

(別紙様式10)

2020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】: 北極域海洋生態系脆弱性評価のための生態系変動解析

【研究期間】: 2020 年度～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)	田中昭彦	東海大学清水教養教育センター・准教授	水中光学	
研究分担者 (拠点外) (注 2)				
研究分担者 (拠点内) (注 2)	平田貴文	北海道大学 北極域研究センター・特任准教授	衛星海洋学	
	大塚夏彦	北海道大学 北極域研究センター・教授	環境工学	
研究協力者 (注 2) (注 3)	Artur Palacz	Polish Academy of Science・助教	海洋生態学	
	Astrid Bracher	Alfred-Wegener Institute・上級研究員 / University of Bremen ・教授	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。

本研究は、北極海における「生態系に基づく資源環境管理」に必要な科学的情報として、海洋生態系の脆弱性を評価することを最終ゴールとする。本研究では、脆弱性評価には、(1)自然環境の変動、(2)海洋生態系の変動、(3)人為的負荷の変動 の評価および、それらの依存関係の評価が必要であると考え、そのうち (2)に的を絞って研究を行った。特に、既存の異なるプロジェクトで収集され

ている北極海の生物データを編纂統合した。また、これらのデータ解析を行い、北極海における生物多様性指標を算出したのに加え、一次生産量の衛星データ解析を用いて、生態系を質(多様性)と量(一次生産量)の両点を考慮する生態系指数を算出した。その指標によれば、質と量を加味した生態系変動は海域ごとに大きく異なり、特に、北極海の家氷縁辺や沿岸では、現在のところ環境変動に起因すると思われる生態系顕著な変動が起きていることが示された。

(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. 北極域生態系データの編纂

現場観測データに加え、衛星データや数値モデルデータも処理できるよう、生態系区分を定義する Large Marine Ecosystems をグリッド化・デジタル化した、生態系マスクファイルを作成した。また、海洋性の魚類、哺乳類、および無脊椎動物に関して、それぞれのデータ収集が AquaMaps プロジェクトの元で行われているが(<https://www.aquamaps.org>)¹、これらの分類群別に収集されているデータを編纂し、特に北極海について、生物多様性指標の一つである Shannon Index を算出した。さらに、地球観測衛星に基づく海洋一次生産者データ(Kahru et al., 2016)²を画像処理し、北極海域ごとの時系列データを作成した。これらのデータを時間平均処理し、気候図を作成した。

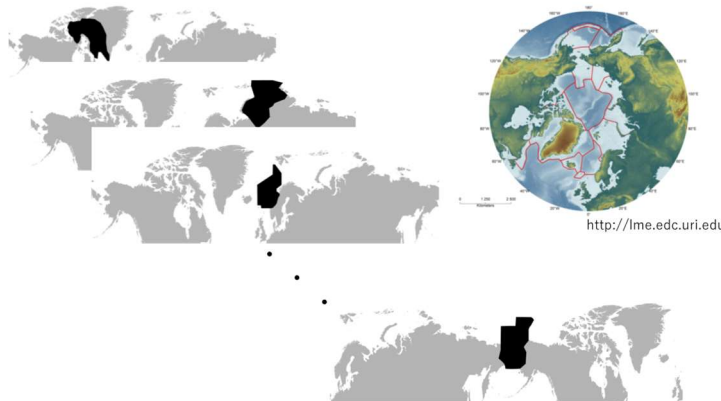


図 1. Large Marine Ecosystems (LMEs)の定義(右上, <http://lme.edc.uri.edu>, Sherman and Hempel (2009)³)より作成した、北極海における各 LME(計 18)のグリッド化マスクファイル。

2. データ解析

本研究では、多様性を表される Shannon Index を生態系の質と解釈し、また、一次生産を生態系における潜在的な最大資源許容量と解釈した。生態系の脆弱性には、これらの両側面のどちらの変動も重要であることを踏まえて、合算した変動を変動成分ごとに表現するために、統計解析(主成分分析)を行った。主成分分析はサンプルに地図上の各グリッド、変数に上記の Shannon Index と一次生産量(共に標準化したもの)をとり、行列を作成した。主成分分析の結果、第1主成分が全変動の 63%を説明した。第1主成分の空間分布をみると、北極海一様な分布にはなっていなかった。特に、沿岸域や海氷縁辺域で(正負にかかわらず)高い数値を示していた(沿岸域 > 2, 海氷縁辺域 < -2)。よって、これらの海域では、最も優占的な変動が顕著であることがわかった。また、符号に着目すると、

