

オホーツク海北海道沖における 流水の到来とそれに前駆する海況の変動

渡 辺 貫 太 郎*

1. ま え が き

オホーツク海の海水についてはソビエト側で古くから観測・調査が行われているが、我が国に於ては明治25年に網走測候所（現在は地方気象台）他数ヶ所の測候所や観測所で組織的な沿岸海水観測が始められ、また戦前には当時の中央気象台が所属の飛行機で不定期ながらも空中からの海水観測を行っていたし、海軍に於ても艦艇と航空機による広範囲な観測が行われたことがある。

これらの観測・調査によって可成り前から結氷域あるいは融氷域の大体のことが判っていたし²⁾、流水はこの海の北部、北西部から樺太の東海岸沖、北海道沖にかけて分布し¹⁵⁾、比較的周辺部を反時計廻りに漂流しているものと考えられていた。

戦後暫くは特記すべき観測・調査は行われなかったが、北大低温科学研究所に於て海水に関する一連の理論的並びに実験的な研究が進められた。即ち、福富はオホーツク海には深度 25~50m に著しい躍層がある為に、全域に亘って結氷の起る可能性のあることを推論し¹⁰⁾、また流水の風による漂流に関する理論的考察を展開して、冬期の季節風によって樺太東岸沖、北海道沖に誘起されるべき漂流速度を推算している¹²⁾。

しかし、広いオホーツク海に於て刻々様相を変えて行く海水現象に対してこれまでの観測資料はあまりにも断片的で、海水状況が synoptic に把握されたことは稀れであり、その変化の過程が追跡的に観測されたことも少く、北海道沖の海水についての知識すらも可成り概念的なものに過ぎなかった。

幸にも1957年より本年までの3ヶ年、航空機による組織的な海水観測が実施されて、北海道沖の海水の生態が詳しくまた追跡的に調査された。またこれに呼応して、この海域の海洋観測も定期的実施されるようになって、海水現象の母体である海洋の構造も可成り明らかにされた。こゝに、これら最新の資料を基に、北海道沖の流水の到来状況と海洋の条件について序報的に概観して

みる。

2. 流水の到来状況

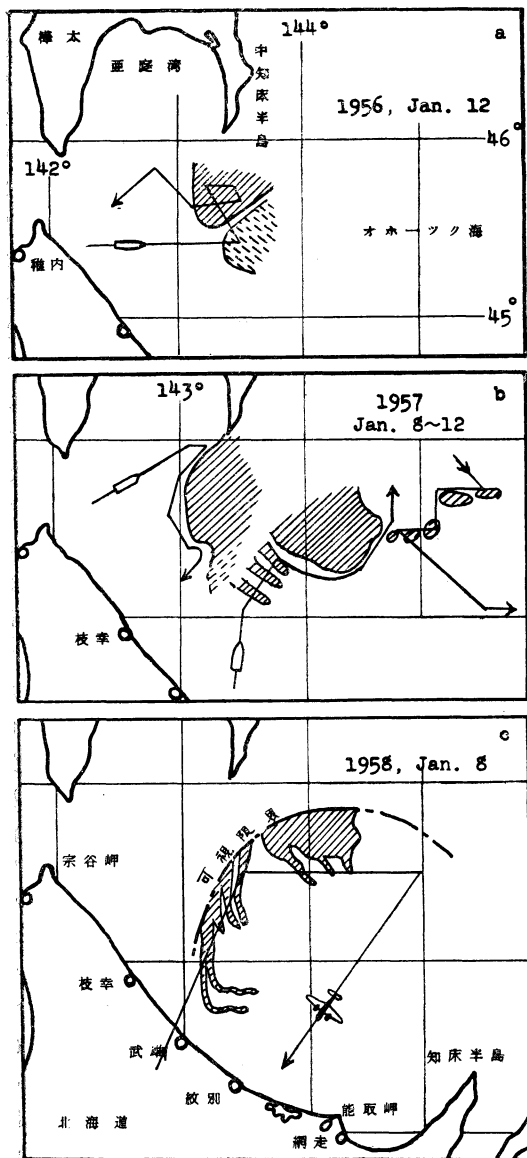
オホーツク海沿岸地方ではN~Eの風が吹けば流水が接岸し、S~Wの風の時には離岸すると云う経験的事実があり、またこの海には目立った海流も無いと思われていた為、これまで流水は主として風によって漂流しているものと考えられていた。また沿岸付近に於てもよく新成氷を見ることから、流水の可成りの部分はこの沿岸沖及び亜庭湾方面で生成するものであるとも推論された¹⁷⁾。しかし一方では、1月上・中旬にはじめてこの海域に現われる流水の多くが、既に0.5~1mもの氷厚を有していることは、この流水の大半が可成り北方から漂流して来た所謂「外来氷」であることをも物語っている。

