



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	オホーツク海・北海道沿岸に夏現われる冷水塊
Author(s)	本井, 達夫; MOTOI, Tetsuo; 小野, 延雄 他
Citation	低温科学. 物理篇, 41, 199-206
Issue Date	1983-03-22
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/18472">https://hdl.handle.net/2115/18472</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	41_p199-206.pdf



## オホーツク海・北海道沿岸に夏現われる冷水塊<sup>\*,\*\*</sup>

本井達夫

(北海道大学大学院 理学研究科)

小野延雄・青田昌秋

(低温科学研究所)

(昭和57年10月受理)

### I. はじめに

北海道・オホーツク海沿岸海域には、性質の異なる3水塊——宗谷暖流水、オホーツク海表層低塩分水、中冷水——が互いに接し合っている。この海域に関する報告には、宇田(1934)<sup>1)</sup>、杉浦(1958)<sup>2)</sup>、田畑(1952)<sup>3)</sup>、Iida(1962)<sup>4)</sup>、Maeda(1968)<sup>5)</sup>、青田(1968<sup>6)</sup>、1970<sup>7)</sup>、1971<sup>8)</sup>、1975<sup>9)</sup>)、青田・河村(1978<sup>10)</sup>、1979<sup>11)</sup>)、美澄(1974)<sup>12)</sup>、科学技術庁研究調整局「オホーツク海に関する総合報告書」(1981)<sup>13)</sup>などがあるが、宗谷暖流水と中冷水の接触海域の詳細な海洋構造については、未だ知られていない。

そこで著者らは、1981年7月24日から7月31日までと8月26日から9月3日までに、この海域で詳細な海洋観測を行なった。その結果、宗谷暖流水の内部に冷水塊が存在していることが観測された。さらに、今回の観測データと過去の観測データをもとに密度場を調べたところ、中冷水と宗谷暖流水が密度を同じくして接し合っている水深と、冷水塊が観測された水深が一致したので以下に報告する。

### II. 観 測

観測の対象としている海域は200m以浅の大陸棚上で、等深線はほぼ沿岸に平行である。この大陸棚上を塩分量が33.6~34.0‰の宗谷暖流水が夏には10~15海里の幅をもって沿岸に沿って南東に流れている。その勢力の季節変化は激しく、青田<sup>9)</sup>によると、冬の潜流として存在している12~2月に最小で、3月から回復し、夏の6月~8月に最大となり、その後10~11月に急速に衰退する。一方、距岸20海里より沖の表面から水深30m程までには、塩分量が32.4‰以下のオホーツク海表層低塩分水が存在し、その下層に水温が-1.8~2.0°C、塩分量が32.8~33.2‰の中冷水が存在している<sup>2,4)</sup>。

1981年7月24日から31日までと、8月26日から9月3日までに、第1図に示したような海域において、海洋観測を行なった。

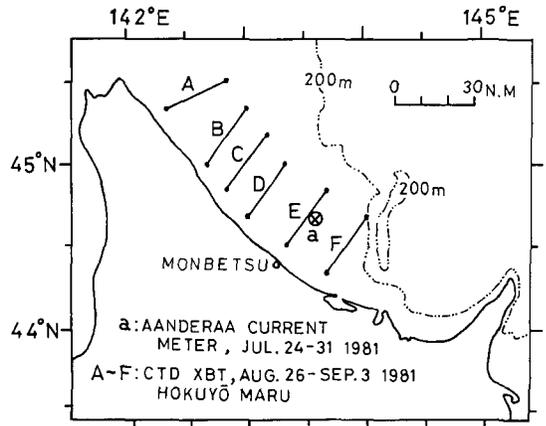
7月24日から31日までの観測では、図中のaで示した紋別北東沖20海里の水深50mに

