

## 第3次南極地域観測隊海洋部門報告

小野延雄\*

### REPORT ON OCEANOGRAPHIC OBSERVATIONS OF THE JAPANESE ANTARCTIC RESEARCH EXPEDITION III, 1958-59.

Nobuo ONO\*

#### **Abstract**

Results of oceanographic observations of the Japanese Antarctic Research Expedition III are divided into several main groups as follows:

- 1) Surface observations and BT observations.
- 2) Serial observations and bottom samplings.
- 3) Ice observations.
- 4) Studies on the effect of wind on very close pack-ice.
- 5) Studies on ice around Syowa Base.
- 6) Collections of ice, water and air.

Surface observations were carried out once a day (Ship Time: 1400). Sea surface temperature, pH, and amount of O<sub>2</sub>, P, Silicate-Si, Ammonia-N and Nitrite-N were measured on the ship. Water specimens were taken for determining chlorinity and other geochemical properties. During the cruise across the Antarctic convergence zone, these observations were made three times a day (0800, 1400, 2000: ST) and vertical distributions of sea water temperature by means of a bathythermograph were measured four times a day (0300, 0900, 1500, 2100: ST). Figure 1 shows the distributions of surface temperature, chlorinity, O<sub>2</sub>, Si and pH, from Cape Town to 65°S, 50°E, the ice-edge off the coast of Enderby Land. Types of vertical distributions of sea water temperature near and in the Antarctic convergence are

shown in Figure 2. It is concluded from these observations that the Sub-tropical convergence and the Antarctic convergence were situated at: Sub-tropical convergence.....

Dec. 27 '58 44°12-21'S (at 27°07-15'E)

Feb. 19 '59 42°35-45'S (at 20°42-47'E)

Antarctic convergence.....

Dec. 28 '58 49°32-39'S (at 32°40-48'E)

Feb. 17 '59 50°34-43'S (at 24°39-44'E)

Serial observations were made four times in the Antarctic and two bottom samples were taken. Hydrographic stations were accordingly occupied when the ship stopped off the ice edge of pack-ice. Figure 3 shows the vertical distributions of temperature and chlorinity.

In the region between Enderby Land and Lützw-Holm Bay, the visual ice observations were made every hour by 8 observers alternating every three hours. Ice conditions were recorded using the ice code proposed by the World Meteorological Organization in 1958. The result of ice observations during Jan. 2~5 is shown in the ice chart of Figure 4.

The "Soya" was caught in very close pack-ice on Jan. 14 (at 67°33'S, 40°27'E) and drifted till Feb. 1 (at 67°49'S, 37°18'E). In this period, coefficients of wind-drift of pack-ice were calculated from positions of the ship and data for the wind.

Velocity of the drift of pack-ice was about

\* 低温科学研究所, 第3次南極地域観測隊員. The Institute of Low Temperature Science, Member of the Japanese Antarctic Research Expedition, 1958-59.

2% of velocity of the wind. The influence of the Antarctic coast was recognized in terms of drift angle, however the drift velocity was in the same magnitude which was obtained in the central Arctic Ocean free from the coasts.

Icebergs around the ship were also caught in very close pack-ice. Deformations of ice area connecting those icebergs show the convergence and divergence of ice field (Figures 7, 8).

Near Syowa Base several specimens of ice were collected and brought to Japan. Speci-

mens of ice were taken from iceberg, pond ice of Ongul Island, surface ice of puddle, fast ice and pack-ice.

Figure 10 is a thin section of iceberg ice under polarized light. This sample was taken from a very small anchored iceberg near the base.

Near the largest pond of Ongul Island, there were seen holes on snow surface (Figure 12). Under the snow there was hard ice which had slender cylindrical air bubbles (Figure 11).

## ま え が き

第3次南極地域観測隊における海洋部門の観測は、大別して次の6つに分けることができる。

- 1) 航海中の表面観測 (BT 観測を含む)
- 2) 南極海における各層観測および採泥
- 3) 氷域航行中の氷象観測
- 4) 漂流中の氷状の観察
- 5) オングル島付近の氷及び雪の観察
- 6) 各種試料の採集

持ち帰った試料については、現在、分析・測定・観察等が行なわれている。その詳細な結果はのちの機会に報告される予定であり、ここでは主として現地での観察や観測の概要を述べ、帰国後の観察の一部を加えて報告した。

### I. 航海中の表面観測

表面観測はほぼ全航海にわたり、毎日船内時で 14 時に表面採水と測温を行なつた。船内時を用いたのは、緯度変化や経度変化をみるときに、日変化の影響を消すためである。採集した試水は、一部を船上で溶在酸素量、pH, Silicate-Si, Phosphate-P, Ammonia-N, Nitrite-N の測定に用い、また塩素量をはじめ帰国後分析するものの試水として約 600 cc を保存した。

