

昭和基地における海氷下のクロロフィル a 量 と環境条件の季節変化

星 合 孝 男*

SEASONAL VARIATION OF CHLOROPHYLL-A AND HYDROLOGICAL CONDITIONS UNDER SEA ICE AT SYOWA STATION, ANTARCTICA

Takao HOSHIAI*

Abstract

From March 1967 to January 1968, ecological studies on the seasonal variation of the chlorophyll-a content and some of hydrographic factors, viz chlorinity, dissolved oxygen and pH under sea ice, were carried out at Syowa Station

The results obtained are as follows

1 Judging from high concentration of chlorophyll-a, it seemed that the dense population of phytoplankton was formed under sea ice during the Antarctic summer season. The chlorophyll-a concentration increased and decreased in accord with increase and decrease of the solar radiation

2 First, the chlorophyll-a concentration increased and reached a peak in the surface layer of the sea water (0 m in Figures). Increase of the chlorophyll-a concentration in deeper layers occurred later

3 In the surface layer two peaks of the chlorophyll-a concentration were recognized in both spring and autumn, but one peak in each of deeper layers in summer

4 Influence of the thaw was remarkable in summer, especially in the surface water. Consequently, a thin layer of water

of low salinity was formed beneath the sea ice and it seemed to remain till autumn. Water of high salinity occupied the layers deeper than 4 meters, and was hardly influenced by the thaw

5 The seasonal variation and the vertical distribution of dissolved oxygen were correlated with the temporal and spatial distributions of the chlorophyll-a concentration

6 The variation of pH was also related with chlorophyll-a, so that the pH value varied with dissolved oxygen. In the surface water, however, the pH value was influenced not only by phytoplankton but also by thaw water

7. At Syowa Station, two stations were chosen for this study but little difference was recognized between them with respect to the oceanographic conditions

The results obtained at Syowa Station were compared with those at Mawson and McMurdo. In summer the oceanographic conditions at Syowa were similar to those at Mawson, and in winter the conditions at Syowa resembled those at McMurdo

* 国立科学博物館極地研究部 Department of Polar Research, National Science Museum, Ueno Park, Tokyo

南氷洋における夏期のプランクトン、並びに海況についての調査は、各国の観測船によって古くから行なわれてきた。しかし、定着氷海域の調査は、その技術的な困難さから必ずしも多くはなく、特に一年を通してのプランクトンと環境条件の変化に触れた報告は極めて少ない。

筆者は1967年3月から1968年1月までの間、昭和基地（69°00'S, 39°35'E）において海氷下の植物プランクトンの季節変化を観察した。ここでは、植物プランクトン量の指標としてクロロフィル a の濃度をとりあげ、その季節消長を述べ、あわせて海水中の塩素量・溶在酸素量・pH の季節変動を報告し、海氷下のプランクトンの生態を明らかにするための基礎資料とすることを目的とした。水温・水中照度の資料をかき、不十分な結果であるが、昭和基地では最初の観測であるのでここに報告する。

1. 調査地点と方法

調査のために2地点を選んだ。第1の地点 (Station 1) は、昭和基地の天測点から北西へ約 500m、北の瀬戸の南岸で送信棟の裏手に設けた。越冬開始後なるべく早く観測を始め、越冬末期まで観測が続けられるように、基地に近く、かつ海氷上をできるだけ渡らないで行けるところにあるタイドクラックを選んだ。3月以降このタイドクラックは結氷したか、周年採水用の穴を維持するようにした。水深は 9m、底質は岩盤を薄く砂が覆っていた。採水は、表層 (0m), 2m, 4m, 6m, 8m の5層から行なった。第2の地点 (Station 2) は、天測点の北東 1300m、オングル海峡の西側で、水深 92.5m のところであった。採水は、表層 (0m), 5m, 10m, 50m, 90m の5層から行なった。調査頻度は、St. 1 では月3回、St. 2 で月2回になるようにし、できるだけ等間隔になるように努めた。

調査期間は、St. 1 で 1967年3月12日から1968年1月29日まで、St. 2 で 1967年4月4日から12月16日までであった。St. 2 の調査期間が短いのは、越冬初期の観測のおくれと越冬末期のパドル発生による危険をさけたためである。観測期間を通じてオングル島周辺の海は終始厚さ 1.5mないし 2m の氷に覆われていた。12月中旬以降、海水表面にはパドルの発生が著しかったが、観測終了時まで氷厚は殆んど目立った減少を示さなかった。

採水には、バン・ドーン型プラスチック採水器 (6 l) を用い、6 l 以上の水を得る必要のある場合には採水を繰返した。採水した試料は、現場でクロロフィル定量用・植物細胞数計数用・塩素量と pH 測定用・溶在酸素測定用に4分割した。

冬期には表層付近の海水には氷の結晶が混在する。採水・分割操作の間に結氷が起こる。

更に、現場から基地の実験室へ試料を運ぶ間にも氷が成長する 従って、ここで報告する冬の測定値は結氷に伴って生ずる誤差を含んだものである しかし、測定結果を全体的にみると不自然な値は得られていないように思われる 水温の測定は当初実施したが温度計の不具合により中止した。

クロロフィル a の濃度は、試料 1l~10l をミリポアフィルター HA (47mm) てる過し、90%アセトンで抽出したのち、島津ホノユロム・スペクトロニク20光電比色計で比色定量した クロロフィル a の濃度は次の計算式から算出した

$$\begin{aligned} \text{クロロフィル a} &= 11.64 \text{ (663m}\mu \text{ の吸光値)} \\ &\quad - 2.16 \text{ (645m}\mu \text{ の吸光値)} \\ &\quad - 0.10 \text{ (630m}\mu \text{ の吸光値)} \end{aligned}$$

塩素量は、試料中の氷を室温で完全に溶かした後、FAJANS-三宅の方法で定量した

溶在酸素量は WINKLER 法により定量した 固定は現場で行なった 酸素ひんおよび固定用試薬を保温し、結氷による誤差をできるだけ小さくするようにした。

pH は試料中の氷か溶け試水か室温にもとったのち、東亜電波科学社製のガラス電極 pHメーターHM-5A を用いて測定した 冬でも測定は基地にもとって 2時間以内に終了している

また、本報告に用いた水平日射量の資料は、気象担当隊員の手で昭和基地内で測定されたものである

2 結 果 と 考 察

2.1. クロロフィル a 量の季節変化

あとから述べるように、夏期を中心に海水下の海水の成層は顕著で、クロロフィルa濃度も深さによってかなり異なっている そこで、St. 1 において海面の単位面積当りのクロロフィル a 量を示す値として、便宜的に次の数値を考えた すなわち、0m 層のクロロフィル a 濃度と、2m, 4m, 6m, 8m 各層のクロロフィル a 濃度の 2 倍の和かその値である そして、この値の季節変化を図1 に示した

また、ある調査日から次の調査日の前日までに、いかに日射があったかを示すために、その期間の 1日当りの日射量の平均値を用いた たたし、3月12日の値としては、3月1日から11日までの平均値を採用してある 日射量の季節変化はクロロフィル a 量とともに図1 に示してある

