

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

研 究 区 分	： 環境問題対応型研究（ミディアムファンディング枠）
研 究 実 施 期 間	： 2022（令和4）年度～2024（令和6）年度
課 題 番 号	： IMF-2204
体 系 的 番 号	： JPMEERF20221M04
研 究 課 題 名	： マイクロ・ナノプラスチックが海洋生物に与える影響：生態学的適切 さに基づく評価
Project Title	： Effects of Micro / Nanoplastics on Marine Life: Environmental Impact Assessment with an Ecological Perspective
研 究 代 表 者	： 金 禧珍
研 究 代 表 機 関	： 長崎大学
研 究 分 担 機 関	： 長崎大学
キ ー ワ ー ド	： マイクロ・ナノプラスチック、プラスチック添加剤、一次・二次粒 子、食物連鎖、海洋生物

注： 研究機関等は研究実施期間中のものです。また、各機関の名称は本報告書作成時点のものです。

令和7（2025）年11月



環境研究総合推進費
Environment Research and Technology Development Fund



独立行政法人
環境再生保全機構
ERCA Environmental Restoration and Conservation Agency

目次

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書	1
研究課題情報	3
<基本情報>	3
<研究体制>	3
<研究経費の実績>	4
<研究の全体概要図>	5
1. 研究成果	6
1. 1. 研究背景	6
1. 2. 研究目的	6
1. 3. 研究目標	6
1. 4. 研究内容・研究結果	7
1. 4. 1. 研究内容	7
1. 4. 2. 研究結果及び考察	8
1. 5. 研究成果及び自己評価	9
1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献	9
1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価	11
1. 6. 研究成果発表状況の概要	11
1. 6. 1. 研究成果発表の件数	11
1. 6. 2. 主要な研究成果発表	12
1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動	12
1. 7. 国際共同研究等の状況	13
1. 8. 研究者略歴	13
2. 研究成果発表の一覧	14
(1) 産業財産権	14
(2) 論文	14
(3) 著書	16
(4) 口頭発表・ポスター発表	16
(5) 「国民との科学・技術対話」の実施	19
(6) マスメディア等への公表・報道等	20
(7) 研究成果による受賞	21
(8) その他の成果発表	21
権利表示・義務記載	21

Abstract

研究課題情報

<基本情報>

研究区分：環境問題対応型研究（ミディウムファンディング枠）

研究実施期間：2022（令和4）年度～2024（令和6）年度

研究領域：統合領域

重点課題：【重点課題6】グローバルな課題の解決に貢献する研究・技術開発（海洋プラスチックごみ問題への対応）

【重点課題16】大気・水・土壌等の環境管理・改善のための対策技術の高度化及び評価・解明に関する研究

行政ニーズ：（1-2）マイクロプラスチックの物理化学的特性の違いを考慮した生物影響の研究

課題番号：IMF-2204

体系的番号：JPMEERF20221M04

研究課題名：マイクロ・ナノプラスチックが海洋生物に与える影響：生態学的適切さに基づく評価

研究代表者：金 禧珍

研究代表機関：長崎大学

研究分担機関：

研究協力機関：

注：研究協力機関は公開の了承があった機関名のみ記載されます。

<研究体制>

サブテーマ1「海洋マイクロ・ナノプラスチックの捕集技術の高度化と密度評価」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	長崎大学	水産学部	准教授	八木 光晴	
分担者	長崎大学	海洋未来イノベーション機構	特任研究員	経塚 雄策	

注：研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

サブテーマ2「マイクロ・ナノプラスチック作製・分析と含有添加剤挙動の解析」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	長崎大学	工学研究科	教授	中谷 久之	

注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

サブテーマ3 「イクロ・ナノプラスチックが海洋生物に与える影響とそのメカニズム解明」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	長崎大学	水産学部	准教授	金 禧珍	
分担者	長崎大学	水産学部	准教授	八木 光晴	

注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

<研究経費の実績>

年度	直接経費（円）	間接経費（円）	経費合計（円）	備考（自己充当等）
2022	15,381,000	4,614,000	19,995,000	
2023	15,347,000	4,603,000	19,950,000	
2024	12,345,000	3,703,000	16,048,000	
全期間合計	43,073,000	12,920,000	55,993,000	

注： 環境研究総合推進費の規定する研究経費の支援規模を超えた額は自己充当等によるものです。

<研究の全体概要図>

マイクロ・ナノプラスチックが海洋生物に与える影響： 生態学的適切さに基づく評価

研究代表：金 禧珍(長崎大学)

海洋マイクロ(MP)・ナノプラスチック(NP)

1次MP・NP：商品として制作されたもの

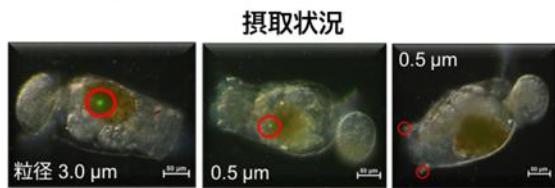
2次MP・NP：プラスチック製品の分解により発生するもの

サブテーマ3

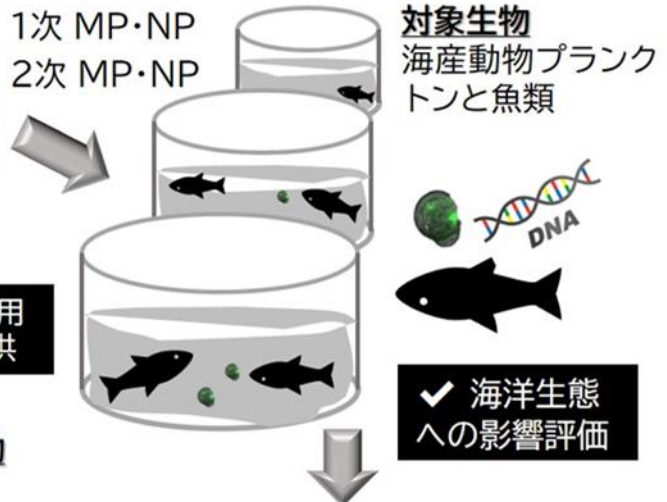
海洋生物に与えるMP・NPの影響

金禧珍(水産学部)・
八木光晴(水産学部)

1次と2次MP・NPが動物プランクトンと魚類の生残と成長に与える影響及びその分子生物学的メカニズム解明



シオミズツボウシ体内の
蛍光マイクロプラスチック(赤色丸)

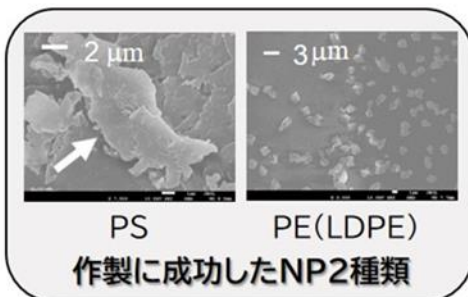


サブテーマ2

中谷久之(工学部)

MP・NPの作製・分析&含有添加剤挙動

1次と2次MP・NPの割合、粒径と濃度、
含有添加剤挙動の解析及び同様の
MP・NPの作製



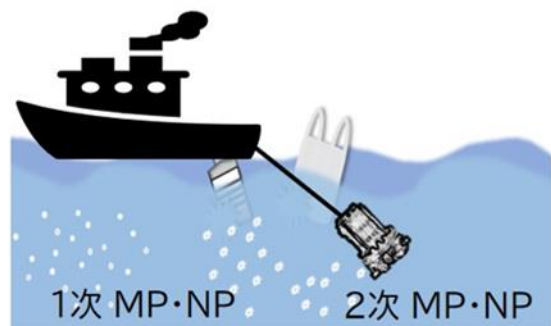
PS PE(LDPE)
作製に成功したNP2種類

✓ モデル作製用データ
✓ 分析用試料を提供

サブテーマ1

海洋MP・NPの捕集 高度化と密度

八木光晴(水産学部)・
経塚雄策(海洋未来イノベーション機構)