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第2485号

\*\* 北海道大学低温科学研究所流水研究施設研究報告 第102号

アンデラー流速計を設置し、水温、塩分量、流向流速を測定した。この位置は宗谷暖流水と中冷水の間である。

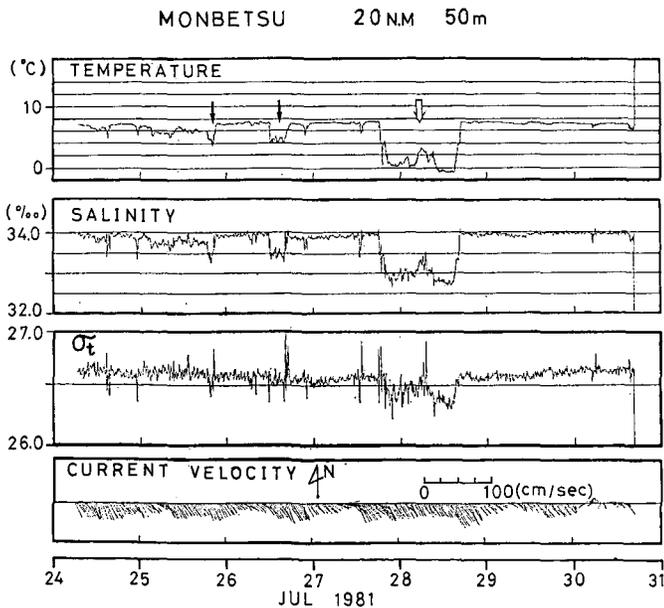
8月26日から9月3日までの観測では、第1図に示したAからFまでの6本の測線で、CTDおよびXBTによる観測を行なった。測線の間隔は約20海里で、それぞれの測線に約1.5海里の間隔で17点の観測点を設け、CTDとXBTによる観測を交互に行なった。CTDの観測点では水温と塩分量の鉛直分布が、XBTの観測点では水温の鉛直分布が連続的に記録された。



第1図 アンデラー流速計による観測点(⊗印)と、CTDおよびXBTによる観測線

### III. 観測結果

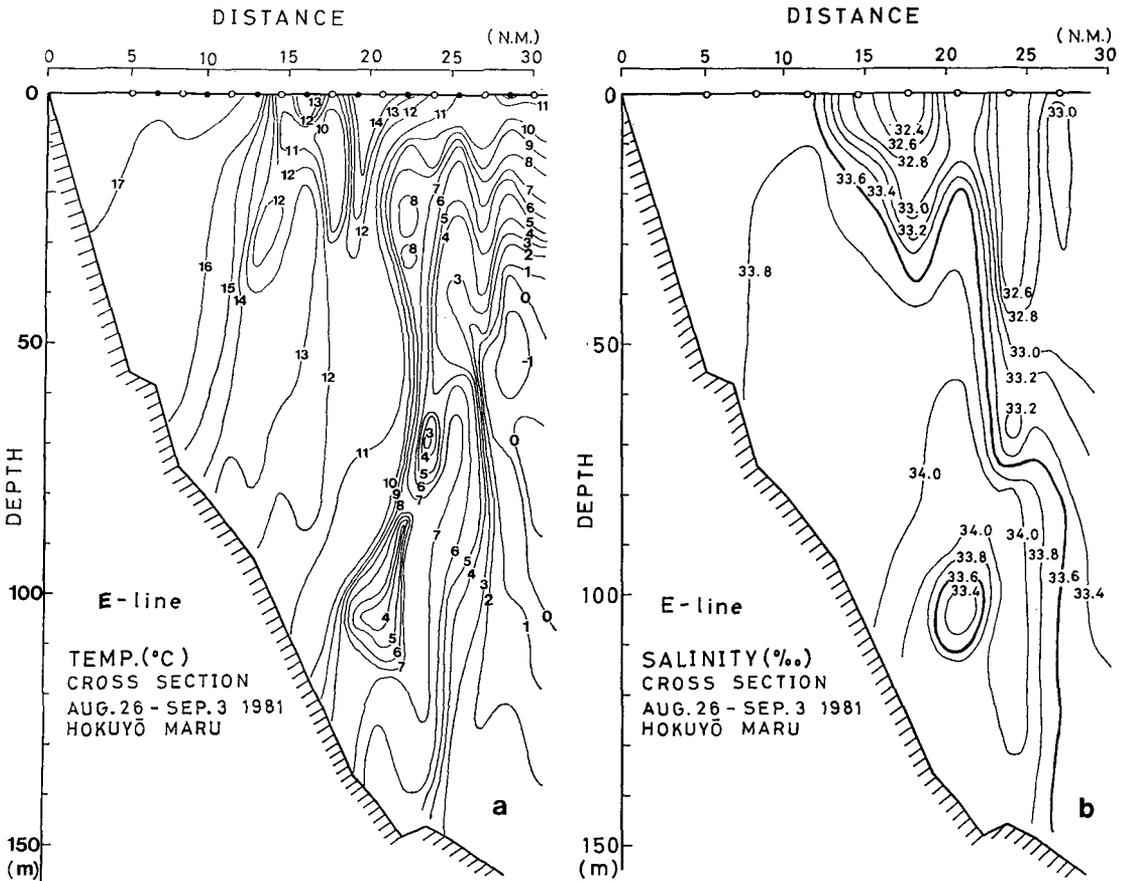
第2図は、1981年7月24日から31日まで、紋別北東沖20海里の水深50mに設置係留したアンデラー流速計の観測結果である。図中、1段目と2段目に観測期間中の水温と塩分量の時間変化が示されている。その記録をみると、7°C、33.9~34.0‰の宗谷暖流水と、-0.5~2.0°C、32.8~33.2‰の中冷水(白ぬきの矢印)が観測されているが、それとともに黒い矢印で示した時期に4~5°C、33.4~33.5‰の水が観測されている。この水はその水温と塩分量から判断すると宗谷暖流水でも中冷水でもない。一方、3段目の密度( $\sigma_t$ )の変化をみると、黒い矢印で



