

## 津軽海流域の断面構造の季節変化と 津軽海流の前駆水について

永田 豊\*・小熊幸子\*・鈴木 亨\*・野澤清志\*\*

### Seasonal variation of vertical structure of Tsugaru Current area and forerunner of Tsugaru Current

Yutaka NAGATA, Sachiko OGUMA, Toru SUZUKI and Kiyoshi NOZAWA

**Abstract :** Seasonal variation of vertical structure of Tsugaru Current area and forerunner of Tsugaru Current were discussed using observation data obtained by Iwate Fisheries Technology Center from 1971 to 1995. Vertical distributions of monthly mean temperature and salinity showed that Tsugaru Current presents all year around, and temperature front of Tsugaru Current becomes clear from June to October. It was also indicated that forerunner of Tsugaru Current appears in March and April, which was formerly suggested by UENO and YAMAZAKI (1987). However, clear forerunner of Tsugaru Current appeared only 3 times during targeted 25 years, while that of Soya current arrives from March to May every year.

**Keywords :** *Tsugaru Current, Forerunner, Seasonal variation*

#### 1. はじめに

OGUMA *et al.* (2002) は、1971年から1995年までの岩手県水産技術センターの4本の沿岸観測定線の観測資料をもとにして、津軽海流の季節変化を論じた。その議論は津軽海流や親潮第一分枝が明確に現われる100m水深と、それらがほとんど現われない200m水深との水温・塩分の月平均の水平分布を中心に行われた。上野・山崎(1987)は同じ岩手県水産技術センター資料から、トドヶ崎観測定線の1976年から1985年までの10年間のデータを用いて、月平均の水温・塩分の断面分布を描き、その季節変化を論じ、種々の興味ある現象を指摘している。この論文では、OGUMA *et al.* (2002)と同じ25年間の資料を用いて、4本の定線の水温・塩分の月平均断面構造を示し、その季節変化の特性を明らかにする。

上野・山崎(1987)も指摘しているが、1つの特徴的な季節特性として、3月および4月の断面で陸棚上の底

近くに高温・高塩分水が潜り込む形で存在することが示される。同様の現象はオホーツク海の宗谷海流の初冬および春先に見られ、TAKIZAWA (1982)は春先に現れる底層の高温・高塩分水を宗谷海流の前駆水と名付けて論じている。津軽海流においては、高温水の沈み込みは毎年観測されるとは限らず、底層ではなく中層に現れることもある。しかし、その生起は季節が限定されており春先のみ現れ、宗谷海流の前駆水に対応するものと考えられる。ここでは、月々の断面構造に戻って、この津軽海流の前駆水の生起特性を論ずることとする。

従来、三陸沖の津軽海流の特性は比較的良く調べられている。しかし、それ以南では、津軽海流は金華山付近では認められないことが分かっているもの、津軽海流の南限あるいは終末域の特性については全くと言ってよいほど議論されていない。上述の解析の結果から、津軽海流の南限域に付いて幾つかの示唆を得ることが出来たので、これについても述べる。

#### 2. 使用したデータ

岩手県水産技術センターでは、1963年から、Fig. 1に示す4本の沿岸観測定線に沿って、月一回の割合で海洋調査を行っている。特に1971年に高精度の塩分計が導入されてからの観測精度は高く、観測点の位置決め精度もこの頃から格段に改善されている(小熊ら, 1999)。こ

\* (財)日本水路協会海洋情報研究センター、〒104-0061 東京都中央区銀座7-15-4 三島ビル5F.

Marine Information Research Center, Japan Hydrographic Association, 7-15-4 Ginza, Chuo-ku, Tokyo, 104-0061, Japan

\*\* 岩手県人事課、〒024-8570 岩手県盛岡市内丸10-1. Iwate Prefecture, 10-1, Uchimaru, Morioka, Iwate, 024-8570, Japan

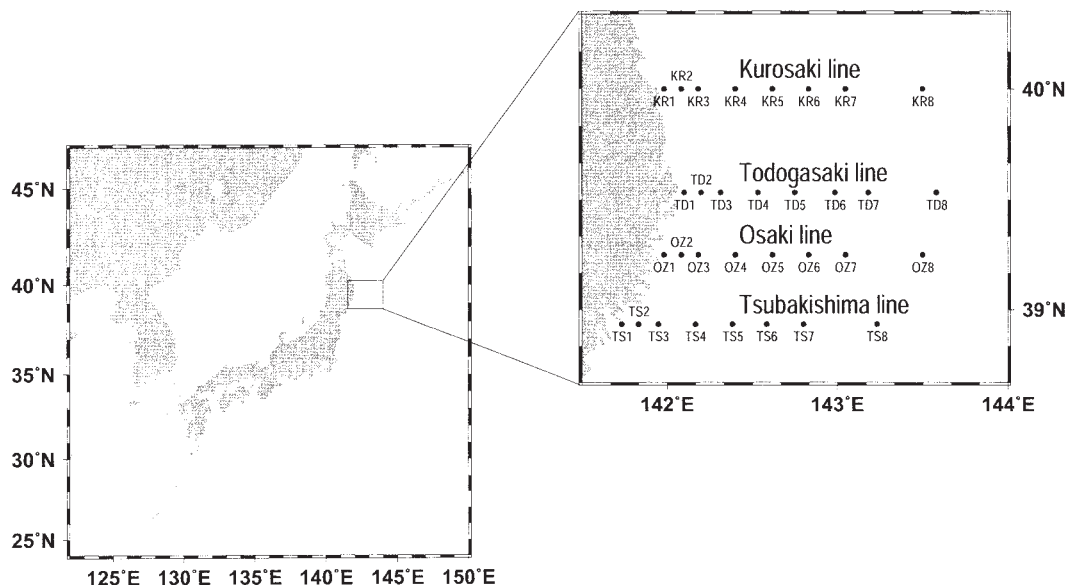


Fig. 1. Distribution of the observation points along routine Coastal Observation Lines of the Iwate Fisheries Technology Center. The lines are called Kuroasaki Line, Todogasaki Line, Osaki Line and Tsubakishima Line from north to south.

