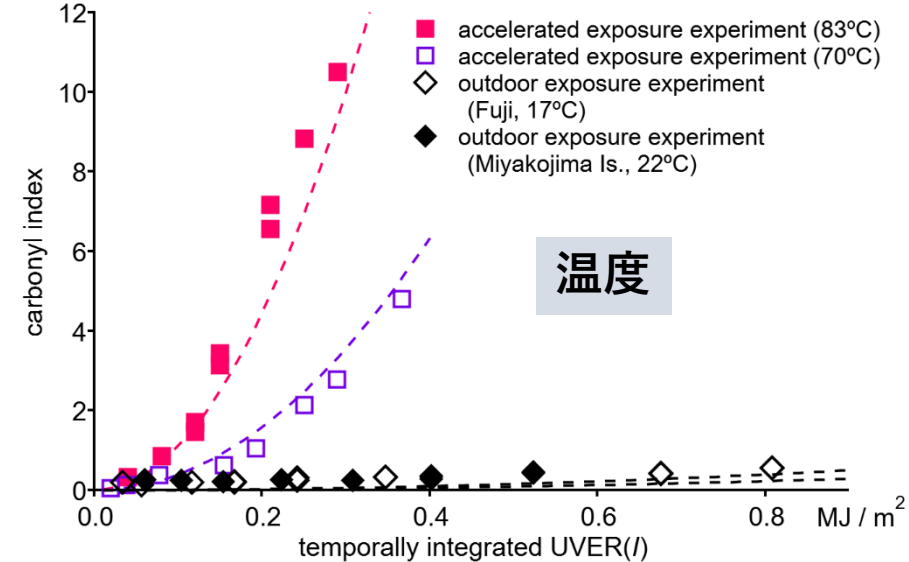
UVER: 紅斑紫外線量
(UltraViolet Erythemat Radiation) [mW/m²]



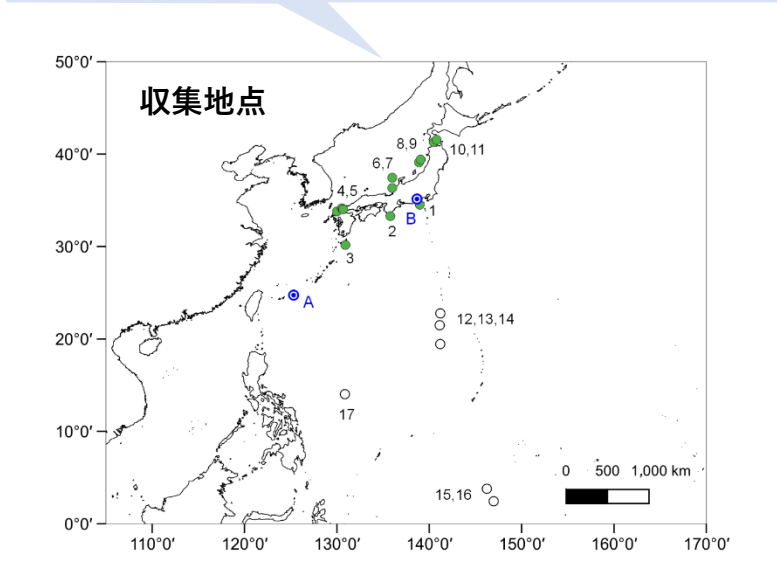
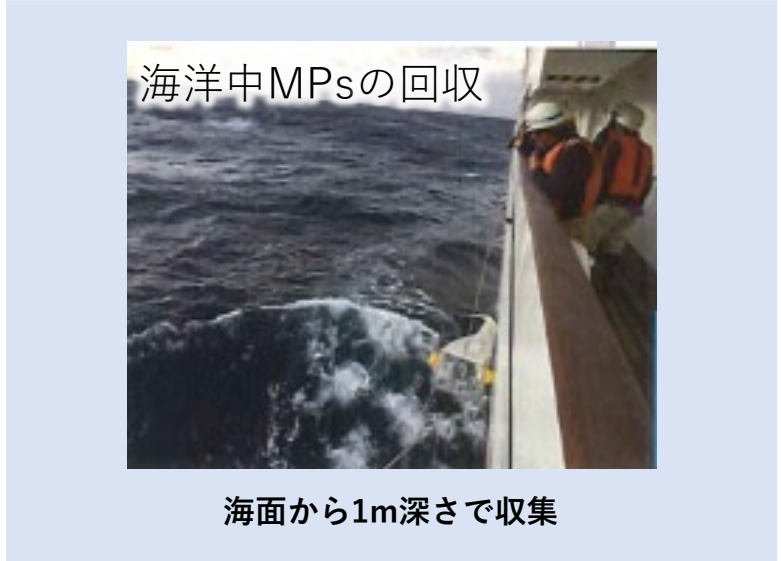
紅斑紫外線量(UVER), 環境温度と
Carbonyl Indexの関係式を求めた



