

フラジリアイスの成長特性に関する実験的研究

岩手大学 学生会員 ○石川真理子, 正会員 小笠原敏記, 堀 茂樹

1. はじめに

過冷却状態の海水では、波の運動(乱れ)によって約 1~4mm のフラジリアイス(氷晶)が生成され、グリーン、パンケーキおよびシートアイスのような氷況が時間の経過に伴い形成される。そのため、海水中に占めるフラジリアイスの重量や堆積厚、その成長速度は、氷況変化を支配する重要な因子となるだけでなく、波浪特性にも強い影響を及ぼすと言える。Ushio ら(1989)は、風洞実験による風波下でのフラジリアイス生成過程の特性を検討している。

本研究では、氷海一波浪水槽による実験より、規則波で生成されるフラジリアイスを採取し、そのデータを基に、フラジリアイスの堆積厚およびその成長速度を明確にし、波形諸量との関係も検討する。

2. 実験方法

海氷一波浪実験は、冷凍室内にプランジャー式造波装置付き風洞水槽($L17 \times H1.2 \times W0.5m$)を用いた。温度を $-8^{\circ}C$ 、水深を 80cm および塩分濃度を約 35psu に設定した。周期 $T=0.8 \sim 1.6$ 秒の 5 種類の規則波を造波させた。水面変位の計測には、造波板から 4m の位置、2 台目以降を 2m 間隔で 14m まで 6 台の超音波水位センサー(サンプリング周波数:100Hz)を用いた。なお、実験条件は表-1 に示す。表中の波高は、造波開始から安定状態での 1 分間の平均値を表す。

写真-1(a)に示すような筒状の亚克力製サンプリングシリンダー(直径 3.37cm)を海面から約 20cm の深さまで挿入し、採取口を閉じてフラジリアイスを採取した。そして、写真-1(b)に示すようなサンプ



(a) フラジリアイスの採取 (b) 海水との分離
写真-1 フラジリアイスの採取および分離の様子

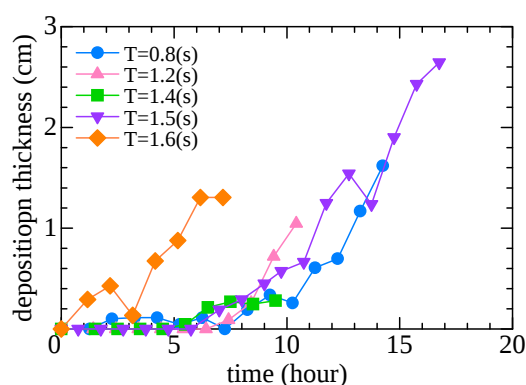


図-1 各周期におけるフラジリアイスの堆積厚 h_{fi} の時間変化

ル容器にろ過器を通して、海水とフラジリアイスを分離した。その測定は、造波板から 8m の位置において、約 1 時間間隔で定期的に行われた。フラジリアイスの質量は、高精度計量器を用いて計測した。

3. 実験結果

採取したフラジリアイスの質量 M_i を基に、次式よりフラジリアイスの堆積厚 h_{fi} を求める。

$$h_{fi} = \frac{M_i}{A\rho_w} \quad \cdots(1)$$

ここで、 A はサンプリングシリンダーの面積、 ρ_w は水の密度である。図-1 は、各周期 T における堆積厚 h_{fi} の時間変化を示す。堆積厚は周期に関わらず、時間の経過と共に成長する。周期 1.6 秒のみ、堆積厚の成長が早く見られるが、造波開始時の海面状態が何らかの乱れの発生によって、すぐにでもフラジリアイスの生成可能な過冷却状態であったと考えられる。

表-1 実験条件

周期(秒)	波高(cm)	採取数(回)	計測時間(hr)
0.8	3.357	14	16.75
1.2	3.807	6	10.25
1.4	3.624	5	9.5
1.5	3.429	12	16.75
1.6	3.001	7	7.17

