HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	昭和基地周辺の海氷について　II ： 海氷の塩分量分布
Author(s)	若土, 正暁
Citation	低温科學. 物理篇, 40, 119-125
Issue Date	1982-03-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18442
Type	departmental bulletin paper
File Information	40_p119-125.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Masaaki WAKATSUCHI 1981 On Sea Ice near Syowa Station, Antarctica. II. Salinity Profile of Sea Ice. *Low Temperature Science, Ser. A, 40.* (With English Summary p. 124)

昭和基地周辺の海氷について II*

——海氷の塩分量分布——

若土正暁
(低温科学研究所)

(昭和56年10月受理)

I. まえがき

前報[1]では，海面に浮かぶ海氷のアイソスタシーの成立から，海氷の密度を評価した。今回は，この海氷の生長・融解過程での塩分量分布の変化について報告する。

海氷の塩分量については，今まで多くの研究がなされている。それは，海氷のいろんな物理的性質や，海洋への寄与を調べる上で，その塩分量が重要な指標となるからであろう。制御された冷却条件の下で生成した実験室氷の塩分量の生長速度依存は，定量的にかなり明らかにされている[2~4]。しかしながら，現実には，例えば，Cox ら[5]が AIDJEX キャンプで測定したように，わずか10数メートルの範囲内で，塩分量分布のかなりの不均質がみられる。これは，生成条件の異なるさまざまな海氷が複雑にからみ合って存在しているからであろう。従って，自然界でも生長条件のはっきりした海氷について，一つ一つ調べていくことが，複雑な塩分量分布の成因を解明できるカギとなるだろう。Nakawo ら[6]は，北極地域のある固定した場所で一年氷の生長と塩分量分布を連続的に測定した。彼らによると，最初の生成からそのまま乱されることなく静かに生長する海氷の塩分量は，実験室氷のそれと，生長速度を関数とした場合比較的よく合っている。

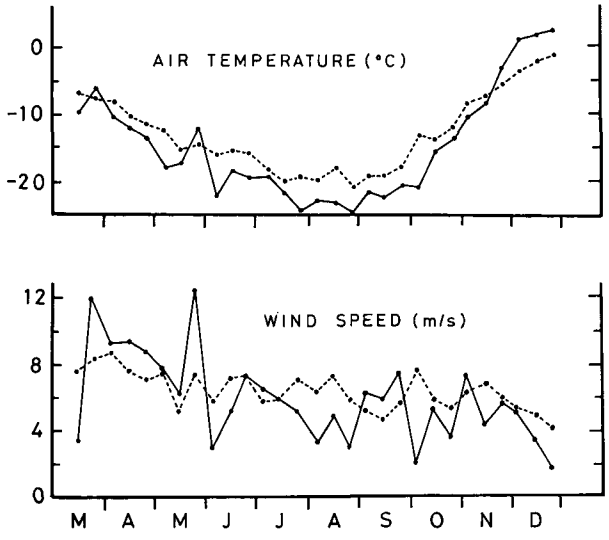
この研究では，定着氷の生長・融解過程に於ける塩分量分布の変化と，積雪がその分布に及ぼす効果とが調べられる。

II. 観測場所及び方法

観測点は，前報で示されたように，昭和基地から数 km 離れたオングル海峡に位置した。積雪効果も同時に調べるために，積雪のあったところ (C 地点) と大陸からの斜面下降風のために1年中積雪の無い裸氷のところ (B 地点) の2カ所が選ばれた。両地点とも，観測を開始した時期 (4月下旬) には，既に厚さ約 1 m の定着氷で覆われていた。この定着氷は，前年の融解期に於けるブライン脱落によって，塩分量が約 2‰ 以下に低下していた。この低塩分定着氷の下に，秋から冬明けまでの期間に約 1 m の海氷が新しく生長した。今後は，この新しく生長した海氷を“下層氷”，秋以前に既にあった海氷 (定着氷) を“上層氷”と呼ぶことにする。

