

## 東オングル島沿岸での氷下潜水調査報告

渡辺研太郎\*・中嶋 泰\*\*・内藤靖彦\*

### SCUBA Ice Diving along the Coast of East Ongul Island, Antarctica

Kentaro WATANABE\*, Yasushi NAKAJIMA\*\*  
and Yasuhiko NAITO\*

**Abstract:** Biological surveys of benthic and ice-associated communities by SCUBA diving were performed on 15–31 January, 1981, at three points near Syowa Station (69°00'S, 39°35'E). Three biologists of the 21st and the 22nd Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) participated in the surveys. Fifteen dives were made and the average duration of a dive was 45 min (max. 55 min). The maximum diving depth was 18 m. Diving gears including the dry suit, proved to be sufficient for the cold in the summer season of Antarctica. About 200 specimens were collected including benthic animals which were new to Syowa Station. Underwater pictures were also taken to record the aspects of benthic and ice-associated communities, and the recorded films amounted to about 250 frames of 35 mm color film slides and about 400 feet of 8 mm color cine film. Some observations of divers in the Antarctic shallow waters are briefly commented.

**要旨:** 1981年1月15日から31日にかけて、昭和基地付近の3点(底質は砂地と岩場)において、第21次南極地域観測越冬隊および第22次夏隊に参加した3名が、SCUBA(自給気潜水器)を用いた生物調査を行った。潜水回数は15回、延べ33回・人。各回の潜水時間は約45分、最大55分で、最大潜水深度は18mであった。使用したドライスーツをはじめとする潜水機材は、南極の夏季の潜水作業には十分な性能を備えていることが判明した。調査の結果、これまでトラップでは採集できなかったナンキョクツキヒガイなどのろ過食性生物を含め、約200点の底生生物を採集した。このほか35mmカラーフィルムで約250コマ、8mmカラーフィルムで約400フィートの水中写真に生物の生態を記録し、所期の目的を達成した。

### 1. はじめに

海氷に覆われた海域では、ドレッジ採集はもちろん、採泥器による底生生物の採集は困難

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

\*\* 東京水産大学. Tokyo University of Fisheries, Konan, Minato-ku, Tokyo 108.

である。トラップによる採集では餌に誘引される動物が捕えられるだけで、底生生物群集の全体像を把握することはできない。水中カメラ、テレビジョンも、底生生物の生活を知る上で有力な道具であるが、浅海域では、潜水による直接観察および採集は、底生生物の生態を知る上にきわめて有効である。さらに、潜水による観察、採集は底生生物だけでなく、海水の下面に接して生活する動・植物の研究、海水下の動・植物プランクトンの採集にも有利である。

そのため、南極海沿岸部では、潜水による生物調査が各国によってなされている (PROPP, 1970; DAYTON *et al.*, 1970)。しかし日本南極地域観測隊では、1968年、第9次隊の2名によって、ラングホブデの水くぐり浦で潜水調査が実施されただけである (FUKUI, 1968)。したがって、昭和基地周辺の底生生物に関する情報は、星合 (1978) のようにもっぱらトラップ採集の結果によるもので、きわめて不十分である。また、昭和基地周辺の海水下面には ice algae が認められ、その季節的消長が調べられている (星合, 1969; HOSHIAI, 1981)。リュット・ホルム湾内の定着水下面付近では、橈脚類の一種 *Paralabidocera antarctica* の密度が高い (福地, 1981) という報告もなされている。しかし、両者とも水上からの採集による研究で、直接観察の例はない。

今回の潜水調査は、第21次越冬隊生物担当の内藤靖彦、および第22次夏隊生物担当の中嶋泰、渡辺研太郎の3名が、1981年1月の越冬交代期に合同で行ったものである。

## 2. 潜水調査計画

以上の背景から、昭和基地周辺の浅海域の生態系の概略を把握することを目的として、潜水調査計画を立てた。調査対象は、(1) 海水下面の ice algae および動物プランクトンなどを中心とした生物群集と、(2) 浅海域の底生生物群集とし、定性的・定量的な採集を行うと同時に、現場での生息状況を写真により記録することとした。

## 3. 国内における準備

南極の海という特殊な厳しい条件での潜水であるため、計画・準備段階から安全に対しては十分な注意を払った。3名の潜水者のうち1名は2年、他の2名は5年以上の潜水経験があったが、氷盤の下で潜った経験はなかった。そこで ice diving (氷下潜水) における装備品や潜水方法に関する各種の文献 (SOMERS, 1973; U. S. NAVY, 1978; NOAA, 1979)、および経験者から得た情報を参考にして計画の立案にあたった。

Ice diving は、(1) 水温が 0°C 前後ときわめて低く、かつ気温も低い点、(2) 水面には氷が張りつめていて、氷盤にあけた穴からしか出入できない点、で通常の潜水と異なる。(1) の対策として、使用する潜水服は防寒性の良いもの、機材については耐寒性の優れたものを使用する必要がある。前者に関しては、潜水地点のすぐそばに暖房の効いた部屋がないことを前提にして、顔や手のほかは濡らさずに済むドライスーツが適当と考えた。ただし第 9 次隊の場合のように、動作を大きく妨げることのないよう考慮した。(2) に対しては、海氷にあけた出入口に必ず戻れるように命綱を着用して、氷上の支援者と潜水者との連絡を保つことにした。命綱の着用は、ice diving で一般に行われていることである。

### 3.1. 氷下潜水訓練 (サロマ湖)

1980 年 2 月 21 日から 23 日までの 3 日間、著者らはサロマ湖で寒冷下および海水下での潜水訓練を行い、あわせて潜水機材、写真機材等の耐寒性を試験した。潜水時の天候は快晴ないしは晴れで風は弱く、気温は  $-5 \sim -10^{\circ}\text{C}$ 、水温は  $-1.7^{\circ}\text{C}$  前後、氷の厚さは約 30 cm であった。延べ約 100 分、計 3 回の潜水の結果、以下の知見を得た。

