

## 三陸沿岸の水温場に対する親潮の影響の評価

誌名	東北区水産研究所研究報告
ISSN	0049402X
著者	石田, 知子 小川, 嘉彦
巻/号	51号
掲載ページ	p. 183-190
発行年月	1989年3月

## 三陸沿岸の水温場に対する親潮の影響の評価

石田 知子・小川 嘉彦

### Hydrographic Influences of the First Oyashio Intrusion on Temperature Fields in the Pacific Waters along the Sanriku Coast

Tomoko ISHIDA and Yoshihiko OGAWA

**Abstract** This paper studies interannual variations in temperature fields of the coastal waters off the Sanriku coast of northeastern Japan, to evaluate the hydrographic influences of an offshore cold intrusion, the First Oyashio Intrusion (FOI), on those temperature fields. Historical data used were derived from monthly serial hydrographic observations made from 1961 through 1987. The interannual variations revealed the existence of at least, two characteristic hydrographic eras during the study years, i.e. a high-temperature era and a low-temperature era. A stepwise change from the high-temperature era to the low-temperature era occurred in the northern waters in 1973 and in the southern waters in 1980 corresponding to the interannual variations in southern limit of the FOI. There was a significant correlations between the southern limits of the FOI and temperatures in the Sanriku coastal waters. These data indicated that the FOI was a decisive hydrographic factor governing the temperature fields.

**Keywords** coastal waters, cold intrusion, interannual variation, Oyashio, temperature

### 緒 言

三陸近海の海況は、親潮系水や黒潮系水あるいは津軽暖水など性質の異なる水塊が分布するため複雑な様相を呈し、年や季節による変動の大きいことが知られている(例えば、川合 1972)。そのため、三陸近海に來遊、分布する水産生物に与える海況の影響は大きく、特に親潮系水と黒潮系水あるいは沿岸水との潮境に好漁場を形成する浮魚類に与える海況の影響は大きい、とりわけ沿岸水域に着目すると、春季の三陸沿岸の距岸 10 海里以内の水域は津軽暖水で占められ、それより沖側に比べて相対的に暖かいのが例年の海況であるが、年によって、直接親潮系水が接岸し、時に著しく低温になることがある(奥田 1986, 奥田・武藤 1986)。例えば、1984 年の春季には三陸沿岸域は異常低水温現象に見舞われ、沿岸域の増養殖対象種を含めて、水産生物に被害があった。このように、三陸沿岸水域の海況は、直接親潮系水の影響を受けやすいという特徴がある。

小川・佐々木(1988)は、近年資源水準が低下している北部太平洋海域のスルメイカの長期的な漁況変動に影響を及ぼす要因のひとつとして親潮第一分枝の変動に着目し、親潮第一分枝の“北退モード”期にはスルメイカの豊漁期が、また親潮第一分枝の“南進モード”

期にはスルメイカの不漁期が対応して出現している事実を指摘し、スルメイカ漁況が親潮第一分枝南限位置の変動と相関していることを示している。また、佐々木(1988)は、岩手県沿岸域の水温の経年変動と三陸近海に來遊するスルメイカの経年変動との関連を調べ、スルメイカの豊漁期は“暖水期”に、また不漁期は“冷水期”に出現しており、近年三陸沿岸の水温は暖水傾向から冷水傾向に変化していることを指摘している。しかし、これらの報告は、いずれもスルメイカの漁況変動を解析することを主目的にまとめられたものであり、三陸沿岸域の水温変動については必ずしも明確に整理されていない。

岩手県水産試験場では三陸沿岸域の海況を把握する目的で、1937 年以降岩手県の距岸 50 海里内に定点を設け、毎月 1 回の頻度で海洋観測を実施してきている。そこで、この観測結果を基に、1961 年以降の 27 年間について三陸沿岸域の水温変動を経年的に調べ、近年水温が以前に比べてどのようなレベルにあるかを検討すると共に、親潮第一分枝が三陸沿岸域の水温変動に及ぼす影響について評価を試みた。その結果、三陸沿岸水域では親潮第一分枝が水温場を支配する主たる要因となっていることを明らかにすることができた。本報ではその結果を報告する。