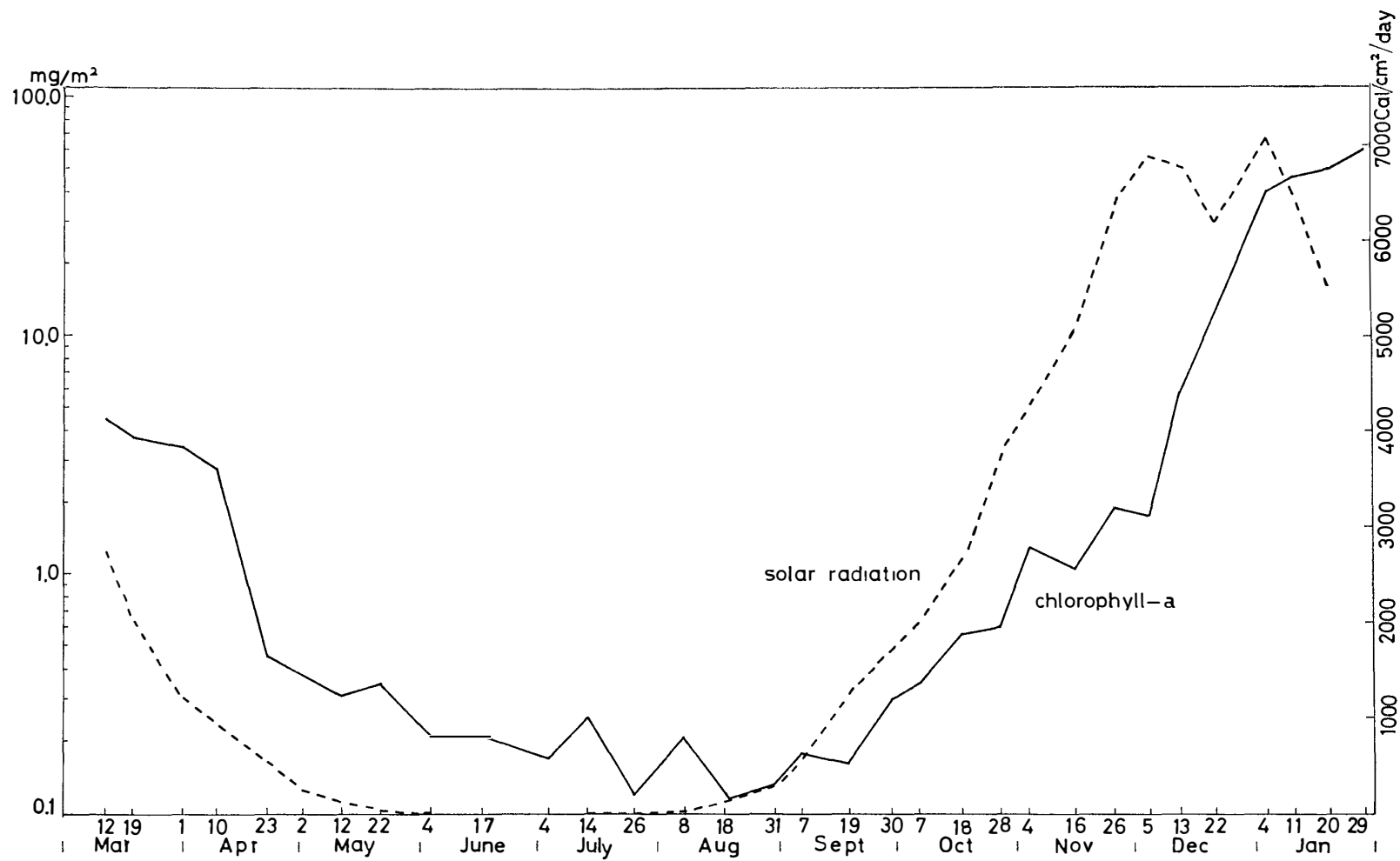


図 1 クロロフィルa量と日射量の季節変化

Fig 1 Seasonal variation of the chlorophyll-a content and the solar radiation at Station 1

日射量は3月上旬 2700cal/cm²/dayであり、その後減少し、5月下旬には極めて少なくなる。6月1日から7月13日までの間は太陽の現われない期間である。7月13日以後日射量はじょじょに増し、9月に入ると増加は急になる。11月中旬以後の日射量の増加は更に急で、値も5000cal/cm²/dayを越えるようになる。また、11月末から1月上旬にかけては7000cal/cm²/dayを越えることがある。12月1日から1月12日までは太陽は沈まない。

クロロフィルa量は4月上旬までかなり多く4月下旬に急激に減少する。その後もじょじょに減少を続け7月中旬から8月末までの間に最も低い値を示すようになる。9月以後クロロフィルa量は次第に増加し、12月初旬から下旬へかけて極めて急激な増加が起こる。12月末から1月末までさ程激しくはないが増加傾向が続く。

図1から明らかなように、St. 1のクロロフィルa量の増減と日射量の増減との間には相関関係があり、クロロフィルaの増減は日射量の増減から若干の時間をおいて起こる。1968年2月の観測は実施できなかったか、恐らく日射量の減少に伴い、クロロフィルa量の減少もおこるものと思われる。

St. 2については秋と夏の資料を欠くが、秋から春までのクロロフィルa量の変動の様子はSt. 1の場合と同じである。資料のない時期についてもSt. 1と似た傾向の変動を示すものと考えられる。

以上の結果から、氷下の植物プランクトンの季節変動は、春秋にそれぞれ日射量の増減に伴って増減し、夏に一つのピークをもつ型のもと考えられる。

2.2. 深度別にみたクロロフィルa濃度の季節変化

全体としてみると、日射量の増減に伴って単純な変動をしているかに見えるクロロフィルaの濃度の変化の有様は、深さによってかなり異なる(図2)

表層では、3月から4月上旬までの間、かなりの量のクロロフィルaが認められる。特に4月1日をピークにした増減が認められることは注目する。4月中旬にクロロフィルaの濃度は急に減少し、それ以後10月末まで低い値を示す。クロロフィルa濃度は10、11月中はじょじょに増し、12月になると急激に増加する。しかし、12月22日をピークにして1月になるとこの層のクロロフィルaは急に少なくなる。1月の末には再びクロロフィルaの濃度の増加が起こる。

2m層の3月から4月上旬にかけてのクロロフィルa濃度は4月中旬から10月末までの濃度に比べれば高い値を示す。しかし、表層の場合のような顕著なピークは見られなかった。冬季のクロロフィルa濃度は低い。10月になるとクロロフィルaはじょじょに増加をはしめる。