この海域の気象条件は，第1図に示されている[7]。例年に比べ，冬期間の気温は低く，8月

* 北海道大学低温科学研究所業績 第2391号



第1図 昭和基地における旬別気象変化図（実線：1976年の観測値，点線：1957～1975の平均値）

下旬には −40°C 以下になった。逆に風は，比較的弱かった。

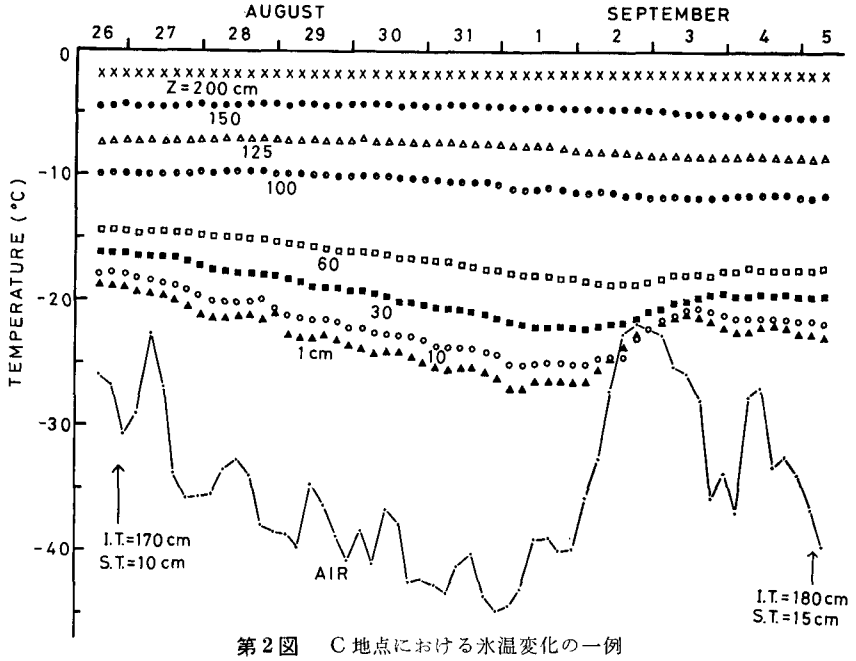
観測は，毎月平均1～2回行なった。各々の観測点で海氷試料を採取する場所は，毎回出来るだけ近いところが選ばれた。海氷試料は，海洋観測測器投入のために製作した内径約 30 cm の電動コアドリルを用いて採取した。氷コアは，ほぼ 10 cm 間隔に切断し，融かした後，塩検によってそれぞれの塩分量を求めた。また 2‰ 以下の上層氷については，電気伝導度計を用いて測定した。

一方，氷温分布は，C地点でのみ観測した。7月から 11 月までの海氷生長期に於て，いろんな深さのところにあらかじめ埋めておいたサーミスターによって，連続記録を得た。

