

# 本邦の太平洋沿岸域におけるマイワシ主産卵場の変遷\*

黒田 一 紀\*\*

## Yearly changes of the main spawning grounds of the sardine, *Sardinops melanostictus* (T. et S.) in the waters along the Pacific coast of southern Japan

Kazunori KURODA\*\*

### Abstract

The present paper aims to describe yearly changes of main sardine spawning grounds along the Pacific coast of southern Japan during the years of 1971 to 1984 when the sardine stock was increasing remarkably, and moreover to consider some relationships of the formation and shifts of spawning grounds with oceanographic conditions, especially Kuroshio paths.

Main results are as follows. The present years studied are divided into four periods from the viewpoint of yearly changes of main spawning grounds. Namely, 1971: main spawning grounds were in Tosa Bay; 1972-1975: Tosa Bay kept main spawning grounds and the spawning grounds around Izu Islands developed gradually; 1976-1980: main spawning grounds were formed around Izu Islands, and the spawning in Satsunan area was successively strengthened and expanded in area; 1981-1984: spawning occupied mainly in Satsunan area, and was found in the main current zone of the Kuroshio.

In conclusion, spawning grounds have some tendencies of enlarging and maintaining in the period of A-type Kuroshio path, reducing and becoming southwardly in the period of C-type Kuroshio path, and enlarging, maintaining and becoming southwardly in the period of N-type.

### 1. はじめに

極東海域におけるマイワシの漁獲量は1920・1930年代に増加し、1935～1936年には約270万トンに達したが、1940年以降急減し、1960年代には約1万トンになった。1970年代に入って日本近海のマイワシ資源は急増し、1976年の漁獲量は100万トン、1980年には200万トンを超え、1984年以降約400万トンの高水準の漁獲を維持している(近藤, 1987)。本邦太平洋沿岸域における最近のマイワシ資源の増加は1972, 1974, 1977, 1980年に発生した卓越年級群の出現に依存しており、なかでも1980年級群は特に大きい卓越年級群であった。これらの卓越年級群の形成には、マイワシの初期生活期の生き残り過程における黒潮の流路変動の影響が大きく関与している( KONDO, 1980; 渡部, 1982, 1987;

HARA and WATANABE, 1987)。

マイワシ資源はその豊度により生物学的属性を変化させることが知られており、それは種個体群の密度調節作用と解釈されている。生物学的属性とは分布域の拡大・縮小、系群間の交流の有無、産卵場の拡大・縮小、成長の良否、成熟年令の遅速、産卵数の増減、卵質の良否などである(平本, 1985; 伊東, 1988)。

産卵場の形成には成魚産卵群の移動回遊による集合が必須条件である。魚群の産卵回遊は種族保存のための行動で、進化の過程で得られた適応生態と解され、種個体群特有の好適産卵場を指向して行われると考えられている。1970・1980年代の資源増大期にはマイワシの産卵場は概して拡大・南偏傾向で経過する中で、近年のような高水準の資源期には、産卵場に集合する魚群量の著しい増加のために魚群密度と環境収容力との相互関係(密度効果)により、押し出されるような形で移動回遊がおこり、従来知見のなかった黒潮主流域にも産卵場が形成されるようになった(黒田, 1986; 黒田, 1987b)。主産

\* 1988年7月29日受理

\*\* 東海区水産研究所

Tokai Regional Fisheries Research Laboratory  
Chuo-ku, Tokyo, 104 Japan



東に流軸が位置する型 (C型), AとC型の間中型 (B型) になつた (Fig. 2)。

また、マイワシの産卵期に相当する10~3月期の黒潮の平均流路は各岬からの離岸距離 (都井岬・野島崎・犬吠崎は南東方向; 足摺岬・室戸岬・潮岬・御前崎・石廊崎は南方向) を「海洋速報」から半月毎のデータとして読取り、平均計算したものである。

