

# 晩冬季の東南極海氷上における観測から推測される snow ice 形成の一過程

豊田威信<sup>1</sup>、Robert Massom<sup>2</sup>、館山一孝<sup>3</sup>、田村岳史<sup>4</sup>、Alexander Fraser<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 北大低温研

<sup>2</sup> オーストラリア南極局 & 南極気候生態系共同研究センター

<sup>3</sup> 北見工大

<sup>4</sup> 南極気候生態系共同研究センター ( 豪 )

## A case study of snow ice formation processes on the sea ice off East Antarctica in late winter

Takenobu Toyota<sup>1</sup>, Robert Massom<sup>2</sup>, Kazutaka Tateyama<sup>3</sup>, Takeshi Tamura<sup>4</sup>, Alexander Fraser<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

<sup>2</sup>Australian Antarctic Division & Antarctic Climate and Ecosystem Cooperative Research Center

<sup>3</sup>Kitami Institute of Technology

<sup>4</sup>Antarctic Climate and Ecosystem Cooperative Research Center

In late winter 2007, during the Australian SIPEX expedition, we conducted a field study of snow ice formation processes on sea ice off East Antarctica. In the observation, flooding mechanism was examined with salinity and  $d^{18}O$  at 32 snow pit sites, and freezing processes were examined from the diurnal observation of temperature profiles of snow on three ice floes. In this study, preliminary results are presented that capillary suction of brine was the major flooding process at 20 % of all the sites and that wet basal layer and downward long wave radiation played important roles in the freezing of a basal slush layer.

はじめに 南極域の海水の特徴の一つは海水上の積雪の最下層に海水や海水中ブラインの浸み込みにより湿った高塩分の層が存在することである。この層が凍結すれば snow ice となって海氷の成長に寄与する。従来の研究によれば南極海氷における snow ice の寄与は 10~20%に達する(Jeffreys et al., 1994, 1997)。しかし、その形成過程に関しては観測データも限られており十分には理解されていない。大まかには snow ice 形成には flooding と freezing の2つの過程がある。本研究では、flooding の水の起源について $d^{18}O$ と塩分を用いて、また、freezing 過程については積雪層内の温度プロファイルの日変化観測から見積もったので、一つの事例として報告する。

観測 海氷域内を航行した 2007 年 9 月 11 日~10 月 10 日の期間中、13 個の氷盤上計 50 箇所積雪断面観測を行い、うち 32 箇所 $d^{18}O$ と塩分のデータを取得した。また、丸一日以上船舶が停泊した3つの氷盤上(①Sep.30-Oct.01, ②Oct.06, ③Oct.07-08)で長短波放射フラックス及び積雪層内の温度プロファイル、積雪最下層の塩分・密度の観測を2時間毎に行い、積雪層内の熱伝導フラックスの推移を調べた。積雪深は3つの氷盤上いずれも約15cmでほぼこの海域全体の平均値に等しく、最下層の塩分は①の期間が約30psuであるのに対して②③の期間は1-2psuと対照的であったため、代表例として海氷直上の wet layer の役割を知るのには適した条件と考えられる。

結果 flooding で積雪層内に浸透した水の起源を調べるために海氷直上積雪の $d^{18}O$ と塩分の値をプロットした(Fig.1)。観測期間中、船上で採取した降雪の $d^{18}O$ は $-17.6\pm 6.4\text{‰}$ (N=9)、海水の $d^{18}O$ は $-1\sim -0.3\text{‰}$ であるため、もし水の起源が海水であればプロットは Fig.1 の2つの直線に挟まれた領域に収まる筈である。明瞭に外れた5点は海水中の高塩分のブラインが水の主起源であることを示している。これにその上層の積雪塩分が41psuを示した一箇所を加えて計6箇所ブライン起源の水が flooding の主因となつたと結論される(全体の20%)。

freezing 過程に関しては、①と②③の期間では明瞭な違いが観察された。①の期間では積雪表面温度の日変化に伴い積雪層内の熱伝導フラックスが大きく変動したのに対して、②③の期間では熱伝導フラックスはほぼ一定であった。これは①では最下層が湿って液相と固相が平衡状態にあることにより温度が一定に保たれ、表面温度の降下が熱伝導フラックスの増加に直結したことに因る。凍結に伴い①では積雪最下層の塩分低下と密度上昇も観測された。積雪表面温度の降下は雲の消散による下向き長波放射フラックスの減少が主因であり、この季節における snow ice の形成に雲の存在が大きな影響を与えることが示唆された。フラックス収支から snow ice の成長速度は $0.6\text{cm day}^{-1}$ と見積もられ、底面結氷の速度 $0.5\text{cm day}^{-1}$ にほぼ匹敵したのは興味深い。

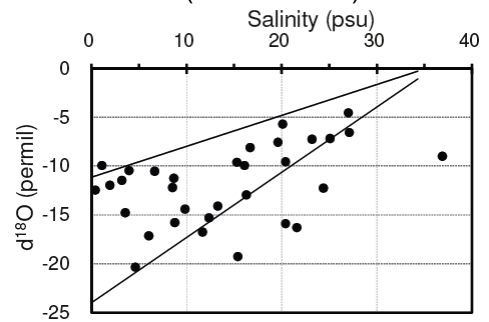


Fig. 1. Scatter plots between Salinity and  $d^{18}O$ .