

親潮第一貫入南限緯度の変動

誌名	東北区水産研究所研究報告
ISSN	0049402X
著者	小川, 嘉彦
巻/号	51号
掲載ページ	p. 1-9
発行年月	1989年3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



親潮第一貫入南限緯度の変動

小川 嘉彦

Variations in Latitude at the Southern Limit of the First Oyashio Intrusion

Yoshihiko OGAWA

Abstract This study presents a new interpretation of variations in location of the First Oyashio Intrusion (FOI), a southward cold intrusion in the Pacific waters along the northeastern coast of Japan. The data used are monthly temperature readings taken at a depth of 100 m from 1964 through 1987. The FOI shows dominant interannual variations, but its southern limit tends to progress southward with stepwise changes in latitude. There are three characteristic hydrographic eras, i.e. (1) "northward-regression mode" years when the FOI remained at 39.7°N on average, 1967-1972; (2) "southward-progression mode" years when the FOI extended to 37.8°N on average, 1980-1987; (3) transition years, 1973-1979. Although some of the southward-progression mode years show a seasonal variation in the southern limit extending south from spring to summer i.e. a southward extension, this variation does not always appear because the interannual variations are dominant.

Keywords cold intrusion, hydrographic era, interannual variation, Oyashio, seasonal variation

緒 言

親潮第一貫入の南限位置が年によって大きく変動していること自体は、すでに少なからぬ研究者によって指摘されている (HATA 1969, IIDA and KATAGIRI 1974, 石川 1984, 久保 1984, 西山・稲川 1984, SUGIURA 1957a, UDA 1955 等)。また、そうした親潮第一貫入の変動に関連して、津軽暖流や黒潮北上分派との相互関係 (秦 1965, 1968, HATA 1969, SUGIURA 1957a, 1957b, 宇田 1938) や気象要因 (秦 1973, 松倉 1975, 西山・稲川 1984, UDA 1955, 1963) の重要性が推定されたりしている。それにもかかわらず、親潮第一貫入の変動について、その実態を明らかにするための作業は不十分で、現状では、現象すら正しく理解されているとは言い難い。変動のメカニズムを究明するためには、まず変動そのものを現象的に正しく把握しておく必要がある、と思われる。

最近、小川ほか (1987) は、1964-1985 年の各月 100 m 深水温分布図を基に、(1) 親潮第一貫入南限緯度の "季節変化" は従来言われてきた (例えば、西山ほか 1983, 西山・若木 1984, 水野 1984) ほど明瞭なものではなく、むしろ (2) "北退モード" 及び "南進モード" として区別される 2 つの異なる出現様式が存在し、

(3) 年による変動が大きいことを明らかにした上で、(4) 親潮第一貫入の南進・北退現象では、経月変動より経年変動の大きさに着目すべきことを指摘した。

反面、小川ほか (1987) の報告は、親潮第一貫入南限緯度の経年変動が大きいことを明らかにしているものの、主として従来言われてきた "季節変化" の有意性について再検討を加えることを目的にしたもので、経年変動についての考察は必ずしも充分なものとは言えない。そこで、本報では、(1) 親潮第一貫入南限緯度の経年変動に焦点を当てて改めて資料を解析しなおし、(2) 特徴的な経年変動のパターンを明らかにすると共に、(3) 経年変動と経月変動との関係についても検討したのでその結果を報告する。

資料と方法

研究の対象とした海域は、ほぼ 35°N 以北 42°N 以南、145°E 以西の太平洋 (Fig. 1) である。用いた資料は東北区水産研究所が 1964 年以降毎月発行している「東北海区漁場海況概報」の 100 m 深水温分布図である。解析の時点で「東北海区漁場海況概報」が未だ印刷されていない 1987 年 4-12 月の期間については、印刷用原稿 (第 18 回東北ブロック水産海洋連絡会

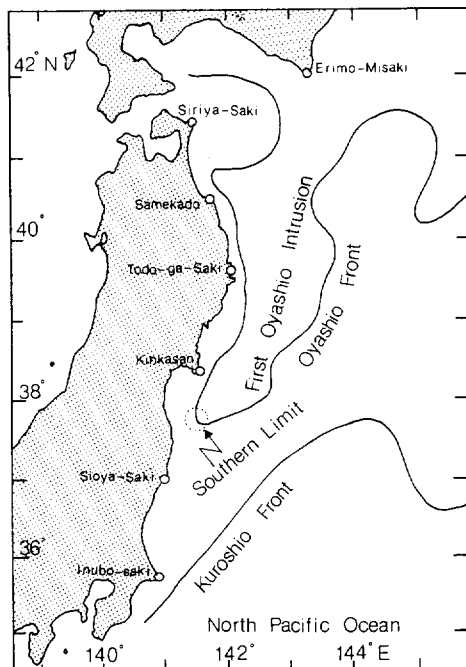


Fig. 1 An outline of hydrographic conditions of the study area, the Pacific waters along the northeastern coast of Japan. The southern limits of the First Oyashio Intrusion were based on monthly temperature readings taken at a depth of 100 m, using the KAWAI's (1972) indicative isotherms.