南極収束線付近では、これらの観測を 8 時、14 時、20 時の 1 日 3 回にふやし、3 時、9 時、15 時、21 時の 4 回 Bathythermograph (BT) を用いて表面から 250 m 付近までの水温の垂直分布を測定した。その結果、亜熱帯収束線 (STC) 及び南極収束線 (AC) の通過位置は、往路 1958 年 12 月 27 日 STC 44°12'~21'S (27°07'~15'E)

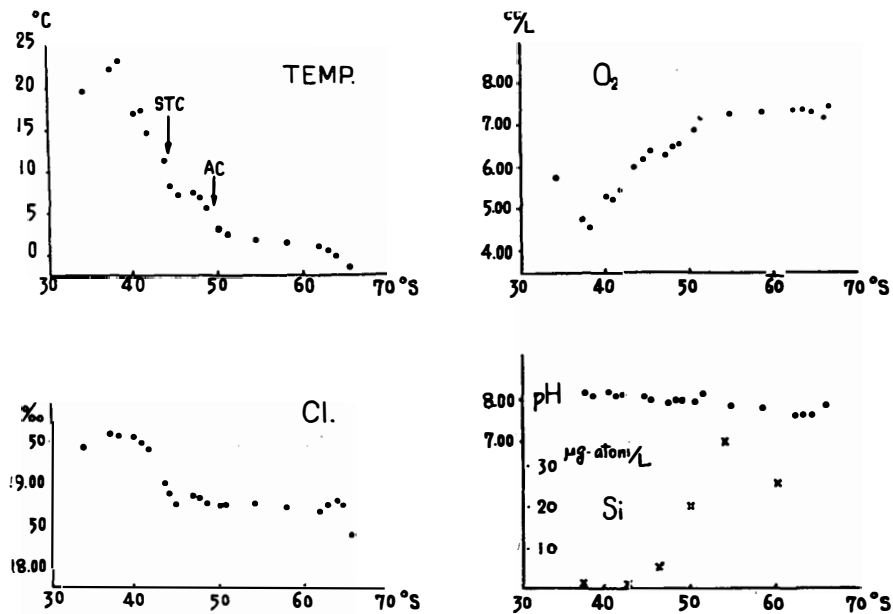
12月28日 AC 49°32~39'S (32°40~48'E)

帰路 1959年2月17日 AC 50°34~43'S (24°39~44'E)

2月19日 STC 42°35~45'S (20°42~47'E)

と推定することができた。

第1図に喜望峰からエンダービー・ランドまでの表面海水の温度、塩素量、溶在酸素量、pH、Silicate-Siの緯度変化を示した。



第1図 ケープからエンダービー沖に到る表面水温、塩素量、溶在酸素量、pH、Silicate-Siの緯度変化

Fig. 1. Distributions of surface temperature, O<sub>2</sub>, Si, and pH, from Cape Town to 65°S, 50°E.

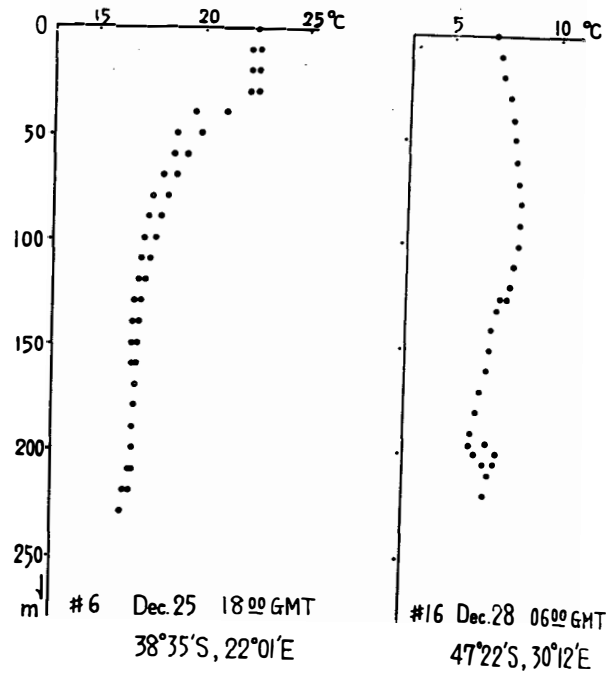
亜熱帯収束線を通過すると、低温、低鹹で溶在酸素量の多い南極表層水が顕著に認められる。また、亜熱帯収束線を通過する頃から、Silicate-Siの含有量が急激に増し、Ammonia-Nには減少の傾向が、Phosphate-P, Nitrite-Nには増加の傾向が見られた。