ここでは、1971年以降1993年までの観測資料について、海洋情報研究センターが品質チェックを行ったデータベース、MODS2001 (MIRC, 2001) を使用し、さらに、1994年、1995年の資料を同様な品質チェックをおこなって追加し、全体として25年間のデータを用いた。なお、津軽海流前駆水の出現の有無については、それ以後も2001年まで、岩手県水産技術センターが毎月発行している「沿岸定線観測結果」によって調べた。

### 3. 月平均水温・塩分の断面構造の季節変化

1971年から1995年までの25年間の観測資料から、4つの岩手県水産技術センターの沿岸定線について月平均の水温・塩分断面を求めた結果を、水温について Fig. 2 に、塩分については Fig. 3 にそれぞれ示す。個々の月の海況の変化を見ると、空間的な変動も大きく、また月毎の変動も激しく、隣り合う月の海況を連続的に追うことは出来ないのが通例である。したがって、海況の季節変化の存在は明確でも、その季節変動パターンを見ることは難しい。しかし、Fig. 2 や Fig. 3 の水温・塩分の月平均分布の形状は、各測線の分布形状が互いに良く似ており、また、季節変化も明確に示し得ている。これは、25年の統計値をとることによって季節変動の本質的な特性を表現することが可能になったためと考えられる。

Fig. 2 の水温断面図において、全ての季節、全ての測線について、陸棚付近において左下がりの等温線の傾きが見られるが、Fig. 3 で、この部分は比較的高塩分になっており、津軽海流系の高塩分・高温水が沿岸近くに存在

していることが分かる。個々の月の断面では、特に2月を中心とした冬季では、津軽海流系の水が沿岸域にも認められないことが少なくないが、月平均断面分布を見る限り、四季を通して津軽海流が継続して存在していることになる。しかし、月平均分布図でも津軽海流の現われ方には著しい季節変化が見られ、厳冬期にはその存在は不明確であるが、6月から10月の強勢期には非常に明確となる。これは OGUMA *et al.* (2002) の示した100m深の水平断面水温・塩分の季節変化に良く対応している。津軽海流域の最低水温値は4月に現われ、6℃近くまで下がる (OGUMA *et al.*, 2002)。

季節変化に現れる1つの特異的な構造として、北側の2測線である黒崎・トドヶ崎において陸棚上の底に張り付いた形で高温の水が春先(3月)に認められることが挙げられる。このような底層暖水は上野・山崎(1987)のトドヶ崎における10年間の統計結果にも示されている。この沈み込んだ暖水層に関しては、宗谷海流の前駆水 (TAKIZAWA, 1982) と対応させながら、次節に論じることとする。

各月、各測線で津軽海流域の沖側において、等温線がドーム状に盛り上がっている様子が見られる。等塩分線については、100 m 深付近に沖合から比較的高塩分の水が貫入してくるような現象が見られ、ドーム形状は明確ではないが、一般に水温のドーム状の部分では岸寄り、あるいは沖合寄りの水よりも低塩分になっている。この等温線の盛り上がり部分が、親潮第一分枝に対応している。岩手県水産技術センターの沿岸定線は、このド-

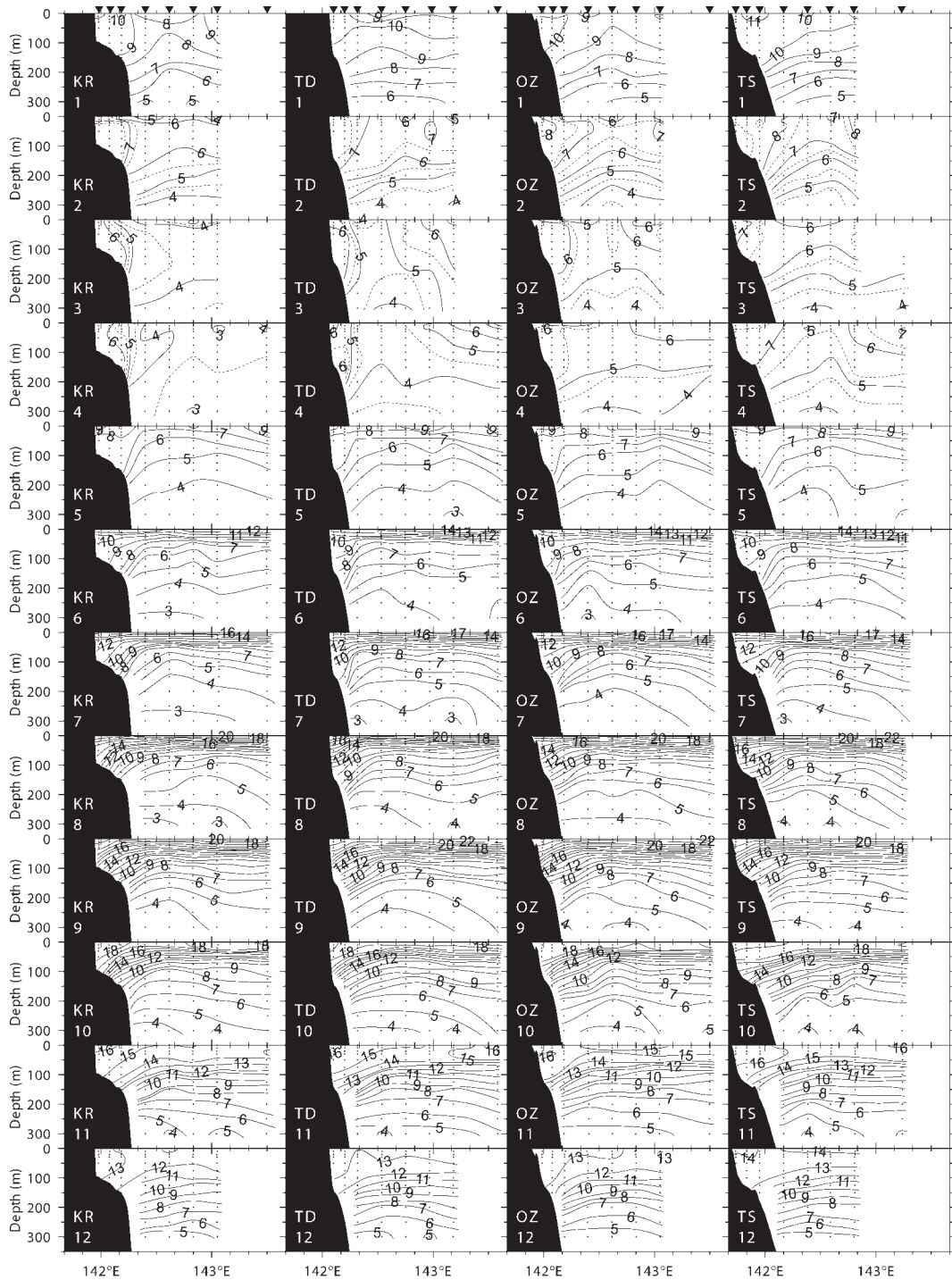


Fig. 2. The monthly averaged temperature fields along Kurosaki Line (leftmost figure), Todogasaki Line (left middle figure), Osaki Line (right middle figure), and Tsubakishima Line (rightmost figure). The fields are given from January to December downward from top. Numerals attached to isotherms indicate temperature in  $^{\circ}\text{C}$  (supplementary isotherm of  $0.5^{\circ}\text{C}$  is given for the field in February, March and April).