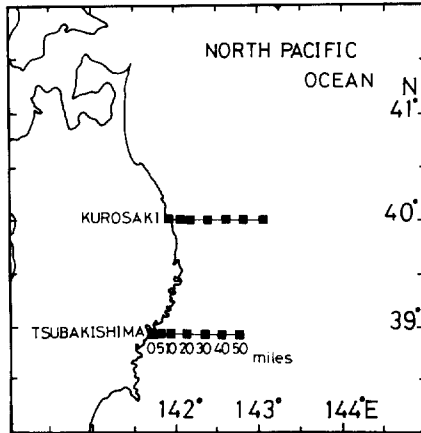


Fig. 1 The study area and two hydrographic sections, occupied monthly from 1961 through 1987, from which the data used were derived. Temperature data were examined in this study by calculating the "mean integrated-temperature",  $T$ , defined as

$$T = \frac{1}{(z_2 - z_1)l} \int_0^l \int_{z_1}^{z_2} t \, dz \, dl,$$

where  $t$ , temperature at a standard depth of a hydrographic station,  $z$  is depth and  $l$  is distance from the Sanriku coast.

### 資料と方法

本報で研究対象とした海域は岩手県沖 50 海里以内の沿岸域である (Fig. 1)。水温に関する資料は、岩手県水産試験場が 1961 年以降に実施した月例定線海洋観測によって得られたもので、岩手県北部の黒崎定線 (40°N) と岩手県南部の樺島定線 (38°56'N) の距岸 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50 海里に設けられた観測地点における各層観測の結果である。水温の資料は観測層から所定層へ内挿した値を用い、0-75 m の「上層」と 100-200 m の「下層」の 2 層に分け、それぞれ区分積法による積算平均水温を求めた。積算平均水温  $T$  は、

$$T = \frac{1}{(z_2 - z_1)l} \int_0^l \int_{z_1}^{z_2} t \, dz \, dl$$

である。ここに  $t$  は各観測点における基準深度での水温、 $z$  は深度、 $l$  は距岸距離である。「上層」を 75 m までとしたのは夜間スルメイカを釣によって漁獲する時、釣糸の達する最深の深度が 70 m 前後であり、逆に

「下層」を 100-200 m としたのは昼間のスルメイカの遊泳層が 100-200 m であることを考慮したことによるが、概ね表層付近の季節変化の影響の大きい層とそれ以深の季節変化の影響の相対的に小さい層 (水野 1984, 上野・山崎 1987) にそれぞれ対応しているとみなしてよい。経年変動を調べる上では 1 月から 12 月までの各月の積算平均水温の年平均値を、また季節ごとの経年変動を調べる上では、1-3 月を冬、4-6 月を春、7-9 月を夏、10-12 月を秋とし、それぞれ各年ごとに 4 つの季節について平均水温を求めて検討を行った。

親潮第一分枝の経年変動については、川合 (1972) の「親潮前線の 100 m 深指標水温」を基準に東北区水産研究所発行の「東北海区漁場海況概報」の 100 m 深水温分布図から読み取った親潮第一分枝の南限緯度 (小川 1989, "Appendix Table") を用いて検討した。なお、「東北海区漁場海況概報」が発行されたのは 1964 年以降のことで、1961-1963 年については、親潮第一分枝南限緯度の資料を欠いている。

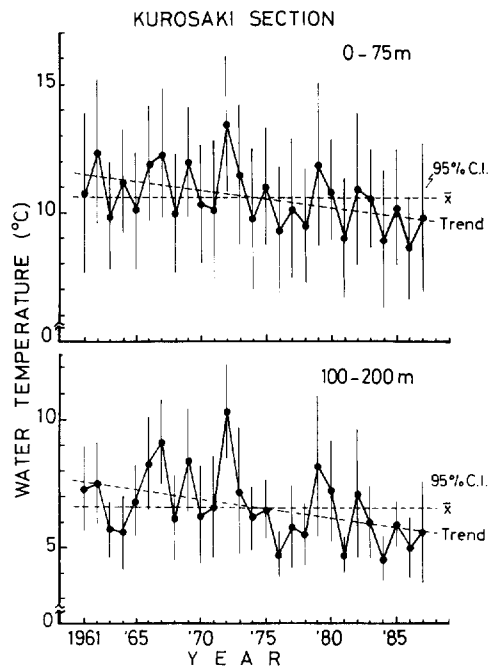


Fig. 2 Interannual variations and long term trend of the variations in annual means of the monthly mean integrated-temperatures along the Kurotsaki section shown in Fig. 1 (top, upper layers from 0 m to 75 m; bottom, lower layers from 100 m to 200 m).

