

(別紙様式10)

2021年度 北極域研究共同推進拠点 共同研究等報告書

【申請区分】: 萌芽的異分野連携共同研究 共同推進研究
 産学官連携フュージビリティ・スタディ
 共同研究集会 産学官連携課題設定集会

【研究課題名】: メタバーコーディング手法を用いた海氷期の動物プランクトン群集の構造特性に関する研究

【研究期間】:2021 年度

【共同研究員】

共同研究員	氏名	所属・職名	専門分野	区分
研究代表者 (拠点内外) (注2)	葛西広海	(国研)水産研究・教育機構 水産資源研究所水産資源 研究センター海洋環境部・ 主幹研究員	生物海洋学	
研究分担者 (拠点外) (注2)	片倉靖次	紋別市・参事 (北海道大学大学院水産科 学研究院・客員准教授)	魚類生態学	
	山崎友資	蘭越町貝の館・学芸員	生物海洋学	
	平井惇也	東京大学大気海洋研究所 海洋生態系動態部門・助教	生物海洋学	
研究分担者 (拠点内) (注2)	山口 篤	北海道大学大学院水産科 学研究院・准教授	生物海洋学	
	木元克典	(国研)海洋研究開発機構 地球環境部門・主任技術研 究員	生物海洋学	
研究協力者 (注2) (注3)	松野孝平	北海道大学大学院水産科 学研究院・助教	生物海洋学	
	扇谷剛太	北海道大学水産学部海洋 生物科学科	生物海洋学	
	長井 敏	(国研)水産研究・教育機構 水産資源研究所水産資源 研究センター生命情報解析 部・主幹研究員	遺伝生物学	
	品田晃良	(地独)北海道立総合研究 機構水産研究本部さけま す・内水面水産試験場	生物海洋学	

(注 2) 拠点内外については、募集要項別添の北極域研究共同推進拠点を形成する3研究施設の研究者リストをご覧ください。

(注 3) 計画申請書に含まれていなかった方でも結果的に本共同研究に参画された方(招へい者等)が居られれば、研究協力者として記述して下さい。

【研究の内容】

(1) 概要を 400 字以内(文字のみ)で記載してください。

冬季の観測データの乏しいオホーツク海沿岸域の海洋環境やプランクトン群集の変動や諸特性に関する知見の蓄積を進めることを目的として、2022年2月～3月中旬の海氷期に北海道紋別沿岸域において砕氷船(ガリンコ号)を用いた海洋観測調査を行う。紋別港から 10 海里沖合までの沿岸域で水温・塩分の鉛直観測、クロロフィル色素濃度、植物プランクトン現存量・種組成の分析の各層採水、プランクトンネットを用いた動物プランクトンの現存量・種組成および DNA バーコーディング手法を用いた群集解析のためのプランクトン採集を行う。また、氷海域に特徴的な生態系に関する知見を蓄積するため、海氷来遊期の植物プランクトンなどの現存量および種組成の分析、および氷海域の主要な動物プランクトンである有殻および無殻の翼足類(浮游性軟体動物プランクトン)の採集を行う。

(2) 図表や写真も交えて、研究の内容や成果等を 2000 字程度でまとめてください。

① 海氷期海洋調査(ガリンコ調査)の概要

2022年の流氷シーズンの海洋環境の把握と各種プランクトン試料の採集のため、2022年3月1日に砕氷船ガリンコ号IIによる海洋調査を実施した。調査1週間前は紋別沿岸域に広く流氷がみられたが、数日間気温の上昇と沖合に向けての風が続いたことで、流氷は融解または沖合へ後退しており、調査時は調査域に流氷はみられなかった。天候は概ね穏やかであり、順調に調査を終えることができた。

観測は紋別港より10海里までの沿岸域の4点で行った(図1)。全ての測点は流氷はみられず、開水面状態であった。最も岸寄りの測点(st-3)の観測を終え紋別港に戻る途中、シャーベット状の海氷が密集し

ているのを発見し、港内で結氷した海氷が潮に乗って港外に流出したと思われるが、変色している部分を参考に採集した(写真1)。各測点では、通常観測(CTD、各層採水、プランクトンネット採集)を行った(写真2)。加えて、海水中の植物プランクトン群集組成を光学的手法で簡易的に観測できる多波長蛍光光度計(写真3)を用いて、群集組成の鉛直分布の観測を行った。また、海氷下の生物や海氷直下の環境を映像として記録するため水中ドローンを投入し、水中及び海氷下の撮影を行った(写真3)。採取した試料は調査終了後に分析のために処理を行うとともに、試料中の種構成を把握するための顕微鏡観察を行った。

