HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	海氷上の積雪の特性とゆき氷の形成　II
Author(s)	滝沢，隆俊
Citation	低温科學．物理篇，43，157-161
Issue Date	1985-03-18
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18509
Type	departmental bulletin paper
File Information	43_p157-161.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Takatoshi TAKIZAWA 1984 Characteristics of Snow Cover on Sea Ice and Formation of Snow Ice Ⅱ. *Low Temperature Science, Ser.* A, 43. (With English Summary, p.161)

海氷上の積雪の特性とゆき氷の形成Ⅱ*

滝沢隆俊
(低温科学研究所)

(昭和59年10月受理)

Ⅰ. まえがき

薄い海氷の上に降雪があると雪は下からしみ上ったブラインを吸収して高塩分のぬれ雪となる。多くの場合このぬれ雪はやがて氷化してゆき氷に変る。これまで過去二年間サロマ湖において人工的に造ったプールに新たに成長した非常に薄い海氷（厚さ10 cm以下）の上に積った雪及び雪が氷化したゆき氷の特性を約一週間にわたり測定してきた。さらに，定着氷の塩分量分布とその上にすでに積っていた雪の特性についても調べた[1,2]。その結果として，初め30‰を越えていたぬれ雪の塩分量は20‰を多少越えた値に落ちつくこととゆき氷の塩分量は時間とともに減少していくらしいことがわかった。

今年の２月初めのサロマ湖の定着氷の上には積雪がなく裸氷面が出ていた。そこで,前年までと違いプールの薄氷ではなく厚い定着氷の上に新たに積った雪の特性の変化と氷化過程について２月に約一週間の観測を行い，そして一ケ月後の３月に再測を行った。同時に，プールに成長した氷の上の積雪の特性の変化についても調べたのでそれらの結果について報告する。

Ⅱ. 観測方法

サロマ湖は塩湖でありその水の塩分量は海水とほぼ同じである。したがって冬には湖水が凍結して平坦な海氷が形成される。

観測は岸から約150 m沖合いで行った。その付近の水深は約 1.2 m であった。湖水の塩分量は32.5‰であった。定着氷上に定点を設け，そこに積った雪及びゆき氷の特性を調べた。同時に，付近に氷を切り取り実験プール（大きさ２m×２m）を造り，新しく海氷を成長させてその上に積った雪とゆき氷の特性も調べた。

雪試料の採取は雪面に面積219 cm^2 の正方形の印をつけ，それを単位の面積として塩分量を測定するのに十分な体積の試料を得るために，雪の深さに応じて１～２面積を雪べらによりすくい取った。その際，乾き雪とぬれ雪に分けて採取した。試料は重量を計り，密度を計算したのち融かして塩分量を光学的塩分計（屈折率により塩分量を求める）により測定した。測定精度は±１‰であった。