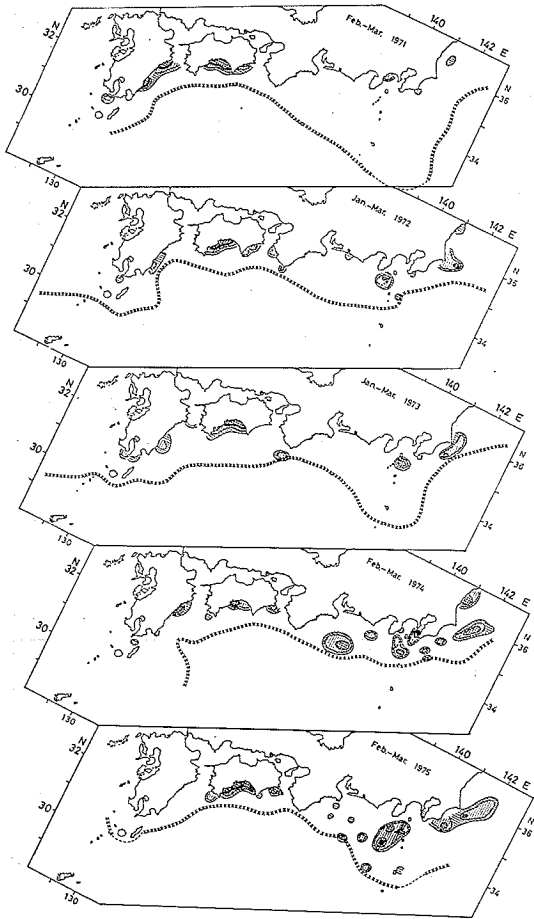


Fig. 3-1. Main sardine spawning grounds during 1971 to 1975.

Figure patterns of spawning grounds show the index of spawning strength by egg numbers per  $m^2$ . The mark (xxx) shows Kuroshio axis.

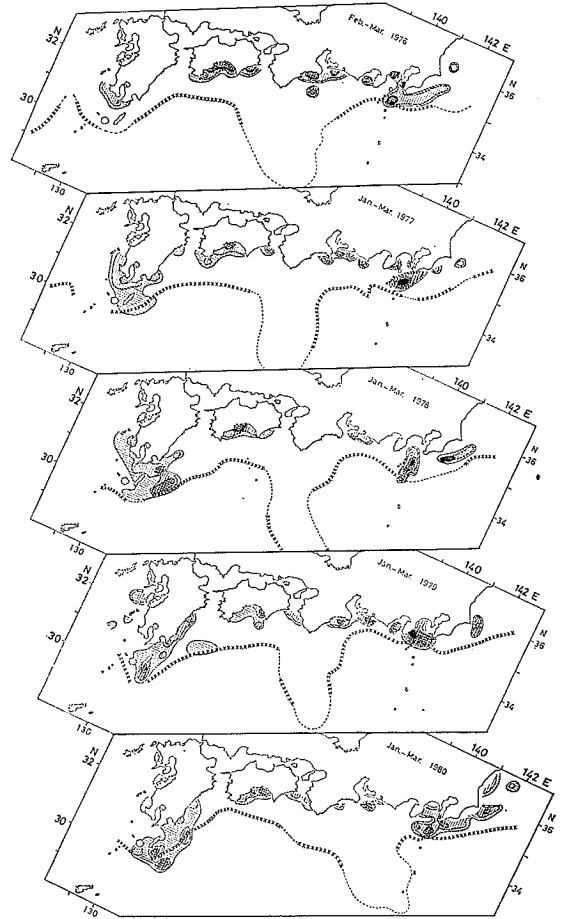
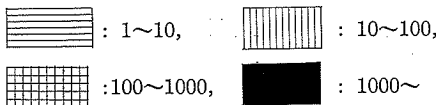


Fig. 3-2. Main sardine spawning grounds during 1976 to 1980.

### 3. 結果

#### (1) 主産卵場の形成位置の経年変化

太平洋沿岸域における1971~1984年の産卵場の経年変化を、主産卵場の推移から次の4期に分けることができる。

I期: 1971年—資源の低水準期 (Fig. 3-1)

1968年頃より太平洋沿岸域における主産卵場となった土佐湾 (浅見, 1970) を中心に日向灘~紀伊水道に産卵域が形成された期間である。潮岬以東海域では、房総沖~鹿島灘, 相模湾, 駿河湾, 遠州灘沿岸域などに小規模な産卵域があり、陸南海域でも1971年には大隅海峡の中央域に小規模の産卵域が存在した。

II期: 1972~1975年—資源の増加前期 (Fig. 3-1)