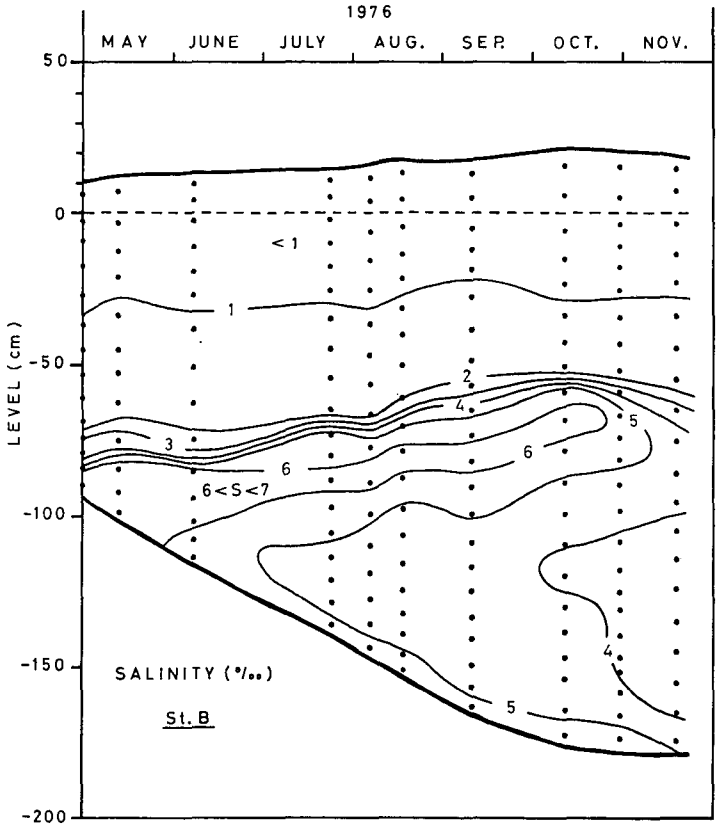
III. 結果及び考察

最低気温を記録した8月下旬から9月上旬の氷温変化を第2図に示す。この期間に氷厚は，約 170 cm から約 180 cm まで増加した。積雪も 10 cm から 15 cm に増えた。この図から明らかなように，8月下旬の急激な気温低下（−26°C から −45°C）や，その後の急上昇（−45°C から −22°C まで）にもかかわらず，1 m 以深の氷温はほとんど変化していない。特に 1 m 深の氷温は，生長期間を通じて，−10°C 前後を維持した。

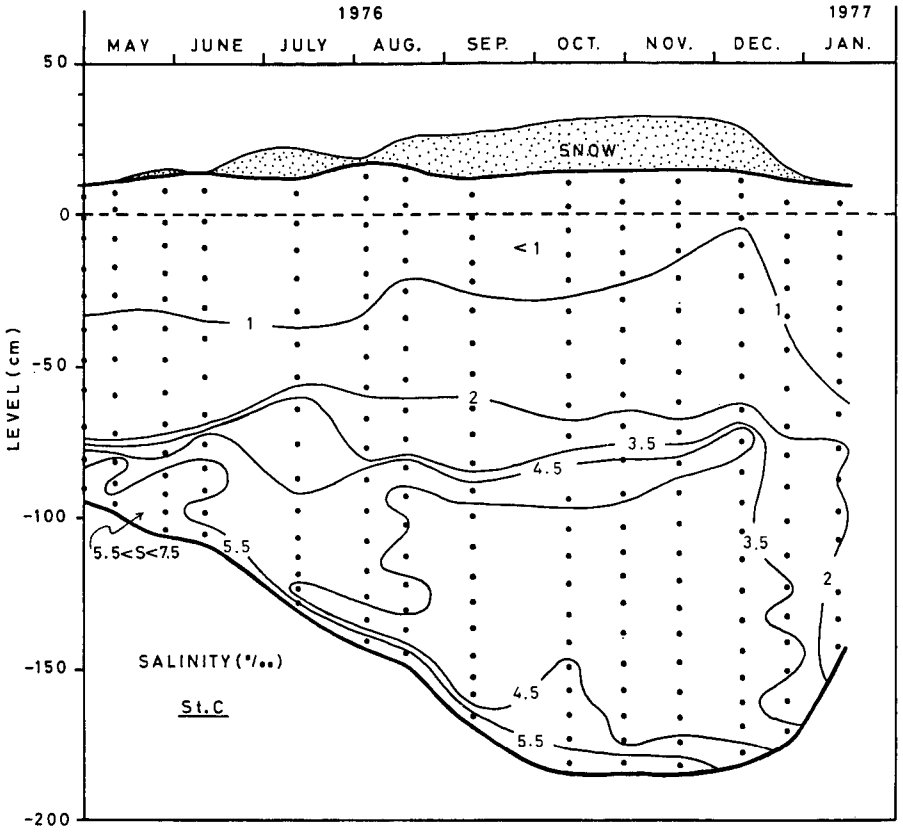
B地点とC地点の塩分量分布の季節変動が第3図と第4図にそれぞれ示されている。1年中積雪の無かったB地点では，下層氷の初期生長過程に形成された高塩分層が，生長期間中ずっと，その値を変えることなく維持された。しかも，海氷表面からの位置もほとんど変化していない（第3図で，高塩分層が生長とともに，上向きに移動しているように見えるが，それは海水面を零基準にとっているためである）。また上層氷と下層氷との境界（塩分量飛躍によって見い出すことが出来る）が，顕著に維持されていて，上向きの塩移動の無かったことが明らかである。高塩分層の下に極小塩分層が形成されるのは，海氷の塩分量分布の典型的なパターン



第2図　C地点における氷温変化の一例
Zは定着氷の表面から下向きにとってある。×印のみ水温。図中のI. T. およびS. T. は，それぞれ氷の厚さと積雪量を示している



第3図　B地点(裸氷)に於ける定着氷の塩分量分布の変化
氷厚の変化は海水面を基準にとってある。図中の黒丸印は，塩分量測定した各々の試料の中心の海水面からの位置を示している