資料として地域的には公表されている) によった。親潮第一貫入南限緯度の決定には、(1) 川合 (1972) の“親潮前線の 100 m 深指標水温”を判定の基準とし、(2) 具体的には 1985 年までのデータについては小川

ほか (1987) の南限緯度読み取り値をそのまま用い、(3) 1986-1987 年については小川ほか (1987) の方法に準じて南限緯度を読み取った (Appendix Table)。なお (4) 読み取りが難しい場合には不明とし、無理矢理南限緯度を定めることはしなかった。読み取りには多少の個人差はつきまとうが、変動の大きな傾向を議論する上で問題になる程のものではないと思われる。

親潮第一貫入の変動の指標としては、南限緯度の他に、例えば一定温度以下の面積をとることも考えられる。そして、面積の方が単なる南限緯度と比べて、より定量的であるという印象を与えやすい。しかし、面積を指標とすると、親潮第一貫入が北に偏って東西に幅広い分布パターンを示す場合と、東西に非常に幅狭く著しく南に偏った分布パターンを示した場合と、数値としては同じ値をとることがある。また、親潮第一貫入の変動の水産生物への影響を考える上では、親潮第一貫入がどこまで南下しているかという南限緯度が重要な意味を持っていることが、明らかにされつつある (小川ほか 1987, 小川・佐々木 1988, 小川・石田 1989)。それ故本研究では、親潮第一貫入の変動の指標としてその南限緯度を用いることにした。

この研究では親潮第一貫入の“北退モード”、“南進モード”の出現状況を明らかにする目的で、南限緯度出現頻度の多峰型曲線分布をいくつかの単峰型の正規分布に分解した (Figs. 4&9)。データ処理には HARDING (1949) の方法を用いたが、著者の予断を排除して客観性を持たせるために、観測値が何の値であるのかを明らかにしないで、“データの統計処理に熟練しており、かつ日頃親潮に馴染みのない研究者”にもデータ処理を依頼してチェックする方法をとった。

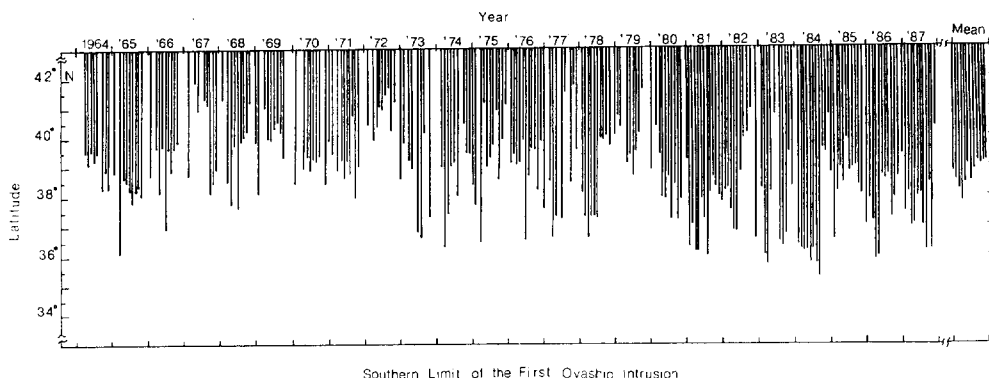


Fig. 2 Monthly plots of the latitude at the southern limit of the First Oyashio Intrusion derived from the monthly temperature charts for the entire study period of 1964 through 1987.

結果と考察

1964-1987年の24年間の月毎の親潮第一貫入南限緯度を時系列としてFig. 2に示す。この図を最初に通観して気づく点は、年による変動が極めて大きく、経月変動のパターンも毎年一定しているわけではない、ということである。親潮第一貫入南限緯度の経月変動の傾向をみるために、小川ほか(1987)の“Fig. 3”に1986-1987年のデータを加え再計算した結果を改めてFig. 3に示しておく。毎月の累年平均南限緯度に着目すれば、1-4月に親潮第一貫入は次第に南下し、以後7月に一時南下するという小さい変化はあるものの秋には再び北上するという傾向を示しているようにみえる。しかし、平均値の95%信頼幅を考え併せてこの経月変動をみると、親潮第一貫入南限緯度のみかけの“季節変化”も有意なものとは言えないことがわかる。

従来言われてきた“親潮第一貫入南限緯度の変動にみられる明瞭な季節変化”(例えば西山ほか 1983)は、(1)気象の季節変化の影響の及ぶ100 m深水温から南限緯度を判定しているにもかかわらず、1年を通じて、例えば“4℃”といった一定の等温線によって