本研究のゴール

- 1) 自然界に分布しているマイクロプラスチックの物理化学的特性の把握
- 2) 現在・未来の海で生じる生物への影響を検討し、環境対策の構築に寄与

1. 研究成果

1. 1. 研究背景

海洋に漂うマイクロ・ナノプラスチック（MP・NP）は、大きく分けて、製品と製品の原料として製造された「一次MP・NP」と、海洋に流れてきたマクロサイズのプラスチック製品が紫外線や波浪などの外部要因により劣化する際に生じる「二次MP・NP」の2種類に分類される。これらの粒子が海洋生物に与える有害性が懸念されているが、自然界では二次MP・NPが大多数を占めるにもかかわらず、現在の多くの環境影響評価は、手配の容易な一次MP・NPに限って行われているのが現状である。特に、比重が軽く、海面近くに浮遊しやすいポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、および発泡ポリスチレン（PS）などは、太陽光や波の影響を受けやすく、劣化が早期に進行するため、短期間で二次MPが出現し、さらに微細化されたナノプラスチック（NP）へと変化することが報告されている。しかしながら、これらのMP・NPについては、海中での回収方法や人工的な再現方法が十分に確立されておらず、プラスチックの種類ごとの存在比や、海洋生物に与える影響などの詳細な情報は未だ明らかになっていない。

1. 2. 研究目的

本研究は、3つのサブテーマで構成されており、サブテーマ1では、現在の海洋に分布しているMP・NPの性質や濃度に関する情報を精密に調べることと、生物への取り込み（誤飲誤食）状況を把握することを目的とした。サブテーマ2では、サブテーマ1で得られた結果を基に、物理・化学的特性の類似したプラスチック粒子を製作することを目指した。サブテーマ3では、得られた成果を基に、物理的・化学的特性の異なる一次および二次MP・NPが海洋生物に与える影響を評価することを試みた。すなわち、海洋生物に蓄積された一次MP・NPの影響に加え、自然界の粒子特性を正確に再現したモデル試料（二次MP・NP）の製作し、海洋生物および食物連鎖を通じた海洋生態系全体への有害性を総合的に評価することを目的とした。

1. 3. 研究目標

<全体の研究目標>

研究課題名	マイクロ・ナノプラスチックが海洋生物に与える影響：生態学的適切さに基づく評価
全体目標	本研究の目標は、海洋に存在するマイクロ・ナノプラスチック（MP・NP）の物理化学的特性を正確に把握し、現在の海、そして近未来に起こりうる濃度と質が海洋生物に与える影響を検討することにより、優先的に流出抑制対策すべきプラスチックの形状・材質等を特定し、合理的な施策立案に貢献することである。この目標を達成するために、日本近海に分布するマイクロ・ナノプラスチック（MP・NP）の物理化学的特性を正確に把握し、現在と近未来の予測される海況を完全再現（サブテーマ1、2）、これらの条件下でMP・NPが海洋生物に与える影響を調べる（サブテーマ3）。

<サブテーマ1の研究目標>

サブテーマ1名	海洋マイクロ・ナノプラスチックの捕集技術の高度化と密度評価
サブテーマ1実施機関	長崎大学
サブテーマ1目標	従来では不可能であった300 nm～350 μmのサイズのナノ・マイクロプラスチック（MP・NP）の捕集を可能とする実海域サンプリング基盤の形成、および本技術を用いた表層・中層・堆積物中のプラスチック密度を評価する。表層では、海洋ゴミが多いとされる九州西岸海域を対象に網羅的に密度を求める。中層では、水深500 mまでの鉛直分布を調べることで、未解明な高密度水

	深帯を明らかにする。さらに、底層では海底堆積物と沈降プラスチック量を調べ、ミッシングプラスチック問題に切り込む。また、生物体内の取り込み状況の調査を実施する。得られたMP・NPの密度情報をサブテーマ2、およびサブテーマ3に提供する。
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<サブテーマ2の研究目標>

サブテーマ2名	マイクロ・ナノプラスチック作製・分析と含有添加剤挙動の解析
サブテーマ2実施機関	長崎大学
サブテーマ2目標	PP、PS及びPEに関して、水中での劣化による微細化速度を算出して、より粒度分布がシャープなMP・NPサンプルを作製できるようにする。さらに、微細化し難いPEに関しては、開始剤（硫酸ラジカル）と加速剤（塩化第二鉄）の最適化を混合比や新たな組み合わせの探索を行い、NPサンプルを数百mg/月で得る技術を新たに開発する。またPP、PS及びPE微細化時にUVA吸収剤や難燃剤含有させ、これら添加剤がプラスチック劣化時にどのような変化を起こすのかについて、化学構造の面からも解析する。画像解析から瞬時に海洋NPの種類を判別する手法も開発する。具体的には、上記促進微細化で見られた各NPの特徴的な形状である多片状断口（PP）、融解物形態（PS）および球状構造（PE）の知見を基にして解析手法の開発を行う。さらに、海洋ゲル状物が海洋MP由来（恐らくはPE由来）である事を分子量・化学構造から明らかにする。

<サブテーマ3の研究目標>

サブテーマ3名	マイクロ・ナノプラスチックが海洋生物に与える影響とそのメカニズム解明
サブテーマ3実施機関	長崎大学
サブテーマ3目標	海に分布するMP・NPが生物に与える有害性の有無を明らかにするために、商品化されている1次MP・NPとサブテーマ2で作製した2次MP・NPを用いて、「MP・NPの異なる粒径と濃度、添加剤の種類が海洋生物に与える影響評価」することを本研究の目標とする。生物試験では、海産動物プランクトンと仔稚魚（特に、仔魚）を対象に、サブテーマ1で得られた現在と近未来の海況を基に設定されたそれぞれの培養・飼育条件下で（1）対象生物の生残と成長を観察する。また、それぞれのMP・NPの条件下で観察された生物試験の結果に関連付けて、（2）環境ストレス耐性や生殖の機能を持つ特定遺伝子の発現量や酵素活性などを調べ、生理現象のメカニズムを明らかにする。次に、（3）食物連鎖を経た捕食―被食の影響を考慮し、MP・NPを含有する動物プランクトンを魚類に給餌して海洋MP・NPが捕食者に与える影響を調査する。得られた結果を基に、海洋MP・NPが海の生態系に与える影響を総合的に評価し、海洋環境モデリングと環境政策構築に基礎となるデータを提供することを最終目標とする。

1. 4. 研究内容・研究結果

1. 4. 1. 研究内容

本研究課題では、現在海洋に分布するMP・NPの捕集および解析手法における課題を克服するため、新たな技術の構築し、従来よりも高精度なMP・NPの実態把握を試みた（サブテーマ1と2）。また、海洋に生息する稚魚を対象に、MPの取り込み状況を調査した（サブテーマ1）。得られた海洋プラスチックの情報を基に、海洋環境中に分布するMP・NPと物理的・化学的特性が類似したマイクロ・ナノサイズ粒子の大量作製方法開発を目指した（サブテーマ2）。作製したモデル粒子は、海洋に分布する粒子と比較して、粒子のサイズや形状のみならず、酸化度や含有添加剤などの特性も再現しており、これらの粒子を用いて生物暴露試験を行うことにより、海洋中のMP・NPが生物に与える影響をより正確に評価することが可能となる。そのため、サ

ブテーマ1で得た実海域のMP・NPの濃度データと同濃度にモデル粒子を調整し、生物暴露試験を実施することで、現在の海洋生態系における生物への影響をより精緻に評価することを試みた（サブテーマ3）。また、プラスチック添加剤（紫外線安定剤）を含有するモデル粒子を作製し、プラスチック粒子内の添加剤が海洋動物プランクトンに及ぼす影響についても調査を行った。さらに、MP・NPを体内に蓄積した餌料生物を仔魚に給餌し、食物連鎖を通じたプラスチック粒子の影響についても調査を行った。

1. 4. 2. 研究結果及び考察

本研究では、現在の海洋に分布するMP・NP粒子の濃度および物理的・科学的特性を基準とし、それに類似した条件を再現した上で影響評価を実施した。その結果、海洋動物プランクトンに対して、MP・NPの粒子およびそれに含有される添加剤による物理的・化学的負の影響が確認された。さらに、仔魚飼育試験を通じて、NPが食物連鎖を介して高次栄養段階の生物に対しても悪影響を及ぼす可能性があることが示唆された。

