

海水の融解特性に関する基礎実験

岩手大学 学生会員 ○伊藤良太, 学生会員 工藤瞬, 正会員 小笠原敏記, 堺茂樹

1. はじめに

北極海の海氷減少は、予想を上回る速さで進行している。この急速な海氷減少が温暖化によるものなのかの判断は現時点で難しいが、温暖化の影響ではないと断言することもできない。何れにせよ北極海の海氷が2007年に観測史上最小の面積を記録したことは事実である(丸山, 2009)。海氷減少は開水域の面積を増加させ、太陽光の熱をより吸収するようになるため、海氷の融解が更に加速すると考えられる。

そこで本研究では、開水域に着目した海水の融解過程に関する基礎的な水理実験を行う。特に、開水域の色および氷盤の規模を変化させて、開水域の水面温度分布の時間的変化の特徴を明らかにする。

2. 実験の概要

実験では、断熱材に覆われた立方体の水槽 ($L=30\text{cm} \times H=30\text{cm} \times W=30\text{cm}$) に氷盤を浮かべ、図-1 に示すように水面から 100cm の位置にライト (熱源) を設置し、水面温度の変化を赤外線カメラ (NEC, TH6300R) で計測した。計測時間は各氷況で 7 時間とし、1 時間ごとに海氷面の撮影を行った。また、塩分濃度を 30‰ の海水とし、水深を 25cm の一定とした。氷盤の一边の長さは 8cm, 10cm および 12cm の 3 ケースとし、水槽中央に 1 枚浮かべた。さらに、10cm の条件のみ氷盤 4 枚の場合と海水を黒く着色した実験を行った。

3. 氷盤面積の違いによる水面温度の比較

図-3 は実験開始から 1 時間後および 5 時間後の水槽中央横断方向の水温分布を示す。水槽中央の温度が減少している範囲は、氷盤に相当する部分である。水面部分の温度は、実験開始から 1 時間後では氷況による差は余り見られないが、5 時間後では、8cm のケースが約 3℃ 上昇している。このときの水面温度分布の割合を示したものが図-4 である。なお、水面温度分布の割合とは、赤外線画像の総画素数 (17,632 (=152×116) pixel) に対する温度の範囲 $\Delta T=1^\circ\text{C}$ ごと