2.1 到来初期の流水

第1図 a, b, c は夫々1956年¹⁾、'57年²⁾、'58年³⁾ にこの海域で流水がはじめて発見された頃の氷域の分布図である。これらの分布図は明らかに、初期流水は樺太の中知床半島の東方より南下して来るものであることを表わしている。そしてb図にも書入れてあるが、この頃沿岸に漂着する流水の多くは氷厚が0.1~1m程度の一冬氷であると云うことは注目に値する。例えば雄武に於ける1957年~'58年の冬の結氷初日は12月31日で、この日から1月20日までの積算寒度**を求めると145 degrees daysとなる。これを福富・楠・田畑¹¹⁾の求めた紋別・網走に於ける氷厚増加の式に入れて1月20日までに雄武で成長可能な氷厚を求めれば約28cmとなる。然るに氷厚50cmの海水は同じ式によって、それまでに約600deg. daysの積算寒度を経験していなければならぬことになるし、氷厚1mの氷は約2,000 deg. daysを必要とする。これらの数字は初期流水が可成りの北方から漂流して来たものでなければならぬことを物語っている²⁴⁾。

** 積算寒度… 結氷点以下の平均気温の積算値で、0°C以下の平均気温の積算値で代用する。

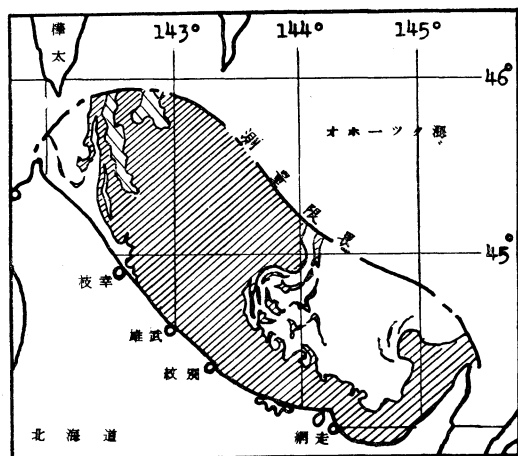
* 函館海洋気象台



第1図 到来初期の流氷分布状況

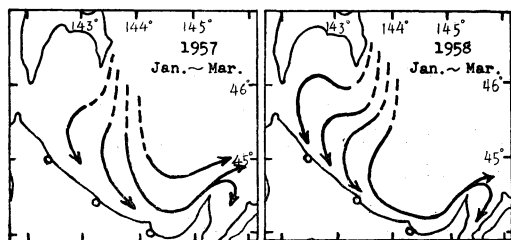
2.2 盛期の流氷

流氷のこの海域への最初の到来は1月上旬または中旬のことが多く、以後時日の経過と共にその勢力は増大して、2月には枝幸以南の殆んど全沿岸が流氷に閉されるのが普通である。第2図に盛期の典型的な例として1958年2月19日の状況²⁾を掲げる。この図には沿岸沖約80 km 以内の状況が画かれているが、小型飛行機による観測では飛行範囲が海岸線付近に限られるため、高度6,000 ft からの写真測量²³⁾の実用的限度は沿岸沖 60~80 km



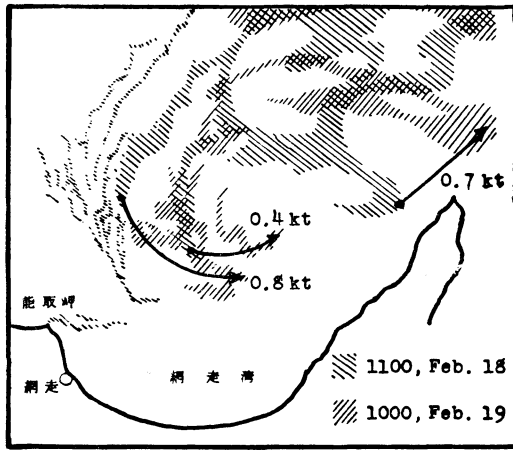
第2図 1958年2月19日の流氷分布(盛期)

