



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道オホーツク海沿岸沖における海況変動の研究 Ⅱ
Author(s)	青田, 昌秋; AOTA, Masaaki
Citation	低温科学. 物理篇, 28, 261-279
Issue Date	1971-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18157
Type	departmental bulletin paper
File Information	28_p261-279.pdf



北海道オホーツク海沿岸沖における 海況変動の研究 II^{*,**}

青田 昌秋
(低温科学研究所)
(昭和45年9月受理)

I. ま え が き

これまで、特に、宗谷暖流に留意した、北海道オホーツク海沿岸海域での連続海洋観測は少なく、宗谷暖流域の詳細な海況の季節変動は明らかでなかった。

低温科学研究所附属流水研究施設では、昭和41年以来、特に宗谷暖流の消長を明らかにするため、紋別港沖合の横断観測及び紋別港内での毎日1回の沿岸観測を実施してきた。

昭和41年～42年の観測域は、主に距岸5～6哩の極めて沿岸近くの海域にかぎられていたため、昭和43年からは、観測線を拡張して、紋別港北東距岸30～40哩まで観測し、また、昭和44年は、枝幸沖北東方向の観測を加えた。観測も融氷期(3月)、宗谷暖流最盛期(8月)、および、秋から冬にかけての沿岸表面水の交代期を選んで重点的に実施した。

昭和42年12月までの観測によって、流水到来直前の12月下旬、および、流水退去直後の4月上旬においても、沖合10～15哩の下層に宗谷暖流と同質の水塊が認められた。このことから、従来、宗谷暖流は9月初め頃が最盛期であり、冬には消滅するらしいと考えられて来たが、流水期間中にも、潜流あるいは残存水塊として存続している可能性のあることを指摘した¹⁾。

ここでは、昭和43年、44年の観測に基づいて、第1報に引き続き、宗谷暖流域の海況変動、特に、宗谷暖流の消長について報告する。

II. 観 測 概 要

観測は主として、第一管区海上保安本部・紋別海上保安部の巡視船“そらち”，網走海上保安署の巡視船“てんりゅう”で行なった。

観測点は昭和43年は、紋別港から海岸線にほぼ直角な北東方向、距岸30哩までの各5哩毎の点、昭和44年は、さらに、枝幸港北東方向、距岸30～40哩までの各5哩毎の点である。観測域を第1図に示す。この海域はすべて大陸棚上にあつて水深は極めて浅く、紋別沖合15哩点で110 m、30哩点でも160 m、また、枝幸沖15哩点では120 m、30哩点で140 mにすぎず、

* 北海道大学低温科学研究所業績 第1076号

** 北海道大学低温科学研究所附属流水研究施設研究報告 第16号

観測は表層から海底までを 10~20 m ほどの深さで行なった。

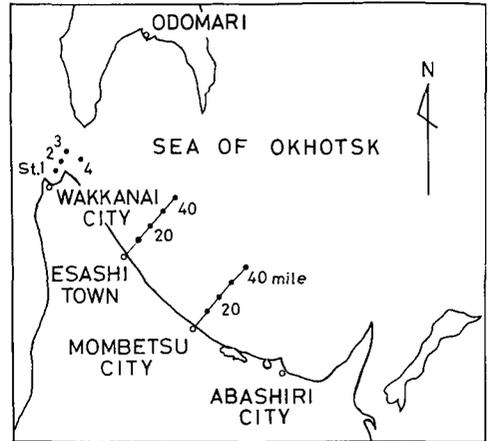
観測項目は、水温及び塩素量である。昭和 43 年は、主として鶴見精機工作所製現場用 STD を用い、43 年 11 月以後はナンセン採水器を用いた。なお、昭和 43 年 5 月 30 日~6 月 3 日の間、東大海洋研究所の観測船“淡青丸”によって、稚内から知床半島にいたる岸から 40~50 哩沖合までの海域で、水温、塩素量の測定を行なった。また、昭和 45 年 1 月 21 日~23 日には、稚内海上保安部の巡視船“ほろない”によって宗谷海峡南部 4 点で採水観測を実施した。

III. 観測結果

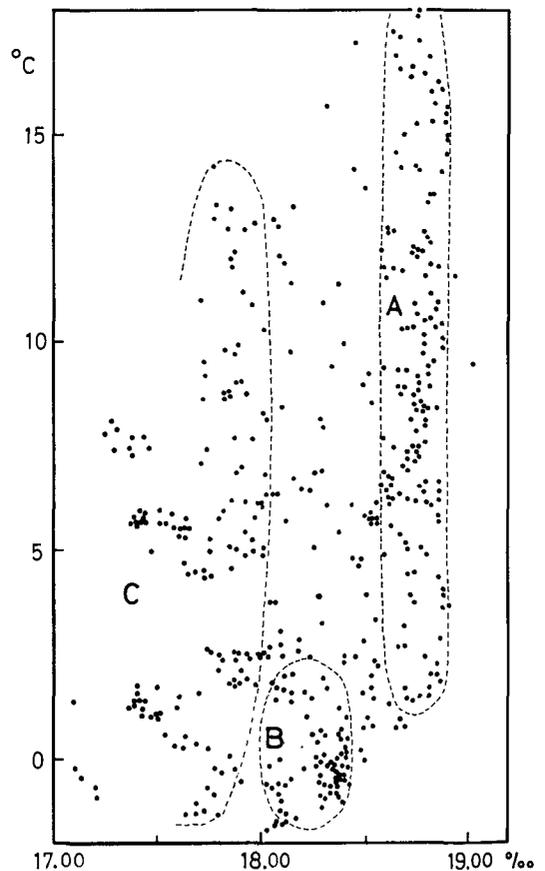
1) 北海道オホーツク海沿岸海域の水塊

昭和 43 年 4 月~44 年 12 月に筆者が行なった紋別及び枝幸港沖合距岸 40 哩までのすべての測点における観測値を、全期間にわたって、水温—塩素量図 (第 2 図) に示す。

現在までに行なわれたオホーツク海の海洋学的研究によると^{2)~6)}、オホーツク海では、塩素量 18.8‰ 以上の水は数百 m 以深の中、深層部あるいは宗谷暖流域にしか存在しない。宗谷暖流は北海道オホーツク海沿岸に沿って南東に流れるに従って、沖合の低塩分水及び沿岸水と混合するため塩素量は低下する。これらのことから、第 2 図の (A) に示すように、塩素量 18.6‰ 以上の水を宗谷暖流系水塊とみなすことができる。(B) は冬期の対流によって生じる中冷水である。ほぼ距岸 20 哩以遠の水深 40~70 m 層を中心に存在し、春期、夏期のその水温は $-1.5\sim 0^{\circ}\text{C}$ 、塩素量は 18.0~18.4‰ で安定しているが、秋期以後は衰退し、水温も $0\sim 2^{\circ}\text{C}$ と昇温し、晩秋以後は表層水と混合し消滅してしまう。(C) は表層にみられる低塩分水で、夏には距岸 20



第 1 図 観測海域



第 2 図 北海道オホーツク海沿岸海域の水塊分類

- (A) 宗谷暖流系水塊
- (B) 中冷水
- (C) 表層低塩分水

12 哩以遠の表層附近に存在して水温は 14°C 以上になる。10 月下旬以後、この低塩分水は沿岸域に接近し、水温の低下とともに厚さが増大していき、11 月中旬以後は宗谷暖流水 (A) はこの沿岸の表層から消滅し (C) の低塩分水と交代する。

以上、この沿岸海域の水塊を 3 つに分類したが、これらは互いに接しており、宗谷暖流水塊、沖合中冷水及び表層低塩分水の境界には、それらの混合水域がみられるのは言うまでもない。

1) の水塊分類で述べたように、塩素量 18.6‰ 以上の水を宗谷暖流水塊とみなし、暖流の消長に注目して、海況の季節的変動を追ってみる。

2) 昭和 43 年の結果

4 月 10 日 (第 3 図)

流水野は 3 月上旬には、紋別沖 10 哩から網走沿岸にかけて存在し、3 月下旬に紋別沖 30 哩以遠へ後退した。

表層水温は距岸 11 哩までは 2°C 以上、距岸 15 哩以遠では 1~2°C に昇温している。距岸 15 哩以遠の中層に深は、水温 -1°C 以下、塩素量 18.2~18.4‰ の中冷水塊によって占められているが、沿岸から距岸 20 哩までの 50 m 層に深には、水温 2°C 以上、塩素量 18.6~18.8‰ という周囲の水塊よりはるかに高温、高塩分の水塊が存在している。すでに報告したように、この水塊は塩素量から考えると明らかに宗谷暖流水塊である。