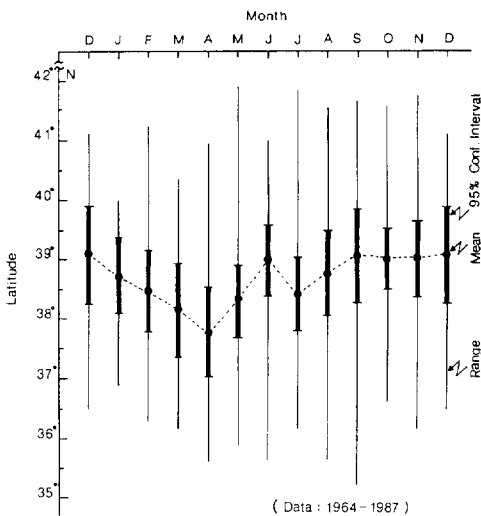


Fig. 3 Monthly plots of interannual mean latitude (solid circle) at the southern limit of the First Oyashio Intrusion with 95% confidence intervals (thick bars) and ranges (thin bars). Although the mean latitude seems to progress southward seasonally from spring to summer, the changes in the monthly values are not statistically significant.

決定していることに大きく依存していることのほか、(2)累年平均値のみに着目してその統計的信頼度に注意が払われていない(例えば、水野 1984) ことにも依っている、と考えられる。仮に100 m深水温への気象の季節変化の影響を考慮して川合(1972)の指標水温を基準にしたとしても、Fig. 3のうちの累年平均値のみを提示すれば、あたかも毎年同じような季節変化を繰り返しているかの如き印象を与えることになる。

事実、毎年の南限緯度の経月変動のパターン(Fig. 2, Appendix Table)を経年的に詳しく比較してみると、親潮第一貫入の著しい南下は、それが起きる時には春から夏にははっきりした現象として現われる傾向があるが、春~夏の南下はいつの年にも起っているわけではないことがわかる。春(4-6月)、夏(7-9月)、秋(10-12月)及び冬(1-3月)の4季について、親潮第一貫入南限の出現頻度を緯度1度毎に整理して、頻度分布を正規分布に分解した結果をFig. 4に示す。秋と冬の出現頻度の分布パターンは明瞭な単峰型で正規分布とみなし得る。これに対して、春と夏には39°N台と36°N台とにそれぞれ峰を持つ2つの分布の山が認められる。つまり、親潮第一貫入南限緯度の出現頻度分布には、1年を通じて安定して認められる38°-39°Nの山とは別に、春から夏の季節には36°N台に峰を持つもうひとつの分布の山が存在する。勿論、秋と冬にも38°Nを越えて親潮第一貫入が南下している年はある。しかし、その出現頻度は少ない。

ここで重要な点は、春と夏の南限緯度出現頻度分布に認められる“2つの山”(Fig. 4)は、それぞれ小川ほか(1987)が“北退モード”及び“南進モード”と呼んだ2つの異なる出現様式を反映していると考えられることである。親潮第一貫入の南限は、春~夏には年によって異なる出現モードをとるために、単純に累年平均値としてのみ捉えた南限緯度の経月変動には、前述のようにみかけ上の“季節変化”が現われる。けれども、実際は、いずれの出現モードを取るかによって、経月変動のパターン自体は年によって大きく異なる(Fig. 2)。それ故、親潮第一貫入の南限位置の変動については、“北退モード”と“南進モード”の2つの出現様式が存在し、それは親潮第一貫入の経年変動を直接反映した現象であるという認識こそが重要である。

ところで、1964-1987年の毎月の親潮第一貫入南限緯度の時系列(Fig. 2)を通観して気づくもうひとつの点は、数年以上の時間単位で一定の変動傾向を示していることである。すでに指摘したように、南限緯度の

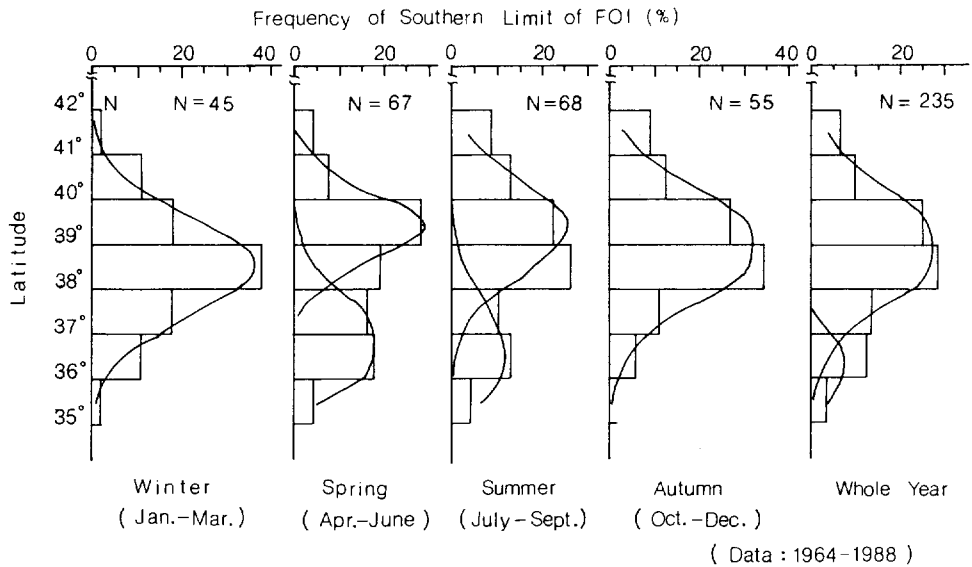


Fig. 4 Frequency distributions of latitude at the southern limit of the First Oyashio Intrusion (FOI) for four seasons which are defined as winter (January to March), spring (April to June), summer (July to September) and autumn (October to December) and for the year as a whole. From spring to summer, two distinctive peaks appear suggesting the occurrence of “southward-progression mode” and the “northward-regression mode” described by OGAWA *et al.* (1987).