BTによる水温の垂直分布の測定は、収束線付近で約20測点をとることができた。記録の一例を第2図に示す。図で左は亜熱帯収束線の通過前であり、右は通過後である。通過後は垂直方向の温度変化が少なくなり、途中に小さな温度の逆転を見ることもあつて、混合が深くまで行なわれていることを示している。

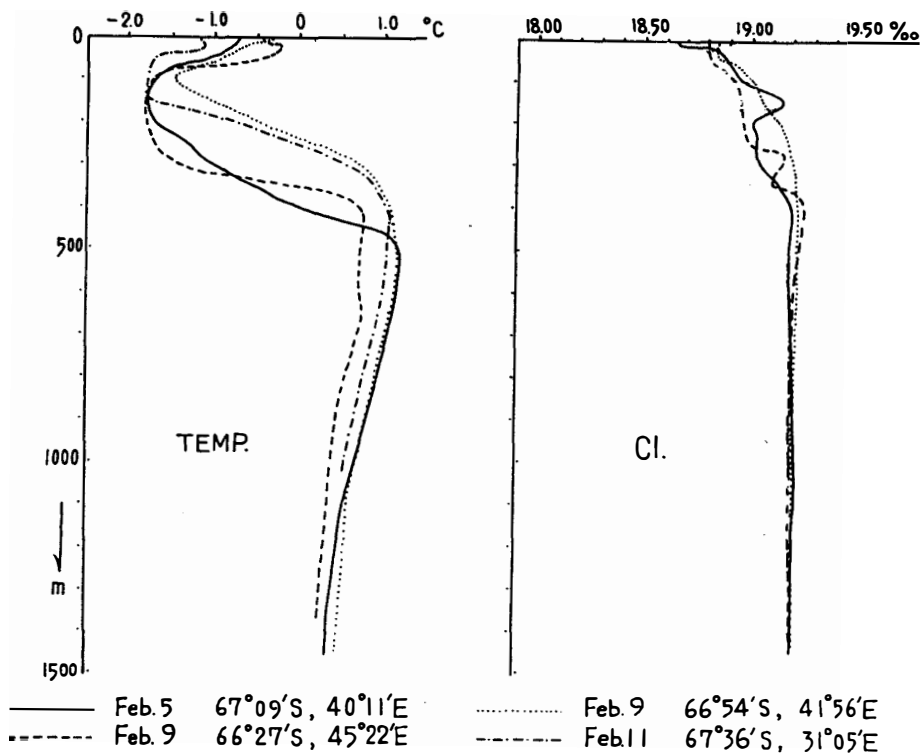
## II. 各層観測及び採泥

2月上旬、宗谷が氷域脱出の後、各層観測4点、採泥2点を行なうことができた。観測位置は予定せず、停船時を利用して随時行なつた。

各層観測における観測層は、ワイヤーの長さで、0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400,



第2図 BT による水温の垂直分布  
Fig. 2. Records of BT observation.



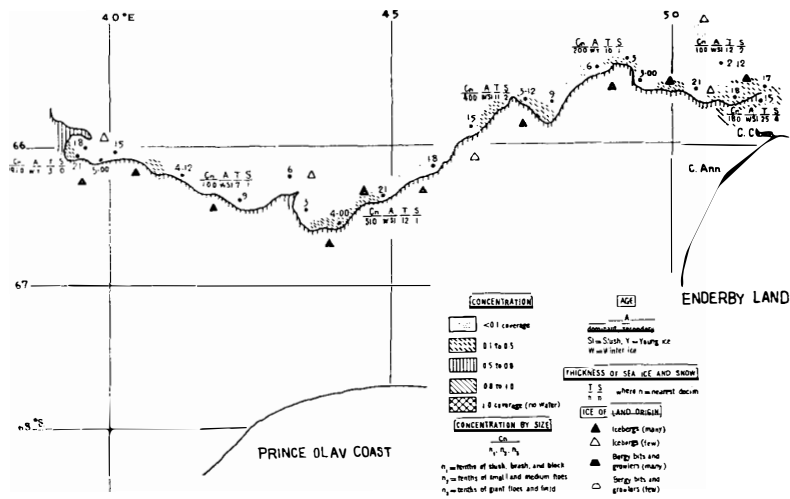
第3図 各層観測による水温、塩素量の垂直分布  
Fig. 3. Vertical distributions of temperature and chlorinity.