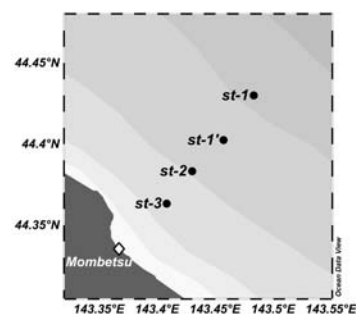


図1. 観測点の位置.



写真 1. 海氷の採集. 写真 2. プランクトンネット採集. 写真 3. 水中ドローン観測.

調査時の水温と塩分の鉛直分布を図 2 に示す。水温は水平的・鉛直的にほぼ一様であり、 $-1.3\sim-1.2^{\circ}\text{C}$ の範囲で分布していた。塩分はごく表層を除いて鉛直的な変化は小さかった。最も沖合の測点 st-1 で高く(32.2 台)、最も岸寄りの測点 st-3 で低い(32.0 台)傾向を示した。

なお、ガリニコ号を用いた海洋調査は海明け後の環境解明を目的として、3月16日に2回目の調査を行う予定である。

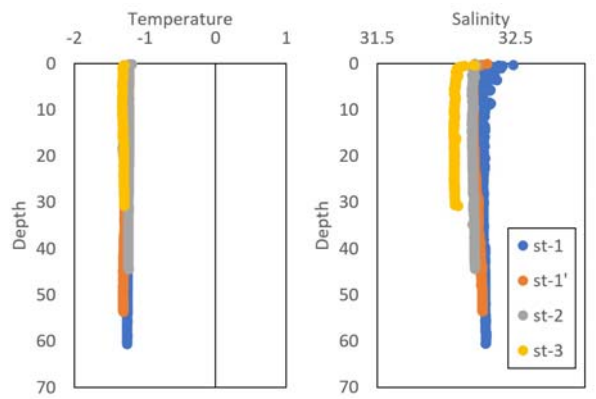


図 2. 水温 (左) と塩分 (右) の鉛直分布.

② これまでのデータを用いた成果

②-1メタバーコーディング手法を用いた動物プランクトン群集の解析

2020-2021 年に紋別市のオホーツクタワーまたはガリニコ号調査で得られたオホーツク海岸域で優占するカイアシ類 *Pseudocalanus* spp. を遺伝子解析したところ、従来より報告されている *P. newmani* および *P. minutus* に加え、オホーツク海では初記録となる北極種 *P. acuspes* が検出された。さらに詳細な集団遺伝解析を行ったところ、オホーツク海の *P. acuspes* の遺伝的集団は北極海と異なることが明らかとなった(図 3)。同様の解析を近縁種で行ったところ、同じ北極種 *P. minutus* は北極海からオホーツク海にかけて明確な集団構造が形成されず、分布生態の違いが異なる遺伝的構造につながっていると考えられた。

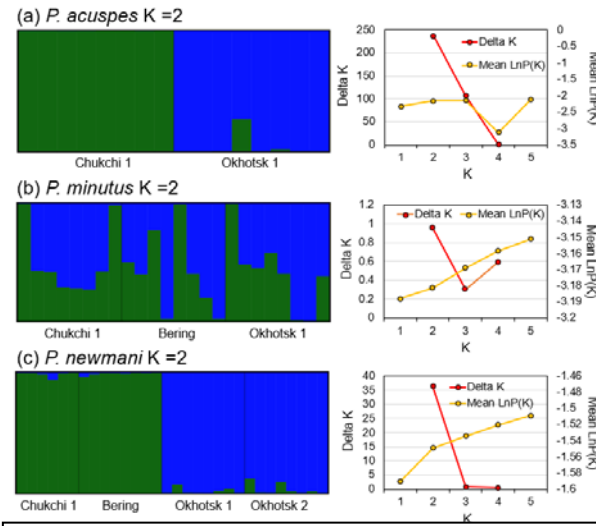


図 3. 各種の SNPs データ解析結果. *P. acuspes* および *P. newmani* はオホーツク海で明確な集団構造がみられる.

