

波浪による流氷の陸上への遡上について

Run-up of Ice Floes on Sloping Beach due to Waves

小浜 等*・高橋良正**・今泉 章***・榎 国夫****・佐伯 浩*****
Hitoshi.Kohama,Yoshimasa.Takahashi,Akira.Imaizumi,Kunio.Enoki,Hiroshi.Saeki

The Okhotsk Sea coast of Hokkaido is rushed by drift ice every winter. Sometimes aquaculture and fishery resources have been damaged by the movement of drift ice. When the ice concentration is low, ice floes are brought on sloping beach by waves. On the coasts of Omusaro, Monbetsu airport and Sanri which are facing to Okhotsk Sea, the authors observed run-up height, size and shape of ice floes on sloping dry beaches. And the position, size, thickness and run-up height of run-up ice floes on sloping beach are clarified.

Keywords:run-up,drift ice,ice floe

1. はじめに

北海道のオホーツク海沿岸に襲来する流氷は、プランクトンの増加を促し水産資源に重要な役割を担うとともに冬期間の貴重な観光資源として寄与する一方、海岸構造物やこんぶ・ホタテなどの水産資源とその養殖施設などへ深刻な被害を及ぼすことがある。また、汀線付近に遡上した数多くの流氷が堤状を成し、波による海岸変形を促す場合もある。これらの被害に対応するためには、流氷の遡上高やその大きさ、数などを予め知る必要があるが、調査が行われた例はない。実際には、氷盤の制御を確実にするためには流氷の大きさを明らかにすることが重要で、その影響するものとしてまとめたものが表-1である。

本研究は流氷の遡上の調査を行い、またこれに関連して多少の実験を行ったものである。

表-1 氷盤制御施設に対して氷盤の大きさが与える影響

氷盤の移動制御	固定(着定)式構造物	Pack Ice Barrier	構造物の設置間隔、構造部材の間隔
		Jacket Type	構造物の設置間隔、構造部材の間隔
		Ice Breaker Frame	構造物の設置間隔と配置、構造部材の間隔
		HITS	構造物の設置間隔と配置
		Multi Legged Structure	構造物の設置間隔と配置
	浮体式構造物	浮体式防水施設	氷厚と代表径の比が制御効果へ影響
		Ice Boom	氷厚と代表径の比が制御効果へ影響
		新型Ice Boom	氷厚と代表径の比が制御効果へ影響 メッシュの間隔
	アーチ形成の利用		氷の代表径と構造物の間隔の比が制御効果へ影響
越氷制御	防波堤	混成式防波堤	氷厚と代表径が越氷量へ影響
		消波ブロック被覆堤	氷厚と代表径が越氷量へ影響、ブロックの安定性
		傾斜堤	氷厚と代表径が越氷量へ影響、ブロックの安定性

2. 調査内容とその結果

現地調査はオホーツク海沿岸において1993年3月8日に紋別市の東に位置する紋別空港の海岸、9日に紋別市の西のオムサロ原生花園海岸とサロマ湖の西の湧別三里浜で行った(図-1)。内容はそれぞれの海岸において汀線に平行に50mの範囲で平板測量を行い海岸地形及び流氷の遡上位置と高さを、またそれぞれの流氷について大きさ・厚さ・形状を測定した。

* 正会員

**** 正会員 秋田工業高等専門学校

** 学生会員 北海道大学大学院

**** 正会員 北海道大学工学部土木工学科

*** 正会員 (株) 西村組

(060 札幌市北区北13条西8丁目)

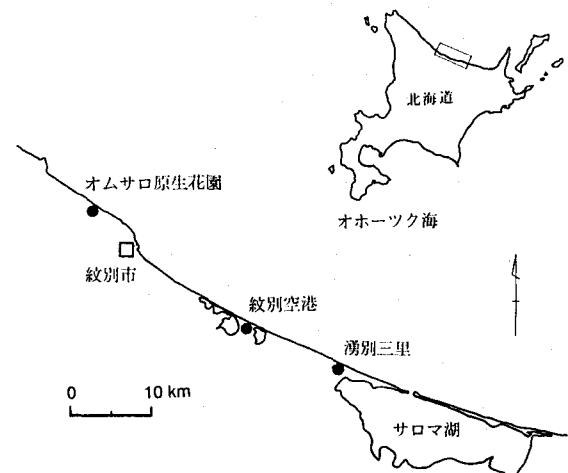


図-1 調査地点

図-2に各地の測量結果を示す。なお汀線は平均水面(M.S.L.)で補正し、図中の○・△・□は週上した流氷の形を示している。

週上高0.5mごとに存在する週上氷の数の、全週上氷に占める割合を図-3に示す。これらによれば週上氷はM.S.L.+0.5~1.5mあたりが最も多く、全体の約60%を占めていることがわかる。また、汀線近傍では氷の数が少ないが、これは満潮時に沖へ持ち去られたことによると考えられる。