みかけの“季節変化”は有意なものではなく、年による変動がきわめて大きい。そこで、Fig. 2を基に年単位でまとめて年平均南限緯度の経年変動を調べた (Fig. 5)。親潮第一貫入の位置変動そのものは亜寒帯循環系の中の局所的現象に過ぎないが、その南限緯度の年平均値をとることによって、時空間スケールの小さい変動が平滑化され、亜寒帯循環の強度のようなものが指標化できると考えられる。年平均南限緯度には、1960年代後半から1970年代初め頃と、1980年代とは明瞭な差が認められる。

この年平均南限緯度の経年変動 (Fig. 5) から読み取ることのできるひとつの傾向は、親潮第一貫入は、1964-1987年間で年を追って南下してきている、ということである (Fig. 6)。この南進傾向ははっきりしていて、年平均南限緯度と年との間には負の相関が認められ、統計的にも有意である。こうした南進傾向は、単に年平均南限緯度について認められるだけでなく、三陸沿岸海域でスルメイカヤクロマグロ魚群の北上期に当たる4-5月、滞留期の7-8月或いは南下期直前の9-10月について、月毎或いは時期毎にみても、共通して認められている (小川・佐々木 1988, 小川・石田 1989)。少し細かくみると、実際の南進傾向は1967年

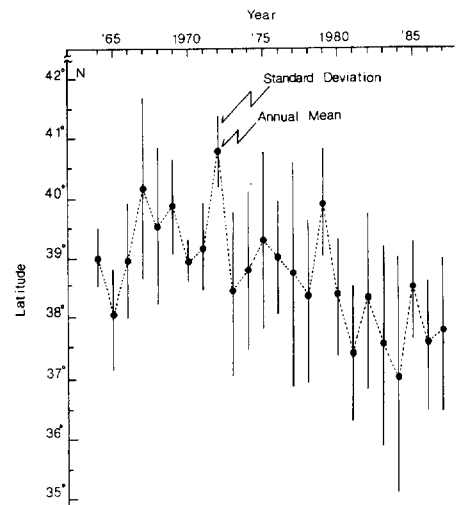


Fig. 5 Interannual variations in the annual mean latitude at the southern limit of the First Oyashio Intrusion and annual standard deviations.

以降に始まったように思われるが、扱ったデータだけでは詳しいことはわからない。とは言え、こうした傾向は、数10年という長い周期の変動の存在を示唆し

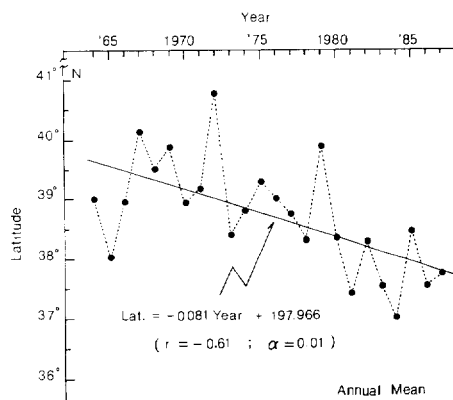


Fig. 6 The interannual linear trend of the annual mean latitudes at the southern limit of the First Oyashio Intrusion shown in Fig. 5, which reveals a gradual but significant southward progression from 1964 through 1987.

ているように思われる。推定されるこうした長い周期の変動は、例えば東北海区の浮魚群集内における“卓越種の交替”現象（小川 1987）にみられる数10年の周期性と関連して興味深い。

親潮第一貫入年平均南限緯度の経年変動にみられる大きな南進傾向（Fig. 6）の中にも特徴的な別の変動傾向を読み取ることができる（Fig. 7）。1964-1987年の調査期間では大きくみて、（1）累年平均南限緯度に比較して年平均南限緯度がかなり北退していた1960年代後半から1970年代初め頃、（2）ほぼ累年平均南限緯度に近いが、やや北に偏っていた1970年代後半及び（3）累年平均南限緯度より著しく南偏傾向を示している1980年代の少なくとも3つの年代に区分できるように思われる。つまり、親潮第一貫入は傾向線が示すように経年的に単調に南下してきている（Fig. 6）というよりも、6-8年毎に段階的に南進傾向を強めてきている、と考えられる。