②-2 冬季の沿岸域の水塊構造と変動の特性

2009 年から始まった冬季の紋別沿岸域の海洋観測データを用いて、水塊分布やその特性の経時的、経年的な変動について解析した。多くの調査での水温・塩分の水平・鉛直分布では、岸寄りの表層で低水温・低塩分、沖合の底層で高水温・高塩分の傾向を示し、水塊の特性を把握するために用いられるT-Sダイアグラムは右上がりの直線周辺にデータがプロットされる特徴を示し(図4)、冬季の沿岸域の海洋構造が2つの水塊とその混合により形成されていることを示している。一方で、T-S ダイアグラム上の直線の性質は時期によって大きく変動し、年による変動もみられた。これらのことから、冬季の沿岸域の海洋構造は水塊の分布やその性質の変化によって変動していることが示唆された。

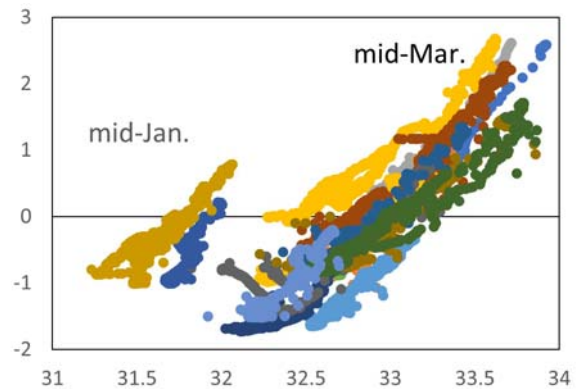


図 4. 1 月中旬と 3 月中旬の水温・塩分データからの T-S ダイアグラム. 2 つの時期の間のデータプロットの位置の違い、同じ時期でも (異なる色の) 年によって異なるプロットを示しているのが分かる。

③ その他の活動(研究交流、データ管理)

③-a. 調査活動の紹介と研究交流活動

2022 年 1 月 7 日に、北海道大学環境科学院(札幌市)において「第 8 回オホーツク海洋生物研究会」を開催した。山口(北大)、片倉(紋別市)、品田(道総研)が事務局を担当した。本研究集会では、オホーツク海の流氷、海洋環境および生態系に関する調査計画、成果報告および今後の研究展開などについて、多くの研究者の自由な発想による、活発な意見交換を目的とした。本研究会は 2014 年より毎年開催していたが、昨年は新型コロナウイルス感染症により開催を断念したため、2 年ぶりの開催となった。当日は感染予防のため参加者の人数制限を設けたが、9 機関から計 15 名の研究者が参加し、ガリンコ号による調査の報告も含めて 9 題の発表があった(写真 4)。当日になって北海道大学環境科学院の学生も参加し、活発な議論が展開され、盛会のうちに終了した。



写真 4. オホーツク海洋生物研究会の記念写真

③-b. これまでの観測データの整理と公開に向けた準備

本共同研究を含めて、この研究グループが流氷期に海洋調査を行うようになってから 13 年が経過し、これまでのデータの管理や内外の研究者による利用の利便性を図るために、これまでの調査で取得した基本的な観測データについて公開に向けた取り組みを進めた。公開方法は印刷



写真 5. 観測データ集

物とウェブ上での 2 つの形式とし、まず印刷物として観測データ集(写真 5)を発行した。このデータ集は研究グループおよび本研究に関心を持つ研究者や水産・漁業関係機関への配布を予定している。ウェブ上での公開についてはデータフォーマットの標準化まで進行しており、公開先のサイトの調整を検討中である。

(3) 本共同研究に関する活動・実績等を下表に記入してください。

①研究打合せ、学会参加・集会(注 4)、調査等

(注 4) 研究代表者、共同研究分担者、研究協力者、招へい者によるもの

日程(月日)	日数 (日)	活動内容	場所	研究代表者、共同研究分担者、研究協力者、招へい者の参加者名・部署	参加者数 (人)
2022.03.01	1	海氷期海洋調査 (紋別沿岸域)	紋別	葛西広海、片倉靖次、山口篤、扇谷剛太、長井敏	5
2022.03.16 (予定)	1	海氷期海洋調査 (紋別沿岸域)	紋別	葛西広海	1

