

大連灣海水の觀察

Ph. D. 新帶國 太郎

内容目次

緒言、海水の表面……參差狀表面、皿狀表面、鱗狀表面、氷丘、舌狀突起、海水の厚さ、海水中の鹽分
測定法……海水中の夾雜物、海水中の鹽分、南極、北極地方の海水中の鹽分に就て、並に海水中の鹽分
の消失せる理由……Cutterの實驗的結論、結語、引用文献、

此の一節は、昭和二年一月二十五日午前九時から正午迄の間に、大連灣海水の狀況を觀察せる所と、その後の研究の結果とを彙に滿鐵地質調査所に報告せるものであるが、今、村上同所長の承諾を経て、茲に、公表するものである。

大連灣海水の觀察

緒言 昭和二年一月十四日早朝、楊子江方面から黃海に入り、漸次、北東に進行せる低氣壓の中心は、七四八耗を示し、同時に、一方東部内蒙古地方には、深厚なる高氣壓(中心示度七八三耗)の發達に伴つて、著しい寒風、南滿洲一帯を襲つて來て、茲に十數年來未だ曾て見たことの無い大風雪を生じ、引きつゞいて、北部滿洲及び東部蒙古邊には、七七六耗内外の高氣壓が發達して、寒氣益々加はり、大連に於ては、零下一七・六度といふ本冬最低の氣温を示したのは、十六日午前四時と五時との間であつた。(關東廳觀測所報告)

但、最近二十二年間の絶對最低氣温は、大正十一年一月十六日に於ける零下一九・四度¹⁾であつ

て、それに比べると正に一・八度だけ高い。

此の連日の寒氣に伴つて、大連灣の一部、南北約三籽、東西約五籽面積凡そ一五平方籽の範圍に亙る大連港西防波堤の北部から以西、臭水套及び馬家套の海面全部が凍結した。最近二十餘年來、多く例の無いことである。凍結後約十日を経た一月二十五日、その氷上を、大連港西防波堤の西南端黒嘴子(2)(附圖參照)附近から、大約磁針の示す北方(西偏約五度)へ向つて一六五〇米ばかり徒涉して、海水の性質の一端を觀察して來たから、茲にその大要を録して置く次第である。

上述の臭水套及び馬家套は、大連灣の西端の二凹入であつて、あまり、著しくない香爐礁の突角で、北及び南に分たれ、北に臭水套、南に馬家套がある。兩套共に南北の直徑一・五籽、東西凡そ二籽の小彎入であつて、その水深も、左程、大きからず、日本水路部海圖第三九六號「大連港」の示す所によると、最大深度僅に三尋四分三、約七米に過ぎない。

一月二十五日午前十一時、兩彎入の中央部附近に於て、氷を穿つてその深さを測つた時は、測點第四及び第五に於て、共に、七・三三米を示した。

海水の表面 海水の表面は、遠望、甚だ平らかなの様であるが、さて、直接、その表面に行つて見ると、殊に沿岸一五〇米内外の海水の表面は、驚くべき多數の小突起が、參差叢疊せるものであつて、彼の氷河の表面の如く、又、火山から噴出せる熔岩が、冷却すると共に、著しく龜裂して、犬牙錯綜、參差突兀たるにも似て、規模はそれ等よりも稍、小ではあるが、實に名狀すべからざる粗雜なものである。恰も牛馬などの骨片や、瓦礫を、むやみに放棄せる場處の表面を歩くにも似て、

如何に硬い底の靴を穿つても、正しい姿勢をなしては歩くことが出来ない。私は之を參差狀表面と茲に呼びたい。此等の海水の色は、多くは黄はんで居て大体、此の地附近特有の黄褐色の表土と同色を呈する部分が多い。是れは云ふまでも無く、附近の表土が、風の爲めに吹き送られて氷中に包まれたものであらう。

海水の表面の突兀たる小突起の間には、著しい、しかし、至つて小さい流れ Streamlets の跡が無數にあつて、日中溫暖の時、海水の表面が、一部分、自然にとけて、少しづつ、無數の突起の間を流れた跡が、うね／＼して居ること、地理的模型の小流の如く、到る處に在る。それ等の末端が、何處に終るかを定むることは甚だ困難であるが、彼の氷河の表面の Moulin (3) の極めて小規模の、しかし、その下底を知るに由なきものと思はれる。但、此等は、氷河上のムーリンとは異なつて、その下底部が多くは開放せらるゝことなく、氷を以て充填せられて居る。此等は或時は、氷の下底たる海水中に開通してあつたであらうが、凡て再び凍結して居たものと考へられる。

參差狀表面の中に、尙著しい現象は、處々に、大きな隆起部と陥没部とあること、並に大小の割れ目のあることである。そして或るものは、著しく彎曲して、昔の橋梁に似た彎曲度を示して居り最も極端なものは、所謂、太鼓橋の様にひどく撓んで居る。或ものは、恰もドーム Dome の如き形をなして、低い圓錐形を示して居る。或一部には直徑三米内外の不規則なる多角形の、全体としては略々平らな氷塊が、一つ一つ、色々の方向に向ひて、甚だしいのは二〇度乃至三〇度も傾斜して居り、恰も小規模の傾動地塊 Tilted blocks の模型を見る様である。その間には、往々小さい稍々