サブテーマ1では、1) 新たなサンプリング基盤の確立、すなわち、従来では困難だった300 nm～350 μmサイズのナノ・マイクロプラスチック（MP・NP）の捕集が可能となる実海域サンプリング基盤を構築し、表層から水深500mまでの中層および堆積物に含まれるMP・NPを定量的に捕集できる技術を確立した。そして、2) 海洋環境におけるMP・NPの密度分布の解明も行った。これにより、東シナ海の表層および中層でMP・NPの密度分布を詳細に解析し、サイズと密度の関係を統一的に示すモデルを構築した。また、堆積物の鉛直・水平方向の分布パターンを把握し、MP・NPの海底定着の実態も明らかにした。最後に、3) 生物体内のMP・NP取り込み実態の調査を実施することで、稚魚や成魚を対象とした調査により、生物体内に取り込まれるMPの濃度や分布が明らかにし、特に可食部での検出により、人間への影響評価にも資する基礎データを提供した。この成果により、MP・NPの存在実態と分布構造の解明に加え、それらが生態系や人間に及ぼす影響評価のための基礎情報が整備され、他のサブテーマ（製作・影響評価）への科学的根拠提供にもつながった。

サブテーマ2では、1) 浜辺から回収されたポリスチレン（PS）の表面テクスチャーに変化は見られなかった。これとは対照的に、回収されたポリプロピレン（PP）の表面はゴワゴワしていた。PPとPSの劣化開始剤としてK2S2O8によって生成した反応性の高い硫酸ラジカルを用い、水中での劣化挙動を調べた。PSのカール指数は徐々に低下し、分子量（MW）曲線はPPと異なり、劣化時間の増加とともに不連続に低MWにシフトした。劣化時間に対する重量比依存性から、PPのマイクロプラスチック生成率はPSの約3倍高いことがわかった。PPのマイクロプラスチック生成率が高いのは、その結晶化しやすさに起因する。ボイドは、化学結晶化による比体積の変化によって生成され、その後、クラックを誘発し、迅速な破砕につながった。走査型電子顕微鏡（SEM）写真から、PPマイクロプラスチックサイズは、ラメラ周囲のクラックによって容易にnmオーダーに達することが示唆された（成果1）。

2) 様々な微小プラスチック粒子を海から回収し、走査型電子顕微鏡/エネルギー分散型X線分光法（SEM/EDX）分析を用いて研究し、現実的な基準マイクロプラスチック（MP）を作成した。ほとんどのMPは直径 20×10^{-6} m、炭素原子に対する酸素のモル比（O/C）は0.1-0.2であり、主にポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレンから構成されていた。このようなO/C比を標準的な実験室での風化法で再現するには長い時間がかかった。例えば、硫酸ラジカルアニオン（ $\text{SO}_4^{\bullet-}$ ）を開始剤とする促進酸化（劣化）プロセス（AOP）を65℃の蒸留水中で行っても、 $30 \times 30 \times 0.060$ mmのPPフィルムを0.1の比率で劣化するには75日を要した。しかし、海水は弱酸条件下でAOPのPP劣化性能を劇的に改善し、わずか15日でPPフィルム比0.1を達成した。海水と $\text{SO}_4^{\bullet-}$ 開始剤の組み合わせは、劣化プロセスを加速し、劣化時間に応じてMPのサイズを制御できることを示した（成果2）。

3) ポリマー〔PP、高密度ポリエチレン（HDPE）、低密度ポリエチレン（LDPE）、ポリ乳酸（PLA）、PS〕中の紫外線吸収剤（UVA：UV-326）の分解に伴う経時変化を、海水中で硫酸イオンラジカルを用いた強化劣化法（AOPのこと。ここでは、EDMと呼称）を用いて研究した。EDMは、UVAを含むポリマーサンプル全体を均一に分解するために採用された。5phr（phr：樹脂100に対して）のUVA膜を含むPPとPSのサンプルは急速に白化し、多数の溝や粉砕粒子の形成が特徴的であった。特に、ガラス転移温度（ T_g ）の高いPSのUVA損失速度はかなり遅かった。PSを除く結晶性ポリマーの挙動は、劣化に伴うUVA損失率の変化という点で類似していた。EDMによる劣化で観察された初期損失率の著しい増加は、微塑性化によるものであった。PSでも同様の微塑性化率の増加が見られたが、UVAとPSの分子間相互作用は、他のポリマーで観察されたような顕著な損失率の増加には至らなかった。しかし、UVAとPSの分子間相互作用は、他のポリマーで観察されたような顕著な損失率の増加には至らなかった。これらの結果から、UVAの損失の主な原因はポリマーマトリックスからの溶出であることが明らかになった（成果3）。

4) 海水中での生分解を達成するためには、ポリオレフィンの低分子化メカニズムの開発が不可欠である。本研究では、まずポリプロピレン/ポリ乳酸ブレンド試料に光劣化前処理を施し、純水中では発生した酸がポリプロピレンの分解（自己酸化）を促進するのに対し、アルカリ性海水中では中和反応により促進が抑制さ

れることを確認した。また、アルカリ海水中でのポリオレフィンの自己酸化では、Cl⁻水溶液が阻害剤となった。しかし、我々は、pHを下げ、ClOHの解離を利用することにより、海水中でも自動酸化を開始できることを見出した（プリスター劣化と呼ばれる）。プリスター劣化は、珪藻が透明な外添ポリマー粒子（TEP）を分泌し、ポリオレフィン表層とアルカリ性海水が直接接触しないことを利用することで、海水中であっても自己酸化を可能にするメカニズムであった。我々は、珪藻を用いた海水中でのプリスター分解をバイオプリスター劣化と名付け、直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE）／デンプン試料を用いて、SEM、赤外線分光（IR）、走査型熱量測定（DSC）、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）分析によりその発現を確認した。（成果4）。

5）マイクロプラスチック（MP）にはプラスチック製品だけでなく塗料粒子も含まれる。長崎・五島列島にまたがる5つの採水地点から採取されたMPを含む海洋マイクロデブリは、主にMP（A）、Si系（B）、Cu系（C）の塗料粒子からなる6つのタイプに分類された。タイプAの粒子、すなわちMPは非常に小さく、その74%は長径が25 μ m以下であった。酸化第一銅を含むタイプCの垂直分布は深度依存性を示さず、その支配的な大きさは7 μ m以下であった。タイプCの存在は、MP損失の自然現象に関連していると考えられた。このことを明らかにするために、酸化第一銅を含むポリプロピレン（PP）試料を調製し、硫酸イオンラジカルを開始剤とする新しい促進劣化法を用いて、その促進劣化挙動を調べた。赤外分光法により、海水中で銅石鹸化合物が生成していることを明らかにした。走査型電子顕微鏡/エネルギー分散型X線分光分析により、Cl⁻と酸化第一銅の化学反応によりCu⁺イオンが生成することが示された。形成された銅石鹸によって誘発される劣化の促進を、PP鎖切断回数の変化を通して研究し、タイプCの存在がMP劣化を促進することを明らかにした（成果5）。

6）HDPEとLDPEフィルムを用いて、劣化時に剥離が発生する形状のナノプラスチック（NP）モデルを作成した。HDPEの場合、非晶部分だけでなく、結晶部分でも同時に選択的な劣化が起こった。放射状に伸びて球晶構造を形成するラメラの一部が、30日間の劣化中に欠落した。これらの欠陥の長さは1 μ m以下であった。HDPEはラメラのコンフォメーション欠陥により球晶構造の単位内で崩壊し、得られた断片の大きさは広い分布を示した。LDPEはラジカル重合で合成されたため、架橋部分を含んでいた。この部分は十分に融着しておらず、劣化すると剥離して優先的に分離した。ゼータ電位は、分解時間21日で約-20mVの最小値に達し、その後上昇した。この劣化時間に対する複雑な依存性は、NP粒子の凝集によるものであった。1%のTriton(R) X-114界面活性剤の添加は、NP分散液の安定化に効果的であった。粒径は15-30日の劣化時間にわたって約20nmで一定であった（成果6）。