程度なのである。なお、1959年にはジェット機による高々度からの観測も行われて、沿岸沖 200 km 以上の沖合まで測量された場合もある。流氷状況はもちろん年によって可成りの相違を示しているが、少くもこの3ヶ年の観測結果に於ては、盛期の流氷は第2図に示されているように、樺太の中知床半島の東側より南下して北海道沿岸沖を南東に流れ、知床半島先端部沖より東方へ去ると云う流れ方をしている。即ち第3図 a は1957年の観測結果から推定されるに至った同年3月下旬までの漂流流路であり、b 図はすべての流氷分布図が明らかに示した1958年の3月上旬までの流路である。両年の流路に若干の違いのあるのは主として両年の風の傾向の差異によるもの²⁴⁾で、1957年の2月の風はSW成分が多く、'58年2月はNE気味の風が強かったために、1958年の流路が前年のそれよりも西偏したものと考えられる。この様に流路は風によって若干の影響を受けてはいるが、大体の傾向は風向の如何にかゝりなく中知床半島東方より南下して来ると云う事実は、この海域の初期から盛期にかけての流氷が主として海流によって漂流していることを示している。



第3図 1957年と58年の流氷の漂流々路

次に漂流速度の程度を知る為第4図にその測定例を掲げる。図には1957年2月18日11時頃と翌日の10時頃との海水分布図(何れも写真測量)が重ねて画かれており、氷縁の同一部分の両日の位置の違いから概算された漂流速度が記入されている。この時の網走に於ける風の平均をみるとSSW、約9m/sで、第4図に示されている漂流がこの風によるものでないことは明らかであり、寧ろこの漂流状況は海流の状況をよく表わしていると思われることが出来る。なお、能取岬は第3図から見ても流線の収束するところ当たっているから、0.8ktと云うこの速



第4図 漂流速度の測定例 (1957年2月18日)

きは恐らくこのあたりだけのことで、もっと沖合の方ではこれより可成り低い値であろう。以上、流氷状況の経過を流路に焦点を置いて述べて来たが、その氷型・氷質についても簡単に触れておく。初期の流氷は上述した様に氷厚が0.5~1mの一冬氷の板氷または砕氷であるが、例年1月下旬頃から次第に小氷盤(経10~200m)が混ざるようになって、2月に入ると氷野は大(1~10km)、中(0.2~1km)、小氷盤の集合となり、時には1辺が20~30kmもの巨氷盤を交えていることもある。そして氷状の優勢な年の盛期には、沿岸沖一帯が完全に密接した一大氷野と化して、随所に自身の横圧によって出来た永丘脈の見られるのが普通である。そして初期より盛期の間は、氷盤同志の隙間や、水路、氷湖および氷縁の外側一帯において盛んな新成氷の生成・発達を見ることの多いのは、後で言及するように注目すべき現象の一つである。