(1) 試用した(株)日本スキューバ潜水製のドライスーツは防寒性が十分であり、水中活動を大きく妨げる欠点はないが、フード・手袋については防寒性、作業のし易さを改良すべきである。

(2) 潜水中は、寒冷環境等により手足の末梢部分の感覚が麻痺し、作業能率が次第に低下するため、潜水時間を 45 分程度までとするのが適当と思われる。

(3) 命綱は、氷下での潜水、特に濁りが著しいと予測される夏期の南極沿岸では必要不可欠である。氷上の支援者は、潜水経験者もしくは潜水に十分な理解を有する者であることが重要であり、潜水者同様、命綱の取り扱いには十分に習熟する必要がある。

(4) 海水につかったシングルホース式のレギュレーターが空中で凍結する、また乾電池の電圧が低下して水中ストロボ照明装置が正常に作動しない、など低温による問題が発生し、使用する機材は耐寒性を第一に考慮すべきことが確認された。

(5) 氷上の支援者と潜水者との連絡に水中通話装置を試用したところ、安全および作業能率面できわめて有効であり、南極での使用について積極的に検討する必要がある。

サロマ湖での訓練の後、潜水調査を行う隊員の候補者に一部変更があったが、支援者に対する潜水機材等の取り扱い説明を行った。

### 3.2. 潜水訓練 (千葉県天津小湊町地先)

1980 年 8 月 5 日から 9 日まで、千葉県天津小湊において延べ 10 時間の潜水訓練を行っ

た。目的は、現地での調査を円滑に実施するため、命綱の操作、コンプレッサーや潜水服等、潜水機材の取り扱い、各種写真機材を用いた水中写真撮影、および底生生物採集の習熟であった。また、水中無線通話装置の試験を行い、潜水調査の作業能率、安全性を高める上で大きく寄与することを確認した。

### 3.3. 潜水調査要綱

前述した氷下潜水の文献情報および潜水訓練の結果から、南極で使用する装備・機材を決定し、10月には潜水調査のガイドラインとして「潜水調査要綱」を作成した。その概要は以下のとおりである。

- (1) 潜水調査は減圧を要しない深度、時間内で行う。通常の作業では水深 20 m まで、1 回の潜水時間が 45 分以内、潜水回数は 24 時間に 2 回を越えない範囲とする。
- (2) 潜水者は健康管理に留意し、潜水時には医師が現場に待機していることが望ましい。
- (3) 潜水計画書を関係者に配布し、作業内容の詳細にわたって打ち合わせを行い、合意を得ておく。
- (4) 潜水現場と昭和基地（通信棟）との間はトランシーバーにより随時連絡をとり、潜水開始・終了等を隊長（または副隊長）に報告する。

## 4. 現地行動の概要

条件の厳しい南極で潜水調査を円滑に行うには、氷上からの安全保持体制および潜水機材の取り扱いに習熟した支援者の協力が不可欠である。そのため第 22 次観測隊の海洋物理・化学担当の 2 隊員、環境科学担当の 1 隊員、医療担当の 1 隊員により支援体制を組織した。潜水作業にあたっては、潜水者と支援者を交えて作業内容の徹底に留意した。潜水調査は、ほぼ毎回 2 名が潜水作業にあたったが、1 月 16・26・31 日の潜水には第 21 次隊から参加の内藤が加わった。この際には 3 名が同時に潜水したため、1 本の命綱から 3 m の枝綱を設けた。幹綱との接続には、潜水者の活動に対応できるように登山用カラビナを用いた。行動の概略を表 1 に示す。

潜水調査期間中は健康管理に十分注意した。調査期間の前半には、1 日 2 回の潜水調査を続けることができたが、採集した標本の処理や潜水機材の整備などに深夜まで時間を費やした。そのため潜水調査を重ねるに従って疲労が蓄積し、以後、午前中に準備をして午後に 1 回潜水調査を行った後、夜間に標本処理をする日程となった。今季は天候に恵まれ、潜水調

表 1 潜水調査行動表

Table 1. Activities of diving group on East Ongul Island.

|       |    |    |  |      |
|-------|----|----|--|------|
| 1981. | 1. | 11 | 22 次隊潜水調査関係者, 「ふじ」から昭和基地へ移動, 荷物整理, 打ち合わせ |      |
|       |    | 12 | 潮位観測                                     |      |
|       |    | 13 | 潜水準備. 午後, 検潮儀感知部設置 (潜水作業)                |      |
|       |    | 14 | 潜水準備                                     |      |
|       |    | 15 | 午前・午後, 潜水調査                              | 西の浦  |
|       |    | 16 | 午後, 潜水調査                                 |      |
|       |    | 17 | 午後, 潜水調査                                 |      |
|       |    | 18 | 午前・午後, 潜水調査                              |      |
|       |    | 19 | 午後, 潜水調査                                 |      |
|       |    | 20 | 午前, 潮位観測. 午後, 潜水調査                       |      |
|       |    | 21 | 水準測量                                     |      |
|       |    | 22 | 第2調査地点下見, 潜水準備                           | 北の浦  |
|       |    | 23 | 午後, 潜水調査                                 |      |
|       |    | 24 | 午前, 潜水調査                                 |      |
|       |    | 25 | 午後, 潜水調査                                 |      |
|       |    | 26 | 午後, 潜水調査                                 |      |
|       |    | 27 | 午後, 潜水調査                                 |      |
|       |    | 28 | 午後, 潜水調査. 夜, 撤収作業                        |      |
|       |    | 29 | 天候悪化のため停滞                                |      |
|       |    | 30 | 第3調査地点へ移動, 潜水準備                          | 北の瀬戸 |
|       |    | 31 | 午後, 潜水調査                                 |      |
|       | 2. | 1  | 撤収作業                                     |      |
|       |    | 2  | 荷物整理, 梱包                                 |      |
|       |    | 3  | 潜水者, 昭和基地から「ふじ」へ移動                       |      |

