

1990 年 3 月, ボフォート海海水域での海洋生物調査報告

渡辺研太郎・川口弘一・Brendan KELLY³Report on the Marine Biological Research in Ice-covered Waters
of the Beaufort Sea, March 1990Kentaro WATANABE¹, Kouichi KAWAGUCHI² and Brendan KELLY³

Abstract: As part of the Mombusho International Scientific Research Program, "Temporal variability of primary production and energy flow in the Arctic sea ice area (PREFLA)", on-ice marine biological investigations were carried out from March 1-13, 1990, in Prudhoe Bay and off Pt. Barrow, Beaufort Sea. Water and sea-ice core collections, plankton samplings with nets and collections of benthic organisms with traps were performed at four locations in Prudhoe Bay. Respiration rates were measured for small benthic crustaceans from Prudhoe Bay with special interest in metabolic rate in the winter season. Trap samplings were also performed at one location off Pt. Barrow to know benthic fauna in relation to seal's diet. In addition, we obtained information on the logistic support and laboratory facilities for the future marine biological research program in that area.

要旨: 文部省科学研究費・国際学術研究, "北極海海水域における基礎生産とエネルギー移動の時系列的変動の研究"の一環として, 平成2年3月1日から13日までの間, ボフォート海沿岸のブルドー湾, バロー岬沖で海洋生物氷上観測を行った。ブルドー湾では4点で採氷, 海水採取, ネットによるプランクトン採集およびトラップによる底生生物採集を行ったほか, 採集した底生小型甲殻類について, 測定例の少ない冬期間の代謝速度を知るため, 呼吸量も測定した。バロー岬沖では, アザラの餌となる底生生物をトラップにより採集した。また海洋生物氷上調査を行う際の現地での設営, 実験室の設備などについて実地に調査し, 情報を収集した。

1. はじめに

昭和63年度から“北極海海水域における基礎生産とエネルギー移動の時系列的変動の研究”(研究代表者; 星合孝男教授)が, 文部省科学研究費・国際学術研究として3年計画で開始された。季節的に海水に覆われる北極海の生態系の主要構成員の現存量, 捕食強度の変化を調べ, 極域生態系内のエネルギーの流れを明らかにすることを目的としたものである。昭和63年度・平成元年度, 北部ベーリング海, チャクチ海で行われた係留ブイシステムを主

¹ 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

² 東京大学海洋研究所大槌臨海研究センター. Ohtsuchi Marine Research Center, Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2-106-1 Akahama, Ohtsuchi-cho, Kami-hei-gun, Iwate 028-11.

³ アラスカ大学海洋研究所. Institute of Marine Sciences, University of Alaska, Fairbanks, Alaska 99701, U.S.A.

とした観測については FUKUCHI *et al.* (1990) に述べられている.

本稿は, 1990 年 3 月 1 日から 13 日までの間, アラスカ北部ボフォート海沿岸のブルドー湾, バロー周辺で行った海洋生物氷上調査の報告である.

2. 計画と準備

今回の調査の主な目的は, (1) 北極海沿岸域における高次捕食者の餌生物である底生性甲殻類 (端脚類, 等脚類) などの動物相を把握し, 主要種の冬期の代謝量を測定すること, (2) 3 月上旬のアイスアルジー, 氷下プランクトンの現存量, 種組成を調べることに, および (3) 北極海沿岸域での海洋生物研究の現状と研究施設に関する情報を収集することであった. そこで, 主として川口が (1), 渡辺が (2) を担当し, (3) については二人で対応した.

本共同研究の相手側研究者である B. KELLY は, 北極海沿岸域におけるアザランの生態学的な研究をアラスカ大学海洋研究所で 10 年近く続けている. ブルドー湾での調査経験が豊富で, 現地の事情に詳しい. 今回の調査は, アザランの餌となる底生生物を採集し, 冬期の

表 1 搬入した主な研究機材
Table 1. Major instruments transported to Alaska.