第2図 アンデラー流速計での観測結果

示した時期に観測されたこの水の密度は、その前後に観測された宗谷暖流水の密度とほぼ同じであった。またこの時期の流向流速は、4段目に見られるように、約0.5ノット(25 cm/sec)の南東流であった。

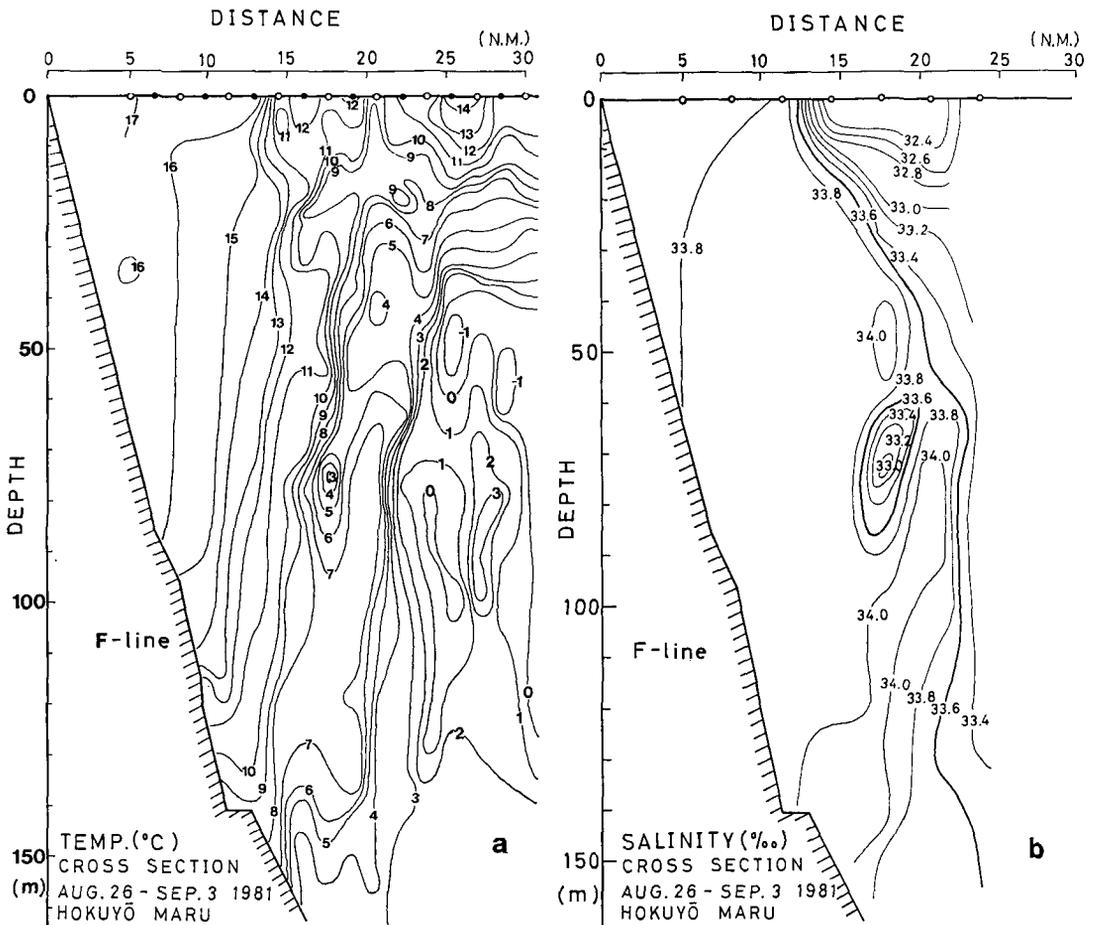
第3図は、1981年8月26日から9月3日にかけて行なった観測のうちのE線の水温と塩分量の鉛直断面図である。距岸20~25海里の付近を境に岸側に高温、高塩分の宗谷暖流水が存在し沖側の水深30m以深にそれより低温、低塩分の中冷水が存在していたが、冷水塊が2つ観測された。そのうちの1つは、距岸20.5海里の水深105mに観測された。それは、7~11°Cの水の中に中心が4°Cの冷水が存在していることとみとめられる。その塩分量は33.4‰であり33.6~34.0‰の水の中に位置していることから、この冷水塊は宗谷暖流水の内部に存在していたことがわかる。他の1つの冷水塊は、距岸23.5海里の水深70mに観測された。その中心の水温と塩分量は3°C、33.2‰で、宗谷暖流水(33.6~34.0‰)の外縁に存在していた。第4図はF線の水温と塩分量の鉛直断面図であるが、このF線でも距岸17.5海里の水深75mに冷水塊が観測された。その中心の水温と塩分量は3°C、33.0‰であり、E線で観測された冷水塊のうちの1つと同様、この冷水塊も宗谷暖流水の内部に存在していた。鉛直断面図でみるかぎり、