査に予定を上回る日数をとることができた。融氷も例年になく進み、西の浦では多年氷が流失して開水面下で潜水が行われた。一方、定着氷下部に見られる ice algae は融氷のため大方脱落し、海水下面の生物群集の調査には向いていなかった。したがって1月末に計画していた「ふじ」周辺の定着氷下での潜水調査を取り止めて、昭和基地付近での浅海域底生生物群集の調査に重点をおいた。なお、寒冷下での潜水中の心電記録をとるため、潜水者が磁気テープ記録式の心電計を装着して潜水作業を行った。

## 5. 潜水調査地点の概要と水中景観

潜水調査の作業内容は表2に示すとおりである。調査結果の詳細内容は別稿に譲り、ここでは潜水時の環境条件、および調査地点(図1)の水中景観の概略を述べる。

## 5.1. 潜水時の環境条件

地上気象：潜水を行った時の天候はくもりなし快晴，気温は  $-1.4 \sim +4.4^{\circ}\text{C}$  で，無風  $\sim 3.5 \text{ m/s}$  の風という絶好の条件に恵まれた．ドライスーツの着脱は毎回潜水地点で行ったが寒さを感じなかった．

表 2 潜水調査の作業内容

Table 2. Summary of diving activities at three diving sites.

| 場 所     | 日 時                            | 作 業 内 容・備 考  |
|---------|--------------------------------|--|
| 西 の 浦   | 1981, January<br>15, 1012-1036 | 調査基線の設置，中圧ホースコネクター部のトラブルのため途中で打ち切り                                   |
|         | 15, 1447-1530                  | 底生生物定量調査（採集，観察，写真記録）   |
|         | 16, ca. 14-15(?)               | 二枚貝を主とした底生生物定量調査   |
|         | 17, 1445-1540                  | 表層 2 m までの微細各層採水，測温．Ice algae の調査                                    |
|         | 18, 1020-1105                  | Ice algae を中心とした海水下生物群集の調査（採集，写真記録）．水深 15 m 前後の底生生物調査                |
|         | 18, 1500-1545                  | 水深 5 m, 10 m での定量（コドラート）採集．水深 0~5 m, 5~10 m 間でのウニ，二枚貝の定量区分採集．標本用生物採集 |
|         | 19, 1510-1610                  | 水深 12 m 付近での底生生物定量採集および写真記録．タンクバルブの開き方不十分のため作業を一時中断                  |
|         | 20, 1510-1610                  | 調査地点をずらし，二枚貝を主としたベントス採集．タンクバルブの開き方不十分のため作業を一時中断                      |
| 北 の 浦   | 23, 1525-1610                  | 調査基線の設置，水深 5~10 m の底生生物群集の観察，写真記録                                    |
|         | 24, 1025-1113                  | 水深 10 m 以浅の底生生物採集，近接撮影   |
|         | 25, 1503-1555                  | 表層水の微細各層採水，底生生物の定性調査（採集，写真記録）  |
|         | 26, 1535-1615                  | 調査基線沿の出現底生生物種の記録，採集．海水下の照度測定   |
|         | 27, 1443-1530                  | 底生生物標本用試料採集，ice algae を含む海水下生物群集の採集                                  |
| 北 の 瀬 戸 | 28, 1435-1525                  | 10 m 以浅の底生生物採集，微細藻類採集  |
|         | 31, 1500-1545                  | 底生生物定性調査（採集，写真記録），ice algae 調査                                       |

注) 潜水時間には，単独潜水時間を含む

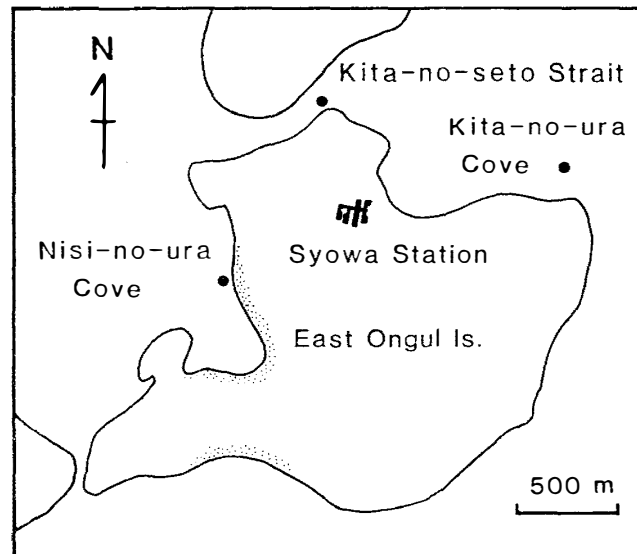


図 1 昭和基地 (69°00'S, 39°35'E) 周辺の潜水調査地点  
 Fig. 1. Diving site near Syowa Station (69°00'S, 39°35'E).

水温：潜水した 2 地点での水温の垂直分布を表 3 に示す。西の浦では表面水温は  $+0.93^{\circ}\text{C}$  で水温の逆転はなく、海底付近では  $-1.39^{\circ}\text{C}$  であった。北の浦では表面水温は  $+0.28^{\circ}\text{C}$ 、水深 2 m で  $-0.18^{\circ}\text{C}$  と最も低く、水深 6 m では表面水温より高い  $+0.65^{\circ}\text{C}$  であった。

表 3 潜水地点での水温分布

Table 3. Vertical profiles of water temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) at diving sites in Nisi-no-ura Cove (left) and Kita-no-ura Cove (right).

a. 西の浦 (水深 21 m) 1981 年  
1 月 17 日 1630 (現地時間)

b. 北の浦 (水深 6 m) 1981 年  
1 月 25 日 1600 (現地時間)

| 水深 (m) | 水温 ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 水深 (m) | 水温 ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|--------|---------------------------|--------|---------------------------|
| 0      | 0.93                      | 0      | 0.28                      |
| 1      | 0.93                      | 1      | 0.28                      |
| 2      | 0.93                      | 2      | -0.18                     |
| 3      | 0.34                      | 3      | 0.48                      |
| 5      | -0.16                     | 4      | 0.77                      |
| 10     | -0.74                     | 5      | 0.76                      |
| 15     | -1.22                     | 6      | 0.65                      |
| 21     | -1.39                     |        |                           |