平坦な氷が満ちて居るが、全体としては複雑極まりなき表面形状を示して居る。

此等の海水の表面の參差突兀たるのは、その海水の凍結の當初、打ち上ぐる波浪の影響により、押し寄せた海水そのものが、そのまま規則に凍ると共に、波浪の飛沫も亦同時に凍結して、かゝる驚くべき參差たる表面を形成したもので、その後、一部分は、日中溫暖の爲めとけて一層その表面の形が複雑になつたものであらう。

隆起部、陥没部及び大小の割れ目の中、隆起部は、満潮に際して割れて、一旦凍結した海水が持ち上げられたまゝ、その位置に残つたものなるべく、低いもの、傾けるものは、同様の海水が、干潮に際して、その重量に堪へずして、割れて、全部又は一部が低下せるまゝ凍結固着したものであらう。處々に小區域の稍々平かな表面の存するのは、海水の破壊後、その割れ目から表面に流れ出した海水が、再び最近に凍結した部分の表面であらう。大小無數の不規則な割れ目は、その後、更に、自然に縫合癒着して、今は割れ目のみとして残り、その間隙にも、往々小さい流れが發達した跡があり、他の突兀たる表面の小さい流れも、此等の割れ目にその終局を示すものが多少見える。海水の一部が、著しく彎曲してドームの如く、又昔の橋梁の様に曲つて居るのは、恐くは、それ等の部分が凍結後、更に、他の部分の海水が凍結の際、膨脹に基づく壓力が作用した結果であらう。厚さ三〇糎に餘る氷が、二三米の間に於て、兩側に約二〇度も傾けるもの、又は、ドーム状をなせる者すらある所を見ると、如何に、壓力が至大であつたかを想像するに困難でない。

海岸から一五〇米内外離れると、海水の表面は、著しくその趣きを異にし、犬牙參差狀の突兀は

殆どその跡を絶ち、一般に、直徑四〇糎から六〇糎もあらうと思はるゝ極めて淺い皿を、不規則に但、一様に上向けて、大小の順序なく、平らかな位置から二〇度位の傾斜をなす者まで、頓着なくむやみに積み重ねたものの様である。しかし、全体としては、あまり、高くは無。此の表面を、私は茲で皿狀表面と呼びたい。各の皿は、平らかな位置にある者と、少々傾ける位置にある者などに論なく、大抵無色透明なるに拘はらず、それ等の縁邊だけは、幅二三糎の暗褐色のへりを有する。但、平らかな者のへりは、多く全周に著しいのに、傾ける皿のへりは、その上縁の方、約三分の一ばかりに限つて暗褐色である。そして傾ける皿は、往々、その上方の縁邊遊離して、海水の體と融着して居ないものがある。その幅は三糎に及ぶものもあり、又、長さは一つの皿の全縁の三分の一にも及ぶものがあるけれども、その幅は、兩端の下方に漸次に減じて三日月形を呈する。厚さは二糎乃至五糎の間に限る様である。三日月形の薄い水の板の縁邊は、凸凹少くないが、常に圓味ある曲線をなし、時に、直徑一糎内外の圓い小窓を三日月形の板の間に開くことがある。但、略々平らかある皿は、その何れの縁邊も海水の體と遊離するものを殆ど認めない。皿狀表面の海水は、岸から二、三〇〇米の處に最もよく發達して居て、それ以上遠く離れると、最早や認めることが出来ない。皿狀表面の成因は、此の次に述ぶる鱗狀表面の成因と共に述ぶるを便利と思ふ故に、後にまはす。

尙、此の皿狀表面をなせる水中に限つて、二糎から七糎まで位の高さある直徑半米乃至一米の不正多角形の隆起部が處々に在る。そしてそれ等の上面は、全體としては略々平らかであるが多くの

甚だしい圓味の多い凸凹がある。此等の隆起部全體が、著しく黄ばんで居る點が、此の附近の他の海水の無色なるのと大に異なる故に、高さや形の外に、よく見分けがつく。是れ恐くは、北氷洋・南氷洋等に於て知らるゝ所謂ハムモック状の水 Hammoocky ice (4) の小規模なものであらう。即ちその成因もそれ等と同じく、一旦、海岸附近で凍結し、海水が、潮汐の干満・風・波浪等に因つて破壊せられ、その破片が相重疊し、所謂ハムモック状又は Ice-pack となつて、潮流に押し流され此の附近まで來たものが、再び凍結癒着したもので、氷の比重が海水よりも稍々小さい故に、普通の海水面より少しく浮び出たまゝ、斯く結合せられて、小さい、所謂ハムモック状を呈したものであらう。ロシア語では特に是等を Toross (5) といつて知られ、北氷洋に最も普通な現象である。此等の部分だけが、著しく黄ばめるのは、素と、最も海岸に近く、砂塵のよく飛來せる處に成生せられた氷であることの證據であらう。

海岸から四〇〇米許り離れた處の海水の表面は、又、著しくかはつて見える。直徑一米乃至二米位の不規則な、しかし、大體、橢圓の一方だけ多少高まつた、稍々遠くから見ると鱗形の斑紋をなして見える。故に私は、此の表面を鱗状表面と呼びたい。此等の鱗状は、恐くは、砂上の砂丘に相當するもので、一つの鱗状橢圓の短徑は、一般に北西より南東に向つて存在し、長徑はその方面に略々直角の位置に發達して居る。私の觀察した目は、どの鱗形も南東の方が一〇厘内外高まつて居て、その尖端附近では、海水の表面は、五度乃至十二度の傾斜を示して居た。此等の鱗状、且、小丘の成立當時、明かに北西風が卓越して居たことを知ることが出来る。私は此の鱗状の高まれる一端