キーワード 海氷実験, フラジリアイス, 氷厚

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

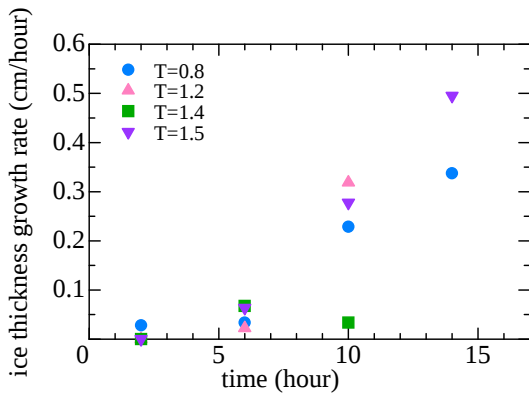
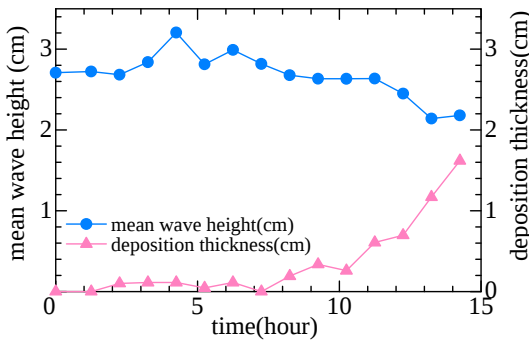
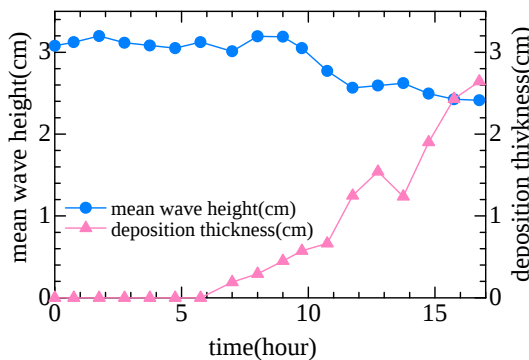


図-2 各周期における堆積厚の成長速度 v_{fi} の時間変化



(a) T=0.8(s)



(b) T=1.5(s)

図-3 フラジルアイスの堆積厚 h_{fi} と波高 H_t の時間変化

図-2 は、各周期における堆積厚の成長速度 v_{fi} の時間変化を示す。なお、図中の堆積厚の成長速度 v_{fi} は、図-1 の各時間での h_{fi} の値を用いて、次式より求めた。

$$v_{fi} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left(\frac{h_i^{t+\Delta t} - h_i^t}{\Delta t} \right)_j \quad \cdots(2)$$

ここで、 N は 4 時間毎のデータ総数、 t は計測時間、 Δt は計測時間間隔である。堆積厚の成長速度 v_{fi} は、時間と共に大きくなり、単調増加傾向を示し、造波開始から 8 時間を過ぎると急激に上昇することがわ

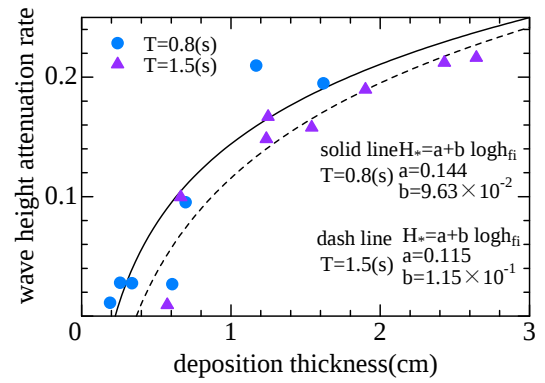


図-4 フラジルアイスの堆積厚 h_{fi} と波高減衰率 H_* の関係

かる。このとき、単位時間あたり 3~5mm の堆積厚さを増加させるようなフラジルアイスが、海水中で生成され、海面に上昇していることが推察される。

次に、計測時間の長い周期 0.8 秒と 1.5 秒に着目して、フラジルアイスの堆積厚 h_{fi} と波高 H_t の時間変化を検討する。その結果が図-3 であり、図中の波高 H_t は、堆積厚の計測と同時刻での前後 1 分間の波高を平均した値である。堆積厚の値が小さい間、周期 0.8 秒では、波高の値に変動が見られ、周期 1.5 秒では、ほぼ一定となる。しかし、堆積厚の増加に伴い、波高が両周期において低下するようになる。そこで、初期波高に対する波高減衰率 H_* を次式より算出する。

$$H_* = \frac{H_0 - H_t}{H_0} \quad \cdots(3)$$

ここで、 H_0 は造波開始時の波高である。図-4 は、フラジルアイスの堆積厚 h_{fi} と波高減衰率 H_* の関係を示す。堆積厚の増加に伴い、波高減衰率が増加するようになる。そこで、対数近似曲線を適用させると、波高減衰率と堆積厚の関係は、

$$H_* = a + b \log h_{fi}$$

$$a = 0.144, b = 9.63 \times 10^{-2} : T = 0.8s \quad \cdots(3)$$

$$a = 0.115, b = 1.15 \times 10^{-1} : T = 1.5s$$

と表すことができ、短周期から長周期までの波高減衰率を堆積厚で評価できる可能性を示唆した。

参考文献

S. Ushio and M. Wakatsuchi : Rapid frazil ice production coastal polynya : laboratory experiments, Proc. NIPR Symp. Polar Meteorol. Glaciol., 2, 117-126, 1989.