500, 600, 800, 100, 1200, 1500, 2000 m を選び、傾角によるワイヤーの操出しは行なわずに観測結果を更正深度の値として用いた。各層観測4点の結果を重ねると、第3図に示したように、表面から200~300 m までに低温で低鹹な南極表層水が見られ、500 m 付近に温度の高い中層水があり、それ以下は 0°C に近づき塩素量も 19.2% のほぼ一定値をもつ深層水となっている。観測の時期が真夏で氷の融解の最も進んだときであり、表層水には密度の不安定なところを見ることができる。付近に流氷の見られる個所では、深さ 20~30 m のところに温度の極大があり、表面水温は低下していた。

採泥の2点は、エンダービー・ランドのアン岬の沖とリーサー・ラルセン半島のクック岬の沖とで行なわれた。アン岬の沖は、66°02'S, 50°05'E, 水深約 700 m の地点であり、細砂まじりの粗砂が全量の 8~9 割を占め、径 1 cm 位の礫 (2 cm 以上のもの 3 個, 最大約 5 cm) が残量の大半を占めていた。貝殻その他の生物や、わずかながら微砂の小塊も含まれていた。クック岬の沖は、67°02'S, 32°37'E で、岬の先にガネラス堆としてのびている浅瀬の傾斜地のために水深の変化は激しかったが、水深約 1600 m の地点と考えられる。細砂を含む粘土に近い微砂で、わずかの小礫が混っていた。肉眼では生物は認められなかった。

### III. 氷域航行中の氷象観測

1959 年 1 月 2 日にエンダービー・ランドのクローズ岬の沖、64°59'S, 50°01'E で氷縁に達してから、1 月 14 日に基地の北方約 165 km の地点で密流氷に氷塞されるまで、8 人の隊員によつて航行中 1 時間ごとの氷象が観測された。観測項目は、全氷量、最も多い氷型の氷量、最も多い氷型の発達過程、最も多い氷型の形態及び大きさ、次に多い氷型の形態及び大きさ、表面状態、表面の起伏度、開水面の状態、融解状況、氷の厚さ、積雪の深さ、水空や氷映、陸氷

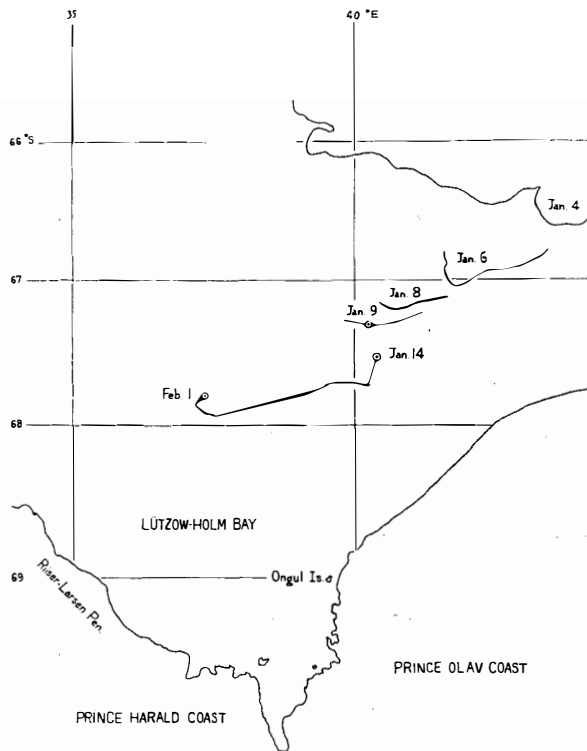


第 4 図 氷状観測による氷状図

Fig. 4. Ice conditions observed on the ship.

の有無，冰山についての記載，氷縁についての記載等を行ない，その大部分は1958年にWMOが提案した記載方式に従った。

第4図には，氷縁に沿って航行した1月2日から5日までの氷状図を示した。昭和基地の経度に近い東経40°線における1月4日の氷縁の位置は，過去3年間の観測中で最も北の66°Sにまで達しており，その西側では更に北方に張出していた。その後この氷縁の位置は，第5図



第5図 氷縁の移動及び漂流した宗谷の軌跡

Fig. 5. Position of Ongul Island and the track of the ship.