塩分：西の浦、北の浦の両潜水地点では、水深 1 m 付近に塩分躍層があり、屈折率の差による境界面がはっきり視認できた。表層水の塩分は 5‰ 以下で、それ以深での値の十分の一前後であった。

透視度：西の浦では、水深 7~8 m までの透視度（水平方向に見通せる距離）は 10 m 程度で比較的良かったが、それ以深では水中懸濁物が急に増し、水深 12 m 前後では 2~3 m 離れると相手が見えなくなるほどであった。北の浦では濁った層が水深 5~10 m 付近にあり、12 m 以深でふたたび透視度が良くなった。南極大陸沿岸のラングホブデ地先における調査でも、懸濁物により 10 m 以深できわめて透視度が悪いという報告がなされている (FUKUI, 1968)。

海潮流：流れについては、海峡部の北の瀬戸で特に心配されたが、西の浦、北の浦でと同様、流れを感じなかった。

## 5.2. 潜水調査地点の概要と水中景観

### 5.2.1. 西の浦

西の浦では多年氷が流失し、開水面が広がっていた。潜水調査を支援する海洋物理・化学の担当隊員が、検潮儀のセンサーを西の浦に設置する際に、著者らが水中作業を分担すること、および新設センサー検定のため、目視による潮位観測を設置場所の近くで行う必要から、西の浦で潜水調査を行うことにした。従来の調査から、西の浦にはナンキョクツキヒガイ (*Adamussium colbecki*) が生息することがわかっていたため、本種の現存量の調査も行った。

潜水調査地点付近の海中の様子を図 2 に示す。調査を行った検潮所前の海底は、水深 15 m 程度まで傾斜のゆるい砂地が続き、ウニ (*Sterechinus neumayeri*), *Odontaster validus* 他のヒトデ類、クモヒトデ類、ウミグモ類、ナンキョクツキヒガイ (図 3)、ナンキョクバイ (*Neobuccinum eatoni*)、ヒモムシ (*Lineus corrugatus*) などの分布が確認された。水深 15 m 以深では砂質の海底の所所に岩の露頭が見られ、岩を付着基盤とするホヤ類、管棲ゴカイ類などが見られた。検潮所より右手（北側）の砂質の海岸には多年氷が凍り付き、水面から水深 3 m の海底まで氷壁が垂直に切り立っていた。この側縁から 2~3 m 沖側の海底には、ナンキョクツキヒガイが帯状に密集して生息していた。分布の中心部を定量的に採集したところ、ナンキョクツキヒガイの現存量は、殻を含めた湿重量で約 2 kg/m<sup>2</sup> というきわめて高い値を示した。このほか、海底に設置した長さ 50 m の調査基線に沿って底生生物の定量採集を行った。これまで昭和基地付近の海岸に打ち上げられたり、ドレッジにより採集された海藻類 (大野, 1976) については、水深 2~10 m の海底から採集されたウニ (*Sterechinus neumayeri*) が体表面に藻体を付着させているのを観察したのみであり、水深 18 m までの調査では、岩に付着した藻体を発見できなかった。

岸から 40 m 程沖合に浮氷が認められたので調査した。この浮氷は最深部約 6 m の不定形



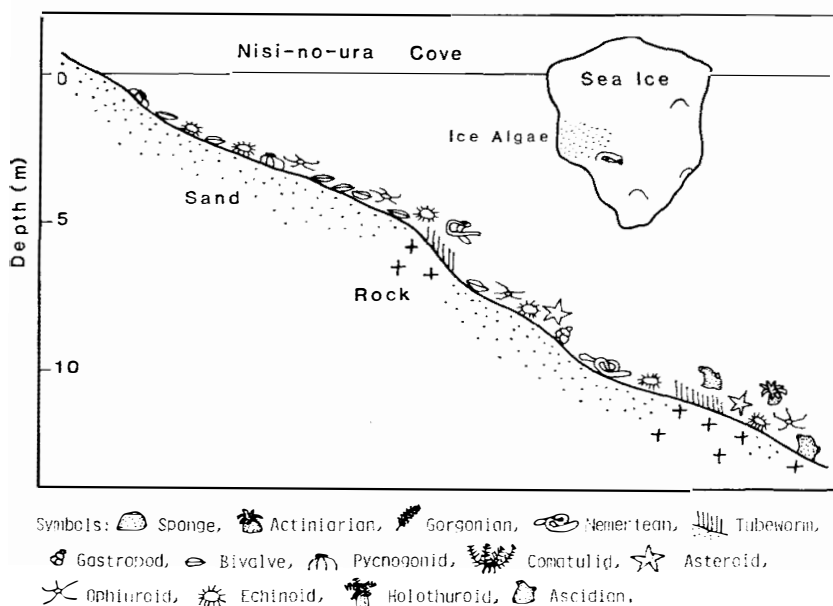


図 2 西の浦の生物群集の概略

Fig. 2. A schema of faunal distribution in Nisi-no-ura Cove.

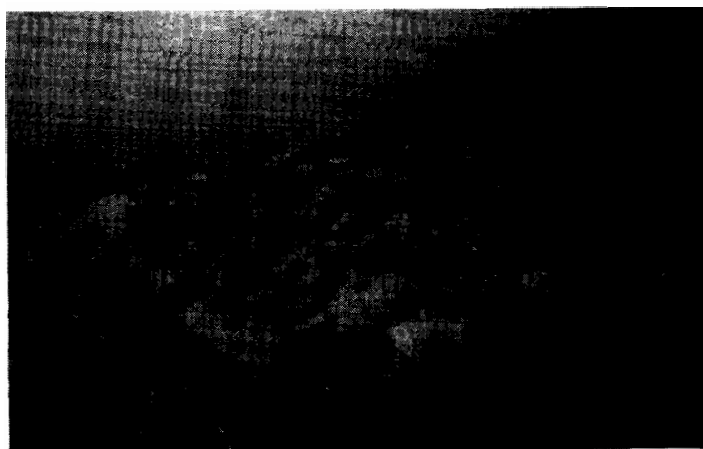


図 3 ナンキョクツキヒガイの個体群 (西の浦, 水深 3 m)

Fig. 3. Population of *Adamussium colbecki* in Nisi-no-ura Cove (depth 3 m).

