# 海水域における海面温度分布特性に関する基礎的研究

岩手大学 学生会員 ○小笠原 歩,伊藤良太,朴 燕子,正会員 小笠原敏記

#### 1. はじめに

海面に生成したフラジルアイスは、たえず風波やうねりによって、もまれながら砕かれ、また新たなフラジルアイスを生成し、やがてある厚さを持ったグリースアイスを形成する. さらに、グリースアイスは波の上下運動によって、波長の半分程度に寄せ集められ、互いに衝突をくり返しながらパンケーキアイスと呼ばれる円盤状の氷を形成する. 特に、パンケーキアイスは、熱交換が最も盛んに行われると言われているが、その熱量の定量的な評価およびそれに伴う海面温度分布の変化は未解明と言える.

そこで本研究では、氷海一波浪水槽内で観察できる様々な氷況における海面温度を捉え、異なる氷況下での海面の温度分布および熱量の時間的特性を明らかにする.

### 2. 実験方法

実験は、冷凍室内に設置されたプランジャー式造波水槽 ( $^L$ 17× $^H$ 1.2× $^W$ 0.5m) を用いて行った.水深を80cm,塩分濃度を約35psu に設定した.周期 T=1.2~1.8 秒の4種類の規則波を造波させた.室温および水温は、造波板(x=0)から8m および10mの位置で、プローブ(外付けプラチナ式; testo 製)を用いて、小数点二桁までの値を10分間隔で計測した.海面温度は、x=7m および13m の位置で、赤外線サーモグラフィ(testo 製)を用いて、1時間毎に20×35cm の面的な計測を行った.また、氷厚をガラス張りの水槽側面より計測した.なお、表-1は、各周期における波高、平均水温、平均室温および観測時間を示す.なお、波高は造波開始から2分後の安定状態での1分間の平均値であり、平均水温および平均室温は、観測時

表-1 実験条件

周期(s)	波高(cm)	平均水温(℃)	平均室温(℃)	観測時間(hr)
1.2	3.61	-2.14	-7.64	17.2
1.4	3.41	-2.13	-8.08	14.9
1.6	3.55	-2.13	-8.33	16.7
1.8	4.27	-2.08	-8.36	17.6

間の平均値である.

### 3. 実験結果

図-1 は、計測位置 x=7.0m で周期 1.4 秒における水温、海面温度および平均室温を示す。図中の F はフラジルアイス、F-P はフラジルーパンケーキアイス、および G-P はグリースーパンケーキアイスの氷況を意味する。海面が過冷却状態で造波を開始するため、波の乱れによってすぐに海面にフラジルアイスが生成される。このとき、水温は、フラジルアイス下で-2℃付近で振動し、フラジルーパンケーキアイスになると、-2℃から徐々に低下するようになる。さらに、グリースーパンケーキアイスになると、約-2.2℃で一定に収束することがわかる。一方、海面温度は、氷況がフラジルアイスからフラジルーパンケーキアイスの過程で低下するが、グリースーパンケーキアイスになると、振動するようになる。つまり、大気と海氷間で熱交換が行われていることが考えられる。

図-2 は、x=7.0m での各周期における氷厚と海面温度の関係を示す.ここで,海面温度は各氷況下の平均値を示す.平均海面温度は,周期に関わらず,-7.5<sup> $\circ$ </sup> 程度の一定値となるが,氷況が変化するに連れて氷

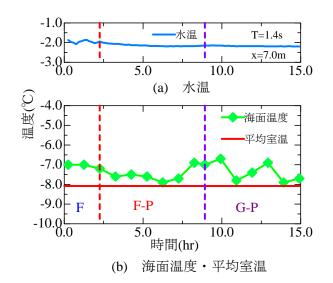


図-1 周期 1.4 秒での水温, 平均室温および 海面温度の時間変化

キーワード フラジル/グリースアイス,パンケーキアイス,海面温度,熱量 岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学工学部社会環境工学科・019-621-6448・019-652-6048

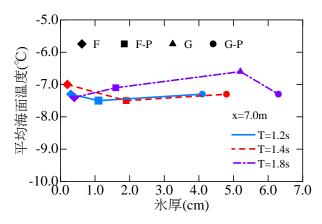


図-2 異なる氷況下における海面温度と 氷厚の関係

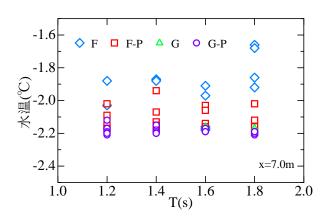


図-3 異なる氷況下での水温と周期の関係

厚が大きくなることがわかる. 同様な計測位置での異なる氷況下における周期と水温の関係を**図-3** に示す. 水温は周期に依らず、氷況がフラジルアイスからフラジルーパンケーキアイス、更にグリースーパンケーキアイスへと成長するに連れて低くなることがわかる. このときの氷況が約-2℃までフラジルアイス、-2~-2.2℃の範囲でフラジルーパンケーキアイス、-2.2℃付近になるとグリースーパンケーキアイスとなることから、周期に依存せず、水温によって氷況が支配されるものと推察される.

次に、海面温度を用いて、単位面積・単位時間あたりの熱量 $Q_i$ を次式より求める.

$$Q_i = \rho_i c h_i \frac{dT_s}{dt} \qquad \cdots (1)$$

ここで、 $\rho_i$ (=0.917g/cm³) は氷の密度、c(=0.487cal/g・K) は氷の比熱、 $T_s$ は海面温度、tは時間である。**図-4**は、x=7.0m での周期 1.8 秒における熱量  $Q_i$ の時間変化を示す。 $Q_i$  の値は、フラジルアイスでは、ほぼゼロで変化が見られないが、パンケーキアイスおよび

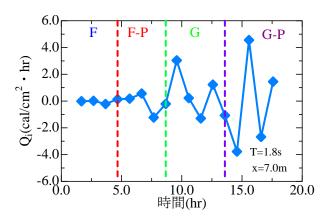


図-4 周期 1.8 秒における熱量 Q₁の時間変化

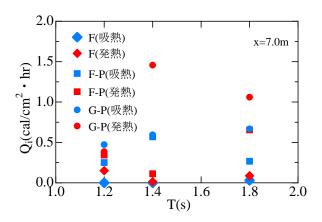


図-5 異なる氷況下における熱量 0,と周期の関係

グリースアイスの氷況が形成されるようになると, 変動するようになる. つまり、+側は吸熱を、-側 は発熱を意味することから、グリースーパンケーキ アイスの氷況下では、氷の成長に伴い吸熱と発熱が 繰り返されるものと予想される. そこで, 各氷況に おける吸熱および発熱の熱量と周期との関係を示し た結果が図-5 である. 周期に依らず、フラジルアイ ス下では、熱交換が非常に小さく、グリースーパン ケーキアイスになると, 熱交換が活発に行われるこ とが確認できる. 特に, 周期 1.4 秒および 1.8 秒で見 られるように発熱量が吸熱量よりも高くなる. これ は、氷の成長に伴う大気中への熱の放出によるもの と推察される. 図-2 に示したようにグリースーパン ケーキアイス下において、氷厚が最も大きくなるこ とから、氷の厚さ方向の成長と熱量は強く依存して いることが考えられる.

## 参考文献

理科年表:国立天文台編,第83冊,2010,丸善