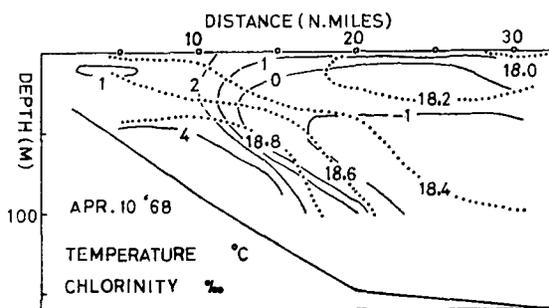
流水期直後の距岸 6~10 哩附近の海底に、宗谷暖流水が存在することは、昭和 41, 42 年の観測でも認められ、また、のちに述べたように、翌 44 年の春の観測でも認められる。このことから、宗谷暖流水は流水期直後に距岸 6~15 哩附近の海底に存在していると言ふことができる。なお、距岸 10, 15 哩点の垂直安定度は正でかなり大きく、宗谷暖流水は極めて安定している。

5 月 2 日 (第 4 図)

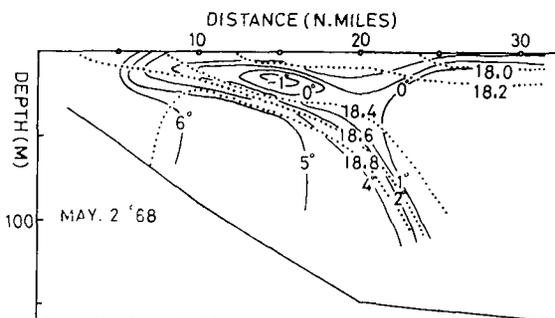
4 月 10 日の観測で沿岸は低塩分の冷水でおおわれていたが、5 月 2 日にはすでに 5 哩までの表面は宗谷暖流水でおおわれており、前の観測以後、僅か 20 日間のあいだにその勢力が著しく拡大した。

5 月 31 日~6 月 6 日 (第 5 図, 第 6 図)

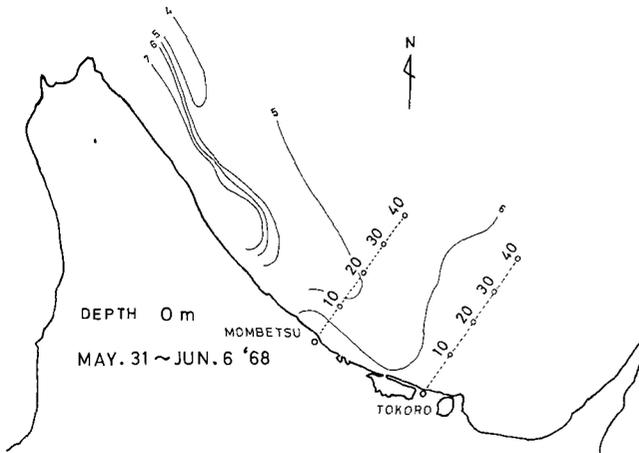
第 5 図, 第 6 図は 5 月 31 日~6 月 6 日、東大海洋研究所の淡青丸によって行なった稚内から知床半島にいたる沿岸から 40~50 哩までの観測結果の一部である。第 5 図は表層の水温水平分布図、第 6 図は紋別沖北東距岸 40 哩、及び常呂沖北東距岸 40 哩までの水温、塩素量鉛直



第 3 図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図 (43 年 4 月 10 日)



第 4 図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図 (43 年 5 月 2 日)



第5図 北海道オホーツク海沿岸沖表層水温水平分布図
(昭和43年5月31日~6月6日)

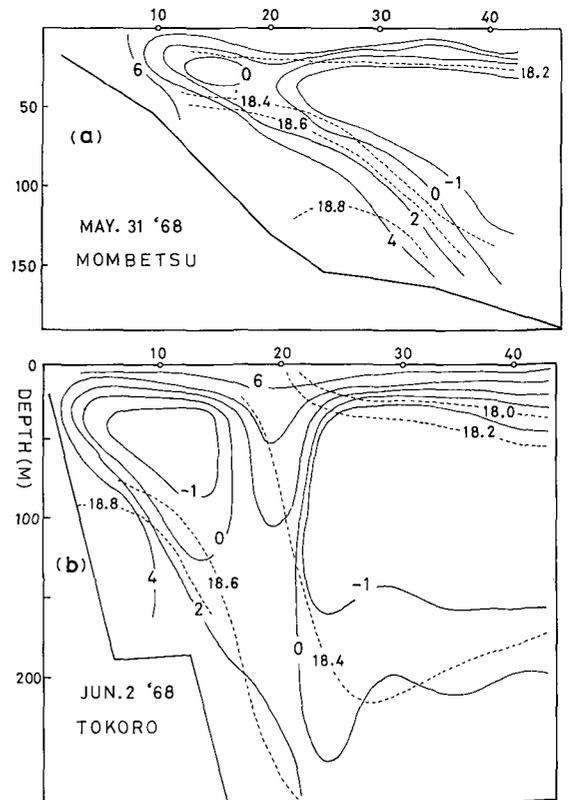
に、宗谷暖流は表面にはみられず70 m以深の海底附近にみられるのみである。紋別沖では第3図、第4図のように、4月10日と5月2日のあいだに大量の暖流の補給があり、それが5月末まで継続している。暖流の水量の連続性から宗谷暖流は紋別—常呂の間で下層へ沈降し、200 m以深に拡がっているとしか考えられない。5月2日には紋別沖距岸10 哩までは塩素量 18.6‰ 以上の高塩分水で占められていたが、今回は塩素量 18.2~18.4‰ と低下している。これは4月以後の融雪による陸水の流入量の増加によるものであり、沿岸における塩素量の連続観測にも顕著にあらわれている。

沿岸水の観測結果

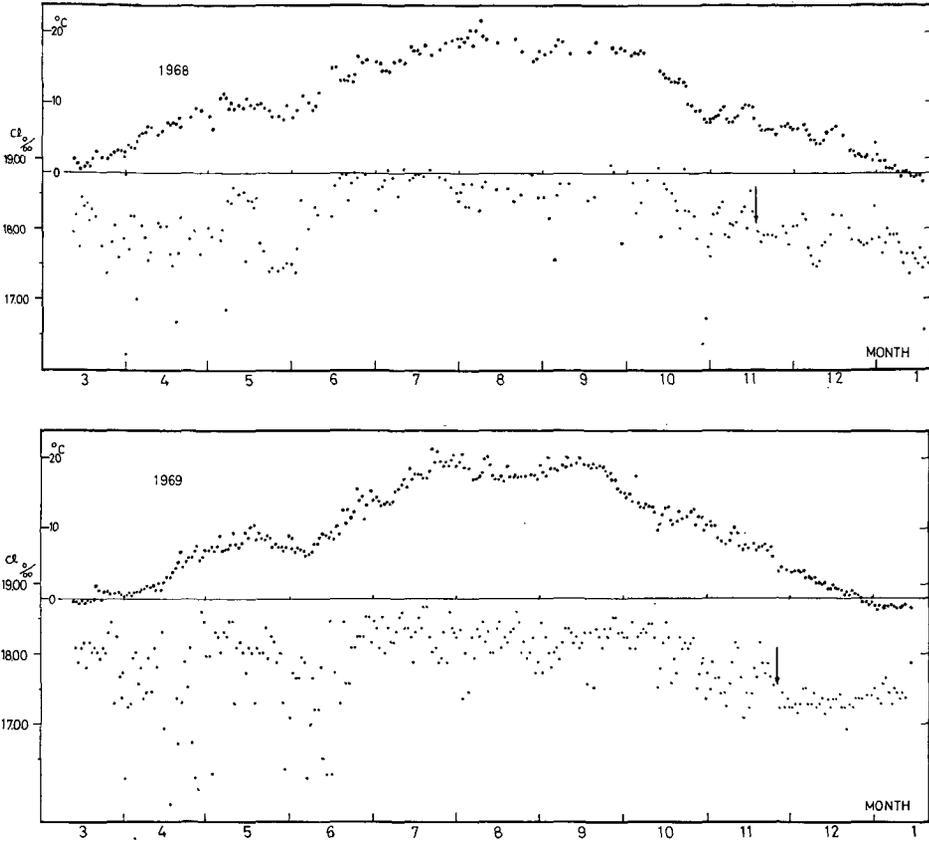
筆者は紋別港内一定位置で、毎日沿岸水の水温・塩素量の測定を行ってきた。沿岸の表面水は陸水、降水、日射、気温の影響を受けやすく、沿岸水の性質がそのまま沖合海況の微少な変動にも直ちに対応すると云えないのは言うまでもないが、流水退去後の宗谷暖流の勢力回復、融雪による陸水の流入の増大による暖流系水塊の変質、秋の東カラフト海流系水塊の表層における水塊交代などの海

断面図である。

宗谷暖流は第5図からわかるように、宗谷岬沖合から紋別沖にかけて、沿岸沿いに表面で带状に連なっている。その幅は宗谷沖では17 哩で紋別沖へと南下するにつれて次第にせばまっており、常呂沖の表面には宗谷暖流は認められない。第6図(a)に示したように、紋別沖の宗谷暖流の勢力は5月2日のそれとあまり変わっていない。僅か30 哩しかはなれていない常呂沖では、第6図(b)のよう