で、多年氷と思われる。水深 4 m 付近の側面は付着性の珪藻類により緑～褐色に着色していた。氷の表面の小さいくぼみには、端脚類、多毛類や体長約 5 cm の幼魚 (図 4) が入り込んでいるのが観察された。

### 5.2.2. 北の浦

第 2 潜水地点は、西の浦と底質を異にする北の浦の新ヘリポート地先に決定した。機材は海岸までトラック、海水を SM-15S 型雪上車で運んだ。岸から約 200 m の潜水地点周辺

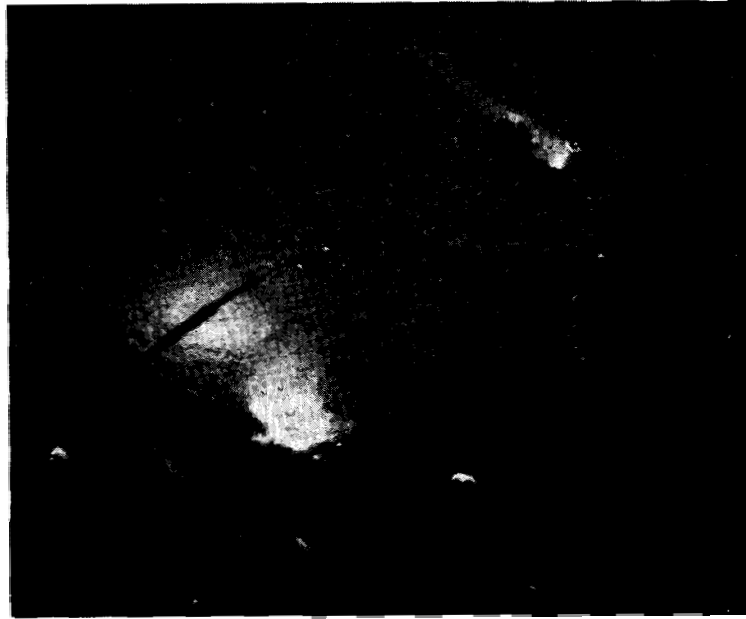


図 4 海氷の凹部に休む幼魚と、珪藻のフィラメント状コロニー  
 Fig. 4. A small fish resting in a hollow and filamentous colony of diatoms on the surface of sea ice.

は厚さ 80 cm~1 m の定着氷に覆われており、チェーンソーや氷のみなどを使って 1×2 m の出入口をあけた (図 5)。口の近くにはピラミッド型テントを張り、救急用具や潜水調査機材の一部を収納した。開口部の周囲には幅 50 cm ほどの板を敷き、木製のはしごを水中におろして潜水者の昇降に用いた。

潜水地点周辺の生物群集の概略を図 6 に示す。海底は岩礁性で、西の浦よりも急勾配であ

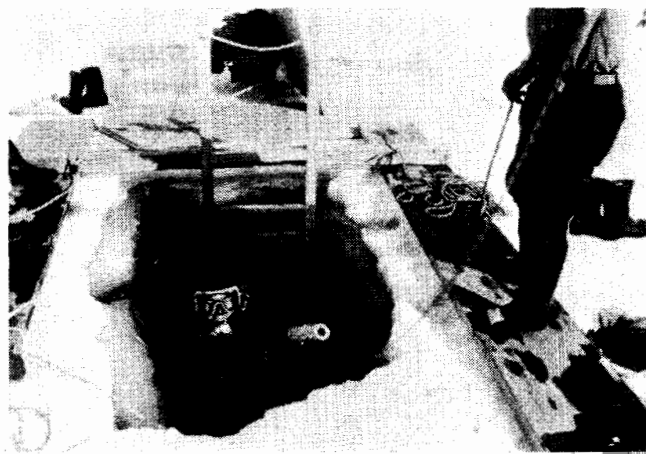


図 5 北の浦の海氷にあけた出入口  
 Fig. 5. An access hole in the fast ice of Kita-no-ura Cove.

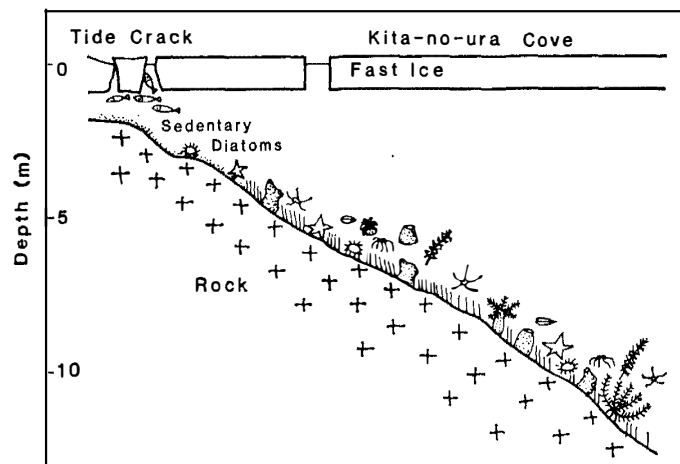


図 6 北の浦の生物群集の概略

Fig. 6. A schema of faunal distribution in Kita-no-ura Cove.