サブテーマ3では、実海域の情報を基づき、一次およびサブテーマ2で作製した二次MP・NP粒子が動物プランクトンに与える影響を評価した。さらに、一次粒子を用いて、食物連鎖を介した微細粒子の影響について検討を行った。単性生殖と両性生殖を同時に行うシオミズツボウムシを対象に、生殖能に対する一次および二次MPの影響を評価し、得られた結果を実海域から採取された海洋MPによる影響と比較した。作製した二次MPが生物に及ぼす影響は、海洋MPの影響と類似しており、これらの二次MPがモデル粒子としての汎用性を有することが確認された。また、添加剤（紫外線安定剤）を含有するモデルMP・NPを用いて、シオミズツボウムシの生殖能に対する影響を評価した。その結果、生殖能におけるMP粒子の物理的影響に加え、MP粒子中に含まれる紫外線安定剤による化学的影響も確認された。特に、紫外線安定剤が雄個体に与える顕著な負の影響が観察された。2. 得られた生物試験の結果に基づき、分子生物学的メカニズムの解析を実施した。その結果、MP・NPの各暴露条件において、活性酸素種（ROS）の発生量が増加傾向を示し、環境ストレスに関連する遺伝子（*NADPH oxidase 5*）および抗活性作用に関与する遺伝子（*GSTo1*）の発現量が上昇した。また、活性酸素除去機能を有する酵素（SOD、CAT）の活性化も観察された。これらの結果から、MP・NP暴露がシオミズツボウムシに酸化ストレス応答を誘導する可能性が示唆された。3. マダイ仔魚を対象に、MP・NPへの直接暴露と、シオミズツボウムシを介した食物連鎖による間接暴露の影響を比較した。その結果、MPとNPいずれにおいても、直接暴露は仔魚の生残率に負の影響を及ぼすことが確認された。特に、NP粒子については、食物連鎖を介した間接暴露によってその影響が増幅される傾向が認められた。

1. 5. 研究成果及び自己評価

1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献

<得られた研究成果の学術的意義>

サブテーマ1で開発された新たなサンプリング基盤は、従来の方法では捕集が困難であった微小なナノ・マイクロプラスチック（MP・NP）の捕集を可能にし、海洋環境中に存在する極微小粒子の実態を高精度で把握することを可能とした。この二スキントル採水法は、MP・NPの分布と動態の解明に必要な標準手法の確立という観点から、極めて意義深いものである。また、東シナ海を対象とした実海域での大規模調査を通じて、表層から水深500メートルまでの中層におけるMP・NPの鉛直分布を明らかにするとともに、海底堆積物中

の粒子密度に関する詳細なデータを得ることに成功した。これにより、海洋中のプラスチックの循環過程や、いわゆる「ミッシングプラスチック問題」の解決に向けた新たな手がかりが得られ、物質循環モデルの高度化にも貢献した。さらに、捕集した粒子を用いた生物体内の取り込み実態の評価により、特に稚魚や成魚の可食部におけるマイクロプラスチックの存在が確認されたことは、人間の摂取経路に関する科学的知見を提供し、食品安全や公衆衛生の観点からも重要な成果といえる。これら一連の研究成果は、海洋生態学のみならず、環境政策、食の安全、さらには国際的な環境規制枠組みにも資する学術的価値の高いものと評価される。

サブテーマ2においては、以上の結果を従来作製するのに長時間を必要としたポリプロピレン（PP）、ポリスチレン（PS）及びポリエチレン（PE）のマイクロプラスチック（MP）及びナノプラスチック（NP）サンプルを作製する課題に関して、海水中で硫酸イオンラジカルを使った劣化による新規な劣化法の開発に成功し、15日程度で作製できるようになった点が革新的である。さらに、NP、PS及びPE微細化時にUVA吸収剤や難燃剤含有させ、これら添加剤がプラスチック劣化時にどのような変化を起こすのかについて、化学構造変化の面から経時的に変化を捉えることに成功した点も革新的である。画像解析から瞬時に海洋NPの種類を判別する手法も開発する。具体的には、上記促進微細化で見られた各NPの特徴的な形状である多片状断口（PP）、融解物形態（PS）および球状構造（PE）の知見を基にして解析手法の開発に成功した。以上の結果を踏まえて、サブテーマ3に必要とする試料の提供を行った。また、海洋ゲル状物が海洋PPやPE由来の劣化低分子量成分であることを分子量・化学構造から明らかにし、付着珪藻がPPやPEを劣化して低分子量化していることをモデル実験により確認した点も革新的な結果である。

サブテーマ3において実施した生物試験では、従来海洋に分布するMP・NPが生物に与える影響を評価する上で障壁となっていた次の2点の課題に対し、他分野との共同研究を通じて有効なアプローチを行うことができた点が革新的である。第一に、従来の研究においては、二次マイクロプラスチックの影響を調査する際、物理的形状は類似しているものの、酸化度や含有する添加剤等の化学的特徴が実環境の粒子と類似させる方法が無く、異なる特徴を持つ粒子を使用していた。本研究では、実海域に分布するプラスチックの状況を詳細に調査し、そのデータに基づいて科学的特性を類似させた粒子を作製した上で、生物試験に供した。これにより、日本近海における実際の環境下で生じている現象を、より高い再現性を持って評価することが可能となった。第二に、これまでの研究は、MP・NPを試験生物に直接暴露し、その影響を観察する手法が主流であり、食物連鎖を介したMP・NPの影響についての知見は乏しかった。そこで、本研究では、水産資源として重要なマダイ仔魚を対象に、餌料生物であるシオミズツボムシに蓄積されたMP・NPの影響を評価した。その結果、NPはシオミズツボムシを経由することでその影響が増幅されることが明らかとなり、食物連鎖における高次栄養段階の生物にも影響を及ぼす可能性が示唆された。以上の成果は、MP・NPが海洋生態系に及ぼす影響の包括的理解に資するものであり、学術的価値が高いと評価される。

<環境政策等へ既に貢献した研究成果>

「特に記載する事項はない」

<環境政策等へ貢献することが見込まれる研究成果>

現在、日本においては、海洋プラスチック汚染対策の一環として、事業者によるスクラップ製品中に含まれるマイクロビーズの削減を含め、MPの使用や流出防止の措置が推進されている。日本企業が有する技術やノウハウを活用し、MPの発生源対策、環境中への流出抑制、並びに回収に資する取り組みも進められている。加えて、繊維製品から発生する繊維くずに起因するマイクロプラスチック問題への対応や、ナノテクノロジーの進展を踏まえ、工業用ナノ材料の環境中への影響を未然に防止する観点から、工業用ナノ材料に関する影響防止ガイドラインが策定され、事業者に対して適切な環境管理が求められている。本研究ではMP・NPの捕集技術開発（サブテーマ1と2）およびプラスチック政策に対し生物学的根拠の提示（サブテーマ3）に資する成果を得た。

サブテーマ1では、MP・NP粒子の捕集をニスキンボトル採水により実施することで、高精度な密度分析が可能となった。海洋環境中の微小プラスチック粒子の分布状況を定量的かつ高精度に把握できる初の実用的手法として、今後の環境モニタリング政策における基盤技術となることが見込まれる。特に、表層から深層、さらには堆積物中までを対象とした鉛直的な密度分布データは、海洋ごみ対策基本方針や地域ごとの施策策定において重要な基礎資料として活用される可能性が高い。加えて、MP・NPの鉛直分布や堆積挙動の可視化によって得られた知見は、環境産業分野において、たとえば浄化装置や回収装置の設計最適化に寄与する可能性があり、今後の環境ビジネスの技術開発に資する応用展開も見込まれる。また、実海域調査によって得られた地域特異的なMP・NPの密度分布情報は、海洋ごみの発生源推定や対策の優先地域の選定にも有用である。さらに、本研究で得られた稚魚や成魚の体内におけるプラスチック粒子の検出結果は、食品安全行政に

おける基準値の設定やリスク評価の初期データとして活用されることが期待される。

サブテーマ2では、海洋環境中の物理・化学的特性を類似させたモデル粒子を大量に作製可能な手法を新たに開発し、MP・NP研究の精度および再現性の向上に大きく貢献した。この技術より、実際の海洋環境に近い条件下でMP・NP粒子の挙動や生態系への影響を評価することが可能となり、環境中におけるプラスチック汚染の現状把握および従来の影響予測が精緻化される。この手法より得られた科学的知見は、海洋プラスチック問題に対する政策立案・規制強化・リスク評価において活用可能であり、環境政策の実効性向上に資するものである。

