

## 1984年の異常冷水現象の発生過程について

誌名	東北区水産研究所研究報告
ISSN	0049402X
著者	奥田, 邦明
巻/号	48号
掲載ページ	p. 87-96
発行年月	1986年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 1984年の異常冷水現象の発生過程について

奥田 邦明

## Occurrence of Extremely Low Temperature in the Coastal Region of the Tohoku Area Associated with Interannual Variations of the Oyashio

Kuniaki OKUDA

**Abstract** The coastal region of the Tohoku Area is usually covered with warm coastal water (the Tsugaru Warm Water or warm water originating from the Kuroshio), so the temperature of the upper water is usually above approximately 7°C throughout all seasons. However, in early spring, it occasionally happens that the near surface temperature suddenly decreases to below 2 or 3°C and persists for more than one month. This phenomenon occurs at time intervals of several years and is known to be associated with the interannual variations of the Oyashio. Because of its great influence on coastal fisheries and the important implications on the Oyashio variability, many oceanographers have investigated this phenomenon. However, the detailed processes of the generation of this phenomenon have not yet been clarified because of the scarcity of systematic data. In 1984 this phenomenon occurred and fortunately sufficient data to reveal the southward spreading processes of the Oyashio Water were obtained. This paper describes some specific features of the intrusion of the Oyashio Water into the coastal region of the Tohoku Area on the basis of these data. It is shown that the generation of extremely low temperature in the coastal region of the Tohoku Area is due to the outflow of a great amount of ice-melt water from the Okhotsk Sea.

**Keywords** low temperature, Oyashio, Oi water, Tohoku Area

### 1. はじめに

南千島列島沿いに南下した親潮水は、道東海域で2ないし3の分枝にわかれて東北沿岸・近海に流入する。北海道・東北沿岸沿いに南下する分枝は親潮第一分枝と呼ばれ、親潮前線の複雑な突出を伴い沖合から流入する分枝は、岸よりのものから、第二、第三分枝というふうには呼ばれている。この親潮系水の東北海区への流入は、定常的な流れといったイメージからは程遠く、ある時期には沿岸沿いに急激な親潮系水の南下が起る一方で、東北沿岸域に親潮系水の流入がほとんどないと思われる時期もある。特に1ヶ月程度の短期的な挙動は、津軽暖水、黒潮から派生する黒潮北上分派、暖水塊の変動にも強く支配されて極めて複雑であり、その実体はまだほとんど把握されていない。

しかしながら、一年程度以上の長期的な親潮変動にはかなりはっきりとした一定の傾向が見い出される。まず親潮第一分枝の消長には顕著な季節変動が存在する(黒田 1979, 上橋 1980, 水野 1984)。平均的にみれば、

親潮第一分枝は、2月頃から発達し始め、4月にその先端は最南下し、39°N 付近に達する。そしてその後徐々に弱まり、秋から冬にかけては親潮第一分枝の先端は北海道沿岸域にまで後退する(水野 1984)。この親潮第一分枝の季節変動は、季節風の変動と対応しているという指摘もある(上橋 1980)。長期変動のもうひとつの注目すべき特徴は、季節変動傾向からすれば丁度親潮水が南下し始める春先に、例年にくらべて急激に著しく南下するという現象が、2~3年から10年程度の間隔で発生することである。この現象は、その程度に差はあるが、数年に一度必ず発生するものであり、親潮の基本的な属性に由来するものであるように思われる。本稿で問題にする異常冷水現象は、この親潮第一分枝の著しい南下に伴う東北沿岸域の低温化現象のことである。

異常冷水現象は、それが東北・北海道地方の気象に影響し、同地方の凶作の原因となるとの考えから、古く明治の頃から多くの気象・海洋学者の関心を集め、その発生原因究明の努力がなされてきた(これまでの研

究の歴史の詳細は赤川(1980)に記載されている)。現在でも異常冷水現象の発生機構は解明されていないが、最近のいくつかの研究はそれに重要なヒントを与えている。松倉(1975)、赤川(1980)は異常冷水現象の発生した年の冬の極東域の気象は、東西指数の小さい、いわゆる異常気象型であり、同時にオホーツク海の氷の状況に、結水面積は小さいがオホーツク海からの流水の流出は大であるという顕著な特徴があることを見い出している。また、IDA and KATAGIRI(1974)は、異常冷水現象発生に関係する極東域の異常気象は世界的な規模の気象変動に由来するものであると指摘している。奥田・武藤(1986)は、このような事実からの可能な推論のひとつとして、異常冷水現象の発生が、極東域の低指数型気象に伴って、オホーツク海に働く風の応力の循環が増加し、オホーツク海循環が強化されることによるとの考えを述べている。

現在では異常冷水現象の発生が直接凶作の原因となるとは考えられていない。しかしながら、異常冷水現象はその漁業への大きな影響によって、現在でも社会的に高い関心を寄せられている現象である。東北沿岸域では、水温が最も低下する3月頃でも、通常6~7℃の水温が維持されているが、異常冷水現象発生時には2~3℃にまで低下することがあり、養殖ワカメ、魚貝類に顕著な被害を及ぼす(武藤他1984)。また沿岸域の低温化は、漁獲対称魚種、漁期の大きな変化をひき起こすことから、直接的な被害の出現の如何にかかわらず、東北の漁業関係者は春先の親潮の動行に常に大きな関心を寄せている。