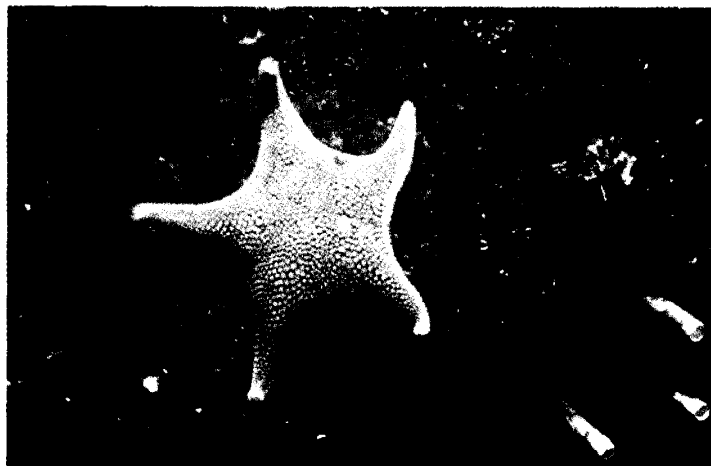


図 7 北の浦の底生生物相 (水深 8 m)

Fig. 7. Benthic fauna in Kita-no-ura Cove (depth 8 m).

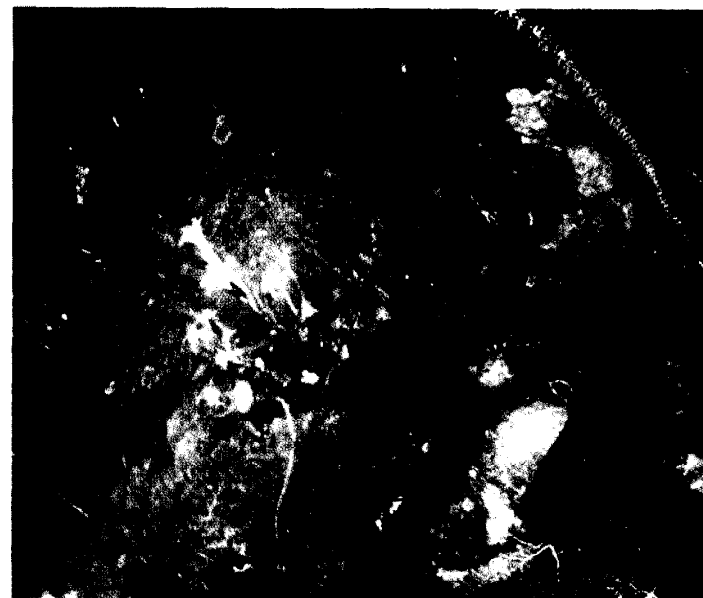


図 8 北の浦の底生生物相 (水深 7 m)

Fig. 8. A variety of benthic fauna in Kita-no-ura Cove (depth 7 m).

った。水深 3~4 m までの海底には固着性の底生動物がほとんど見られず、岩の表面を綿状の珪藻のコロニーが被覆し、ヒトデ類、ウミウシ類などが観察された (図 7)。水深 5 m あたりから固着性のホヤ類、管棲ゴカイ類、カイメン類、八放サンゴ類、そしてウミシダ類、ナマコ類、ウニ類、ヒトデ類、クモヒトデ類という棘皮動物の 5 つの綱にわたる生物など、出現種数が増した (図 8)。ここでも、海藻類はきわめて小さな、紅藻類と思われる藻体を



図 9 北の瀬戸潜水地点

Fig. 9. Diving site in Kita-no-seto Strait.

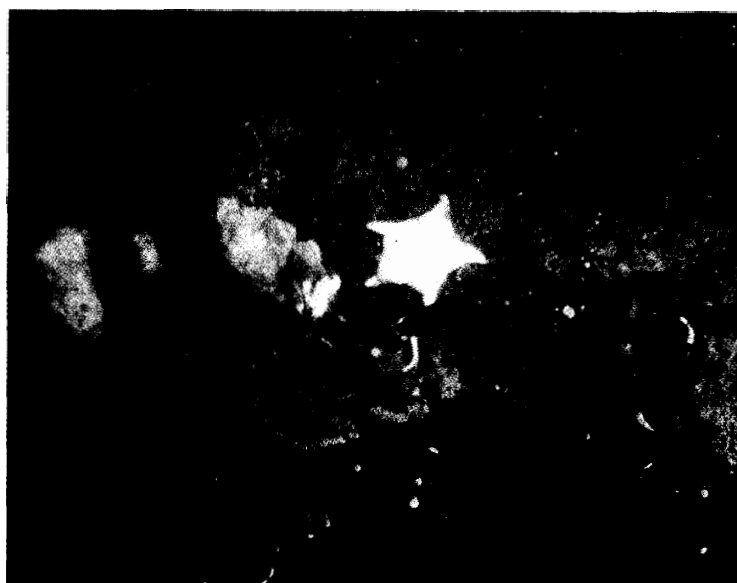


図 10 北の瀬戸の底生生物相 (水深 10 m)

Fig. 10. Benthic fauna in Kita-no-seto Strait (depth 10 m).

除いて、岩に着生したものは観察されなかった。

このほか、ice algae は、海水下面が融け始めており、コロニーの断片が水中を漂っているのが認められた。タイドクラックの間隙には、ボウズハゲギス (*Trematomus borchgrevinki*) の体長 3~8 cm の幼魚が群をつくっていた。

### 5.2.3. 北の瀬戸

これまで北の瀬戸ではツブカゴによる底生生物の採集が行われてきており (星合, 1978), 生物群集の全体像がどのようなものかに興味を持たれていた。そのため、生物群集の概略を把握するための定性的な採集、写真による記録を中心とした調査を行った。

北の瀬戸海峡部の氷厚は約 30 cm で、各所にパドルができてもろくなっていたので、岸近くの厚い氷の間に出入口を作った (図 9)。開口地点は旧検潮所の下の岸から 2~3 m の所であった。出入口直下の水深は約 2 m で大きな岩が転がり、地上の、岩のゴロゴロした急斜面が海中へ続いた地形になっている。水深 12 m 付近で底質が岩から砂に変わり、なだらかな傾斜で海峡中央部へ続いている。ここでの潜水は 1 回にとどまり、20 点以上の標本を採集し、水中写真を撮影した。傾斜の急な岩場には、北の浦で見られたのと同様な固着性の底生動物群 (図 10)、12 m 以深の砂質の海底には、西の浦で見られたウニ、ナンキョクバイなどが観察された。