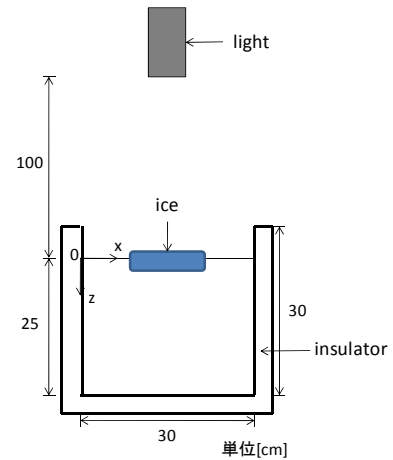


図-1 実験装置の概要

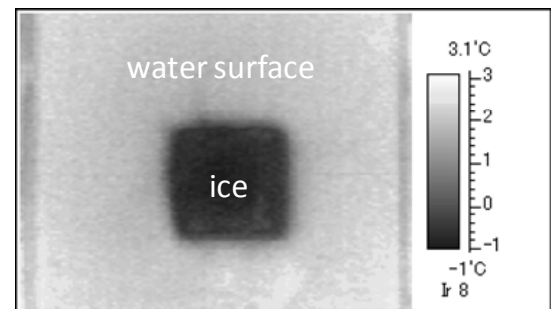


図-2 赤外線カメラで撮影された水面の温度分布

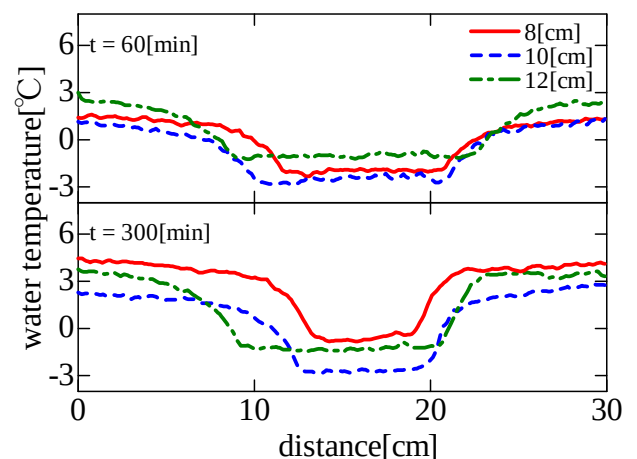


図-3 実験開始から 1 時間後および 5 時間後の水槽中央横断方向の水温分布

の温度の画素数の割合を示す。何れのケースにおいても水面温度は、実験開始から 5 時間後に上昇する

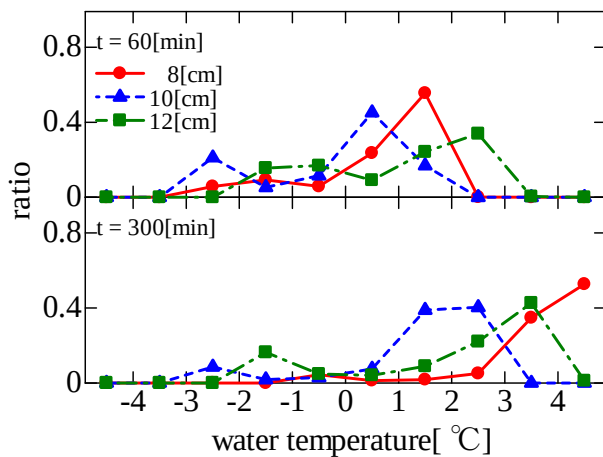


図-4 実験開始から1時間後および5時間後の
水面温度分布の割合の比較

傾向がある。特に、8cm のケースでは、1 時間後において 1~2°C の分布が 6 割程度であるが、5 時間後になると 4°C 以上の割合が約 5 割も占めるようになる。つまり、氷盤面積が小さくなることにより、開水域の面積が増大するため、大気中からの熱量をより吸収するようになり、水面温度の上昇速度が大きくなるものと考えられる。

4. 海水の透明さの違いによる水面温度の比較

ここでは、海水を黒色に着色することによって、海水の透明さの違いによる水面温度分布の比較を行う。図-5 は、氷盤の長さ 10cm を 1 枚浮かべた場合における水面温度分布の比較である。無着色の場合では、温度分布のピークが 0~1°C の範囲から 1~2°C の範囲に移動しているが、着色の場合では、1~2°C の範囲から 3~4°C の範囲に移動している。着色した場合、同じ時間経過において 2 倍の温度上昇が見られる。次に、氷盤を 4 枚浮かべた場合の水面温度分布の比較を図-6 に示す。2 時間後では、温度分布に差はほとんど見られないが、7 時間後になると、無着色では温度が低下し、着色では上昇する傾向を示す。つまり、初期状態の水面に占める氷盤の面積率 (0.11) が同じであっても、無着色では、氷盤から水面に、着色では水面から氷盤に熱の輸送が行われていると推察される。そこで、図-7 に氷盤面積の時間変化を示す。なお、各時刻の氷盤面積は、初期の氷盤面積で正規化している。氷盤面積は時間の経過とともに減少するが、着色した場合、2 時間後から面積の減少率が大きくなり、7 時間後では、約 1 割の差が生じる

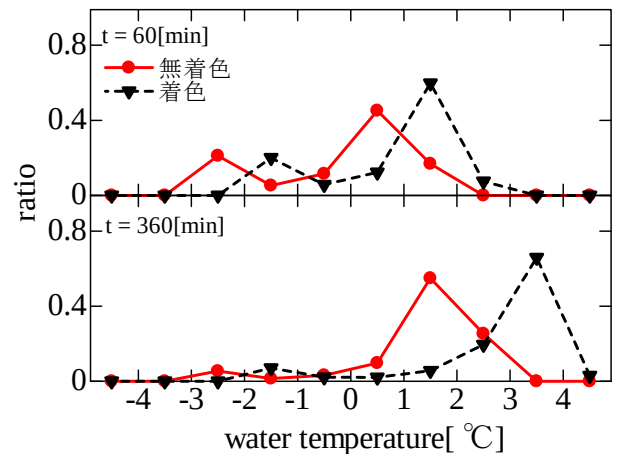


図-5 開水域の色の有無による
水面温度分布の割合の比較

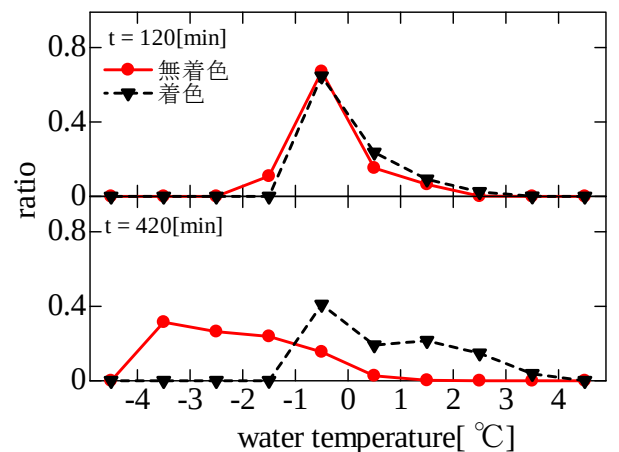


図-6 開水域の色の有無と開水域の規模による
水温分布の割合の比較

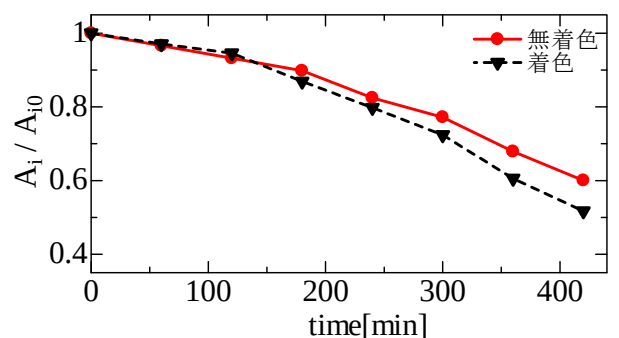


図-7 無次元化面積の時間変化

ようになる。これらの結果より、氷盤面の白色系の減少から海水面の暗色系の増加が氷盤の融解をより加速させるものと結び付けられる。

参考文献

丸山康樹：地球温暖化と北極海の海水減少，日本船舶海洋工学会誌，第 23 号，p.6-11，2009。