を、砂丘になぞらへて氷丘を呼びたい。多くの氷丘では、その頂上から同質の氷が、風下の側 Lee side で、斜め稍々上方に板狀に延長して奇形を呈することは、砂丘の場合に全く見ることの出来ない事柄であつて、その幅最も大なるものは、三〇糎に及び、普通のもの、五糎から二〇糎まで位である。幅は板の中央部最も廣くして兩端に漸次狭くなつて、大體の形は三日月形をなすこと、曩に述べた皿狀の縁邊のものに似て居る。氷丘上の突起の場合には、三日月形の長さ五〇糎に達するものも珍らしくないが、一般には三〇糎から四〇糎までである。そしてその外縁の輪廓に鋭尖の部が極めて少ないことまで兩者はよく似て居るが、氷丘上の突起の場合には暗褐色の縁邊が少しも見えない。此等を私は皿狀表面の場合も、氷丘上の場合も共に舌狀突起と呼びたい。舌狀突起の傾斜は、一氷丘の風上の側 Weather side の傾斜と同様の傾斜五度乃至十二度を示して居て、氷丘の表面とは何等の境界が見えない、疑ひなく、氷丘の表面(風上の側)の延長である。厚さは概して二糎乃至五糎にして、その表面は至つて平らかで、何れの方向にも彎曲して居ないのが最も普通である。氷丘の高さは通常一五糎以内で一〇糎内外のものが最も多い。そしてその風下の側、即ち舌狀突起の下にあらはれてある氷丘の部分の傾斜は、二〇度から四〇度までを示し、砂丘に於ける場合と略々似て居る。但、砂丘の場合には風下の側の傾斜は、三二度を越ゆることは極めて稀である(6)。

さて、皿狀表面に於ける傾斜せる皿の舌狀突起、並に氷丘の頂點に、風下の側に斜め稍々上に發育せる舌狀突起は、共に、風の作用に依り、打ち上げた波浪又は飛沫が強い風に吹き送らるゝ時に幕狀に擴がつたものが漸次に凍結して、且、發達したものであることは、殆ど疑ふ餘地が無い。凍

結しない時でも、強風の時、海洋の波の上を見て居ると、波の尖端が強風に吹かれて、よく延びて恰も水の幕が張つた様に、時には一〇糎以上の幅にも延びて見ゆることがあるが、氷の舌状突起も之と同一の成因であらう。殊に鱗状表面の氷丘の風上の側と全一の傾斜を以て、卓越風の方向に延長して居る事實は、明かに之を證するに足る。二〇糎も三〇糎もその幅が延長して居るのは、幾回にも成長したものであらう。皿状表面の突起も同様の成因であらうが、その延長の方向が鱗状表面の部の様に一定して居ないのは、當時吹いた風が陸地の近くで色々の方向に吹いた爲めであらう。但、皿状表面の舌状突起の縁邊が、暗褐色に彩られてゐるのは、その突起を形づくる氷の中に含まれた黄褐色の土壤が、縁邊より氷がどくるに随つて集合沈澱したものであることは、たしかの様に思はるゝ。その證左は、現在舌状突起が著しい婉曲な輪廓であること、及び、處々に突起中に小圓窓の穿たれてゐること、そしてその小圓窓の内縁にも多少の色彩のあるのも分つた。尙次に海水の中に含まるゝ夾雜物の分量の記事を参照せられたい。然るに、鱗状表面の舌状突起には、暗褐色の縁邊の色彩の事實を認めないのは、吹き送られた土壤が、此等の突起の成生當時に甚だ少かつたのと、も一つは、その成生後、とけた程度が少ないから夾雜物の集合沈澱することも多からず、随つて尙さら著しく見えないのであらう。皿状表面の舌状突起が鱗状表面の舌状突起よりも、比較的によく溶融した形跡のあるのは、前者が、その氷の中に含んで居る夾雜物が、後者よりも遙に多い爲めに、太陽の輻射熱を多く吸収するから、随つて割合によくとけたのであらう。

皿状並に鱗状をなす所以は、波浪の一つ一つが凍結の直前に打ち上げた跡なるべく、それ等の大

小は、結局當時の風の爲めに起こつた波浪の大小、即ち海水の多寡・攢がりの廣狹に歸着すべきものであらう。皿狀表面の様にその凹面を凡て上に向けて居る理由は、氷の表面に多少でも波や風の爲めに打ち上げられた海水が、後節に述ぶる様に、鹽分を含んで居る爲め、殊に水温が氣温よりも比較的高温度の爲め、容易に凍結しないで載つて居れば、氷の表面が多少づゝとかさるゝ筈で、後刻それ等が皆凍つても中央部は、それまでに比較的に最もよくとける可能性が一ばん多く、隨つて中央部が割合にくぼんで、斯くは浅い皿狀の凹面となつて居るのであらう。

鱗狀表面の各鱗形の中央部、及び、氷丘の反對の側、即ち、北西に偏する方、更に語をかへて言はば、卓越風の風上の方は、大體に於て極めて平らかで、唯その間に、數條の濕地の表面に蚯蚓が持ち上げた土の高まりの如き、又は、寧ろ瘦せた人の顔や手足の靜脈が皮膚を透して高まつて見ゆるが如く、その規模少しく此等と異なつて幅二糎内外、高さ半糎、長さ一米ばかりのうねり曲つた蚯蚓狀の隆起線がある。此等の隆起線は、時には又狀をなして居る。隆起線の兩側の傾斜は何れも十二度位を示して居て、兩側斜面の傾斜の差は至つて少ない。そしてそれ等の隆起線の大多數は、大體鱗狀の上の氷丘の發達せる方向と一致して居る。即ち鱗形橢圓の長徑の方向に延びて居る。そしてそれ等の一側即ち南東の側に著しく黃褐色の土壤を淺く埋藏して居る。その有様は極めて顯著であつて、最近の好晴寒冷の日、大連附近に吹いた南東の風が此の黄色土壤を吹き送つた結果であらう。同様の黄色土壤は氷丘の背後の方にも相當にあつたものと思はるゝが、舌狀突起に妨げられて氣が付かなかつた。

