



Title	海氷の研究（第2報）：晶氷の生成と氷殻の組織とについて（ ）
Author(s)	福富, 孝治; 長島, 富雄; 楠, 宏
Citation	低温科学, 2, 73-76
Issue Date	1949-10-20
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/17401
Type	bulletin (article)
File Information	2_p73-76.pdf



[Instructions for use](#)

海水の研究(第2報)**

晶氷の生成と氷殻の組織とについて (I)

福富孝治, 長島富雄, 楠 宏**

I. 序 言

海水が凍結し始めると最初晶氷 (ice-crystal) と呼ばれる数粒乃至数種の大きい純氷より成る薄板又は針状の結晶を生ずる事が判つているが、其の詳細な形状や生成の條件等に就ては殆んど研究されていない。又晶氷が次第に數を増して之等が静かな状態で互に氷着すると彈性ある硝子状の薄い板状の氷殻 (厚さ 5 cm 以内) と呼ばれる氷に發達する。氷殻は純氷の晶氷と其の間の空隙を占める鹹水 (brine) とのモザイク組織から出來て居る事が知られて居るが其の詳細に就いては餘り報告せられて居ない。現場に於いて此等を研究するのは環境が複雑であり其の操作にも困難を伴う事が多い。

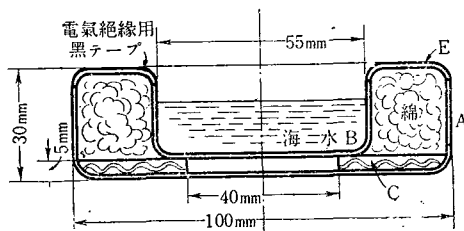
従つて筆者等は低温實驗室に於て海水を凍結せしめて行ふ事とし、此等の研究の豫備的實驗として先ず晶氷の顯微鏡寫眞撮影と氷殻のモザイク組織の寫眞撮影を試みた。而して本實驗は當時北大理學部物理學科學生であつた長島、楠の卒業實驗の一部として行ひ、晶氷の撮影は長島が擔當し氷殻の撮影は楠が當つた。

其の結果の概略を以下に報告する次第である。

II. 晶氷の顯微鏡寫眞撮影

(1) 装 置

海水凍結に用いた装置の断面圖を示せば第1圖の通りである。海水はシャーレ B 中に入れ、上部からの冷却に依つて海水表面から凍結し初める様に工夫したのであるが、大體所期の目的を達した。A, B は硝子シャーレで、C はシャーレ B を支持する爲の波狀の厚紙を重ねたもので、D



第1圖 顯微鏡寫眞撮影用海水凍結装置の略圖

* 北海道大學低温科學研究所業績 第27號. Takaharu Fukutomi, Tomio Nagashima, Kou Kusunoki: Study of Sea Ice (The 2nd Report), On the Formation of Ice Crystal in Sea Water and the Texture of Sea Ice. (I).

** 低温科學研究所.

(1) 水路部: 水路要報, (昭和 15 年) 1 月.

宇田道隆: 雪氷, 3 (昭和 16 年), 16~27.

A. Maursted: Atlas of Sea Ice, Geophys. Publ. 10 (1936).

の部分には綿を詰め成る可く底、壁を通じて外部へ熱が流出する事を少くする様にした。又 E はパラフィンでこの外部は絶縁黒テープで補強した。

此の装置を低温實驗室中で寫眞装置を付けた顕微鏡下に置き光源ランプからの光を通して海水(鹽分 33~34%) が凍結して晶氷の發生するのを觀察し、寫眞に撮影したのである。

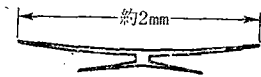
(2) 結 果

第 2 圖 (A), (B), (C) は上の方法に依つて觀察せられた代表的な晶氷の寫眞を示したものである(卷末圖版参照)。

寫眞 (A) の左上に見られる二つの小結晶は六角樹枝狀の結晶で最も數多く觀察せられたものである。此の様な小結晶は自由な状態では動いて居て仲々寫眞には撮り難い。之が發達すると寫眞 (B) の様な平板型六角樹枝狀の結晶となる。又之等の結晶の中には枝が水平でなく水面に対して傾いて發達するものも見られた。

之等の種類の結晶は其の厚さが極めて薄いものである。(曾て蒸溜水を容器に入れて過冷却せしめ、其の中に先を細く絞つた硝子管を入れ、之を通して氷の小片を落とし、硝子管の先端に晶氷を作る實驗が Weinberg⁽²⁾、及び中谷教授指導の下に北大理學部の第二年目の物理實驗の一つとして當時の學生諸氏に依り行はれた事がある。此の實驗に續いて同じく學生の諸氏に依り純水の代りに海水を用いて同様の實驗が行はれたが純水と海水の兩場合とも平板型六角樹枝狀の結晶が生成した)。

寫眞 (C) は針狀結晶である。此の寫眞の結晶は形が不整であるが第 3 圖の様な規則正しいものも觀察せられた事がある。寫眞 (A) の中央の結晶も針狀結晶ではないかと思はれる。