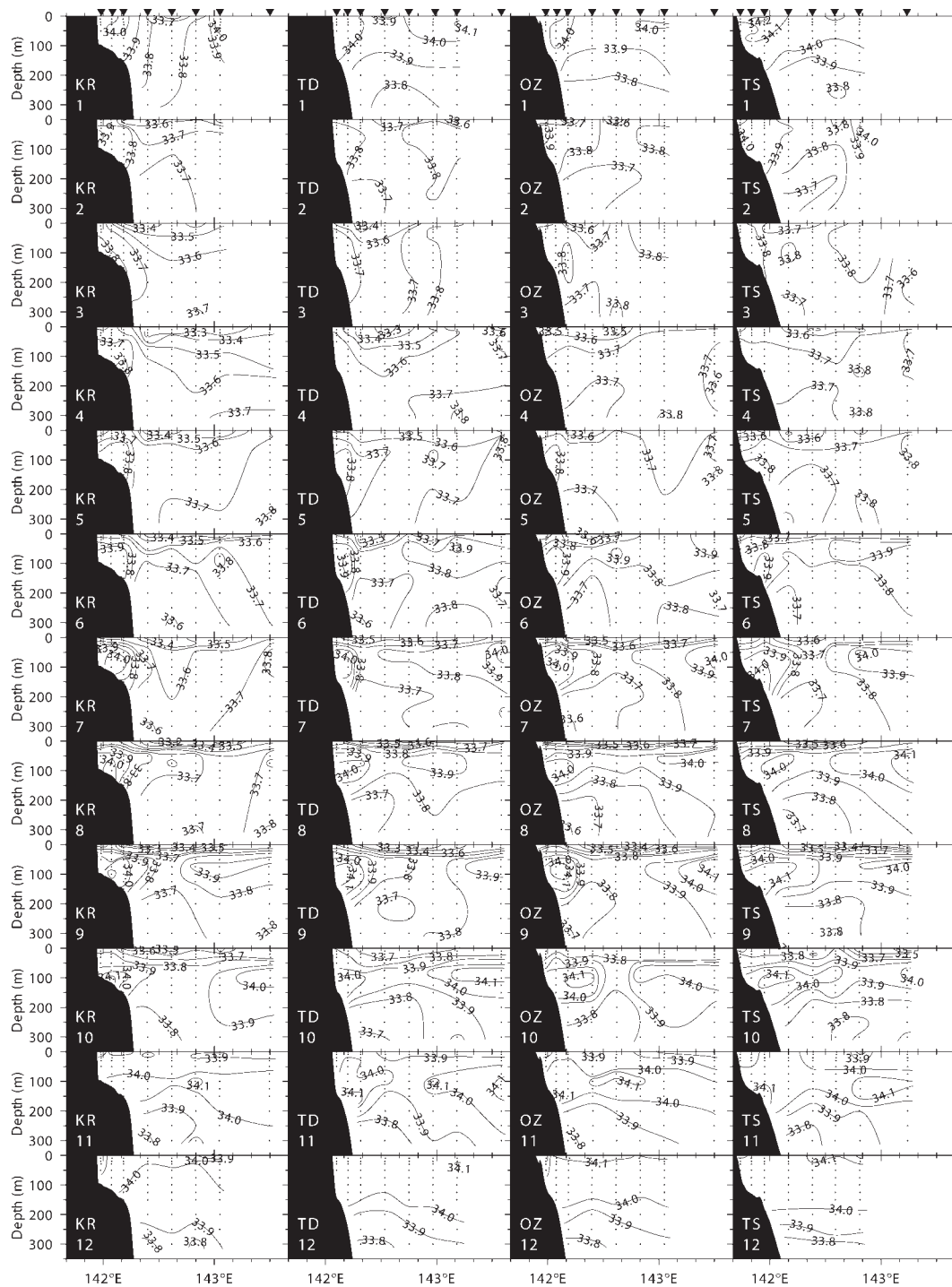


Fig. 3. Same as in Fig. 4 except for isohalines in psu.