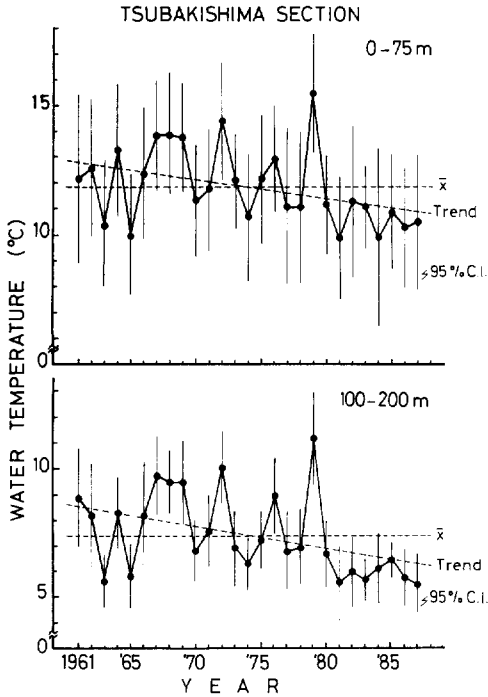


Fig. 3 Interannual variations and long term trend of the variations in annual means of the monthly mean integrated-temperatures along the Tsubakishima section shown in Fig. 1 (top, upper layers from 0 m to 75 m, bottom, lower layers from 100 m to 200 m).

## 結 果

### (1) 三陸沿岸域の水温の経年変動

1961年から1987年までの黒崎定線と椿島定線 (Fig. 1) における年平均積算平均水温の時系列をそれぞれ Fig. 2 と Fig. 3 に示す。いずれの定線においても年による変動が大きい。経年的に大きくみると年々低温化傾向を辿ってきている状況が窺える。いずれの定線においても上層と下層とで経年変動のパターンは極めてよく一致しているが、年による変動の幅は下層でより大きく、年による違いは下層でより明瞭に現われている。上層と下層とを対比してみると各年の年平均値の95%信頼幅は上層に比較して下層では小さく、下層では上層に比べ季節変化の影響の小さいことがわかる。北部の黒崎定線と南部の椿島定線とで経年変動の状況を対比してみると、大きな傾向としては両定線とも年々低温化の傾向を示しているものの、北の黒崎定線では南の椿島定線よりかなり早く低温化している

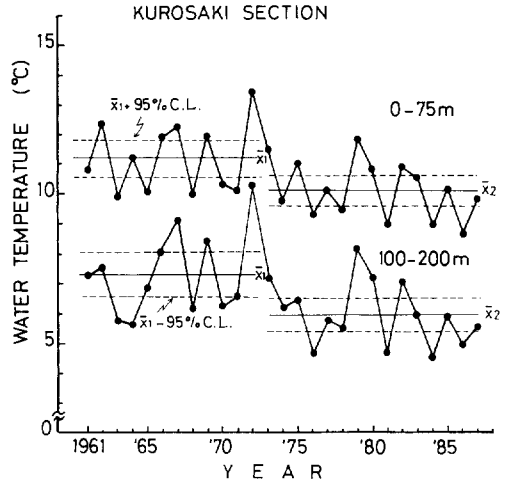


Fig. 4 Stepwise changes in the annual means of monthly mean integrated-temperatures along the Kurotsaki section shown in Fig. 1, which indicate that the change from a high-temperature era to a low-temperature era in the coastal waters off northern Sanriku occurred in 1973 (top, upper layers from 0 m to 75 m, bottom, lower layers from 100 m to 200 m).