第 3 圖 針狀結晶

兎に角海水を凍らせて晶氷を作ると六角樹枝狀の水平に平面的に成長したもの、枝が傾いて發達したもの、針狀の結晶等がある事が判つた、Altberg⁽⁵⁾ は過冷却した純水から數耗の大いさの綺麗な圓盤形の氷が生ずる事を述べているが筆者等も水道の水を本装置で凍らせて近似な氷盤の生ずるのを認めたが未だ海水 (30% 以上) に就いては見出して居らない。然し未だ實驗の回數が餘り多くないから上述の晶氷以外にも變つたものが見出されるかも知れない。

(2) B. Weinberg: The Crystallization of Undercooled Water. Phys. Rev., Vol. 27 (1903), 509.

(3) 丸山修三, 下川又喜, 齋藤英夫, 村川穂高: 未發表.

(4) 秋間哲夫, 佐藤忠男, 小俣虎之助, 竹澤浩三郎: 未發表.

(5) W. J. Altberg: Transactions of the Meetings of the International Commissions of Snow and of Glaciers. Edimbourg, p. 373, (1936).

III. 氷殻組織の寫眞撮影

(1) 装置及び方法

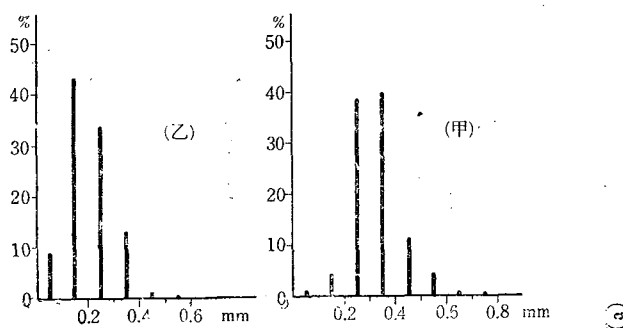
縦横 14 cm, 深さ 13 cm の木箱に鹽分 33~34% の海水を入れ, 之をより大きな木箱中に入れ兩箱の間に木屑を詰め成る可く横の壁, 下面より熱が散逸する影響を除く. 之を低温實驗室に入れて海水面より冷却を行はしめる. 厚さ 2~3 cm の氷殻が生成された時之を切出し下面を上方に返し, シャーレに入れ暗室としてシャーレの下方より投光して寫眞を撮した. 投光は下方より行うのが明暗凹凸の對比が最上であつた.

(2) 結果

得られた寫眞の代表的なものを示せば第 4 圖 (D) 及 (E) である(卷末圖版参照). 海水の組織に就ては曾て Drygalski⁽⁶⁾ が行つた觀察があり, モザイツク組織のスケッチが記載せられてあるが, 未だ其の寫眞が報告せられたもののあるを聞かない. 寫眞 (D) は短冊狀薄氷が海水面に垂直に排列した場合で實際の海水では此の様な場合が多い. 寫眞 (E) は水面に傾斜して排列した場合である. 此の様な氷殻の一部分を温い室に持つて來て解かすと短冊狀長方形の鹽分を含まない純水の薄板に分離せしめる事が出来る. 此の短冊狀薄氷は晶氷から發達したものと考えられるが其の徑路は未だ明らかでない.

寫眞に白く條となつて見える部分は短冊狀薄氷の底邊で黒い條は其の間隙で鹹水-(brine) に依つて滿されて居る部分である. 薄氷の底邊の長さは數耗から數種位の範圍であるが, 此の様な短冊狀薄氷は 3~15 枚位平行に排列して一塊を成し, 此の様な塊が種々の方向に寄せ集つてモザイツク組織を形成しているのである. 河や湖の水では此の様な組織は見られないのであつて, 純水と海水との物理的性質の異なるのは主として之に原因するのである.

今短冊狀薄氷が海水面に垂直に發達して居るものに就いて寫眞から其の一枚毎の厚さを測定して其の頻度分布を吟味すれば第 5 圖 (甲) が得られ, 凡そ



第 5 圖 短冊狀薄氷の厚さ及間隙の寸法の頻度分布

0.1~0.6 mm の範圍にあるが, 最も多い値は 0.32 mm 位である. 又其の間隙のは第 5 圖 (乙) に

(6) E. v. Drygalski, Krümmel: Handbuch der Ozeanographie, Bd. I, S. 501, (1907).