## 6. 使用機材

潜水調査に使用した主な機材について、その機種・規格を表 4 に示し、選定の理由、および使用にあたっての問題点を次に述べる。

### 6.1. 潜水服・潜水機材

今回使用したドライスーツは、南極での潜水作業に大きな不都合を生じなかった。潜水服の下には、乾性アクリル製の長袖シャツとズボン下、その上に毛のセーター、ナイロンジャージ製のトレーニングズボンを着用した。足には厚手の毛の靴下をはいた。ドライスーツの着脱は、習熟するにつれて体力の消耗が少なくなった。フードは肩まで裾を張り出させ、さらに顔の開口部を最小限にしたため、フード内に水はほとんど入らなかった。手袋は、細かい作業をする右手に薄手のものを着用し、左手は厚手のものを使用した。この装備で、潜水開始後 30 分程度までは寒さを感じなかった。しかし、45 分を過ぎるころから手足の指先の感覚が鈍くなり、次第に痛みを感ずるようになった。なお、潜水中軀幹部には寒さを感じなかった。

表 4 使用機材リスト  
Table 4. Lists of equipments employed.

| 機 材         | 機 種 ・ 規 格  | 製 造 者                | 数 量   |
|-------------|--|----------------------|-------|
| <b>潜水服</b>  |  |                      |       |
| ドライスーツ本体    | “O”式ドレス, 6.5 mm 厚ネオプレン<br>ゴムスポンジ製  | (株)日本スキューバ潜水         | 4 式   |
| フード         | 6.5 mm 厚ネオプレンゴムスポンジ製   |                      |       |
| 手 袋         | (右) 3 mm 厚ネオプレンゴムスポンジ製<br>(左) 5 mm 厚ネオプレンゴムスポンジ製                                     |                      |       |
| <b>潜水機材</b> |  |                      |       |
| レギュレーター     | ペーサー 900 (極地仕様)<br>残圧計・オクトパスレギュレーター付   | アメリカ・ダコー社            | 5 組   |
| 空気タンク       | アルミニウム合金製, 200 kg/cm <sup>2</sup> 充填用<br>内容量約 11 l, 重量約 15 kg<br>K型バルブ, ハーネス付        | オーストラリア・<br>ガスシリンダー社 | 6 組   |
| コンプレッサー     | P-91 型, 常用圧力 200 kg/cm <sup>2</sup><br>モーター (三相交流 200 V, 2.2 kW)/<br>エンジン (4 HP) セット | オーストリア・<br>ポセイドン社    | 1 式   |
| <b>写真機材</b> |  |                      |       |
| 35mm 版水中カメラ | ニコノス II型   | (株)日本光学              | 1 台   |
|             | ニコノス III型  |                      | 1 台   |
|             | ニコノス IV-A 型  |                      | 2 台   |
| 同上用レンズ      | UW ニッコール 15 mm, F2.8   | (株)日本光学              | 1 台   |
|             | UW ニッコール 28 mm, F3.5   |                      | 2 台   |
|             | W ニッコール 35 mm, F2.5  |                      | 2 台   |
| 水中ストロボ      | SB-101 型ニコノスIV-A型専用ストロボ  | (株)日本光学              | 1 台   |
|             | YS-50M 型   | (株)シーアンドシー           | 1 台   |
|             | YS-150 型   |                      | 1 台   |
| 接写装置        | ニコノスIII・IV-A 型用接写装置  | (株)日本光学              | 1 式   |
| 水中 8mm カメラ  | オイミッヒ・ノーチカ   | オーストリア・<br>オイミッヒ社    | 1 台   |
| ムービーライト     | CL-80 型バッテリーライト, 80 W  | (株)シーアンドシー           | 1 台   |
| <b>その他</b>  |  |                      |       |
| 命 綱         | マンモス・スーパードライ, ナイロン<br>ロープ, 11 mmφ, 40 m  | スイス・マンモス社            | 2 本   |
| 水中無線通話装置    | スポーツフォン, 超音波式  | アメリカ・                | 水上セット |
|             |  | サウンドウェーブ             | 1 台   |
|             |  | システムズ社               | 水中セット |
|             |  |                      | 2 台   |

潜水にあたっては、浮力調整のため 16 kg のベルトを腰につけた。潜水深度が増すにつれてドライスーツ内の浮力が減少するため、空気タンクからの中圧の空気をドライスーツ内に送り込む必要があるが、注入ボタンをはなしても送気が止まらず、中圧ホースとドライスーツの接続部を外さざるを得なくなるトラブルが生じた。ドライスーツの受圧部の部品に改良の余地がある。図 11 に潜水装備を着用した状態を示す。

レギュレーターを選定にあたっては耐寒性を第一に考え、凍結の恐れのある部分には特別な処理を施したものをを用いた。第一段減圧部の感圧部をシリコンオイルで封入し、第二段減圧部には氷が着きにくいようにテフロンコーティングがなされている。気象条件が良かったためもあると思うが、凍結によるレギュレーターの故障はなかった。しかし、レギュレーターをタンクに取り付けてタンクのパルブを開くと、マウスピース部からわずかに空気が漏れ続けるトラブルが、第二段減圧部の半数近くに認められた。

空気タンクはシングルのものを使用し、残圧計を併用する必要から K 型パルブを取り付けた。このパルブの開き方が十分でないために、潜水中吸気抵抗が大きくなり、作業を中断したことがあった。タンクは濁った水中でも目立つように黄色、橙色の塗装を施した。水中では橙色より黄色に塗ったものがより遠くから識別できた。



図 11 潜水調査用具を装着したところ  
Fig. 11. A diver equipped with diving gears.