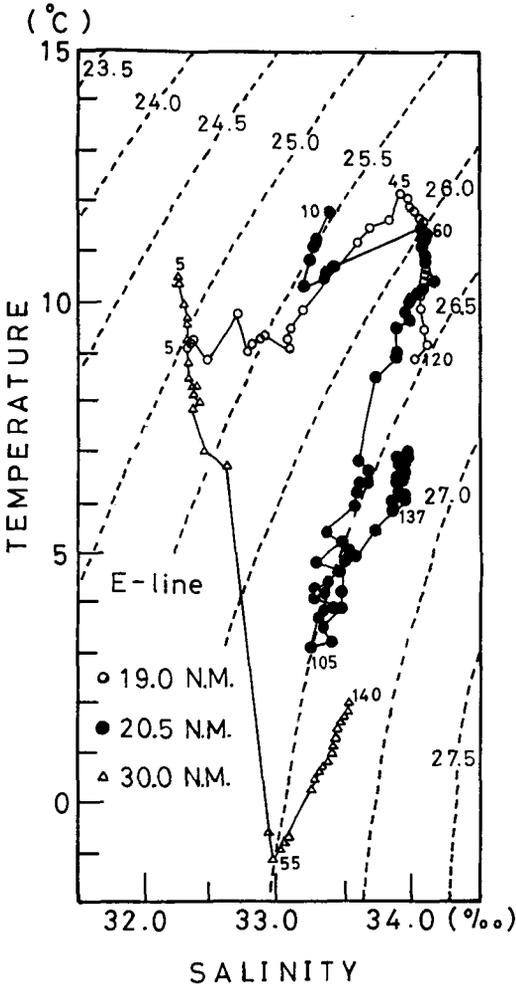
第3図 E線の水温(a)と塩分量(b)の鉛直断面図

冷水塊の厚さはどれも約 20~30 m で幅は約 6 km であった。先に示したアーンデラー流速計の記録の中で黒い矢印で示した時期に観測された 4~5°C, 33.4~33.5‰ の水は、おそらくこのような冷水塊であろう。このような冷水塊を生じさせる起源となる冷水はこの海域では中冷水しか存在しておらず、中冷水が宗谷暖流水の内部に入り込んで冷水塊が生じたものと考えられる。しかし、冷水塊が、その起源である中冷水本体とつながっているのか、分離しているのかは鉛直断面図からは判断できない。