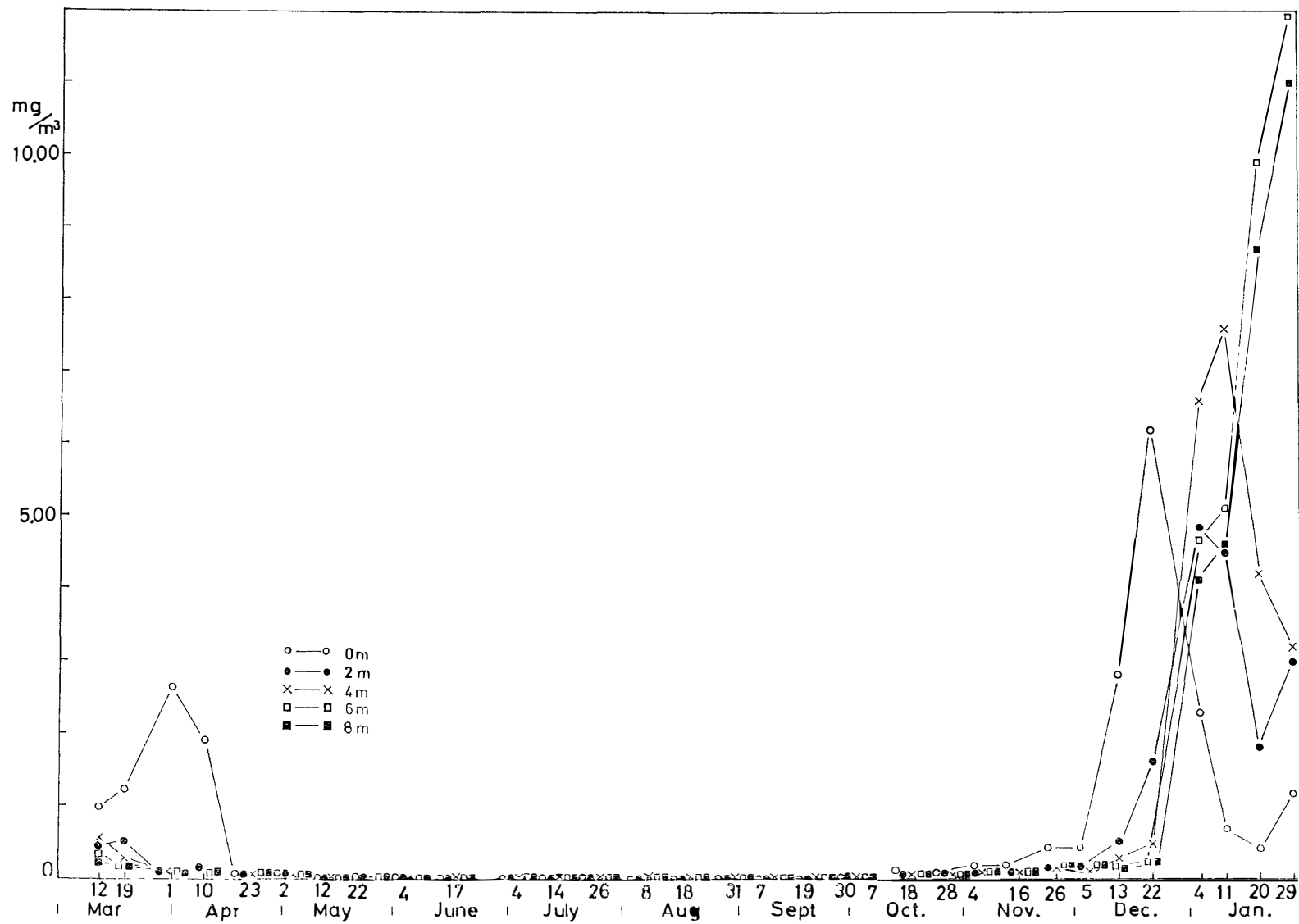


図 2 St 1 のクロロフィル a 濃度の季節変化
 Fig 2 Seasonal variation of chlorophyll-a concentration at Station 1.

12月中旬から増加が急になり、1月4日にピークに達する。表層より10日前後おくれて急激な変化が起り、ピークに達したことになる。クロロフィルa濃度は1月中旬から下旬にかけて一旦減少したのち、1月末には再び増加傾向を示す。2m層のクロロフィルaの変動の有様は以上のようなものであるが、ピーク時の濃度は表層にくらべてかなり低い。

4m層の3月のクロロフィルa濃度は、2m層よりいくらか少ない。しかし4m層の4月から10月末までのクロロフィルa濃度より高い値を示す。10月からじょじょに増加傾向が現われる。2m層より更におくれて、クロロフィルaの急激な増加がおこるのは12月下旬からであり、ピークに達するのは1月11日である。その後1月末にかけてかなり急に減少する。ピーク時のクロロフィルa濃度は表層、2m層より高い値を示す。

6m層と8m層のクロロフィルa濃度の季節変化の有様は互によく似ている。すなわち、3月のクロロフィルa濃度は、0m, 2m, 4mの各層より小さいが、これらの層と同様に4月初旬にかけて減少する。冬期の値も同様に低い。増加傾向は10月に入ると現われるが、急激な増加は4m層と同じく12月下旬から1月初旬にかけて見られる。しかし、4m層とは異なり、クロロフィルa濃度の減少傾向は1月末になっても現われない。これらの層のクロロフィルa濃度の減少は2月に入ってから起るものと推定される。従って、ピークの現われる時期は4m層より更におくれるものと思われる。これらの層の1月中旬以降のクロロフィルa濃度は大きく、6m層で、 $9.85\text{mg}/\text{m}^3$ (1月20日), $11.93\text{mg}/\text{m}^3$ (1月29日)であり、8m層で、 $8.68\text{mg}/\text{m}^3$ (1月20日), $10.99\text{mg}/\text{m}^3$ (1月29日)であった。

St. 2におけるクロロフィルaの濃度は低いが、変動の様子はSt. 1に似ている(表2)

BUNT(1960)はモーンソン基地の海水下で、1956年12月にクロロフィルaの濃度が $4\text{mg}/\text{m}^3$ であったことを報告し、更にマクマートサウントで、1961年1月に $40\text{mg}/\text{m}^3$ 、1962年1月に $15\text{mg}/\text{m}^3$ を越える値を観測した(BUNT, 1964)。これらの結果と、2.1並ひに本項で述べた結果を合せ考えると、夏期南極の海水下で植物プランクトンが極めて濃密な集団をつくるといふ現象は、かなり一般的なものであるといえよう。

昭和基地のクロロフィルa濃度の変動で顕著なことの一つは、夏期、時間の経過につれて、クロロフィルa濃度の高い部分が表層から深い部分へ移る傾向が極めてはっきりしていたことである。更にもう一つは、先にも述べたように、表層で春秋二つのピークが認められることであり、これは2m層以深でのクロロフィルaの変動の型とは異なっている。後で触れるように、表層に低かん度水層が形成されることと関連して興味深い。BUNT(1960)はモーンソン基地の表層水中に夏の終りに緑藻が現われることを報している。昭和基地の表層およびあ

る時には2m層にも、春先には珪藻集団が現われ、秋には緑藻集団が認められる。そして表層の集団の組成は2m以深の層の藻類集団の組成と異なっている。表層は、クロロフィルaの変動だけでなく、それをもたらす植物プランクトンの組成についても特異な層だと考えられる。なお、植物プランクトンの組成については別途報告する予定である。

2.3. 塩素量の季節変化

クロロフィルa濃度は、深さによって異なり、その季節変化の型も深さごとに特徴的であった。そこで、このような分布を規定する要因の一つとして、どのような海水がどのように分布しているかを問題にした。

