# 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 〇小笠原 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(<sup>L</sup>17×<sup>H</sup>1.2×<sup>W</sup>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℃程度の一定値となるが、氷況が変化するに連れて氷



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





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 *O*<sub>i</sub>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/cm<sup>3</sup>)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 Q<sub>i</sub>の時間変化



図-5 異なる氷況下における熱量 Q<sub>i</sub>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-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