7年前後のリズムの海況変動は、対馬海流、津軽暖流さらには黒潮統流の流れや水温、或いは北太平洋の表面水温等にも認められている（例えば、天野ほか1985, MIITA and TAWARA 1984, MICHAELSEN 1982, WATANABE *et al.* 1986, WHITE 1975, YAMAGATA *et al.* 1985）。1950-1970年の北太平洋の大きなスケールでの南北方向の夏の相対輸送水量を検討したWHITE（1975）は、約6年という基本的な変動のスケールがVERONIS and STOMMEL（1956）が示した二層海洋の変化する風に対する傾圧的応答のそれと

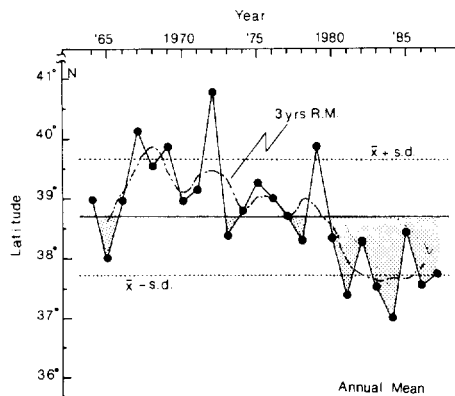


Fig. 7 Deviations of the annual mean latitude (solid line with solid circles) from the interannual mean latitude (\bar{x}) at the southern limit of the First Oyashio Intrusion and the standard deviation (straight dotted lines). The dash-dot line indicates the 3-year running mean of the deviations. The changes in deviation suggest a stepwise southward progression of the First Oyashio Intrusion rather than a gradual linear southward progression as shown in Fig. 6.

同じであることを指摘している。

しかし、親潮第一貫入は、7年前後の時間間隔で段階的に南進傾向を強めながら、1967年から1987年まで一方的に南下している点で他の7年前後のリズムの海況変動とは趣を異にしている。中冷水で指標させた親潮の変動が、北太平洋の気圧配置の変化と現象としてよく対応していることはすでにUDA（1955, 1963）によって報告されているが、最近柏原（1987）は500 mb高度季節平均値から得られる北太平洋東部（180°-110°W）のゾーナルインデックス（40°-60°N）の四季別経年変化を調べ、冬季の500 mb高度面が1977年以降現在に至るまで低下している事実を指摘している。この低下は、アリューシャン低気圧の南偏、強化を意味しているという点で、ここで示した親潮第一貫入南限緯度の段階的变化と関連して注目される。

親潮第一貫入南限緯度の段階的变化について、資料を取り扱った1964-1987の間では、Fig. 7を基に、平均緯度39.7°N付近で変動していた1967-1972年の“北退モード期”、平均緯度が38.9°N付近にある1973-1979年の“移行期”及び平均緯度が37.8°Nにまで南偏した1980年代の“南進モード期”の3期に年代を区分した（Fig. 8）。“北退モード期”と“南進モード期”との間及び“移行期”と“南進モード期”の間では、期

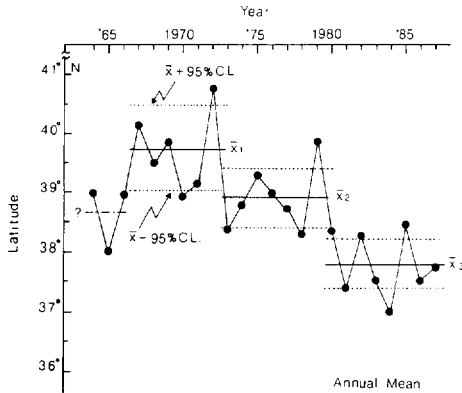


Fig. 8 A new interpretation of the variations in latitude at the southern limit of the First Oyashio Intrusion: Stepwise changes in the annual mean latitude at the southern limit of the First Oyashio Intrusion shown in Fig. 5, prove that there are, at least, three characteristic hydrographic eras in the study years from 1964 through 1987, i.e. (1) northward-regression mode years from 1967 through 1972, (2) southward-progression mode years from 1980 through 1987 and (3) transition years in between.

間累年平均南限緯度の差は統計的にも有意であるが、“北退モード期”とその後の“移行期”の間では、期間累年平均緯度は必ずしも有意な差を示していない。それ故、“移行期”を他の期間と区別すべきか、或いは統計的に有意差を示さない“北退モード期”に含めた方がよいかは、もっと長い期間のデータを解析して決める必要があるかも知れないが、ここでは石田・小川（1989）の三陸沿岸水域の水温の長期変動傾向も参考に、一応便宜的に“移行期”を考え、他の2期とは区別した。

実際に、親潮第一貫入南限緯度の段階的な変動は、三陸沿岸水域の水温経年変動にも明瞭に反映されている。三陸沿岸水域の北緯 40°N 及び 38°56′N の緯度線に沿う 2 つの観測線の距岸 50 海里までの 0-75 m 深と 100-200 m 深の積算平均水温の経年変動を 1961-1987 年の 27 年にわたって調べた石田・小川（1989）は、(1) 北の 40°N 線では親潮第一貫入が“北退モード”期から“移行期”へと変化した 1973 年を境に高温期から低温期へと段階的に変化し、また (2) 南の 38°50′N 線では、親潮第一貫入が“移行期”から“南進モード期”へと変化した 1980 年を境にして、高温期から低温期へと段階的に変化していることを明らかにすると共に、(3) 三陸沿岸水域の水温変動は親潮第一貫入南限