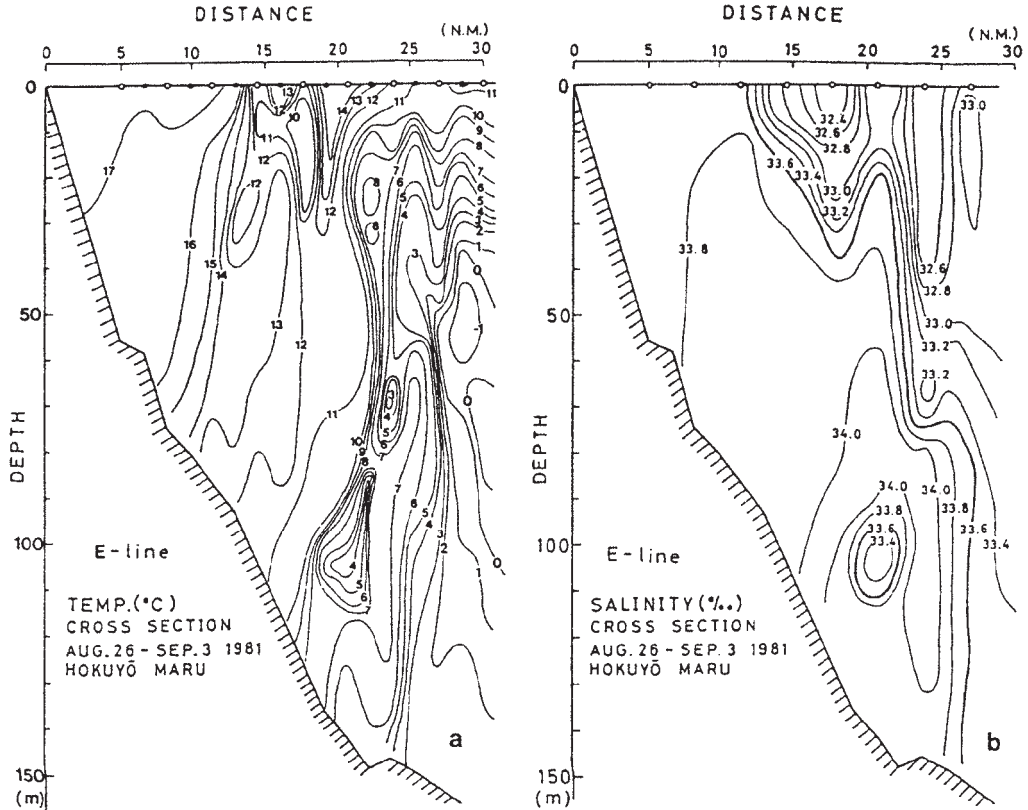


Fig. 4. Cross-sectional distributions of temperature ( $^{\circ}\text{C}$ : left) and salinity (psu: right) along the line extending northeast off Mombetsu on 26 August–3 September, 1981 (MOTOI *et al.*, 1982).

ム状の水温分布を十分捉えられるように設定されており、同センターの観測の主要目的が、この海域での漁況に最も関係する親潮第一分枝のモニターにあることが見て取れる。

各測線の分布を比較すると、津軽海流の幅、すなわち沿岸から水温フロントまでの距離が、陸棚の幅の最も狭いトドヶ埼定線から南端の椿島定線に向かって広がっていく傾向がある。同様の傾向は塩分分布特性にも現れており、その著しい例は10月の月平均塩分の34.0 psuの等値線に見ることが出来る。また、津軽海流域の水温がトドヶ埼から南に向かって上昇する傾向が見られる（このことは水温の低い2月～4月の水温分布において、特に明確である）。これらのことについては、津軽海流の末端域の特性として節を改めて論じることとする。

#### 4. 津軽海流の前駆水

##### 4.1 宗谷海流の前駆水との対比

海底近くへの暖水の沈み込みはオホーツク海の宗谷海流域に、より顕著に認められる。宗谷海流も、津軽海流と同様に、日本海の対馬海流の水が海峡を通して亜寒帯

水域に流入することにより生じている。宗谷海流の場合には、流入する対馬海流水と周辺のおおつくの間のコントラストが大きく、周辺水との間に津軽海流の場合よりシャープなフロントを形成する。Fig. 4にその一例を示すが（本井ら, 1982）、沖合の中冷水との間に形成されるフロントを挟んで夏季での温度差、塩分差はそれぞれ $10^{\circ}\text{C}$ 、0.8 psuを超えることがある。宗谷海流は顕著な季節変動を示し、厳冬期には対馬海流系の高塩・高塩分の水は全く認められなくなる（例えば、青田, 1971, 1975）。宗谷海流水はその高塩分性のため、しばしば低塩分の水の下に潜り込む傾向があるが、特に、消滅前の11月～12月、流氷明け後の復活期の3～5月には、暖水がFig. 5のように陸棚底部に張りついた形で存在する（WAKATSUCHI and OSHIMA, 1990）。TAKIZAWA (1982)は宗谷海流水の季節変動を調べ、復活直後の陸棚域底層に現れる暖水の塩分が34 psu前後の値を持ち、宗谷海流水の特性を持つことを示した。しかし、その水温は顕著に低く、一般の宗谷海流水とは著しく異なっており、特徴的な水系を持つことから、この水を宗谷海流の前駆水（フォアランナー）と定義している。

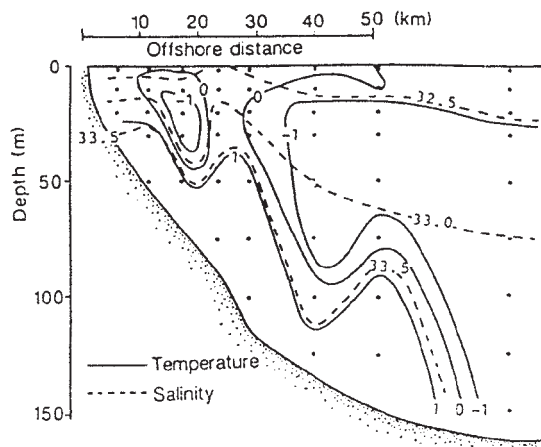


Fig. 5. Cross-sectional distribution of temperature ( $^{\circ}\text{C}$ : full line) and salinity (psu: dashed line) along the line extending northeast off Mombetsu in late April, 1984. (WAKATSUCHI and OSHIMA, 1990). Forerunner of the Soya Current can be seen above the bottom slope.

津軽海流水の場合は、周辺水との間の水温・塩分差のコントラストとは宗谷海流に比べて小さく、宗谷海流のような顕著な沈み込みは見られない。前節で示した平均断面分布の3~4月に現れる陸棚上の底層暖水は、個々の月の断面では毎年現れるとは限らず、また底層ではなく中層に現れることもある。この暖水は周辺水より高塩分であり、密度的には安定成層となっている。この水の出現は、例外なく春先にのみ限られており、宗谷海流の前駆水に対応したものと考えることが出来る。この節では、この沈降した津軽海流の暖水を、津軽海流の前駆水と考え、その現われ方について考察する。

#### 4.2 津軽海流の前駆水の定義

宗谷海流の前駆水と異なり、津軽海流の前駆水は毎年現れるとは限らず、その水温・塩分も年によって異なるため、TSダイアグラム上にその水系の分布範囲を特性的に論じ難い。Fig. 3に見られるように塩分の月平均断面分布は、水温に比べて複雑であり、1月を中心とした厳冬期には余り見られないが、表面近くに薄い低塩分層が見られることが多い。これは陸水の影響と考えられるが、オホーツク海の流水の溶けた水を起源とする非常に低塩分の沿岸親潮水（大谷，1971）の影響も考えられる。厳冬期に見られないのは、季節風による混合、表面冷却に伴う対流のためであろう。この表面低塩分水層に影響されて表層下部に塩分極大が形成される。これとは別に、塩分場には50~100 m深を中心、塩分の極大層がしばしば現われる。この塩分極大層は、途中で親潮第一分枝によって分断されることもあるが、全体としては観測

Table 1. Occurrence of the forerunner of the Tsugaru Current along four observation lines in April in the period from 1971 to 2001. Circles indicate that clear subsurface warm and saline layer appeared, triangles that some signature is observed and crosses that no subsurface warm layer is recognized over the continental shelf.

