

鹿児島大学
水産学部紀要

第74巻

MEMOIRS OF
FACULTY OF FISHERIES
KAGOSHIMA UNIVERSITY

Volume 74



2025

PUBLISHED BY THE FACULTY OF FISHERIES,
KAGOSHIMA UNIVERSITY, KAGOSHIMA, JAPAN

鹿児島大学水産学部紀要
第74巻 2025年
目 次

〔論 文〕

西部北太平洋における Transparent Exopolymer Particles 濃度とサイズ組成
小針統・山本孝・古橋智志・貝原本充 1

〔報 告〕

2024/2025 Annual Cruise Report of the *T/V Nansei-maru*
Takafumi Azuma, Ken-ichiro Nishi 9

かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告（令和6年度）
石井暁子，幅野明正，福田隆二，有田洋一，西 健一郎，畑辺佳奈子 15

〔著作目録〕

2024 ANNUAL CONTRIBUTIONS Author Index 19

MEMOIRS OF FACULTY OF FISHERIES
KAGOSHIMA UNIVERSITY
Volume 74, 2025
CONTENTS

[Articles]

Toru Kobari, Takashi Yamamoto, Satoshi Furuhashi, Motomitsu Kaihara:

Concentrations and its size compositions of transparent exopolymer particles
in the western North Pacific Ocean 1

[Reports]

Takafumi Azuma, Ken-ichiro Nishi:

2024/2025 Annual Cruise Report of the *T/V Nansei-maru* 9

Akiko Ishii, Akimasa Habano, Ryuji Fukuda, Yoichi Arita,

Ken-ichiro Nishi, Kanako Hatabe:

Annual Report of Bottom Trawl Conducted by the Training Vessel Kagoshima-maru
in the East China Sea during Academic Year 2024 15

2024 ANNUAL CONTRIBUTIONS, Author Index 19

西部北太平洋における Transparent Exopolymer Particles 濃度と サイズ組成

小針統^{1*}・山本孝¹・古橋智志¹・貝原本充¹

Concentrations and its size compositions of transparent exopolymer particles in the western North Pacific Ocean

Toru Kobari^{1*}, Takashi Yamamoto¹, Satoshi Furuhashi¹, Motomitsu Kaihara¹

Keywords: Transparent exopolymer particles, Western North Pacific Ocean, Diatom, Seaweed, Coral

Abstract

Transparent Exopolymer Particles (TEP) are suspending transparent organic matter produced by seaweeds and phytoplankton and appear abundantly in seawater. They are known not only to form marine snow aggregating phytoplankton, zooplankton fecal pellets and other particles, but also to serve as substrates for bacterial growth and prey source for zooplankton, suggesting their important functions for food web structure and material cycle in marine ecosystems. We have knowledge on TEP from the temperate to northern waters, however, there is limited information in the subtropical waters. The present study demonstrated TEP concentrations and its size compositions at the coastal and pelagic sites in the subtropical waters and explored the source of supply through incubation experiments on diatoms, seaweeds and corals. TEP concentrations were higher at the coastal sites compared with those at the pelagic sites and comparable to previously reported values from the northern waters. Higher biomass of nano- and micro-sized phytoplankton resulted in higher TEP concentrations. A greater number of larger TEPs were found at the coastal sites compared to pelagic sites. When diatoms and seaweeds were cultured, TEP concentrations were increased under their high standing stocks and high thermal conditions. TEP size distributions from seaweeds exhibited a wide range and were larger than those from diatoms and corals. These findings suggest that TEP production is likely supported not only by diatoms but also seaweeds and coral in the subtropical waters.

Transparent Exopolymer Particles (TEP) は海水中に多く存在する透明な懸濁有機物であり、大型藻類^{1,2)}、植物プランクトン^{2,3)}から浸出する物質であることが知られている。TEP は光学顕微鏡での観察が困難であったためにその存在が過小評価されてきたが、多糖類に特有の染色技術によって可視化³⁾、定量化⁴⁾されるようになって以来、重視されるようになってきた。例えば、北方海域では海洋表層に高濃度で存在^{2,4,5)}するため、植物プランクトンや動物プランクトンから排泄される糞粒を吸着して沈降粒子（マリンスノー）を形成し³⁾、海洋深層への炭

素輸送に影響を及ぼしていることが指摘されている⁵⁾。また、バクテリアの増殖基質^{5,6)}や、繊毛虫⁷⁾やカイアシ類⁸⁾、オキアミ⁹⁾などの餌料源となることが知られており、海洋生態系の群集構造や食物連鎖に影響を与えていることが示唆されている。しかし、これまでの研究では北方海域からの報告に基づいており、生物生産力が低いとされる亜熱帯域からの情報は少ないため、TEP の包括的な機能的役割については偏りがある。

そこで本研究では

①亜熱帯海域における TEP 濃度およびサイズ組成

¹ 鹿児島大学水産学部, 鹿児島市下荒田4-50-20 (Aquatic Sciences, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056, Japan)

* Corresponding Author: T. Kobari
Faculty of Fisheries, Kagoshima University
4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056, Japan
Telephone: +81-99-286-4140
Email: kobari@fish.kagoshima-u.ac.jp

②亜熱帯海域特有の海藻・植物プランクトン・サンゴによる TEP の産出実験

により、当該海域における TEP の基礎的知見を得ることを目的とする。

実験方法

海洋観測・標本採取

調査は、外洋域では 2005 年 6 月～9 月までの期間に鹿児島大学練習船かごしま丸・南星丸にて、沿岸域では 2005 年 6 月～10 月までの期間に鹿児島大学練習船南星丸もしくは海岸にて行った。海表面からはプラスチックバケツ、その他の深度からは CTD に装着したニスキン採水器を用いて海水を採取した。TEP 濃度とクロロフィル *a* 濃度測定用標本は黒色プラスチックボトル (1000 mL) に、TEP サイズ測定用標本は白色プラスチックボトル (100 mL) に採取し、中性ホルマリンで固定して (最終濃度 5%) 実験室に持ち帰った。海水採取時に、棒状温度計で水温を測定した。

TEP 濃度測定

TEP 濃度測定は、既往法⁴⁾に準じた。TEP 濃度測定用海水標本は、アドバンテック社製白色ポリカーボネートフィルター (孔径 0.4 μm) を使って弱圧 (20 kPa 以下) で 50 mL を濾過した。濾過後、直ちに 0.02% アルシアンブルー染色液を 500 μL 滴下してフィルター上の TEP を染色し、余分な染色液を Milli-Q 水で除去した後、水分を濾過した。フィルターは暗条件、 -30°C で冷凍保存した。TEP 濃度はフィルターを 80% 硫酸に 2 時間半以上浸漬した後、日立社製分光光度計 (U-1800) を用いて 787 nm の波長で測定し、ガムキサソ等量 ($\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$) で表した。

TEP サイズ測定

TEP サイズ測定は、既往法³⁾に準じて面積をサイズとして評価した。TEP サイズ測定用標本は、アドバンテック社製白色ポリカーボネートフィルター (孔径 0.4 μm) を使って弱圧 (20 kPa 以下) で 50 mL を濾過した。濾過後、直ちに 0.02% アルシアンブルー染色液を 500 μL 滴下してフィルター上の TEP を染色し、余分な染色液を Milli-Q 水で除去した後、水分を濾過した。フィルターはエマージェンオイルで封入することで、プレパラート標本作製した。プレパラート標本は、生物顕微鏡に装備された CCD カメラで画像として取り込んだ後、三谷社製画像解析ソフト (Lumina Vision) を用いて 1 プレパラートにつき 50～100 個の TEP 面積を測定した。

クロロフィル *a* 濃度測定

クロロフィル *a* 濃度用標本はワットマン社製 GF/F

フィルター (孔径 0.7 μm)、ミリポア社製フィルター (孔径 5 μm)、ナイロン製プランクトンネット地 (孔径 20 μm) を用いてサイズ分画しながら弱圧 (20 kPa 以下) で 1000 mL を濾過した。濾過後直ちにフィルターは暗条件、 -15°C で *N,N*-dimethylformamide (DMF) 中に 24 時間以上浸漬し、クロロフィル色素を抽出した¹⁰⁾。抽出されたクロロフィル *a* はターナーデザイン社製蛍光光度計 (TD700) を用いて Welschmeyer 法¹¹⁾に従って測定した。

培養実験

沿岸域および外洋域で観察された TEP の産出源を評価するために、植物プランクトン (珪藻類)、海藻 (褐藻類) およびサンゴを培養し、これらから産出される TEP 濃度およびサイズを測定した。鹿児島湾沿岸より採取された海水をワットマン社製 GF/F フィルター (孔径 0.7 μm) で濾過し、 125°C ・20 分間で滅菌することで、培養実験海水を作成した。植物プランクトン培養実験では、鹿児島県水産技術開発センターから供与された中心目珪藻 (*Chaetoceros gracilis*) を使用した。培養実験海水 1000 mL 中に中心目珪藻を入れ、毎日硝酸塩 (24 μM)、リン酸塩 (2 μM)、アンモニウム塩 (8 μM)、ケイ酸塩 (40 μM)、鉄 (2 μM)、マンガン (0.2 μM) を添加し、エアレーションしながら異なる水温 (5・10・15・20・25・30 $^{\circ}\text{C}$) で 7 日間培養した。培養期間中、クロロフィル濃度標本 10 mL を採取して前述の方法に準じてクロロフィル *a* 濃度を測定する他、TEP 濃度測定用標本およびサイズ組成測定用標本をそれぞれ 10 mL を採取し、前述の方法に準じて TEP 濃度・サイズ組成を測定した。海藻培養実験では、鹿児島湾沿岸から採取されたオゴノリ (*Gracilaria vermiculophylla*) およびクビレズタ (*Caulerpa lentillifera*) を使用した。培養実験海水 100 mL 中に海藻を入れ、照度はオゴノリについては 33.27 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-2}$ にて、クビレズタについては 43.0 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-2}$ にて、水温 24°C で 7 日間培養した。培養期間中、毎日藻体の余分な水分を除去して湿重量を測定する他、TEP 濃度測定用標本およびサイズ組成測定用標本 50 mL を採取し、前述の方法に準じて TEP 濃度・サイズ組成を測定した。サンゴ培養実験では、鹿児島湾沿岸より採取されたクシハダミドリイシ (*Acropora hyacinthus*) を使用した。培養実験海水 1000 mL 中にクシハダミドリイシを入れ、毎日硝酸塩 (24 μM)、リン酸塩 (2 μM)、アンモニウム塩 (8 μM)、ケイ酸塩 (40 μM)、鉄 (2 μM)、マンガン (0.2 μM) を添加し、異なる水温 (20・25・30 $^{\circ}\text{C}$) で 7 日間培養した。培養期間中、クロロフィル濃度標本 10 mL を採取して前述の方法に準じてクロロフィル *a* 濃度を測定する他、TEP 濃度測定用標本およびサイズ組成測定用標本をそれぞれ

Table 1. Comparisons of concentrations and sizes of transparent exopolymer particles (TEP) among the previous and present reports. Min: minimum. Max: maximum. XG equiv.: xanthan gum equivalent.