第6図 紋別沖北東及び常呂沖北東水温・塩素量鉛直断面図(昭和43年5月31日~6月6日)



第7図 紋別港における沿岸水の水温・塩素量 (昭和43, 44年)

況の大きな変動の支配は受ける筈である。第7図に昭和43, 44年の沿岸水の観測結果を示す。

昭和43年、沿岸から流氷が去った3月中旬は水温は0~2°C、塩素量は18.2~18.4‰である。その後、水温は上昇して5月中旬には10°Cになっている。塩素量は4月中にははげしく変動しながらも5月中旬には18.4~18.6‰に達している。この期間の沿岸水の塩素量は、第1報で示した昭和42年12月下旬の塩素量(17.5~17.7‰)と比較してかなり高塩分である。これは明らかに宗谷暖流の影響がすでに沿岸の表層水にあらわれていることを示している。なお、4月中の塩素量の大きな変動は、気温の上昇による流氷の融解及び陸水によるものとおもわれる。5月下旬以後6月上旬まで水温、塩素量の増加は停止し、塩素量は17.5‰に低下している。これは融雪によって陸水の流入量が増大したためである。このことは、この沿岸附近の河川の流量が5月~6月に最大となることから明らかである。6月中旬以後、水温、塩素量は上昇し、塩素量は6月下旬から10月上旬までは18.6~18.8‰である。水温は8月上旬には20°Cにも達しており、冬期の結氷温度から盛夏の20°Cに達するオホーツク海の海況の変化の大きさを示している。10月下旬以後、水温、塩素量は低下して、11月16日頃に塩素量の急激な降下があり、その後起伏を示しながら平均的には低下しながら結氷期に向っている。11月16日頃の塩素量の急激な降下は、前報で述べたように、宗谷暖流水がこの沿岸の表層から姿を消

し、代って低温、低塩分の東カラフト海流水が接岸したことを示している。

昭和44年も同様に、流水の退去後から5月下旬にはすでに塩素量は前年12月下旬よりはるかに高塩分となって、宗谷暖流の影響を示している。6月中旬～6月下旬には陸水の流入量の増大によって塩素量が低下し、その後、水温、塩素量は増大し、7月～8月の暖流の最盛期に至っている。なお、44年の塩素量の急降下は前年の11月16日より晩く11月25日頃になっている。

7月5日 (第8図)

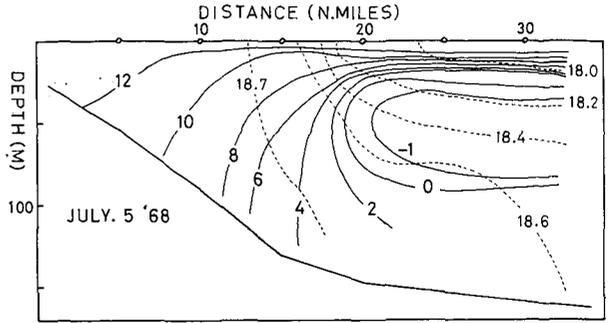
表層水温は距岸30裡以遠まで全域 12°C 以上となり、宗谷暖流域は表層で距岸16裡、50m層で距岸20裡、中層以深から底層では距岸30裡に達し、暖流域断面積は最大となっている。前回5月31日～6月6日の観測では、沿岸近くは融雪による陸水の流入で塩素量は $18.2\sim 18.4\%$ に低下していたが、7月5日には 18.7% と上昇し、さきに示した沿岸水の塩素量の変化(第7図)でも年間を通じてほぼ最高となっている。

8月18日 (第9図)

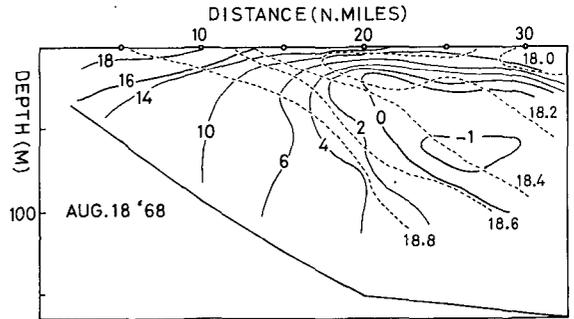
表層の水温は、宗谷暖流域で 18°C 以上と年間を通じて最高を示し、沖合でも 14°C 以上に昇温している。暖流域はほとんど塩素量 18.8% 以上となり、7月より暖流としての勢力が強くなったことを示している。距岸20裡以遠の中冷水は昇温し、水温 -1°C 以下の部分は縮小している。8月が宗谷暖流の最盛期である。

9月17日 (第10図)

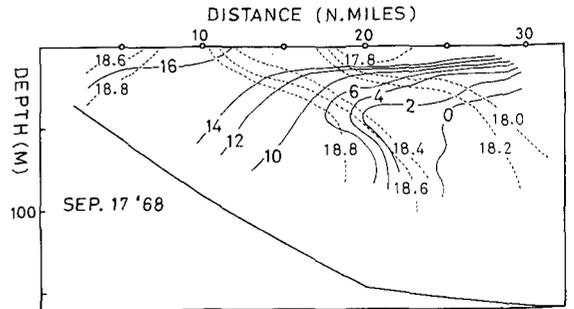
暖流は表層から降温しはじめ水温 16°C となり、表層で距岸11～12裡、50m層で20裡、100m層以深で22～23裡と勢力は衰退しはじめている。また沖合40m以深の中冷水は昇温し、中冷水固有の性質を弱めている。一方距岸20裡の表層には、8月までにみら



第8図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図
(43年7月5日)



第9図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図
(43年8月18日)



第10図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図
(43年9月17日)

れなかった塩素量 17.8‰ の低塩分水塊があらわれているのが注目される。これまで沖合にみられる塩素量 18.0‰ 以下の低塩分水塊は距岸 20 哩で 20 m, 30 哩で 60 m とその厚さを著しく増してきた。

これまでの研究によると⁴⁾、宗谷暖流の沖合には、塩素量 17.3~17.8‰ の低塩分の表層水が存在することが知られている。しかもこの水は、5月~6月までは極めてまれにしか見出されず、8月から11月にかけてその範囲を広げ、かつ、その厚さを増していく。この低塩分表層水の由来についてはよく知られていないが、8月以後に顕著になることから北海道附近の流氷の融解に原因しているものではなく、別の起源をもつ水塊と考えられている。渡辺⁵⁾は、この水塊のかなりの部分がオホーツク海北西部の沿岸水に由来する、いわゆる東カラフト海流系水塊ではないかと述べている。沿岸海域のみの観測資料から、この低塩分水塊の起源について論ずることはできないが、8月中旬以後に塩素量 17.8‰ 以下の低塩分水塊のこの海域への移流が、何らかの原因で増大してきたことは確かである。

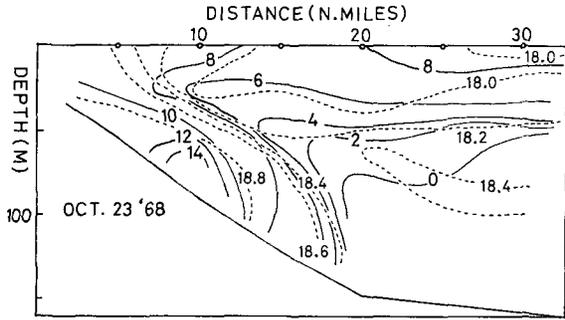
10月23日 (第11図)

宗谷暖流域は急激にせばまり、表面ではほぼ、5 哩、50 m 層で 13 哩、100 m 層で 17 哩である。50 m 層以浅は水温 5~8°C、塩素量 180‰ の東カラフト海流系水塊が距岸 10 哩まで達し、宗谷暖流を圧迫している。

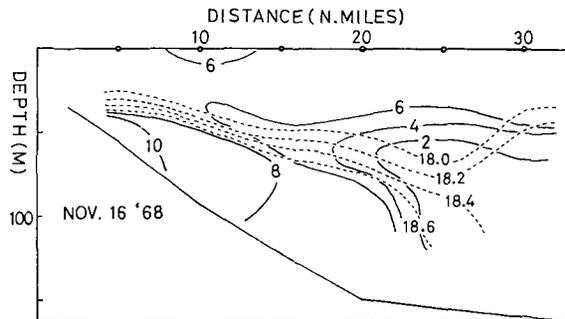
11月16日 (第12図)

50 m 層以浅の表層は、沿岸から距岸 30 哩まで、水温 6°C、塩素量 17.8~18.0‰ の東カラフト海流系水塊でおおわれ、宗谷暖流は沿岸から完全に姿を消し去っている。宗谷暖流は距岸 23 哩の 70 m 層以深で中冷水と接し、また、表層水と極めて顕著な潮境を形成している。なお、中冷水は著しく昇温し 2°C となり、その性質は極めて弱化している。