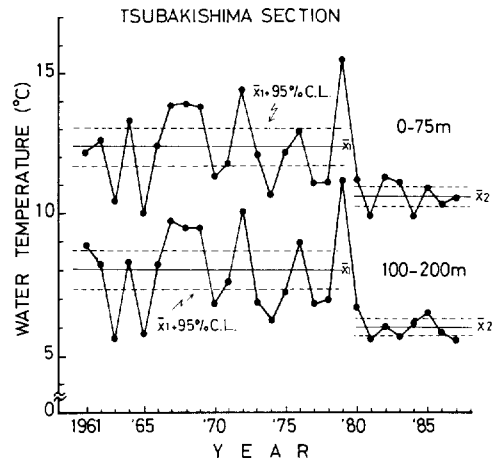


Fig. 5 Stepwise changes in the annual means of monthly mean integrated-temperatures along the Tsubakishima section shown in Fig. 1, which indicate that the change from a high-temperature era to low-temperature era in the coastal waters off southern Sanriku occurred in 1980 (top, upper layers from 0 m to 75 m, bottom, lower layers from 100 m to 200 m).

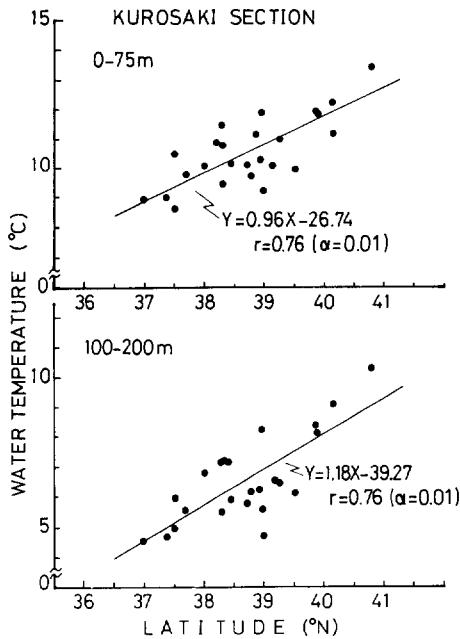


Fig. 6 Correlation between the annual means of monthly mean integrated-temperatures along the Kuroasaki section and the annual mean latitudes at the southern limit of the First Oyashio Intrusion (top, upper layers from 0 m to 75 m; bottom, lower layers from 100 m to 200 m).

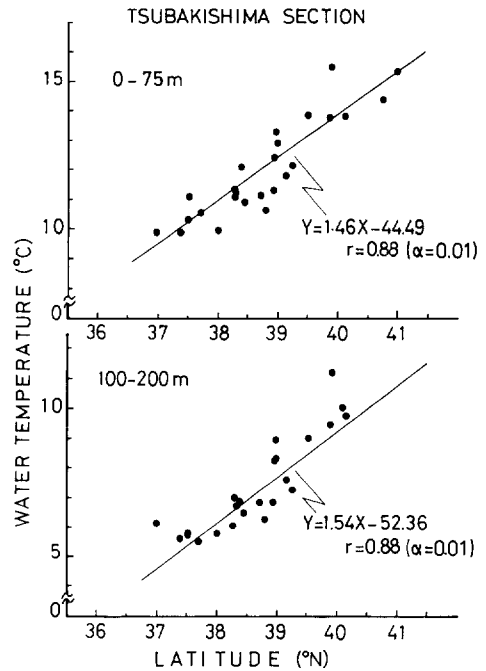


Fig. 7 Correlation between the annual means of monthly mean integrated-temperatures along the Tsubakishima section and the annual mean latitudes at the southern limit of the First Oyashio Intrusion (top, upper layers from 0 m to 75 m; bottom, lower layers from 100 m to 200 m).

ことに気づく。

北の黒崎定線における水温変動には、上層・下層とも1972年以前と1973年以降とで変動のレベルに差がみられ、1972年以前は相対的に高温傾向、1973年以降は低温傾向にあり、1973年を境に水温は段階的に低下している (Fig. 4)。他方、南の樺島定線においても年代によって水温変動のレベルに差が認められるが、この定線では北の樺島定線より遅く、1979年まで相対的に高温傾向にあり、1980年代に入って段階的に低温化している (Fig. 5)。勿論、異常冷水と言われた1964年前後 (辻田1966) のように、“高温期” の中でも個々には低温年があり、逆に黒潮統流が著しく北偏した1979年 (水野1984, 水野・秋山1980) のように、“低温期” の中でも高温年が現われることはある。しかし、大きくみれば、1961-1987年の間で三陸沿岸水域は北から段階的に低温下していると判断される。北では1973年、南では1980年が段階的変化の節目に当たる。なお、高温期から低温期の段階的変化は、南の樺島定線でより明瞭に現われている。