静脈状のうねり多い小脈の成因は、満潮の時、又は、高い波浪の際に氷上に打ち上げられて氷上を流れた海水が、あまり強くない風に吹かれながら凍つた時の周囲の痕跡であらう。若し一方からばかり吹く風の爲めに水が高まつて凍つたならば、その所謂氷丘の兩側は、可なり傾斜が相違して居る筈であるが、その事實が無く、既に上述の様に、兩側が共に十二度内外である所を見ると、又その高さが一向に高くない所を見ると、その當時吹いた風は、あまり正しく一定した方向からでもなく、そしてあまり強くない風の爲めに出来たものであらう。即ち波浪として氷上に押し上げられた海水が、ゆるやかに流れながら皆凍結してその境界線附近が此の如く脈状となつたものと推測せらるゝ。しかし、是等も無論一種の氷丘である。

海水の厚さ 海水の厚さは割合に薄く、海岸から約一〇〇米の第一測點では、今回測つたうちで最も厚くあつて二四糎、第二測點は海岸からの距離約六〇〇米、氷の厚さは一五糎、第三測點では更に海岸を離れた處であつたが(附圖参照)、氷の厚さは僅に一二糎、第四測點では再び厚くなつて一五糎、第五測點は灣の南北の殆ど中央であるが、茲ではその厚さは一六糎であつた。上述の第三測點で、その氷の厚さ僅に一二糎であるのは、數日前に、土人が穿つた牡蠣採集用の、六〇糎四方程の舊孔が凍結充填して居た處の氷を、私が穿つて測定したもの故、或は、舊孔の縁邊が、數日前土人の作業の時、左程低温度でもない海水の浸入によつて、多少とけ去つた爲めに、その孔の縁邊だけが斯の如く薄くなつて居たものを、私が知らずに測つたものかも知れない。不幸にして、今再び之を確かめることが出来ない。

因に記す。一月二十五日私が海水觀察の當時、五箇處で海氷上に孔を穿つて、海水の溫度をその孔中で直接に測定した結果によると、當時の氣溫は午前九時より正午迄、零下八度半乃至九度であつたが、海水の溫度は五箇處とも例外なしに零下二度であつた。尙海水の溫度測定については、準備が不十分であつた爲め満足なる結果を得られなかつたから、遺憾ながら茲にその報告を缺く。

海氷中の鹽分 海氷の採り方は、丁度、上述の臭水套と馬家套との中間頃、大連港の西四入灣の中央部第五測點附近で、海深七・三三米の處、適當と思ふ所の海氷の表面を、幅一五糎程隔て、かねて用意せる鋸で六糎の深さまで切り、更に之を方形に切り分ち、鑿を以て深さ六糎まで削りとり之を用意せる亞鉛製の罐に入れた。更にその下部を三糎程削り去り、その下底四糎程を前と同様にして鑿を以て削つて、別の亞鉛罐に收めてかへる。此の作業中、第二の氷の標本を採集する時、内部の氷の上面には、少しく水の滲出せることを認めた。蓋し、海水の一部分であらう。何となれば採集の當時は恰も滿潮の時であつて、若し氷を穿つて孔を作ると、忽ち海水が浸入して來て恰も氷の表面に達する程度に水壓があつたからである。

海氷中の鹽分の測定法 海氷中の鹽分は、勿論、一定のもので無く、塲處により、時期により、上層・中層・下層等によつて多少相違する點があるが、その含有物中食鹽 NaCl が主要なる成分をなすことは一般である。歸來、成るべく早く海水をどかして清淨な罐に收めた。どかした水を口の中に含んで見ると、辛うじて鹽分の存在を味ふことが出来る。此の水中に存在する鹽分を比較的にしたかに、且、簡便に知るには、その中の主要なる成分、就中鹽素の多少を知れば、それから主要成

分の大部分を計算によつて推定せらるゝ理由に基づいて次の操作を行つた。先づ夾雜物が相當に多かつた故、之を濾過して後一定量の水をとり、更に蒸發して相當の濃度とし、之を測つて後濃度の正しい硝酸銀 AgNO_3 の溶液を或量だけ、即ち、恰も、その中の Ag が水中の Cl と化合して鹽化銀 AgCl となるに適當なる量より稍々多く注加して白色沈澱を生せしめ、之を數時間放置して十分に鹽化銀を沈澱せしめ、その上澄液の一部をとつて更に硝酸銀の溶液を注加するも、再び白色沈澱を生ずることなきに至るをたしかめたる後、之を濾過し、完全に乾かした後に定量するのである。さうすると、それから曩にとつた水をどかした水の一定量中の Cl の量を算出することが出来る。それより更に計算によつて食鹽としての Cl の量を推定することが出来る。此の方法は勿論粗雜にして嚴密に云ふ所の鹽分の定量法と多少の差異は免がれないが、唯海水中の鹽分を推定することは、左程困難では無い様である。斯くして得た結果は次の通りである。但し、此の鹽分の量は實際よりは、多少多いであらう、何となれば、 Cl を含むものは食鹽の外に尙多少あるべきであるが、それ等の Cl までも計算上含まれて居るからである。