10月23日の暖流領域(塩素量 18.6‰ 以上の海域)と11月16日のそれを比較すると、急激な宗谷暖流の衰退期にもかかわらず、10月23日に較べて11月16日の暖流域断面積が明らかに増大している。この暖流域断面積の変動は対馬暖流の北上勢力、宗谷海峡からの流入量に関係していることはいうまでもない。衰退期の宗谷暖流の勢力が一時的に増加するという事は注目すべきことであろう。なお、のちに述べるようにこの現象は翌年の枝



第11図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図 (43年10月23日)



第12図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図 (43年11月16日)

幸沖及び紋別沖にもみうけられる。

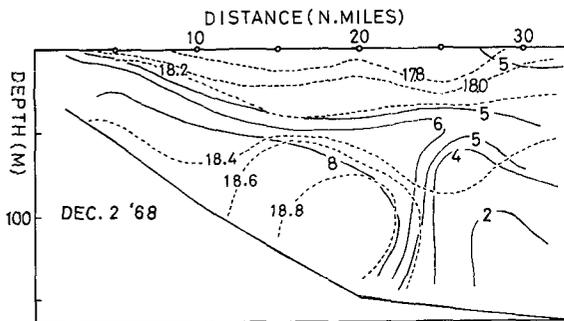
10月23日には沿岸から距岸4哩までの表層には塩素量18.6‰以上の宗谷暖流系水塊が存在していたが、11月16日には20m以浅は全域塩素量18.0‰以下の低塩分水塊で占められている。この間に表層水の交代があったことは明らかである。沿岸水の水温、塩素量の変化(第7図)によると11月16日頃塩素量の急降下がみられる。すなわち、昭和43年は11月中旬に宗谷暖流は完全にこの沿岸の表層から姿を消したことは沿岸水の観測からも明らかである。

12月2日(第13図)

表層附近はほぼ全域が水温4~5°C、塩素量17.8~18.2‰となり、前回の11月16日に較べて、宗谷暖流をおおっていた塩素量18.0‰以下の低塩分層は薄くなり20m層以浅となっている。これは前回11月16日に較べて12月2日は暖流域上層の鉛直安定度が小さくなり不安定

となっていることから、表層低塩分水塊の水温の低下によって50m層以深の宗谷暖流系水塊との鉛直混合が行なわれたためとおもわれる。暖流域の中心は、さらに沿岸から遠ざかり、距岸10哩から25哩の50m層以深へ移動している。

以上、主に宗谷暖流に注目して、昭和43年の観測結果をみてきた。宗谷暖流は流水退去直後の4月10日、すでに距岸20哩までの中層以深に存在



第13図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図。(43年12月2日)

しており、7~8月が最盛期で、11月中旬以後には東カラフト海流系水塊の到来によって表層から完全に姿を消すが、12月にも沖合の海底附近に存在している。このことから流水期にも宗谷暖流は潜流として存続していると考えられる。これまでみてきた昭和43年の宗谷暖流の盛衰、冬期の残存の様子は第I報で述べた昭和42年の傾向と一致している。

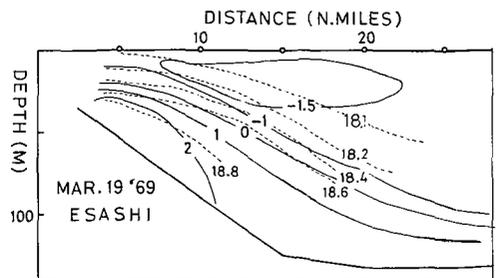
3) 昭和44年の結果

昭和44年には、すでに述べたように、従来の紋別北東沖30哩の横断観測の他に、沿岸の海況を明らかにするため、枝幸沖北東30哩までの観測も行なった。

3月19, 20日(第14, 15図)

この観測は、流氷調査に出動した巡視船“宗谷”の御協力を得て行なったものである。

晩秋以後に宗谷暖流は沿岸から消滅し、代って低温、低塩分水塊が到来することはすでに述べた。このことは渡辺⁵⁾によっても指摘されている。しかし、流水期の観測がないので、宗谷暖流が冬期にどのような状態になっているかは不明である。また低温、低塩



第14図 枝幸港沖水温・塩素量鉛直断面図(44年3月19日)

分の水塊をおしのけて再び沿岸に出現するのはいつ頃であるかについては殆んど知られていない。筆者の知るかぎりでは3月中の沿岸海域の海洋観測ははじめてである。

当時、流氷の水縁は枝幸沖では距岸40哩、紋別沖では距岸30哩で、常呂から網走沖にかけては接岸していた。流水期直後の観測なので枝幸、紋別沖とも水温は極めて低く、表面水温は結氷温度に近い。

枝幸沖では、距岸10哩で10m、20哩で40mと沖合にいくに従って、水温 $-1.5\sim-1^{\circ}\text{C}$ 、塩素量18.1‰以上の低温、低塩分水層が厚くなっているが、距岸20哩数哩までの中層以深には、水温 $0\sim 2^{\circ}\text{C}$ 、塩素量18.6~18.8‰の表層よりはるかに高温、高塩分水塊が沿岸寄りに存在している。一方、紋別沖の宗谷暖流系水は枝幸よりやや沖合に中心を有し、距岸10哩附近では暖水塊は表層の低温、低塩分水をおしのけて、表層にまで影響をおよぼしている。昭和43年4月10日の観測でも距岸10~20哩の30m以深の海底附近には水温 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 、塩素量18.6~18.8‰の宗谷暖流系水塊がみられた。これを今回の結果と比較すると1カ月のずれはあるが、流水期後の宗谷暖流の存在が同じ傾向を示していることがわかる。

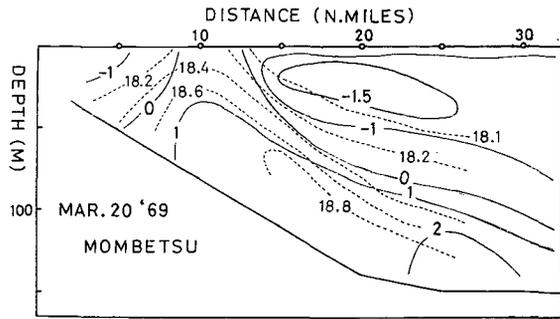
同じく巡視船“宗谷”で行なわれた昭和44年3月16~18日の北海道西岸沖合対馬暖流域の水温は $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ であり、枝幸及び紋別沖にみられる水温 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 、塩素量18.6~18.8‰の水塊の存在は宗谷海峡から流入した宗谷暖流が沿岸に沿って南東流していることを示している。

このときの沿岸水の塩素量は、すでに述べたように、前年の12月下旬よりはるかに大きく18.2~18.3‰であり暖流域の断面積も水塊交代期の前年の12月よりはるかに大きい。すなわち、宗谷暖流勢力の回復はこの観測時以前にはじまったとおもわれる。

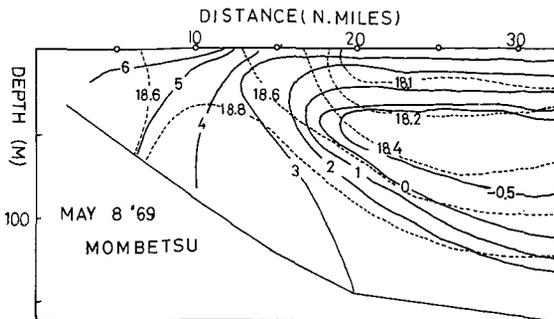
5月8日 (第16図)

紋別沖の宗谷暖流系水は、表層で距岸13哩、50m層で20哩まで拡がり100m以深では中

冷水の下層に30哩以遠の沖合まで拡がっている。暖流域の沿岸よりは、陸水の盛んな流入により、沖合よりやや低塩分になっている。沿岸水観測(第7図)にもあらわれている4月下旬から5月にかけての塩素量の大きな変動は陸水の影響である。距岸18哩以遠には、50m層を中心として、水温 $-1\sim 0^{\circ}\text{C}$ 、塩素量18.2~18.4‰の中冷水が存在し、中冷水上層は水温 $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ 、塩



第15図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図 (44年3月20日)



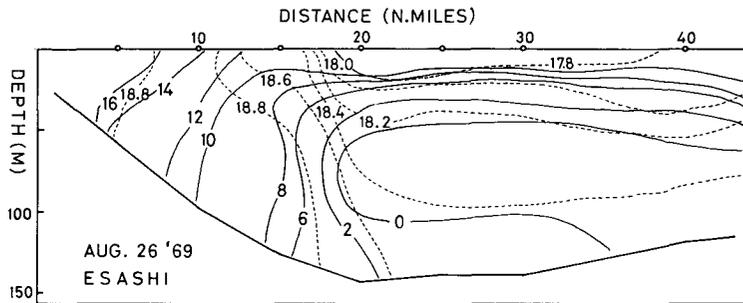
第16図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図 (44年5月8日)