土佐湾に太平洋沿岸域における主産卵場が持続して形成

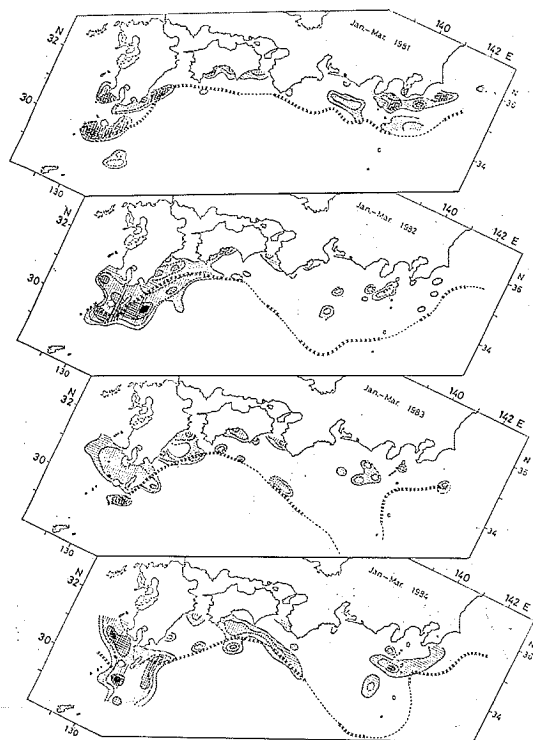


Fig. 3-3. Main sardine spawning grounds during 1981 to 1984.

されており、1973年と1975年を除いて日向灘と紀伊水道にも産卵域がある。1972年に伊豆諸島域に産卵域が形成されて以後、伊豆諸島域を中心とした遠州灘～鹿島灘における産卵域は年々増大し、更に1973～1975年には潮岬沖～遠州灘の黒潮前線付近における産卵が認められ、土佐湾に匹敵あるいは凌駕する産卵域が形成された。薩南海域では、1975年を除いて小規模の産卵域が大隅海峡の中央域にみられた。

Ⅲ期：1976～1980年—資源の増加後期 (Fig. 3-2)

紀伊水道～日向灘には土佐湾を中心にⅡ期と同規模の産卵域が形成されたが、伊豆諸島域を中心に熊野灘～房総沖海域に広く産卵域が形成され、伊豆諸島域が太平洋岸域における主産卵場となった。この海域の産卵量は1978年にピークに達した。薩南海域では、1976年に大隅海峡に広範な産卵域が形成されて以後、年々産卵強度が大きくなり産卵域が屋久・種子島周辺域から黒潮域に拡大して、1980年には主産卵場である伊豆諸島域に匹敵する産卵域が形成された。

Ⅳ期：1981～1984年—資源の高水準期 (Fig. 3-3)

薩南海域に主産卵場が形成され、年々産卵強度が大き

くなるにつれて、産卵域が黒潮主流域に拡大し、下流域である土佐湾沖 (1981年) から紀伊半島沖 (1983年) に移行した。

日向灘～土佐湾、紀伊水道の産卵場は縮小傾向を示し、産卵強度も低下した。潮岬以東海域では、伊豆諸島域を中心とした1982年の産卵強度は最低となり、産卵場は縮小分散した。

(2) 産卵場の海域特性

太平洋岸域におけるマイワシの産卵場は主として土佐湾を中心とする日向灘～紀伊水道、伊豆諸島北部域を中心とする熊野灘～鹿島灘及び薩南海域に形成され、1980年代に入ってから黒潮主流域における産卵が認められ、顕在化している (黒田, 1986; 黒田・齋田, 1986)。

潮岬以東海域の産卵場は伊豆諸島海域を中心に遠州灘～熊野灘、相模湾～房総沖、鹿島灘に形成され、伊豆諸島海域の比重が大きく、遠州灘と房総沖も重要である。伊豆諸島海域には1972年以降産卵域が形成されており、特にその北部海域は潮岬以東海域の主産卵場であるとともに、1975～1980年には太平洋岸域における主産卵場の地位を占めた。伊豆諸島周辺の房総沖、相模湾、遠州灘、熊野灘では、黒潮の大蛇行期 (A型期) と直進期 (N型期) に産卵強度が大きくなり、産卵域も拡大した。鹿島灘が主産卵場となることは少なかったが、1971～1976年のマイワシ資源増加前期を中心に産卵域が形成された。