(一) 海水、表面より六糶までの鹽分、 $\text{O} \cdot \text{六九}\%$

(二) 同 深さ九糶より一三糶までの鹽分、 $\text{O} \cdot \text{六九}\%$

(地質調査所員安月敏良氏、並に、筆者自ら定量せる結果である。)

但、筆者の鹽分定量法は上述の方法と少しく異なるモール氏法 Mohr's method (8) によつて比較對照を試みたのであつたが、甚だよく一致した。モール氏法は原則としては前方法と同様であつて

同じく水中の鹽素の量を測定する方法で、試薬には硝酸銀の十分の一強度溶液 Tenth normal solution of AgNO_3 を用ひ、クロム酸カリ K_2CrO_4 を指示薬として滴定 Titration の結果を計算するに在る。即ち此等の結果から、海水中には通常の海水が含む所の鹽分百分の三といふが如き多量の鹽分を含んで居ないことを立證することが出来た。即ち海水中には、後に記す同處で得た海水中の鹽分約二四%を含んで居るだけである。然らば海水中の鹽分は如何なる理由によつて斯くの如く少いかは、後に述ぶる南北兩極地方の海水の表面に近い部分が、殆ど鹽分を持たないといふ事實を、實驗室で間接に説明せる理由と同理である。但、海水中の鹽分の量は、時と處と結氷の條件の異なることに従つて相違があることを併せて後節に述べる。

海水中の夾雜物 夾雜物は海水中に在る間は、どうしても肉眼では認められない（但、海岸に近い處で出來た水中には見える）が、その氷をどかした水を明るい處で透かして見ると、明かに水中に無數の小粒が浮游して居ることが認められる、數十分間その水を靜止して置くと、器底に多少沈澱することを認める。此の水を一定量濾紙で濾しとり、十分に乾燥して定量して見ると、その一リットル中の含有量は僅に〇・五五乃至〇・五九グラムに過ぎないことを知つた。

此等の沈澱物及び浮游物を乾燥して見ると暗褐色の微粒である。之を顯微鏡下に見ると、有色のものも却て少く、無色透明の稜角ある石英の破片が多數を占め、黑色・褐色・綠色等の光學的性質不明の物質が多少あつて、各細片は多くは稜角が鋭く尖つて居る。雲母・角閃石その他の最も普通なる礦物の碎片であらう。中には明かに石炭の破片及び鐵鑛の破片とも思はるゝ漆黑色のもの、方

解石の劈開片と思はるゝ菱形の透明無色の結晶形を示すものすらある。是等が凡て明かに風によつて送られたものであることは、その成分の種類・性質の上から十分に想像せらるる。

礦物各碎片の大きさは色々であるが、最大多數は、直徑一耗の百分の三(三〇%)から二百分の一(五%)までの間のものであつて、三〇%以上のものは殆ど認められない。此の細塵は恐くは大連附近の表土の一部分であるが、その細塵の大きさから、當時之を吹き送つた風は、あまり強くなかつたことを想像せらるる。之を大正八年四月中旬奉天に降下した細塵(7)と比較して見ると、之は當時蒙古地方から吹き送られたものと考へられてあつたが、その各粒の直徑は平均一耗の百分の二・五、即ち二五%内外であつて、此の海水のものに比べて一般に寧ろ大形である。そしてその運搬の程度に於て可なりの相違がある様に思はるる。殊に石炭・方解石の破片の混在は、一般に地方的のものであることを推定せらるゝのである。

海水中の鹽分 海水中の鹽分の量も亦時により、處により、その他の事情により、夫々異なるを以て一概に論ずることは出来ないが、概して百分の三内外である。一月廿五日午前十一時、第五測點の表面海水(氷を穿つて)並に同處七・三三米の深さの最下底より約二〇%程(採集壺の高さ)位上遊の海水をとつて來たものに就て、試みに之を口中に含むと、海水をどかした水の鹽分よりは、明かに數倍の鹹味を感じることが出來た。尙その夾雜物に就て一應觀察を試みたが、海水中のそれに比してその量の遙に少いことと、種類・性質の全く異なることに於て甚だしい懸隔があることを知ることが出來た。海水中の夾雜物の主なるものは所謂浮生物 Plankton であつて、曩に述べた海水中

の夾雜物が、海水凍結後、風によつて吹き送られたことを一層明確に推定することが出来た。

曩の海水中の鹽分測定法と同様の二つの方法を用ひて、一方では筆者自ら表面・海底兩者の海水中の鹽分定量を試み、他方では、滿洲教育専門學校化學教授服部理學士の定量を乞ひ、夫等の結果がよく一致せるを見る。即ち

(三)、海の表面の水の鹽分量、二・九〇%

(四)、深さ約七米の海底の水の鹽分量、三・〇五%

以上、海水並に海水の鹽分比較定量の結果によつて、明かに海水とその母液たる海水との含有する鹽分の量に、可なり著しい相違のあることが出来る。即ち此の場合に於て海水中の鹽分の量は海水中の鹽分の量の凡そ四分の一である。此等の含鹽量の相違は次に示す様な色々の興味ある古人の臆説と發見の歴史とを經て、初めて明確に、その由來を認めらるゝ様になり、遂には此の性質(含鹽量の相違)を利用して、天然に製鹽工業が、地球上の最寒地にも發達するに至つたのである。