品 目	規 格	数 量	備 考
採 集 用 具			
NIPR-I 型 採 集 器	20 cm 径, DC 12V (P25, XX13, GG54 ネット各 8 式付き)	1 式	
ラ イ ト ト ラ ッ プ	アクリル製	3 式	
Norpac ネ ッ ト	双子型 (P25, XX13, GG54 ネット各 3 式付き)	1 式	
ト ラ ッ プ	魚・小エビ用	各 6 個	
北 原 式 採 水 器	容量約 1 L, ロープ付き	1 式	
実 験 室 用 具			
ピストンビュレット	メトローム, 10 ml	1 式	
ス タ ー ラ ー		1 台	
ふ ら ん ビ ン	300 ml	10 本	
	200 ml	10 本	
	100 ml	25 本	
パ ソ コ ン	東芝 DynaBook	1 式	手持ち
同上用プリンター	東芝 PWS5266A	1 式	
文 具		1 式	
工 具		1 式	
スクリーバイアル	10 ml	約 150 本	
密 閉 容 器	大, 中, 小	計 18 個	
チャック付きポリ袋	大, 中, 小	計 800 枚	
試 薬 類*			
DO固定試薬 (A)	硫酸マンガン溶液	200 ml	手持ち
DO固定試薬 (B)	アルカリヨウ素溶液	200 ml	手持ち
滴 定 指 示 薬	デンプン溶液	1000 ml	手持ち
ヨウ素酸カリ標準液	0.01 N	300 ml	手持ち

* 液体試薬の運搬・保管には, 低温下に放置してよいもの, 悪いものの区別をし, 凍結などによる沈殿, 劣化に気をつける必要がある.

呼吸量を測るというこちら側の計画に協力する形で実現した。B. KELLY のプルドー湾行きの主な目的は、若い犬のアザラシの呼吸孔を探す訓練と、アザラシトラップのテストだった。

調査場所の選定、現地で使用する調査機材の準備等に関し、アラスカ大学海洋研究所の研究者とのやりとりは氷上調査の半年ほど前から始めた。現地で使用する研究機材（表1）は2月上旬、研究所から送り出した。また一般的な調査研究機材、劇物に指定されている試薬など（表2）についてはB. KELLYを通してアラスカ大学海洋研究所に準備を依頼した。

表2 アラスカ大学海洋研究所に準備を依頼した物品
Table 2. Instruments and equipments requested to IMS, University of Alaska.

品 目	規 格	数 量
発 電 機*	DC 12V, >5A	1 式
ア イ ス オ ー ガ ー	SIPRE, 内径3インチ	1 式
プ ラ ス チ ッ ク 製 採 水 器	5 L, ロープ付き	1 式
海 氷 穴 あ け 機 材	チェーンソー等	1 式
実 体 顕 微 鏡	30 ~ 50×	1 式
海 水 ロ カ 器 具	真空ポンプ, ロカビン等	1 式
海水運搬用ポリタンク	5 L	8 個
ポ リ ビ ン	2 L, 広口	20 個
小型底生生物飼育用水槽	20 L 容	2 個
蒸 留 水		20 L
フ ォ ル マ リ ン		10 L
ハ イ ポ 水 溶 液	約 0.1N	500 ml
ア セ ト ン 溶 液	90%/DW	1 L
濃 硫 酸		200 ml

* NIPR-I 採集器の動力用に携帯型の発電機を考えたが、現地ではより小型で低温（-30度）で実績のある12Vの蓄電池を使用した。

3. 行動の概要

2月26日、日本を出国し、シアトル経由でフェアバンクスに到着した。帰国までの日程は下記の通りである。氷上調査から戻った後、持ち込んだ観測機材・サンプルの日本への発送準備を行い、3月14日、川口は帰国の途についた。渡辺はアラスカ大学海洋研究所内の実験室で、氷上調査から得たクロロフィル測定用フィルターサンプルの分析を行った。

日程

1990年2月 26日 川口、渡辺成田発、フェアバンクス着
27, 28日 アラスカ大学海洋研究所でB. KELLYと研究打ち合わせ、および氷上調査準備
3月 1日 フェアバンクス発、プルドー湾着
2日 氷上調査準備
3-9日 氷上調査 (Stns. 1, 2, 3, 4)
10日 撤収

- 11日 プルドー湾発, バロー着, 氷状視察
- 12日 氷上調査, バロー発, プルドー湾着
- 13日 プルドー湾発, フェアバンクス着
- 14日 アラスカ大学海洋研究所で調査機材, サンプル整理・発送準備
川口: フェアバンクス発, シアトル着 (16日成田着)
- 15-17日 サンプル分析, 調査機材・サンプル整理および発送準備 (以下渡辺)
- 18日 フェアバンクス発, シアトル着
- 19日 ワシントン大学, 北極域の海洋生物研究者訪問
- 20日 シアトル発
- 21日 成田着