異常冷水現象の重要性は低温化による漁業への影響という面だけにとどまらない。先に述べたように、異常冷水現象は親潮の季節変動傾向の極端な増幅として発生する。このことは、異常冷水現象の研究が親潮の変動機構、ひいては北西太平洋の海洋循環の変動機構の解明に重要な手掛りを与えることを示唆している。いうまでもなく、東北海域の高生産性の要因は親潮による栄養塩の補給である。定量的な見積りはまだないが、異常冷水発生年には恐らく平年の何倍にも達する親潮水が東北沿岸・近海に流入しており、当海域の生物生産に大きな影響を及ぼしているはずである。実際、谷口(1986)は海藻生産の面から異常冷水現象と生物生産とのかかわりを報告しており、異常冷水現象はこの面からも重要な課題となっている。

異常冷水現象は最近では1963, 74, 81, 84年に発生し、海況面での特徴、漁業への影響等が報告されて

いる(辻田1966, IIDA and KATAGIRI 1974, 武藤1975, 武藤他1984)。しかしながら、異常冷水現象の発生時期が不幸なことに、人工衛星によるリモートセンシング、調査船による観測とも非常に困難な2月中旬で、質のよいまとまった観測データが少いこともあって、まだ実体が十分に把握されていない。本稿では、1984年に発生した異常冷水現象を例にとり、その発生過程を考察する。この年には、北海道太平洋沿岸、三陸沿岸海域を対称とした北海道区水産研究所と東北区水産研究所八戸支所共同のスケトウダラ資源調査が、丁度異常冷水現象発生時期に反復して行われており、その海洋観測データをもとに南下する冷水の水温一塩分特性、冷水の南下分散過程の詳細をある程度とらえることが可能である。解析結果の一部は既に報告したが(奥田・武藤1986)、本稿ではその後の解析結果も加え、異常冷水現象の発生過程に焦点をあて、その特徴を報告する。

本稿で述べる結果の多くは、まだ定性的なものであり、また他の冷年にもあてはまる一般的なものであるかどうかについての検討もまだ充分に行われていない。しかしながら、冷水の南下・分散過程、冷水の水温一塩分特性が北海道から三陸に至る広い海域での信頼できる整ったデータから把握されるのは始めてであり、この点から本研究が今後のより詳細な研究へのステップになることを期待している。

報告に先立ち、本論文を校閲していただいた海洋部長福島信一博士、適切な助言をいただいた黒田隆哉博士および武藤清一郎八戸支所長に感謝の意を表す。また、日頃から本研究内容に関して有益な討論をしていただいている工藤英郎室長をはじめとする海洋部の諸兄に深く感謝する。

## 2. 東北海域の海況の推移

1984年春発生した冷水現象は、親潮系冷水の移流に伴う低水温域が広範囲に拡がり、かつそれが長期にわたって持続した点で、最近では例をみない大規模なものであった。ここでは、冷水現象の発生した2月からほぼ終息に向い始めた6月に至る東北海域の海況の推移から、この年の冷水現象のおおまかな特徴を述べる。ここで用いる資料は東北区水産研究所発行の月別100m深水温分布図(漁場海況概報)である。100m深水温分布は水温だけから水塊の分布を簡便によく表現し得るものとして、海況を把握する手段として、広く用いられている。例えば本稿で問題にする親潮水の領域

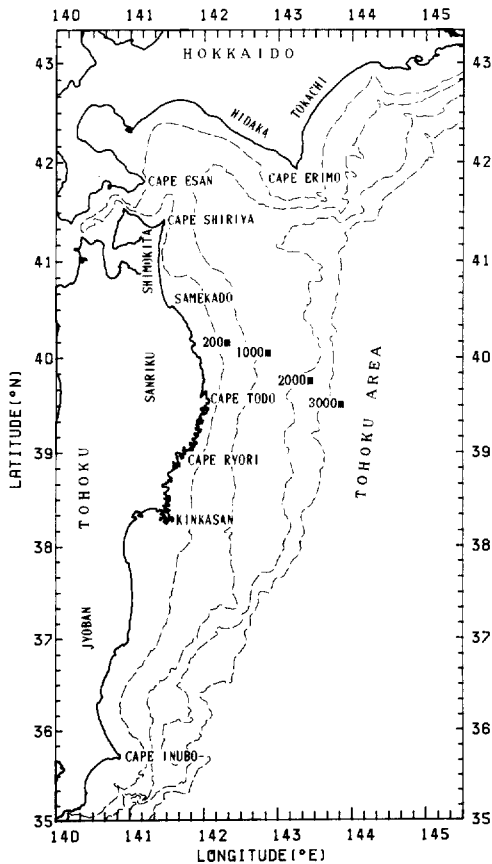


Fig. 1 Map of the coastal region of the Tohoku Area

は、経験的に  $T_{100}$  (100 m 深水温)  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  の領域とよく対応することが知られている。特に、ここで問題にする 2~6 月は親潮水の移流の強い時期であり、 $T_{100} = 5^{\circ}\text{C}$  はフロント域の水温をも代表していることから、以下では  $T_{100} \leq 5^{\circ}\text{C}$  を親潮水域とみなして議論を行う。なお、本文中に出てくる地名に関しては図 1 を参照されたい。

1984 年 2 月から 6 月までの 100 m 深水温分布を図 2 に示す。例年だと 2 月には親潮水は襟裳近海にとどまっているが、この年には既に常磐沖にまで南下していた。データの詳細な吟味から、この親潮水の急激な南下は、2 月上旬から中旬にかけて起ったことが分る。また、鮎ヶ崎付近では  $5^{\circ}\text{C}$  等温線が海岸線と交叉しており、急激な南下と同時に、この付近で親潮水が接岸したことを示している。例年だと三陸沿岸域は津軽暖水に覆われており、 $6\sim 7^{\circ}\text{C}$  以上の水温が維持されているがこの年には、尻屋崎付近を除き、既に  $5^{\circ}\text{C}$  台にま