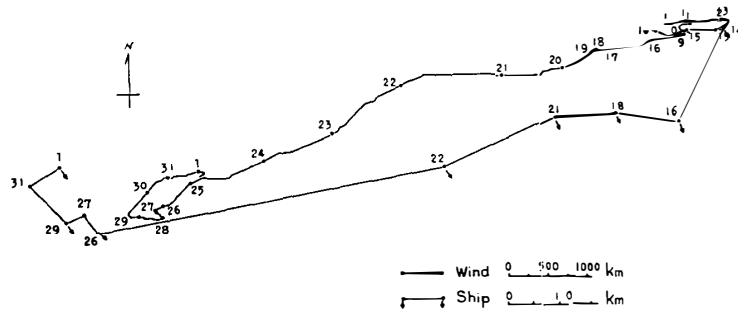
に示したように，北東の卓越風によつて南に下げられ，9日には約67°30'Sに位置していた。9日正午（東経45°地方時，以下これを用いる）第5図の○印の地点から密流氷内に突入し，14日に67°33'S, 40°27'Eの地点まで進んで氷塞され，2月1日に67°49'S, 37°18'Eの地点で氷域脱出の行動を起こすまで密流氷と共に漂流を続けた。図で1月14日と2月1日とを結んでいる実線は，その間に行なえた天測位置を直線で連ねた漂流の軌跡である。この付近の海流は，第1次観測の海鷹丸によつて約0.2~0.3ノットで西または西南西に流れていることが知られている<sup>1)</sup>。9日から14日までの氷域航行時に南南東の進路をとることができたのは，第6図に示される風のベクトルで11日から13日まで西

風が吹き続き，付近の氷状がゆるんでいたためと考えられる。

#### IV. 漂流中の氷状の観察<sup>2)</sup>

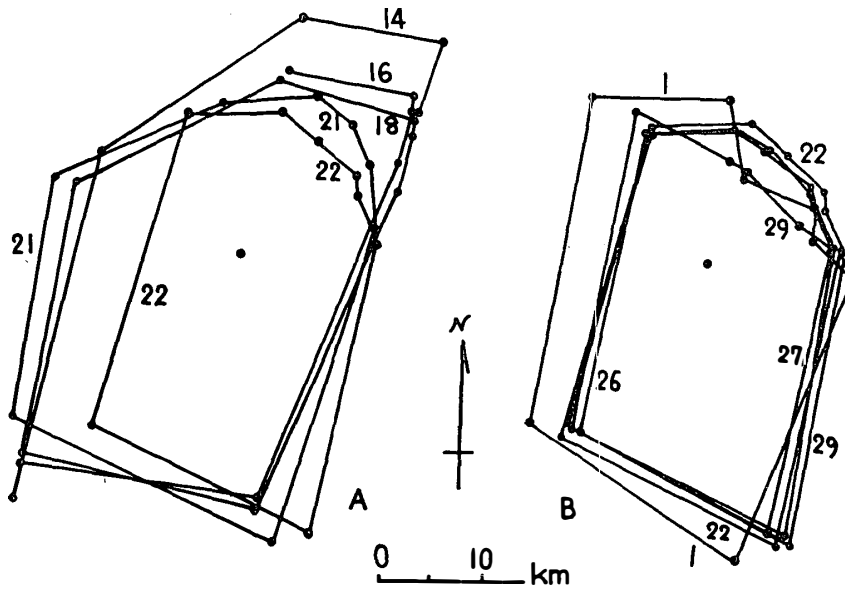
漂流期間中の天測位置と船上で毎時観測された風の資料から，船及び周囲の密流氷の風による漂流の係数（風力係数）を計算した。第6図に漂流の軌跡と風ベクトルとを示した。日付の位置は正午を示し，船位につけた矢印は船首の方向を示している。漂流の速度は風速の約1/50~1/60であり，地形的影響が考えられるにもかかわらず，北氷洋の中央部の地形的影響のないところで求められた値と一致していた。漂流の方向には岸の影響が見られ，風向との間の簡単な関係は得られなかつた。

漂流中付近に見られた8個の冰山と船との相対位置を測り，冰山が密流氷と一緒に漂流していることを知った。更に船との相対位置が日によつてわずかに変化することから，これらの氷