## (2) 三陸沿岸域の水温変動と親潮第一分枝の変動との関係

Figs. 2-5 に示したように、三陸沿岸域の水温の経年変動をみると、年々低温化傾向を示しており、特に1980年代に入っての低温化が著しい。他方、この海域でしばしば“異常冷水”の要因とされる親潮第一分枝の位置の変動については、1980年代に入って“南進モード”期に転じていることが指摘されている (小川1989)。そこで、黒崎定線および樺島定線の上層と下層の年平均積算平均水温 (Figs. 2-3) と親潮第一分枝の年平均南限緯度 (小川1989, “Fig. 5”) との相関を調べた (Figs. 6-7)。

南・北いずれの定線の上・下いずれの層についても、親潮第一分枝が南下すると水温は低くなり、逆に親潮第一分枝が北上すると水温が高くなるという傾向が明瞭に認められる。相関係数は北の黒崎定線の上・下層共0.76、南の樺島定線では上・下層共0.88と

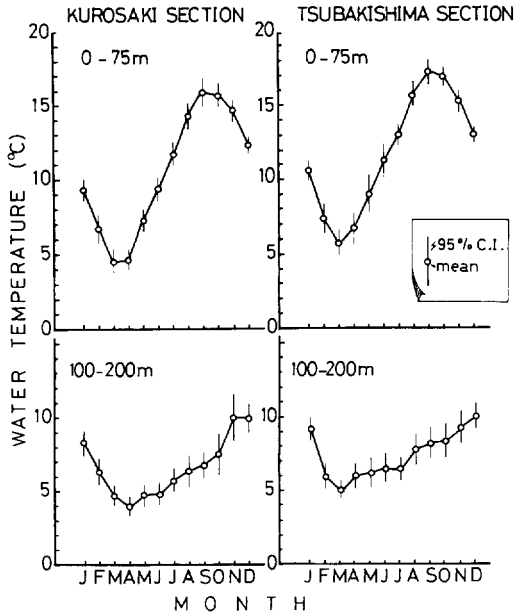


Fig. 8 Monthly plots of interannual means with 95% confidence intervals of monthly mean integrated-temperatures (left, Kuroasaki section; right, Tsubakishima section; top, upper layers from 0 m to 75 m; bottom, lower layers from 100 m to 200 m).

数値は南で高いが、統計的には南・北いずれの定線においても1%の危険率で相関は有意である。この結果は、三陸沿岸域の水温は親潮第一分枝の南限位置の変動に大きく影響を受けていることを示している。

### (3) 三陸沿岸域の水温の季節別経年変動

三陸沿岸域の水温は親潮第一分枝の影響を受けていることが明らかとなった (Figs. 6-7) が、Figs. 2-7では水温を年平均値で扱っているため、それぞれ各年のどの季節に親潮の影響が大きかったかについてはわからない。そこで、次に季節別にも水温の経年変動を調べた (Figs. 9-12)。

まず、黒崎定線および椿島定線のそれぞれ上・下層における各月積算平均水温累年平均値の経月変化 (Fig. 8) をみると、上層では3月に極小を、9月に極大を示す明瞭な季節変化が認められる。下層でも3-4月に極小を、11-12月に極大を示す季節変化が存在するが、季節的な変動の幅は上層のその約半分と小さい。このことは、各年の積算平均水温の年平均値の95%信頼幅が、下層では上層より小さい (Figs. 2-3) ことに