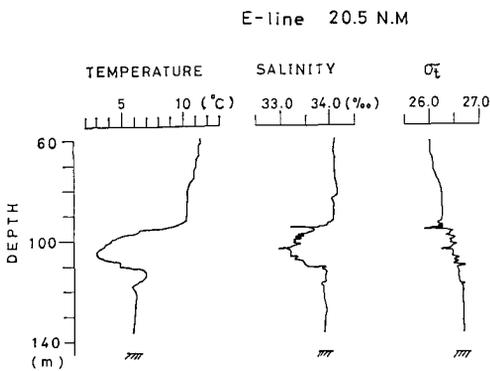
第 5 図に、冷水塊が観測された E 線の 20.5 海里の測点と、宗谷暖流水、中冷水が観測された 19.0 海里、30.0 海里の測点の T-S 曲線を示した。図の中で 30.0 海里の T-S 曲線において -1°C から 2°C にみられるのが中冷水であり、19.0 海里の T-S 曲線において 33.6~34.0‰ にみられるのが宗谷暖流水である。また冷水塊は、20.5 海里の T-S 曲線で 105 (m) と付記されたところにみられる。この図から冷水塊は宗谷暖流水と中冷水の間の温度、塩分量をもつことがわかる。次に、その冷水塊の観測された 20.5 海里の測点の水深 60~140 m にかけての水温と塩分量と密度 ( $\sigma_t$ ) の鉛直分布を第 6 図に示した。冷水塊の存在していた水深 105 m に水温、塩分



第 4 図 F 線の水温 (a) と塩分量 (b) の鉛直断面図



第5図 E線の19.0海里, 20.5海里, 30.0海里における T-S 曲線

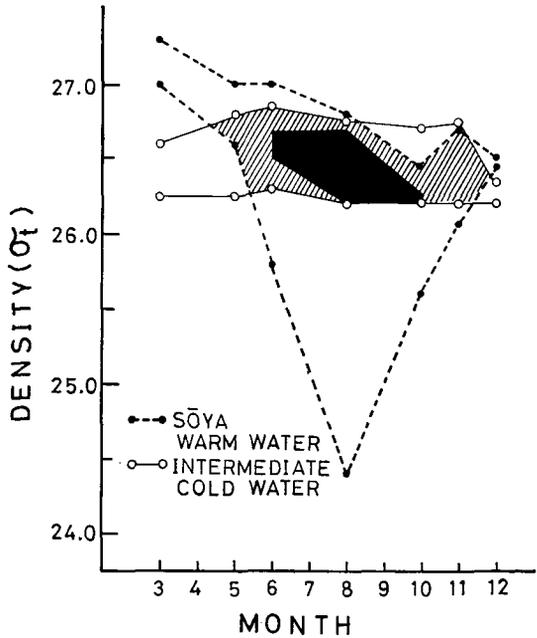


第6図 E線 20.5 海里の水溫, 塩分量, 密度 ( $\sigma_t$ ) の鉛直分布

量の極小が見られるが、密度は大局的に深さとともに大きくなっており、冷水塊は密度的にほぼ安定して存在していた。また F 線の冷水塊についても、 $\sigma_t$  は 26.4~26.6 であり、密度の鉛直分布ではほぼ安定に存在していたことが確かめられた。

IV. 冷水塊の生じ易い密度場

2つの水塊が、異なった温度、塩分量をもっているも、密度を等しくして接し合っていれば、一方の水塊の一部が、他方の水塊の内部に入っても、密度的に安定して存在することができる。そこで、このような状況が、宗谷暖流水と中冷水についていつみられるか1969年と1970年のデータをもとに調べてみた。第7図は、宗谷暖流水と中冷水の密度の季節変化を示している。図中、破線で宗谷暖流水の密度の変化を、実線で中冷水の密度の変化を示している。それぞれの密度の最大値と最小値が示され斜線の期間に中冷水と宗谷暖流水の密度が等しい状況で