氷試料は，ゆき氷部分と海氷部分に分けて採取し，それぞれ塩分量を測定した。ゆき氷と

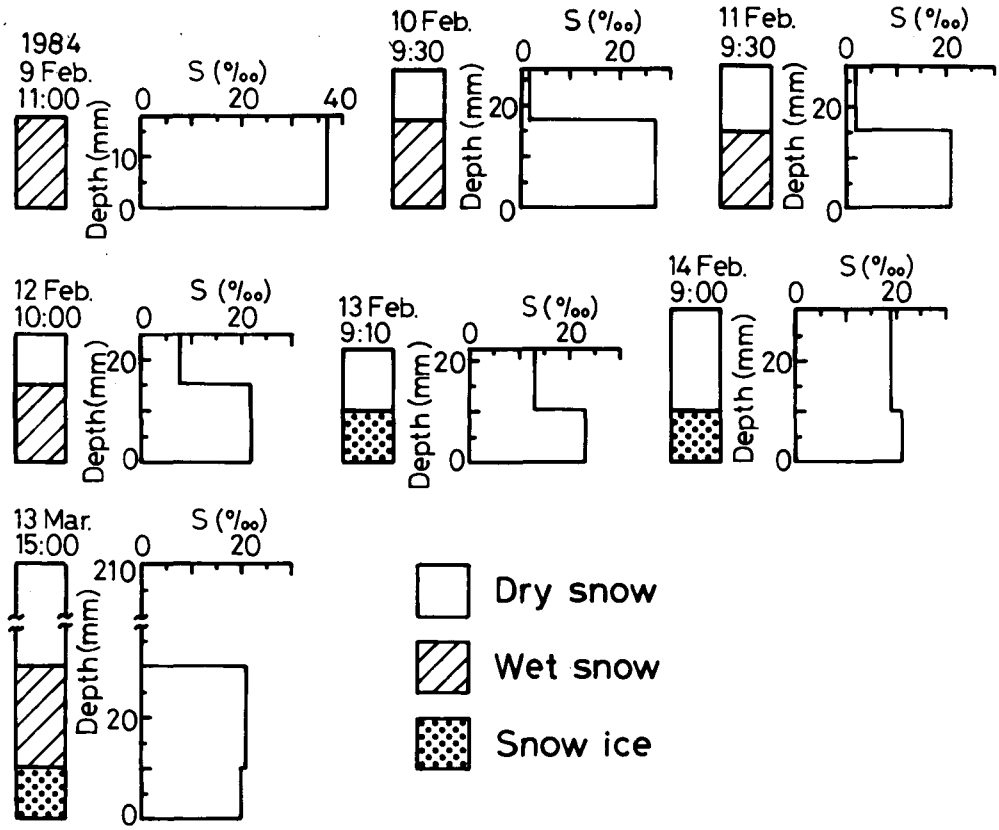
* 北海道大学低温科学研究所業績　第2677号

海氷の境界を決める方法は，氷化して間もないゆき氷は多孔質であり簡単に雪べらで削り取ることができるので，氷の構造を見ながら削っていき固い面が出たところをもって境界とした。2月の観測はこの方法によった。しかし，3月に再測する時にはゆき氷が厚く又固くなっていることが考えられたので，2月の降雪がない時に裸氷面に目のあらいメッシュを敷いておいた。3月の測定ではこのメッシュより上の氷をゆき氷とした。

Ⅲ. 観測結果及び考察

1. 定着氷上の積雪とゆき氷

2月8日には定着氷は裸氷面が出ていた。翌9日の朝には夜間の降雪のため定着氷は新雪



第1図 定着氷上の積雪とゆき氷の塩分量変化。定着氷の厚さは，2月9日，14日及び3月13日にそれぞれ21 cm，22 cm，32 cmであった

に覆われていた。第1図に示したように積雪は下からしみ上ったブラインを吸収してぬれ雪となり，その塩分量は37 ‰にも達していた。定着氷の厚さは21 cmあり，実験プールに成長した氷（厚さ10 cm以下）の二倍以上の厚さにもかかわらず，プールの氷においてそうであったように[1,2]多量のブラインがしみ上ったのがわかる。翌10日の朝にはぬれ雪の塩分量は10 ‰減少して27 ‰であった。この一日間にかなりの量のブラインが流下したことがわかる。11日朝には

ぬれ雪の塩分量はさらに減少して21‰であった。12日には塩分量は前日とほぼ同じであった。13日朝にはぬれ雪は氷化してゆき氷に変っていた。第1表に示したように，日最低気温が11日に－10°C以下に下がり12日に－15°C，13日に－17°Cと寒い日が続いた後にぬれ雪の氷化が起っている。

第1表　ぬれ雪の密度と日最低気温(1984年2月)

日　付	8	9	10	11	12	13	14
ぬれ雪の密度(g/cm^3)		0.4	0.3	0.5	0.5		
日最低気温(°C)	−10	− 5	− 5	−11.5	−15	−17	−12.5