次に、各週上氷の面積を同面積の正方形に換算し、その辺長aの全週上氷に占める割合を図-4に、また辺長aに対する厚さLの関係を図-5に示す。図-4から、週上氷はaが1.0~2.0mのものが最も多く、全体の約60%を占めている。國松らは、1992年3月に宇登呂の海岸において、汀線から沖出し1,400mまでの流氷の大きさの分布について詳細な調査を行っており、図-6にこの結果を示す。図-4と図-6を比較すると、前者は後者の辺長aを1/2とした分布に酷似しており、また両調査結果はaが5mを越える氷盤は波による陸上への週上が困難であることを示している。

図-7(1)~(7)は週上高ごとのaの頻度である。これらから、汀線近くにはaが3.0mを越える大きな氷も存在するが、週上高が2.0mを越えるとaが1.5m以下のものが大半を占めている。

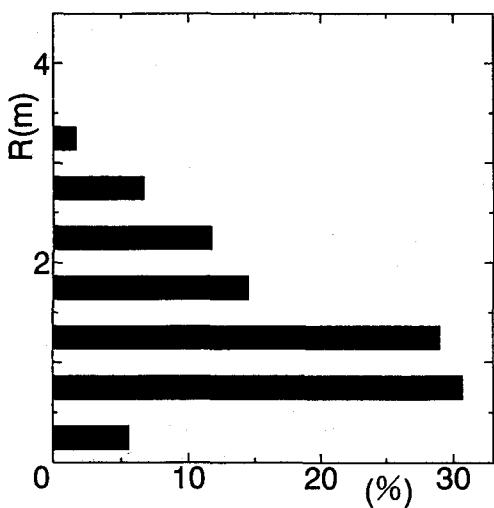


図-3 氷の週上高

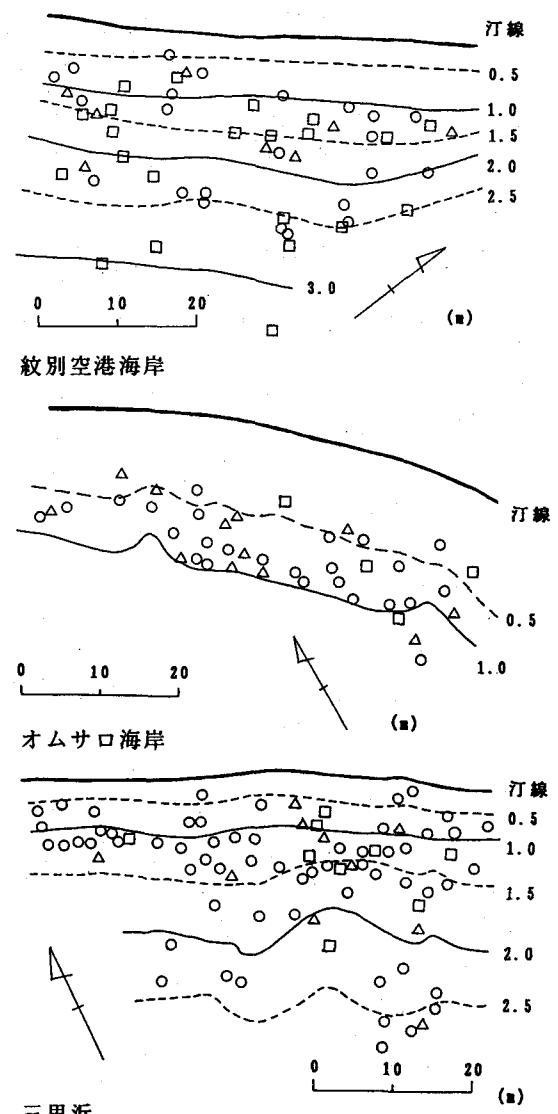


図-2 調査結果

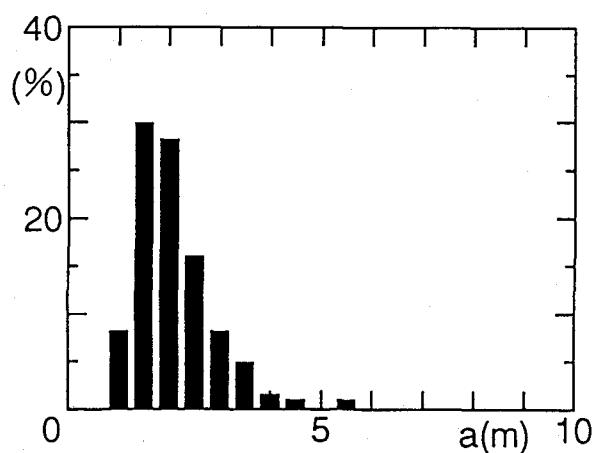


図-4 週上氷の大きさ

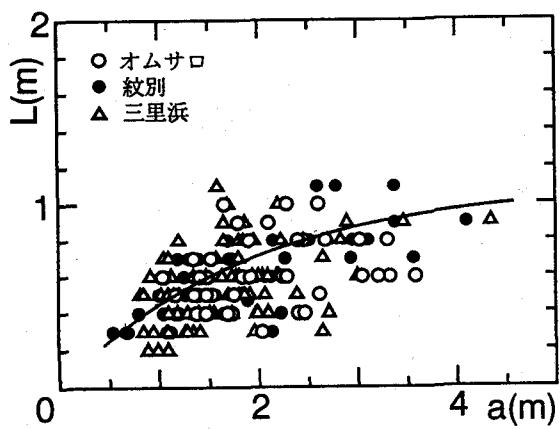


