

Abstract

In last year, we found that ice made from brine and ice made from pure water have different crystal structures, and that these differences affect the strength of the ice. This year, we decided to investigate how much the strength of ice is affected by the concentration of brine.

研究目的

近年北極では、地球温暖化に伴う海水温の上昇が原因で、海水が蒸発し、海水の塩分濃度が高くなったことで、海氷が脆くなっているため、北極で暮らす生き物たちのすみかが失われていっていることが問題視されている。そこで、海水の濃度と形成される海氷の強度の関係を明らかにしたいと考えた。

原理と仮説

食塩水からできた氷は、 Na^+ や Cl^- などが水分子の間に入り込むことで、純水からできた氷と比べて結晶構造に違いが生じ、それゆえ水分子の結び付きが弱くなり、氷の強度が弱くなる。また、海氷が形成される際に高濃度の海水であるブラインが取り込まれるが、それを再び海水へ排出するため、海氷の密度は小さくなる。そこで、海水の濃度が高いほど、吸収・排出するブラインの量が増え、海氷の密度が小さくなり、それに伴い海氷の強度が弱くなると考えた。

実験方法

製氷は、北極の海氷と同じ条件(-30°C 、上方向から冷却)で製氷する。

- ① 底面と側面を発砲スチロールで囲った20cm×40cm×20cmのアクリル水槽に食塩水6Lを入れ、 -30°C に設定したフリーザーの中で氷の厚さが3cm程になるまで凍らせる。
- ② ①で凍らせた氷から10cm×10cm×3cmの氷の板切り出す
- ③ 板の両端を固定し、真ん中におもりを吊していき、板が折れた時のおもりの重さを記録する。(この試験を3回行い、平均を取ったものを結果とする。)
- ④ 食塩水の濃度を0%～5%までの1ポイント刻みに変えた食塩水と、海水と同濃度(0.58mol/lの食塩水で行う。



(←図1)



(図2→)

結果

結果は以下の表の通りである。

濃度	重さ
0%	1,000g
1%	420g
2%	420g
3%	410g
4%	400g
5%	380g
海水	410g

0%から1%にかけては、耐えられるおもりの重さが半分以下になったが、それ以降は、食塩水の濃度が1%濃くなると耐えられる重さは約10g減った。

氷が重さに耐えられなくなって折れたとき、0%の氷で行った場合は氷に亀裂が入ってすぐ割れた。それに対して、1%～5%と海水の濃度で行った場合、小さな亀裂が徐々に入っていき、ほぐれるように折れた。

考察

仮説通り、食塩水の濃度が高いほど、吸収されるブライン量は多くなり、形成される氷は密度が小さく、脆くなる。濃度0%から1%にかけての強度の変化は、1%以降の強度の変化に比べて変化が大きい。これは、0%の時は、ブラインを吸収する過程がないからである。

参考文献

- ・海氷の結晶機構と強度特性 (佐伯 浩 1985)
- ・海氷および淡水氷の強度特性に関する研究 (竹内 貴弘、田淵 浩文、今泉 章、榎 国夫、岡田 智、佐伯 浩 1992)

謝辞

本研究を進めるにあたって、実験方法に関してご助言を頂きました小西啓之先生、その他、ご指導賜りました先生方に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。ありがとうございました。