4. 調査の概要

4.1. プルドー湾での氷上調査

日程: 3月3日 Stn. 1 (水深 8.9 m) で chl. *a* 測定用氷柱採取, 採水 (2, 3, 5, 8 m)

- 4日 氷柱処理および調査打ち合わせ
- 5日 調査打ち合わせおよび準備
- 6日 24 インチ径氷孔作り Stns. 2 (水深 4.2 m), 3 (8.0 m), 4 (10.9 m)
Stn. 3 で氷柱 2 本採取, 採水 (2, 4, 6, 7.5 m), Norpac ネット垂直曳
- 7日 Stn. 1 で種組成用氷柱採取
Stn. 4 で氷柱 2 本採取, 採水 (2, 4, 7, 10 m), Norpac ネット垂直曳
- 8日 Stn. 4 で NIPR-I ネットによる採集 (2, 6, 10 m)
Stn. 3 で NIPR-I ネットによる採集 (2, 5, 7.5 m)
- 9日 Stn. 2 で氷柱 2 本採取, 採水 (2, 4 m), NIPR-I ネットによる採集 (2, 4 m)

プルドー湾での氷上調査では, ARCO (Atlantic Richfield Company Inc., Alaska) 社に出していた研究協力要請が受け入れられたため, 多くの便宜供与が得られた. すなわち, ARCO 社の海水処理施設, STP (Seawater Treatment Plant) 内の宿泊施設を利用し, かつ実験室, 大型の現場海水タンクを使用できたほか, 3月6日にはトラックに搭載した掘削機 (直径 60 cm の穴あけ用) による海水の穴あけ (Stns. 2-4) 作業の協力を受けた (図 1 参照).

3月3日, B. KELLY, 川口, 渡辺の三名は B. KELLY の 2 台のスノーモービル (それぞれ折たたみそり 1 台曳) に分乗して海氷上に出, 犬が探したアザラシの呼吸孔を利用してトラップを設置した. 呼吸孔の直径は 30-40 cm でクラックを利用したものが多く, 上部が雪に覆われているため, 犬の嗅覚を利用して探す以外ほとんど不可能である. ここを Stn. 1 として手回し式 SIPRE オーガーによる氷柱採取, その穴を利用した採水を行った (表 3). 海

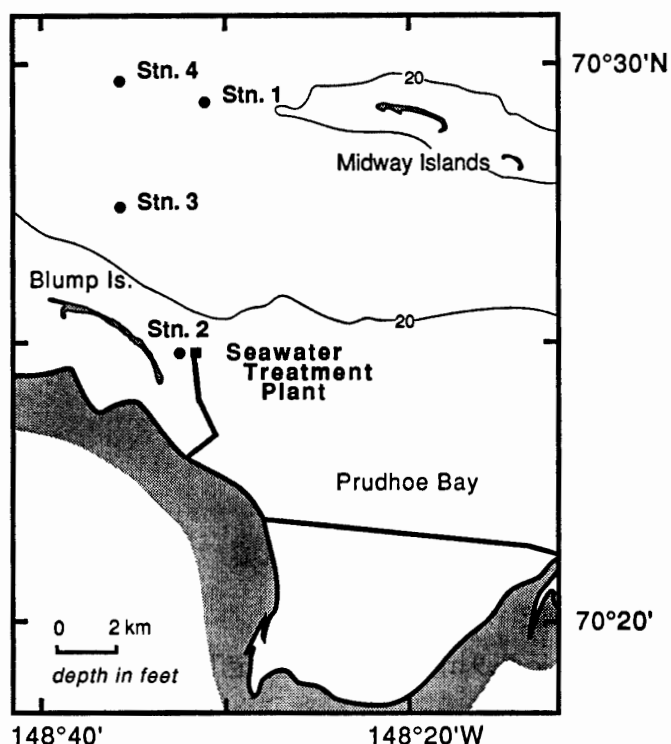


図 1 プルドー湾の氷上調査点

Fig. 1. Map showing on-ice observation stations in Prudhoe Bay.