いま、塩素量を海水の状態を示す一つの指標としてとりあげる。St.1における結果を図3に示してある。

表層(0m層)には3月極めて低かん度の層が認められた。この海水は氷の下にこく薄い層をなしているものと思われ、2m層との間の塩素量の勾配は極端に急である。この層の塩素量は3月末から4月中旬にかけて急に上昇する。この急激な変化の起こる時がクロロフィルaの濃度が高くなった時と一致している。塩素量は5月上旬にわずかに変動するが、その後、11月末までほとんど変化しない。4月中旬以降11月末まで、表層の塩素量の値は2m以深の層の値とほとんど同じになり、塩素量は高い値を示す。12月中旬には再び低かん度水の層が形成される。12月22日に塩素量は一旦上昇するが、1月上旬には直ちに元にもとる。このときクロロフィルaの増加がみられた。表層と2m層との間の塩素量の変化勾配は極めて急で、表層の低かん度水層は秋まで存続するものと思われる。

2m層の塩素量は表層に比べて高い値を示し、その値は表層と4m層との値の中間に位置するか、どちらかというとなら4m層の値に近い。2m層の塩素量の変動の幅は表層に比べて小さいか、4m以深の層の変動幅に比べれば大きい。3月から4月中旬にかけて塩素量は次第に増加し、4m層以深の値と同じになる。塩素量の減少は12月初めから起こり、1月4日には12.88%に達する。この直前に表層の塩素量が一旦増加することを考えると、海水の垂直混合が起こったのではないかと思われ、このとき、クロロフィルa濃度の増加が見られる。塩素量は1月中旬に増し、再び1月末に減少する。

4m以深の層の塩素量は3月上旬に多少高めの値を示す。4月以降11月末まで、これらの層の塩素量には大きな変動はなく、終始高い値を示す。4m層の塩素量は12月以降減少するが、その程度は表層・2m層に比べて小さい。また、8m層で、陸からの融雪の流入の最も

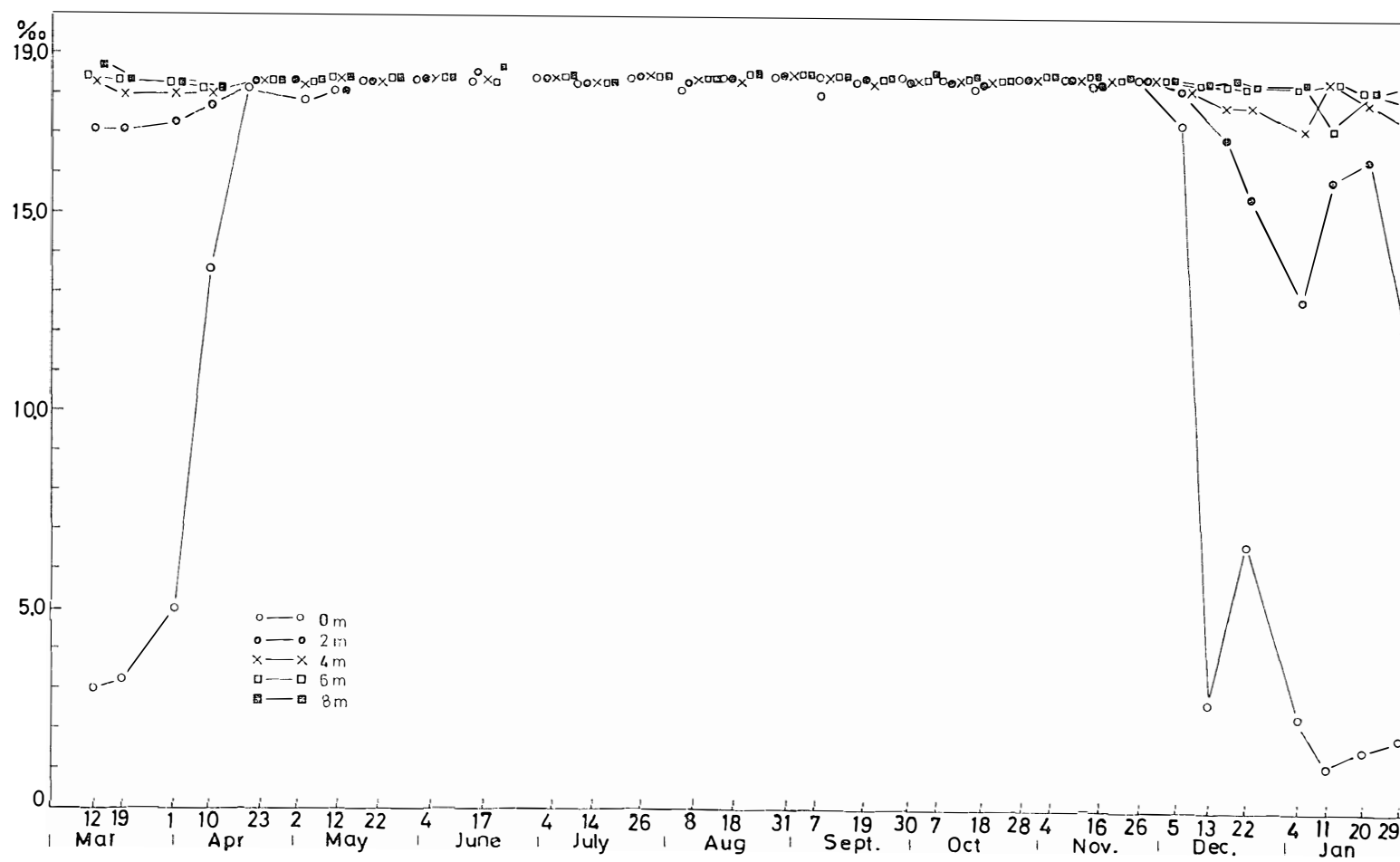


図 3 St. 1 の塩率の季節変化

Fig. 3 Seasonal variation of chlorinity at Station 1

盛んな1月11日に、一時的なかん度低下が認められるがすぐ回復する。St. 1 は海岸付近であるにもかかわらず、4m 以深の層の塩素量の変動は小さいといえる。先にも述べた通り、比較的高かん度のこれらの層では、12月末からクロロフィル a の増加が起こり、0m, 2m 層とは違った組成の植物プランクトン集団が形成される。

St.2 の塩素量の変動も St.1 と同様に経過する。

LITTLEPAGE (1965) はマクマードサウンドでの周年観測の結果、塩素量の変動が小さいことを報告している。調査地点の水深が 290m と深く、最も表面に近い採水層が 3m である点で、昭和基地での結果と直接比較はできないであろうが、冬期間に塩素量の変動が少ないという事実は、両基地に共通した傾向と考えてよいであろう。一方、BUNT (1960) はモーンソン基地の2観測点の1つで、冬期、中層に90%にも達する低い塩素量を示す水が現われることがあるといい、やや深い層の塩素量は冬より夏の方が高いと述べている。昭和基地でも、秋にやや塩素量の高い水が深いところで認められたが、モーンソン基地の場合のような顕著な現象は認められなかった。