海氷縁辺域と沿岸域(や沖合域)で逆転しており、これら海域では第1モードで表される変動が相対して存在していることがわかった。LME 別にみると、沿岸域としては Laptev Sea、海氷縁辺域では Beaufort Sea が変動が大きい領域を相対的に最も多く含む結果となった。

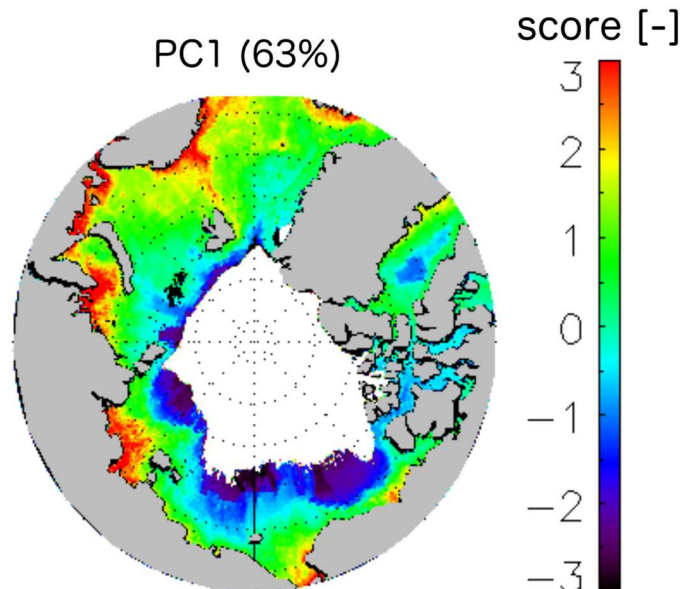


図 2. 北極海における生物多様性(Shannon Index)と一次生産量を主成分分析した結果得られた第1モード。符号の正負にかかわらず数値が大きいところが変動が大きい。

3. 独自データの収集

当初予定によれば、独自データとして、北極を観測する地球観測衛星データの検証のための現場観測を駿河湾(静岡県)で行うことを予定していた。一方、コロナ対策として、駿河湾での観測が中止になった。そこで、予定していた全ての項目ではないものの、一部の変数を観測するためのを忍路湾(北海道)で行った(図 3)。この観測は、紫外および可視域における太陽放射を海上および水中で測定するものであり、海洋生物への紫外線ストレスや有光層深度といった一次生産を現場レベルで推定する上で(また、それを元に衛星観測データを検証する上で)重要な項目である。

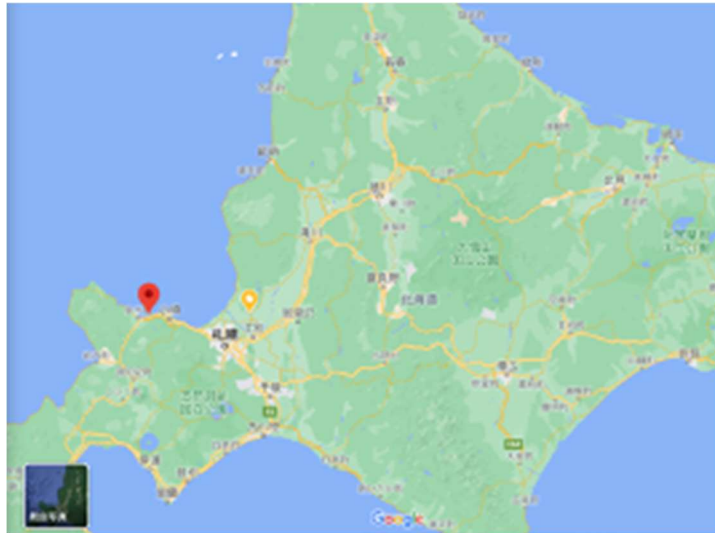


図 3. 忍路湾での現場観測点(北緯 43° 13', 東経 140° 52')