で低下していた。

3 月から 4 月にかけて冷水域は東北海域全域で拡大し続けた。2 月に常磐沖に舌状に侵入した親潮水域の先端は、3 月には犬吠崎沖にまで、4 月には黒潮水と直接接するまでに南下し、同時に親潮水域内の水温の低下および親潮水域の全体的な位置の岸方向へのシフトが起った。三陸沿岸域では親潮接岸域が 2 月から 3 月にかけて急速に拡大し、それに伴って沿岸域の水温が著しく低下した。4 月には、 $5^{\circ}\text{C}$  以上の津軽暖水域は尻屋崎付近を除きほぼ完全に消滅し、下北から金華山に至るかってない広い海域で、 $3\sim 4^{\circ}\text{C}$  以下という異常な低水温となった。三陸沿岸域の低水温域は 3 月から 4 月にかけて、沿岸に沿って常磐海域へ急速に南下しており、三陸に接岸した親潮系水の岸に沿った南下が、上で述べた常磐沖へ 2 月中旬侵入した親潮水域の岸方向へのシフトとともに、4 月以降顕著になった常磐沿岸域の異常低水温の要因であったことを示唆している。

5 月になると、三陸沿岸域では津軽暖流が発達し始め、それに伴って下北沿岸域から水温が上昇し始めた。津軽暖流は 6 月には三陸沿岸全域を覆うまでに回復し、三陸沿岸域の冷水現象は解消した。一方、常磐沿岸域では 5 月になっても更に水温が低下し、ほぼ全域で  $5^{\circ}\text{C}$  以下という当海域としては極めて異例な低水温となった。6 月になると、黒潮前線の擾乱の発達に伴って黒潮表層水が当海域に移流されるようになり、常磐海域の冷水現象も解消に向い始めた。

以上述べた 1984 年の海況変動の特徴ならびに海洋観測データ、解析済みの資料が比較的豊富な最近の他の冷水年 (1974, 1981 年) の例を併せて、異常冷水現象の発生に関して以下の知見が得られる。

- (1) 親潮第一分枝の急激な発達には 2 月中旬頃に起り、それに伴って親潮水は襟裳近海から、鮎ヶ崎をかすめるように、急激に常磐沖にまで南下する。
- (2) 親潮水は南下と同時に三陸中部で接岸、あるいは岸に接近し、そのことによって沿岸域は極度の低水温となる。接岸の程度、その後の経過には各冷水年で大きな差がある。
- (3) 接岸の仕方、その後の冷水域の拡大・解消は、親潮の勢力だけでなく、津軽暖流あるいは黒潮から派生する暖水の状況に強く支配されている。

これらの知見は、異常冷水現象の今後の研究にいくつかの示唆を与えている。(1) はただちに親潮のモニタリングに重要な情報であると同時に、2 月及びその前後における親潮上流域の海況変動の観測が親潮の力

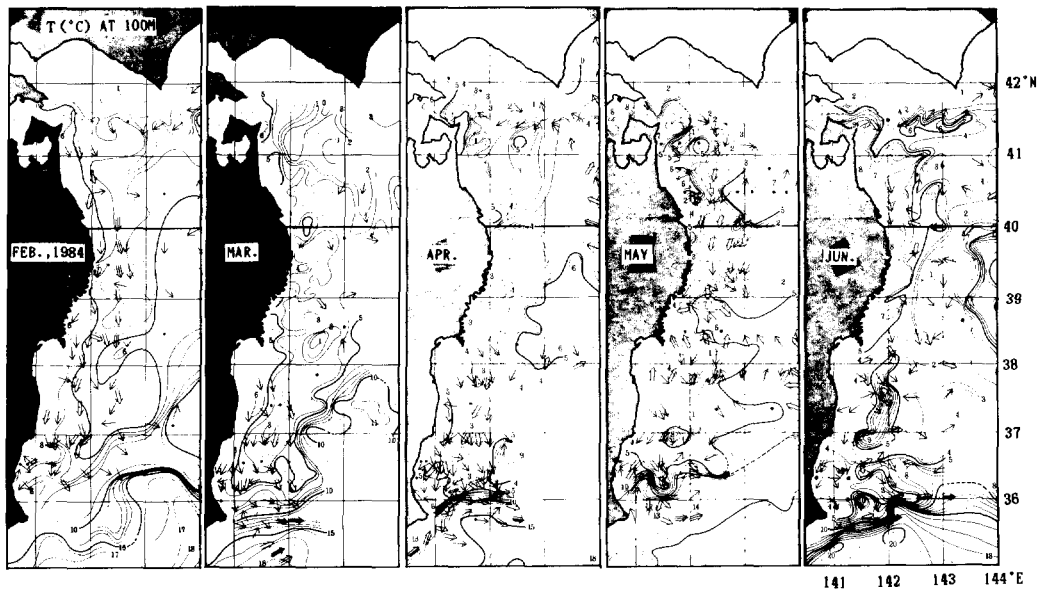


Fig. 2 Monthly 100 m temperature maps from February to June 1984. It is known that the Oyashio Water in this period can be identified on the temperature maps by  $T \leq 5^\circ\text{C}$ . The intrusion of the Oyashio Water into the coastal region of the Tohoku Area began in early February and persisted till July.