Area/Organism	Concentration ($\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$)		Size (μm^2)		Reference
	Min	Max	Min	Max	
Field data					
Ross Sea	0	2800			Hong et al. (1997)
Santa Barbara Channel	14	252			Passow and Alldredge (1995a)
Monterey Bay	46	310			Passow and Alldredge (1995a)
Norway fjord	100	255			Passow and Alldredge (1995a)
Indian Ocean	70	500			Kumar et al. (1998)
Tokyo Bay	14	1774			Ramaiah and Furuya (2002)
Otsuchi Bay	24	2321			Ramaiah et al. (2001)
Western North Pacific	91	183	3	6469	This study
Satsunan area	66	584	1	1950	This study
Kagoshima Bay	69	1312	5	6469	This study
Experiment data					
<i>Phaeocystis</i> sp.	2000	12000			Hong et al. (1997)
<i>Chaetoceros</i> sp.	20	380			Passow and Alldredge (1995b)
<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	66	549	6	1966	This study
<i>Caulerpa lentillifera</i>	66	463	8	2780	This study
<i>Chaetoceros gracilis</i>	2812	48961	5	1064	This study
<i>Acropora hyacinthus</i>	1654	63848	5	568	This study

10 mL を採取し、前述の方法に準じて TEP 濃度・サイズ組成を測定した。

データ分析

アルシアンブルー染色液は時間経過と共に変質するため、各測定において分光光度計を用いてガムキサンで染色係数 (F_x) を算出した。

$$F_x = W \times ((EST_{787} - C_{787}) / V_{st})^{-1} \dots \dots \dots (1)$$

- F_x : 染色液キャリブレーション係数
- W : ガムキサントタン濾過量 (mL)
- EST_{787} : 787nm で測定した試料の吸光度
- C_{787} : 787nm で測定したブランクフィルターの吸光度
- V_{st} : 染色液キャリブレーション標準液の濾過量

TEP 濃度をガムキサン等量として下記の式より求めた。

$$C_{TEP} = (E_{787} - C_{787}) / (V_f) \times F_x \dots \dots \dots (2)$$

- C_{TEP} : TEP 濃度 ($\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$)
- E_{787} : 787nm で測定した試料の吸光度
- C_{787} : 787nm で測定したブランクフィルターの吸光度
- V_f : 試料の濾過量 (mL)
- F_x : 染色液キャリブレーション係数

結果

沿岸域～外洋域

どのような海域・深度で TEP 濃度が高いのかを評価するため、海域間で比較した。TEP 濃度は鹿児島沿岸域では 69~1312 $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$ 、薩南海域では 66~584 $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$ 、西部北太平洋では 91~183 $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$ の

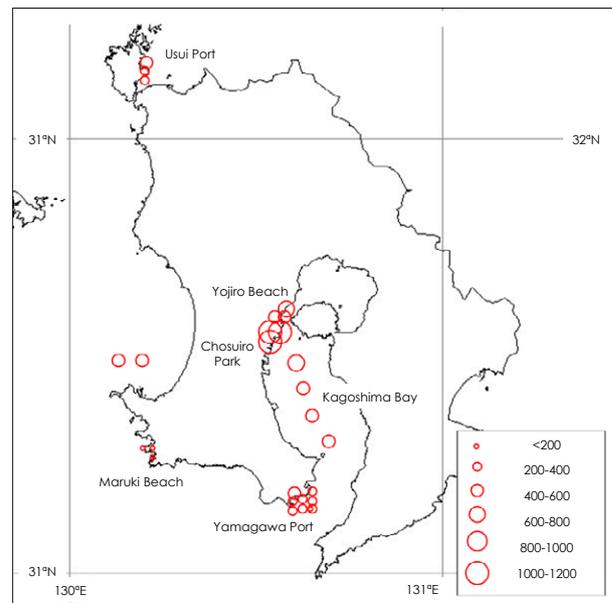


Fig. 1. Concentrations of transparent exopolymer particles (TEP: $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$) at the coastal sites (Kagoshima coasts, Usui Port, Maruki Beach, Yamagawa Port, Yojiro Beach and Chosuiro Park).

範囲で変化しており (Table 1)、変動幅は外洋域より沿岸域で大きい傾向を示した (Figs. 1 and 2)。鉛直的に比較すると、TEP 濃度は 75 m 以浅で 219~584 $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$ であったがそれ以深では 73~219 $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$ となり、表層で高い傾向を示した (Fig. 3)。

どのような海域で TEP サイズが大きいのかを評価するため、海域間で比較した。TEP サイズは鹿児島沿岸域では 5~6469 μm^2 、薩南海域では 1~1950 μm^2 、西部北太平洋では 3~6469 μm^2 の範囲で変化した (Table 1)。薩南海域や西部北太平洋よりも沿岸域の方がサイズの大きい

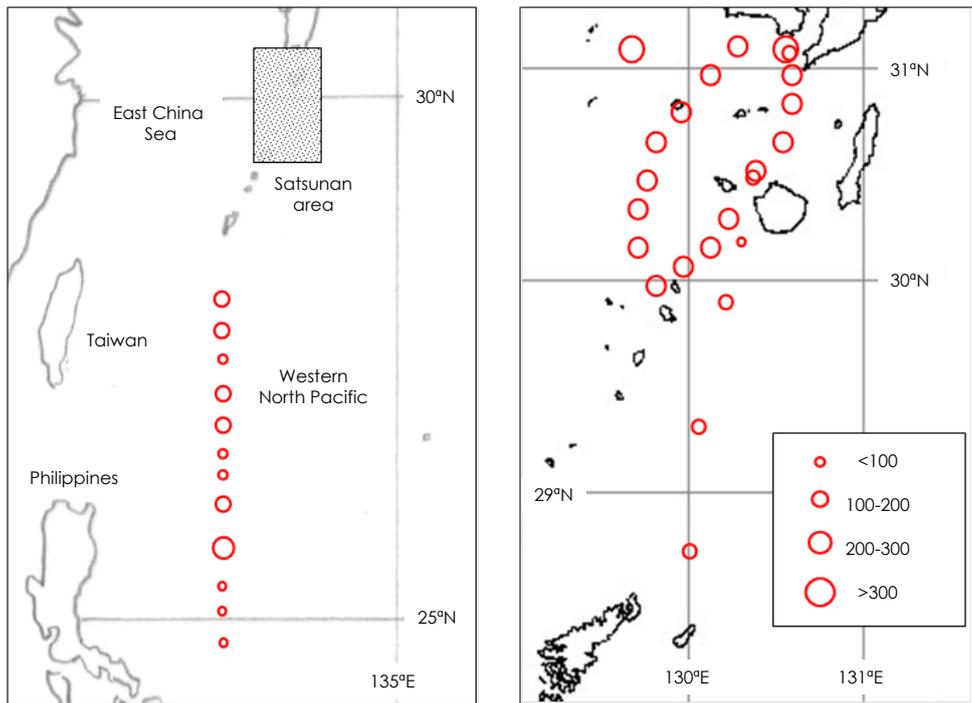


Fig. 2. Concentrations of transparent exopolymer particles (TEP: $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$) at the pelagic sites (Right: Satsunan area, Left: western North Pacific Ocean).

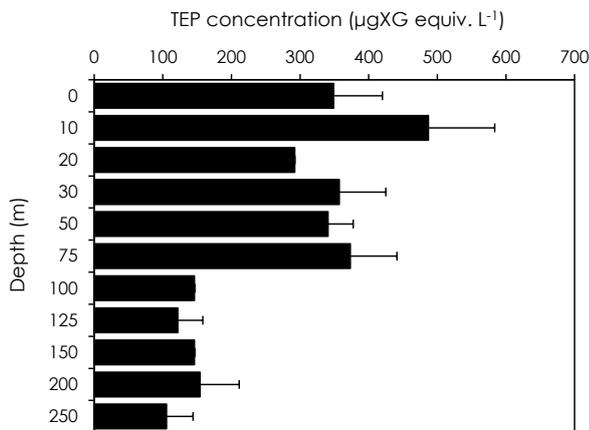


Fig. 3. Vertical distribution of transparent exopolymer particles (TEP: $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$) in the Satsunan area. Horizontal bars show standard deviations.

TEPが多く、サイズ組成には統計学的に有意な差が認められた。(Student's t -test, $p < 0.05$)。

TEP濃度がどのような環境要因に依存するのかを評価するため、水温およびクロロフィル a 濃度に対する TEP濃度を比較した。TEP濃度は小型画分 ($< 5 \mu\text{m}$) と弱い正の相関を示すものの (Pearson's correlation coefficient, $r = 0.292$, $p < 0.05$)、中型画分 ($5 \sim 20 \mu\text{m}$) および大型画分 ($> 20 \mu\text{m}$) ではクロロフィル a 濃度が高くなると、TEP濃度も増加する傾向があり (Fig. 5)、強い正の相関が認められた (Pearson's correlation coefficient, $r = 0.696 \sim 0.874$, $p < 0.01$)。他方、水温に対する TEP濃度には有意な相関

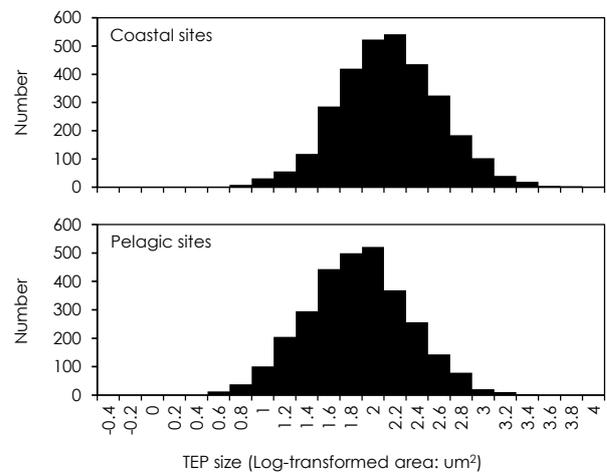


Fig. 4. Size distributions of transparent exopolymer particles (TEP: μm^2) at the coastal and pelagic sites. Note that TEP areas were log-transformed.