4. 結果

衛星データとのマッチアップがとれなかったものの、現場レベルでの環境変動による生物への影響を示唆する上で必要な環境データを収集した。特に、紫外線は大気から水中へ入射することで急激な減少を示すことが知られているが、忍路湾は中緯度に位置するものの7月の海面近くでの水中紫外線は海面下数メートルに達する場合があることが示された(図 4)。また、可視放射は一次生産に必要なエネルギーとなるが、水中でのスペクトルは 470-550nm ほどまで幅広い波長帯で大きな値となる特徴的なスペクトルであった。

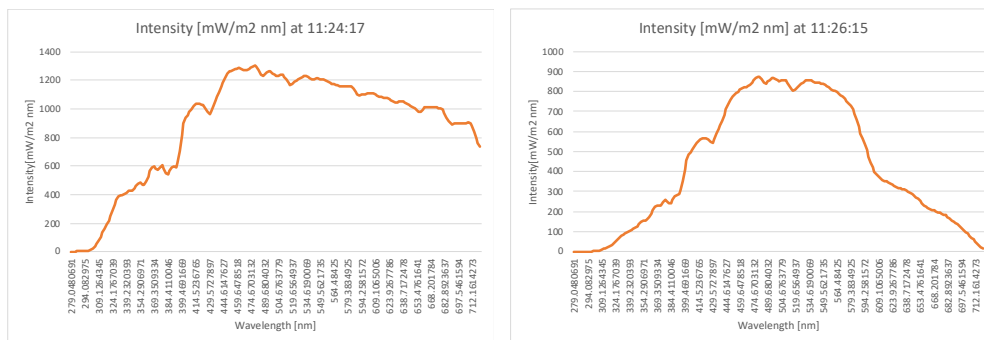


図 4. 忍路湾における 2020 年 7 月 17 日での下向き太陽放射輝度スペクトル(左:海面直上、右:海面下 1m)

【引用文献】

1. Kaschner, K., K. Kesner-Reyes, C. Garilao, J. Segsneider, J. Rius-Barile, T. Rees, and R. Froese. 2019. AquaMaps: Predicted range maps for aquatic species. World wide web electronic publication, www.aquamaps.org, Version 10/2019, 2019

2. Kahru, M., Z.-P. Lee, B.G. Mitchell and C.D. Nevison, Effects of sea ice cover on satellite-detected primary production in the Arctic Ocean, *Biology Letters*, <https://doi.org/10.1098/rsbl.2016.0223>, 2016.

3. Sherman, K. and Hempel, G. (Editors). The UNEP Large Marine Ecosystem Report: A perspective on changing conditions in LMEs of the world's Regional Seas. UNEP Regional Seas Report and Studies No. 182. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya, 2009.

(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)
2020.6.10	1	研究打ち合わせ (ECOTIP)	オン ライ ン	平田貴文・北海道大学 北極域 研究センター	1
2020.7.14	1	学会参加 (JpGU)	オン ライ ン	平田貴文・北海道大学 北極域 研究センター	1
2020.10.14	1	学会参加 (PICES)	オン ライ ン	平田貴文・北海道大学 北極域 研究センター	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。

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	Alabia ID, Molinos JG, Saitoh S-I, Hirata T, Hirawake T, Mueter FJ. Multiple facets of marine biodiversity in the Pacific Arctic under future climate. <i>Science of The Total Environment</i> 2020, Vol. 744, 140913, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140913	

③研究書等著書

著書名・著者名	出版年月	出版社名

ICES/PICES/PAME Working Group on Integrated Ecosystem Assessment (IEA) for the Central Arctic Ocean (WGICA), Jorgensen et al.(他 36 名)	2020/9/10	ICES