緯度の変動と極めてよく対応しており、統計的にも有意な相関の認められることを明らかにしている。三陸南部沿岸水域でも 1980 年代に入って水温が段階的に低下している状況は、近藤（1987）が示した宮城県江ノ島（38°23.5′N）における定地水温の経年変動からも読みとることができる。

なお、Fig. 7 からは 1966 年以前は“移行期”に当たっていたように見え、同様の傾向は前述の石田・小川（1989）の三陸沿岸水域における水温の経年変動のパターンからも窺えるが、ここでは 1964 年以降のデータしか利用できないので正確な判断は難しい。また調査期間内では 7 年前後で出現様式が変化しているように見えるが、“7 年前後”という数値に意味があるかどうかは扱ったデータだけでは判断できない。

因みに南限緯度の出現頻度分布に 2 つの分布の山が現われる春～夏（4-9 月）について、期間累年平均緯度が統計的にも有意でかつ明瞭な差を示す“北退モード期”と“南進モード期”それぞれの期間の南限緯度の出現頻度分布を改めて調べた結果を Fig. 9 に

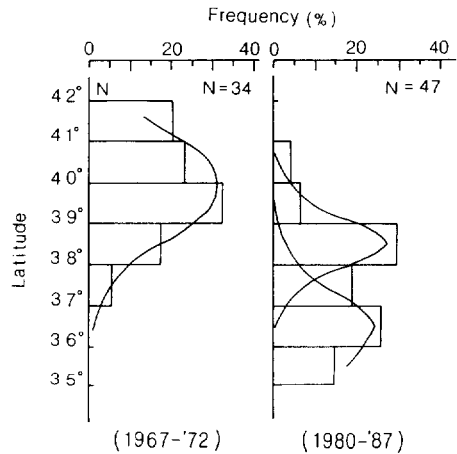


Fig. 9 A comparison of frequency distributions of latitude at the southern limit of the First Oyashio Intrusion between the northward-regression mode years (1967-1972) and the southward-progression mode years (1980-1987) shown in Fig. 8. These data which are for the spring through summer period during which two peaks may appear, as illustrated in Fig. 4, show that although a seasonal change as implied by the line connecting the mean latitudes shown in Fig. 3 appear in some of the southward-progression mode years, no such seasonal change is evident for most of the study years.

示す。“北退モード期”の春～夏の南限緯度出現頻度分布の峰は39°N台にあって、しかも単峰型である。また、この期間には南限緯度が37°N以南にまで達している例は1例もない。このことは、春～夏に36°N台に最頻値の峰を示すような“出現モード”は、“北退モード期”には起らないことを示している。

これに対して、“南進モード期”の春～夏には36°N台と38°N台とにそれぞれ峰を持つ2つの分布の山が認められる (Fig. 9)。しかも、南側の山は北側の山に比較して小さいとは言えない。また北側の峰の位置も“北退モード期”の峰の位置に比べて緯度で1度南偏している。この事実は、親潮第一貫入の南進・北退現象については、経月変動よりは経年変動がはるかに重要であることを改めて明確に示している、と言えよう。同時にこの事実は、“南進モード期”のうち36°N台に最頻値の峰を示す分布の山に属する年には、従来言われてきた (西山ほか 1983, 水野 1984) ように“親潮第一貫入は春～夏に南下するという季節変化”のパターンをとることを示す。しかし、そうした現象は“北退モード期”にはまったくみられないだけでなく、“南進モード期”の中でも一部の年に限られており、一般的であるとは言えない。

親潮前線の顕著な南下を異常現象として捉える見方は依然根強い (例えば SEKINE 1988, 関根 1988)。しかし、親潮第一貫入の南進・北退現象は親潮が“北退モード”と“南進モード”のどちらの出現様式をとるかに依るもので、“著しい南下”は“異常ではない”ことはすでに指摘した通りである (小川ほか1987)。また、そのことは本報で提示した諸図からも一目瞭然である。それ故ここで改めて詳しく議論することはしない。ただ、変動のメカニズムに立ち入る前に、まず変動そのものを現象的に明確に把握しておくべきことの必要性を再度強調しておきたい。

要 約

1964-1987年の各月100m深水温分布図を基に、親潮第一貫入南限緯度の変動を調べた。その結果、(1) 親潮第一貫入は、資料を扱った期間内では、1967年以降1987年まで長期的に南進傾向を示しているが、(2) 実際には1967-1972年の“北退モード期”から1973-1979年の“移行期”を経て、1980年以降の“南進モード期”へと段階的に南進傾向を強めている事実を明らかにした。また、(2) “北退モード”あるいは“南進モー