氷の厚さは 174 cm, 積雪は 14 cm で, 調査海域での氷厚は概ね 150–180 cm だった。

今回持ち込んだライトトラップはその性質上, 暗いうちに回収する必要がある, また乾電池が 7 時間ほどしかもたないと推定されたため, 採集は暗くても安全に行き来できる近い場所 (Stn. 2) に限定した。

NIPR-I ネットでの採集は 12 V 蓄電池を使用し, 3 種類のネット (目合い 25, 100, 330 μm) により 5 分間ずつ行った。Norpac ネットは目合い 25, 100 μm の 2 種類のネットを取り付けた双子型のもので, 海底直上からの垂直曳を行った。2 種類持ち込んだトラップは, 小型の甲殻類用のものでは端脚類, 等脚類が採集され, 主要種についてウインクラー法によ

表 3 プルドー湾での氷上調査で採集した標本

Table 3. Samples collected by on-ice observation in Prudhoe Bay.

Stn.	1	2	3	4
水 深 (m)	8.9	4.2	8.0	10.9
氷 柱 サンプル	○	○	○	○
水 サンプル (m)	2, 3, 5, 8	2, 4	2, 4, 6, 7.5	2, 4, 7, 10
Norpac ネット	×	×	○	○
NIPR-I ネット (m)	×	2, 4	2, 5, 7.5	2, 6, 10
ト ラ ッ プ	○	○	○	○
ライトトラップ	×	○	×	×

○: 掛集実施, ×: 掛集せず

り呼吸量を測定した。氷柱サンプルは室温で融解後、海水サンプル同様グラスファイバーフィルターで濾過してクロロフィル測定用試料を作ると共に、一部は種組成検鏡用にホルマリン固定標本を作成した。クロロフィル測定用試料は冷凍してアラスカ大学海洋研究所へ持ち帰り、90% アセトンで抽出後蛍光光度計 (Turner Model) により定量した。トラップによる採集品および呼吸量を測定した生物の標本は大槌臨海研究センター、それ以外については極地研究所に保管されている。

4.2. バローでの調査

3 月 11 日, バロー空港からノース・スロープ郡 (North Slope Borough), 野生生物監督局 (Department of Wildlife Management; DWM) の車で UIC-NARL (Ukpeagvik Inupiat Corporation-National Arctic Research Laboratory) に着いた。DWM からスノーモビル 2 台とそり 1 台を借り、翌 12 日夕方までの間当地での移動はすべてこのスノーモビルによった。

バロー岬東側, タプカルク諸島以南のエルソン礁湖内 (図 2 参照) には平坦な定着氷が広がっていたが、それ以外の海域, 特に西側のチャクチ海側の沿岸にはかなり厚い乱氷帯があり、沖合の氷盤に出るためにはコースを選ぶか、かなりの遠回りが必要と思われた。乱氷帯のさらに沖にはフローリードがあり縁辺部には薄氷が見られた。

3 月 12 日正午前, UIC-NARL を出発し、氷上調査のためスノーモビルでバロー岬地先の氷盤へ向かった。ここで海水の物理をテーマに研究をしている R. GLENN 氏 (アラスカ大学地球物理学研究所の大学院生) がガイドとなり B. KELLY (+2 頭の犬), 川口, 渡辺のほか D. NORTON 氏 (ノース・スロープ郡高等教育局) が同行した。犬の見つけたアザラシの