北極・南極地方の海水中の鹽分に就て、並に海水中の鹽分の消失せる理由 數ある北極・南極地方

探檢者中、極地方の海水が、鹽分を含むこと甚だしく、そのとけたものは殆ど純粹の淡水であることを、最初に注意したものは、恐くは、Capt. Tyson (9)であらう。彼は一八七三年、北極地方探檢の際、浮氷 Floebergs の表面の凹處に、時々淡水の溜まつてあつたものを發見して、是等の淡水は雨水が偶然溜溜したのか、又は、附近にあつた高い山頂の雪がとけて流れて溜まつたのか、何れ

かであらうと推定した。續いて Sir Nares (10) は、一八七五年から七六年にかけて、北極地方の海を探検した時、同じ様に海氷上の凹處に淡水を發見して、その淡水を飲用にも、探検船の機關用にも、又、洗濯用にも供したと記して居る。そしてその根元を、たしかに海氷中から來たものと考へたが、原因は不明の自然の作用で、海氷中の各種の鹽類が、天然に濾過せられたものであらうと推定した。その附近で半鹹半淡の海氷にも出會つたので、彼は之を説明して曰く、かゝる海氷は浮氷の表面に多量の雪が積むと、その重さによつて轉倒して以前海水中の部分が海面上にあらはるゝ様になつて、それが半ば鹹味を感ずるのであらうと。又、も一つは、半鹹半淡の原因は、上述の様な原因不明の淡水が、波浪の高い時、その飛沫が偶然注入せられたものかも知れないと。同行の醫師 Colan (11) 及び Moss (12) の兩人は、衛生醫學上の立場から淡水の存在する状況を探求して、鹹味を持たない氷は、明かに浮氷の上部一米ばかりの深さに限り、それより下の方は、常に多少の鹹味があることを證したが、兩人ともその理由は説いて居ない。同じ探検隊の船長 Capt. Markham (13) は、海氷上の淡水といふのは、その海氷自身は陸上の雪の大塊が海水中に墜落して存在するものであると信じて居た。

比較的に新らしく此の事實を、殊に多少誇大して特筆せるは Stefansson (14) だ、その著 "Friendly Arctic" の中に記す所によると、一九一三年頃から五ヶ年間も北極に近いエスキモー部落に生活して具に人類學の見地から彼等の生活法を觀察して歸つて居る。その中に、海氷上の淡水、又は、鹽分の無い氷が存在することは、エスキモーを初め、多くの北極地方の住民等が、經驗上、よく知つて

居るのは事實であるが、その理由は全く彼等も知らないし、自分でも不可解であると記し、同時に Sir John (15) の奇抜な臆説を引用して居る。それによると、北極地方の浮氷はそれ自身シベリアの大河から流れ出した河成の流水であつて、それ等が北氷洋の海流に押し流されて各地に行つて居るもので、浮氷の上の淡水は實にかゝる成因の淡水の水がどけたものに違ひないと推定して居る。

海水が表面に近い處は鹹味が自然に脱出せられて殆ど純粹の淡水水であることは、一八七六年、英國の化學者 Guthrie (16) がドーバー海峡 Strait of Dover の水を用ひて、正確、且、詳密なる實驗を重ねてその理由を證明して居り、之に續いて、一八八三年、瑞典の探檢船 "Vega" 號の海洋學者 Pettersson (17) が北氷洋の水をどかしてその母液たる海水と比較して、前者の含有物中の主なる食鹽量が著しく後者よりも減少して居ることに注意し、更に一九〇七年 Shackleton の南極探檢隊の化學者 Mawson (18) が之を實地に證し、又一九一四年 Scott の最後の北極探檢隊の一人 (19) も、たしかにその實驗の結果を報告し、且、證明して居る。尙、一九二〇年から一九一三年にかけて南極に近づく Terra Nova 方面の英國の一隊の探檢の結果を Wright and Priestley (20) が一九二二年に報告して居る中にも、海水中の鹽分の量が、その表面からの深さによつて異なる事實を記載し、可なり詳しくその成因を證明して居て、海氷上の淡水の成因は、たしかに海水自身から出來たもので今日ではあまり不思議では無いことゝなつて居る。

厚い海水が表面附近では、自然に鹹味を脱出して淡水水の如くに成る理由は、上述の Guthrie (21) が最も詳密に實驗證明して居る所で、今その綱領だけを記して見ると次の通りである。

(一) 多少でも食鹽を含む水は、攝氏零度では凍結しない。凍結するのは必ず零度以下である。よしや、その一部分が凍結しても鹽分だけは、氷の分子との間に凍結しないで存在して居る場合が多い。殊に零度近くで凍結した時に然り。

Guthrie は此の事實を證明する爲めに、ドバー海峽の海水を採集して來て、實驗室に於て人工的に、零度近くに於て急に凍結せしめて、出來た氷を壓搾して鹽分の排出せらるゝことの實驗を行つて好結果を得て居る。

(二) 凍結しないで氷の分子間に存在して居る鹽分は、氷の成立後、時間を経るに隨つて、重力及び毛細管現象によつて漸次下方へ降る。故に凍結してから永い時間を経れば經る程、氷の上部即ち表面に近い部分は鹽分が少ない筈である。故に一年中の大半が凍結して居る兩極地方の海水は、その表面に近い部分は鹽分が甚だ少ないのである、殆ど全く淡水氷である。此の事實は南北兩極地方の海水の觀察者がよく觀察して居る通りである。