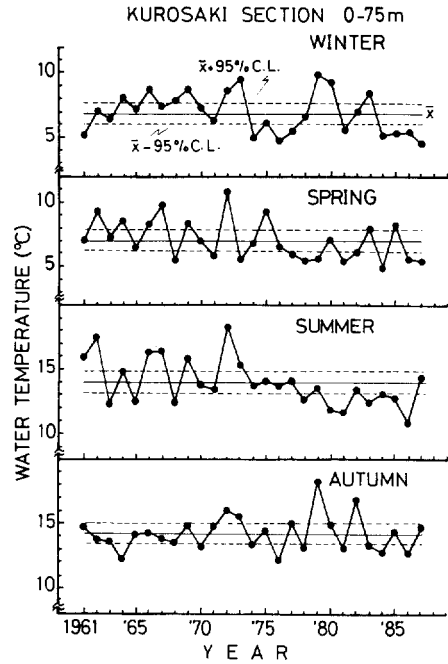


Fig. 9 Interannual variations in the seasonal means of monthly mean integrated-temperatures in the upper layers along the Kuroasaki section for four seasons which are defined as winter (January to March), spring (April to June), summer (July to September) and autumn (October to December).

もよく反映されている。こうしたことから、上層では季節変化の影響が大きく、親潮の変動の影響は現われにくいことが予想されるが、Figs. 2-7からもわかるように、必ずしもそうとは言えない。

実際に季節別に水温の経年変動を調べてみても、上層と下層とできわめて似た変動のパターンを示していることがわかる (Figs. 9-12)。季節ごとにみた水温経年変動の特徴として、(1) 両定線とも上層では下層に比べ年による変動の幅は相対的に小さいが、上・下層とも変動の傾向は類似していること、(2) 黒崎定線ではとりわけ春と夏について、1972年以前では累年平均値より水温の高い年が多く、逆に1973年以降では累年平均値より水温の低い年が多いこと、(3) 椿島定線では、北の黒崎定線より遅れて、1980年を境に高温から低温に転じている傾向が、やはり春～夏に顕著に認められることを主要な点として指摘することができる。

このように、Figs. 4-5で指摘した高温傾向から低温傾向への段階的な変化は、季節的には特に春～夏に顕

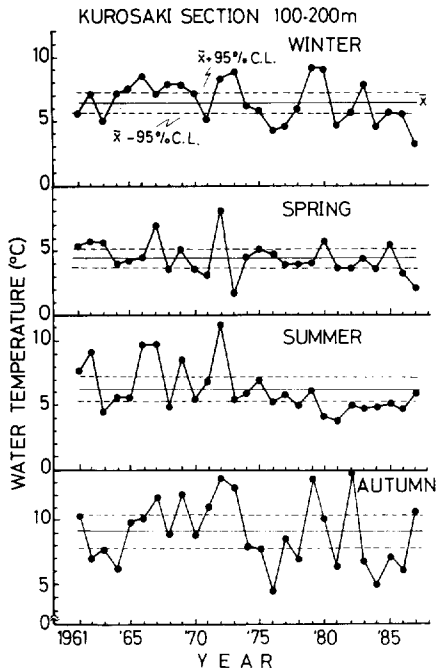


Fig. 10 Interannual variations in the seasonal means of monthly mean integrated-temperatures in the lower layers along the Kurosaki section for four seasons which are defined as winter (January to March), spring (April to June), summer (July to September) and autumn (October to December).

著な現象であることがわかる。このことは、親潮第一分枝の南下は春から夏にはっきりした現象として現われ、南限緯度の出現頻度分布では春～夏に2つの分布の峰が認められる(小川1989)こととよく対応している。

### 考 察

三陸近海には親潮系水の他に津軽暖水、黒潮系水等が分布し、それらが相互に影響し合いつつ沿岸域の水温を変動させていると考えられるが、Fig. 6及びFig. 7に示したように、大きく経年的にみる限りでは、三陸沿岸域の水温は親潮第一分枝の影響を強く受けている。しかし、水温は三陸沿岸域のどこの海域においても同じように変動しているわけではない(Figs. 2-5)。40°N線に沿う北部の黒崎定線では1972年までの高温期から1973年には低温期に移行している(Fig. 4)のに対して、38°56'N線に沿う南部の椿島定線では1979