②研究論文

研究代表者並びに、研究分担者あるいは研究協力者が著者の関連論文がありましたら可能な限り記載ください。

論文が複数ある場合は、そのフォーマットとして論文 1 の分をコピーして記載してください。

論文 1

項目	記入要項	回答
(1)著者名(共著者名含む)、発行年、論文タイトル、掲載誌名、巻・号、ページ数、DOI、出版年月日	Matsumoto, T., K. Matsuno, S. Katakura, H. Kasai and A. Yamaguchi (2021): Seasonal variability of the protist community and production in the southern Okhotsk Sea revealed by weekly monitoring. <i>Regional Studies in Marine Science</i> , 43, 101683.	

論文 2

項目	記入要項	回答
(1)著者名(共著者名含む)、発行年、論文タイトル、掲載誌名、巻・号、ページ数、DOI、出版年月日	山崎友資・桑原尚司・高橋邦夫 (2021): 冬期オホーツク海における冷水性翼足類の沿岸と沖合における分布. <i>ちりぼたん</i> , 52, 47-54	

③研究書等著書

著書名・著者名	出版年月	出版社名
なし		

④特許等出願

特許、実用新案、商標	
なし	

⑤研究発表(資料添付も可)

発表年月日	発表者名(共著者を含む)	発表タイトル	発表学会等名称	発表地	招待講演(○)
2022.02.22	葛西広海(水産機構資源研)、岩本勉之(紋別市)、片倉靖次(紋別市)、村井克詞(オホーツク・ガリニコタワ)、永田隆一(オホーツク・ガリニコタワ)、濱岡荘司(元紋別市役所)	Temporal variation of oceanographic environment in coastal region around Mombetsu, southwestern Okhotsk Sea, in winter – Results from the surveys during sea-ice season by the Garinko-II	第36回北方圏国際シンポジウム	紋別(オンライン)	
2022.02.22	葛西広海(水産機構資源研)、片倉靖次(紋別市)、山崎友資(蘭越町貝の館)、木元克典(JAMSTEC)、平井惇也(東大大海研)、松野孝平(北大院水産)、山口篤(北大院水産)	Study on zooplankton community in coastal water around Mombetsu during sea-ice season	第36回北方圏国際シンポジウム	紋別(オンライン)	
2022.02.22	木元克典(JAMSTEC)、清水圭介(東大院農学)、脇田昌英(JAMSTEC)、下島公紀(東京海洋大)、山口篤(北大院水産)、松野孝平(北大院水産)、葛西広海(水産機構資源研)、吉田瞳(オホーツク・ガリニコタワ)	Euthecosomatous pteropod (Sea butterfly) <i>Limacina helicina</i> in the southern Okhotsk Sea: Morphological	第36回北方圏国際シンポジウム	紋別(オンライン)	

	ワー)、片倉靖次(紋別市)	variability and plasticity to ocean environmental changes			
2022.02.22	長井敏(水産機構資源研)、Sirje Sildever(タリン工科大)、西典子(アクシオヘリックス)、田澤賢(アクシオヘリックス)、葛西広海(水産機構資源研)、塩本明弘(東京農大)、菊池泰生(宮崎大)、片倉靖次(紋別市)	Time-series monitoring by metabarcoding revealed clear seasonal changes in eukaryote biodiversity based on the transition of current systems in Mombetsu, Hokkaido, Japan	第36回北方圏国際シンポジウム	紋別(オンライン)	
2022.02.22	平井惇也(東大大海研)、片倉靖次(紋別市)、長井敏(水産機構資源研)	Ecological dynamics of marine copepods and viruses in the Okhotsk Sea	第36回北方圏国際シンポジウム	紋別(オンライン)	
2021.05.29	松野孝平(北大院水産)、佐藤直(北大院水産)、葛西広海(水産機構資源研)、片倉靖次(紋別市)、清水圭介(東大院農学)、木元克典(JAMSTEC)、岩本勉之(紋別市)	Studies on <i>Limacina helicina</i> at Mombetsu in the southern Okhotsk Sea	2021 ESSAS Webinar Annual Science Meeting in Sapporo	札幌(オンライン)	
2021.09.18	小嶋大己(北大院水産)・濱尾優介(北大院水産)・飴井佳南子(北大院水産)・深井佑多佳(北大院水産)・松野孝平(北大院水産)・三谷曜子(京大)・山口篤(北大院水産)	初夏の南部オホーツク海におけるプランクトン現存量と糞粒を介した物質輸送に関する研究.	2021年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会	鹿児島(オンライン)	
2022.02.22	小嶋大己(北大院水産)・濱尾優介(北大院水産)・松野	Vertical distribution,	第36回北方圏国際シンポジウム	紋別(オンライン)	