(三) 一般に急激に、且、甚だしく低溫度で凍結した海水は、可なり多くの鹽分を含んで居る。是は上述の鹽分が逸出する時間の餘裕が無いのと、攝氏零下二二度以下の低溫度となると食鹽の飽和溶液自身ですら凍結する性質があるからである。

因に記す、海水が含有物までも全部凍結すべき最低溫度は勿論、零下二二度より高い。何となれば、海水の含む鹽分中には、食鹽よりも遂に高溫度で凍結すべき性質の鹽類を多少含有することと鹽分の濃度が飽和溶液に比しては左程高くないからである。

以上の中(二)の事實は、今を距るいと實に百年前、北極地方の海で Sir Parry (22) を初め、その後 Richardson (23) 及び Sir Nares (24) 等が、所謂海水の Penknives 名づけたものが、その實際の一端を語るもの様である。又、(三) 後段の、攝氏零下二二度以下云々の項は、Guthrie 以前にも實驗せられた一例 (25) もあるが、多くは遙に近代の實驗研究の結果 (26) 純粹なる食鹽の溶液について明確に闡明せられた事實であるが、説明の便宜上、茲に Guthrie の研究の結果中に私が追加したものである。

此の Guthrie の實驗の結果の一部分は、古來ロシアの北岸一帯の住民、シベリア北氷洋沿岸地方 (27)、及びクルウエーの一部 (28) の住民等は、既に此等の事實を経験上から知つて居て、その性質を製鹽に應用して居る。即ち海水を普通の鹽田の様に、しかし、稍々深く作られた鹽田に引き入れて置いて、自然の近寒の氣候によつて凍結させ、相當の日數を経てから、その氷を切り取つて棄てる。此の水は上述の Guthrie の實驗の結果の證して居る如く、殆ど鹹味のない純粹に近い淡水の水であるから、之を除き去ると鹽田の水はその鹽分の量の割合が大きくなる。再び凍結させて數日の後、同様に氷を取り棄てると鹽分の濃度は益々高くなる。かゝることを更に一兩回くりかへすと最早その鹽分の濃度は可なり著しく高く、鹽田の水を酌んで扁平な鹽釜に入れて蒸發して立派に食鹽が採れるのである。蓋し寒地工業の一大資源であらう。

結語 大連灣の海水の表面は、海岸からの距離によつて著しく様子の違つた三つの區域に分けることが出来る。海岸から一五〇米位迄の間は、參差狀表面と呼ぶべき甚だしく粗雜な部分で、

それから又、凡そ二〇〇米頃までは皿状表面とも云ふべき極めて淺い皿を不規則に並べた様な稍々平かな部分である。灣の中央部に近くなると、漸次氷丘と稱する砂漠上の砂丘に相當する小丘が發達して、一般に直徑一米内外の鱗形の一部をなす。鱗状表面即ち是である。

概して海岸に近い海水は黄褐色を呈し、遠ざかるに隨つて無色透明となる。但、海水の表面が所謂皿状を呈する邊には、ハムモック状の黄ばんだ氷塊が處々に浮島の様に散點して居て、平凡な海水の表面に異彩を放つて居る。

海水の空中に發育したものを舌状突起と云つて、陸上の出來事中には決して見ることの出來ない一新事實である様に思はれる。

海水はその母液たる海水の鹽分三%内外あるに比して、概してその含鹽量甚だ少量で四分の一にも足りないが、その總體の厚さが僅に十數厘に過ぎないから、兩極寒地の海水の様に、海水の表面からの深さの差によつて含鹽量の多寡を認めにくい。海水と母液との含鹽量の差異は、凍結の際、鹽分の溶液だけがまだ固結しない間に、自然に逸出するに因る。

をはりに村土地質調査所長の與へられたる各般の厚意に對し、又、海水並に海水の分析に關し多大の援助を與へられたる滿洲教育専門學校教授服部理學士及び地質調査所員安月敏良氏に對し、深く感謝の意を表する次第である。(昭和二年二月二十八日稿)

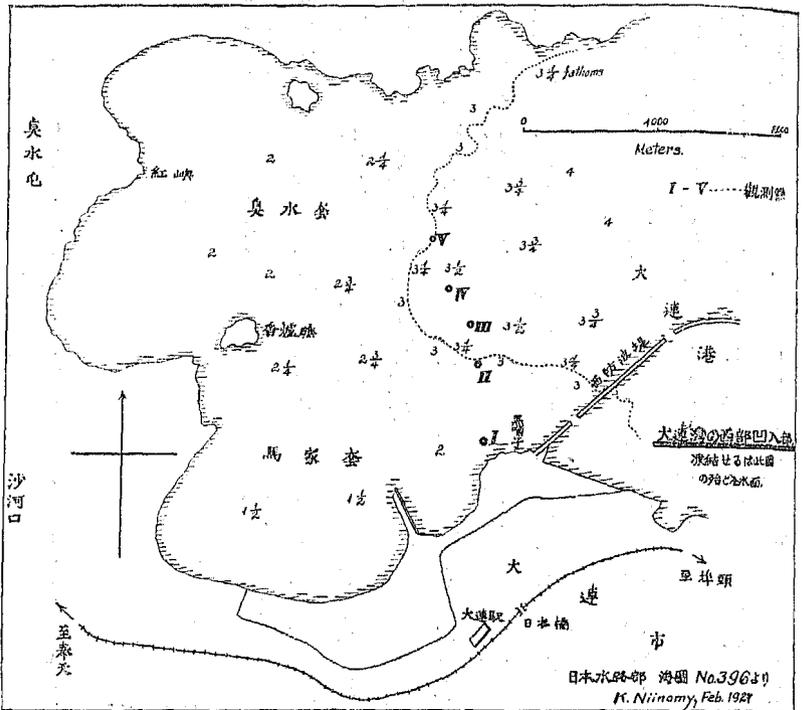
引 用 文 獻

(1) 關東廳觀測所 大正十四年滿洲氣象報告 1926, P. 15.