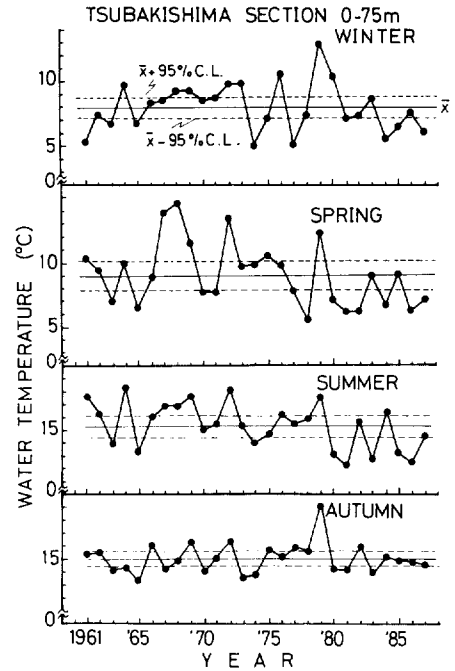


Fig. 11 Interannual variations in the seasonal means of monthly mean integrated-temperatures in the upper layers along the Tsubakishima section for four seasons which are defined as winter (January to March), spring (April to June), summer (July to September) and autumn (October to December).

年までは高温期で1980年代に入ってようやく低温期に転じており(Fig. 5)、高温期から低温期への段階的変化は北部の方が南部よりも早く始まっている。

小川(1989)は三陸近海における親潮系水の長期的な変動を親潮第一分枝の南限緯度の変動から捉え、親潮第一分枝は年々南進傾向を示しながらも、(1)平均緯度39.7°N付近で変動する1967-1972年の“北退モード”期、(2)平均緯度が38.9°N付近にある1973-1979年の“移行”期及び(3)平均緯度37.8°N付近で変動する1980以降の“南進モード”期へと段階的に南下してきていることを指摘している。こうした親潮系冷水の挙動(小川1989, “Fig. 8”)と三陸沿岸域における水温変動(Figs. 4-5)とを対比してみると、親潮第一分枝が“北退モード”期から“移行”期へと変化した時点で、丁度黒崎定線では高温期から低温期へと変化しており、また親潮第一分枝が“移行”期から“南進モード”期へと変化した時点で、丁度南の椿島定線では高温期から低温期へと変化していることがわかる。

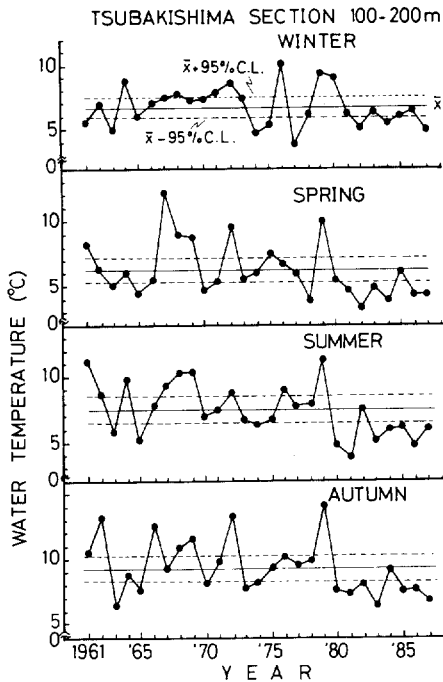


Fig. 12 Interannual variations in the seasonal means of monthly mean integrated-temperatures in the lower layers along the Tsubakishima section for four seasons which are defined as winter (January to March), spring (April to June), summer (July to September) and autumn (October to December).

換言すれば、三陸沿岸水域の水温は単に親潮第一分枝の南限緯度と有意な相関を示すという事実(Figs. 6-7)だけでなく、高温期から低温期へと段階的に変化するという特徴と、その段階的の低温化が親潮第一分枝南限緯度の段階的变化に対応して「北で早く南で遅く生起する」という事実が、親潮第一分枝の変動の三陸沿岸の水温場への影響の大きさを如実に物語っていると言えよう。三陸沿岸域における高温期から低温期への段階的变化が、とりわけ春～夏に顕著に現われる現象であること(Figs. 9-12)と、親潮第一分枝の南下が春～夏にはっきりした現象として現われること(小川1989)とがよく対応しているという事実によっても、親潮第一分枝の三陸沿岸水温場への影響の大きさが確かめられる。