3. 流氷の到来に前駆する水塊の交代

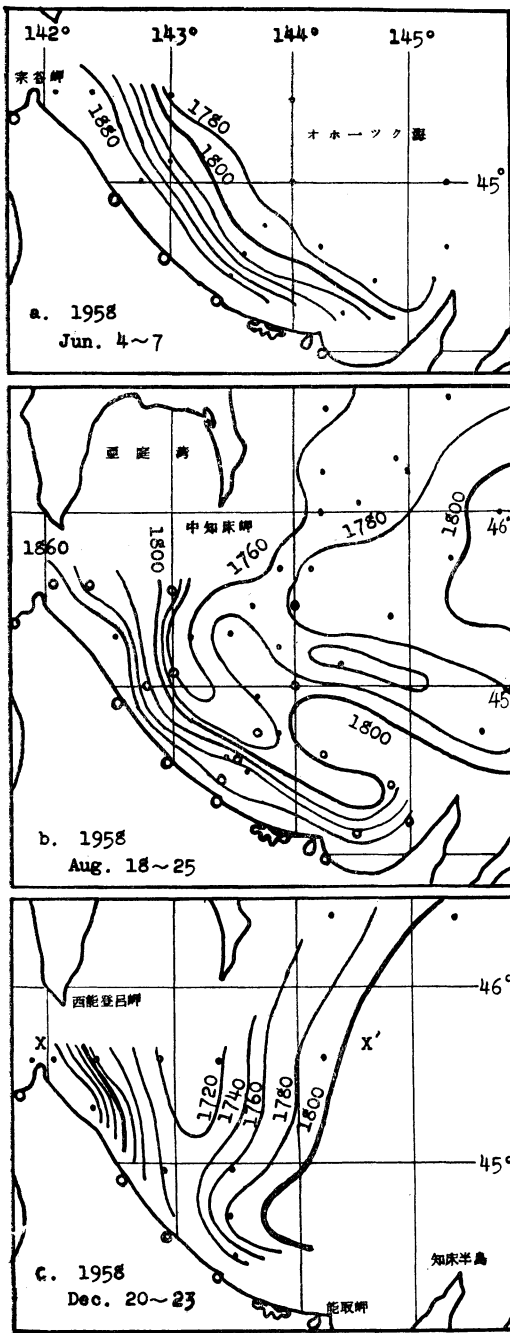
かつてはオホーツク海に反時計廻りの環流があって、

樺太の東岸沖を東樺太海流が南流しているとされていた¹³⁾。しかしその後の海洋調査においては、例えば樫浦¹⁴⁾が1942年夏にオホーツク海の殆んど全域に亘って行われた凌風丸の観測資料について解析した結果では、この海にかけて考えられていた様な大環流は考えられなかったし、東樺太海流の存在も認められなかった。また田畑²¹⁾は南部海域の海況を調査しているが、樺太の南東端付近を南流するような流れの存在について別に述べてはいない。また杉浦²⁰⁾はオホーツク海南西部で1948年から1957年間に行われた15回の観測資料を用いて調査し、オホーツク海冷水域、即ち宗谷暖流域の沖合では、一般に北流が卓越しているとの結果を得た。即ち、これら最近の研究では、樺太の東岸を南下して北海道沖へ流入する海流は確認されていないで、むしろその存在は否定された様な格好である。しかしながら、この3ヶ年の海水観測の結果は前節に述べたように、この海域を南流する海流の存在をはっきりと示しているので、1958年に行われた4回の海洋観測の結果と沿岸海洋観測資料とを以て、海況の季節的な変動の姿を吟味してみよう。

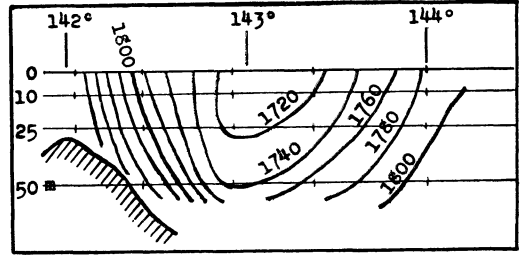
第5図aは1958年の6月³⁾、b図は8月⁴⁾、c図は12月⁵⁾の表面塩素量の水平分布図で海況が季節的に変わって行く状況を比較的良好に現わしている。即ち、6月には沿岸沖20哩以内を高塩分の宗谷暖流が南東流し、これより沖合にはCl=1780‰程度の所謂オホーツク冷水塊が拡って、その緩やかな塩素量傾度から見ても、またこの時のG・E・Kによる観測値を見ても、そこには系統だった流れは見出されない。

ところが、b図、8月下旬の塩素量分布はオホーツク冷水域内に低温・低塩分の水が樺太の中知床岬東方から南下して紋別の沖合約30哩あたりにまで達している。6月と8月のこの海況の違いは、一つは6月の観測が範囲も狭く測点間隔も粗くて冷水域内の微細な水質分布状況を捕えることが出来なかったことによるようであり、また一つには、8月は多雨期であるため樺太東岸の沿岸水が発達してその南下する様子が特に明確に現われたことにもよるのであろう。何れにしても、樺太東岸沖からの低温・低塩分水の南下がこれ程までに明確に観測されたのははじめてのようである。

次にc図、12月下旬の分布では、Cl=1720~1740‰と云う極く低塩分の水が宗谷暖流の南東流を遮断して枝幸以南で完全に接岸している。この時の宗谷岬正東の断面(第5図cのX-X'線)を示した第6図に於ては、低塩分水は50m以浅の表層に拡っていることが判る。



