

# 室内実験における海水 granular ice の生成過程

幸田笹佳<sup>1</sup>、豊田威信<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院環境科学院

<sup>2</sup>北海道大学低温科学研究所

## The formation process of granular ice of the seawater in laboratory experiments

Haruka KODA<sup>1</sup>, Takenobu TOYOTA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

<sup>2</sup>Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

The sea ice formation processes and crystal structure are different depending on the growth conditions. Granular ice is made from frazil ice produced in turbulent conditions. Frazil ice is accumulated to become grease ice. The detail of this process is not fully understood yet. The purpose of study is to investigate the formation process of granular ice by tank experiment in the laboratory. The room temperature was set to -15°C and -20°C and the difference in growth processes was examined. As a result, it was formed that in both cases the growth amount of sea ice was almost the same unexpectedly irrespective of columnar or granular ice type after grease ice is solidified, although the formation process was quite different.

海水の生成過程は生成する環境によって大きく二つに分けることができ、静穏な状況下でできるものと激しい擾乱下で生成した frazil ice が風と波によって集積され得るものがある。両者は結晶構造の違いから確認することができ前者は columnar ice、後者は granular ice となる。観測事実から granular ice は北極で 10-30%、南極で 60-80%の割合を占めることがわかっている。しかし columnar ice は海水成長過程がある程度確立されているのに対して、granular ice は観測が困難なため海水成長過程が確立されていない。過去の研究としてはリードでの frazil ice の生成について理論的に考察した Bauer and Martin(1983)や grease ice の特徴について述べた Martin and Kauffman(1981)(以後 MK)などがある。しかしながら frazil ice が集積、固化して granular ice が生成する詳細な過程はまだ十分には解明されていない。MK によれば grease ice は波を吸収して運動のない静かな状態が存在する(dead zone)ことが示された。そこで本研究では、この dead zone より向こうの静かな状態の領域で固化した granular ice が生成される過程に着目して室内実験で調べる。

低温室で内径が縦 30cm×横 30cm×深さ 65cm のアクリル水槽に海水を注入し、攪拌機を用いて擾乱を与えることにより frazil ice を生成させ、攪拌機を止めた後 frazil ice が集積し、grease ice となり、それが固化して granular ice が生成される過程を観察した(Tank 1)。比較対象として同一の水槽を同じ条件下で静かに結氷させることにより、columnar ice を生成(Tank 2)し、両者の違いに着目した。氷厚は水槽の側面から読み取り、温度プロファイルは上部 10cm までに 1cm 毎に銅コンスタンタン熱電対を用いて一分間隔でモニタリングを行った。室温は-15°Cと-20°Cに設定して 2 通りの実験を行った。

この手法により、現場結氷で見られる granular ice を生成することができた。十分に成長した後は両水槽で platelet ice が底面に生成した。攪拌を与えた状態では-15°Cで 26 時間後 Tank 1 の grease ice の氷厚は 15.9cm でそのうち氷は 25%の氷厚 4.0cm が得られ、同時刻の Tank 2 の氷厚は 10.8cm であった。-20°Cでは 12 時間後に Tank 1 では grease ice が 10.5cm 得られ、そのうちの 30%に当たる 3.1cm 海水が生成し、そのときの Tank 2 の氷厚は 5.9cm であった。それぞれの grease ice に占める氷の割合は MK が示した 32-43%(dead zone での値)とほぼ一致した。その後、両者を静かに凍らせると-15°Cでは実験開始から 56 時間後に Tank 1 で氷厚 17.0cm と Tank 2 で 12.5cm まで固化・成長し、-20°Cでは 24 時間後に Tank 1 で氷厚 11.7cm、Tank 2 で氷厚 8.7cm まで固化・成長した。しかし薄片解析を行うために氷を切り出したところ-15°Cでは granular ice の氷厚は 11.8cm(Tank 1)、columnar ice の氷厚は 11.1cm(Tank 2)、-20°Cでは granular ice の氷厚は 8.5cm(T1)、columnar ice の氷厚は 9.0cm(T2)となった。これはそれぞれの氷の底面では十分に氷が固まっていないこと、海水を多く含んでいるために氷が脆いことが原因と考えられる。このように最終的に両水槽で固化した氷の違いがほとんどみられなかった。しかしながら Tank 1 で生成された frazil ice の海水生産量は同時刻の Tank 2 の半分程度だが、最終的にはほぼ同じ量が生成されるため、grease ice の結氷速度が速いと言える。今後は擾乱下での frazil ice と columnar ice の環境の違いに着目し攪拌の強さや気温を変化させ考察を行う予定である。

## References

Bauer, J. and S. Martin, A model of grease ice growth in small leads, J. Geophys. Res., 88(C5), 2917-2925, 1983.

Martin, S. and P. Kauffman, A field and laboratory study of wave damping by grease ice, J. Glaciol, 27(96), 283-313, 1981.