	Kurosaki line	Todogasaki line	Osaki line	Tsubakishima line
1971	○	○	○	×
1972	△	×	×	×
1973	○	○	×	×
1974	○	○	○	○
1975	△	×	×	×
1976	○	○	○	×
1977	×	×	×	×
1978	△	○	△	×
1979	×	×	×	×
1980	×	×	×	×
1981	○	○	○	×
1982	○	○	△	×
1983	×	×	×	×
1984	×	×	△	×
1985	○	○	×	○
1986	○	○	○	○
1987	○	○	○	×
1988	×	△	×	×
1989	○	○	○	○
1990	×	×	×	×
1991	×	×	△	×
1992	×	○	×	△
1993	×	×	×	×
1994	×	○	×	×
1995	○	○	○	×
1996	○	○	○	×
1997	×	×	△	△
1998	○	×	△	△
1999	×	×	×	×
2000	△	○	×	×
2001	○	△	○	×

範囲外の沖合から岸近くまで続いていることが通例で、この水は津軽海流とは別起源の大規模な現象と考えられる。水系としては区別できないが、親潮第一分枝の沖側から侵入してくる黒潮系の水に基づくものであろう。月平均図 (Fig. 2) では、黒埼定線の3月にその例が認められる。この断面では、沿岸に津軽海流による暖水があり、それから沖に延びているように見える。しかし、個々の月の水温断面では、岸の暖水が見られず、沖合のみに水温極大が現われることも少なくない。そこで前駆水の

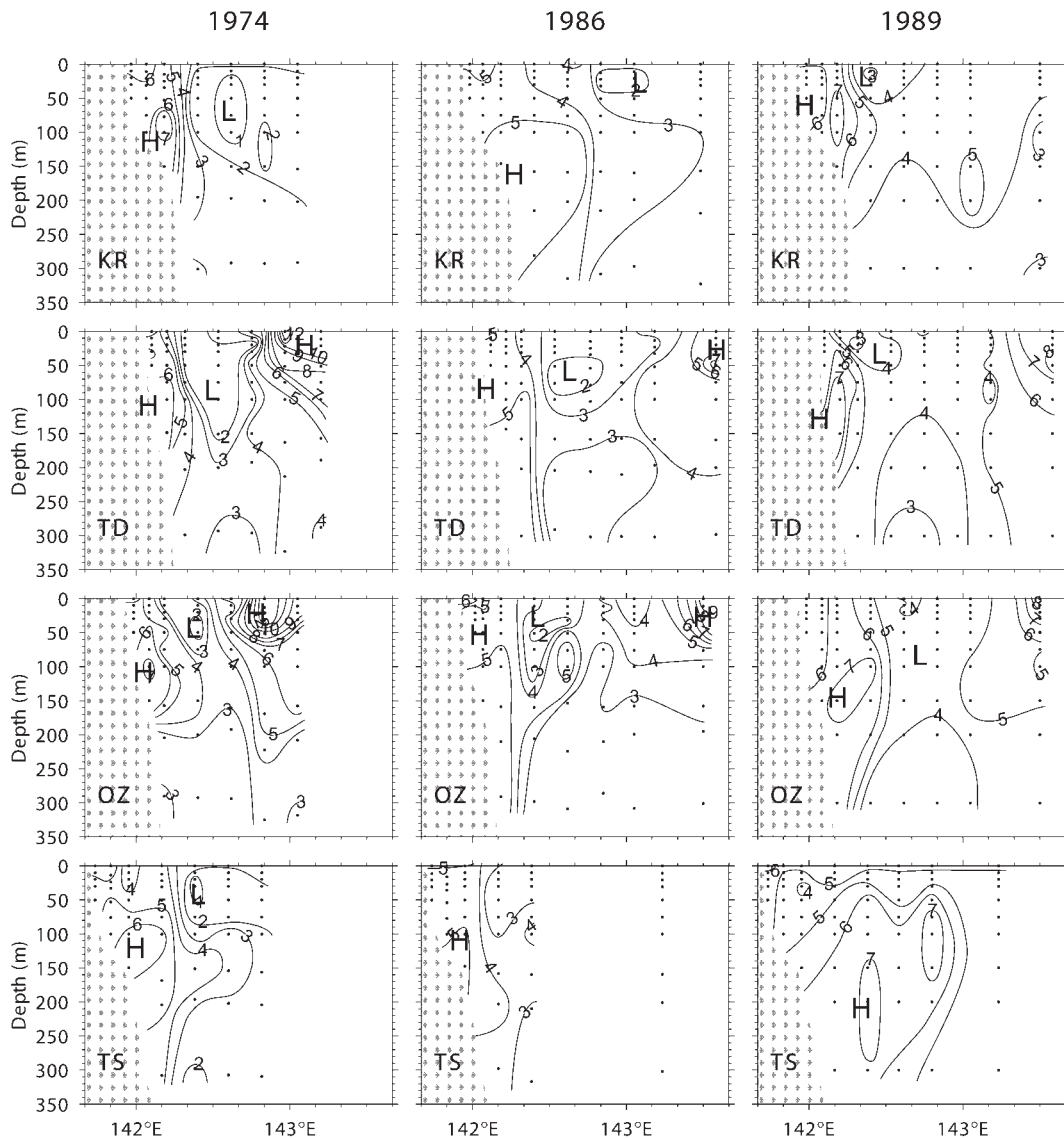


Fig. 6. Cross-sectional temperature distributions along Kurosaki Line (KR: the first row), along Todogasaki Line (TD: the second row), along Osaki Line (OZ: the third row) and along Tsubakishima Line (TS: the fourth row) in April 1974 (left figures), April 1986 (middle figures), and April 1989 (right figures). Isotherms are given at 1 °C interval. Numerals attached to isotherm indicate temperature in °C.