BUNT (1960) の結果は、夏期、表層に極めて低かん度の海水が認められるという点では、昭和基地の結果と一致する。しかし、モーンソン基地では1月に海氷の消失があったためか、この極めて低かんな水の層は昭和基地の場合のように長い間存続していない。昭和基地の海氷の下には極低かん度海水の層が存続し、他の層とは違った独自の植物プランクトン集団の消長がみられ、それに伴う水質の変動が起こり、あたかも汽水の湖沼が海に浮いているような状態が形成されたものと考えられる。水質の変動について次に述べよう。

2.3. 溶在酸素量の季節変化

海水中の溶在酸素が植物プランクトンの光合成の結果変化することは一般に知られている。St. 1 における溶在酸素の量の変化を図4に示した。クロロフィル a 濃度との関係を中心にその季節変化を検討したい。

3月から4月上旬まで、表層の溶在酸素量は大きな値を示し、クロロフィル a 濃度の変化と一致した変化を示す。2m 以深の各層の溶在酸素量は表層に比べて明らかに少ない。また、層ごとの差異も多少認められるが、むしろ、全体的に均質たといえる。

4月下旬には、表層と2m 以深の各層との溶在酸素量の差は極めて小さくなる。これ以後、各層の溶在酸素量は一様にじょじょに減少し、クロロフィル a の増加がはじまる10月に最も低い値を示す。11月に入ると溶在酸素量の増加が認められようになる