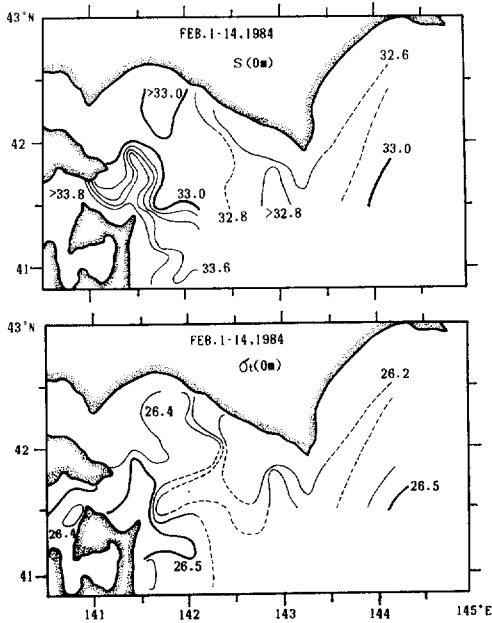
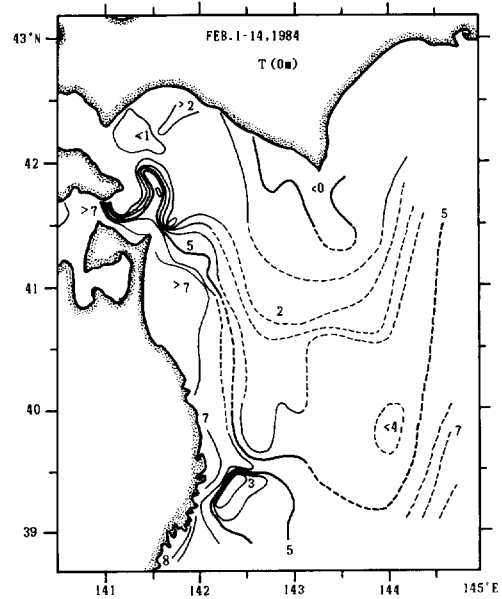
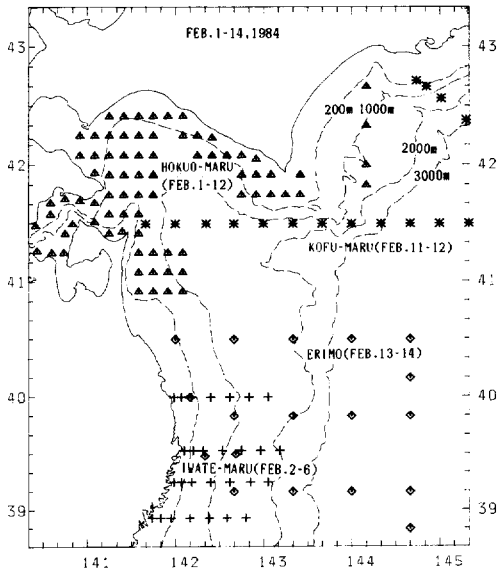
学を解明するうえで極めて重要であることを示唆している。(1)はまた最近試みられている数値モデルを使った親潮の研究(関根1986)にとって、計算結果と比較されるべき貴重な観測事実である。(2)及び(3)は、漁業への影響という面からは、接岸という現象が重要であり、この現象の把握のためには親潮のみならず津軽暖流等の変動特性、そして両者の相互作用に関する知見が必須であることを示唆している。接岸は沿岸暖水と親潮水との交換の結果起るものであり、低温化という面だけでなく、東北沿岸域の生物生産という面からも重要な現象である。

### 3. 冷水の南下・接岸過程

前章で100 m深水温分布に基づき、異常冷水現象のおおまかな特徴を述べた。しかしながら異常冷水現象にかかわる海洋変動は顕著な鉛直構造を持ち、100 m深水温分布だけでは把握することのできないいくつかの重要な過程がその発生に関与している。奥田・武藤(1986)は、東北海域に南下する親潮水にはT-S(水温-塩分)特性の異なる二種類の水があり、特にそのうちのOi水(大谷1971)と呼ばれる低温、低塩分の水が三陸沿岸への冷水の接岸という現象に重要な役割を果し

ていることを指摘している。Oi水という名称は、大谷が噴火湾に流入する水を分類する際に、オホーツク海から流水とともに南千島列島間から流出する融氷水に対して用いたものであるが、この水は極めて低温、低塩分( $T < 2^\circ\text{C}$ ,  $S < 33.0$ )であり、通常我々が親潮水と呼んでいる水( $S > 33.0$ )とは明確に区別されるT-S特性を持つ。Oi水は、また、低温であるが極めて低塩分であるため、春先の北海道～三陸沿岸域で最も軽い水であり、そのため通常の親潮水とは異った特異な振舞いをする(村上1984)。ここでは、2月の親潮発達期及びその前後における北海道～三陸沿岸域での海洋観測データから、親潮水の南下・接岸過程をこのOi水の挙動に着目して詳述する。

図3に2月上旬から3月下旬にかけてのT, S,  $\sigma_t$ の分布の推移を示す。Oi水は表層を薄く拡がる性質があり、その厚さの情報をも含んだ表現としては、例えば50 m深分布の方がよいが、Sの測定が多くの観測点で水面に限定されていること、0 m深水温分布と50 m深水温分布との間に本質的な差がないことから、ここでは0 m深分布を用いた。Oi水は $S < 33.0$  (Tについては $S < 33.0$ と対応する $T < 1^\circ\text{C}$ ,  $\sigma_t$ については $S < 33.0$ ,  $T < 1^\circ\text{C}$ とほぼ対応する $\sigma_t < 26.4$ の領域)に対応している。Oi水の東北海域への南下は次のような過程で



**Fig. 3a** Spreading processes of the ice-melt water (Oi Water) in the period from early February to late March. The regions  $T < 1^{\circ}\text{C}$ ,  $S < 33.0$  or  $\sigma_t < 26.4$  indicate the Oi Water. The Oi Water flows along Tokachi as a coastal boundary current, and branches near Cape Erimo. A part of the Oi Water flows west along Hidaka and spreads south from off Cape Esan along Sanriku, forming a distinct front with the Tsugaru Warm Water, while another part spreads south from Cape Erimo as the upper water of the First Oyashio Branch. Spreading of the Oi water into coastal regions of the Tohoku Area began in early February and after that temperatures near the Sanriku coast decreased rapidly.