出現の有無を調べる場合、陸棚上を中心に考え、沖合に現われる大規模な水温極大層は除外した。また、表層に現われる低塩分層の存在や、塩分分布の複雑さから、前駆水の解析には主として水温断面を用いて、陸棚域で中・底層に現れる水温極大が存在する場合に、前駆水が存在すると定義した。

#### 4.3 前駆水の出現頻度

まず、予備的に岩手県水産技術センターが毎月発行している「沿岸定線観測結果」を1971年以後について調べて、沿岸陸棚傾斜の海底付近に、暖水層が何月に現われるかを調査した。暖水は必ずしも海底に接しているとは限らないが、中層に現われてもその上部に顕著な水温逆転をとまなうものは考慮の対象とした。このような暖水

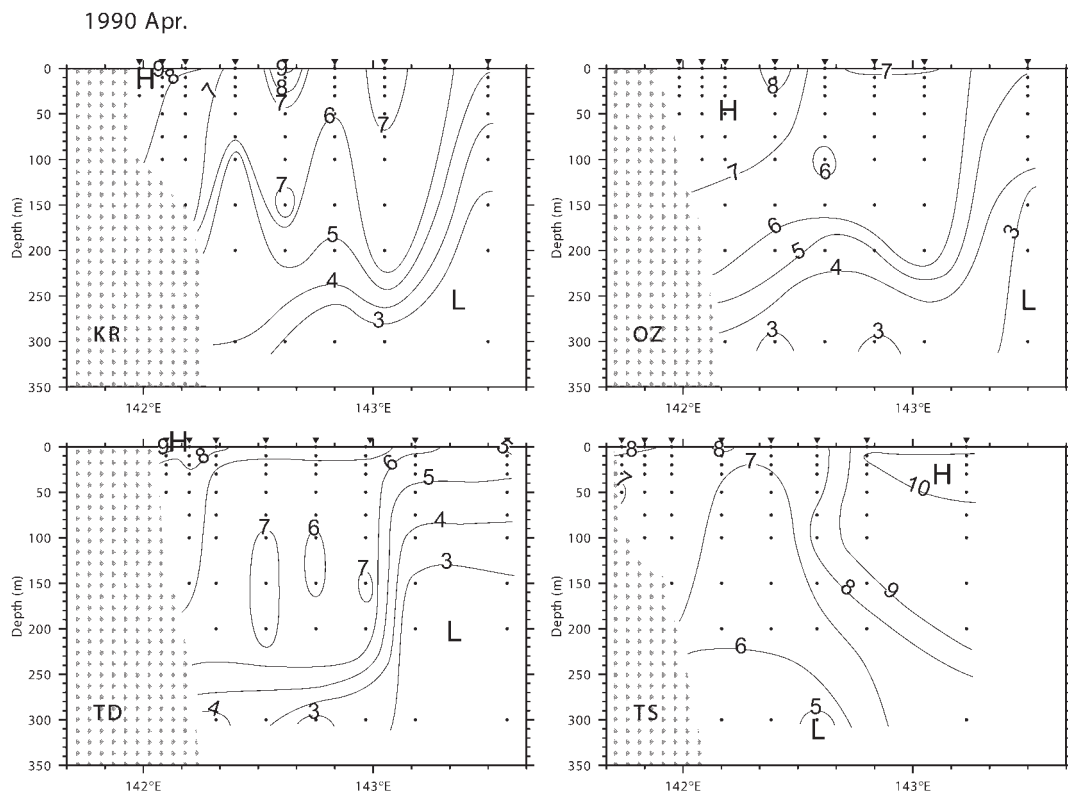


Fig. 7. Cross-sectional temperature distributions along Kurosaki Line (KR: upper left), along Todogasaki Line (TD: lower left), along Osaki Line (OZ: upper right) and along Tsubakishima Line (TS: lower right) in April 1990. No forerunner can be seen in this year.

層は、毎年現われるものではないが、顕著な暖水層の出現は圧倒的に3月、4月に多いことが分かった。一般に、4月の方が明瞭に認められることが多く、また3月に現われる場合は、引き続いて4月の断面でも認められた。そこで、ここでは各年の4月の断面に注目して、その出現年を調べることにする。

「沿岸定線観測結果」の断面図は、速報であることと、特に暖水層を意識して作られてはいないので暖水層の近くの等温線・等塩分線の引き方に若干不自然な場合が見られる。そこで、各年の4月を中心に、MODS2001等のデータベースを基に、4つの観測断面について等温線・等塩分線を引き直し、中・底層の暖水層の有無を調べた。ここでは陸棚・大陸傾斜が400 m以浅に現われる各観測線の岸側4測点に注目して、そこに現われるものだけを津軽海流の前駆水と考えることにする。前駆水ともななって現われる中・底層の暖水層の形状は宗谷海流の前駆水のように明確な形をとると限らず、また水温逆転の規模から暖水層とすべきかどうか判定し難い場合がある。そこで、明確な場合（丸印）、不明確であるが存在すると思える場合（三角印）、明らかに存在しない場合（バ

ツ印）に分けて、出現の様子を示したものがTable 1である。

4つの測線全部に前駆水の兆候が見られなかった年が、1977年、1979年、1980年、1983年、1990年、1993年、1999年と解析した30年間で1/5を越す7回あった。すでに述べたように、これは宗谷海流の前駆水との大きな違いである。明確な前駆水が見られた頻度は、一番北の黒埼定線で14回、トドヶ埼定線で16回、尾崎定線で10回、樺島定線で4回、不明確なものを含めると、北からそれぞれの定線で、18、18、16、7回となる。トドヶ埼定線の所で陸棚・大陸傾斜の幅が最も狭くなっており、ここを境に南側では南に向かって前駆水の出現頻度が低下する傾向が見られる。複数の定線で出現が見られた場合において、それらの出現は1ヶ月間隔の観測においては同時期に起こっている。

#### 4.4 全定線に前駆水が見られた例

4つの定線全部に明確な前駆水が見られたのは1974年、1986年、1989年の3回である（Table 1）。それぞれの年の4月について、4つの断面における水温断面をFig. 6