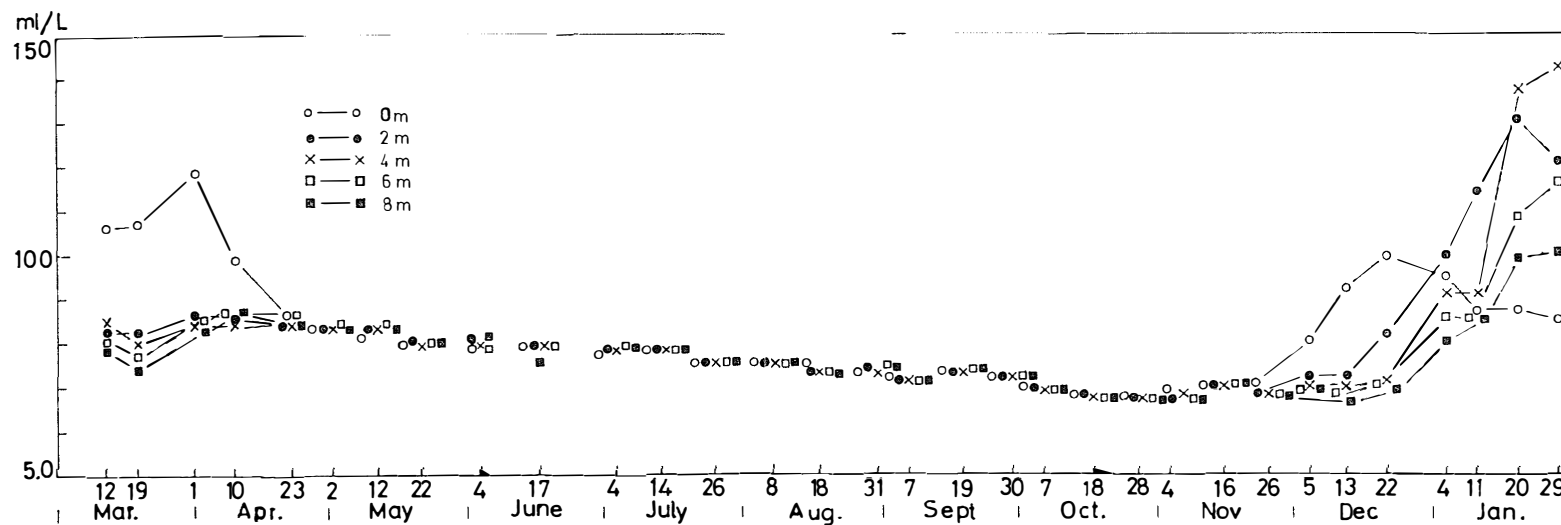


図 4 St 1 の溶存酸素量の季節変化
 Fig 4 Seasonal variation of dissolved oxygen at Station 1

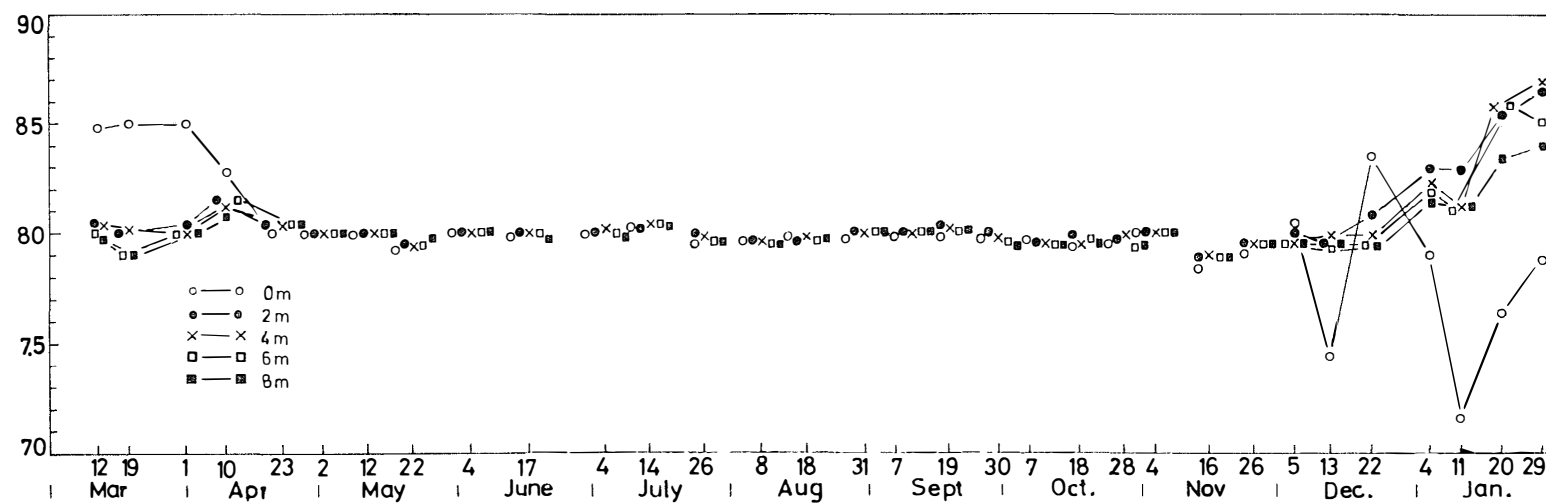


図 5 St 1 の pH の季節変化
 Fig 5 Seasonal variation of the pH value at Station 1

12月になると、まず表層の溶在酸素量が高い値を示すようになり、12月22日にピークに達する。表層でクロロフィル a の濃度が最も高い値を示す時である。その後溶在酸素量は減少し1月末まで高い値を示さない。1月29日にクロロフィル a 濃度の増加傾向が見られ、溶在酸素もわずかにはあるが増加のきざしをみせる。秋の増殖のはじまりと思われる。2m 層における溶在酸素量の急激な増加は12月下旬になって起こり、1月20日にピークに達しその後下降する。この層のクロロフィル a 濃度のピークは1月4日であるから、かなり遅れて溶在酸素量のピークが現われたことになる。2m 層のクロロフィル a 濃度は表層より低いが溶在酸素量は大きい。4m 層の溶在酸素量が増加するのは12月下旬から1月上旬にかけてであり、1月20日過ぎには極めて高い値を示すようになる。4m 層のクロロフィル a 濃度のピークは1月11日であるから、2m 層の場合と同様に、溶在酸素量のピークはおくれて現われたことになる。6m層、8m層の溶在酸素量も12月下旬から1月上旬にかけて増加する。しかし増加の割合は4m層に比べて小さく、6m層、8m層のクロロフィル a 濃度が4m層に比べて大きいにもかかわらず、これら二層の溶在酸素量は4m層よりも少ない。しかし、ここでも溶在酸素量のピークがクロロフィル a 濃度のピークより遅れて現われるとすると、2月に入って更に溶在酸素量が急に増すことが期待される。

以上のように、溶在酸素量の季節変化についても表層は他の層とは違っている。また、時期的なずれのある場合が多いが、溶在酸素量はクロロフィル a 濃度の変動と相関関係をもった変動をしていると言えよう。

St. 2 の溶在酸素量およびその変動の傾向は St. 1 と同様であった。

BUNT (1960) はモーンソン基地で、冬期に高い溶在酸素量を示す水塊が現われることを認めたが、昭和基地ではこのような現象は起こらなかった。一方、LITTLEPAGE (1965) のマクマードでの結果では、周年溶在酸素量は大きな値を示さず、特に冬期間の溶在酸素量とその変動の傾向とは昭和基地の結果と一致している。

夏期のクロロフィル a 濃度の増加に伴う溶在酸素量の増加は、モーンソン・マクマード・昭和の各基地で共通に認められた。しかし、極端に高い値が得られたのはモーンソン（最高で表層の14.45ml/L）と昭和（最高で6m層の14.25ml/L）とであり、マクマードでは最高8.53 ml/L であった。

2.4. pHの季節変化

pH も溶在酸素とともに植物プランクトンの光合成の結果変動することが知られている。クロロフィル a 濃度および溶在酸素量との関連をみながらその季節変化を述べる。St.1 で得

られた pH の季節変化を図 5 に示した。

3 月から 4 月上旬まで、表層の pH は高い値を示し、4 月下旬にかけて減少する。この動きは、クロロフィル a 濃度の変動と関連したものと思われ、溶在酸素量の動きともよく一致する。2m 以深の層の pH は表層より明らかに低く、変動の幅も小さい。各層間の差は小さい。4 月上旬にやや高い値を示すが、クロロフィル a 濃度や溶在酸素量との関連はわからない。

4 月下旬から 11 月末まで全層の pH は互に似た値を示し、かつ、あまり変動しない。

表層の pH は 11 月中旬一旦低くなったのちしょしょに高い値を示すようになる。この傾向はクロロフィル a 濃度、溶在酸素量の増加傾向と一致する。ところが 12 月 13 日に pH は極端に小さくなり、12 月 22 日に再び高い値を示すようになる。12 月 13 日の pH の低下は、塩素量の減少と一致し、表層が融氷・融雪の影響を受けたことを物語っている。しかし、このような低かん度水の中にありながら、植物プランクトンは増加を続け、光合成は行なわれたものと思われ、溶在酸素量は増加しつづける。先に述べたとうり、12 月 22 日には海水の垂直混合が起こったと推定され、塩素量が増すだけでなく、クロロフィル a 濃度・溶在酸素量がピークに達した。pH もこの時ピークに達し、植物プランクトンにより光合成が盛んに行なわれたことを裏付けている。この後 1 月 11 日にかけて、再び pH の減少が起こる。この場合にも塩素量の降下が起こる。しかし、この際には、クロロフィル a 濃度と溶在酸素量との減少が相伴って起こる点で 12 月 13 日の pH 低下とは異なる。前に述べたように、表層の塩素量は 1 月いっぱい低い。しかるに、この低かん度水の中で、クロロフィル a 濃度、溶在酸素量は減少したとはいえかなり豊富であり、pH もただちに再び上昇をはじめ。極低かん度水中を棲所とする植物プランクトン集団のあることが推定される。このような植物プランクトン集団の光合成の結果と融雪・融氷との影響をうけて、表層の pH は 2m 以深の層における pH に比べて複雑な変動をするのであろう。

2m 以深の各層の pH の変動傾向は互によく似ているか、まずはじめに増加傾向を示すのは 2m 層で、クロロフィル a 濃度の増加よりおくれ、溶在酸素量と平行した増加が見られる。しかし、1 月 29 日には溶在酸素量が減少するにもかかわらず pH 値は高くなる。4m, 6m, 8m の各層における pH の変動も全く溶在酸素の変動と平行して起こる。2m 以深の各層では融雪・融氷の影響が少なく、pH の変動は植物プランクトンによる光合成の影響を大きく受けて変るものと考えられる。以上のように pH の変動についても、表層は他の層と異なり特異な存在であるといえる。

St. 2 の pH の値, 変動傾向は St. 1 と同じである.

夏期における高い pH 値は BUNT (1960) によりモーンソンから報告されている (最高8.86). 一方, マクマードの pH は最高8.09で (LITTLEPAGE, 1965). 昭和基地の最高値 8.68 はモーンソンの値に近い. また, pH が光合成の結果高い値を示すことは上記3基地に共通した事実であるが, 表層の pH 変動が融雪・融氷と生物の作用とに依ることはモーンソン, 昭和両基地で顕著な現象である.

冬期, モーンソンでは高い pH (8.62) を示す水塊が認められる点で特異である. マクマードと昭和では, 冬期における pH の値は小さく, その変動の有様は互に似ていて変動幅は小さい.

2.5. おわりに

昭和基地の海水下におけるクロロフィルa濃度の季節変化と植物プランクトンを取りまく二, 三の環境条件の変化とを, モーンソン基地 (BUNT, 1960), マクマード基地 (LITTLEPAGE, 1965) の結果と比較しながら述べてきた. しかし, 観測の行なわれた期間はモーンソンでは1956年6月から1957年2月までであり, マクマードでは1961年1月から12月までである. 従って, 種々の測定値を比較する場合には, この点を充分考慮しなくてはならない. 前述の各項目の変動の幅を知るために, 各基地の資料の一部を表1に示しておく.

表1 モーンソン, マクマード, 昭和3基地の海況の比較
Table 1 Comparison of oceanographic conditions among three Antarctic stations.