が認められなかった (Pearson's correlation coefficient, $r = -0.060$, $p > 0.05$)。

培養実験

植物プランクトンから産出される TEP濃度を評価するため、珪藻類 (*Chaetoceros gracilis*) を異なる水温で培養した。クロロフィル a 濃度は、水温 $5 \sim 10^\circ\text{C}$ では顕著な増加を示さなかったが、水温 $15 \sim 30^\circ\text{C}$ では時間経過と共に線形的に増加した (Fig. 6)。TEP濃度は、いずれの水温でも時間経過と共に指数関数的に増加したが、水温 $5 \sim 10^\circ\text{C}$ よりも水温 $15 \sim 30^\circ\text{C}$ では時間経過と共に指数関

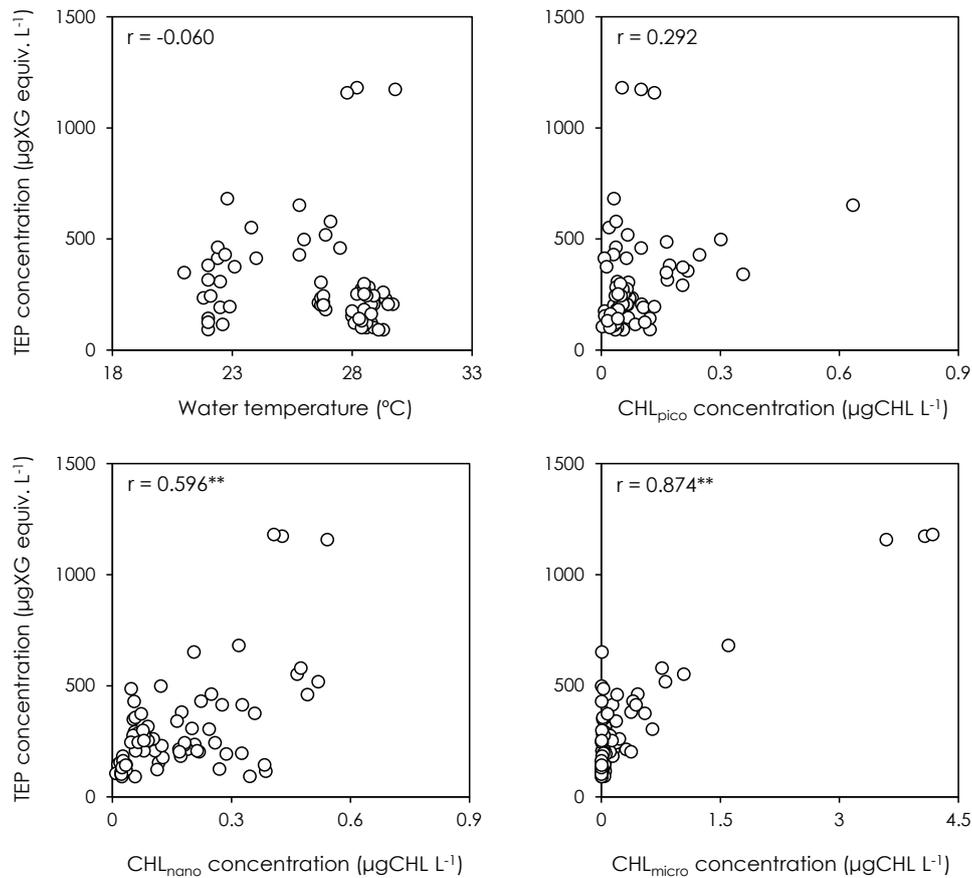


Fig. 5. Comparisons of transparent exopolymer particles (TEP: $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$) to ambient water temperatures ($^{\circ}\text{C}$) and size-fractionated chlorophyll a concentrations (CHL: $\mu\text{gCHL L}^{-1}$) at the coastal and pelagic sites. r: Pearson correlation coefficient. *: $p < 0.05$. **: $p < 0.01$. Pico: $< 5 \mu\text{m}$. Nano: $5\text{--}20 \mu\text{m}$. Micro: $> 20 \mu\text{m}$.

数的に増加する傾向を示した。

次に、海藻から産出される TEP 濃度を評価するため、オゴノリ (*Gracilaria vermiculophylla*) およびクビレズタ (*Caulerpa lentillifera*) を培養した。いずれの藻類でも、時間経過と共に藻体湿重量は線形的に、TEP 濃度は指数関数的に増加する傾向を示した (Fig. 7)。

さらに、サンゴから産出される TEP 濃度を評価するため、クシハダミドリイシ (*Acropora hyacinthus*) を異なる水温で培養した。いずれの水温でも、時間経過と共に TEP 濃度は指数関数的に増加する傾向を示した (Fig. 8)。

培養した植物プランクトン・海藻・サンゴから産出された TEP サイズは、珪藻類では $5\text{--}1064 \mu\text{m}^2$ 、オゴノリでは $6\text{--}1966 \mu\text{m}^2$ 、クビレズタでは $8\text{--}2780 \mu\text{m}^2$ 、クシハダミドリイシでは $5\text{--}568 \mu\text{m}^2$ の範囲だった (Fig. 9)。珪藻類・サンゴよりもオゴノリ・クビレズタはより大型サイズの TEP を産出したが、いずれの生物群から産出された TEP サイズにも有意な差が認められ、クビレズタ・オゴノリ・珪藻類・クシハダミドリイシの順に小さくなった (Scheffe's F-test, $p < 0.05$)。

考察

海域間比較

TEP 濃度について海域間比較すると (Table 1, Figs. 1 and 2), 外洋域ではロス海 ($0\text{--}2800 \mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$)¹²⁾ よりもインド洋 ($70\text{--}500 \mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$)¹³⁾ では低濃度であり、本研究でもインド洋と類似する TEP 濃度が観察された。沿岸域で比較すると、カリフォルニア沿岸 ($14\text{--}310 \mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$)⁴⁾ やノルウェーフィヨルド ($100\text{--}255 \mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$)⁴⁾ に比べて、東京湾 ($14\text{--}1774 \mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$)¹⁴⁾ や大槌湾 ($24\text{--}2321 \mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$)¹⁾ では TEP が高濃度になることがあり、本研究でもこれらの内湾域に匹敵する高い濃度が測定された。これらの結果は、TEP 濃度は外洋域では緯度的に変化するものの、沿岸域では緯度的傾向が不明瞭になることを示唆している。TEP サイズについて海域間比較すると、外洋域よりも沿岸域で、深層に比べて表層で TEP サイズが大型になる傾向を示した (Table 1, Figs. 3 and 4)。これらのことを考慮すると、外洋域の産出源に加え、沿岸域では大型の TEP 産出源が表層に存在すると考えられる。

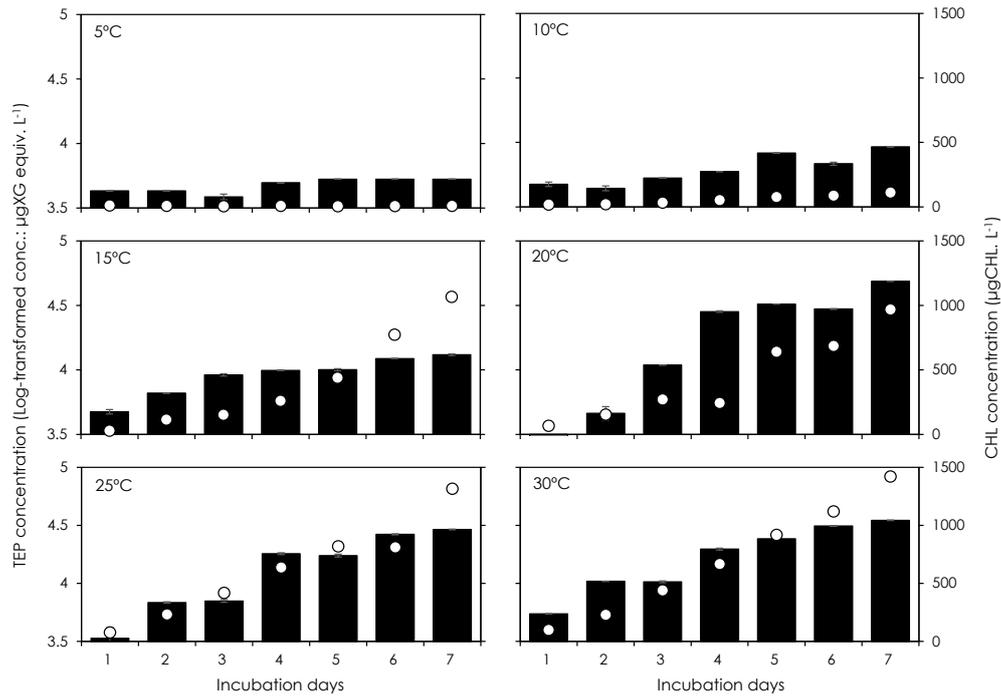


Fig. 6. Concentrations of chlorophyll *a* (CHL: $\mu\text{gCHL L}^{-1}$, open circles) and transparent exopolymer particles (TEP: $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$, solid bars) extracted from diatom (*Chaetoceros gracilis*) incubated at the different water temperatures (5, 10, 15, 20, 25 and 30°C). Note that TEP concentrations were log-transformed. Vertical bars show standard deviations.

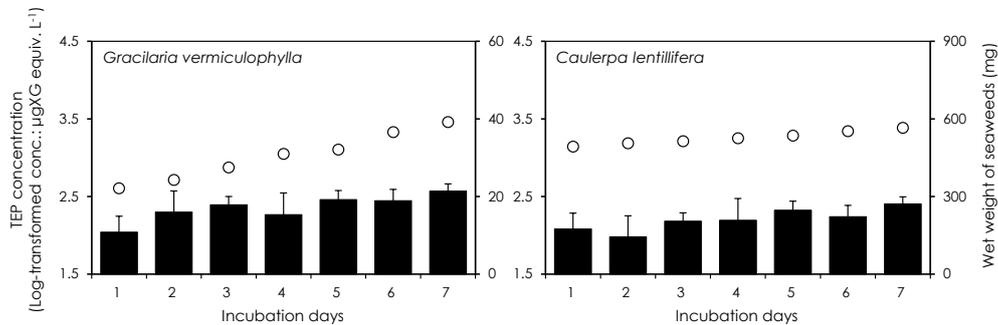


Fig. 7. Wet weights (mg, open circles) and concentrations of transparent exopolymer particles (TEP: $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$, solid bars) extracted from seaweeds (*Gracilaria vermiculophylla* and *Caulerpa lentillifera*) incubated at 24°C. Note that TEP concentrations were log-transformed. Vertical bars show standard deviations.