④特許等出願

特許、実用新案、商標	

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(○)
2020.10.14	T. Hirata(Hokkaido Univ・ARC), Y. Masuda(Hokkaido Univ・Faculty of Environmental Science), Jorge García Molinos(Hokkaido Univ・ARC), Irene Alabia(Hokkaido Univ・ARC), Keiko Sato(Hokkaido Univ・ARC), Toru Hirawake(Hokkaido Univ・Graduate School of Fisheries Sciences), Eiji Watanabe (JAMSTEC), Maki Aita-Noguchi (JAMSTEC) and Sei-Ichi Saitoh(Hokkaido Univ・ARC)	Sensitivity Study on Planetary Boundary Forcing to the Arctic Marine Ecosystems	PICES 2020	オンライン	
2020.7.13	T. Hirata(Hokkaido Univ・ARC), Y. Masuda(Hokkaido Univ・Faculty of Environmental Science), Jorge García	Development of the Potential Vulnerability Index for the	JpGU-AGU Joint Meeting 2020	オンライン	

	Molinos(Hokkaido Univ・ARC), Keiko Sato(Hokkaido Univ・ARC), Irene Alabia(Hokkaido Univ・ARC), Eiji Watanabe (JAMSTEC), Maki Aita-Noguchi (JAMSTEC), Toru Hirawake(Hokkaido Univ・Graduate School of Fisheries Sciences), Sei-Ichi Saitoh(Hokkaido Univ・ARC)	Arctic Marine Ecosystems			

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
2020.10.26-10.30	European Polar Science Week	無

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))

(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。

<p>・プロジェクト名</p> <p>・代表者・関係者(所属)</p> <p>・関係研究者</p> <p>・予定の場合は、(予定)と記載してください</p>	<p>・プロジェクトの主な財源</p> <p>・金額</p>	<p>プロジェクト期間</p>	<p>・プロジェクト概要</p> <p>(目的・期待効果、規模、参加国等)</p> <p>・これまでの本共同研究との関連性</p> <p>(300 字程度)</p>
<p>(採択済)</p> <p>・プロジェクト名: 課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト</p> <p>・代表者: 藤原達也 Digital 北海道研究会</p> <p>・関係研究者: 平田貴文(北海道大学)</p>	<p>・内閣府</p> <p>・9,978 千円</p>	<p>令和 3 年(単年)</p>	<p>・プロジェクト概要</p> <p>目的: 亜寒帯回遊魚であるサケの最適放流予測技術ならびに回帰資源予測技術の開発</p> <p>期待効果: 北海道東岸のサケ漁業の温暖化適応策として期待される</p> <p>規模: 5機関計9名 (Digital 北海道研究会、日東製網、G&LI、北海道大学、北見管内さけ・ます増殖事業協会)</p> <p>参加国: 日本</p> <p>・本拠点の共同研究で整備した衛星データを用いて亜寒帯海域を回遊する特定の生物に(サケ)の生態学的へ応用した。</p>
<p>(応募済)</p> <p>・海洋における人為的影響負荷の評価</p> <p>・代表者: 平田貴文(北海道大学)</p> <p>・関係研究者: 平田貴文(北海道大学)</p>	<p>・JSPS 科学研究費補助金 基礎研究(C)</p> <p>・5,000 千円</p>	<p>令和 3 年度～5 年度</p>	<p>・プロジェクト概要</p> <p>目的: 北極海の海洋生態系の脆弱性における人為的負荷の影響部分について評価する。</p> <p>期待効果: 国際的枠組み(例: PICES, WGCI など)での生態系に基づく資源管理策への貢献</p> <p>参加国: 日本</p>

			・本拠点の共同研究の枠組みで実施した北極海の海洋生態系解析をさらに発展・応用させた内容である

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)

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

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

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)
欧州員会 ECOTIP 研究集会への参加	有:集会が中止され、非公式の個人レベルでのオンライン打ち合わせを行った。また、上記研究集会参加に付随して予定していた研究協力者への訪問・打ち合わせを中止した。

駿河湾における海洋観測	無：中止。駿河湾における観測と同じではないが、忍路臨海実験所(北海道小樽市)において予定していたデータのうちの一部を収集することとした。