Station	Period	Depth(m)	Chloro- phyll-a (mg/m ³) Max	Cl ⁻ (‰)		O ₂ (ml/L)		pH	
				Min	Max	Min	Max	Min	Max
Mawson St. 1	June 1956 to	24	3.92	0.62	19.38	6.53	12.22	6.87	8.62
St. 2	Feb. 1957	100	2.15	4.72	19.02	6.25	14.45	7.42	8.86
McMurd	Jan. to Dec. 1961	290	Ca 2	34.05*	34.99*	6.08	8.59	7.63	8.09
Syowa St 1	Mar. 1967 to Jan. 1968	9	11.93	1.12	18.69	6.62	14.25	7.16	8.68
St 2	Apr to Dec. 1967	92.5	0.46	15.38	18.69	6.26	8.53	7.92	8.05

* salinity

観測点付近の海氷は, マクマード, 昭和の両基地では周年存在した. これに反し, モーンソンの観測点付近にはかなり長い間開水面ができていた. また, 昭和基地で設定した二つの観測点の海況の差はわずかであったが (表2, 表3), モーンソン基地の二つの測点の海況の変動に

は、海水の流動と関連していると思われるかなり大きな差異が認められ、特に冬期に顕著であった。これらの事実から、定着氷域の海況はかなり複雑で、狭い範囲の地域性が強いものと考えられる。従って、海水下のプランクトンの生態を明らかにするためには更に多くの地点での観測が必要である。昭和基地周辺に領域を限っても同じことが言える。St. 1 と St. 2 の観測結果を表 2 と表 3 に示しておく。

1965年12月から1968年1月まで、オンクル島周辺の海水が広範囲にわたって流失するということはなかった。ところが、1968年には秋にはもちろん真冬にもオンクル海峡にかなり広い開水面ができたという。こういった海水の状態の年次変動は、当然、海水の諸性質やプランクトンの量と分布とに大きな影響を与えるはずである。観測点を増すと同時に、そのうちのいくつかの地点では、年次的な変動の範囲を知るために、かなり長期間にわたる連続観測を実施することが望ましいと考えられる。

3. 要 約

昭和基地において1967年3月から1968年1月まで、海水下の植物プランクトンのクロロフィル a の濃度の季節変動を調査し、あわせて、塩素量、溶在酸素量、pH を測定した。結果は次の通りである。

1. クロロフィル a 量の季節変動は日射量の増減に伴って起こった。クロロフィル a の濃度から判断して、夏期には海水下に植物プランクトンの濃密な集団が形成された。
2. クロロフィル a 濃度は、まず、表層で増加し、ピークに達した。深い層のクロロフィル a の増加はおくれて始まり、ピークに達する時期もおくれた。
3. 表層では、春秋二つのクロロフィル a の濃度のピークが認められ、2m 以深の層では夏に一つのピークが見られた。
4. 夏期には融雪融水の影響が現われ、特に、表層で顕著であった。その結果、海水直下に低かん度水の薄い層が形成され秋まで存続すると考えられた。4m 以深の層には高かん度の海水が存在し、流入水の影響は少なかった。
5. 溶在酸素量の季節変動と垂直分布とは、クロロフィル a 濃度の季節変動と垂直分布とに関連したものであった。
6. pH の変動はクロロフィル a 濃度の変動と相関をもった動きを示した。しかし表層では融雪融水の影響をも受け複雑な変化を示した。
7. 昭和基地の観測は 2 点で行なったが、両地点での観測値には本質的な差異は認められ

表 2 昭和基地 St 1 の海況

Table 2 Oceanographic data of Station 1, 1967 to 1968, at Syowa

	Date																																	
		Mar 12	Mar 19	Apr 1	Apr 10	Apr 23	May 2	May 12	May 22	June 4	June 17	July 4	July 14	July 26	Aug 8	Aug 18	Aug 31	Sept 7	Sept 19	Sept 30	Oct 7	Oct 18	Oct 28	Nov 4	Nov 16	Nov 26	Dec 5	Dec 13	Dec 22	Jan 4	Jan 11	Jan 20	Jan 29	
Chloro- phyll-a mg/m ³	0m	0.96	1.24	2.64	1.92	0.07	0.05	0.03	0.05	0.03	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.04	0.13	0.08	0.20	0.22	0.41	0.41	2.82	6.13	2.29	0.70	0.42	1.26	
	2	0.43	0.51	0.10	0.17	0.05	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.05	0.09	0.11	0.10	0.16	0.20	0.51	1.65	4.85	4.48	1.81	3.02	
	4	0.57	0.28	0.10	0.07	0.06	0.04	0.04	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.06	0.06	0.11	0.10	0.16	0.09	0.28	0.53	5.62	7.62	4.21	3.20	
	6	0.36	0.18	0.09	0.07	0.05	0.05	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.03	0.06	0.06	0.10	0.10	0.19	0.20	0.24	0.25	4.63	5.18	9.85	11.93
	8	0.28	0.18	0.06	0.09	0.04	0.06	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.04	0.07	0.05	0.06	0.09	0.09	0.20	0.20	0.17	0.27	4.16	4.54	8.68	10.99	
Chlorinity ‰	0m	2.99	3.18	4.96	13.61	18.05	17.81	18.04	18.32	18.37	18.37	18.39	18.31	18.41	18.12	18.41	18.47	18.47	18.34	18.47	18.41	18.22	18.47	18.47	18.38	18.47	17.35	2.69	6.71	2.28	1.12	1.53	1.57	
	2	17.12	17.10	17.29	17.70	18.32	18.32	18.04	18.32	18.43	18.54	18.39	18.31	18.45	18.31	18.41	18.50	18.00	18.43	18.32	18.31	18.31	18.47	18.47	18.34	18.47	18.19	16.98	15.51	12.88	15.94	16.42	12.17	
	4	18.32	18.04	18.00	18.00	18.32	18.22	18.43	18.35	18.43	18.43	18.39	18.31	18.43	18.43	18.37	18.52	18.47	18.29	18.38	18.38	18.31	18.31	18.47	18.47	18.34	18.47	18.19	17.78	17.78	17.19	18.36	17.86	17.43
	6	18.37	18.33	18.26	18.12	18.30	18.26	18.43	18.42	18.43	18.37	18.43	18.31	18.43	18.43	18.51	18.52	18.50	18.41	18.41	18.43	18.41	18.47	18.52	18.47	18.47	18.32	18.31	18.23	18.25	18.36	18.21	17.99	
	8	18.69	18.32	18.28	18.12	18.35	18.32	18.43	18.48	18.43	18.71	18.45	18.31	18.43	18.43	18.51	18.52	18.50	18.49	18.56	18.47	18.47	18.52	18.52	18.47	18.47	18.38	18.49	18.36	18.36	16.23	18.17	17.34	
Dissolved oxygen ml/L	0m	10.53	10.64	11.86	9.91	8.68	8.31	8.23	7.94	7.94	7.90	7.83	7.81	7.48	7.55	7.56	7.33	7.20	7.28	7.21	7.09	6.81	6.78	6.93	6.97	7.06	8.01	9.19	9.91	9.50	8.68	8.67	8.49	
	2	8.26	8.28	8.56	8.56	8.37	8.37	8.30	8.07	8.04	7.90	7.71	7.76	7.53	7.49	7.39	7.39	7.16	7.22	7.16	7.03	6.76	6.77	6.76	6.99	6.91	7.18	7.17	8.15	9.96	11.42	13.03	12.09	
	4	8.49	7.95	8.54	8.38	8.37	8.37	8.32	7.89	7.90	7.87	7.81	7.78	7.49	7.50	7.33	7.31	7.12	7.32	7.31	7.13	6.87	6.71	6.71	6.81	7.02	6.79	6.98	6.95	7.10	9.12	9.05	13.74	
	6	8.10	7.68	8.55	8.68	8.58	8.40	8.40	7.98	8.00	7.86	7.86	7.77	7.49	7.51	7.35	7.46	7.12	7.32	7.19	6.88	6.73	6.72	6.74	7.02	6.79	6.93	6.79	7.00	8.53	8.54	10.82	11.61	
	8	8.02	7.36	8.31	8.65	8.35	8.35	8.35	7.90	7.93	7.49	7.84	7.81	7.50	7.63	7.28	7.44	7.06	7.33	7.13	6.87	6.72	6.68	6.68	7.02	6.73	6.98	6.62	6.86	8.00	8.47	9.89	10.00	
pH	0m	8.48	8.50	8.50	8.28	8.00	8.00	8.00	7.92	8.00	7.98	7.99	8.02	7.95	7.96	7.97	7.97	7.99	7.99	7.99	7.97	7.96	7.93	7.95	8.00	7.84	7.90	8.03	7.44	8.35	7.90	7.16	7.64	7.88
	2	8.05	8.00	8.02	8.15	8.03	8.00	8.00	7.94	8.00	8.00	8.00	8.02	7.99	7.96	7.96	8.00	8.00	8.00	8.00	8.02	7.98	7.95	7.99	8.01	7.90	7.95	7.95	7.99	7.95	8.23	8.11	8.56	8.68
	4	8.03	8.02	8.00	8.12	8.03	8.00	8.00	7.94	8.00	8.00	8.02	8.04	7.97	7.96	7.97	8.00	8.00	8.00	8.02	7.98	7.95	7.99	8.01	7.90	7.95	7.95	7.99	7.95	8.23	8.11	8.56	8.68	
	6	8.00	7.90	8.00	8.15	8.03	8.00	8.00	7.94	8.00	7.99	8.00	8.04	7.96	7.95	7.96	8.00	8.00	8.00	8.00	8.02	7.98	7.95	7.99	8.01	7.90	7.95	7.95	7.99	7.95	8.23	8.11	8.56	8.68
	8	7.97	7.90	8.00	8.08	8.03	8.00	8.00	7.97	8.00	7.97	7.90	8.03	7.96	7.95	7.97	8.00	8.00	8.00	8.01	7.94	7.97	7.93	8.00	7.89	7.95	7.95	7.93	7.94	8.19	8.10	8.56	8.51	