TEP 産出源

既往報告¹⁵⁾によれば、カリフォルニア沿岸域ではクロロフィル *a* 濃度の増加と共に TEP 濃度が増加する傾向があり、TEP 濃度 (TEP) はクロロフィル *a* 濃度 (CHL) で推定できるとしている。

TEP = 7.35 CHL + 34.3 ($r^2=0.60$) (3)
東京湾でも同様な傾向が認められ¹⁴⁾、類似した推定式が求められている。

TEP = 10.91 CHL + 35.62 ($r^2=0.42$) (4)
本研究でも TEP 濃度とクロロフィル *a* 濃度とに有意な回帰式が得られたものの、傾きや切片が高い値を示した。

TEP = 230.77 CHL + 172.64 ($r^2=0.82$) (5)

これらの結果は、本研究の対象海域では TEP がそもそも存在し、他海域と比べて産出速度も速いことを示す。既往報告によれば、植物プランクトン (*Chaetoceros gracilis*, *Skeletonema costatum*, *Heterosigma akashiwo*) を培養すると、細胞密度の増加と共に TEP 濃度が増加することが報告されている^{14,15)}。本研究においても同様のことが認められており (Fig. 6)、これらの結果は、植物プランクトンから TEP が産出されていることを示している。他方、大槌湾では植物プランクトン現存量と TEP 濃度に相関がなく、ナンブワカメ (*Undaria pinnatifida*) の養殖が栄えであることから、この海藻類が TEP の産出源であると考えられた¹⁾。実際、ナンブワカメを培養すると TEP 濃

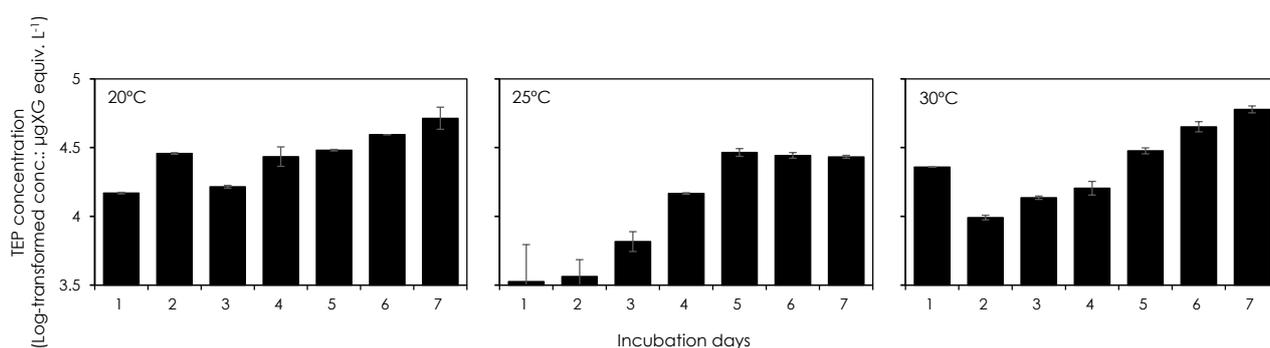


Fig. 8. Concentrations of transparent exopolymer particles (TEP: $\mu\text{gXG equiv. L}^{-1}$, solid bars) extracted from coral (*Acropora hyacinthus*) incubated at the different temperature (20, 25 and 30°C). Note that TEP concentrations were log-transformed. Vertical bars show standard deviations.

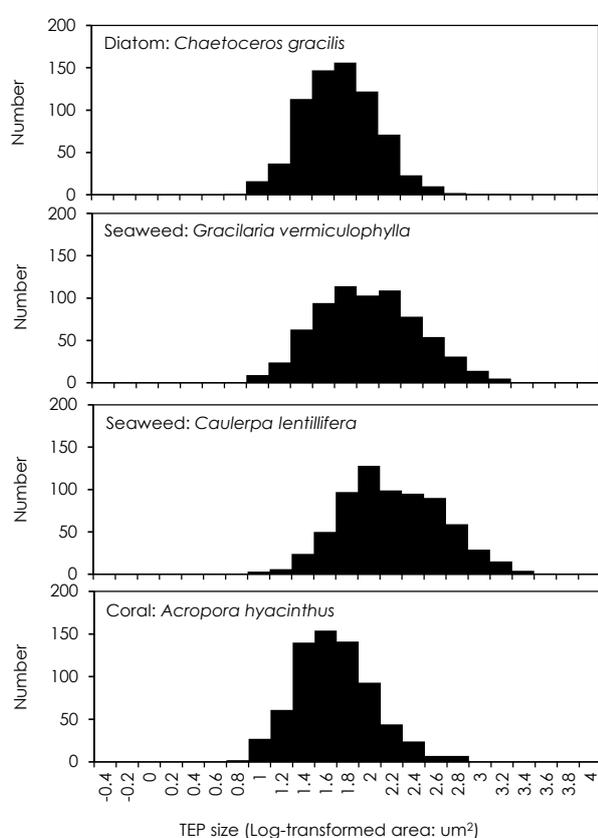


Fig. 9. Size distributions of transparent exopolymer particles (TEP: μm^2) extracted from diatom (*Chaetoceros gracilis*), seaweeds (*Gracilaria vermiculophylla* and *Caulerpa lentillifera*) and coral (*Acropora hyacinthus*). Note that TEP areas were log-transformed.

度は時間経過と共に増加することが確かめられ、植物プランクトン以外にも TEP 産出源があることを指摘している¹⁾。他方、コンブ (*Laminaria digitata*) 断片の培養実験も行われており、コンブからも TEP が産出されたことが報告されている²⁾。さらに、本研究ではサンゴを培養すると TEP 濃度は時間経過と共に増加することが確かめられた (Fig. 8)。従って、これまで想定されていた植

物プランクトンや海藻類だけでなく、熱帯～亜熱帯沿岸域に分布するサンゴも TEP 産出源となっていることが考えられる。

本研究の結果によれば、外洋域に比べて沿岸域で大型の TEP が多いこと (Fig. 4)、海藻類は小型～大型まで様々なサイズの TEP を産出するが、植物プランクトンよりも大型の TEP を産出することが分かった (Fig. 9)。野外標本と培養実験で得られた TEP サイズ組成を比較してみると、沿岸域と海藻類の TEP サイズ組成、外洋域と植物プランクトンサイズ組成は近似した (Figs. 4 and 9)。これらの結果を考慮すると、沿岸域では豊富に存在する植物プランクトンから産出した TEP に加え、海藻類から産出された TEP が存在するため、外洋域よりも TEP 濃度が高くなり、サイズも大型になると考えられる。

海洋生態系における TEP の役割

TEP はバクテリアの増殖基質や、繊毛虫・カイアシ類などの動物プランクトンにとって餌料源となることが知られている⁵⁾。例えば、オキアミ類 (*Euphausia pacifica*) がナノサイズの TEP を主な餌料源とし、海水中のナノ・ピコプランクトンを摂餌しなかったことが報告されている⁹⁾。これらの報告は、植物・動物プランクトンから構築される食物網以外に新たなエネルギー経路があることを意味し、食物網や生態系の機能と構造に重要な役割を果たしているものと考えられる。近年、中国では養殖コンブの生産が盛んであり、養殖コンブ生産を増やすと海面漁獲量も増えるという傾向があることが報告されている¹⁶⁾。本研究の培養実験によれば、海藻類・サンゴから小型に加えて大型の TEP 産出が示されており (Fig. 9)、TEP が繊毛虫・カイアシ類などの餌料源となること⁵⁾、これらの分類群は仔魚の餌料源でもあること¹⁷⁾を考慮すると、沿岸域に繁茂する海藻類・サンゴから産出された TEP が漂流区食物網における新たなエネルギー供給源となりえるかもしれない。

謝辞

本研究を行うにあたり、海洋観測および標本採取にご協力を賜りました鹿児島大学練習船かごしま丸および南星丸の船舶職員の皆様に心から御礼申し上げます。本研究の一部は、科研費(22H05206, 24K01838, 24K09055)の支援によるものです。

引用文献

- 1) Ramaiah, N., T. Yoshikawa, and K. Furuya (2001). Temporal variations in transparent exopolymer particles (TEP) associated with a spring diatom bloom in a subarctic ria in Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 212: 79–88.
- 2) Thornton, D.C. (2004). Formation of transparent exopolymeric particles (TEP) from macroalgal detritus. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 282: 1–12.
- 3) Alldredge, A.L., U. Passow, and B.E. Logan (1993). The abundance and significance of a class of large, transparent organic particles in the ocean. *Deep-Sea Res.*, 40: 1131–1140.
- 4) Passow, U., and A.L. Alldredge (1995a). A dye-binding assay for the spectrophotometric measurement of transparent exopolymer particles (TEP). *Limnol. Oceanogr.*, 40: 1326–1335.
- 5) Passow, U. (2002) Transparent exopolymer particles (TEP) in aquatic environments. *Prog. Oceanogr.*, 55: 287–333.
- 6) Passow, U., and A.L. Alldredge AL (1994). Distribution, size and bacterial colonization of transparent exopolymer particles (TEP) in the ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 113: 185–198.
- 7) Mari, X., and F. Rassoulzadegan (2004a). Role of TEP in the microbial food web structure. I. Grazing behavior of a bacterivorous pelagic ciliate. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 279: 13–22.
- 8) Ling, S.C., and A.L. Alldredge (2003): Does the marine copepod *Calunus pacificus* consume transparent exopolymer particles (TEP)? *J. Plankton Res.*, 25: 507–516.
- 9) Passow, U., and A.L. Alldredge (1999): Do transparent exopolymer particles (TEP) inhibit grazing by the euphausiid *Euphausia pacifica*? *J. Plankton Res.*, 21: 2203–2217.
- 10) Suzuki, R., and T. Ishimaru (1990): An improved method for the determination of phytoplankton chlorophyll using *N, N*-dimethylformamide. *J. Oceanogr.*, 46: 190–194.
- 11) Welschmeyer, N.A., (1994): Fluorometric analysis of chlorophyll *a* in the presence of chlorophyll *b* and phaeopigments. *Limnol. Oceanogr.*, 39: 1985–1992.
- 12) Hong, Y., W.O., Smith, and A., White (1997): Studies on transparent exopolymer particles (TEP) produced in the Ross Sea (Antarctica) and by Phaeocystis Antarctica (Prymnesiophyceae). *J. Phycol.*, 33: 368–376.
- 13) Kumar, M.D., V.V.S.S., Sarma, N., Ramaiah, M., Gauns, and S.N., Desouza (1998): Significance of transparent exopolymer particles in the Indian Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, 25: 81–84.
- 14) Ramaiah, N., and K., Furuya (2002): Seasonal variation in phytoplankton composition and transparent exopolymer particles in a eutrophicated coastal environment. *Aquat. Microb. Ecol.*, 30: 69–82.
- 15) Passow, U., and A.L., Alldredge (1995b): Aggregation of a diatom bloom in a mesocosm: the role of transparent exopolymer particles (TEP). *Deep-Sea Res.*, 42: 99–109.
- 16) 境 一郎 (2001) : コンブは地球を救う—水産資源倍増で一兆円産業おこし. 水産社, 東京, 22–28 pp.
- 17) Kobari, T., A., Taniguchi, M., Hirata, G., Kume, M., Ichinomiya, T., Komorita, M., Kodama, F., Makino, J., Hirai (202): Comparison of the trophic sources and pathways of mesozooplankton and ichthyoplankton in the Kuroshio current and its neighboring waters. *Prog. Oceanogr.* 229: 103356.