示す如く凡そ0.1~0.4 mmの範囲であるが最も多い値は0.18 mm位となつて居る。即ち之から氷殻の最下部に於て単位體積の中に鹹水に依つて占められる容積の割合を算出すると平均 $\frac{0.18}{0.32+0.18}=0.36$ となる。尙間隙は所々氷の橋に依つて區切られて居るからこの値より多少小となるべく、結氷溫度に保たれて居る氷殻の最下部に於ては體積の約3割が鹹水によつて占められて居るものとする事が出来よう。これは海水の熱的性質、彈性、強度や鹽分の垂直分布等と密接な關係を有するのである。

IV. 結 語

晶氷の生成と氷殻の組織に関する研究の豫備的實驗として晶氷の顯微鏡寫眞撮影と氷殻裏面のモザイツク組織の寫眞撮影を試み、その結果に就き簡単な考察を試みた。

晶氷の種類や其の生成條件、氷殻の詳細なる組織晶氷から氷殻までの發達徑路等に関しては引續いて研究を進めつゝあるから、後報に於て報告したいと考えて居る。

低 温 科 学 第 二 輯 (第 一 刷) 正 誤 表

(頁)	(行)	(誤)	(正)	(頁)	(行)	(誤)	(正)
目次	20	福島	福富	90	13	写真 12	写真No.30
3	12	α	αd	94	28	" 7	" No.25
6	第6圖	5 cm	0.5 cm	99	16	示すと	みると
"	20	$\frac{3}{\text{kg/cm}}$	$\frac{3}{\text{kg/cm}^2}$	"	"	写真No.1の如く	トル
24	22	相對温度	相對湿度	"	22,23	写真1に見られる	トル
26	第1表の5	<105	>105	100	2	写真と同様に	トル
27	4	写真 2	写真No.2	101	27,28	写真No.2に示す様に	トル
"	10	" 1	" No.1	101,102	30,1	写真に示す如く	トル
"	14	" 3	" No.3	102	13	第1表及び写真No.2を	第1表を
"	19	F	下	108	26	写真 1	写真No.31
"	30	写真 4,5	写真No.4,5	"	29	" 4	" No.34
28	4	T_c	T_a	"	29	" 4	" No.34
"	5	T_c	T_a	109	3	" 4	" No.34
"	23	写真 6,7,8	写真No.6,7,8	"	"	" 5	" No.35
"	29	" 8	" No.8	"	"	" 2	" No.32
29	2	" 9,10,11	" No.9,10,11	112	3	" 3	" No.33
34	10	鐵線があるが	鐵線であるが	113	17	" 6	" No.36
59	第13圖	---細土含有量	---細土含有量	"	18	" 7	" No.37
"	"	-x-粘土含有量	-x-粘土含有量	"	29	" 8	" No.38
70	24	b c	b : c	115	27	" 9	" No.39
71	3	写真No.1	写真No.12	116	4	" 9	" No.39
"	3	" No.2	" No.22,13	120	13	$1.0 \times 10^{-7} \text{V}$	$1.0 \times 10^{-2} \text{V}$
"	16	" No.1	" No.21,12	121	7	30cm	130cm
74	6	第2圖(A)	" No.14	128	14	3m	4.8m
"	"	" (B)	" No.15	136	第1表の1	左右對線	左右對稱
"	"	" (C)	" No.16	142	1	打點式によつて	自記的に
"	8	写真 (A)	" No.14	159	6	Ag	Aq
"	10	写真 (B)	" No.15	164	25	$\Delta t'g > t_w$	$\Delta t'g > \Delta t_w$
"	18	" (C)	" No.16	166	27	0.001N	0.001/N
"	20	" (A)	" No.14	171	3	9桁	6桁
75	9	第4圖(D)及(E)	" No.17, No.18	"	16	$\frac{T_l}{T_a} Vt$	$\frac{T_l}{T_t} Vt$
"	11	写真 (D)	" No.17	"	"	"	"
"	12	" (E)	" No.18	172	2	$R-I = \frac{e}{e_{sat}} 100$	$RH = \frac{e}{e_{sat}} 100$
77	脚註3	Seron	Screen	"	22	a), b)	写真No.40, No.41
80	11	$\int_0^\infty \varphi(r) d^2(r) pr$	$\int_0^\infty \varphi(r) p^2(r) dr$	"	22	a), b)	写真No.40, No.41
88	10	写真 1	写真No.19	174	第3表	相對温度	相對湿度
"	20	" 2	" No.20	180	6	$B_{nap} s$	B_{napus}
89	1	" 3	" No.21	181	2	<i>Faphanobras-sica</i>	<i>Raphanobras-sica</i>
"	3	" 4	" No.22	182	4	<i>Horde m</i>	<i>Hordecum</i>
"	12	" 5	" No.23	183	13	<i>nap s</i>	<i>napus</i>
"	"	" 6	" No.24	244	19	單位生殖	單爲生殖
"	14	" 4	" No.22	248	15,16	温度氏はでも	湿度でも
"	22	" 7	" No.25	"	16	尙松島	尙松島氏は
"	27	" 8	" No.26	252	13	Schwarkinowa	Schwarkinow
"	28	" 9	" No.27	"	"	"	"
90	3	" 12	" No.30	257	6	写真1-5	写真No.56の1-5
"	10	" 8	" No.26	"	"	"	"
"	11	" 11	" No.29	259	8	写真4-5	写真No.56の4-5
"	12	" 9	" No.27	260	6	" 6	" No.56の6