サブテーマ3では、MP粒子に含有されている添加剤が、シオミズツボワムシの雄個体に対して顕著な負の影響を及ぼすことを明らかにした。これは、海洋中の微小生物群集、すなわちミクロ生態系における機能攪乱の可能性を示すものであり、生態系全体への波及的影響を科学的に示唆する重要な成果である。さらに、MP・NPが真鯛仔魚に及ぼす影響を解析した結果、MP・NP粒子の直接暴露による悪影響に加え、食物連鎖を介したNP影響の増幅が確認された。これにより、ナノスケールのプラスチック粒子が生態系内で拡散・蓄積し、高次捕食者にまで深刻な影響を及ぼす可能性が示された。これらの成果は、NPの生態リスク評価に対して明確な科学的根拠を提供するものであり、今後の環境政策や規制の策定における実証的な裏付けとして極めて重要である。

1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価

<全体達成状況の自己評価>	<u>2. 目標を上回る成果をあげた</u>
<サブテーマ1 達成状況の自己評価>	<u>2. 目標を上回る成果をあげた</u>
<サブテーマ2 達成状況の自己評価>	<u>2. 目標を上回る成果をあげた</u>
<サブテーマ3 達成状況の自己評価>	<u>3. 目標どおりの成果をあげた</u>

1. 6. 研究成果発表状況の概要

1. 6. 1. 研究成果発表の件数

成果発表の種別	件数
産業財産権	0
査読付き論文	8
査読無し論文	1
著書	0
「国民との科学・技術対話」の実施	18
口頭発表・ポスター発表	32
マスコミ等への公表・報道等	16
成果による受賞	0

その他の成果発表

0

1. 6. 2. 主要な研究成果発表

成果 番号	主要な研究成果発表 (「研究成果発表の一覧」から10件まで抜粋)
1	Nakatani, H., Ohshima, Y., Uchiyama, T., Motokucho, S. (2022). Degradation and fragmentation behavior of polypropylene and polystyrene in water. Scientific Reports, 12(1), 18501. https://doi.org/10.1038/s41598-022-23435-y
2	Nakatani, H., Ohshima, Y., Uchiyama T., Motokucho S., Dao A.T.N., Kim, H.-J., Yagi, M., Kyojuka, Y. (2023). Rapid oxidative fragmentation of polypropylene with pH control in seawater for preparation of realistic reference microplastics. Scientific Reports, 13(1), 4247. https://doi.org/10.1038/s41598-023-31488-w
3	Nakatani, H., Uchiyama, T., Motokucho, S., Dao, A.T.N., Kim, H.-J., Yagi, M., Kyojuka, Y. (2024). Differences in the Residual Behavior of a Bumetrizole-Type Ultraviolet Light Absorber during the Degradation of Various Polymers. Polymers, 16(2), 293-293. https://doi.org/10.3390/polym16020293
4	Nakatani, H., Narizumi, S., Okubo, S., Motokucho, S., Dao, A.T.N., Kim, H.-J., Yagi, M., Kyojuka, Y., Miura, S., Josyula, K.V. (2024). Study on the onset mechanism of bio-blister degradation of polyolefin by diatom attachment in seawater. Scientific Reports, 14(1), 3902. https://doi.org/10.1038/s41598-024-54668-8
5	Nakatani, H., Yamashiro, K., Uchiyama, T., Motokucho, S., Dao, A.T.N., Kim, H.-J., Yagi, M., Kyojuka, Y. (2024) Effect of Copper Antifouling Paint on Marine Degradation of Polypropylene: Uneven Distribution of Microdebris between Nagasaki Port and Goto Island, Japan. Molecules, 29(5), 1173. https://doi.org/10.3390/molecules29051173
6	Seong, T., Onizuka, D., Satuito, G., Kim, H.-J. (2024) Impact of nano- and micro-sized polystyrene beads on larval survival and growth of the Pacific oyster Crassostrea gigas. Journal of Hazardous Materials, 469, 133952. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.133952
7	Seong, T., Yamamoto, S., Nakatani, H., Yagi, M., Kyojuka, Y., Satuito G., Kim, H.-J. (2024) Effects of microplastics on reproductive characteristics and mechanisms of the marine rotifer Brachionus plicatilis. Scientific Report, 14, 15213. https://doi.org/10.1038/s41598-024-65047-8
8	Nakatani, H., Yamaguchi, T., Asano, M., Motokucho, S., Dao, A.T.N., Kim, H.-J., Yagi, M., Kyojuka, Y. (2025) Differences in Nanoplastic Formation Behavior Between High-Density Polyethylene and Low-Density Polyethylene. Molecules, 30(2), 382. https://doi.org/10.3390/molecules30020382
9	Azmi, S.S., Seong, Taekyoung, Kim, H.-J., Nakatani, H., Kyojuka, Y., Asakura, H., Shimizu, K., Yagi, M. (2025). Primary and secondary microplastics do not affect hatching of Japanese flounder eggs, bioRxiv, https://doi.org/10.1038/s41598-022-23435-y

注：この欄の成果番号は「研究成果発表の一覧」と共通です。

1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動

本研究課題における成果普及活動は、合計で35件（国民との科学・技術対話の実施：19件、マスコミ等への公表・報道等：16件）を行った。そのうち特に重要な取組として、2022年12月5日に実施された「D-FLAG ライブ」が挙げられる。本イベントは、オンライン形式で開催され、専門家のみならず一般の聴衆も対象として、広く情報発信を行った。実施に当たっては、本事業を担当する4名の共同研究者全員が参加し、日本近海

で深刻化しているプラスチックゴミ問題の現状や、本研究の成果について紹介・解説を行った。

国民との科学・技術対話の実施に関しては、研究期間中、サブテーマ1では最も活発な成果普及活動が行われ、最終年度まで計11件を実施した。その中でも、全国規模の取り組みとして、NPO法人じぶん未来クラブ「やってみよう、が未来を作る 自分探究 “Yes, And!” プロジェクト」(2023年8月18日)や、公益社団法人日本技術士会九州本部長崎県支部による講演会「海洋環境問題と海洋ゴミについて」などにおいて、本研究課題の成果を基に講演を行った。サブテーマ2では、3年間計3件の成果普及活動を実施した。中でも、オンラインで開催されたフォトポリマー懇談会第257回講演会において、「促進酸化法を用いた海洋マイクロプラスチックモデルの作製と特性解析」(2024年1月18日)という題目で、本研究の主要目標であったモデルプラスチックの作製に関する成果を発表した(Webにて参加人数は不明)。サブテーマ3では、3年間計5件の成果普及活動を行った。主な活動としては、長崎大学主催のハイブリッド形成イベント「長崎から始めるプラネタリーヘルスの挑戦～SDGsの一步先へ～」(2022年12月14日)に参加し、マイクロプラスチックが海洋生態系に及ぼす影響や、その軽減に向けた取り組みについて議論を行った。

マスコミ等への公表・報道等に関しても、サブテーマ1で優れた成果が得られており、本事業期間中に発表された全16件の内、13件が該当する。その中でも、全国規模の2022年11月26日朝日新聞夕刊に掲載された「マイクロプラに微生物付着 魚が誤食する一因」記事、2023年9月3日読売新聞「長く漂うMP 魚に誤食リスク」、2024年2月15日朝日新聞関連冊子「2030 SDGsで変える“プラごみに微生物 魚が誤食”」が代表的な成果として挙げられる。サブテーマ3では、3件の成果を発表し、2023年3月17日日付長崎新聞に掲載された海岸ゴミ問題のコメンテーターとしての活動が重要な成果として挙げられる。

1. 7. 国際共同研究等の状況

<国際共同研究の概要>

- 韓国・仁川大学海洋学科 Jae-Sung Rhee 教授と、マイクロプラスチックの添加剤や船舶塗料由来のプラスチック粒子が海洋浮遊生物に及ぼす影響を調査することを目的に、共同研究体制を構築し、現在、連携活動の計画を進めている。本研究課題との連携を視野に入れ、2025年1月13日共同ゼミを長崎大学にて実施した。
- 韓国・釜慶大学資源生物学科 Wongyu Park 教授と、マイクロプラスチックの粒子毒性がカイアシ類に与える影響に関する共同研究を現在進めている。また、博士後期課程の受け入れや交流ゼミの実施など、学術交流も積極的に行っている。これらの取組による共同研究の成果は、韓国水産学会で発表され、優秀ポスター発表賞を受賞した。
Lee, Y.-J., Park, W., Kim, H.-K., 2023, Effect of microplastics on the mortality and development of *Acartia omorii* (Copepoda, Calanoida), 令和5年度韓国水産学会夏季大会、ポスター発表(優秀ポスター賞受賞) (2023年7月5日～7日)