ド”のいずれの出現様式をとるかによって経月変動のパターンは年によって大きく異なり、(3) 親潮第一貫入の南進・北退現象では経年変動が重要な意味を持っていることを指摘した。

謝 辞

日頃から暖かい御指導を頂き本稿の御校閲の労を賜った京都大学教授川合英夫博士、北海道区水産研究所海洋環境部海洋動態研究室長柏井誠博士、東北区水産研究所海洋環境部鈴木智之部長、同資源管理部主任研究官渡辺良朗博士はじめ、有益な議論を通して批判と助言を与えられた岩手県水産試験場漁業部石田知子技師、東北大学助教花輪公雄博士、東北区水産研究所海洋環境部生物環境研究室研究員平井光行技官並びに横内克己博士に深謝する。また、島根県水産試験場海洋資源科長安達二朗博士には資料の統計処理に特別のご配慮を頂いたほか、同漁場開発科森脇晋平主任研究員には製図に多大の御援助を頂いた。さらに、東北区水産研究所企画連絡室情報係佐藤留美事務官、同資源管理部浮魚資源第二研究室長飯塚景記博士、同資源増殖部藻類増殖研究室長谷口和也博士には文献探索上お世話になった。併せて厚くお礼申し上げる

文 献

- 天野勝三・鈴木史紀・浦坪敏明・兜森良則 (1985) 青森県沖合の海況変動に関する研究。その1 変動周期について。青森水試報告, 1-26
- HARDING, J.P. (1949) The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **28**(1), 141-153
- 秦 克己(1965) 親潮域における輸送水量の変動について。日本海洋学会誌 **21**(5), 193-201
- 秦 克己(1968) 釧路沖の暖水塊について—特に親潮との関聯。水産海洋研究会報 (12), 47-57
- HATA, K. (1969) Some problems relating to fluctuation of hydrographic conditions in the sea northeast of Japan. (Part 1). — Relation between the patterns of the Kuroshio and Oyashio —. *J. Oceanogr. Soc. Japan* **25**(1), 25-35
- 秦 克己 (1973) 大気・海洋間の熱交換による北海道南沖の親潮中冷水の変動。海と空 **49**(1・2), 21-26
- IDA, H. and KATAGIRI, K. (1974) Abnormal

- spreading of cold water along the east coast of Honshu Island in February, 1974. *Oceanogr. Mag.* **26**(1), 41-47
- 石田知子・小川嘉彦(1989) 三陸沿岸の水温場に対する親潮の影響の評価, 東北水研研報(51), 183-190
- 石川孝一(1984) 親潮前線, 海洋科学 **16**(12), 690-696
- 柏原辰吉(1987) 北太平洋を中心とした最近の冬季の冷化について, 天気 **34**(12), 777-781
- 川合英夫(1972) 黒潮と親潮の海況学, 海洋科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.
- 近藤純正(1987) 身近な気象の科学, 熱エネルギーの流れ, 189 pp. 東京, 東大出版会
- 久保治良(1984) 鹿島灘から常磐南部海域の親潮水, 海洋科学 **16**(12), 713-718
- 松倉秀夫(1975) 昭和49年三陸～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(26), 79-87
- MICHAELSEN, J. (1982) A statistical study of large-scale, long-period variability in North Pacific sea surface temperature anomalies. *J. Phys. Oceanogr.* **12**, 694-703
- MIITA, T. and TAWARA, S. (1984) Seasonal and secular variations of water temperature in the East Tsushima Strait. *J. Oceanogr. Soc. Japan* **40**(2), 91-97
- 水野恵介(1984) 東北海区に於ける海況変動について, 東北水研研報(46), 61-79
- 西山勝暢・稲川 勝(1984) 亜寒帯域の海況変動と気象, 水産海洋研究会報(45), 44-48
- 西山勝暢・若木静夫(1984) 親潮前線, 水産海洋研究会報(45), 32-35
- 西山勝暢・若木静夫・岩尾尊徳(1983) 親潮と Labrador Sea water. 東大海洋研大榎臨海研究センター報告(9), 79-81
- 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・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), 1-24
- 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
- SEKINE, Y. (1988) Anomalous southward intrusion of the Oyashio east of Japan. 1. Influence of the seasonal and interannual variations in the wind stress over the North Pacific. *J. Geophys. Res.* **93**(C3), 2247-2255
- 関根義彦(1988) 親潮の異常な南下について, 海と空 **64**(1), 19-30
- SUGIURA, J. (1957a) Forecast of water temperature in the sea south of Hokkaido. *Oceanogr. Mag.* **9**(1), 13-19
- SUGIURA, J. (1957b) Variations of sea conditions in the south of Hokkaido. *Oceanogr. Mag.* **9**(1), 121-131
- 宇田道隆(1938) 東北海区に於ける海況の変動に就いて(昭和九～十二年連絡施行北太平洋一斉海洋調査報告の一部), 水産試験場報告(9), 1-66
- UDA, M. (1955) Researches on the fluctuation of the North Pacific circulation. 1. The fluctuation of Oyashio current in relation to the atmospheric circulation and to the distribution of the dichothermal waters in the North Pacific Ocean. *Rec. Oceanogr. Works* **2**(2), 43-55
- UDA, M. (1963) Oceanography of the subarctic Pacific Ocean. *J. Fish. Res. Bd. Canada* **20**(1), 119-179
- VERONIS, G. and STOMMEL, H. (1956) The action of variable wind stresses on a stratified ocean. *J. Mar. Res.* **15**, 43-75
- WATANABE, T., HANAWA, K. and TOBA, Y. (1986) Analysis of year-to-year variation of water temperature along the coast of the Japan Sea. *Prog. Oceanogr.* **17**, 337-357
- WHITE, W.B. (1975) Secular variability in the large-scale baroclinic transport of the North Pacific from 1950-1970. *J. Mar. Res.* **33**, 141-155
- YAMAGATA, T., SHIBAO, Y. and UMATANI, S. (1985) Interannual variability of the Kuroshio Extension and its relation to the Southern Oscillation/El Niño. *J. Oceanogr. Soc. Japan* **41**(4), 274-281