素量 18.1~18.2‰ となって沖合に広がっている。

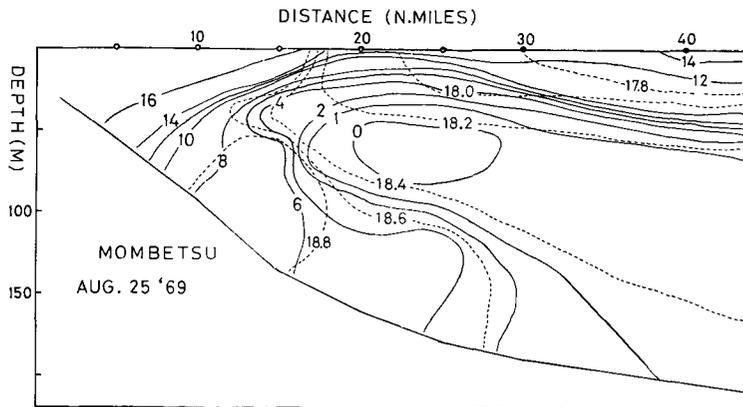
5月8日の海況を前年の同月2日(第4図)と比較してみると、宗谷暖流、中冷水及び表層水の状況に差が認められるが、宗谷暖流が表面では沿岸から10哩前後まで拡がり、その沖で中冷水の下に広がっている点は全く同様である。また第27図にみるように暖流域の占める断面面積の季節変動も昭和43年と同じ傾向を示していることは興味深いことである。

8月25, 26日(第17, 18図)

宗谷暖流は最盛期を過ぎようとしている。枝幸沖における暖流域は表層で距岸13哩、100m層では20哩で沖合の中冷水と接している。距岸18哩以遠の30m層に浅には水温 10°C 、塩素量18.0‰以下の低塩分水がみられるが、より表層には塩素量17.8‰以下の水塊が存在している。



第17図 枝幸港沖水温塩素量・鉛直断面図(44年8月26日)



第18図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図(44年8月25日)

紋別沖では、宗谷暖流系水は、すでに低塩分の表層水と中冷水に圧迫され、距岸15~27哩の50m層以深では中冷水の下層にもぐり込んでいる。距岸30哩以遠には、水温 12°C 、塩素量17.8‰の枝幸沖と同一の低塩分水塊があらわれている。この低塩分表層水の接近は東カラフト海流の前駆と考えられる。この東カラフト海流水は枝幸沖で距岸18哩、紋別沖では30哩で、枝幸沖への接近が早く、東カラフト海流の南下をおもわせる。

10月13日 (第19, 20図)

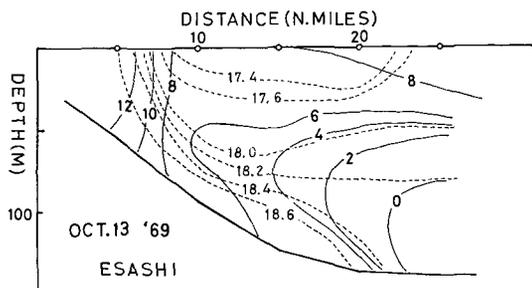
枝幸沖距岸8裡以遠には塩素量17.4~18.0‰のこれまでの観測で最も低塩分の水塊が流入しており、その厚さは表層から50~60m層に達して暖流を圧迫している。この低塩分水塊は、いわゆる東カラフト海流系水である。宗谷暖流は大きく衰退し、距岸5裡以遠では海底附近に20~30mの厚さでかろうじて存在している。

紋別沖への低塩分水塊の流入勢力は枝幸ほど大きくはないが、塩素量17.8~18.0‰の表層低塩分水の厚さは50mに達し、その先端は距岸10裡に近づいている。暖流域は表層で距岸2~3裡、50m以浅で15裡に減退しており、表層低塩分水の沿岸への接近、宗谷暖流の衰退の様子は前年10月23日と全く同じ傾向を示している。枝幸沖及び紋別沖の暖流域の断面積を比較すると枝幸沖の暖流域断面積の減少が著しい。これは東カラフト海流の沿岸への接近が北側の枝幸沖で著しく強まったことを示している。

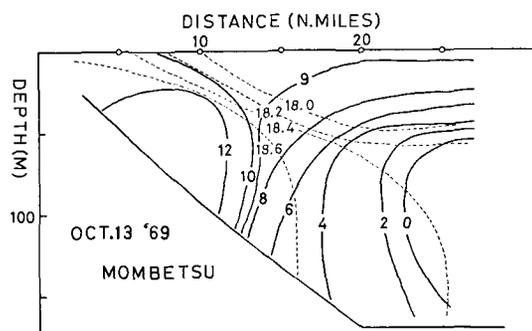
11月18日 (第21, 22図)

枝幸沖： 前回10月13日の観測では消滅直前かとおもわれる程衰退した暖流域は、今回はその領域が急激に増大し、距岸10裡以遠の50m層以浅を占める水温6°C以下、塩素量17.4~17.6‰の低塩分表層水（東カラフト海流水）及び距岸20裡以遠の中冷水と極めて顕著な潮境を形成している。この暖流勢力の急激な回復は、前年10月23日~11月16日もみられた。

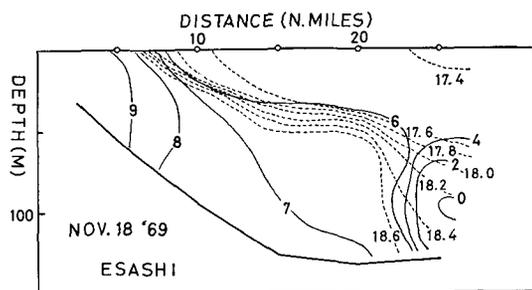
紋別沖： 宗谷暖流は沿岸から姿を消し、代って距岸5裡附近までは暖流と東カラフト海流系水塊との混合水域と



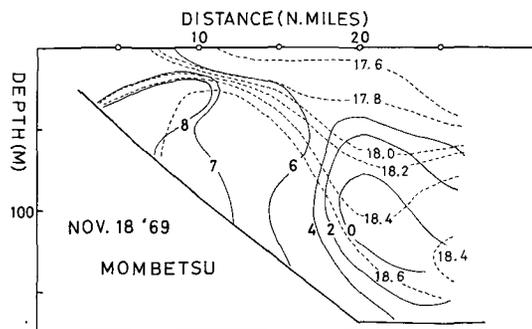
第19図 枝幸港沖水温・塩素量鉛直断面図 (44年10月13日)



第20図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図 (44年10月13日)



第21図 枝幸港沖水温・塩素量鉛直断面図 (44年11月18日)



第22図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図 (44年11月18日)

なった。暖流は43年のときと同様に距岸8哩から25哩の中層以深に存在している。枝幸沖ほど顕著ではないが、紋別沖でも暖流勢力は10月の観測時より大きくなったことが明らかである。なお、低塩分水塊は距岸20哩附近で多少厚さを増しており表層に塩素量17.6‰の水塊があらわれている。

12月18日(第23, 24図)

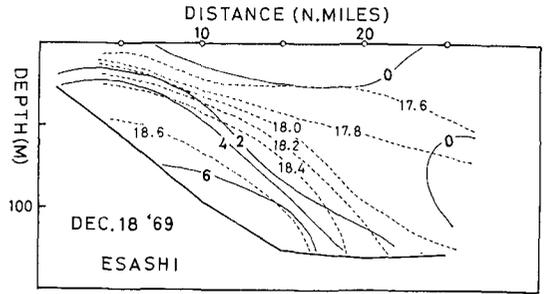
枝幸沖： 宗谷暖流水塊は再び衰退し、距岸5~15哩の下層にかろうじて存在している。表層水温は急激に降温し0°Cとなり、結氷の間近いことを示している。塩素量18.0‰以下の低温、低塩分水層は、沿岸から沖合に行くに従って厚くなっており、中冷水はほとんど消滅した。

紋別沖： 枝幸沖と同じく宗谷暖流は再び衰退し距岸10~20哩の海底附近にみられるだけである。暖流を圧迫している東カラフト海流系水の勢力は大きくなり、枝幸沖と異なり、沿岸寄りに厚くなっている。なお、表層の低温、低塩分水の水温は、枝幸沖の0°Cに較べて紋沖別では1~1.5°Cと1°C以上も高温となっている。これは低温な東カラフト海流系水が北から南に向っていることを示しているとおもわれる。なお、宗谷暖流の残存の様子は前年12月とよく一致している。