第7図 宗谷暖流水と中冷水の密度の季節変化

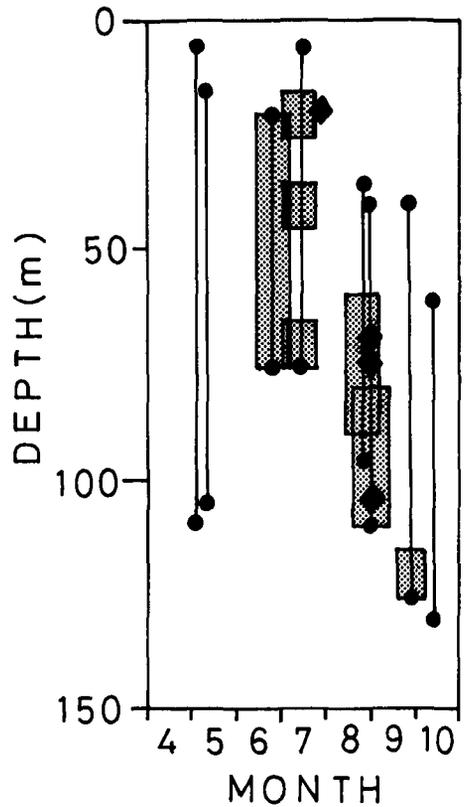
あった。さらに、水深差 10 m 以内で宗谷暖流水の一部と中冷水の一部が密度を等しくして接し合っている時期を調べたところ、6月から9月のおわりごろにかけてそのような状況になっていた(黒くぬりつぶして示した)。そこでこの時期について、今回の観測データもあわせて、いかなる水深で宗谷暖流水と中冷水が等密度になっているのか、そしてまた、その水深は冷水塊が観測された水深と対応するのかを調べた。第8図はその結果である。図中に点刻した水深で宗谷暖流水と中冷水の密度がほぼ等しかった( $\sigma_t$ で0.2以内)。その水深は、6、7月には20~70 m、8月には60~110 mであり、9月には120 m 付近となって月とともに深くなっている。一方、冷水塊は7月には金成<sup>14)</sup>によって、8月には著者らによって、黒いひし形で示した水深で観測されている。その水深は宗谷暖流水と中冷水が密度をほぼ等しくして接し合っている水深と対応している。

## V. ま と め

1981年8月下旬に、北海道・オホーツク海沿岸海域において、宗谷暖流水の内部に冷水塊が観測され以下のことがわかった。

- (1) それらは、距岸 20.5 海里の水深 105 m, 23.5 海里の水深 70 m, 17.5 海里の水深 75 m に位置していた。
- (2) その厚さと幅はどれも、それぞれ、20~30 m, 約 6 km であった。
- (3) その水温と塩分量は、それぞれ、3~4°C, 33.2~33.4‰ で、密度は 26.4~26.6 ( $\sigma_t$ ) であり、冷水塊は中冷水の一部が宗谷暖流水の内部に入り込んで生じている。
- (4) それらは、宗谷暖流水の内部において密度的に安定して存在できる位置にあり、また南東方向に流れている。

さらに、今回の観測データと過去の観測データを用いて、宗谷暖流水の一部と中冷水の一部が密度をほぼ等しくして接し合っている時期とその水深を調べたところ、その時期は6月から9月のおわりごろであり、その水深は6月と7月には20~70 m, 8月には60~110 m, 9月には120 m 付近であった。そしてまたその水深は、冷水塊が観測された水深と対応していることがわかった。



第8図 中冷水と宗谷暖流水が密度を等しくして接し合っている水深(点刻で示した)と冷水塊が観測された水深(黒いひし形で示した)。なお実線は25海里の中冷水の水深である

8月26日から9月3日までの観測は北海道・稚内網走両水産試験場の漁海況調査の一環として行なわれたものである。北海道稚内水産試験場調査船「北洋丸」の朝岡辰夫船長はじめ乗組員の皆様にお礼申し上げます。