コンプレッサーは保守の簡単なものを選んだ。水冷式では冷却水が凍結する恐れがあるため、コンプレッサー部は空冷式とし、動力部は基地内で運転するため、三相交流の 200 V を電源とするモーターを取り付けて用いた。基地での空気充填速度は約  $60 \text{ l} \cdot \text{kg}/\text{cm}^2/\text{min}$  であった。

今回の潜水調査では、1 日に最高 4 本の空気タンクを使用した。タンクは 6 本持って行ったため、1 日の 2 回目の潜水が終わった後に 4 本まとめて空気を充填し、翌日の潜水開始時までに、ふたたび 6 本すべてを  $200 \text{ kg}/\text{cm}^2$  の空気圧にしておくことができた。

## 6.2. 写真機材

生物の現場での生活の様子を記録する手段として水中写真を多用した。写真機材を選定するにあたっては、ドライスーツを着て身動きが制約されていることを考え、持ち運びが容易で操作しやすいものを選んだ。スチルカメラ、シネカメラとも防水ケースを必要とせず、そのまま海中に持ち込めるコンパクトな機種で、取り扱いが容易だった。

海氷下では透過光が急減するため、海中は薄暗く、撮影には人工照明が必要だった。約 1 m の厚さの海氷直下での照度は、氷上の積雪状態などによって異なるが、海氷上での値の  $1/3$  から  $1/10$  の  $1000 \sim 3000 \text{ lux}$  であった。スチル写真撮影にはストロボ光源を用いた。水温が低く、電池の電圧が下がって発光間隔が延びる欠点はあったが、実用上問題はなかった。人工照明を使う点からも、使用するフィルムは ASA 400 などの感度の高いものが適当である。

前述したように、昭和基地周辺の潜水地点では水中懸濁物のために中層で透視度が急激に低下した。このような所では、濁りの影響が出にくい近接撮影が有効である。すでに示した図 4, 7 は接写によるものである。

## 6.3. その他

2 人の潜水者はそれぞれ命綱を着用したが、作業内容が異なるため必ずしもバディ (2 人 1 組) 体制はとらなかった。氷上には命綱を 1 本ずつ保持する支援者が出入口の近くに立ち、ロープのくり出し、くり込みを行った。出入口から 30 m 以上離れた場所で作業を行い、戻ってくるには命綱が必要不可欠である。

潜水者と氷上の支援者との連絡に、水中無線通話装置を使用した。口とレギュレーターのマウスピース部との間にマスクで空気室をつくり、潜水者の声をマスクの内側に取り付けたマイクロフォンで受けて超音波で送信する装置である (図 11)。口を自由に動かさないた



め、発声に慣れるまで声が聞き取りにくいのが、潜水者も相手の声を水中イヤフォンで聞くことができる。これにより潜水者間、および支援者と潜水者との間の意思疎通を計った。調査地点で、潜水者が感知部を水中の任意の場所に設置し、氷上の測定者がメーターを読取って行った氷下の照度測定に大きな偉力を発揮した。しかし、使用中に通話装置の O-リング部から浸水し、修理をしたが完全には防水が保てず、調査の途中から使用できなくなった。

## 7. あとがき

以上、潜水調査実施における設営的な面を中心に述べ、さらに潜水調査で観察された知見を付け加えた。これらが次に行われる潜水調査に参考となれば幸いである。

今回の潜水調査では、多くの方々の協力を得て所期の目的を達成することができた。準備段階では、北海道大学低温科学研究所の青田昌秋博士、石川正雄技官、東京水産大学の山川紘氏、東京大学海洋研究所の岩田宗彦博士に、協力と助言をいただいた。実施段階では、第 22 次南極観測隊の吉田栄夫隊長、福西浩副隊長、第 21 次越冬隊の川口貞男隊長ならびに両次の隊員の方々のお世話になった。また「ふじ」の根井繁艦長以下乗員の御協力も得た。とくに、倉本茂樹、小山薫、日高秀夫、辻孝彦の各隊員には現場での作業に参加していただいた。厚くお礼申しあげる。

## 文 献

- DAYTON, P. K., ROBILLARD, G. A. and PAINE, R. T. (1970): Benthic faunal zonation as a result of anchor ice at McMurdo Sound, Antarctica. *Antarctic Ecology*, Vol. 1, ed. by M. W. HOLDGATE. New York, Academic Press, 244-258.
- 福地光男 (1981): 南極海定着氷下の動物プランクトン. *海洋と生物*, **3**, 247-252.
- FUKUI, Y. (1968): SCUBA diving near Syowa Station, Antarctica for surveying benthos. *Nankyoku Shiryô (Antarct. Rec.)*, **32**, 63-70.
- 星合孝男 (1969): 昭和基地の海氷中に見られた着色層の生態学的観察. *南極資料*, **34**, 60-72.
- 星合孝男 (1978): トラップ採集による昭和基地の底生生物. *ペントス研究連絡会誌*, **15/16**, 1-9.
- HOSHIAI, T. (1981): Proliferation of ice algae in the Syowa Station area, Antarctica. *Mem. Natl. Inst. Polar Res., Ser. E*, **34**, 1-12.
- NOAA (1979): NOAA diving manual, 2nd ed, ed. by J. W. MILLER. Washington D.C., U.S. Dep. Commer., Natl. Oceanic Atmos. Adm., 477 p.
- 大野正夫 (1976): 南極リュツォ・ホルム湾沿岸に産する海藻について. *南極資料*, **57**, 136-140.
- PROPP, M. V. (1970): The study of bottom fauna at Haswell Islands by SCUBA diving. *Antarctic Ecology*, Vol. 1, ed. by M. W. HOLDGATE. New York, Academic Press, 239-241.
- SOMERS, L. H. (1973): Cold Weather and Under Ice SCUBA Diving. Colton, Natl. Assoc. Underwater Instr., 38 p (NAUI/NDA Tech. Publ., **4**).

U. S. NAVY (1978): U. S. Navy Diving Manual, Vol. 1 (Change 2). Washington D.C., Navy Dep., 310 p.

(1981年12月7日受理, 1982年1月8日改訂稿受理)