起った。Oi水の分布域は、1月下旬には襟裳以東の道東沿岸域に限定されていたが2月上旬から中旬にかけて急激にその分布域を拡大した(a)。一部は襟裳から三陸沖に張り出し、一部は岸に沿って日高沿岸に流入した後、恵山沖から尻屋崎に向かって張り出した。2月下旬(b)には日高沖海域の表層(<100 m)はすべてOi

水で覆われ、それとともに当海域に流入したOi水は三陸沿岸の津軽暖水と沖側のやや高温・高塩分の、恐らく前年北上した黒潮系暖水の変質水、との間を細長く帯状に三陸南部以南にまで南下した。3月中旬(c)になると、恐らく当時期には既に充分発達していた親潮第一分枝の流れに影響され、襟裳付近からの三陸沖へ

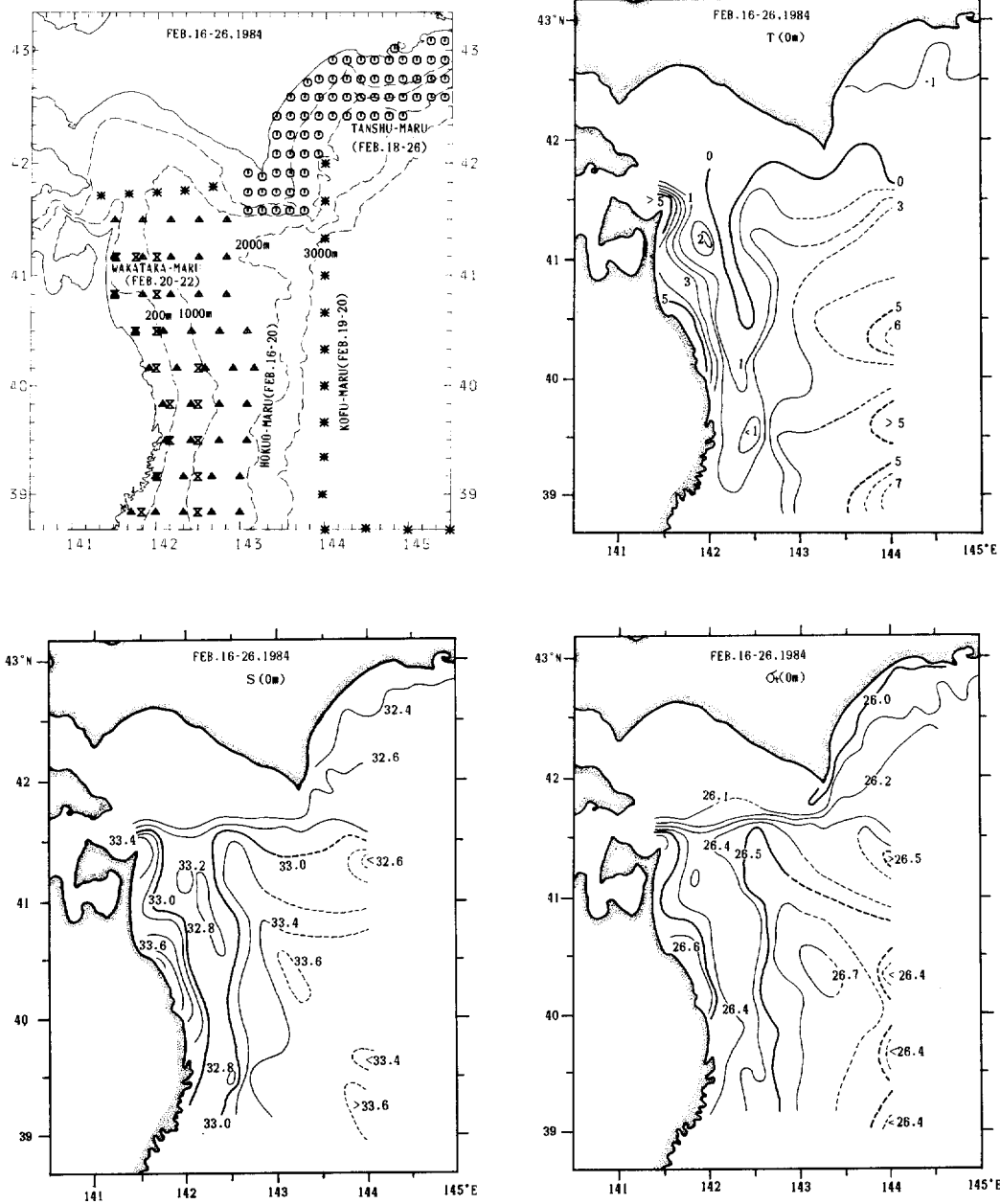


Fig. 3b (continued)

の南下も顕著になり、三陸沿岸から沖合にかけての広い海域が Oi 水で占められた。沿岸域の Oi 水は更に岸に接近し、そのため尻屋崎から三陸南部に至るほとんどの沿岸域で表面水温は  $3^{\circ}\text{C}$  以下にまで低下し、津軽暖水域は表層では完全に消滅した。2月上旬から3月下旬に至る道東沿岸域での S 及び  $\sigma_t$  の減少、そして