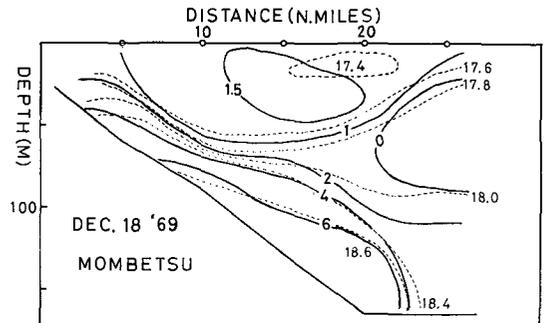
以上、10月13日、11月18日、12月18日の枝幸沖及び紋別沖の観測によって宗谷暖流は晩秋以後、連続的に衰退していくのではなく、一時的に勢力の回復があることを知ったが、この3回の観測だけからは一時的な回復が、この間に単に一回だけ起っているか否かは断定できない。

宗谷海峡における観測結果(昭和45年1月21~23日)(第25, 26図)

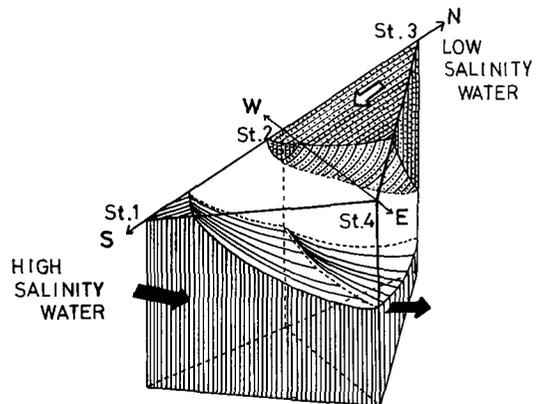
従来、冬期にはこの海峡での宗谷暖流の流勢は極めて微弱となるといわれている。この海峡の水深は30~70mで、冬期にはオホーツク海側は、表層50mは東カラフト海流水でおおわれ、暖流の流



第23図 枝幸港沖水温・塩素量鉛直断面図 (44年12月18日)



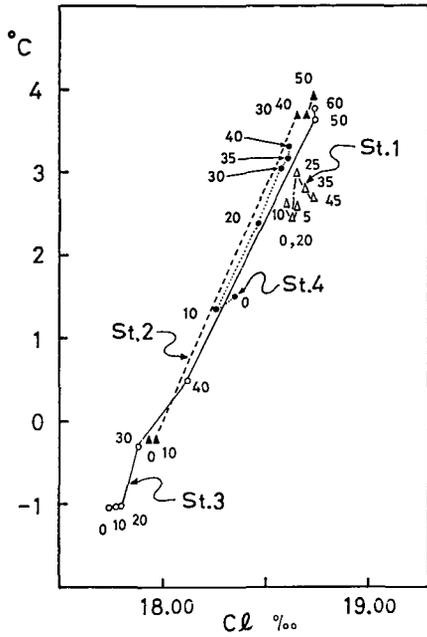
第24図 紋別港沖水温・塩素量鉛直断面図 (44年12月18日)



第25図 宗谷海峡南部水温・塩素量鉛直断面図 (昭和45年1月21~23日)

入は遮断されてしまうのではないかと考えられている。流水期の宗谷海峡における暖流水の存在の様子をみるため、昭和45年1月21~23日、稚内海上保安部・巡視船“ほろない”に乗船して宗谷海峡南部海域4点で水温、塩素量の各層観測を行なった。第1図に測点及びその観測結果を第25、26図に示す。

1月18~19日、オホーツク海沿岸には全域流水が接岸定着し、さらに宗谷岬から北西方向へかけて日本海側へも流出したが、1月20日、宗谷海峡の流水は宗谷岬東3哩まで後退した。第25、26図に示すように、最も日本海寄りの測点1は表層から海底まで、水温2~3°C、塩素量18.6~18.75‰で全層暖流水塊である。一方、海峡中央部の測点2及び測点4は表層0~20mは低温、低塩分の東カラフト海流系水塊でおおわれているが、30m以深から海底まで水温3~4°C、塩素量18.6~18.75‰の暖流水塊が存在している。また、測点3の50m以深にも暖流水塊が認められる。



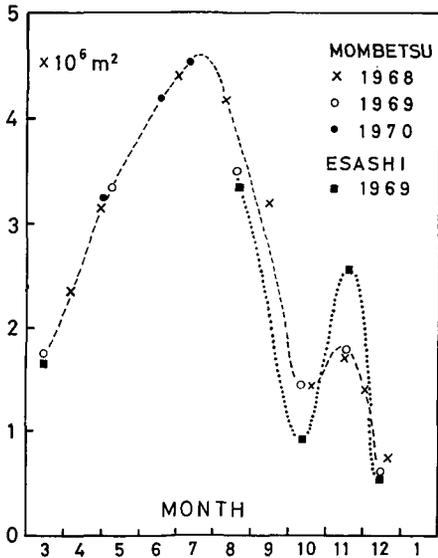
第26図 宗谷海峡南部海洋観測結果
水温・塩素量図

第25図からわかるように、当時宗谷海峡の表面近くでは北の方から低塩分の東カラフト海流系の水が測点2までおしよせていた。これに対して、対馬暖流はこの低塩分水に圧迫されながら測点1,2および測点4の海底近くをとってオホーツク海に流入している様子をはっきり

とうかがわれる。すなわち、流水期の1月下旬にもオホーツク海への暖流の流入があることは確かであり、流水期にも潜流として、北海道オホーツク海沿岸に沿って南東流しているといえよう。

4) 宗谷暖流勢力の季節変動

日本海を北上する対馬暖流の塩素量は18.9‰内外であることはよく知られている。対馬暖流は宗谷海峡を通過してオホーツク海に流入し、宗谷暖流として北海道の沿岸に沿って南東流するに従って、沖合の低塩分水及び沿岸水と混合するため塩素量は低下し18.6~18.8‰となる。そこで、昭和43、44年の紋別沖、及び45年の枝幸沖の水温、塩素量の鉛面図において塩素量18.6‰以上の海域を宗谷暖流域として、紋別、枝幸の北東方向の面における暖流域の断面積の季節変動を求めると第27図となる。2年間にわたる観測で知られる



第27図 紋別及び枝幸北東沖合宗谷暖流域断面積の季節変動

ように、年によって東カラフト海流のこの海域への接近の時期、勢力及び中冷水の盛衰等は、この2年間でも大きな相違があるが、暖流域の断面積の年による違いが認められないのは注目すべきことである。

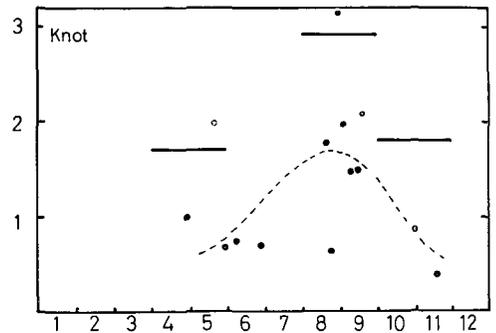
図から明らかのように、暖流の断面積は8月上旬に最大になり、以後急激に減少し、11月に一時的に増大したのち再び減少する。杉浦⁶⁾によると、宗谷岬から知床岬に至る宗谷暖流の流速は1ノット以上で、GEKで測られたその最大値は春期(4, 5月)1.7ノット、夏期(8, 9月)2.9ノット、秋期(10, 11月)1.8ノットで、夏期に最も大きい。これまでに気象庁、海上保安庁で行なわれたGEKによる流速の測定値を第28図に黒丸で示す。図にはそれらの測定結果に基づいて平均流速の季節変動を破線で示した。

GEKで求めた表層の平均流速は暖流の平均流速そのものに等しくはないが、比例するとみなすことができよう。すなわち、暖流の平均流速は、杉浦が述べたように、夏に最大となると考えても大きな誤りではないであろう。暖流の断面積も第27図で示したように、夏に最も大きい。それゆえ、暖流の流量、すなわち、勢力は夏にきわだって大きく、それに較べると他の時期には極めて小さいことがわかる。

宗谷海峡からの暖流の流入量、特にその季節変動を算出した例は極めて少ない。秦⁷⁾は北海道西岸の北緯43°N線上における暖流の北上流量は3~5月に極小、10月に極大となると述べている。また、宮崎⁸⁾は江差沖の対馬暖流の北上流量を求め、その水がすべてそのまま宗谷海峡を通過してオホーツク海に流入するとみなして、その値を宗谷暖流の流量とした。宮崎によると流量の最大値は9~10月で 14×10^{16} cm³/day、最小値は3~5月で 3×10^{16} cm³/dayである。

北海道の西岸に沿って北上する対馬暖流の大部分の水は、宗谷海峡を通過してオホーツク海に流入し、その大部分は北海道オホーツク海沿岸を南東流すると考えられている。それゆえ、先に述べた2人の研究によると、宗谷暖流の流量は9~10月に最も多いことになり、すでに述べた著者の結果と矛盾する。もし、9, 10月に宗谷暖流の流量が最大になるとすれば、そのときの暖流域断面積は夏のその半分以下であるから(第27図)、宗谷暖流の流速は盛夏の流速の2倍以上になる筈であるが、現在までそのような事実はあまり知られていない。