また、第一管区海上保安本部・紋別海上保安部名和芳雄部長、同部巡視船「そらち」の森弘通船長はじめ乗組員の皆様にも御協力いただいた、ここにあわせてお礼申し上げます。

本研究は筆者の一人、本井達夫が北海道大学大学院理学研究科修士課程地球物理学専攻の修了研究として行ったものである。

研究をまとめるにあたり、本研究の海洋学部門の皆様ならびに、流氷研究施設の皆様に御援助、御指導を頂いた。心から深く感謝いたします。

なおこの研究の費用の一部は文部省科学研究費特定研究「海洋の動的構造の研究——陸棚域における海水流動特性の研究（課題番号56117003）」の経費による。

## 文 献

- 1) 宇田道隆 1934 日本海, 黄海, オホーツク海半年各月海況. 水産試験場報告書, 第5号, 191-236.
- 2) 杉浦次郎 1958 オホーツク海南西部の海況について. 気象庁研究時報, **10**, 549-553.
- 3) 田畑忠司 1952 千島列島南沖およびオホーツク海南部の海況について. 低温科学, 物理篇, **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) Maeda, S. 1968 On the cold water Belt along the northern coast of Hokkaido in the Okhotsk Sea. 海と空, **43**, 3, 71-90.
- 6) 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.
- 7) 青田昌秋 1970 北海道オホーツク海沿岸沖における海況変動の研究 II. 低温科学, 物理篇, **28**, 261-279.
- 8) 青田昌秋 1971 北海道オホーツク海沿岸沖における海況変動の研究 III. 低温科学, 物理篇, **29**, 113-224.
- 9) 青田昌秋 1975 宗谷暖流の研究. 低温科学, 物理篇, **33**, 151-172.
- 10) 青田昌秋・河村俊行 1978 北海道オホーツク海沿岸の冬季の海況について. 低温科学, 物理篇, **37**, 93-105.
- 11) 青田昌秋・河村俊行 1979 北海道オホーツク海沿岸の冬季の海況について II. 低温科学, 物理篇, **38**, 135-142.
- 12) 美澄篤信 1974 オホーツク海南西域の海況と北海道北岸の冷水帯について. 北海道大学水産学研究所修士論文.
- 13) 科学技術庁研究調整局「オホーツク海に関する総合報告書」1981.
- 14) 金成誠一 1982 オホーツク海沿岸フロントの水温微細構造について. 日本海洋学会春季大会講演要旨集, 24-25.

## Summary

The Okhotsk Sea is marked by the presence of three waters, the Sôya Warm Water, the Okhotsk Low Salinity Water and the Intermediate Cold Water, near Hokkaido. Oceanographic observations were carried out in an area within 30 nautical miles off the coast of Hokkaido from July 24 to 31 and from August 26 to September 3, in 1981.

In the first period a time series of temperature, salinity, current speed and direction was measured by using the Aanderaa current meter which was moored at a point 20 nautical miles off Monbetsu at a depth of 50 m. This position was situated between the Sôya Warm Water and the Intermediate Cold Water. The data obtained indicated that during the observed period the Sôya Warm Water or the Intermediate Cold Water appeared. However, the data also showed that water masses apparently different from the above two waters were present on July 25 and 26 and that, despite marked differences in temperature and salinity, they had nearly the same density as the above two waters.

During the second period hydrographic sections were obtained for closely spaced stations, which indicated that cold water masses existed inside of the Sôya Warm Water. Their features are as follows:

- (1) Distance from the coast and depth observed: 20.5 n. m., 105 m; 23.5 n. m., 70 m; 17.5 n. m., 75 m.
- (2) Thickness: about 20~30 m; width: about 6 km.
- (3) Temperature: 3~4°C; salinity: 33.2~33.4‰, density: 26.4~26.6 ( $\sigma_t$ ).
- (4) They were gravitationally stable.

When two waters different in temperature and salinity but same in density are adjacent, they can coexist. It was showed from the present and historical data that the Sôya Warm Water and the Intermediate Cold Water were adjacent with the nearly same density at the depth of 20~70 m in July and 60~110 m in August. The appearances of the cold water masses were observed in July [Kanari, 1982] and August at depths corresponding to the above.