ぬれ雪の塩分量は11日に21‰まで減少したあとほぼ同じ値を保ち，ゆき氷に変化しても塩分量は変らず20‰をやや越えた値で一定していた。

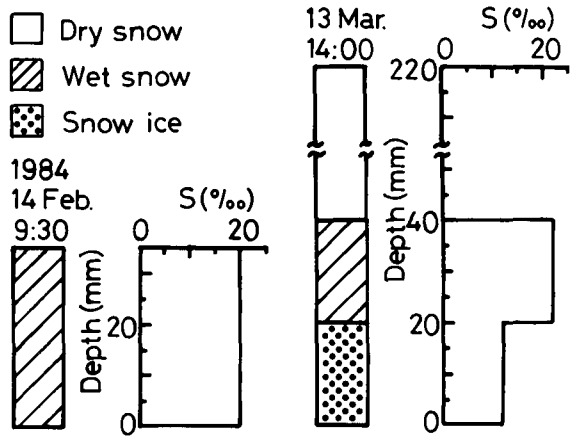
ぬれ雪の密度は0.3～0.5 g/cm^3（第1表）であり，昨年のプールでの氷の上のぬれ雪の密度0.8～1.0 g/cm^3の半分以下であった[2)]。しかし，塩分量には両者の間に本質的な差はない。よって，この密度の差はぬれ雪が含んでいる水分量に依っていると思われる。即ち，昨年のプールでのぬれ雪は比較的低塩分のブラインを多量に含んでいたが，今年の定着氷上のぬれ雪は高塩分のブラインをプールでの雪よりは少い量含んでいたと言える。このブラインの塩分量の違いは，ブラインの温度と平衡濃度の関係から，厚さが非常に薄いので温度の高いプールの氷からしみ上るブラインと厚いので低温の定着氷からしみ上るブラインとでは塩分量が違うのは当然予想される。

一ケ月後の3月13日には，ゆき氷の塩分量は20‰であり，この一ケ月間に塩の脱落がなかかったという結果になっている。この結果はゆき氷の塩分量は時間と伴に減少するという前報[2)]での推測及び後述する今年のプールでの観測結果と異なっている。一方，ゆき氷の上にあるぬれ雪は21‰の塩分量を示しており，ぬれ雪の塩分量は20‰をやや越えた値に落ち着くという前報の結果と一致している。

第1図において注意しなければいけないことは，乾き雪が塩を含んでいる点である。2月10日，11日の乾き雪の塩分量は小さく，これは雪試料の採取の際に塩を含んだぬれ雪が混入したものと考えられる。一方，12日以降の乾き雪の塩分量はかなり高く14日には20‰近くにも達していた。これは試料採取の際の塩混入とは考えられず，雪質も10日，11日とは異なっており便宜上乾き雪に分類したが，雪は水分は少ないが非常に高塩分のブラインを含んでいたと思われる。

2. プールに成長した氷の上の積雪

第2図はプールの氷の上の積雪の1ケ月の変化を示したものである。2月14日氷厚は7.8 cmありその上に深さ3.5 cmのぬれ雪が載っていた。ぬれ雪の塩分量は20‰であった。一ケ月後の3月13日には海氷の厚さは22.5 cmであり，ぬれ雪の下層は氷化してゆき氷に変っていた。ゆき氷の塩分量は12‰であった。第1図に示した2月12日の塩分量約20‰のぬれ雪が13日には氷化してゆき氷に変った際に塩の脱落がなかったことより類推すると，プールでのぬれ雪が時期は不明だが氷化したときにはゆき氷の塩分量は約20‰であったであろう。それが時間



第2図 プールに成長した海氷の上の積雪とゆき氷の塩分量。海氷の厚さは，2月14日に7.8 cm，3月13日には22.5 cmであった

と伴に塩の脱落が起り塩分量が12 ‰まで減少したと考えられる。一方，ぬれ雪の塩分量は22 ‰であり，ぬれ雪の塩分量は20 ‰を越えた値に落ち着くという傾向を裏がきしている。