次に暖流域断面積の季節変化に10月から12月にかけて1つの極大値がみられる。暖水塊は周囲の低塩分水とたえず混合しながら流れるので、暖流域の算出にはある程度の誤差を伴うことを考慮しても、43年10月13日及び11月18日の枝幸沖の両観測結果(第19, 21図)を比較すると、後者の暖流域断面積は前者のそれより大きい、すなわち、10月13日から11月18日の間に暖流域断面積が増大していることは確かである。このことから11月以後、暖流勢力は連続的に衰退していくのではなく、一時的な勢力の回復があるようにおもわれる。



第28図 宗谷暖流速の季節変動

— は GEK による最大流速 (杉浦による)
● は紋別沖暖流域の GEK による実測流速
---- は表層流速の季節変動の推定曲線

5) 沿岸水の塩素量の季節変動

第29図(I), (II), (III)は稚内気象台、枝幸、紋別各測所測定による各港の沿岸水の水温、比重(σ_{15})の昭和42, 43, 44年3年間の10~12月の変化を示したものである。ただし同図では発表された比重の値からクヌーツセンの表を用いて塩素量を求めて図示してある。なお、塩素量には降水量の影響が極めて大きいので、3地点のほぼ中心にある枝幸の降水量も同時に記してある。

昭和42年：この年には秋季の典型的な塩素量の急落現象がみられる。10月14日頃までは3地点とも水温、塩素量の変動の振幅は小さく、各地の塩素量の間にも大差はないが、10月14日以後、11月5日にかけて、塩素量の変動が激しくなりはじめ、3地点間の値も違いが大きくなり始めている。なお、10月14日から11月5日にかけては、年中暖流域にあるといわれる稚内港より枝幸港の塩素量が大きくなっていることが注目される。紋別では11月5日、枝幸では11月10日から塩素量が急激に降下しているが、逆に稚内での水温、塩素量はほとんど変化していない。枝幸、紋別では塩素量の急降日以後、塩素量の一時的な増加が数回起っているが、全体としては塩素量は低下したまま流水期に至っている。これに反し、稚内では多少の増減はあるが塩素量はほぼ一定値を保っている。

昭和43年：枝幸の塩素量が稚内のそれより明らかに大きい期間は10月14日頃までである。また、塩素量の急降下も前年程顕著ではなく、その日を決めることは困難なぐらいである。しかし、11月20日以後には前年と同様に塩素量の周期的変動が極めて顕著である。たとえば、枝幸では11月20日、12月5日、25日、紋別では11月25日、12月12日、29日に塩素量の急激な増加がみられる。また、各地点間の塩素量の周期的変動には時間的なずれがあり、かつ、対応があるようにもみられる。

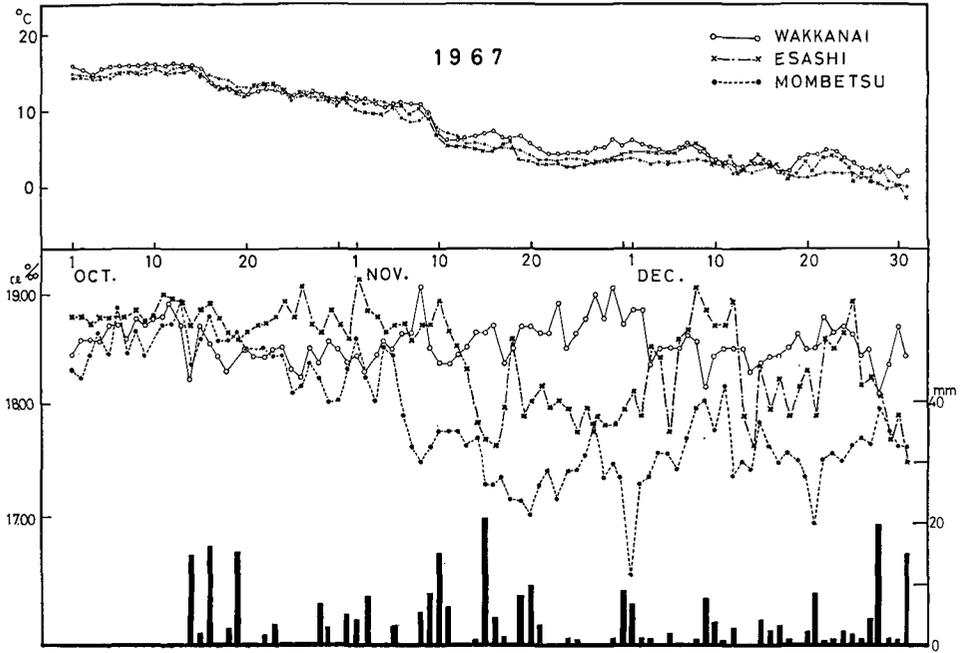
昭和44年：10月上旬以後11月20日まで枝幸の塩素量は稚内の値を上回っているが、それ以後稚内の塩素量は、わずかに上昇し、逆に枝幸では減少して稚内の値よりも小さくなっている。この年にも塩素量の一時的回復がみられるが前2年程顕著ではない。

以上3年間の3地点における10月~12月の沿岸水の水温、塩素量の変化をみてきたが、各年共通な現象として、1) 9月下旬~10月上旬まで3地点の塩素量はほぼ等しく、かつ、変動の起伏は小さいが、10月中旬以後、3地点間の塩素量のばらつきが大きくなる。2) 10月下旬以後に、先ず紋別に、数日後に枝幸で塩素量の急降下が起るが稚内ではほとんど変化しない。3) 塩素量の急降下以後に塩素量の急激な一時的回復が起っている。4) 10月上旬以後、塩素量の急降下が起るまでの間は、枝幸の塩素量は稚内より大きい。

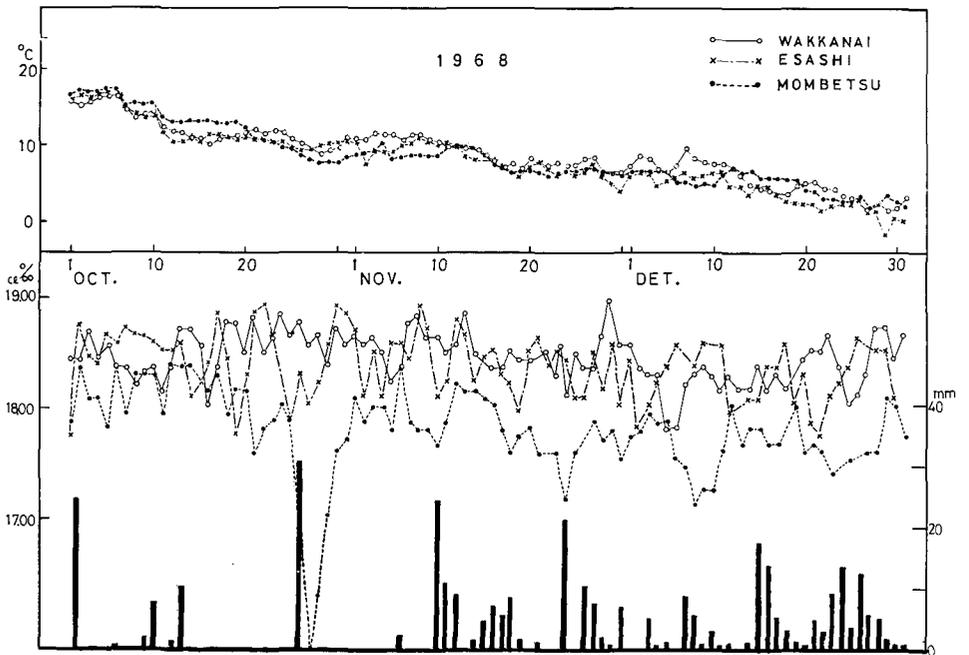
沿岸水の塩素量の降下は、低温、低塩分の東カラフト海流系水の接岸を意味しているのはいうまでもないが、南の紋別でまずおこり、つづいてそれより北にある枝幸でおこるのは注目すべきである。