2024/2025 Annual Cruise Report of the *T/V Nansei-maru*

Takafumi Azuma*, Ken-ichiro Nishi

Keywords: oceanographic observation, Kagoshima Bay

Abstract

To facilitate the effective use of *T/V Nansei-maru*, we will report on the annual activities of the vessel from April 2024 to March 2025. Seventy-five (75) cruises were conducted by *T/V Nansei-maru*. The total number of cruise days was 138 days (118 days of training voyage, 6 days of Freshman seminar, 4 days of typhoon evacuation voyage, and 10 days of bottom paint work and the number of participants was 766 persons.

Introduction

T/V Nansei-maru was constructed in 2002 for the purpose of conducting practical training and observations of navigation, fishing vessel operation, fisheries, marine environment observations, and resource biology surveys. *T/V Nansei-maru* is based at the Ogawa Pier in Kagoshima Port. Its activities are conducted in areas that cover Kagoshima Bay, the Satsuma-Osumi Peninsula coasts, and the archipelagic waters in Kagoshima Prefecture, including Tanegashima, Yakushima, Tokara Islands, and the Koshiki Islands.

Specifications of the main shipboard instruments

This section provides general information on specifications of the main shipboard instruments employed during oceanographic observations and sample collections.

A Conductivity-Temperature-Depth Profiler System with a 12-position Carousel Multiple Sampler (CTD-CMS) is employed for hydrographic observations using sensors for conductivity, temperature, pressure (SBE 19plus: Sea-Bird Electronics, Inc.) and altimeter (Benthos PSA-916D: Teledyne Benthos, Inc.). Niskin bottles (2.5L) are attached to the CMS for collecting depth-stratified water samples.

For monitoring bathymetry and underwater substrates, *T/V Nansei-maru* has two different sonar instruments, first an Acoustic Doppler Current Profiler (Ocean Surveyor ADCP: Teledyne-RD Instruments, Inc.) and second a Scientific Echo Sounder (KFC3000: KAIJO). Available working frequencies

are 75 kHz for the Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) and 38 and 120 kHz for the Scientific Echo Sounder (SES). ADCP and SES are used for measuring water current velocities over a certain depth range, and for monitoring bathymetry and underwater substrate classification, respectively.

A North Pacific Standard (NORPAC) net is used for collecting zooplankton samples. The mouth diameter is 0.45 m, and its mesh openings are 0.1 mm. A flowmeter (Rigo Co., Ltd.) is mounted in the mouth of the frame of the net to register the volume of water that has passed through it.

An Ocean Research Institute (ORI) net is employed for collecting zooplankton and fish larvae samples. The mouth diameter is 0.45 m, and its mesh openings are 0.335 mm. A flowmeter (Rigo Co., Ltd.) is also mounted for the same purpose.

Core, Dredge and Grab samplers are used for collecting bottom mud and benthic organisms. The Core sampler is a G.S. type Core sampler (ASYURA) (Rigo Co., Ltd.). The Grab sampler is a Smith-Mcintyre bottom sampler (Rigo Co., Ltd.). The Grab and Core samplers are deployed from the port-side of the vessel located on the working deck. A Niino-type Dredge sampler (Rigo Co., Ltd.) is also employed, which is obliquely towed from the afterdeck.

A Larva Catch (LC) net is a large-scale fishing gear that can be used in the permitted water areas. Instead of otter boards (expansion boards) at the mouth of the net, it is equipped with

¹ Nansei-maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Shimoarata 4-50-20, Kagoshima 890-0056, Japan.

* Corresponding Author, Email: azuma@fish.kagoshima-u.ac.jp

parakites (kites) that are used to widen the mouth of the net through its resistance during trawling. The ramp door on the stern deck of the ship is opened to deploy this trawl net.

Overview of cruises

T/V Nansei-maru conducted 75 cruises from April 2024 to March 2025 (Table 1). The Total number of the cruise days was 138 days and the number of participants was 766 persons. In the fiscal year 2024, *T/V Nansei-maru* navigated from Kagoshima Bay to the vicinity of Takara Island, one of the Tokara Islands (Fig.1). Other faculties and universities included in the cruises are listed as follows:

- Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University
- Faculty of Science, Kagoshima University
- International Center for Island Studies, Kagoshima University
- Nagoya University
- Tokyo University of Marine Science and Technology
- Hokkaido University
- Kochi University
- Kitasato University

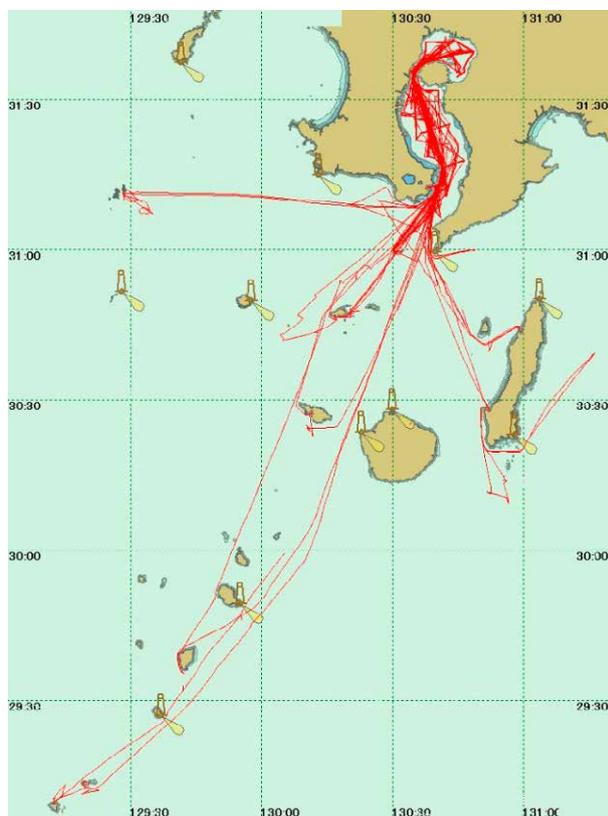


Fig. 1. Cruise tracks of *T/V Nansei-maru* during April 2024 to March 2025. Process and create electronic navigational charts (newpec) using the Japan Hydrographic Association's data.

- Prefectural University of Kumamoto
- Nihon University

Lists of publications

This section provides information on published articles relating to the observations carried out using *T/V Nansei-maru* in the period from April 2024 to March 2025.

- Kodama, M., Mukaida, Y., Hosoki, T.K., Makino, F., Azuma, T. (2024). A new species of the genus *Podoceroopsis* Boeck, 1861 (Crustacea: Amphipoda: Photidae) from Kagoshima Bay, Japan. *Plankton and Benthos Research*, **19** (3) : 141–152.
- Komorita, T., Kobari, T., Kume, G., Kako, S., Habano, A., Arita, Y., Makino, F., Ichinomiya, M. (2024). Temporal changes in the microplankton community due to Kuroshio branch current inflow. *Regional Studies in Marine Science*, **75**: 103576.
- Kobari, T., Taniguchi, A., Hirata, M., Kume, G., Ichinomiya, M., Komorita, T., Kodama, M., Makino, F., Hirai, J. (2024). Comparison of the trophic sources and pathways of mesozooplankton and ichthyoplankton in the Kuroshio Current and its neighboring waters. *Progress in Oceanography*, **229**: 103356.
- Kume, G., Oba, H., Ichinomiya, M., Kodama, M., Komorita, T., Shigemura, T., Azuma, T., Shiozaki, K., Kobari, T. (2025). Growth, mortality, and predatory impact on mesozooplankton of chub mackerel *Scomber japonicus* larvae in an upwelling system, southern Japan. *Continental Shelf Research*, **285**: 103386.
- Kodama, M., Yamazaki, R., Hayakawa, J., Murata, G., Tomikawa, K., Kawamura, T., Kume, G., Kobari, T. (2024). Feeding ecology of the urchin symbiont *Dactylopleustes yoshimurai* (Amphipoda) revealed by DNA metabarcoding. *Marine Biology*, **171**: 190.
- Kobari, T., Manako, Y., Hara, A., Yamanoue, K., Azuma, T., Fukuda, R., Wang, Y-C., Kodama, M., Kume, G. (2024). Community structure of fish larvae associated with advectations of the Kuroshio and its neighboring waters. *Progress in Oceanography*, **231**: 103386.
- Kume, G., Oba, H., Kodama, M., Shigemura, T., Shiozaki, K., Ichinomiya, M., Komorita, T., Azuma, T., Kobari, T. (2024). Growth, mortality, and predatory impact on mesozooplankton of chub mackerel *Scomber japonicus* larvae in an upwelling system, southern Japan.

Table 1. Cruise information on T/V Nansei-maru during April 2024 to March 2025.