	孝平(北大院水産)・山口篤 (北大院水産)	standing stocks, and taxonomic accounts of the entire plankton community, and the estimation of vertical material flux via faecal pellets in the southern Okhotsk Sea.	ム	ラ イ ン)	
2022.03.19 (予定)	平井惇也(東大大海研)・片 倉靖次(紋別市)・長井敏(水 産機構資源研)	オホーツク海にお ける浮遊性カイア シ類 <i>Pseudocalanus</i> <i>acuspes</i> の初記録 および遺伝的集団 構造の近縁種比較	海洋生物シンポ ジウム 2022	オンラ イン	

⑥国際シンポジウム等(資料添付も可)

参加をした主な国際シンポジウム等		
開催時期(年月)	国際シンポジウム等名称	招待講演/議長の有無
なし		

⑦本共同研究に関し実施(主催、共催、後援等)したシンポジウム・集会(注 6)等(資料添付も可)

(注 6) 研究代表者、共同研究分担者、研究協力者、招へい者以外を含む参加募集によるもの

開催日	実施地 (国、県、 市など)	形態 (注 7)	シンポジ ウム・集 会等名 称	目的及び概要	対象者 (注 7)	参加人数 (海外(注 8))
2022.01.07	札幌	シンポ ジウム	オホーツ ク海洋生 物 研 究 会	紋別市等によるモニタリン グ調査の成果報告をはじ め、北方海域における研究 成果を紹介し、研究者間の 交流と情報交換の場とする ことを目的とした。	研究者、 学生	15(0)

(注 7)

形態:シンポジウム、セミナー、公開講座、ワークショップ、その他

対象: 一般、地域、学生、研究者

(注 8) 海外機関に所属するもの

⑧本拠点共同研究に係る成果が科学研究費などの外部資金の応募(予定を含む)やプロジェクトに発展した例があればご記入ください。

・プロジェクト名 ・代表者・関係者(所属) ・関係研究者 ・予定の場合は、(予定)と記載してください	・プロジェクトの主な財源 ・金額	プロジェクト期間	・プロジェクト概要 (目的・期待効果、規模、参加国等) ・これまでの本共同研究との関連性 (300字程度)
なし			

⑨研究成果が一般社会産業界などに還元(応用)された事例や新しい研究分野の開拓や教育活動に反映された事例(資料添付も可)

なし

⑩その他国際研究協力活動事例

事業名	概要	受入人数	派遣人数
なし			

⑪学会賞等受賞、アウトリーチ、取材、その他

年月日	所在・出典・新聞名等	受賞者・関係者(所属)	研究課題名・賞名・内容等
2022.03.01	北海道新聞紋別支局	取材対応: 葛西、片倉、山口、長井	ガリコ調査の概要と目的、成果 (2022.03.04 記事掲載)
2022.03.01	北海民友新聞	取材対応: 葛西、片倉、山口、長井	ガリコ調査の概要と目的、成果 (2022.03.06 記事掲載)
2022.03.01	NHK 紋別支局	取材対応: 葛西、片倉、山口、長井	ガリコ調査の様子を紹介と目的 (2022.03.08 放送)

記事コピー等を添付してください。

⑫コロナ禍の影響と対策

本共同研究へのコロナ禍の影響と対策(改善・代替策、計画変更、工夫等)、助成金執行率(%)について記述してください。

影響の事象	対策の有無と内容 (計画変更・中止、改善・代替策、工夫等)
調査参加者の変更(調査参加希望の数名がまん延防止等重点措置の発令に伴う出張の制約)	試料採取について可能なものは他の参加者で対応し、試料採取と発送を行った。

を受け、調査参加を断念した)	
研究集会規模の縮小(感染予防対策のため、会場の人員に上限が設定された)	事前に参加希望者を見積もり、上限を超えないよう配慮した