枝幸、紋別の塩素量の急落—東カラフト海流の接岸—以後にみられる塩素量の一時的回復は、何らかの原因で再び高塩分水塊がこの沿岸表層にあらわれていることを示している。

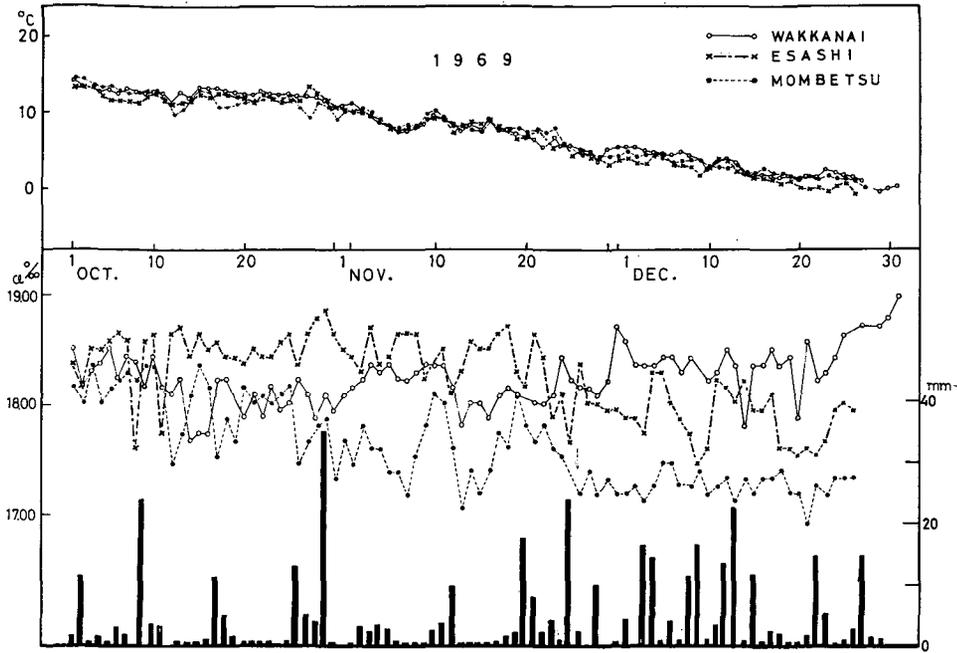
さきに示したように、東カラフト海流系水による沿岸水の交代期以後にも宗谷暖流は沖合の中層で深に潜流として存在している。この期間の風向、風速の変化と塩素量の変動に対応は



第29図(I) 稚内, 枝幸, 紋別港における沿岸水の水温・塩素量(昭和42年10~12月)



第29図(II) 稚内, 枝幸, 紋別港における沿岸水の水温・塩素量(昭和43年10~12月)



第29図(III) 稚内、枝幸、紋別港における沿岸水の水温・塩素量(昭和44年10~12月)

認められないので、沖合海底附近の暖水塊が風によって湧昇し接岸したとは考えられない。むしろ、水塊交代期以後にも暖流系水が断続的に流入しているとおもわれる。

海上保安庁・北海道沿岸水路誌によると、宗谷海峡附近の潮流は、日週潮流が半日週潮流に較べて非常に強く、大泊(カラフト南岸)の高潮のころから低潮のころまでは北西、または北北西へ流れ、低潮のころから高潮のころまでは、その反対の方向へ流れており、その流速は日週潮流だけでも3ノット以上となる。従って、月の赤緯の大きい大潮期には、半日週潮流が加わって流速はさらに大きくなる。

3年間の沿岸水の11月中旬以後にみられる塩素量の急上昇が、大泊における潮差の最も著しい時期とよく一致している。すなわち、月の赤緯および月齢に極めてよく対応していることがわかる。従って、潮汐に起因している可能性が強い。

10月下旬の塩素量の急降下後の、塩素量の一時的回復の顕著な昭和43年の例で、枝幸、紋別の塩素量の顕著な立上りに目をつけると、枝幸、紋別間に5~6日間の差があるようにみえる。オホーツク海へ流入した暖流が枝幸沖を通過して、5~6日後に紋別沖に到達したとみなして、暖流の流速を求めると、ほぼ、0.5ノットという値を得る。

IV. 結 語

昭和43年4月から12月までは、北海道オホーツク海沿岸の紋別港から北東30哩、44年3月から12月までは、紋別港及び枝幸港北東30哩乃至40哩の横断海洋観測を行なった。また、45年1月下旬には、宗谷海峡南部海域で海洋観測を実施した。これらの海洋観測結果及

び沿岸水の水温、塩素量の観測結果から、宗谷暖流の断面積の季節変動を知ることができ、また、その消長について、次のようなことがわかった。

1) 表面近くにおける宗谷暖流系水は、紋別沖では昭和43年は11月16日頃、44年は11月25日頃消滅してしまい、季期間は宗谷暖流は消滅してしまうようにみえる。しかし、流氷到来直前、流氷期、流氷退去直後の枝幸、紋別沖の横断海洋観測及び宗谷海峡南部の観測から宗谷暖流は冬期間も潜流として存在し続けている。これは第I報で述べた昭和41、42年の結果と一致している。

2) 宗谷暖流の勢力は、3月中旬にはすでに12月より強くなっており、8月にその勢力は最大となる。その後冬期に向って衰退していき、12月~1月にその勢力は最小となるようである。

3) 10月下旬以後、宗谷暖流は衰退していくが、連続的に減衰するのではなく、一時的回復が認められる。

4) 紋別沖の宗谷暖流系水と沖合中冷水及び東カラフト海流系水との潮境は、年によって大きく変化しているが、暖流域断面積の季節変動は毎年よく一致している。

5) 10月下旬以後に、枝幸及び紋別沿岸における沿岸水塩素量の急落がおこるが、紋別の急落日が毎年早い。

6) 晩秋以後、宗谷暖流の定常的潜流のほか、潮流による日本海側の暖流系水塊の断続的流入の可能性がある。

おわりに、観測に御協力いただいた第一管区海上保安本部・紋別海上保安部、巡視船“そらち”，網走海上保安署・巡視船“てんりゅう”，稚内海上保安部・巡視船“ほろない”及び東京大学海洋研究所“淡青丸”の各船長及び乗組員の皆様に厚くお礼申し上げます。

この研究に際して、終始御指導と御協力をいただいた田畑忠司教授をはじめ、海洋部門の小野延雄・藤野和夫両助教授、困難な海洋観測に御協力いただいた大井正行技官、石川正雄・福士博樹両技術員、大学院の若土正暁君ならびに塩分検定、資料整理に御協力いただいた池田千江子嬢に深く感謝致します。

なお、東大理学部・永田豊博士、海上保安庁水路部・倉品昭二氏の有益な御意見と御指導をいただきました。ここにあわせてお礼申し上げます。

文 献

- 1) 青田昌秋 1968 北海道オホーツク海沿岸沖における海況変動の研究 I. 低温科学, 物理篇, **26**, 351-361.
- 2) 梶浦欣二郎 1949 オホーツク海の秋季海況について. 日本海洋学会誌, **5**, No. 1, 13-18.
- 3) 田畑忠司 1952 千島列島南沖およびオホーツク南部の海況について. 低温科学, **9**, 159-170.
- 4) Iida, H. 1962 On the water masses in the coastal region of the South-Western Okhotsk Sea. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **20th Anniversary Volume**. 272-276.
- 5) Watanabe, K. 1963 On the reinforcement of the East Sakhalin Current preceding to the sea ice season off the coast of Hokkaido. *Oceanogr. Mag.* **14**, No. 2, 117-130.
- 6) 杉浦次郎 1958 オホーツク南西部の海況について. 気象庁研究時報, **10**, 549-553.

- 7) 秦 克己 1958 北部日本海における輸送水量からみた海況変動. 日本海洋学会創立 20 周年記念論文集, 168-179.
- 8) 宮崎道夫 1952 日本海の熱経済 (海況予想の研究 I). 北海道区水産研究所報告, 4, 1-54.
- 9) 食品昭二・西田浩児・中村修二 1967 オホーツク海の海水及び冬から初夏における千島列島間の海流について. 日本海洋学会誌, 23, No. 2, 1-6.
- 10) 赤川正臣 1969 オホーツク海の海水. 気象研究ノート, 101, 449-479.

Summary

To study the variation of oceanographic conditions to the north-east off Hokkaido, both oceanographic observations along the north-east lines off Mombetsu harbour and Esashi harbour located in the Okhotsk sea coast of Hokkaido and daily observations of temperature and chlorinity of shore water in Mombetsu harbour during a period from April 1968 to December 1969 were carried out. The oceanographic observation was limited to a distance of 30 to 40 nautical miles from the coast.

The results of the observation are shown in Figs. 3-26. In warmer seasons, the Sōya warm current runs south-eastward along the Okhotsk coast of Hokkaido. The chlorinity of the surface water of the southern Okhotsk sea is less than 18.0‰ and that of the Sōya warm current is more than 18.6‰. Thus the existence of the Sōya warm current is easily recognized by chlorinity checks.

The seasonal variation of the area of the cross section of the Sōya warm current were obtained. It was found that this warm current appeared in spring, immediately after the sea ice season in this region, and became strong in summer, from July to August, and weakened from autumn to winter.

On the surface, the Sōya warm current disappeared in the middle of November. However, a high salinity of 18.6‰ in the chlorine water mass was observed at the bottom of the sea 5 to 20 nautical miles off the coast in this region both in the middle of December and in March or April the following year. Such high salinity was also observed at the bottom of the sea in the Sōya strait in the sea ice season.

Although the oceanographic observation was not carried out in winter in the Okhotsk sea, the existence of this high saline water mass in March may suggest that the Sōya warm current may exist in winter as an under current.