潮岬～都井岬海域の産卵場は土佐湾を中心に日向灘と紀伊水道に形成される。土佐湾は1968年頃から本海域における主産卵場となり (浅見, 1970)、1975年頃まで太平洋岸域における主産卵場であった。しかし、1981年頃から土佐湾における産卵強度は減少する傾向にある。日向灘における産卵域は、1971～1976年には土佐湾の産卵場に近い海域に形成されることが多かったが、1977年以降薩南海域の産卵場の拡大につれて南部海域を中心に形成されている。一方、紀伊水道の産卵域は1971～1977年には西部海域を中心に形成され、比較的産卵強度も大きかったが、その後の産卵強度は減少傾向にある。

都井岬及び薩摩半島野間岬以南薩南海域では、1971～1974年には主に大隅海峡の中央域に小規模な産卵域が形成され、その産卵強度も小さかった。1976年に大隅海峡に広範囲な産卵域が形成されて以後、薩南の産卵域は拡大傾向が著しく、1978年には産卵強度も増大して、1980年には太平洋岸域の主産卵場である伊豆諸島海域と土佐湾に匹敵するほどになった。その間、主産卵場は大隅海峡 (1977～1978年) から種子島東部海域 (1979～1983年)

に移動し、産卵域は種子島～屋久島近海にも南下拡大した。1981年以降も産卵強度は隔年変動を伴いながら増大したため、産卵域は南東方に拡大して黒潮主流域における産卵が顕在化し、薩南海域は太平洋沿岸域における主産卵場となった。

黒潮域では、1973～1975年に潮岬沖～遠州灘の黒潮前線付近において産卵域が認められた。その後、薩南海域における産卵場の急速な拡大に伴って、1977年に種子島東沖の黒潮域に、1978年には屋久島・種子島南沖の黒潮域に産卵場が形成され、その後も持続した。1979年には日向灘沖の黒潮域に産卵が認められ、1981年以降土佐湾沖、1983年以降紀伊半島沖へと年々黒潮下流域へ産卵域を拡大し、産卵強度も増大する傾向にある。この傾向は1985年にも持続し、遠州灘沖の黒潮主流域における産卵

が確認され（黒田・鶴田, 1986）、1986～1987年にも認められた。

(3) 産卵期（10～3月）における黒潮流軸の経年変化と流軸変動

1971年の主産卵期における黒潮流路は前年に引き続いて伊豆諸島の八丈島より南に黒潮流軸が位置するC型主体に経過した。1972～1975年における黒潮は、1973年12～1月、3月と1975年3月に短期間C型流路に変化した以外、直進型流路（N型）が持続した（Fig. 4A）。1975年9月以降、N型の黒潮流路は大蛇行型（A型）に変化し、1980年まで長期間持続した。その間、1977～1979年には熊野灘～遠州灘に曲がり込む流路（As型）が卓越した（Fig. 4B）。その後、1980年9月には、黒潮流路は大蛇行型から直進型に移行したため、1981年の産卵期の黒

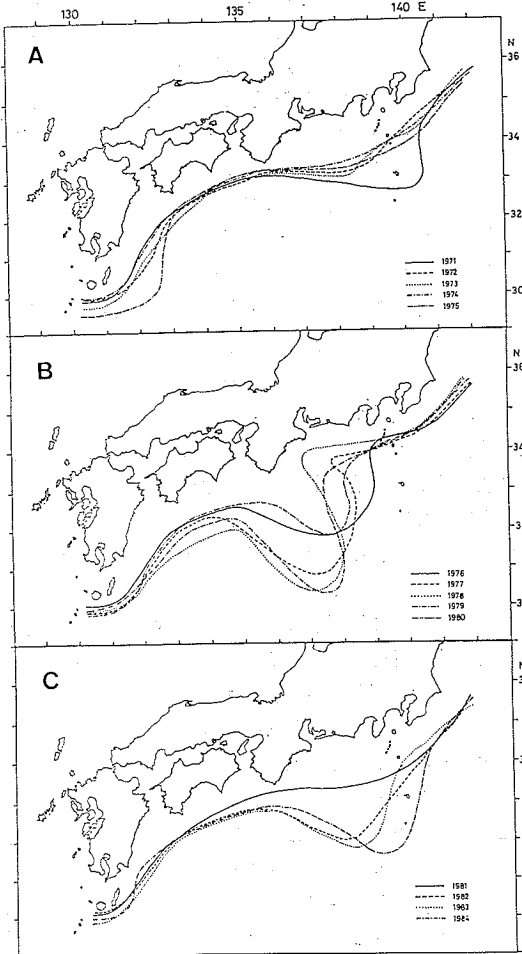


Fig. 4. Average paths of the Kuroshio during October to March in 1971-1984.