Cruise ID	Period		Days	Number of persons			Major objectives
	Start	End		SC/PR*	ST*	OP*	
NS24- 1	Apr 06	Apr 07	2		11		Freshman seminar
NS24- 2	Apr 10	Apr 10	1	1	4		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 3	Apr 12	Apr 12	1	2	4	2	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 4	Apr 13	Apr 14	2	1	12		Freshman seminar
NS24- 5	Apr 18	Apr 18	1		2	11	Biological sample collection
NS24- 6	Apr 19	Apr 19	1	1	7	2	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 7	Apr 20	Apr 21	2		11		Freshman seminar
NS24- 8	May 09	May 11	3	1	2	6	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 9	May 14	May 15	2	1	4		Hydrographic observation
NS24- 10	May 16	May 16	1	1	5		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 11	May 17	May 17	1	2	7	1	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 12	May 22	May 24	3	2	6		Biological sample collection
NS24- 13	Jun 01	Jun 02	2	2	9	3	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 14	Jun 05	Jun 05	1	1	6		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 15	Jun 06	Jun 06	1		2	11	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 16	Jun 10	Jun 13	4	1	3	7	Fishing gear operation
NS24- 17.1	Jun 14	Jun 14	1	1	3	6	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 17.2	Jun 15	Jun 15	1	1	5	3	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 17.3	Jun 16	Jun 16	1	1	6	2	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 18	Jun 20	Jun 20	1	1	5		Fishing gear operation
NS24- 19	Jun 21	Jun 21	1	2	5	1	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 20	Jul 02	Jul 02	1		3	7	Underwater equipment recovery
NS24- 21	Jul 06	Jul 07	2		8	2	Biological sample collection
NS24- 22	Jul 08	Jul 11	4	1	6	8	Biological sample collection
NS24- 23	Jul 16	Jul 16	1	1	6	2	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 24	Jul 18	Jul 18	1	1	6	1	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 25	Jul 21	Jul 21	1	1	4		Open to the public
NS24- 26	Jul 22	Jul 22	1	1	2		Ship Maneuvering Training
NS24- 27	Jul 24	Jul 24	1	1	4		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 28	Jul 27	Jul 27	1		4	4	Ship Maneuvering Training
NS24- 29	Aug 05	Aug 08	4		14		Biological sample collection
NS24- 30	Aug 09	Aug 09	1		0	13	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 31	Aug 20	Aug 20	1		7	1	Hydrographic observation
NS24- 32	Aug 21	Aug 21	1	2	7	2	Fishing gear operation
NS24- 33	Aug 26	Aug 26	1	1	4		Ship Maneuvering Training
NS24- 34	Aug 27	Aug 30	4		0		Typhoon evacuation
NS24- 35	Aug 31	Sep 01	2	3	5		Hydrographic observation
NS24- 36	Sep 03	Sep 03	1	1	3		Hydrographic observation
NS24- 37	Sep 06	Sep 07	2	2	9	3	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 38	Sep 08	Sep 11	4		1	7	Biological sample collection
NS24- 39	Sep 12	Sep 12	1	2	4	1	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 40	Sep 17	Sep 18	2	1	2	11	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 41	Sep 25	Sep 25	1	1	6	1	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 42	Sep 27	Sep 30	4	1	11		Biological sample collection
NS24- 43	Oct 01	Oct 03	3	1	2	9	Biological sample collection
NS24- 44	Oct 04	Oct 05	2	2	13	1	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 45	Oct 08	Oct 10	3	1	4	2	Biological sample collection
NS24- 46	Oct 17	Oct 17	1		7		Fishing gear operation
NS24- 47	Oct 18	Oct 18	1	1	8	1	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 48	Oct 22	Oct 22	1		2	13	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 49	Oct 23	Oct 23	1	1	7	1	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 50	Oct 30	Oct 30	1	1	9		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 51	Nov 21	Nov 21	1	1	7		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 52	Nov 22	Nov 22	1	2	6	1	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 53	Nov 26	Nov 27	2	1	3		Hydrographic observation
NS24- 54	Nov 28	Nov 29	2	1	8		Biological sample collection
NS24- 55	Dec 06	Dec 06	1		2	11	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 56	Dec 09	Dec 09	1	1	3	7	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 57	Dec 11	Dec 11	1		9		Ship Maneuvering Training
NS24- 58	Dec 13	Dec 13	1	2	6	1	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 59	Dec 19	Dec 19	1	2	12	1	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 60.1	Dec 20	Dec 20	1	1	4	6	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 60.2	Dec 21	Dec 21	1	1	5	6	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 60.3	Dec 22	Dec 22	1	1	7	2	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 61	Dec 25	Dec 25	1	1	3		Ship Maneuvering Training
NS24- 62	Jan 09	Jan 09	1	1	3		Hydrographic observation
NS24- 63	Jan 22	Jan 22	1	1	5		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 64	Jan 23	Jan 23	1	1	4	2	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 65	Jan 24	Jan 24	1	1	4	2	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 66	Feb 10	Feb 10	1		4		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 67	Feb 12	Feb 13	2	1	4		Hydrographic observation
NS24- 68	Feb 18	Feb 18	1	2	6	2	Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 69	Feb 19	Feb 23	5	3	9	3	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 70	Feb 26	Feb 28	3	3	7	4	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 71	Mar 03	Mar 03	1		4	7	Underwater equipment installation
NS24- 72	Mar 06	Mar 06	1		0	13	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 73	Mar 11	Mar 11	1	2	5		Fishing gear operation and Resource Survey
NS24- 74.1	Mar 13	Mar 14	2	2	10	1	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 74.2	Mar 17	Mar 17	1	2	10	1	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 74.3	Mar 19	Mar 20	2	3	10	1	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS24- 75	Mar 27	Mar 27	1	1	6		Hydrographic observation
	Nov 06	Nov 15	10				Bottom painting work

* SC/PR: Scientist/Professor, ST: Student, OP: Other person

- Continental Shelf Research, **285**: 105399.
- TERADA, R. (2024). Reconfirmation of *Ecklonia radicata* (*Laminariales*) from Mageshima Island, Kagoshima, the Southernmost Distributional Limit in Japan. *The Journal of Japanese Botany*, **99** (4): 273–279.
- Suzuki, M., Terada, R. (2025). DNA-based floristic survey of red algae (Rhodophyta) growing in the mesophotic coral ecosystems (MCEs) offshore of Tanegashima Island, northern Ryukyu Archipelago, Japan. *PLoS ONE*, **20** (3): e0316067.
- Nakamura, J., Tsuchida, H., Motomura, H. (2024). Third Japanese record of the Javelin Grunt *Pomadasys kaakan* (Perciformes: Haemulidae) from the east coast of Osumi Peninsula, Kagoshima Prefecture, Japan. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **43**: 1–4.
- Mochizuki, K., Motomura, H. (2024). Distributional range extension of the shallow water scorpionfish *Parascorpaena poseidon* (Perciformes: Scorpaenidae), with a revised diagnosis of the species. *Species Diversity*, **29**: 91–98.
- Abe, K., Seiwa, R., Sakai, Y., Furuhashi, R., Motomura, H. (2024). Records of 57 fish species, including two southernmost recorded species, from Kuchinoerabu-jima island, Osumi Islands, Kagoshima, Japan. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **45**: 1–14.
- Maeda, T., Kukita, N., Koreeda, R., Motomura, H. (2024). First Kyushu records of *Apogon crassiceps* (Apogonidae) from Kagoshima mainland and Miyazaki Prefectures, Japan. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **46**: 25–30.
- Yuki, D., Tsuno, Y., Endo, H., Motomura, H. (2024). Re-assessment of diagnoses of two pipefishes, *Doryrhamphus (Dunckerocampus) dactyliophorus* and *(D.) naia*, with their additional records from Japan. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **43**: 11–19.
- Nakashimada, M., Nakamura, J., Fujita, H., Motomura, H. (2024). Northernmost records of *Branchiostegus okinawaensis* from Amami Islands, *Japanese Journal of Ichthyology*, **71** (2): 229–235.
- Koreeda, R., Miki, R., and Motomura, H. (2024). First coastal Kyushu record of *Astrabe flavimaculata* from Miyazaki Prefecture, Japan. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **45**: 46–51.
- Hata, E., Motomura, H. (2024). *Neotrygon yakkoiei*, a new bluespotted maskray (Dasyatidae) from Japan. *Ichthyological Research*, **72** (2): 229–239.
- Yuki, D., Hagiwara, K., Motomura, H. (2024). First northwestern Pacific Ocean record of *Festucalex wassi* (Teleostei: Syngnathidae) from Amami-oshima island, the Ryukyu Islands. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **47**: 5–8.
- Yuki, D., Endo, H., Motomura, H. (2024). First Japanese record of *Corythoichthys intestinalis* (Teleostei: Syngnathidae) from the Ryukyu Islands. *Species Diversity*, **29**: 247–253.
- Ishimaru, J., Furuhashi, R., and Motomura, H. (2024). Additional records of *Cirripectes quagga* (Blenniidae) from Japan and a review of distribution of the species in Japanese waters. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **48**: 47–54.
- Nakamura, R., Watanabe, R., Oi, M., Motomura, H. (2024). First records of seven southern fish species from Miyazaki Prefecture, Japan, including the first Kyushu records. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **49**: 61–67.
- Dewa, Y., Motomura, H. (2024). *Enneapterygius pallidoserialis*, a junior synonym of *Enneapterygius erythrosoma* (Perciformes: Tripterygiidae). *Species Diversity*, **29**: 409–413.
- Oi, M., Kumeno, F., Motomura, H. (2024). First record of *Pristiapogon kallopterus* (Apogonidae) from the Kagoshima mainland, Kyushu, Japan. *Nature of Kagoshima*, **51**: 189–192.
- Hata, E., Kurogi, K., Motomura, H. (2024). First records of *Galeus longirostris* (Pentanchidae) from Yoron-jima island, Amami Islands, and a review of distributional records of *Galeus sauteri* in Japanese waters. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **50**: 16–22.
- Furuhashi, R., Kudaka, K., Motomura, H. (2025). The standard Japanese name “Minabeira”, proposed for *Choerodon* sp. sensu Ikeda and Nakabo (2015): a junior synonym of “Kisujira” (*Choerodon zamboangae*). *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **51**: 25–35.
- Motomura, H., Sato, M. C. (2025). New records of fishes from Tanega-shima and Mage-shima islands in the Osumi Group, Kagoshima Prefecture, southern Japan. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **52**: 1–8.
- Sato, M. C., Motomura, H. (2025). *Tomiyamichthys hyacinthinus*, a new shrimpgoby (Teleostei: Gobiidae) from southern Japan. *Zootaxa*, **5588** (1): 174–184.

- Dewa, Y., Motomura, H. (2025). First records of *Enneapterygius bahasa* from Kagoshima mainland and the Uji Islands, southern Kyushu, Japan, with comments on its standard Japanese name. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **52**: 46–53.
- Yoshida, T., Itou, M., Yamada, M., and Motomura, H. (2025). First records of 62 fish species from the western and southern coasts of Satsuma Peninsula, Kagoshima Prefecture, Kyushu, Japan. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **53**: 23–39.
- Matsumura, Y., Motomura, H. (2025). First records of *Fowlerichthys scriptissimus* (Antennariidae) from Kyushu and the Uji Islands, Japan. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, **53**: 56–60.
- Hossen, M, A., Doi, W., Ohtomi, J. (2024). Ovarian maturation, size at sexual maturity, and spawning season of jack-knife shrimp *Haliporoides sibogae* (Decapoda: Solenoceridae) in Kagoshima Bay, southern Japan. *Fisheries Science*, **90**: 733–743.
- Maki, T. (2025). Underwater Acoustic Technology for Autonomous Underwater Vehicles. *Journal of the Marine Acoustics Society of Japan*, **52**(1): 17–22.
- Maki, T. (2024). Cutting Edge of AUV Technology: Light for the Sea, Adventures for the Robots. *Journal of the Japan Society for Marine Surveys and Technology*, **35**(2), **36**(1): 11–12.

かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告 (令和6年度)

石井暁子¹, 幅野明正¹, 福田隆二¹, 有田洋一², 西 健一郎², 畑辺佳奈子^{1*}

Annual Report of Bottom Trawl Conducted by the Training Vessel Kagoshima-maru in the East China Sea during Academic Year 2024

Akiko Ishii¹, Akimasa Habano¹, Ryuji Fukuda¹, Yoichi Arita², Ken-ichiro Nishi², Kanako Hatabe^{1*}

Keywords: Bottom trawl, East China Sea, Fishing log, Catch composition

Abstract

This report represents a summary of bottom trawling conducted by the Training Vessel Kagoshima-maru (66.92 m, 1284 t), Faculty of Fisheries, Kagoshima University, in the East China Sea during the period of academic year 2024 (April, 2024–March, 2025). Bottom trawling is a principal educational content of practical trainings provided onboard the Kagoshima-maru. The students participated in training voyages have an experience of bottom trawl fishing, and they can also perform broad range of practices utilizing the trawl catches and fishing logs as well (ex., Density estimation of groundfish species, freshness assessment and analysis of length-distributions of species captured). The results of 11 tows presented here include fishing log (position, towing course and speed, water depth, net geometry, weather and sea state) and weight and number of captured organisms.

鹿児島大学水産学部附属練習船かごしま丸（全長66.92 m, 国際トン数1284トン）は、多目的漁業システム（表中層及び着底トロール、まぐろ延縄、まき曳き網）や各種の標本採集具、高度の海洋観測機器を装備し、水産学部ならびに大学院農林水産学研究科の学生に対して年間を通して乗船実習を実施している。また、かごしま丸は平成22年度に文部科学省より教育関係共同利用拠点に認定され、練習船を保有しない全国の大学の農・理学系学部・研究科及び文系学部に対して漁業操業体験、海洋生物採集、海洋観測および航海・運用実務体験など多様な洋上実習の機会を提供している。東シナ海での着底トロール操業は、参加学生が大型漁具を用いた操業を体験でき、その漁獲物や操業資料を活用した幅広い内容の実習・演習を船上で実施できる洋上教育コンテンツとして、多くの実習航海に導入されている¹⁻⁷⁾。例えば、食

品・資源利用学分野の乗船実習では漁獲物の鮮度評価や塩干加工を、資源生産学分野では操業および漁獲資料を用いた魚種組成や体長組成の分析、資源密度指数の推定等の実習を実施している。平成29年（2017年）からは、全国の大学の水産系練習船5隻（北海道大学おしよ丸、東京海洋大学海鷹丸・神鷹丸、長崎大学長崎丸、本学かごしま丸）が連携して実施する環境省事業「日本沖合海域におけるマイクロプラスチックを含む漂流ごみ・海底ごみ実態把握調査」への参加を契機に、着底トロール操業で海洋生物と一緒に回収される、廃棄プラスチックを含む海底堆積ごみの実態調査を継続実施している。本稿では、かごしま丸が令和6年度（2024年4月～2025年3月）に、洋上実習の一環として東シナ海で実施した着底トロール操業とその結果の概要を報告する。

¹ 鹿児島大学水産学部附属練習船かごしま丸（Training vessel Kagoshima Maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890 - 0056, Japan）

² 鹿児島大学水産学部附属練習船南星丸（Training vessel Nansei Maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890 - 0056, Japan）

* Corresponding Author, Email: hatabe@fish.kagoshima-u.ac.jp

操業概要

実施期間及び水域

令和6年度は、春季(5月)と秋季(10月~11月)に計画された実習航海で着底トロール操業実習の実施を予定した。すべての操業は、東シナ海陸棚上の日本の排他的経済水域内(日中漁業協定により設定された暫定措置水域および中間水域を含む)の、農林水産大臣から許可を受けた以西底曳き網漁業(1そうびき)の操業区域で実施した(Fig. 1)。

漁具及び操業方法

操業には、かごしま丸に装備されている着底トロール網(全長52.3 m, ヘッドロープ長40.6 m, グランドロープ長50.4 m, コッドエンド目合66 mm(呼称目合))を用いた。一部の操業では、コッドエンド目合によるサイズ選択性を体験する目的で、コッドエンドに内網(呼称目合20 mm)を装着して曳網した。オッターボードはニチモウUVH型(2600 mm × 1600 mm, 空中重量1057.4 kg, 水中重量920.0 kg)を使用した。ヘッドロープ中央部には漁網監視装置ScanBas(SCANMAR AS, Norway)の網口高さ・離底距離センサー, 深度・水温センサーおよび網速度センサーを, ネットペンダントには袖先間隔センサーを装着した。操業中は, 船橋のScanBas表示器に表示されるこれらのセンサーの測定値から, 水中の網の挙動をリアルタイムでモニターして記録した。また, ヘッドロープ中央部に装着した網位置測定装置(株式会社ソニック)により, 曳網時のトロール網と船との位置関係を船上でモニターした。曳網時間は網の着底後20分間を基本とし, 海況や曳網中の網成り異常等に応じて適宜調整した。全ての操業は昼間に実施した。

操業記録

全操業について, ブリッジの当直航海士または学部科目「航海技術乗船実習I及びII」受講の水産学部4年生が, 年月日, 時刻, 投網開始から揚網終了の間の位置(緯度・経度)及び船速, 曳網水深, 曳網針路, 気象・海象等を着底トロール操業野帳に記録した。位置(緯度・経度)と対地速力はかごしま丸のGPSの表示値を, 対水速力は同じく電磁ログの表示値を記録した。曳網中は漁網監視装置ScanBasの表示値(網速度, 袖先間隔, 網口高さ, 離底距離)を, 曳網開始時(着底時)と終了時(離底時), および予定曳網時間の1/3及び2/3経過時に記録した。曳網時間および曳網距離は, トロール網の着底後, ワープ長を静定して網成り(網口高さ及び袖先間隔)が安定した地点から, ワープ巻き上げを開始して網が離底した地点までの航走時間及び両地点間距離と定義した。トロール網の着底および離底は, 漁網監視装置ScanBas

の離底距離(グランドロープと海底との距離)の表示値が0になった時点に着底, 表示値が0から増加開始した時点を開底と判断した。なお, 網口高さセンサーの信号が不安定で測定値が表示されない場合は, 魚群探知機の水深表示値とScanBasのヘッドロープ深度表示値との差を網口高さとして記録した。

漁獲記録

漁獲物は, 甲板上で種または属, 科レベルまで分類した後, 魚種毎に個体数と重量を測定・記録した。多量に漁獲された生物(例えばキダイ, カナガシラ類など)は, プラスチックかご1個分を標本抽出し, 標本の重量と個体数から平均体重を求め, 総漁獲重量を平均体重で除して総漁獲尾数を求めた。種の同定には, 主に「東シナ海・黄海のさかな(水産庁西海区水産研究所, 1986)」および「日本産魚類検索全種の同定(中坊徹次編, 2013)」を参照した。

結 果

操業概要

令和6年度の年間操業回数は11回であった。これらの操業は, 許可水域北端の北緯30度00分~32度30分, 東経127度00分~127度30分の範囲内で行った。操業位置は, 南北約1度, 東西約1度の範囲内に分布した(Fig. 1)。

曳網時間と曳網距離は, それぞれ10~30分と0.72~2.27マイルの範囲であった。曳網時の水深は111~160 mの範囲であり, ワープ繰り出し長は400~450 mで水深の2.8~3.6倍であった。曳網中の平均船速は, 対水速力2.4ノット, 対地速力3.0ノット, 網の対水速力は2.6ノットであった。曳網中の網口高さの平均値は2.7 m, 袖先間隔の平均値は21.7 mであった。なお, 一部の操業で, 網速度(対水)センサー, 網口高さセンサーからの信号の受信不良のために, 船上で各センサーの測定値を記録できない場合があった。

漁獲物組成

操業あたり総漁獲重量は, 5.23 kg ~ 275.30 kgの範囲で, 漁獲種数は魚類6~24種, 甲殻類1~7種, 軟体類1~4種であった。この他に, ヒトデ類やウニ類など棘皮動物, イソギンチャク類, センスガイ属*Flabellum* sp.などの刺胞動物が漁獲された。

魚類のうち水産有用種の漁獲尾数上位5種類をTable 1に示した。キダイ*Dentex hypselosomus*, カナド*Lepidotrigla guentheri*を含むカナガシラ属*Lepidotrigla* spp., マアジ*Trachurus japonicus*, カイワリ*Kaiwarinus equula*, チカメキントキ*Cookeolus boops*の出現頻度が高

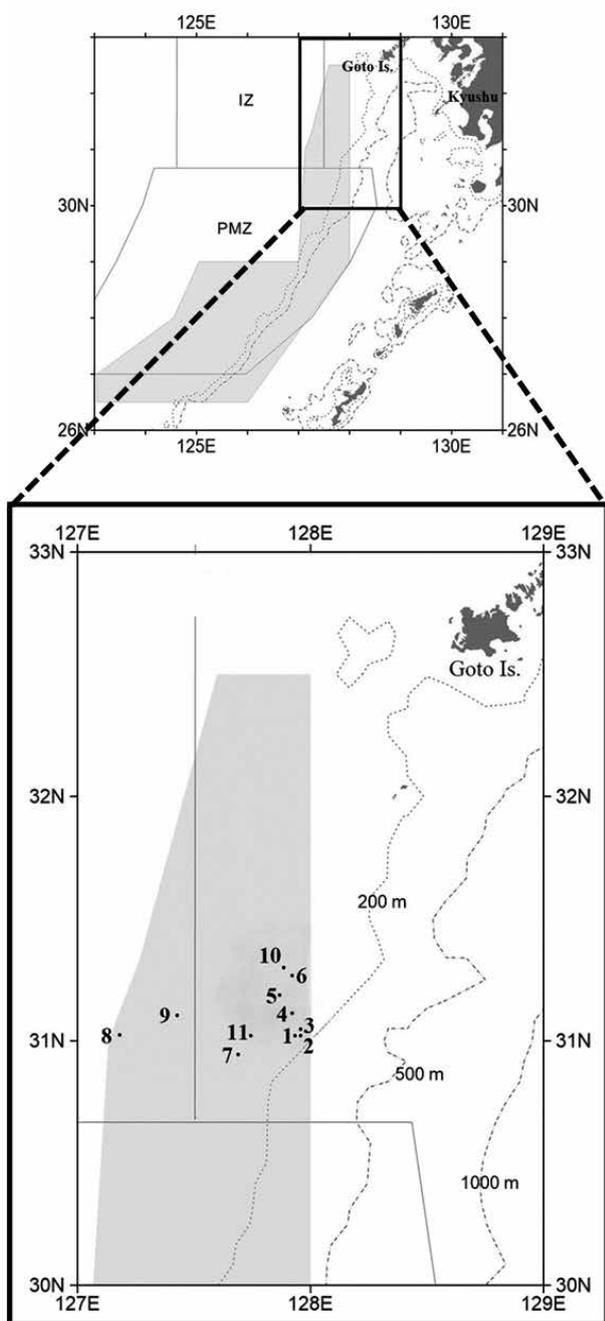


Fig. 1. Location of trawl hauls conducted by T/V Kagoshima-Mar in the East China Sea during academic year 2024 (Apr., 2024–Mar., 2025). Above area is (Fig.1a). Shaded area indicates the bottom trawl fishing operation area granted by the Minister of Agriculture, Forestry and Fisheries for the Kagoshima-Mar. Thin lines demark the Provisional Measures Zone (PMZ) and the Intermediate Zone (IZ) established under the Japan-China Fishery Agreement. Below enlargement is (Fig.1b). Enclosed by bold line by (a). Black spots entered beside numbers indicate individual location of hauls and consecutive numbers.