図-5 遊上氷の大きさと厚さの関係

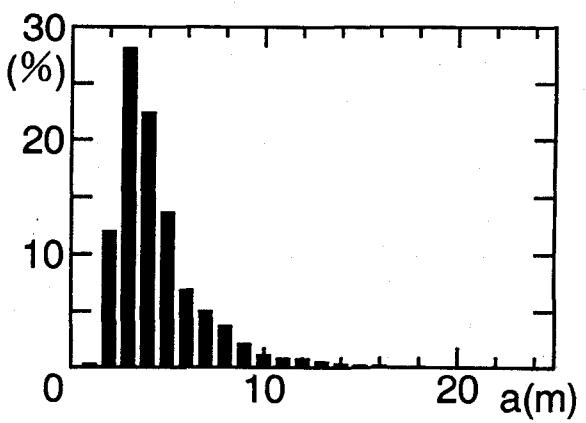


図-6 流氷の大きさ（國松等の調査結果）

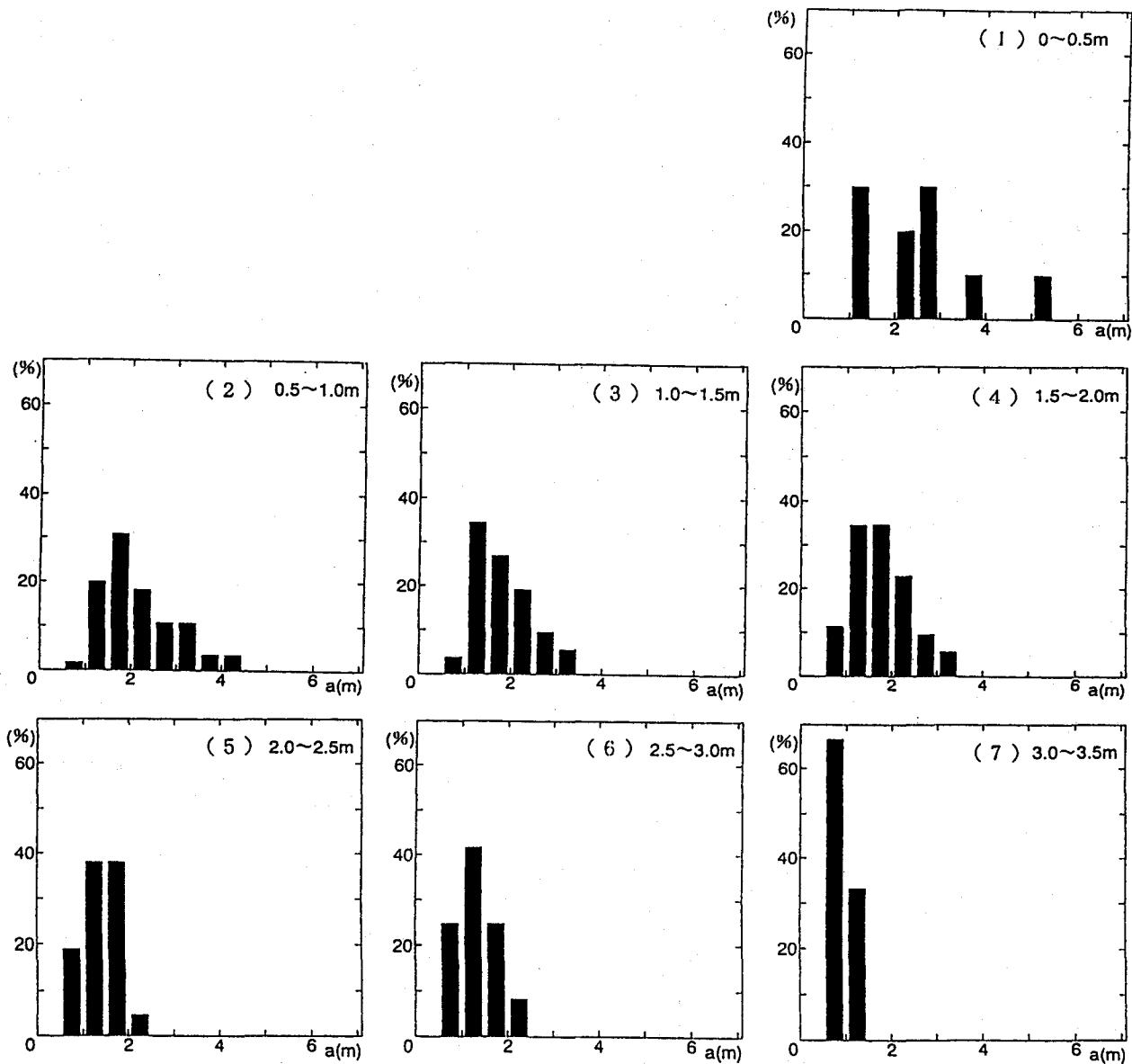


図-7 遊上高ごとの氷の大きさの頻度分布

3. 実験とその結果

実験は、図-8に示す実験水路で1/25スケールで行った。実験1は汀線より2m沖に模型群を放ち、300波を与えたときの模型の週上高を測定した。またビデオ撮影を行い、週上の様子を観察した。なお図-4, 5から得た結果から、パラフィン製の模型流氷の大きさとその数を表-1の通りとした。また調査を行った海岸での、週上が起きたと思われる平成5年2月の波高はおよそ2m前後であり、一般的なこの海域の波の周期は6~8秒とされているため、実験の波高を4, 8, 12cm(実規模1, 2, 3m)、周期を1.2, 1.6秒(実規模6, 8秒)とした。

実験2は、実験1と同様の諸元で、各模型流氷が他の模型の影響を受けないよう、1個ずつに波を与えたときの週上高を測定した。なお現地調査の値と比較するため、図中の数値は実規模で示している。また、実際の流氷の週上高は満潮位のとき最も高いと考えられるので、調査を行った網走地方の平均水面と週上があったと思われる平成5年2月の平均的な満潮位との差0.5mで週上高を補正してある。

図-9(1), (2)は実験2における波高Hと週上高Rの関係である。これらによれば波高が高くなるに従い週上高が増加する傾向がみられる。

図-10(1), (2)は実験2における周期Tと週上高Rの関係である。これらから周期が長くなると週上高が増加する傾向がわかる。

図-11(1), (2)は実験1, 2における冲波波形勾配 H_o/L_o と無次元週上高 R/H_o の関係である。図中の実線は、Savilleの仮想勾配法による、仮想勾配が1/30のときの波の打ち上げ高を示している。実験1, 2ともaが小さいほど週上高が大きくなっている。またこの程度(0.01~0.06)の H_o/L_o の場合、 a/L_o が0.02以上では週上高は H_o/L_o にそれほど影響を受けず、実線ともほぼ一致しているが、0.02以下になるとやや小さめとなっている。次に実験1と実験2を比較すると、実験1より2の方がa=1mのものは R/H_o が大きく、またaの大きなものは小さくなっている。これは、週上する際に、小さなものは先に週上した氷に行く手を阻まれ止まってしまう現象がみられ、また大きなものは後から週上しようとする氷に押されて週上し、波力以外の外力が作用するためと考えられる。