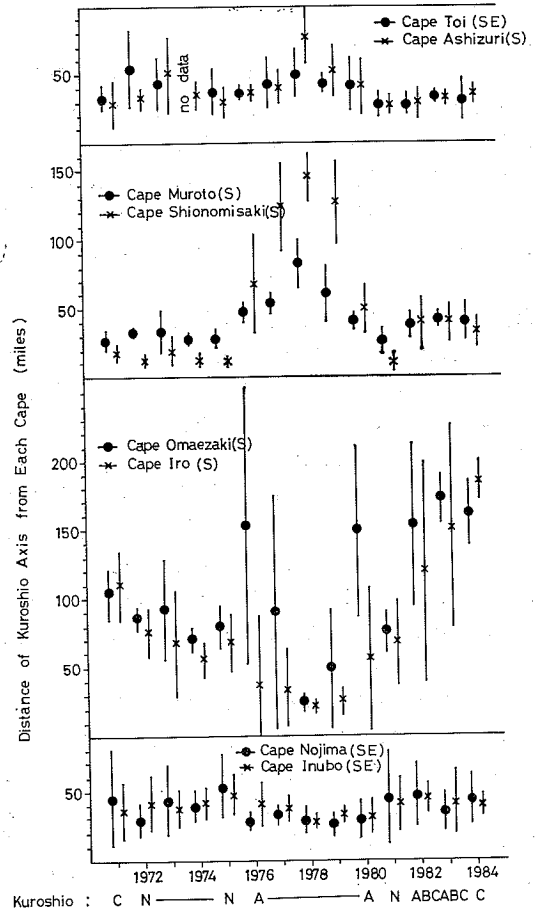


Fig. 5. Mean distances from each cape (black circles) and standard deviation (bars) of the Kuroshio axis along the Pacific coast during October to March in 1971-1984.

潮流路はN型で経過し、8月まで持続した。その後3年間の黒潮流路は変動が大きく、1982と1983年にはB型とC型を繰り返したが、1984年にはC型となり、伊豆諸島海域に曲がり込む流軸変動を反復した (Fig. 4C)。

都井岬南東沖の黒潮流軸変動は流型による一定の特徴をもたないが、1981～1983年の接岸傾向時には流軸変動が小さかった。また、1976、1979年も流軸変動が小さかった (Fig. 5)。足摺岬南沖の黒潮は大蛇行期(A型期)に離岸傾向があり、1978年には最も離岸して流軸変動も大きかった。C・N型期の黒潮流軸の位置は大差ないが、N型期の1973年には流軸変動が大きかった。

室戸岬と潮岬南沖では、A型期に黒潮の離岸が顕著で、1978年に最も離岸し、離岸するほど流軸変動が大きかった。室戸岬沖の黒潮流軸はN型期にはA型期よりも接岸し、流軸変動も小さく、その傾向は室戸岬より潮岬沖で顕著であった。

御前崎南沖の黒潮流軸はA型期の初期と後期に著しく離岸したのに対して、中期の1978～1979年には熊野灘に曲がり込み著しく接岸した。このために、この海域はA型期でも年による変動が大きかった。一方、N型期の黒潮は接岸して流軸変動も小さく、環境は安定する傾向があり、特に1972、1974年には顕著であった。C型期の黒潮はA型期並みに離岸したが、流軸変動はより小さかった。石廊崎南沖では御前崎とほぼ同様な傾向があり、A・N型期には常に石廊崎沖の黒潮の位置は御前崎沖より北にあり、C型期にはその逆であった。また、石廊崎沖の黒潮は、1976～1979年と4年続けて著しく接岸し、1978～1979年の流軸変動は小さかった。