## Kuroski line, 1981 Jan-Jun

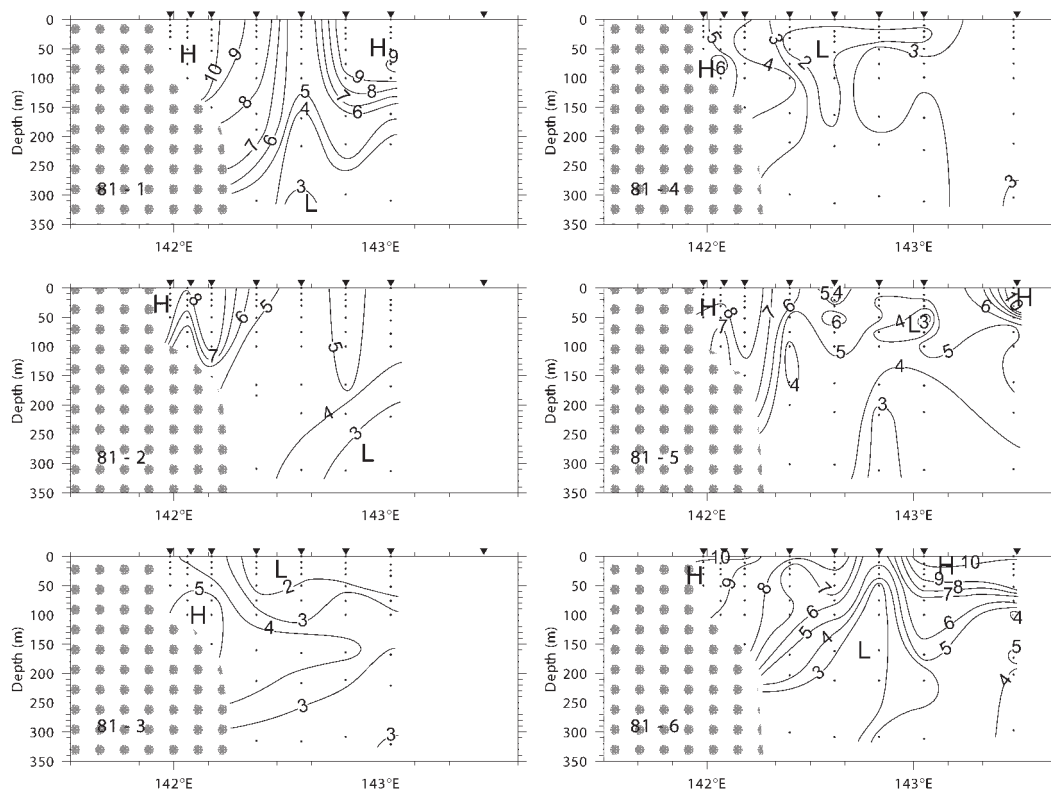


Fig. 8. Temporal variation of the cross-sectional temperature distribution along Kuroski Line from January to June, 1981.

に示す。1986年の分布は典型的な例で、各測線ともに、最高温度は海底近くに現われている。他の年では、水温の極大は中層に現われる場合も多い。1989年4月の場合、尾埼定線から樺島定線へと暖水のコアが沖方向に移動し、広がっているのが見て取れる。この樺島定線の水温断面構造で、沈降暖水の外縁の5°Cの等温線が陸棚底に達しており、陸棚の底近くで僅かに水温極大を示しているの、我々は前駆水有りとしている。しかし、この点を除くと、前駆水が不明確として三角印を付けた場合とほとんど同じ形状である。後に述べるように、樺島定線付近で津軽海流が岸を離れる可能性があるとするれば、前駆水の定義をこの定線では若干変更する必要があるかもしれない。前駆水の定義の難しさを示すものであるが、1989年の事例は、北側の尾埼定線の断面形状の類似性からも、前駆水有りと判断するのが妥当であると考えている。

#### 4.5 前駆水の認められない例

前駆水が全く現われなかった年は、解析した31年間のうち、前述のように7年あった。不明確な暖水が1定線

のみに現われ、他測線に認められなかった5年を加えると39%に近い年には前駆水が現われていない。その1例として1990年4月の断面構造をFig. 7に示す。前駆水の見られない場合の構造は互いに似ているので、ここでは1例のみを示すとどめる。この1990年の場合、4月に既に明確な津軽海流水が沿岸近くに存在しており、前駆水が出現する余地が無かったとも考えられる。解析中に、厳冬期にも津軽海流が存在する年には前駆水が現れ難いという印象を持ったが、実際には3月、4月の海況そのものが前駆水の出現の有無を決める要素になっているようで、厳冬期の海況との関連を統計的に示すことは出来なかった。

#### 4.6 春先での海況変化の例

すでに述べたように、月々の海況の変化は津軽海流域では一般に非常に大きく、1ヶ月間隔の観測では、一般に変化を追うことは難しい。比較的連続性のある場合の例として、1981年の黒埼定線における1月から6月までの水温断面の変化をFig. 8に示す。この年には、厳冬

期の1月、2月にも、明らかに津軽海流系の高温・高塩分の水が岸近くに認められ、津軽海流は消滅していない。この年の3月、4月には中層ないし底層に暖水層が現われている。この場合は、Table 1において、我々は前駆水が認められたとカウントしている。3月の水温分布を見ると、前駆水の潜り込みと言うよりは、沖合から表層に低温低塩分の水が侵入して、底部に暖水層を構成したと見られなくもない。しかし、この例でも、月毎の断面変化が連続的に起こっているとは言えない。例えば、3月の陸棚上暖水の水温は5℃程度であり、2月の水温よりも1℃程度下降しているため、同一の水塊であるかどうか明確でない。4月により高温の暖水が中層に見られ、この水は北方から新たに津軽海流系の水が中層に潜り込んで来たことを示している。周辺の低温・低塩分水が表層に侵入してきたのか、暖水が底層に侵入してきたかを区別することは、月1回の観測では判定は不可能である。しかし、周辺水の下に高温の水が見られるという点では同じであり、ここでは、その差違は論じない。