第2図 漂流の軌跡と風ベクトル

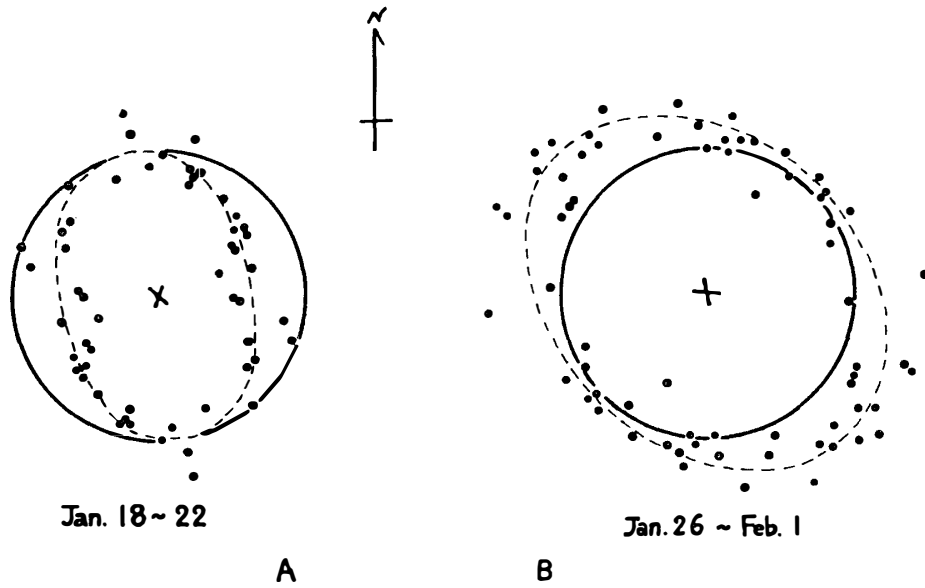
Fig. 6. Track of the ship and the wind vector.



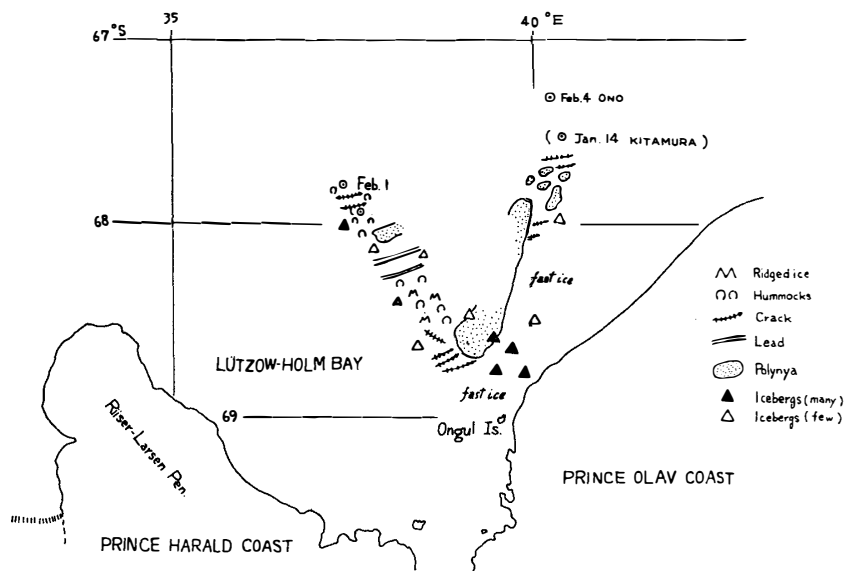
第7図 氷山を結んだ多角形の変化

Fig. 7. Deformations of polygons connecting positions of icebergs.

山で囲まれた氷域が疎密する様子を知ることができた。第7図のAおよびBは氷山を連ねて作った多角形を船の位置を中心にして重ね、日を追つてその形の変化をみた図である。第6図の風ベクトルとこの図から、卓越風の吹き続けた14日から26日まで密流氷野は密化が続けたが、14日から22日までに密化が激しく、22日から26日はあまり変化せず漂流していたことがわかる。29日から1日にかけては南西の風になり、氷野もゆるんできたことを示している。氷野の疎密するようすを更に詳しく知るために、疎化の起つた18~22日と密化の起つた26~1日について各方向の氷野の伸縮比を求めたのが第8図である。点の分布は楕円に近く、考える期間の初期の氷野で実線で示した円形の部分は、期間の後期に点線の楕円に変形したことを示している。これ等の変化は、密化の際には氷丘の形成として、疎化の際には水路や割れ目を生ずることによつて、船上からも観察された。第8図のBで円が楕円にゆるむ場合の水路や割れ目は、ほぼ短軸方向の東北東から西南西にかけて起こりやすいと考えられる。第9図の氷状図に示したように、2月1日に筆者がヘリコプターによつて基地に渡るときの空からの観



第8図 氷野の疎密する様子  
Fig. 8. Deformation of ice field.



第9図 空から見た氷状図  
Fig. 9. Ice conditions observed on the airplane.