野島崎と犬吠崎南東沖の黒潮は石廊崎沖の黒潮変動とよく似た傾向を示し、A型期に最も接岸し、流軸変動も小さかった。C・N型期の流軸の位置は大差なく、野島崎沖では1971・1973・1975・1981年に流軸変動がやや大きく、犬吠崎沖では1971・1972・1981・1983年に流軸変動がやや大きかった。

黒潮流軸は、一般に潮岬以西海域では以東海域よりも接岸傾向にあり、その傾向はN型期に著しい。また、A型期における黒潮流軸の離岸距離は東側で大きく、西側では小さいが、冷水域の中心の西偏期には足摺岬まで離岸する傾向がある。潮岬以東海域では、以西海域と同様にN型期に黒潮が接岸する傾向をもつが、御前崎～石廊崎沖及び野島崎～犬吠崎沖では最も接岸するのはA型期であり、その接岸期間は冷水域の西偏期に現われ西方ほど短い。一方、C型期の黒潮は御前崎と石廊崎沖では離岸し、A型期のそれも御前崎沖で著しく離岸するので、両期共

に遠州灘の流軸変動は大きい。従って、C型期には伊豆諸島域を中心とする遠州灘～房総沖、A型期には紀伊半島沖を中心とする四国沖～遠州灘において著しい黒潮の流軸変動が生ずるために海洋環境条件は不安定である。

#### 4. 考 察

太平洋岸域におけるマイワシの産卵場は、巨視的にみれば、鹿島灘～薩南海域の沿岸域に形成され、主産卵場域は土佐湾、伊豆諸島域、薩南海域などに特定される。しかし、経年的にみれば、主産卵場は数年毎に移動しており、特に最近では過去に記載のない黒潮主流域でも産卵することが明らかになり (黒田, 1986)、黒潮主流域は1985年以降薩南海域とともに主産卵場となっている。主産卵場が特定性や持続性を示すことはマイワシの回帰習性の存在を示唆するものであるが、これを実証することは現段階では困難である。また、マイワシの成魚は産卵期に2～3回産卵を繰り返すことが卵巢の観察から推定されている (NAKAI, 1962; 石田ほか, 1959) が、各回の産卵が同じ海域で行われるか、あるいは異なる海域に移動し行われるのかはマイワシ産卵場の形成と移行を考えるうえで興味ある問題として残されている。

一般に、マイワシの好適産卵場は成魚の餌条件がよく、かつ産出される卵仔魚の生き残り条件のよい所に形成されると考えられる。これらを満足する条件としては生物学的には捕食者の少ない海域、環境的には餌条件のよい海域、すなわち生物生産の高い海域と考えられ、従来の海洋学的知見によれば、湧昇域や渦流域が条件に合致する。具体的には、太平洋岸域におけるこれらの条件の成立にはこの海域の海洋環境に主体的に関与している黒潮及びその変動の寄与を考慮せねばならない。

マイワシの主産卵期である冬季の太平洋岸域におけるクロロフィル量は年間のうちでは黒潮前線域及び沿岸前線から岸寄りの陸棚域において最も豊富であり (黒田, 1987a)、巨視的にはマイワシの産卵域と一致する。また、最低水温期を中心とするマイワシの産卵期は太平洋岸域では年間のうちで最も捕食者の少ない時期であると推定される。このことは、船越・柳橋 (1983) が遠州灘沿岸域におけるマイワシ産卵場の環境条件として明らかにした産卵特性、すなわち、珪藻類の量が周辺海域より多いこと及び年間の最低水温期に産卵が行われることと一致する。また、長田ほか (1986) による山陰沿岸域におけるマイワシの産卵は相対的に高温・高塩分域で行われ、栄養塩が少なくクロロフィル量が多い所が産卵場になるという報告とも矛盾しない。

主産卵場の形成と移行は低次生物生産過程を介して黒潮流路の変動、すなわち、海洋環境の安定性と深く関係している可能性がある。いいかえれば、黒潮流路の変化に伴い水塊配置と流系が変化すると、低次生物生産の特性も変化し(黒田, 1985)、卵仔魚期の生き残り条件や産卵場の形成に影響を与えることが示唆される結果が得られている(渡部, 1982; HARA and WATANABE, 1987)。また、黒潮流路の変動の海域特性としては、マイワシの主産卵場となる日向灘～紀伊水道域では通常接岸型の黒潮流路が卓越するために海洋環境は安定しているが、薩南や熊野灘～伊豆諸島海域では黒潮流軸の変動幅が大きく海洋環境は不安定であるために産卵場の形成は厳しい条件下にあると推定される。