MPsのCarbonyl Indexを求めれば
採取場所の温度・年間の紅斑紫外線量から
暴露時間に換算できる



MPsの分析



FT-IRスペクトル取得位置

プラスチック選別
劣化度解析

日本近海とフィリピン海で回収したMPsのFT-IRスペクトル

Abs.

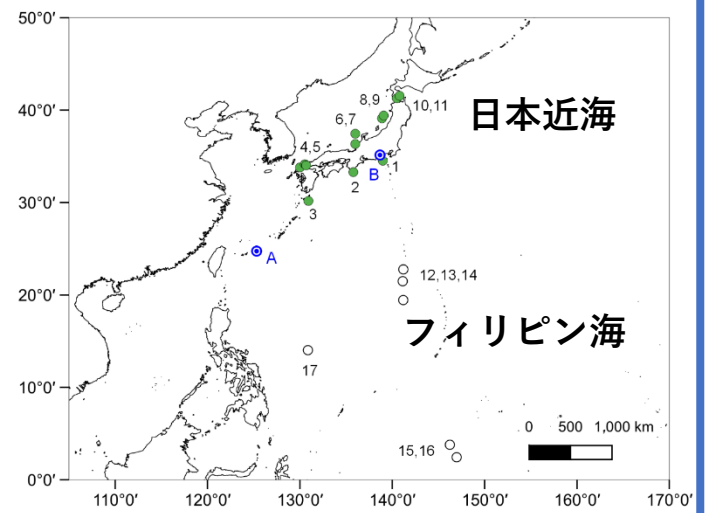
Wavenumber cm^{-1}

Legend:
 — the sea near Japan (No.8)
 — the sea near Japan (No.1)
 - - - Philippine sea (No.15)