<相手機関・国・地域名>

機関名(正式名称)	(本部所在地等の)国・地域名
仁川大学校	韓国・仁川
釜慶大学校	韓国・釜山

注：国・地域名は公的な表記に準じます。

1. 8. 研究者略歴

<研究者(研究代表者及びサブテーマリーダー)略歴>

研究者氏名	略歴(学歴、学位、経歴、現職、研究テーマ等)
八木 光晴	サブテーマ1リーダー 九州大学大学院生物資源環境科学府博士後期課程修了 博士(農学) 現在、長崎大学大学院准教授

専門は船舶運用学および魚類生理生態学、研究テーマはマイクロプラスチック汚染
詳細は <https://researchmap.jp/7000001968>

サブテーマ2リーダー

東京工業大学大学院博士前期課程修了

博士（工学）

現在、長崎大学大学院教授

専門は高分子科学、研究テーマは高分子の劣化機構解明

詳細は <https://researchmap.jp/read0111962>

研究代表者及びサブテーマ3リーダー

長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程終了

博士（水産学）

現在、長崎大学大学院准教授

専門はプランクトン生物生態学、研究テーマは環境影響評価

詳細は <https://researchmap.jp/KIM08>

中谷 久之

金 禧珍

2. 研究成果発表の一覧

注：この項目の成果番号は通し番号です。

（1） 産業財産権

成果 番号	出願 年月日	発明者	出願者	名称	出願以降 の番号
----------	-----------	-----	-----	----	-------------

特に記載する事
項はない。

（2） 論文

<論文>

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ	査読 の有無
1	2022	Nakatani, H., Ohshima, Y., Uchiyama, T., Motokucho, S. (2022). Degradation and fragmentation behavior of polypropylene and polystyrene in water. Scientific Reports, 12(1), 18501. https://doi.org/10.1038/s41598-022-23435-y	2	有
2	2023	Nakatani, H., Ohshima, Y., Uchiyama T., Motokucho S., Dao A.T.N., Kim, H.-J., Yagi, M., Kyojuka, Y. (2023). Rapid oxidative fragmentation of polypropylene with pH control in seawater for preparation of realistic reference microplastics. Scientific Reports, 13(1), 4247. https://doi.org/10.1038/s41598-023-31488-w	2	有
3	2024	Nakatani, H., Uchiyama, T., Motokucho, S., Dao, A.T.N., Kim, H.-J., Yagi, M., Kyojuka, Y. (2024). Differences in the Residual Behavior of a Bumetrizole-Type Ultraviolet Light Absorber during the Degradation of Various Polymers. Polymers, 16(2), 293-293. https://doi.org/10.3390/polym16020293	2	有
4	2024	Nakatani, H., Narizumi, S., Okubo, S., Motokucho, S., Dao, A.T.N., Kim, H.-J., Yagi, M., Kyojuka, Y., Miura, S., Josyula, K.V. (2024). Study on the	2	有

		onset mechanism of bio-blister degradation of polyolefin by diatom attachment in seawater. Scientific Reports, 14(1), 3902. https://doi.org/10.1038/s41598-024-54668-8		
5	2024	Nakatani, H., Yamashiro, K., Uchiyama, T., Motokucho, S., Dao, A.T.N., Kim, H.-J., Yagi, M., Kyoizuka, Y. (2024). Effect of Copper Antifouling Paint on Marine Degradation of Polypropylene: Uneven Distribution of Microdebris between Nagasaki Port and Goto Island, Japan. Molecules, 29(5), 1173. https://doi.org/10.3390/molecules29051173	2	有
6	2024	Seong, T., Onizuka, D., Satuito, G., Kim, H.-J. (2024). Impact of nano- and micro-sized polystyrene beads on larval survival and growth of the Pacific oyster <i>Crassostrea gigas</i> . Journal of Hazardous Materials, 469, 133952. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.133952	3	有
7	2024	Seong, T., Yamamoto, S., Nakatani, H., Yagi, M., Kyoizuka, Y., Satuito G., Kim, H.-J. (2024). Effects of microplastics on reproductive characteristics and mechanisms of the marine rotifer <i>Brachionus plicatilis</i> . Scientific Report, 14, 15213. https://doi.org/10.1038/s41598-024-65047-8	3	有
8	2025	Nakatani, H., Yamaguchi, T., Asano, M., Motokucho, S., Dao, A.T.N., Kim, H.-J., Yagi, M., Kyoizuka, Y. (2025). Differences in Nanoplastic Formation Behavior Between High-Density Polyethylene and Low-Density Polyethylene. Molecules, 30(2), 382. https://doi.org/10.3390/molecules30020382	2	有
9	2025	Azmi, S.S., Seong, Taekyoung, Kim, H.-J., Nakatani, H., Kyoizuka, Y., Asakura, H., Shimizu, K., Yagi, M. (2025). Primary and secondary microplastics do not affect hatching of Japanese flounder eggs, bioRxiv, https://doi.org/10.1038/s41598-022-23435-y	1	無
【投稿中】	2025	Azumi, S.S., Seong, T., KIM, H.-J., Nakatani, H., Kyoizuka, Y., Asakura, H., Shimizu, K., Yagi, M. (2025). Primary and secondary microplastics do not affect hatching of Japanese flounder eggs, Aquaculture Science	3	有
【投稿中】	2025	Azmi, S.S., Kim, H.-J., Hisayuki, Nakatani, Y., Kyoizuka, Y., Asakura, H., Shimizu K., Yagi, M. (2025). Direct and indirect ingestion of micro- and nanoplastics alters fish larvae physiology, Marine Pollution Bulletin	3	有
【投稿中】	2025	Seong, T., Makino, M., Yagi, M., Nakatani, H., Kyoizuka, Y., Rhee, J.-S., Satuito, G., Kim, H.-J. (2025). Particle toxicity of different-sized microplastics in the Pacific oyster <i>Crassostrea gigas</i> , Molecular and Cellular Toxicity	3	有

(3) 著書
<著書>

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
----------	----------	----------	--------------

特に記載する事項はない。

(4) 口頭発表・ポスター発表

<口頭発表・ポスター発表>

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ	査読 の有無
10	2022	Nakatani, H., Fragmentation Mechanisms of Microplastics and Their Distribution Behavior in the Sea Near Nagasaki, 11th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials(ISFR2022), Pattaya, Thai (29-30th Nov. and 1th Dec., 2022)	2	有
11	2022	川口俊哉, 小野友梨夏, 八木光晴, 五島灘における堆積物中のマイクロプラスチックの密度, 令和4年度日本水産学会秋季大会, フェニックス・シーガイア・リゾート・コンベンションセンター (2022年9月5~7日)	1	無
12	2022	Yamamoto, S., Satuito, C.G., Kim, H.-J. (2022). Comparison of the effects of marine and artificial secondary micro/nanoplastics on the marine rotifer <i>Brachionus plicatilis</i> species complex. PICES-AFIMA Joint Seminar, Sydney Hall, Paradise Hotel, Busan, KOREA, Poster (2022年9月22日)	3	無
13	2023	八木光晴, 川口俊哉, 小野友梨夏, 成泰敬, 金禧珍, 中谷久之, 経塚雄策, 海底堆積物中のマイクロプラスチック汚染:九州西岸編, 令和5年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学 (2023年3月28~31日)	1	無
14	2023	Yagi, M., Ono, Y., Seong, T., Kim, H.-J., Nakatani, H., Kyozyuka, Y., Microplastic pollution of commercial fishes from coastal and offshore waters in southwestern Japan, 6 th International Ecosummit Building a Sustainable and Desirable Future Adapting to a changing Land and Sea-scape, Gold Coast, Australia, Poster. (13-17 June, 2023)	1	有
15	2023	中谷 久之、本九町 卓、Anh Thi Ngoc DAO、金 禧珍、八木 光晴、経塚 雄策 “実試料を基にした海洋マイクロプラスチックモデルの作製とそれによる生態リスク評価 “、マテリアライフ学会「第 34 回研究発表会, 特別講演会」、大阪府豊中市大阪大学 (2023年7月6-7日)	2	無
16	2023	山城 海渡、内山 大志、本九町 卓、Anh Thi Ngoc DAO、中谷 久之 “マイクロプラスチック生成時における亜酸化銅の影響 “、マテリアライフ学会「第 34 回研究発表会, 特別講演会」、大阪府豊中市大阪大学 (2023年7月6-7日)	2	無