黒潮が接岸型流路を示す時、すなわち直進型(N型)期と潮岬以東海域における大蛇行型(As型)期には、産卵強度は増大し、産卵場は拡大して産卵場の形成は好条件下にあったと推定される。これは、黒潮が接岸型の場合に、水塊の変化を生ずるような黒潮変動が少ないこと、黒潮系水の暖水効果により産卵や低次生物生産を刺激し活発化させること、黒潮前線の小渦流や前線渦による鉛直方向の栄養供給があること、前線の引込み作用により沿岸水を取りこむため水平方向の栄養供給や生物種の散布を惹起することによって黒潮内側の沿岸水が持続的に生成され、沿岸性種による低次生物生産が高まることに起因していると考えられる。

マイワシ資源の増加期における代表的な黒潮流型3型(A・N・C)と産卵場の形成・移行の関係を概括すると、産卵場はA型流路期には拡大・持続、C型流路期には縮小・南偏、N型流路期には拡大・持続・南偏の傾向がみられた。小林(1986)はGEK資料に基づく黒潮の大蛇行期と直進期における流動場の解析結果から、N型期に日向灘と遠州灘に粒子を投入した場合粒子が沿岸域に滞留する確率はA型に比べてそれぞれ1.5倍、5倍と高く、逆に伊豆諸島域に粒子を投入した場合粒子がとどまる確率はA型期の方がN型期に比べて2～3倍高いという結果を得た。このような流路による流系の海域特性は産卵場の形成と移行に深く関係しており、日向灘～紀伊水道海域に主産卵場のあった1968～1975年には概して黒潮流路はN型主体であり、伊豆諸島域に主産卵場のあった1975～1980年にはA型で推移したことは本報の結果を支持しているといえよう。

マイワシの主産卵場と黒潮流型の具体的な関係は次のように説明できると考えられる。

I期(1967～1971)には伊豆諸島を中心とした海域にお

いて黒潮流路の経年変動が大きかった。1970～1971年の黒潮はC型主体に経過し、潮岬以西海域では接岸傾向であったために、黒潮系水の影響を受ける土佐湾を中心とした日向灘～紀伊水道に主産卵場が形成されたものと考えられる。

II期(1972～1975)の黒潮はN型主体に経過し、全域において接岸傾向を示したので、沿岸水帯では小規模な左回りの渦流が形成される条件にあった。また、N型流路時には低次生物生産が高くなる傾向があり(黒田, 1985)、発生初期の生き残り条件がよく、1972年卓越年級群の形成に連動した(KONDO, 1980; 渡部, 1982)。従って、土佐湾を中心とした日向灘～紀伊水道ではI期と同規模の産卵場が形成される一方、潮岬以東海域でも黒潮の接岸により房総沖～伊豆諸島域に産卵場が形成され、年々持続南偏して遠州灘～熊野灘にも拡大したものと考えられる。

III期(1976～1980)の黒潮はA・As型主体に経過し、紀伊水道沖～遠州灘では著しく変動して紀伊半島沖では離岸したのに対して、伊豆諸島域～房総沖及び1976～1979年のAs型の盛期における熊野灘～遠州灘の沿岸域では黒潮がN型期よりも接岸したために黒潮系水の影響が強くなり、平年よりも高温であった(藤本・友定, 1980)。従って、伊豆諸島域の主産卵場を中心に房総沖～熊野灘の沿岸域に広く産卵場が形成された。しかし、1980年にはA型流路はC型に移行し、上記の条件は弱くなったために産卵強度もやや減少した。

IV期(1981～1984)の黒潮は、1981年N型、1982～1983年にA・BとC型、1984年にはC型で経過し、潮岬以東海域、特に伊豆諸島域を中心に大きく変動した。1981年の黒潮は接岸型のため太平洋沿岸域に広く産卵場が形成されたが、1982年以降、土佐湾以東の産卵域は黒潮の離岸に伴って縮小傾向を示し、薩南海域が主産卵場となった。これは、黒潮の接岸する産卵場が日向灘以南に限られたことと潮岬以東海域では黒潮の離岸に伴って水塊配置が変化するなどの海洋環境の不安定さが増したために成魚群が更に南偏する傾向を示したと考えられる。