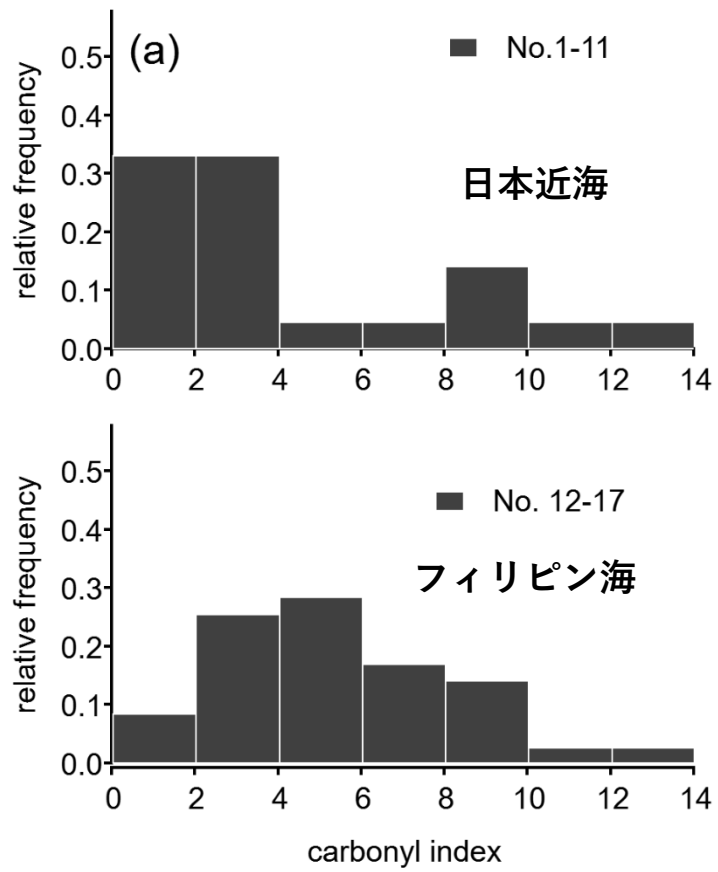
MPsの年齢分布

環境中
放出

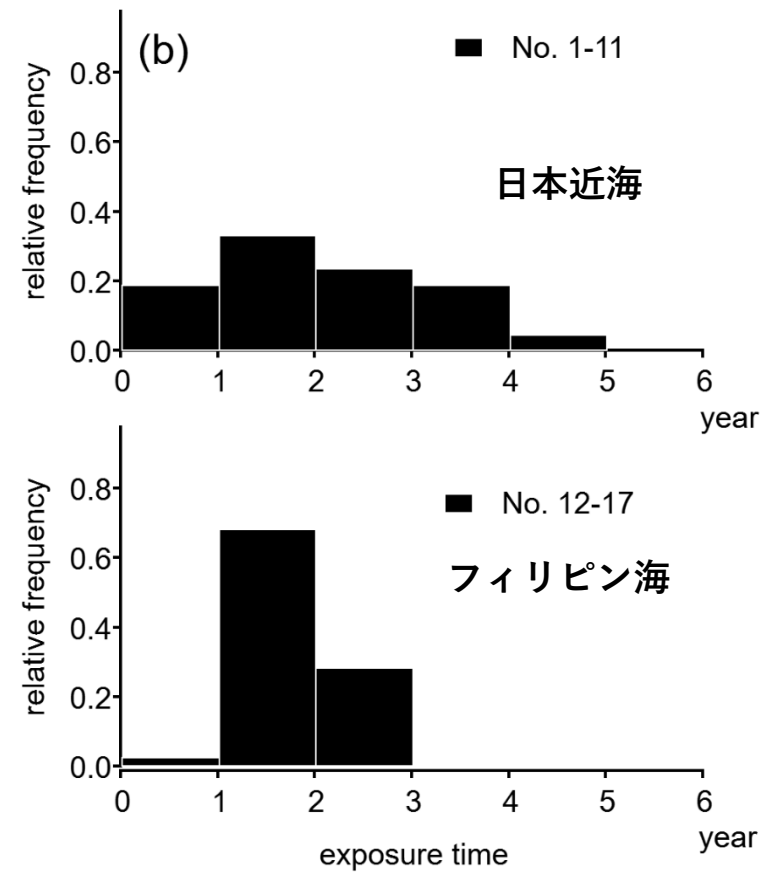
西太平洋で採取した
MPsの解析



Carbonyl Index

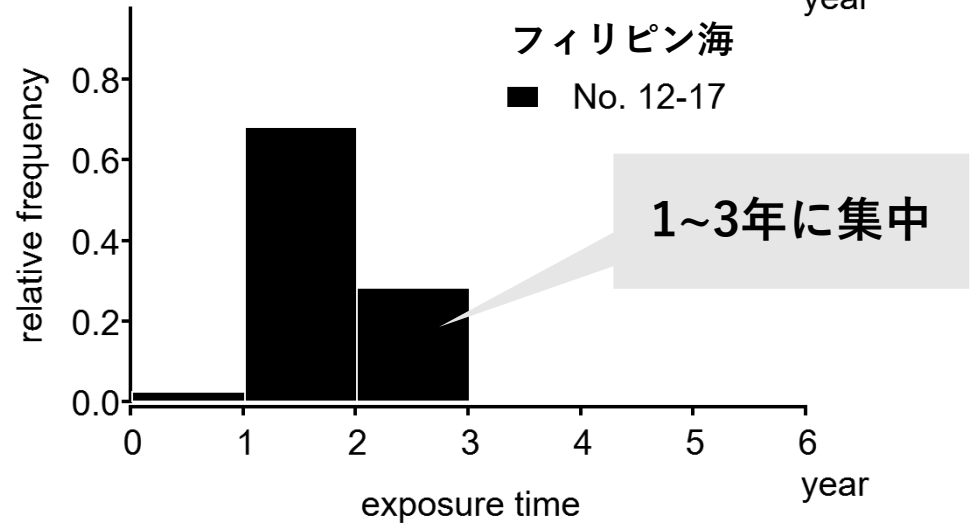
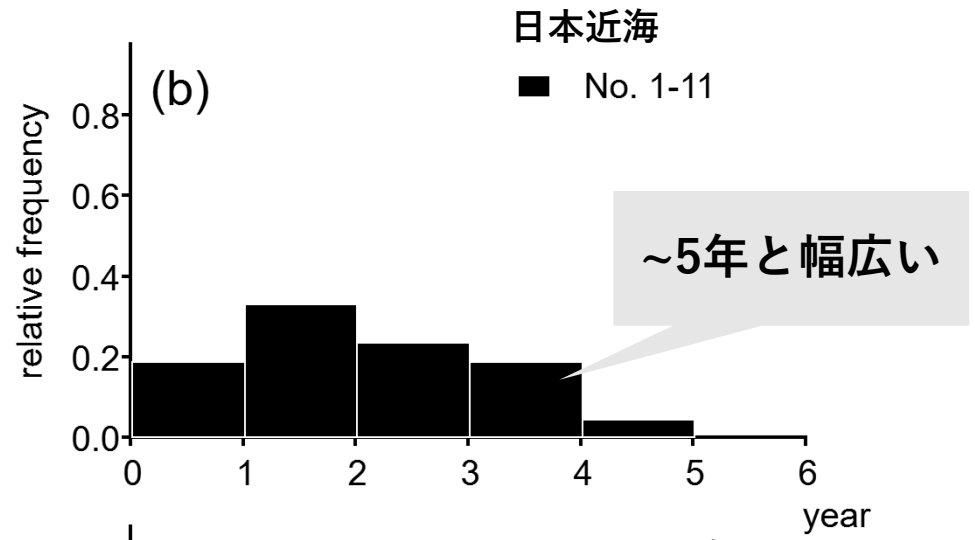