17	2023	中谷 久之、本九町 卓、Anh Thi Ngoc DA0、金 禧珍、八木 光晴、経塚 雄策 “各種海洋マイクロプラスチックモデルの作製と特性解析 “、第 26 回日本水環境学会シンポジウム、大阪府吹田市大阪大学 (2023年9月20-22日)	2	無
18	2023	中谷 久之、本九町 卓、Anh Thi Ngoc DA0、金 禧珍、八木 光晴、経塚 雄策 “海洋マイクロプラスチックモデルの作製とそれによる生態リスク評価 “、第72回高分子討論会、香川県高松市香川大学 (2023年9月26-28日)	2	無
19	2023	Nakatani, H., Verification of the Existence of Metal Compounds in the Sea and their Implications for Marine Microplastic Degradation, 12th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials(ISFR2023), Sendai, Japan (6-8th Nov., 2023)	2	有
20	2023	中谷 久之、山城 海渡、本九町 卓、Anh Thi Ngoc DA0、金 禧珍、八木 光晴、経塚 雄策 “銅及び鉄化合物が海洋マイクロプラスチック生成へ与える影響 “、第58回日本水環境学会年会、福岡県福岡市九州大学 (2024年3月6-8日)	2	無
21	2023	福井翔哉、中谷久之、八木光晴、成 泰敬、経塚雄策、金 禧珍、2023、一次および二次マイクロプラスチックがシオミズツボワムシに与える影響、令和5年度 日本水産学会大会春季大会、口頭発表 (2023年3月29日)	3	無
22	2023	Seong, T., Yamamoto, S., Nakatani, H., Yagi, M., Kyojuka, Y., Kim, H.-J., Effects of marine microplastics on zooplankton reproductivity and its molecular mechanisms, 令和5年度日本水産学会春季大会, SDG program session, 東京海洋大学 (2023年3月29日)	3	無
23	2023	Seong, T., Yamamoto, S., Nakatani, H., Yagi, M., Kyojuka, Y., Kim, H.-J., Effects of marine microplastics on zooplankton reproductivity and its molecular mechanisms, 令和5年度日本水産学会春季大会, SDG program session, 東京海洋大学, 口頭発表 (2023年3月29日)	3	無
24	2023	福井翔哉、中谷久之、八木光晴、成 泰敬、経塚雄策、金 禧珍、一次および二次マイクロプラスチックがシオミズツボワムシに与える影響、令和5年度 日本水産学会大会春季大会、口頭発表 (2023年3月29日)	3	無
25	2023	Seong, T., Yamamoto, S., Nakatani H., Yagi, M., Kyojuka, Y., Kim, H.-J., Effects of marine microplastics on zooplankton reproductivity and its molecular mechanisms, EcoSummit 2023, The Gold Coast Convention Centre, Australia, Oral (2023年6月14日)	3	無
26	2023	Yamamoto, S., Kim, H.-J., Comparison of the effects of marine and artificial secondary microplastics on the marine rotifer Brachionus plicatilis sensu stricto. The 2nd international Postgraduate Symposium on	3	無

		Agriculture and Food Science, Online, Poster (2023年8月17日)		
27	2023	Fukui, S., Kim, H.-J, Effects of primary and secondary microplastics on <i>Brachionus plicatilis</i> . The 2nd international Postgraduate Symposium on Agriculture and Food Science, Online, Poster (2023年8月17日)	3	無
28	2024	八木光晴, Siti Syazwani Azmi, 大山香音, 濱内翔太, 明正大純, 藤本真悟, 成 泰敬, 金 禧珍, 中谷久之, 経塚雄策, 清水健一, 2024, 海産仔稚魚はマイクロプラスチックを取り込んでいるのか?, 第71回日本生態学会大会, オンライン/横浜国立大学 (2024年3月16~21日)	1	無
29	2024	八木光晴, Siti Syazwani Azmi, 明正大純, 藤本真悟, 成 泰敬, 金 禧珍, 中谷久之, 経塚雄策, 清水健一, 海産稚魚はマイクロプラスチックに汚染されているのか?: 空間的同所性と誤食実態、令和6年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学 (2024年3月28日)	1	無
30	2024	中谷 久之、成住 峻、伊木 樹生、本九町 卓、Anh Thi Ngoc DAO、三浦 重信、JOSYULA Kanth V “珪藻のポリオレフィン分解機構の解明とアップサイクルへの適用 “ 第11回高分子学会グリーンケミストリー研究会シンポジウム、千葉県柏市、東葛テクノプラザ (2024年8月8-9日)	2	有
31	2024	中谷 久之、山口 瑛行、浅野 実日、本九町 卓、Anh Thi Ngoc DAO、金 禧珍、八木 光晴、経塚 雄策 “海洋ナノプラスチックモデルの作製及びその捕集・回収法の確立 “、第 27 回日本水環境学会シンポジウム、岩手県盛岡市 岩手大学 (2024年9月11-13日)	2	無
32	2024	中谷 久之、山口 瑛行、浅野 実日、本九町 卓、Anh Thi Ngoc DAO、金 禧珍、八木 光晴、経塚 雄策 “生態リスク評価に資する海洋ナノプラスチックモデル作製法の確立 “、第73回高分子討論会、新潟県新潟市 新潟大学 (2024年9月25-27日)	2	無
33	2024	Nakatani, H. “Establishment of a method for preparing marine nanoplastic models for ecological risk assessment “, 13th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials (ISFR2024) , Jeju, South Korea (21-23th Oct., 2024)	2	有
34	2024	中谷 久之、山口 瑛行、浅野 実日、本九町 卓、Anh Thi Ngoc DAO、金 禧珍、八木 光晴、経塚 雄策 “ポリエチレン及びポリスチレンナノプラスチックの作製とナノ分散性挙動の比較 “、第59回日本水環境学会年会、北海道札幌市 北海道大学、(2025年3月17-19日)	2	無
35	2024	Azmi, S.S.B., Seong, T., Nakatani, H., Yagi M., Yusaku, K., Kim, H.-J., Microplastic size and concentration effects on the early life stages of olive flounder (<i>Paralichthys olivaceus</i>), The Japanese Society of Fisheries Science 2024 Spring Meeting (2024年3月28日)	1	無
36	2024	Seong, T., Nakatani, H., Yagi, M., Kyozyuka,	3	無

		Y., Kim, H.-J., 2024, Effects of different types of microplastics on zooplankton reproductivity and its molecular mechanisms, 令和6年度日本水産学会春季大会, SDG program session, 東京海洋大学, 口頭発表 (2024年3月28日)		
37	2024	山本早恵, 成 泰敬, 中谷久之, 八木光晴, 経塚雄策, 金 禧珍, 2024, 紫外線吸収剤を添加したマイクロプラスチックがシオミズツボムシの生殖能に与える影響, 令和6年度 日本水産学会大会春季大会, 口頭発表 (2024年3月28日)	3	無
38	2025	八木光晴, 関 善之助, 土田真平, 安齋沙矢乃, 西辻祥子, Siti Syazwani Azmi, 高比良順子, 清水健一, 2025, 都市型と郊外型河川から流れ出るプラスチックゴミの比較研究, 令和6年度日本水産学会春季大会, 北里大学相模原キャンパス (2025年3月27日)	1	無
39	2025	金 禧珍, 福井 翔哉, 八木 光晴, 浅野 実日, 山口瑛行, 中谷 久之, 北里大学, 令和7年度日本水産学会春季大会, 一次および二次マイクロ・ナノプラスチックの粒子とプラスチック添加物がシオミズツボムシの生活史に与える影響 (2025年3月27日)	3	無
40	2025	金 禧珍, 山本 早恵, 八木 光晴, 浅野 実日, 山口瑛行, 中谷 久之, 北里大学, 令和7年度日本水産学会春季大会, マイクロプラスチックの添加剤がシオミズツボムシの生殖能に与える影響とその分子メカニズムの解明 (2025年3月27日)	3	無
41	2025	Oktay, O., Yamaguchi, T., Asano, M., Mitsuharu, Y., Nakatani, H., Kim, H.-J., 東京海洋大学, 令和7年度日本水産学会春季大会, SDG program session, Effects of plastic additive on the population dynamics of the eurthaline rotifer <i>Brachionus plicatilis</i> (2025年3月28日)	3	無