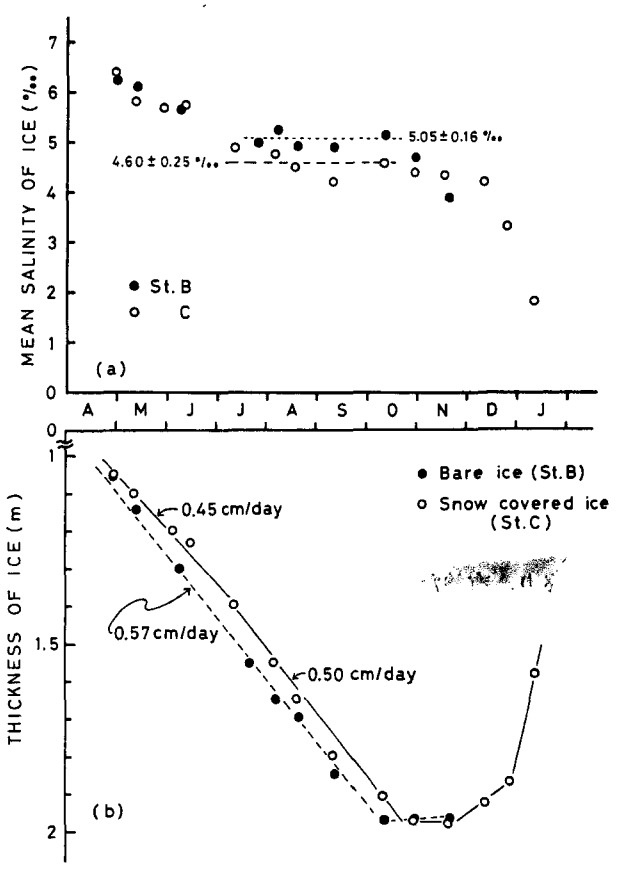


第4図 C地点に於ける定着氷の塩分分布と積雪量の変化

であるが，B地点では，海氷生長とともに，この極小一定塩分層 (4<S<5‰) の厚さが増えるだけであった。

一方，積雪のあったC地点では，観測開始時 (4月30日) から積雪の無かった5月上旬までの塩分量分布はB地点とそれ程違いは無いが，その後は，積雪効果が顕著に現われている。高塩分層はB地点同様維持されたが，その値は比較的小さい。これは，積雪による生長速度の相対的な減少と，氷内部での塩の上下方向への移動のためであろう。それは第4図に顕著に示されている。積雪の無い時期 (5月上旬) には，上下層氷の境界は比較的顕著であったが，氷生長期間中の積雪量増加とともに，上層氷内部でも，また境界を通しても，上下方向の塩移動がみられる。その結果として，境界は次第にぼやけてくる。このような上下方向の塩移動は，ある一定な積雪量に落ち着くと，比較的少なくなり，高塩分層と，その下の極小一定塩分層は，積雪が融解によって消滅する12月下旬まで維持された。高塩分層の海氷表面からの位置は，第2図で示した氷温が気温変化にほとんど左右されない深さ (約1m深) と対応している。

上に述べたように，塩分量分布は両地点でかなりの違いが認められたが，下層氷の全層平均塩分量は，氷厚増加とともにどのように変化していくかを第5図によって示す。両地点とも，平均塩分量は，海氷生長とともに，やや減少するが，生長速度の比較的大きくなる7月中旬から10月上旬までは減少せず，ほぼ一定値に落ち着く。B地点の方がやや高塩分なのは，比



第5図 下層氷の全層平均塩分量と氷厚の変化
(a)の図中に示した値は，7月中旬から10月中旬までの5回の観測値を用いて得られた平均値と標準偏差を示している

較的生長速度が大きかったためであろう。初期生長過程を過ぎるとほぼ一定塩分量に落ち着くことは，実験室氷[3,4]や北極地域の天然氷[6]を用いた測定から既に指摘されている。今回得られた両地点に於ける一定塩分量値は，それらの値に近い。

海氷生長の終了とともに，B地点では平均塩分量が急激に減少しているが，C地点は，しばらく一定値を維持している。これは，両地点の表面状態の違いからくるものであろう。つまり，裸氷のB地点に於ては，積雪のあるC地点より日射吸収量が多いために，内部融解が早く起り，そのために氷内部のブラインが脱落し，塩分量減少を早めたのであろう。その証拠に，C地点に於て平均塩分量が減少し始めた12月下旬には，第4図に示されたように積雪がほとんど無くなっている。