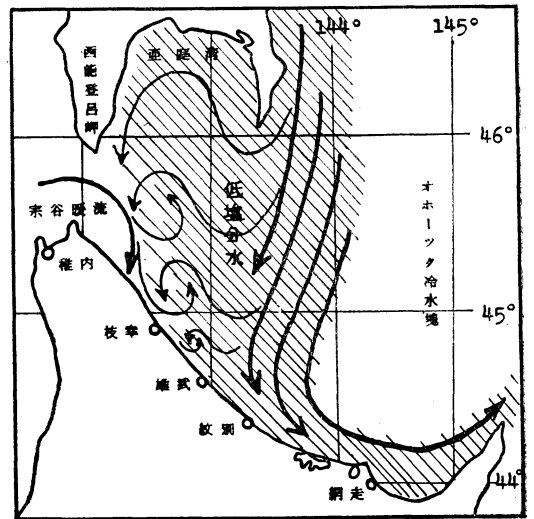
第5図 1958年の海況の季節的变化(表面塩素量)



第6図 塩素量断面図(第5図cのX-X'線)

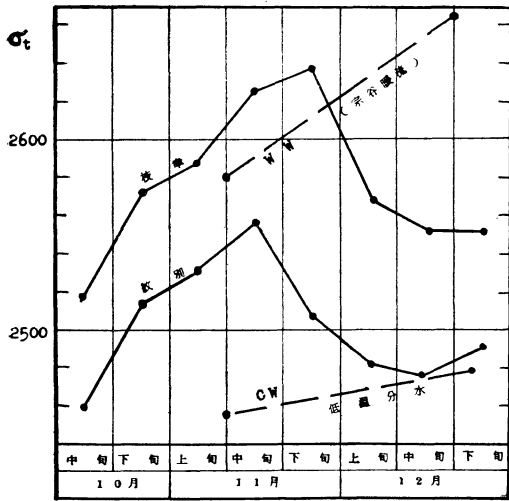
応する海流分布は定性的に第7図の様に表わせることを教えている。(この冷水域内の表面水温は差が少くて0.4°~1.0°Cの範囲にあったから、密度分布の様子は第5図cの塩素量分布とあまり大きくは違わない)。なおついで乍ら、亜庭湾に第5図cに見られる程の低塩分水を函養するだけの陸水の流入は考えられないし、またこの水を宗谷海峡の西能登呂岬側を通して日本海から流入したとすることは既往の観測・調査¹⁶⁾の結果から見ても考え難いことである。

次に低塩分水がこの沿岸沖で季節的に拡って来る様子を見るために、枝幸と紋別に於ける旬平均の沿岸比重 σ_T の変化状況を第8図に掲げる。図でWWとある曲線は8月, 11月, 12月の観測における宗谷暖流水の σ_T (宗谷岬沖Stでの値)であり、CWは同じ観測における最も低い塩素量を示した水の σ_T である。即ち、枝幸に於ける水は11月下旬までは宗谷暖流水そのものであったが、12月上旬に急に低温・低塩分水の水に変わっている。



第7図 低塩分水流動の定性的表示

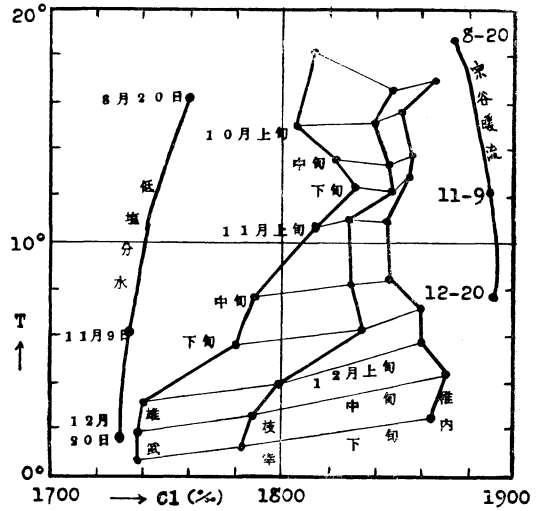
これらの水平分布図と断面図は一見、低塩分水が亜庭湾で函養されたものであるかのような印象を与える。しかし低密度水の流動の理論は、第5図cの水平分布に対