それらの沖方向への変化の増大から Oi 水の東北海域への移流はこの時期増加し続けていたことが分り、そのことがここで述べた三陸海域の当時期における Oi 水域の拡大、そして4月以降著しくなった常磐沿岸域の低温化の大きな原因であったことを示唆している。

図3(a)と(b)の比較から、三陸沿岸域の低温化は

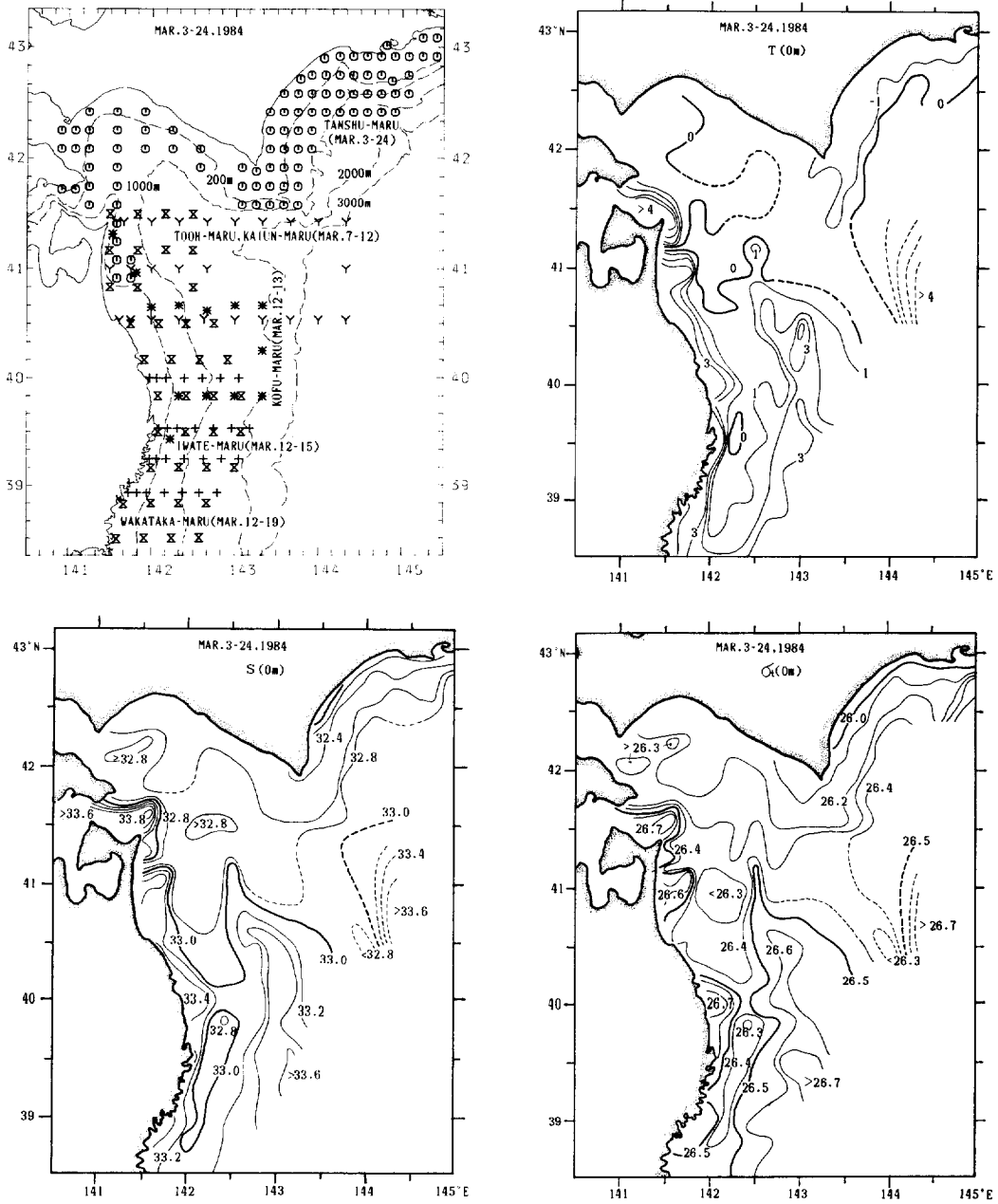


Fig. 3c (continued)

北海道沿岸域からの Oi 水の移流に対応して急速に進行することが分る。実際以下に述べる結果は、冷水の接岸及びそれに伴う沿岸域の極度の低温化という現象は Oi 水の南下があって始めて発生するものであることを示している。

図 4 に図 3 で用いたデータから作った T-S 散布図

を示す。海域毎に異った記号でプロットしてある。この図から二つの特徴的な水が見出される。ひとつは  $T < 1^{\circ}\text{C}$ ,  $S < 33.0$  の Oi 水で、道東沿岸域 (1) に広く分布している。もうひとつは、津軽海峡付近 (3) に分布する  $6 < T < 9^{\circ}\text{C}$ ,  $33.8 < S < 34.0$  の津軽暖水である。他の水はこの Oi 水と津軽暖水との混合水と見なすこと