(5) 「国民との科学・技術対話」の実施

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
42	2022	“「海の危機！？マイクロプラスチックの実態と解決法」 “、公開講座、長崎市D-FLAG (2022年12月5日)	1, 2, 3
43	2022	“「海ゴミ問題から住みたい街を考える」 “、公開講座、時津町立鳴北中学校 (2022年7月13日)	1
44	2022	マイクロプラスチックと海のミクロ生態系, 米山ロータリー 長崎中央クラブ (2023年1月30日)	3
45	2022	海洋生態系の脅威となるプラスチックごみ, 長崎から始めるプラネタリーヘルスの挑戦～SDG s の一歩先へ～, 長崎大学 (2022年12月14日)	3
46	2022	“「海の豊かさを守るために」 “、市民公開講座、熊本県立天草高等学校 (2022年8月20日)	1
47	2023	“長崎近海に漂うマイクロプラスチックの種類とその分布状況 “、令和5年度 高校生公開講座「工学が描く未来の世界」、長崎市長崎大学 (2023 年8月1日)	2
48	2023	“長崎県近海におけるマイクロプラスチックの種類別分布とそのモデル作製 “、第61回九州高等学校理科教育研究会 長崎大会、佐世	2

保市アルカスSASEBO（2023 年8月3日）

49	2023	“「海の豊かさを守るために～世界の、長崎のマイクロプラスチック問題～」 “、市民公開講座、長崎短期大学（2022年10月1日）	1
50	2023	“「海洋環境問題と海洋ゴミについて」 “、公開講座、公益社団法人日本技術士会九州本部長崎県支部（2022年11月8日）	1
51	2023	“「海の豊かさを守るために～世界の、長崎のマイクロプラスチック問題～」 “、公開講座、長崎県立奈留高校（2023年7月4日）	1
52	2023	“「砂浜のマイクロプラスチックに関すること」 “、文理探求プログラム、長崎県立北陽台高校（2023年8月3-4日）	1
53	2023	“促進酸化法（AOP）を用いた海洋マイクロプラスチックモデルの作製と特性解析 “、フォトポリマー懇話会第257回講演会、オンライン（2024 年1月18日）	2
54	2023	「マイクロプラスチックが海の生態系に与える影響」講師・長崎県立東高等学校（2023年11月02日）	3
55	2024	“「砂浜のマイクロプラスチックに関すること」 “、文理探求プログラム、長崎県立北陽台高校（2024年8月3-4日）	1
56	2024	“「海洋プラスチック問題」 “、市民公開講座、長崎市三重地区市民センター（2024年8月26日）	1
57	2024	“「科学者の仕事と海洋ごみ問題」 “、附属小学校お仕事体験ワークショップ、長崎大学附属小学校（2024年11月28日）	1
58	2024	講師・北陽台高校理科研修・マイクロプラスチックが海の生態系に与える影響（2024年8月1日-2日）	3
59	2024	講師・対馬高校出前講義・海洋生物とマイクロプラスチック（2024年9月10日）	3

(6) マスメディア等への公表・報道等

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
60	2022	テレビ佐世保「スポットインサセボ」ニュース、2022年10月	1
61	2022	日刊水産経済新聞「長崎大学 マイクロプラスチック 摂食メカニズムの一端を解明」、2022年10月28日	1
62	2022	長崎新聞「微小プラ 浮遊長ければ餌と誤認」、2022年10月29日	1
63	2022	記事・産経ニュース「変身プラスチックごみの誘惑 魚が負け積極捕食 長崎大が解明」、2022年12月3日	1
64	2022	朝日新聞「マイクロプラに微生物付着 魚が誤食する一因」、2022年11月22日	1
65	2022	朝日新聞夕刊（全国版）「マイクロプラに微生物付着 魚が誤食する一因」、2022年11月26日	1
66	2022	高知新聞「微小プラ 長期浮遊で誤食増」、2022年12月16日	1
67	2022	プラゴミ海洋生態系に脅威、長崎新聞、2022年12月16日	3
68	2022	プラスチックと地球環境、長崎新聞、2022年10月20日	3
69	2023	産経新聞「食卓を襲う マイクロプラ ごみ」、2023年01月16日	1
70	2023	日本経済新聞「海洋プラごみの実態調査」、2023年04月26日	1
71	2023	読売新聞「長く漂うMP 魚に誤飲リスク」、2023年09月03日	1
72	2023	海岸ゴミ問題、コメンテーター、長崎新聞、2023年3月17日	3
73	2024	朝日新聞関連冊子“2030 SDGsで変える”「プラごみに微生物 魚が誤食」、2024年2月15日	1

74	2024	KTNテレビ長崎ニュース「Live News it!」 「漂着プラスチックを使ったアクセサリー作り」、2024年08月26日	1
75	2024	KTNテレビ長崎「海ごみなぜ～卒論で問う大学生～」	1

(7) 研究成果による受賞

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
特に記載する事項はない。			

(8) その他の成果発表

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
特に記載する事項はない。			

権利表示・義務記載

特に記載する事項は無い。

この研究成果報告書の文責は、研究課題に代表者又は分担者として参画した研究者にあります。
 この研究成果報告書の著作権は、引用部分及び独立行政法人環境再生保全機構（ERCA）のロゴマークを除いて、原則的に著作者に属します。
 ERCAは、この文書の複製及び公衆送信について許諾されています。

Abstract**[Project Information]**

Project Title : Effects of Micro / Nanoplastics on Marine Life: Environmental Impact Assessment with an Ecological Perspective

Project Number : JPMEERF20221M04

Project Period (FY) : 2022-2024

Principal Investigator : KIM, Hee-Jin

(PI ORCID) : ORCID0000-0001-2345-6789

Principal Institution : Nagasaki University
Nagasaki City, Nagasaki, JAPAN
Tel: +81-95-819-2829
E-mail: heejin@nagasaki-u.ac.jp

Cooperated by :

Keywords : Micro- and nanoplastics, Additives, Primary and secondary plastic particles, Food web, Marine organisms

[Abstract]

This study aims to assess the ecological impacts of micro- and nanoplastics (MPs and NPs) on marine ecosystem through bioassays involving zooplankton exposed to model secondary microplastics. We established a new field-sampling platform capable of capturing MPs and NPs ranging from 300 nm to 350 μ m, enabling high-precision density assessments in the marine environment. Focusing on the western coastal waters of Kyushu, we conducted a comprehensive evaluation of MP and NP densities across surface, midwater, and sediment layers. Density data were shared with other subthemes to support biological impact assessments and model development. Regular surveys clarified vertical distributions in the water column, while sediment surveys revealed plastic accumulation on the seafloor, providing insights into the "missing plastics problem." We demonstrated MP ingestion in marine fish and its correlation with environmental densities, offering valuable information for food safety and environmental risk evaluations.

The model microplastics was produced using a new degradation method by degradation using sulfate ion radicals in seawater while adjusting pH was successfully developed, and MP and NP samples of polypropylene (PP), polystyrene (PS), and polyethylene (PE) could be produced in about 15 days and finally succeeded in developing an efficient method for the production and recovery of NPs. These MPs and NPs were used for the bioassay.

The bioassay employed the euryhaline rotifer *Brachionus plicatilis* sensu stricto to evaluate the effects of plastic particles on marine organisms. The anthropogenic secondary MPs and NPs, which contained additives, exhibited no significant effects on the asexual reproductivity of rotifers.

However, variability in sexual reproduction was observed, due to sensitivity to environmental fluctuations. The impacts of MPs and NPs on fish larvae via the marine food chain were assessed using rotifers and larvae of red sea bream *Pagrus major*. Fish larvae were subjected to two exposure methods: (1) direct exposure, in which plastic particles were added into the larval culture medium; and (2) indirect exposure, in which rotifers that had accumulated MPs or NPs in their digestive tracts were fed to the fish larvae. A consistent pattern of decreased survival rates was observed in both the direct MP and NP exposure groups. Notably, the lowest survival rate occurred in the group indirectly exposed to NPs. These findings highlight the potential ecological risks posed by NPs, particularly their adverse effects on higher trophic levels, and emphasize the urgent need to prioritize NPs in environmental monitoring and remediation strategies.

This study was supported by the Environment Research and Technology Development Fund of the ERCA (JPMEERF) funded by the Ministry of the Environment.