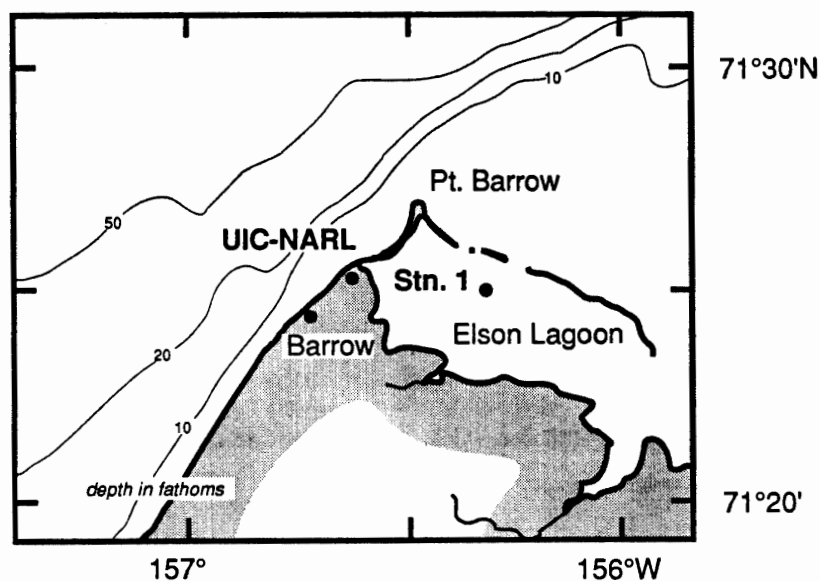


図 2 バロー周辺と氷上調査点

Fig. 2. Map showing a trap sampling location in the vicinity of Barrow.

呼吸孔からドッグフードを餌として 1340–1440 の間、小型のトラップを投入して端脚類を採集し、1630 UIC-NARL に帰着した。

5. 野外調査における研究環境

今回調査を実施したバローは北西に深み、東に浅いラグーンがあり、北西の海水域は風向きにより開水面ができたり、ハンモックアイスになったりと変化が激しい。従って多様な生物が存在すると思われるこの海域で、調査を行うにはある程度のリスクを覚悟する必要がある。しかし UIC-NARL は実験室の設備（水道、電気、コミュニケーション手段など）、宿泊（食事等）施設が整っており、利用料金が安いものの、調査のための現地の諸組織との特別な調整は UIC-NARL を通して容易とのことである。宿泊だけならば UIC-NARL 以外にもいくつかある。

一方プルドー湾は遠浅で、STP から水深 10 m の地点まで直線距離で 9 km 以上あった。石油採掘基地であるここには石油会社関係以外の施設が少ない。宿泊施設としては、地元エスキモーの共同組合が経営する NANA Camp だけとのことである。B. KELLY がこれまで利用した石油会社関係以外の施設は、このキャンプとその近くにある NOAA（米国海洋大気庁）のコンテナラボだけとのことだった。

北極海沿岸域での海洋生物氷上調査を行う際まず考慮すべきことは、移動手段と現地ガイドの確保であろう。今回バローで借りた 2 台のスノーモービルは DWM の所有だったが、捕鯨シーズンの 4～5 月は彼らの仕事が忙しく、貸し出す余裕は無いとのことだった。一方土地に不慣れな我々にとって、氷状の変わりやすい場所、ハンモックアイスの多い場所により安全に作業をするには地元エスキモーのガイドが不可欠である。また北極グマ対策として銃を扱えるガイドが必要である。エスキモーのガイド付きでスノーモービルを借りられるが、捕鯨シーズン中は難しいとのことだった。

今回の調査は我々にとって初めてのアラスカ北極での冬期の氷上海洋生物調査で、気温 -35°C の風のある中での作業は“南極の内陸基地で海洋観測をする”という表現があてはまる状況だった。今回持って行った羽毛服は十分な防寒性があったが、靴、手袋は少し小さいだけでも想像以上に血行を妨げ、凍傷予防には特に注意が必要である。目出帽（JARE 仕様）には呼気中の水分が凍り付きアゴ、口の周りは常に氷に触れていた。今後環境条件の厳しい北極で、冬期に長時間の野外行動をする場合は、現地で使われている装備品を調達するなど装備についての十分な配慮をすると共に、北極グマ対策など野外行動の際の安全についても十分検討することが重要であろう。

謝 辞

今回の共同調査にあたり, アラスカ大学海洋研究所の V. ALEXANDER 所長, P. McROY 教授からは終始適切な助言, および分析機器の使用に関し便宜供与をいただき, 心から感謝申し上げます. またプルドー湾での氷上調査は, ARCO 社の協力が無ければ実現できなかった. 厚く感謝申し上げます.

文 献

FUKUCHI, M., NAITO, Y. and HOSHIAI, T. (1990): Temporal variability of primary production and energy flow in Arctic sea ice area (PREFLA project). Nankyoku Shiryô (Antarct. Rec.), 34, 102-112.

(1991 年 5 月 16 日受付; 1991 年 5 月 28 日改訂稿受理)