三陸沿岸域の水温の経年変動は生物現象の面からみても興味深い。例えば、イワシ・サバ類などの多獲性浮魚類の長期的な資源変動が海況の長期変動とも相関

して生起しており、親潮系水が強勢傾向にある年代にはマイワシなどの相対的に北方系の魚種が卓越し、親潮系水が弱勢傾向にある年代にはカタクチイワシなどの相対的に南方系の魚種が卓越することが現象的に指摘されている(小川1987, 小川ほか1987, 福島・小川1988)。また、親潮系水が“南進モード”をとり、三陸沿岸域が低温化すると、暖水性魚類の漁獲量が低下して漁況にも変化が現われる(小川・佐々木1988, 小川・石田1989)。それ故、三陸沿岸域における水温変動のパターンを整理し、その変動要因に適確な評価を与えておくことは、この海域での漁況予測を行う上でも、さらにはもっと広く資源変動について考察する上でもきわめて大切な作業である。

## 要 約

1961-1987年の月例定線海洋観測資料を解析した結果、三陸沿岸の水温場の経年変動と親潮第一分枝の経年変動との間には1%の危険率で有意な相関が認められ、かつ親潮第一分枝の南への張り出しが弱い1972年以前の“北退モード”期には三陸沿岸域は高温傾向を示すのに対して、親潮第一分枝が南へ強く張り出す1980年代の“南進モード”期には低温傾向に転じていて、両者の段階的な変動のパターンも一致していることを明らかにし、親潮第一分枝が三陸沿岸の水温場を支配する主たる要因であることを示した。

## 謝 辞

本報を取りまとめるに当たり、御指導と御校閲の勞を賜った東北区水産研究所海洋環境部鈴木智之部長及び有益な助言を与えられた同所研究報告編集委員会の各位に深謝する。また、有益な批判と助言を頂いた岩手県水産試験場漁業部菊池孝宥部長ならびに石田亨一技師に厚くお礼申し上げる。さらに、長年に亘り海上での海洋観測業務に従事された歴代の調査船乗組員各位と乗船調査員各位の無言の努力に心から敬意を表す。

## 文 献

- 福島信一・小川嘉彦(1988) 海況の長期変動と多獲性浮魚漁況。東北水研報(50), 67-94  
川合英夫(1972) 黒潮と親潮の海況学。海洋学基礎講



- 座編集委員会編, 海洋物理 II, 129-320. 東京, 東海大出版会, 318 pp.
- 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), 61-80
- 水野恵介・秋山正寿 (1980) 赤外画像による東北海区の海況解析—暖水塊を中心として—. 航水研ノート, 空と海 2, 47-54
- 小川嘉彦(1987) 東北海区における多獲性浮魚漁況の変動様式. 東北水研研報 (49), 17-33
- 小川嘉彦(1989) 親潮第一貫入南限緯度の変動. 東北水研研報 (51), 1-9
- 小川嘉彦・石田知子 (1989) 三陸沿岸クロマグロ漁況に關与する海況条件. 東北水研研報 (51), 23-39
- 小川嘉彦・佐々木知子 (1988) 本邦北部太平洋沿岸スルメイカ漁況の変動様式. 東北水研研報(50), 1-23
- 小川嘉彦・平井光行・安田一郎 (1987) 親潮第一貫入の変動とその水産生物への影響. 東北水研研報 (49), 1-15
- 奥田邦明 (1986) 1984年の異常冷水現象の発生過程について. 東北水研研報 (48), 87-95
- 奥田邦明・武藤清一郎 (1986) 東北海区の異常冷水現象とその発生要因. 水産海洋研究会報(50), 231-238
- 佐々木知子(1988) 三陸沿岸におけるイカ漁況変動と海況(要旨). 東北ブロック水産海洋連絡会報(18), 51-52
- 辻田時美(1966) 異常低温海況が生物に及ぼす影響について. 東北水研研報 (26), 1-8
- 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

---

東北区水産研究所業績 444 号  
(1989年2月1日受理)

Address: ISHIDA, Iwate Prefectural Fisheries Experimental Station, 1-4-21 Shinhama, Kamaishi, Iwate 026, Japan (岩手県水産試験場)  
OGAWA, Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory, 3-27-5 Shinhama, Shiogama, Miyagi 985, Japan (東北区水産研究所)