## 5. 津軽海流末端域の海況について

津軽海流の末端、あるいはその消滅域の議論は、過去にほとんど行われていない。少なくとも金華山以南の宮城県沖で津軽海流が認められた例はなく、岩手県沖の現在対象としている海域のすぐ南で消滅しているはずである。しかし、消滅域と考えられる海域での海洋観測密度が十分でなく、はっきりとした結論を得ることが難しい。ただ、OGUMA *et al.* (2002) は100 m 層の月平均水温の季節変化を調べて、北側3定線の津軽海流域の陸棚上の測点(測点2~3)の変化特性が沖側の測点(測点4~7)のそれと異なっていることを指摘している。そしてこの津軽海流域の特性が、最南端の樺島定線では、より沖合の測点5付近まで見られることが示されている(OGUMA *et al.* の Fig. 9)。岩手県水産技術センターの観測の各月の分布を調べると、観測範囲が限定されているため明確な結論は出せないが、親潮第一分枝の南への張り出しが弱い場合には、津軽海流がその南端を回るように沖合東方に流れ去っているように見える場合が少なくない。OGUMA *et al.* (2002) の結果は、津軽海流は樺島定線あるいはその南方で沖に転じ、黒潮の北側に沿って沖に出る可能性を示唆している。4.4節で論じた1989年4月の場合(Fig. 6)に、樺島定線で前駆水のコアが沖側にシフトした現象は、このことを支持しているものと考えられる。

津軽海流域の水温は、平均場においてもトドヶ崎から南に向かって高くなる傾向を示す(Fig. 2)。特に、低温期の1月~4月の分布では、樺島定線の津軽海流水の水温は、黒埼定線に比べて1℃以上高くなっており、これは大気からの加熱では説明できそうもない。面白いのは、Fig. 6の前駆水のコアの水温は1974年の分布で、黒埼と尾埼定線の最高水温値は7℃を超えていて、南の

定線よりも若干高温になっている他、1986年、1989年の場合には、コア水温は各定線でほぼ同じ値を示し、南に向かっての昇温傾向が見られないことである。これは前駆水の水が1つの水系の水として岸沿いに南下してきたと考えれば当然のことであろう。

樺島沿岸に高水温・高塩分の水が見出された時、「黒潮水の侵入」といった表現で沿岸定線観測結果などでは説明されることが多い。しかし、黒潮の流れが岸沿いにここまで直接北上することは、等温線の水平分布から考え難い。もし津軽海流水がその終端部で沖に運び去られるとするならば、岸近くの水が連行されて沖合に運ばれ、その後黒潮系水の影響を強く受けた水が南方から侵入してくることは十分考えられるところである。この点について明確な結論を得るためには、津軽海流の末端域の海況の精密な観測を行う必要がある。

## 6. おわりに

この論文では、月平均場を用いて、岩手県沖の東西断面での水温、塩分分布の季節変化の特性を論じた。そうして、解析期間を25年に延ばしても、上野・山崎(1987)が示した3月、4月に陸棚・大陸斜面上に現われる底層暖水が明確に示されることを確かめた。宗谷海流の前駆水にちなんで、この論文では津軽海流の前駆水と名付けたが、この暖水層は毎年現われる訳では無く、また、個々の年では中層に現われることもある。宗谷海流の前駆水とはかなり違った性質を持っているが、この前駆水は、津軽暖流が春先に復活、ないし強勢に転ずる時に発生する特性を持ち、発生する時期が季節的に限定されていることが特徴的である。前駆水が4月を中心として現れることは、津軽海流域での陸棚上の月平均水温の最低値がこの月に現れること(OGUMA *et al.*, 2002)と関係すると考えられる。TSダイアグラム上での等密度線は曲線を描くが、低温部分では、この曲線は温度軸に並行する向きをとる傾向がある。海水の沈降は密度に対する塩分の効果が、水温のそれを上回る必要がある。宗谷海流水は津軽海流水よりも低温であり、周辺水との塩分コントラストも大きい。そのため、宗谷海流においては底層暖水の出現がより明確に起こる。また、厳冬期に宗谷海流は完全に消滅するため、春先に前駆水の発生が特徴的に起こることになる。しかし、津軽海流の前駆水は、宗谷海流のそれほど顕著な現象とはいえない。したがって、1ヶ月という測定間隔は粗すぎて、津軽海流の消長を詳しく論じることは難しい。今後、より密度の高い観測が行われることが望ましいが、この論文の結果は、そのような将来の観測の計画に資するものと考えられる次第である。

## 謝辞

この論文は、岩手県水産技術センターの観測資料に基づいており、同センターの研究者、船舶乗務員の労苦に

負うところが大きい。また貴重なデータの提供を頂いたことに関して同センターに心からの感謝を表明する次第である。

#### 引用文献

- 青田昌秋 (1971) : 北海道オホーツク海沿岸における海況変動の研究Ⅲ. 低温科学, 物理篇, **29**, 213-224.
- 青田昌秋 (1975) : 宗谷暖流の研究. 低温科学, 物理篇, **33**, 151-172.
- MIRC (2001) : MIRC Ocean Dataset 2001-Documentation. MIRC Technical Report No. 1, pp. 169.
- 本井達夫・小野延雄・青田昌秋 (1982) : オホーツク海・北海道沿岸に夏現われる冷水塊. 低温科学, 物理編 **41**, 199-206.
- 大谷清隆 (1971) : 噴火湾の海峡変動の研究. Ⅱ. 噴火湾に流入・滞留する水の特性. 北大水産学部研究彙報, **22**, 58-66.
- 小熊幸子・鈴木亨・永田豊・渡辺秀俊・山口初代・高杉知 (1999) : 海洋データセット作成・管理に際して発生し易い誤りと原因, Ⅱ岩手県水産技術センターの事例と重複データの取り扱い—. 海洋調査技術, **11**, 11-18.
- OGUMA, S., T. SUZUKI, and Y. NAGATA (2002) : Seasonal Variations in the sea off Sanriku Coast, Japan. *J. Oceanogr.*, **58**, 825-835.
- TAKIZAWA, T. (1982) : Characteristics of the Soya Warm Current in the Okhotsk Sea. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **38**, 281-282.
- 上野康弘・山崎幹雄 (1987) : 三陸沿岸域における津軽暖流の季節変化. 東北水研研報, **49**, 111-123.
- WAKATSUCHI, M., K. I. OSHIMA (1990) : Observations of ice-ocean eddy streets in the Sea of Okhotsk off Hokkaido Coast using radar images. *J. Phys. Oceanogr.*, **20**, 595-594.

2003年6月5日受付

2003年10月3日受理