- (2) 日本水路部 大連灣, 海圖 No. 396, 1917.
- (3) Moulin: Originally French word, a nearly vertical shaft enlarged from a crack in a glacier by the falling Surface water (Websrer)
- (4) Krümmel and Mill: Sea Ice; Encyclopedia Britanica, 11th Edit., Vol. XIX, 1911, p.985.
- (5) Makaroff, S., The Yermak in the Ice; (in Russian) 1901, St. Petersburg.
- (6) a, Free, E. E., The Movement of Soil material by the Wind; U. S. Dep't. of Agr., Bureau of Soils, Bull. (8. 1911, P. 60.
- b, 新帶國太郎 內蒙古及び奉天附近の砂丘, 地學雜誌, Vol. XXXII, 大正九年, p. 126.
- (7) 新帶國太郎 大正八年四月十六日及び拾七日の霾に就て, 全上, Vol. XXXI, 大正八年, p. 556.
- (8) Mohr's Method: Treadwell, F. P., Analytical Chemistry translated from the second German edition by W. T. Hall, Vol. 11, 5th Edit., 1919, New York, p. 708.
- (9) Tyson, Capt. G. E., Arctic Experiences; in Feb., 1873, 1874, London, p. 279.
- (10) Nares, Sir G. S., Narrative of a Voyage to the Polar Sea during 1875-1876; Vol. II, 1878, London, pp. 57-58, 60 & 64.
- (11) Colan, Dr. T., Arctic Papers (Scurvy); Vol. V, Minutes of Evidence, 1877, London, p. 61.

- (12) Moss, Dr. E., *Idem.*, p. 77.
- (13) Markham, Capt. A. H., *Idem.*, p. 27.
- (14) Stefansson, V., *The Friendly Arctic*; Nov., 1921, New York, PP. 30-34.
- (15) Sir John's theory: quoted in the *Friendly Arctic*; p. 30.
- (16) a, Cuthrie, F., *On Salt Solutions and Attached Water*;
Philosophical Magazine, 4th Ser. Vol. XLIX, 1876, pp. 1-20,
 206-218, 266-276; 5th Ser. Vol. I, 1876, pp. 49-60,
 354-369, 446-455; 5th Ser. Vol. 11. 1876, pp. 211-225.
- b, Guthrie, F., *On Eutexia*; *Ibid.* 5th Ser. Vol. XVII, 1884, pp° 462ff.
- (17) Pettersson, O., *Vega Expedition Report*; Vol. II, 1883, pp 349-380.
- (18) Mawson, D., *Shackleton's The Heart of the Antarctic*; Vol. II,
 1909, Philadelphia, pp. 357- 359.
- (19) Scott, R. F., *Last Expedition*; Vol. I, 1914, London, pp. 32 & 613.
- (20) Wright, C. S. and Piestley, R. E., *Glaciology*; British (Terra Nova)
Antarctic Expedition, 1910-1913, 1922, London, pp. 338-339, 356-357.
- (21) Guthrie, F., *op. cit.*, 4th Ser. Vol. XLII, 1876, pp. 17-18.
- (22) Parry, Sir E., *The Fourth Voyage*; a part of the descriptions on July 12th and 14th,

- 1827: quoted by Nares in his Narrative of a Voyage to the Polar Sea during 1875-1876; Vol. II, 1878, p. 69.
- (23) Richardson, Sir J., Arctic Searching Expedition; 1851, London.
- (24) Nares, Sir G. S., op. cit., Vol. II, pp. 68-69.
- (25) Rüdorf, F., Ueber Kältemischungen; Poggendorff's Ann. der Physik und Chemie; Bd. CXXII, 1864, s. 337-346.
- (26) a, Gröber, Physik. Untersuch. für die Kaltetechnik; Diss. 1908, Techn. Hochsch. München, S. 24.
b, Landolt-Börnstein, Physikalisch chemische Tabellen; 1923, Berlin, S. 629-630.
c, Findley, A., The Phase Rule and its Applications; 5th Edit., 1923, London, pp. 95-96.
d, Krümmel, O. and Mill, H. R., Sea Ice; op. cit., p. 985,
- (27) Martin, G. Smith, S. and Wilson, F., The Salt and Alkali Industry; (Manuals of Chemical Technology VI), 1916, London, p. 7.
- (28) Oral Communication from Dr. C. W. Mason of the Dep't. of Chemistry, Cornell University, New York, U. S. A. to the writer.



大正十四年十月一日國勢調査
日本内地の人口(六)

宮城縣	一、〇四四、〇三六
仙臺市	一四二、八九四
刈田郡	四八、〇一七
白石町	一一、四〇三
各村合計	三六、六一四
柴田郡	四二、七三六
大河原町	六、八六四
槻木町	八、三六八
村田町	七、三四六
各村合計	二〇、一五八
伊具郡	五〇、四一一
角田町	七、四七八
丸森町	六、〇三七
各村合計	三六、八九六
互理郡	三〇、七一六
各村合計	五、一一〇
名取郡	二五、六〇六
岩沼町	六九、一一二
増田町	六、七六七
長岡町	九、四〇八
各村合計	四八、六六六