察でも、この方向の水路や割れ目を数多く見る事ができた。

### V. オングル島付近の氷及び雪<sup>3)</sup>

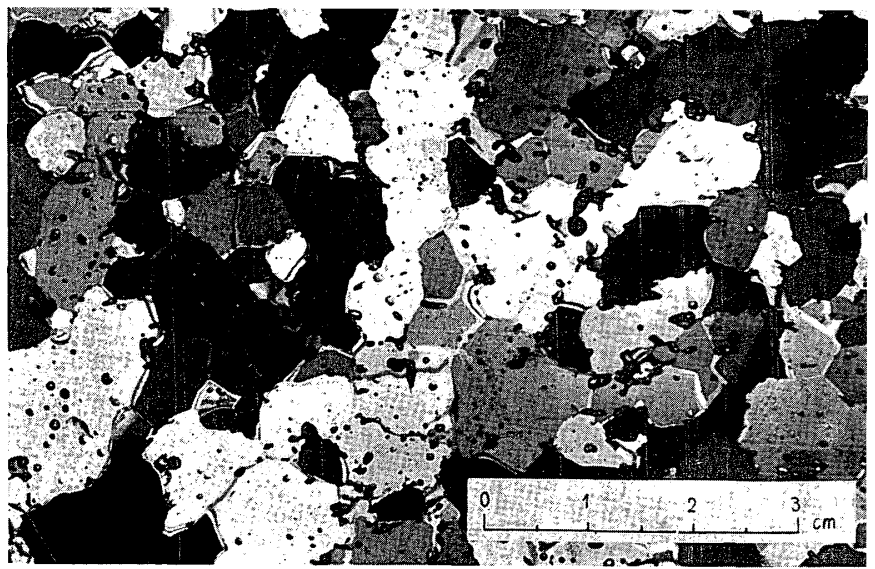
2月1日から4日まで、筆者は昭和基地に滞在してオングル島及びその周辺の氷や雪の観察を行ない、各種の試料を採集した。

オングル島の周辺に散在する氷山は、第1次観測のときの航空写真にみられる位置とほとんど同じで、坐礁しているものが多いことを示していた。基地の近くの氷山から採集し持ち帰つ



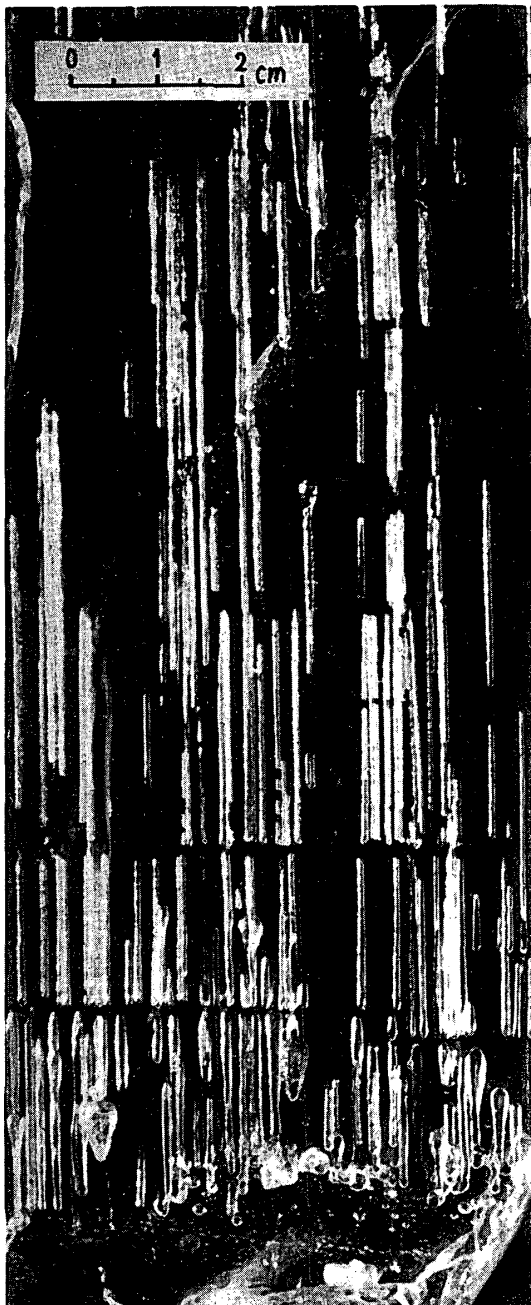
第 10 図 偏光で見た氷山の氷

Fig. 10. Thin section of iceberg ice under polarized light.