4. 調査と実験結果の考察

調査と実験の結果を比較すると、週上氷の辺長aが小さいほど高く週上する傾向は一致するが、現地の勾配が1/7~1/20であるのに対し、実験水路は1/30であることを考慮しても、週上が起きたと思われる時期の波高で行った実験の週上高が、実際の週上高よりも低くなっている。これは実際に週上が起きた日がはっきりせず、この時期の平均水面と満潮位の差が最大で0.8m以上あること、波高が特定できないうえ、週上は最大波高に影響されると思われる所以で、週上時には2mを越える波がきていた可能性があること、一旦週上した汀線近くの流氷が潮汐によってさらわれた可能

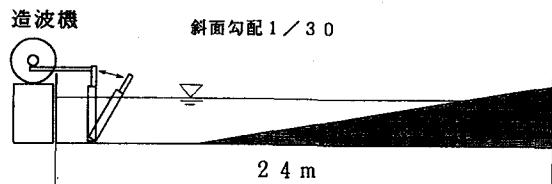


図-8 実験水路

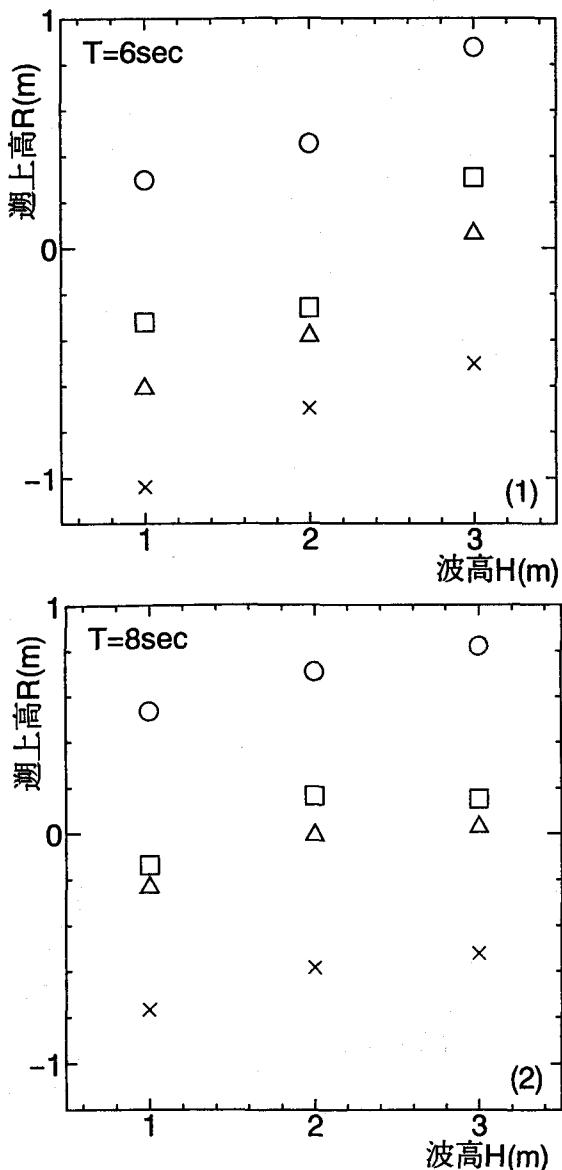


図-9 波高Hと週上高Rの関係(実験2)

表-2 模型の大きさと数

図中記号	模型流氷の大きさ(cm)	実規模(m)	枚数
○	4×4×2	1×1×0.50	8
□	8×8×3	2×2×0.75	9
△	12×12×3	3×3×0.75	3
×	16×16×4	4×4×1.00	1