年齢

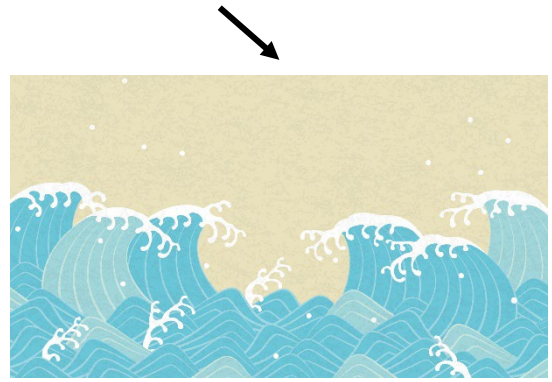
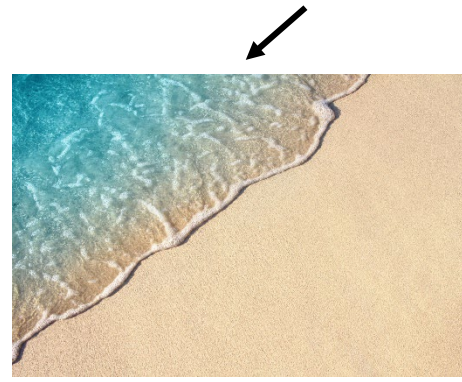


MPsの年齢分布

年齢(暴露時間)



沖合(フィリピン海)では
3年以上のMPsが存在しない



近海のMPsは海岸に
流れ着くことで
長く生き延びる

沖合のMPsは海の除去
プロセスによって
消失する

海底堆積物からの軽量MPs²⁾の発見が
今回の結果を支持

2) Hinata, H. et al., *Sci. Total Environ.*, 854, 158751 (2023)

まとめ

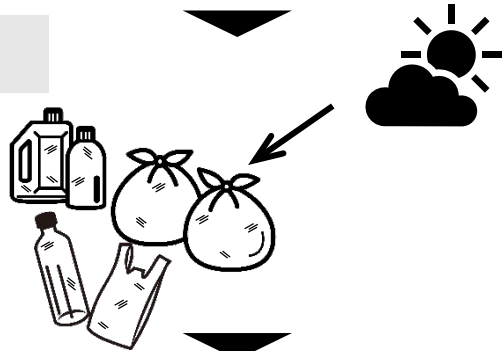
- MPsの年齢(=紫外線暴露時間)を求める新規手法を提案した
- MPsの年齢を決定する要素は下記の3点であった
 - ①FT-IRから求めるポリエチレンの酸化劣化度(カルボニルインデックス)
 - ②紅斑紫外線量
 - ③環境温度
- 本手法を用いて、西太平洋で採取したMPsの年齢分布を求めた
- その結果、近海では1~5年と幅広い年齢のMPsが存在するのに対して
沖合では1~3年の間にMPsの年齢が集中しており、3年以上のMPsは存在しなかった
- 近海のMPsは海岸に流れ着くことで海の除去プロセスを回避し
長く生き延びることができるのに対し、
沖合のMPsは海の除去プロセスによって消失する可能性が示唆された
- PEやPPなどのMPsが海底堆積物から発見されたことがこれを支持している

今後の展望

使用・廃棄



劣化



細片化



放出



課題

- ① どの要因で
- ② どのくらいの時間で
- ③ どのくらいの大きさに プラスチックが細片化するのか？

を”科学的見地に基づき”解明するための基礎データを提供する

劣化したPEがいつ細片化し
環境中に放出されるのか？
劣化と細片化の関係性を明らかにする