前述のように，3月13日の定着氷でのゆき氷とプールでのゆき氷の塩分量の間には大きな違いがあり，ゆき氷の塩分量の時間変化に関して異なった結果が得られている。この食い違いが，氷中のブラインは氷温が高いほど移動しやすい[3]ことより，定着氷とプールの氷の氷温の違いに依る可能性がある。即ち，薄いので温度が高いプールの氷の中のブラインは動きやすいのでゆき氷の中のブラインの落下が起った，一方，厚いので低温な定着氷ではゆき氷の中のブラインは落下しなかったと言うことである。しかし，これを裏づける測定データがないので，ゆき氷の塩分量の時間変化についてさらに調べる必要がある。

Ⅲ. ま と め

1984年2月と3月に北海道サロマ湖において海氷上の積雪とゆき氷の特性についての実験観測を行った。厚さ約20 cmの定着氷の上に降雪があった場合，プールでの厚さ10 cm以下の薄氷の場合と同様に雪は下からしみ上ったブラインを吸収してぬれ雪となり，その塩分量は37 ‰にも達した。ぬれ雪の塩分量は翌日には27 ‰，二日後には21 ‰まで減少して，この二日間に急激にブラインの落下が生じたことを示している。その後寒気に対応してぬれ雪は氷化してゆき氷に変った。その際塩分量の変化はなく約20 ‰の値であった。一ケ月後，ゆき氷の塩分量は以前と変らず20 ‰の値を保っていた。一方，プールでのゆき氷は一ケ月後には12 ‰の塩分量しかなく，ゆき氷の塩分量は時間と伴に減少するという前年の予測を裏づけた。しかし，今回得られた定着氷でのゆき氷とプールでのゆき氷の塩分量の値の間の大きな違いについては満足のゆく説明はできなかった。

観測を行うにあたり，流氷研究施設の河村俊行助手，大井正行・石川正雄・福士博樹の各技官らから多大の御助力を頂いた。温度の資料は大学院生本井達夫君から提供していただいた。

これらの方々に対しまして厚くお礼申し上げます。また，本論文を校閲していただいた小野延雄教授に心から感謝の意を表します。

なお，本研究に要した費用の一部は文部省科学研究費「世界気候にかかわる海氷のモデル化のための基礎研究（課題番号56460037，代表　小野延雄）」によった。

文　献

1) 滝沢隆俊・若土正暁 1982 海氷上の積雪．低温科学，物理篇，**41**，159－165.
2) 滝沢隆俊 1983 海氷上の積雪の特性とゆき氷の形成．低温科学，物理篇，**42**，157－162.
3) 河西孝・小野延雄 1984 薄い海氷中におけるブラインの上方移動に関する実験的研究．低温科学，物理篇，**43**，149－155.

Summary

Field experiments were carried out to investigate the characteristics of the snow cover on sea ice and the snow ice formation process at Lake Saroma in Hokkaido in February and March 1984.

On the morning of 9th February the fast ice 21 cm thick was covered with snow 1.8 cm deep. The snow was wet and its salinity was as high as 37‰. Thereafter, the salinity decreased rapidly and fell to 21‰ on 11th. The wet snow was frozen into a snow ice on 13th. At this time brine exclusion did not take place. The salinities of wet snow and snow ice were almost constant from 11th to 14th. One month later, on 13th March, the snow ice had the salinity of 20‰, and the wet snow on it had the salinity of 21‰.

A test pool was made by removing ice blocks from the fast ice sheet. The snow cover 3.5 cm deep on the newly formed ice in the pool was wet thoroughly on 14th February. Its salinity was 20‰. One month later, on 13th March, the lower layer of the wet snow was found to have changed to snow ice having the salinity of 12‰. It is reasonable to expect that the snow ice, just after it was formed, had the salinity of about 20‰ by the analogy to the change from the wet snow to the snow ice on the fast ice, as described before. This low value of salinity, therefore, suggests that it decreased gradually with time. However, the salinity of ice on the fast ice kept the salinity of 20‰ on the same day. This discrepancy is inexplainable to our satisfaction because of a lack of observation data around 13th March. On the other hand, it was found that the wet snow on both fast ice and pool ice kept the salinity of more than 20‰ was found.