第8図 沿岸における σ_t の季節変化

また紋別に於ては、11月下旬に水塊の顕著な交代が起って、以後は低塩分水に占られている。

この水塊の交代と上述の低塩分水の南下とは、1958年の観測によるものであるから、或はこの年のみの特異な現象であったのかも知れないので、沿岸に於ける過去5ケ年間の水質の季節変動を調べてみる。第9図は1953年~'58年間の5ケ年の沿岸海洋観測資料より求めた旬別平均のT-CI diagramである。図には比較の為に第8図に示したWWとCWの値も入れてある。これで見ると、稚内、枝幸、雄武(紋別には1957年以前の資料はない)では共に11月上旬には $T=11^{\circ}\text{C}$ 、 $CI=1840\%$ 程度で陸水の影響を受けた宗谷暖流水系であるが、一年中宗谷暖流域に在る稚内の他は冬期に向うにつれて塩素量が低下している。そして雄武に於ては12月上旬以降は、前述の低塩分水とほぼ同質の水となっている。この事実は、この沿岸地方の表層で毎年11月下旬、12月上旬頃に低塩分水が宗谷暖流水と交代していることを明瞭に示している。従って1958年12月の観測で見られた低塩分水の南下は同年だけのことではなく、毎冬起っている現象と云うことが出来よう。そしてこの水の源泉が何処にあるかと云うことはこの海域へ到来する流氷の発生地を究める上に於ても極めて重要な問題であるが、その記述は樺太東岸の資料の解析後に待たねばならない。多分この水の総てが樺太東岸の沿岸水なのではなく、その分布の模様と樺太北端部附近の塩素量水平分布の様子¹⁴⁾とからは、この水の可成の部分は昔から云われているようにオホーツク海北西部の沿岸水に由来するものではなからうか？



第9図 旬別平均のT-CI diagram(1953~'58)

4. 要約

前2節に述べたところよりこの海域への流氷の到来の機構を要約する。

1) オホーツク海北海道沖に於ては、夏季には沿岸附近を宗谷暖流が南東流しており、20~30哩より沖合はオホーツク海冷水塊が拡って、宗谷暖流以外に系統立った流れは見られないようである。

2) しかし、秋にはオホーツク冷水塊よりもっと低温・低塩分の水が樺太東岸沖より南下し始め、11月下旬・12月上旬頃に低温・低塩分水が宗谷暖流の南東流を遮断して、この沿岸附近の水塊に交代が起る。これはこの沿岸沖での結氷・流氷到来の前駆現象と云うことが出来る。

3) 流氷はこの海域では主として海流によって漂流するようである。そして例年1月上・中旬からこの海域に現われる流氷は単独で漂流して来るのではなくして、低温・低塩分水の南流に乗って到来する。

4) 低温・低塩分水の南流ベルトの中から考えると到来期の流氷野は中知床岬正東で数十哩以内、紋別北東で百数十哩以内、能登岬沖で数十哩以内に限られ、あまり沖合にまでは拡っていないことが多いようである。但し、末期には北方より多量の氷群が一挙に南下することもあるようで、この沿岸沖数百哩にわたって厚く流氷におおわれたこともある¹⁵⁾¹⁸⁾¹⁹⁾。

5) 低温・低塩分水は50mあたりまでの上層に限られてその躍層の垂直安定度が極めて高いため、表層の

低塩分水は厳寒期に容易に冷却されて結氷点に達するので、第2節に述べたように流氷野の内外で盛んに新成氷が出来るのである。しかし、この低塩分水の南流ベルトの外では、躍層が発達していないので表層が冷されると垂直混合が起ってなかなか結氷点に達しない。第2図に見るように、網走湾沖一帯が氷の無い海面となっていることの多いのはこの為である。またオホーツク海南半分の一般的傾向として海水は中央部および南東部では殆んど見られなくて、専ら西部の樺太東岸沖から北海道沖で見られるのも、この低塩分水層の偏在の為であろう。

5. あとがき

オホーツク海北海道沖に於ける流氷の到来状況を、初冬に於ける海況の変動と結びつけて概観して来た。これは流氷の初期より盛期までの姿であって、末期に流氷の退去する状況は上述のところと少しく様相を異にするが、その記述は別の機会に譲る。