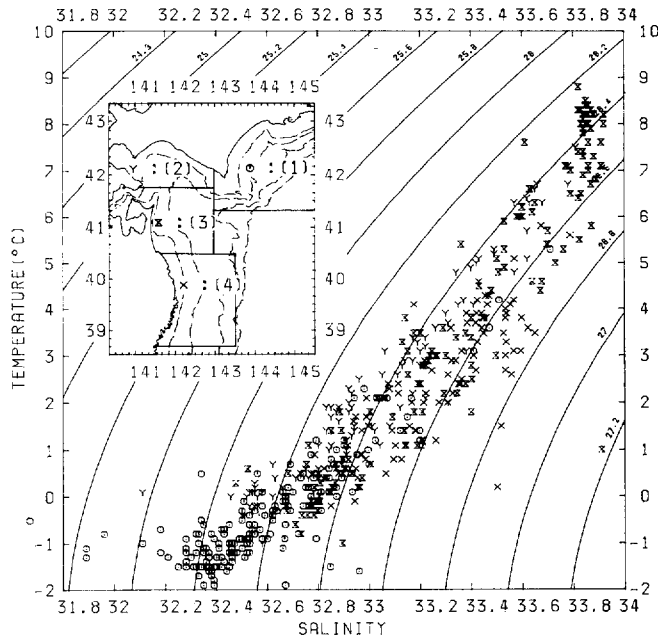


のできる範囲に分布している。今三陸沿岸域に着目すると、その水のほとんどは、 $0 < T < 5^{\circ}\text{C}$ ,  $32.8 < S < 33.7$  の範囲に含まれ、他海域に較べて分布範囲が目立って小さくなっており、三陸沿岸域には Oi 水と津軽暖水との混合がかなり進んだ水が分布していることを示している。

図4はまた、道東沿岸域に分布する Oi 水は、津軽海峡から流入する津軽暖水よりもはるかに低密度であり、一方、親潮第一分枝のいわゆる親潮水（妥当な範囲として  $T < 3^{\circ}\text{C}$ ,  $S > 33.0$  程度が考えられる）は明らかに津軽暖水よりも大きな密度を持つことを示している。このことから津軽暖水域に沿って親潮水が南下してもその水は津軽暖水の下に潜り、沿岸域は津軽暖水に覆われたままであるが、Oi 水が南下した場合には、それは津軽暖水の表層を岸方向に拡がり、沿岸域を寒冷化してゆくことが予想される。このことは、図5に示す3月中旬における尻屋崎 (a) 及び鮎ヶ埼 (b) の鉛直断面図から裏付けられる。(a) は、図3 (c) の尻屋崎沖を幅広く拡がる Oi 水域を横切る断面であり、

(b) は三陸中部沿岸域を細長く延びている Oi 水域を鮎ヶ埼で横切る断面である。いずれの断面においても、岸側のフロント域では、岸方向に表層を拡がる Oi 水の下に 200 m~300 m 深を軸として沖方向に舌状に伸びる高温・高塩分の津軽暖水がみられ、Oi 水の岸方向への移流及び沿岸域の津軽暖水の沈降、沖への分散を伴った反時計まわりの鉛直循環の存在を示唆している。この鉛直循環は、軽い Oi 水の移流だけでなく、高塩分の津軽暖水が局所的な気象的作用によって高密度化することによっても駆動されていることが予想され、春先の日本付近の局所的な気象もまた冷水現象発生要因のひとつであることを示している。

三陸沿岸域の低温化現象の発生には、水平過程による沿岸水と Oi 水との交換もまた重要な役割を果たしていると思われる。4月になって得られた衛星画像は細長く伸びた冷水域には複雑な渦状の変動が存在することを示しており、また図3の海洋観測データも観測時期のズレに伴うノイズとは明らかに異なる流下方向の変動の存在を示している。尻屋崎における断面観測 (図



**Fig. 4** T-S scatter diagram constructed from same data with Fig. 3. Two typical waters are found. One is the Oi Water ( $T < 1^{\circ}\text{C}$ ,  $S < 33.0$ ) distributed in region (1), and another is the Tsugaru Warm Water ( $6 < T < 9^{\circ}\text{C}$ ,  $33.8 < S < 34.0$ ) distributed in the Tsugaru Straits. The water in the coastal region off Sanriku (4) has intermediate values of T and S ( $0 < T < 5^{\circ}\text{C}$ ,  $32.8 < S < 33.7$ ), indicating the intense mixing processes in this region. This diagram clearly shows that the Oi Water is the lightest water in the Tohoku Area.