性があることによるものと思われる。

5. 結論

- 1) 遷上氷は M.S.L.+0.5~1.5mあたりに最も多く存在し、全体の約60%を占めている。
- 2) 遷上氷は $a \geq 1.0 \sim 2.0m$ のものが最も多く、全体の約60%を占めている。氷厚 L は80%以上が30~80cmである。
- 3) 辺長 a が5mを越える氷盤は波による陸上への遷上が困難である。
- 4) 氷盤の辺長が小さいほど遷上高は高くなる。
- 5) 氷盤の厚さが薄いほど遷上高は高くなる。
- 6) 遷上高に影響を与える氷盤の条件として上記の氷厚と辺長があるが、氷厚の方が遷上高に大きく影響する。

図-10 Ho/LoとR/Hoの関係（実験1）

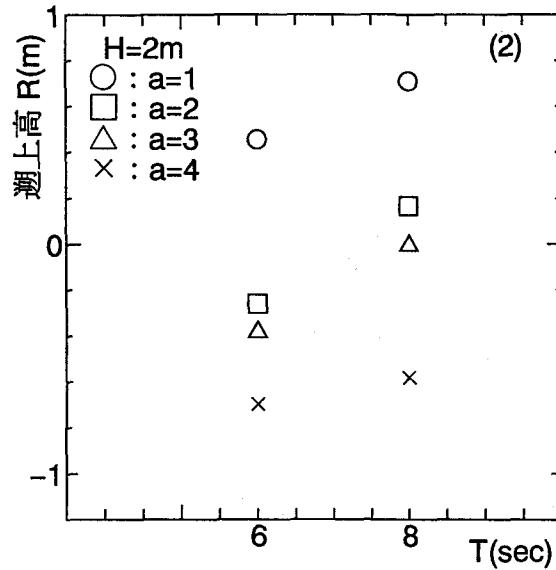
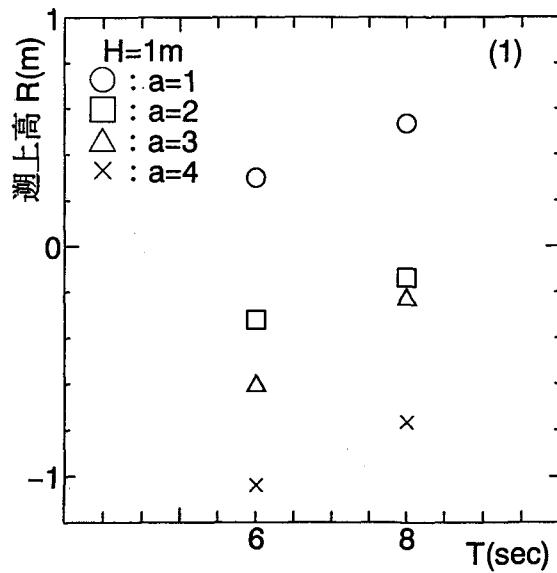


図-10 周期Tと遷上高Rの関係（実験2）

図-11 Ho/LoとR/Hoの関係（実験2）

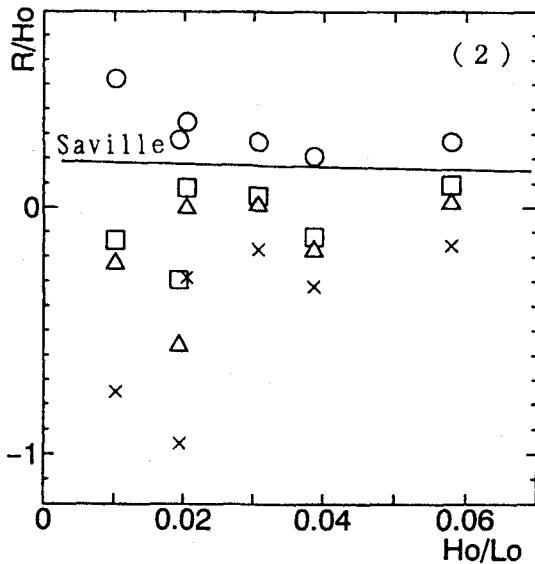


図-11 Ho/LoとR/Hoの関係

参考文献

- 1) 国松靖・原文宏・高橋良正・佐伯浩・複国夫・今泉章：オホーツク海岸部の流水盤の大きさに関する研究，海洋開発論文集 Vol.9 (P.95~100) 1993
- 2) 佐伯浩・秋原真哉・高橋良正・堺茂樹：津波による氷盤の陸上への遷上に関する研究，寒地技術シンポジウム'92講演論文集 (P.432~436) 1992