IV. ま と め

南極昭和基地近くの海域で，定着氷の生長・融解による塩分量分布の変動と積雪効果が調べられ，次のような結果が得られた。

(1) 下層氷の初期生長過程に形成された高塩分層は，秋から冬明けの氷生長期間中ずっと，その値と位置を維持した。

(2) 表面が裸氷の場合は，融解期を迎えるまで，塩分飛躍層が顕著な形で維持された。しかしながら，積雪のある場合は，その増加とともに，氷内部で上下方向の塩移動が生じ，上下層氷の境界がぼやけた。

(3) 下層氷の生長過程では，高塩分層の下に形成された極小一定塩分層の厚さが増加するだけであった。

(4) 下層氷の全層平均塩分量は，比較的生長速度の大きかった7月中旬から10月上旬まで，ほぼ一定値を維持した。それらの値は，生長速度の比較的大きかった表面が裸氷の場合の方が，やや大きかった。

(5) 平均塩分量の減少は，日射吸収量の多い裸氷の方が早く始まった。積雪のある場合は，それらが融解して無くなるまで，平均塩分量はほぼ一定値を維持した。

おわりに，野外観測に御協力いただいた第17次南極地域観測隊員の皆様に心から感謝致します。また御校閲下さり，有益な意見をいただいた小野助教授に感謝の意を表します。

文　献

1) 若土正暁 1977 昭和基地周辺の海氷について I. 低温科学，物理篇，**35**，281–286.
2) Weeks, W. F. and Lofgren, G. 1967 The effective solute distribution coefficient during the freezing of NaCl solution. *In* Physics of Snow and Ice, Part 1 (H. Ôura *ed*), Inst. Low Temp. Sci., Sapporo, 579–597.
3) 若土正暁 1974 海氷生長と海氷からのブラインの排出に関する実験．低温科学，物理篇，**32**，195–205.
4) Cox, G. F. N. and Weeks, W. F. 1975 Brine drainage and initial salt entrapment in sodium chloride ice. U. S. CREEL, Res. Rept., **345**, 85 pp.
5) Cox, G. F. N. and Weeks, W. F. 1974 Salinity variations in sea ice. *J. Glaciol.*, **13**, 109–120.
6) Nakawo, M. and Sinha, N. K. 1981 Growth rate and salinity profile of first year sea ice in the high arctic. *J. Glaciol.*, **27**, 315–330.
7) 吉田菊治・外間実喜・榎島邦夫・加藤芳夫 1980 第17次南極地域観測隊気象部門報告．1976. 南極資料，**70**，75–92.

Summary

Seasonal variations in salinity profile of a fast ice were observed in a test site near Syowa Station, Antarctica, in 1976. The thickness of the fast ice was about 1 m in late April when observations started and its thickness increased to about 2 m during the winter season. Therefore, the fast ice was composed of two parts: the one stayed over the last summer season and the other was produced nearly under it in the current winter season. Hereafter they are called the upper and the lower ice, respectively. Two fixed stations, 1 km apart, were selected in the test site. One of them had no snow cover during the observation period.

In the lower ice, a relatively high salinity layer produced initially was kept in the original level during the growing period scarcely with any variation in salinity value.

Marked snow-cover effects on the salinity profile were observed in the winter and the summer season. In ice at the station lacking in a snow cover (St. B), an interface between

the upper and the lower ice can be identified clearly by the presence of a layer where the salinity of ice increases remarkably. In the snow covered ice (St. C), however, the interface becomes unclear relatively because of the vertical transfers of salt in the ice. The salt transfers can be found by the variations in the salinity profile with an increase in thickness of the snow cover, as shown in Fig. 4. As the lower ice grows, its mean salinity attains a constant value after an initial decrease. The constant salinity was kept during the relatively high growing period from mid-July to early October. The salinity at St. B was about 5.05‰ under the averaged growth rate of 0.57 cm/day and it was slightly higher than that at St. C (about 4.60‰ under 0.50 cm/day). A decrease in salinity of the lower ice at St. B began earlier because of much absorption of solar radiation. At St. C, the constant salinity was kept until the snow cover disappeared in the ice area.