東北区水産研究所業績第433号
(1988年12月20日受理)

Appendix Table Latitudes at the southern limit of the First Oyashio Intrusion. Monthly temperature readings taken at a depth of 100 m were used to define the latitudes, using the KAWAI's (1972) indicative isotherms.

(unit, degree)

Year	Month												Mean	s. d.
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.		
1964	—	—	—	39.44	39.06	39.50	39.18	39.42	?	38.19	38.81	38.24	38.99	0.52
1965	?	38.74	?	36.07	38.58	38.45	38.17	37.72	38.20	38.27	38.00	?	38.02	0.79
1966	?	38.68	?	39.58	38.10	39.70	36.88	39.53	38.79	39.56	39.80	?	38.96	0.97
1967	?	?	38.96	?	41.90	40.89	41.83	41.29	41.06	38.14	38.41	38.89	40.15	1.53
1968	?	41.23	?	38.48	37.69	39.69	37.60	39.81	39.95	40.14	41.14	—	39.52	1.34
1969	39.77	38.10	—	40.95	39.94	39.90	40.23	40.44	40.15	39.31	?	?	39.87	0.80
1970	?	38.42	—	?	38.95	39.29	38.86	39.18	39.11	39.31	—	38.42	38.94	0.36
1971	39.92	39.42	—	38.85	39.20	38.58	39.22	38.75	40.71	37.94	39.00	?	39.16	0.76
1972	?	40.41	—	39.89	40.35	41.00	40.90	41.38	41.66	40.21	41.20	?	40.78	0.59
1973	38.55	39.78	?	39.19	38.88	?	36.77	36.56	40.10	?	37.26	?	38.39	1.36
1974	?	?	38.96	36.28	37.38	40.00	39.15	38.00	?	40.44	39.42	39.45	38.79	1.33
1975	38.34	37.70	?	36.42	41.16	38.93	39.29	39.70	40.90	38.52	39.90	41.12	39.27	1.50
1976	?	39.13	39.45	39.07	39.13	39.92	36.50	38.66	39.61	39.52	38.19	39.80	39.00	0.97
1977	37.52	?	38.44	36.66	37.36	?	37.22	41.55	?	38.44	41.75	39.52	38.72	1.86
1978	?	38.11	37.22	36.55	37.31	37.31	37.22	39.88	39.84	40.00	39.68	?	38.31	1.38
1979	40.00	40.63	40.26	?	39.05	39.36	38.66	39.42	40.10	41.56	?	?	39.89	0.88
1980	38.85	?	40.31	39.37	37.89	37.88	38.53	37.16	38.33	37.16	37.88	?	38.34	0.98
1981	39.15	36.27	37.00	36.06	36.08	37.88	37.16	35.94	38.11	38.61	38.27	37.97	37.38	1.11
1982	37.78	38.16	38.22	37.43	36.77	36.72	38.72	39.84	40.00	40.79	?	36.50	38.27	1.44
1983	?	38.16	35.94	35.62	38.03	40.68	?	36.38	36.27	36.62	39.42	38.22	37.53	1.65
1984	?	36.27	36.16	36.05	36.16	35.68	36.16	35.68	35.22	39.52	39.39	40.60	36.99	1.88
1985	38.69	36.44	38.05	38.88	38.33	39.84	38.72	38.85	38.88	38.27	38.00	?	38.45	0.84
1986	36.89	37.81	37.04	35.76	35.89	38.59	38.50	38.63	37.18	37.89	38.53	?	37.52	1.05
1987	39.32	37.33	38.05	36.86	37.00	37.89	38.00	36.89	36.11	38.88	36.17	40.23	37.72	1.26
Mean	38.73	38.46	38.15	37.78	38.34	38.99	38.41	38.78	39.06	39.01	39.01	39.08	38.71	—
s. d.	0.98	1.41	1.37	1.66	1.54	1.36	1.40	1.69	1.73	1.19	1.37	1.30	0.94	—

(?, difficult to define; —, no data)