表 3 昭和基地 St 2 の海況

Table 3 Oceanographic data of Station 2, 1967, at Syowa

	Date																
		Apr 4	Apr 17	May 10	May 26	June 10	June 27	July 11	July 24	Aug 17	Sept 25	Oct 11	Oct 26	Nov 9	Nov 23	Dec 7	Dec 16
Chloro- phyll-a mg/m ³	0m	0.05	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.01	0.03	0.04	0.05	0.04	0.13	0.46	0.17
	5	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.05	0.09	0.15	0.22
	10	0.04	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.03	0.04	0.05	0.05	0.09	0.16	0.17
	50	0.07	0.04	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.04	0.01	0.03	0.03	0.08	0.11	0.16
	90	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	—
Chlorinity ‰	0m	17.87	18.04	18.32	18.37	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.52	18.36	18.47	18.47	18.31	15.38	17.35
	5	18.09	18.24	18.32	18.42	18.47	18.47	18.33	18.35	18.35	18.52	18.38	18.47	18.47	18.31	18.38	18.31
	10	18.19	18.24	18.33	18.41	18.47	18.47	18.31	18.31	18.41	18.49	18.47	18.47	18.49	18.31	18.40	16.83
	50	18.82	18.24	18.48	18.60	18.47	18.47	18.39	18.51	18.51	18.49	18.47	18.47	18.49	18.31	18.40	18.40
	90	18.84	18.69	18.48	18.60	18.65	18.51	18.60	18.60	18.60	18.65	18.56	18.65	18.49	18.34	18.57	—
Dissolved oxygen ml/L	0m	8.53	8.41	8.21	7.93	7.98	7.71	7.76	7.60	7.46	7.17	6.86	6.74	6.62	6.73	7.29	7.02
	5	8.41	8.36	8.13	7.89	8.04	7.56	7.73	7.63	7.41	7.12	6.79	6.67	6.65	6.74	6.67	6.88
	10	8.47	8.35	8.19	7.91	7.98	7.50	7.74	7.51	7.44	7.05	6.78	6.61	6.60	6.63	6.65	6.87
	50	7.34	8.34	8.02	7.84	7.83	7.50	7.65	7.28	6.88	6.58	6.68	6.43	6.38	6.41	6.39	6.76
	90	7.26	7.29	7.85	7.53	7.49	7.32	7.54	7.00	6.83	6.57	6.68	6.33	6.26	6.30	6.32	—
pH	0m	7.92	7.97	8.00	7.95	7.95	7.97	8.00	7.95	7.94	8.00	7.94	7.97	7.95	7.88	8.05	7.94
	5	7.92	7.98	8.00	7.95	7.95	7.95	8.00	8.01	7.95	8.01	7.95	7.99	7.96	7.90	7.95	7.95
	10	7.92	8.00	8.00	7.95	7.95	7.93	8.00	8.00	8.00	8.00	7.98	7.94	7.98	7.91	7.95	8.01
	50	7.80	8.01	8.01	7.95	7.95	7.94	7.95	7.97	7.94	8.00	7.94	7.97	7.95	7.90	7.95	7.99
	90	7.80	7.98	7.99	7.86	7.95	7.93	7.94	7.90	7.94	8.00	7.93	7.98	7.93	7.88	7.93	—

なかった。

以上の結果を、モーソン基地、マクマード基地で得られた結果と比較検討した、昭和基地の夏期の海況はモーソン基地のそれに、冬期の海況はマクマード基地のそれにそれぞれ似ていた。

謝 辞

この調査を行なうにあたり、第8次越冬隊の鳥居鉄也隊長からは終始ご激励と適切なお助言をいただいた。厚くお礼申しあげる。また、日射量の資料の使用を快諾された気象担当の各隊員をはじめ、野外作業を助けて下さった各位に感謝する次第である。

最後に、原稿を読んで下さった東北大学の加藤陸奥雄教授、国立科学博物館の松田達郎博士に厚くお礼を申しあげる。

文 献

- BUNT, J. S. (1960): Introductory studies of hydrology and plankton at Mawson, June 1956 to February 1957. A.N.A.R.E. Rep., Ser. B, 3, 1-135.
- BUNT, J. S. (1964): Primary productivity under sea ice in Antarctic waters. 1. Concentration and photosynthetic activities of microalgae in the waters of McMurdo Sound, Antarctica. Antarctic Res. Ser., 1, Biology of the Antarctic seas, I, 13-26.
- LITTLEPAGE, J. L. (1965): Oceanographic investigations in McMurdo Sound, Antarctica. Antarctic Res. Ser., 5, Biology of the Antarctic seas, II, 1-37.

(1969年5月6日受理)