終りに、1957年以來の航空機による海水観測に協力された航空隊の方々、いろいろな部門でこの観測に御援助下さったの方々、並びに観測飛行に参加された各観測員に敬意と謝意を表すると共に、やっと緒をついたばかりのこの海水観測・調査が今後も継続されることを祈って止まない。なお、終始御鞭撻激励を頂いた安井函館海洋気象台長に深く謝意を表します。

引用文献

- 1) 第一管区海上保安本部；海洋概報，昭和31年第4号。
- 2) 同，昭和32年第3号。
- 3) 同，昭和33年第2号。
- 4) 同，昭和33年第3号。
- 5) 同，昭和33年第5号。
- 6) 第一管区海上保安本部発表，1958年1月。
- 7) 函館海洋気象台海洋時報，第1号（昭和19年）

- 8) 函館清洋気象台；海洋速報，No. 65（昭和33年）
- 9) 函館海洋気象台海上気象報告，第2巻 第2号（昭和33年），および函館海洋気象台，札幌管区気象台；海水観測報告（昭和33年1月～4月）
- 10) 福富孝治，1947；オホーツク海中央部における結氷の生成についての理論的考察，低温科学，**3**，143～169。
- 11) 福富孝治，楠宏，田畑忠治，1947；海水の厚さの増加について，低温科学，**3**，171～185。
- 12) 福富孝治，1952；オホーツク海特に南南部海域における流氷の風による移動，低温科学，**9**，137。
- 13) 例えば日高孝次著「海流」，須田皖次著「海洋の科学」。
- 14) 梶浦欣二郎，1949；オホーツク海の夏季海況について，日本海洋学会誌，**5**，19～27。
- 15) 食品昭二，1954；オホーツク海の海水，水路要報，第40号。
- 16) 松平康男，安井善一，1935；宗谷海峡，亜庭湾表面観測，海洋時報，**7**，497～509。
- 17) 佐々木徳治，1957；オホーツク海北海道沿岸の初期流氷について，気象庁研究時報，**9**，114。
- 18) 沢田昭夫，1957；オホーツク海南部海域の大流氷野，測候時報，**24**，20～25。
- 19) 沢田昭夫，1958；南部オホーツク海の融氷期における氷縁移動について（1956），気象庁イ報，**40**，117～124。
- 20) 杉浦次郎，1958；オホーツク海南西部の海況について，気象庁イ報，**10**，549～553。
- 21) 田畑忠治，1952；千島列島南沖及びオホーツク海南部の海況について，低温科学，**9**，159。
- 22) 田口竜雄，1933；ベーリング海，オホーツク海，日本海北部の海水について，海洋時報，**4**，489。
- 23) 渡辺貫太郎，中山一蔵，1958；傾斜写真測量結果と1957年1月～4月の海水状況，気象庁イ報，**40**，49～77。
- 24) 渡辺貫太郎，1959；南下漂流する流氷の氷厚増加に関する考察。（未印刷）

〔雲鏡〕 研究発表要旨？

『学会に発表する研究は、発表の申込をする時に、出来上っていますか？』こんなアンケートを気象学会の会員諸氏に配布し、正直な答をもとめたら、どうなるだろうか。学会の研究発表要旨をみる度に、そんな皮肉を云ってみたい。それほど、「要旨」の内容は、「要旨」から遠いではあるまいか。要旨であるからには、結論を記してある筈なのに、序論に終わっているものが多い。ひどいものになると、要旨とは違った研究発表があったり、発表者が出席しているのに、発表取消が行われたりする。これでは、全く、研究発表の要旨ではなく、新聞

記者の「予定稿」に近い。

この様な傾向の原因を、研究要旨申込の紙面の不足に帰する人もあるだろう。それならば、有料にはなるが、写真印刷を採用して、紙面を拡大し、図、写真までを収める方法をとるべきである。しかし、それにしても、発表申込までに、研究が出来上っていないと、要旨が充実するとは思われない。聞く所によると、物理学会の研究発表にも、これと同じ傾向があり、学界の長老から、お叱りがあったそうである。気象学会には研究発表の数だけが、むやみに増えるのを喜ぶよりも、発表そのものが軽視されている傾向をたしなめる長老が、おられないのは、淋しいことと云わねばなるまい。（K₂）