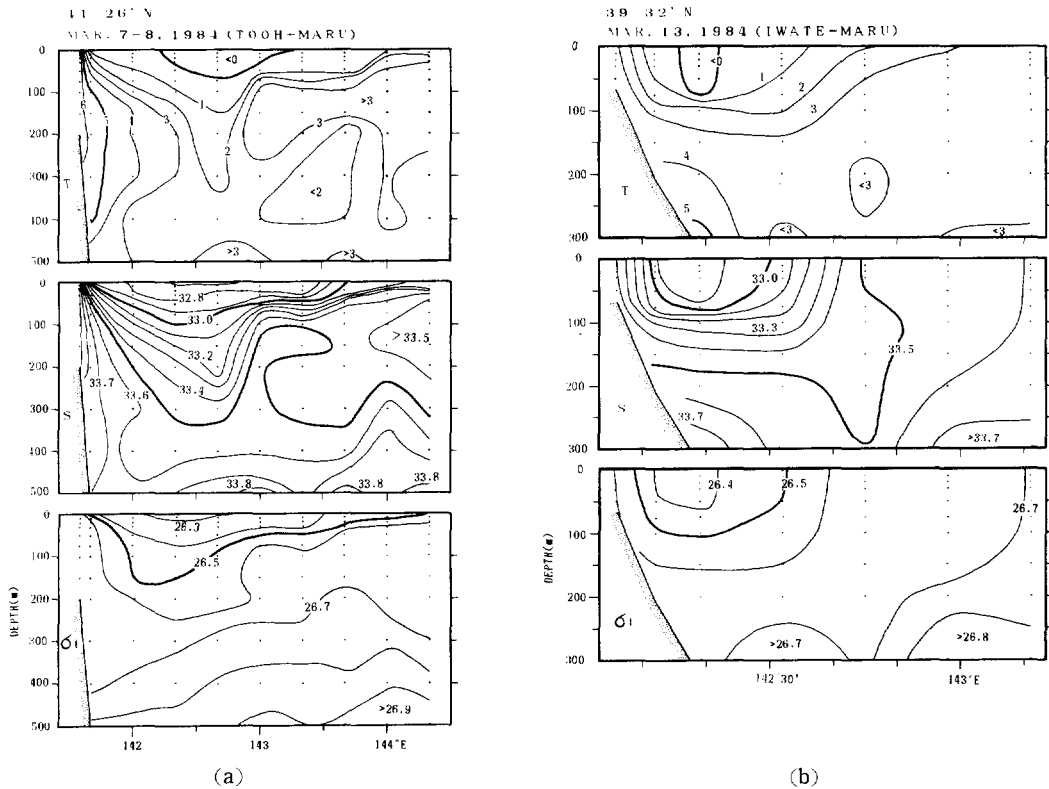


Fig. 5 Vertical sections along  $41^{\circ}26'N$  (a), and  $39^{\circ}32'N$  (b). The Oi Water occupies approximately upper 100 m. In both sections offshore intrusions of the Tsugaru Warm Water are found below the Oi Water, indicating vertical circulations driven by the shoreward advection of the Oi Water and the cooling of the saline Tsugaru Warm Water.

5a)は、Oi水のフロント域には $10\sim 20\text{ cm/s}$ 程度の傾圧的な流れが形成されていることを示しており、道東海域からの低密度のOi水の移流に伴って発生する不安定現象がこのような変動の発生原因であることを示唆している。

#### 4. まとめ

第1章で述べたように異常冷水現象は漁業に様々な悪影響を及ぼし、社会的に高い関心のもたれている現象であるというだけでなく、親潮の変動機構、東北海域の生物生産過程の解明にも重要な手掛りを与える海洋学上、水産学上極めて興味ある現象である。本稿では1984年の冷水現象を例にとり、特にその発生過程の特徴を、北海道～三陸沿岸域における非較的密な観測データに基づいて述べた。

本研究で得られた主な結果は以下のとおりである。

1. 1984年に発生した東北海域の極度の低水温は、2月中旬に起った親潮第一分枝の著しい発達に引き続き、Oi水と呼ばれるオホーツク融氷水が極めて多量に東北海域に南下したことによる。特に、沿岸域の低温化に対しては、親潮第一分枝の南下よりもOi水の南下流量の方が第一義的である。
2. Oi水は道東海域では沿岸境界流として南下し、襟裳で2経路にわかれ、一部は親潮第一分枝表層水として三陸沖合に南下し、一部は沿岸に沿って日高海域に流入した後恵山沖から下北沿岸域に南下する。この年のOi水の三陸海域への南下は2月上旬頃から顕著になり、4月以降まで引き続いた。
3. 三陸沿岸域の極度の低水温は、三陸海域に南下したOi水が津軽暖水の表層を岸方向に拡がり、津軽暖水と交換したことにより起った。4月以降顕

著になった常磐沿岸域の低水温の原因のひとつは、津軽暖水と混合した Oi 水が沿岸に沿って三陸海域から常磐海域にまで南下したことによる。

### 引用文献

- 赤川正臣(1980) オホーツク海の流水と北海道・東北地方沖合海況との関連. 海と空 **55**, 169-181
- IIDA, H. and KATAGIRI, K. (1974) Abnormal spreading of cold water along the east coast of Honshyu Island in February. The Oceanogr. Mag. **26**, 41-47
- 大谷清隆(1971) 噴火湾の海況変動の研究. II. 噴火湾に流入・滞留する水の特性, 北大水産業報 **22**, 58-66
- 奥田邦明・武藤清一郎(1986) 親潮域の異常海況—東北海区の異常冷水現象の特徴とその発生要因. 水産海洋研究会報(印刷中)
- 黒田隆哉(1979) 親潮第1分枝の出現状況について. 東北海区海洋調査技術連絡会議事録 **29**, 25-27
- 上橋 宏(1980) 親潮第1分枝の変動. 東北海区海洋調査技術連絡会議事録 **30**, 34-36
- 関根義彦(1986) 西岸境界流としての親潮. 東北海区海洋調査技術連絡会議事録(印刷中)
- 谷口和也(1986) 海藻生産と海況. 水産海洋研究会報(印刷中)
- 辻田時美(1966) 異常低温海況が漁業生産に及ぼす影響について. 東北水研研報 **26**, 1-8
- 松倉秀夫(1975) 昭和49年三陸から常磐沿岸の異常海況の発生と日本周辺の気象との関連について. 水産海洋研究会報 **36**, 79-87
- 水野恵介(1984) 東北海区の海況変動について. 東北水研研報 **46**, 61-79
- 武藤清一郎(1975) 昭和49年三陸～常磐の異常冷水について. 水産海洋研究会報 **26**, 68-78
- 武藤清一郎, 工藤英郎, 荒井永平(1984) 東北海区の異常冷水現象. 海洋科学 **16**, 719-726
- 村上 敬(1984) 沿岸親潮の道南海域への流入. 海洋科学 **16**, 697-701

---

東北区水産研究所業績第405号  
(1986年1月10日受理)

Address: OKUDA, Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory,  
Shinhamacho, Shiogama, Miyagi 985, Japan (東北区水産研究所)