かった。このうち、キダイとカナドは10回の操業で、カイワリは9回、チカメキントキが5回、マアジは4回の操業で漁獲された。また、非有用種ではヒメ *Aulopus*

japonicus が全11回の内7回の操業で漁獲され、魚類の中でマアジに次ぐ漁獲尾数であった。甲殻類は、ウチワエビ *Ibacus ciliatus*, ヒラツメガニ *Ovalipes punctatus* が漁獲された。ヒラツメガニは秋季の操業で多獲される傾向が見られ、10月の1回の操業では漁獲数・漁獲重量共に全体の5割以上を占めた。また、非有用種ではヤドカリ科 *Diogenidae* spp. が6回の操業で漁獲された。軟体類では、春季の操業においてコウイカ科 *Sepiidae* spp. が、秋季の操業においてはケンサキイカ *Uroteuthis (Photololigo) edulis*, の漁獲割合が多かった。この他にテナガダコ *Callistoctopus minor* やマダコ *Octopus sinensis*, イイダコ *Octopus ocellatus* が少量漁獲された。

謝辞

本稿に用いた操業資料の収集に際して、トロール操業の実施を行った鹿児島大学水産学部附属練習船かごしま丸の乗組員、漁獲物の分類と測定・記録にご協力頂いた水産学部および大学院農林水産学研究科の教職員・学生並びに教育関係共同利用制度を使って乗船実習を行った大学の教員・学生に対して深く感謝する。

引用文献

- 1) 那須佳奈子, 東 政能, 幅野明正, 東 隆文, 有田洋一, 牧野文洋, 武田篤史, 三橋廷央 (2014). かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告 (平成25年度). 鹿児島大学水産学部紀要, 63: 49–62.
- 2) 那須佳奈子, 内山正樹, 東 隆文, 福田隆二, 有田洋一, 牧野文洋, 武田篤史, 三橋廷央 (2015). かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告 (平成26年度). 鹿児島大学水産学部紀要, 64: 52–59.
- 3) 畑辺佳奈子, 内山正樹, 東 隆文, 福田隆二, 有田洋一, 牧野文洋, 三橋廷央 (2016). かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告 (平成27年度). 鹿児島大学水産学部紀要, 65: 44–51.
- 4) 牧野文洋, 内山正樹, 東 隆文, 福田隆二, 武田篤史, 畑辺佳奈子, 三橋廷央 (2019). かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告 (平成28, 29及び30年度). 鹿児島大学水産学部紀要, 68: 35–55.
- 5) 武田篤史, 内山正樹, 東 隆文, 福田隆二, 有田洋一, 三橋廷央 (2020). かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告 (平成31・令和元年度). 鹿児島大学水産学部紀要, 69: 1–10.
- 6) 石井暁子, 幅野明正, 内山正樹, 東 隆文, 福田隆二, 有田洋一, 牧野文洋, 三橋廷央, 武田篤史, 川口礼央奈, 西 健一朗, 畑辺佳奈子 (2020–2022). か

Table 1 Catch amount (number) for top five species finfish captured in bottom trawl conducted by the Kagoshima-Maru during academic year 2024 (Apr., 2024–Mar. 2025). Individual haul location and consecutive numbers correspond to Fig.1b.

Haul No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	
Nomenclature	Date	10-May	10-May	11-May	26-May	27-May	27-May	5-Oct	6-Oct	6-Oct	7-Oct	4-Nov	
<i>Dentex hypselosomus</i>		195	40	2	499	47	32	705	8	22	114	547	2211
<i>Lepidotrigla guentheri</i>		56	72	27	44	430	281	192	7	2	189	827	2127
<i>Trachurus japonicus</i>		0	10	0	0	0	0	0	5	126	0	8	149
<i>Kaiwarinus equula</i>		5	3	0	31	1	2	29	1	13	3	13	101
<i>Cookeolus boops</i>		0	2	0	0	0	1	3	0	1	0	85	92
Others		266	179	32	595	547	343	1015	62	301	346	1560	5246

ごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告（令和2～4年度）. 鹿児島大学水産学部紀要, 72: 27–54
 7) 西健一郎, 幅野明正, 福田隆二, 有田洋一, 川口礼央奈, 石井暁子, 畑辺佳奈子 (2023). かがしま丸による東シナ海トロール操業年次報告（令和5年度）. 鹿児島大学水産学部紀要, 73: 15–18

2024 ANNUAL CONTRIBUTIONS Author Index

- Chen, J., X.-H. Zhu, H. Nakamura, R. Zhao, M. Wang, H. Zheng, and A. Nishina (2024) Submesoscale processes fueled by the Kuroshio in the Tokara Strait. *J. Geophys. Res.: Oceans*, 129, e2022JC019561. <https://doi.org/10.1029/2022JC019561>
- Doi W., K. Nohara, H. Inoue and H. Kohno (2024) Genetic structure and diversity of the island-endemic freshwater prawn *Macrobrachium shokitai* Fujino & Baba, 1973 (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) on Iriomote Island, Ryukyu Archipelago, southern Japan. *J. Crust. Biol.*, 44(2): ruac031
- Hossain, M. A., T. A. Laboni, M. S. Khatun, M. A. Rahman, M. A. Hossen, O. Rahman, N. Ilah, S. A. Marey, A. A. Mostafa, J. Ohtomi and M. Y. Hossain (2024) Exploring the reproductive features of *Clupisoma garua* from Ganges River, Bangladesh: insights into eco-climatic factors for sustainable management and advancements in aquaculture practices. *Environ. Sci. Pollut.*, 31(23): 34082–34096.
- Hossen, M. A., W. Doi and J. Ohtomi (2024) Ovarian maturation, size at sexual maturity, and spawning season of jack-knife shrimp *Haliporoides sibogae* (Decapoda: Solenoceridae) in Kagoshima Bay, southern Japan. *Fisheries Sci.*, 90: 733–743.
- Jinno M., W. Doi, A. Mizutani and H. Kohno (2024) Intraspecific variation in reproductive aspects of female soldier crabs, *Mictyris guinotae*, between the river mouth and upper reach habitats. *Mar. Ecol.*: e12850.
- Kobari, T., A. Taniguchi, M. Hirata, G. Kume, M. Ichinomiya, T. Komorita, M. Kodama, F. Makino and J. Hirai (2024) Comparison of the trophic sources and pathways of mesozooplankton and ichthyoplankton in the Kuroshio Current and its neighboring waters. *Prog. Oceanogr.*, 229: 103356.
- Kobari, T., T. Honma, M. Kodama, A. Kodama, T. Watanabe and T. Takikawa (2024) Spatial and temporal variations in community structure, standing stock and productivity of mesozooplankton in the southwestern Japan Sea. *Plankton Benthos Res.*, 19: 26–36.
- Kodama, M., R. Yamazaki, J. Hayakawa, G. Murata, K. Tomikawa, T. Kawamura, G. Kume, T. Kobari (2024) Feeding ecology of the urchin symbiont *Dactylopleustes yoshimurai* (Amphipoda) revealed by DNA barcoding. *Mar. Biol.*, 171: 190.
- Komorita, T., T. Kobari, G. Kume, S. Kako, A. Habano, Y. Arita, F. Makino and M. Ichinomiya (2024) Temporal changes in the microplankton community due to Kuroshio branch current inflow. *Reg. Stu. Mar. Sci.*, 75: 103576.
- Liu, H., J.n Gilmartin, M.Z. Sluis, T. Kobari, J. Rooker, H. Bi and A. Quigg (2024) Dynamic oceanographic influences on zooplankton communities over the northern Gulf of Mexico continental shelf. *J. Sea Res.*, 199: 102501.
- Liu, Z.-J., Y.-X. Qiao, H. Nakamura, X.-H. Zhu, A. Nishina, C. Zhang, et al. (2024) Comparison of the ENSO-related interannual variability of the ECS-Kuroshio before and after 2005. *J. Geophys. Res.: Oceans*, 129, e2024JC021242. <https://doi.org/10.1029/2024JC021242>
- Manda, A., Y. Tachibana, H. Nakamura, T. Takikawa, A. Nishina, Q. Moteki, et al. (2024) Intensive radiosonde observations of environmental conditions on the development of a mesoscale convective system in the Baiu frontal zone. *Earth and Space Science*, 11, e2023EA003486. <https://doi.org/10.1029/2023EA003486>
- Nishi, K., A. Habano, R. Fukuda, Y. Arita, R. Kawaguchi, A. Ishii, and K. Hatabe (2024) Annual Report of Bottom Trawl Conducted by the Training Vessel Kagoshima-maru in the East China Sea during Academic Years 2023. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.*, Vol. 73, pp 15–18.
- Qiao, Y.-X., H. Nakamura, and T. Tomita (2024) Warming of the Kuroshio Current over the last four decades has intensified the Meiyu-Baiu rainband. *Geophys. Res. Letts.*, 51,

e2023GL107021. <https://doi.org/10.1029/2023GL107021>

Takahashi, A., Lien, R.-C., Kunze, E., Ma, B., Nakamura, H., Nishina, A., Tsutsumi, E., Inoue, R., Nagai, T., and T. Endoh (2024) Energetic stratified turbulence generated by Kuroshio–seamount interactions in Tokara Strait. *J. Phys. Oceanogra.*, 54(2), 461–484. <https://doi.org/10.1175/jpo-d-22-0242.1>

Takasaki, S., K. Shimizu, T. Kobari, A. Habano, H. Nakamura, M. Utsumi and R. Chimura (2024) Storage of CO₂ at the Deep Sea by High-photosynthetic Rate Plant, *Kenaf. Environ. Sci.*, 37: 131–137.

Zheng, H., X.-H. Zhu, H. Nakamura, J.-H. Park, C. Jeon, C. Zhang, et al. (2024) Typhoon-induced near-inertial waves around Miyakojima Island in 2015. *J. Geophys. Res.: Oceans*, 129, e2024JC021169. <https://doi.org/10.1029/2024JC021169>