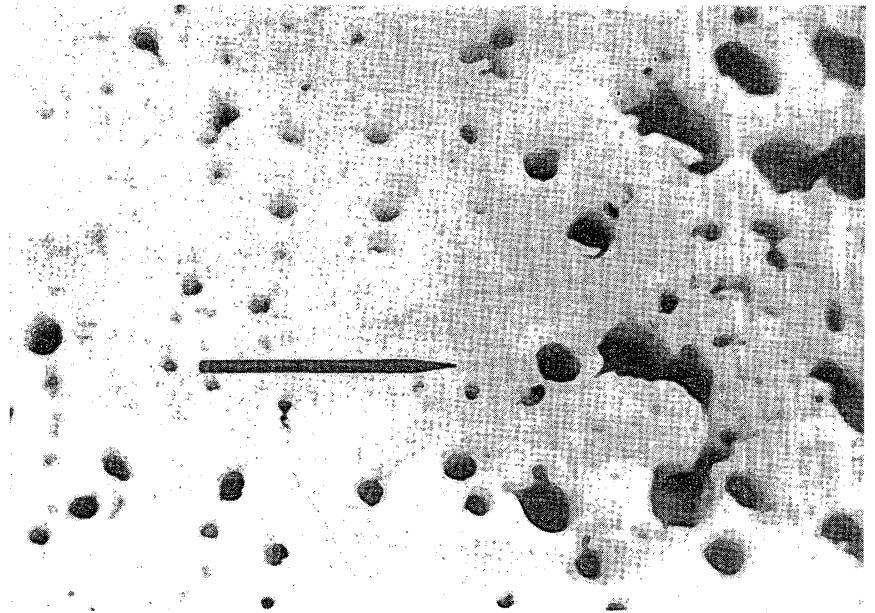


10

11



第 11 図 東オングル島の池の氷（垂直断面）  
Fig. 11. Vertical section of pond ice, Ongul Island.



12

第 12 図 試験管状の孔のあいた氷  
Fig. 12. Cryoconite holes on the snow surface.

た氷の結晶構造は、1 cm 位の大きさの単結晶の集まりであつた (第 10 図)。

定着氷の上に点在するパドルは、その表面が結氷しているものが多く、基地の近くのパドルは、径 2~3 mm の粒状の結晶構造で厚さ約 10 cm の氷で覆われていた。

東オングル島にある池のほとりに堅い氷の層を持つ残雪部が見つかった。この氷の層は厚さ 60 cm 位で断面が 1~2 cm<sup>2</sup> の柱状の結晶が鉛直に並んでおり、それらの結晶の中には鉛直に整然と並んだ管状のすきまが見られた (第 11 図)。持ち帰つた試料を約 -20°C の低温室で観察した際、この管状のすきまの中で結晶が折出するのが見られ、濃度の高い液体がわずかながら含まれていることを示していた。この池の水の化学組成は菅原・鳥居によつて測定され、約 0.2% の塩素量を含むことが報告されている<sup>4)</sup>。

また残雪の雪面で、第 1 次越冬隊の西堀隊長の観察された試験管氷を調べることができた<sup>5)</sup>。試験管状の孔の径は数 mm の細いものから 20 cm にもおよぶものもあり、孔の径と深さとは顕著な関係は認められなかつた (第 12 図)。

## VI. 各種試料の採集

採集し持ち帰つた試料は、表面採水、各層採水、採泥、大気中塵埃、空気、氷山の氷、パドル表面の氷、パドルの水、定着氷およびその下の氷、オングル島の池の氷と水、積雪融水、露岩に付着した風送塩等である。これ等の試料の解析はそれぞれその専門の方々に依頼してあり、筆者は氷の試料について今後色々と調べていきたいと考えている。

## あ と が き

これらの観測を行なうにあたり、終始御指導と御便宜を戴いた永田隊長、松本船長、ならびに数々の資料を戴いた宗谷航海科の方々に深く感謝の意を表します。

観測にあたり、海洋観測では松本、村内、平山、福島博、北村の各隊員、氷象観測では村内、原田、北村、本多、柿沼、吉田新生、福島博、福島紳の各隊員の御尽力を得た。事実上これらの諸氏との共同観測に等しく、深く感謝致します。

塩素量の分析結果は千葉大学文理学部の村田貞雄氏にして戴いた。また低温科学研究所研究員の諸氏から種々の御指導と御助力を得た。あわせて謝意を表します。

## 文 献

- 1) 楠 宏: 1958, 第 1 次日本南極観測隊における海洋観測予報. 南極資料, 第 3 号.
- 2) 小野延雄: 1959, 密流氷野におよぼす風の影響について. 低温科学, 物理篇, 18.
- 3) 小野延雄: 1959, 昭和基地周辺の氷 I. 低温科学, 物理篇, 18.
- 4) 菅原 健・鳥居鉄也: 1959, 東オングル島池水の化学組成について. 南極資料, 第 7 号.
- 5) 西堀栄三郎: 1958, 談話による.