終わりにあたり、論文の校閲をいただいた東海区水産研究所資源部長佐藤祐二博士と近藤恵一博士に深甚の謝意を表す。更に、終始助言をいただき、図表の作成及び本文の清書に協力をいただいた森慶一(資源部第2研究室長)、田中萩子(技官)、武井照子(嬢)に感謝する。

## 文 献

浅見忠彦(1970) 南西海域における漁況の長期変動に

- ついて。水産海洋研究会報, **16**, 195~202.
- 藤本 実・友定 彰 (1980) 黒潮大蛇行期・非蛇行期からみた本州南東沿岸域の平均水温分布について。東海区水研報, **103**, 17-30.
- 船越茂雄・柳橋茂昭 (1983) 遠州灘沿岸の渥美外海域におけるマイワシ産卵場および産卵期の環境特性。水産海洋研究会報, **44**, 29-43.
- HARA, I. and T. WATANABE (1987) Distribution and survival of Japanese sardine and their relation to the Kuroshio. International North Pacific Fisheries Commission Bulletin, **47**, 265-275.
- 平本紀久雄 (1985) マイワシの生活様式と資源変動。海洋と生物, **7**, 170-182.
- 石田力一・鶴川正雄・有田節子 (1959) マイワシ *Sardinops melanosticta* (T. & S.) の産卵回数について (予報)。北海道区水研報, **20**, 139-144.
- 伊東祐方 (1988) 日本近海における魚類の資源変動に関する考察。水産海洋研究会25周年記念誌, 78-87.
- KAWAI, H. (1969) Statistical estimation of isotherms indicative of the Kuroshio axis. Deep-Sea Res. Supple. to **16**, 109-115.
- 小林雅人 (1986) 卵・稚仔輸送に係わる黒潮流域の流動環境に関する研究。東京大学農学系研究科博士論文, pp. 166.
- KONDO, K. (1980) The recovery of the Japanese sardine—the biological basis of stock-size fluctuations. Rapp. P.-V. Reun. Cons. int. Explor. Mer., **177**, 332-354.
- 近藤恵一 (1987) マイワシの生態と資源。食の科学, **116**, 1-10.
- 小西芳信 (1983) 薩南海域におけるマイワシ卵・仔魚の分布1976~81年。南西海区水研報, **15**, 103-121.
- 黒田一紀 (1985) 本州南方海域におけるマクロプランクトン量の経年変動と黒潮流路。関東・東海ブロック水産海洋連絡会報, **7・8**, 92-100.
- 黒田一紀・齋田義成 (1986) 1984および85年冬季の日本南方海域におけるマイワシの産卵。水産海洋研究会報, **50**, 88-92.
- 黒田一紀 (1986) 潮岬沖黒潮前線付近における魚類プランクトン, 特にマイワシとマサバの卵・仔魚の分布特性。東海区水研報, **119**, 109-122.
- 黒田一紀 (1987a) 日本南方の黒潮周辺海域におけるクロロフィルの分布特性。航水研ノート, 空と海, **9**, 19-29.
- 黒田一紀 (1987b) 日本南方太平洋岸域の黒潮主流域におけるマイワシ成魚の出現。水産海洋研究会報, **51**, 373-376.
- 長田 宏・木谷浩三・渡辺和春 (1986) 1984年4月の山陰沿岸域におけるマイワシ産卵場の海洋特性。水産海洋研究会報, **50**, 298-303.
- NAKAI, Z. (1962) Studies of influences of environmental factors upon fertilization and development of the Japanese sardine eggs—with some reference to the number of their ova. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., **9**, 109-150.
- 二谷頼男 (1969) 最近の黒潮の変動について。水産海洋研究会報, **14**, 13~17.
- 渡部泰輔 (1982) 沿岸回遊性浮魚類の卵・稚仔分布と黒潮。沿岸海洋研究ノート, **19**, 149-162.
- 渡部泰輔 (1987) マイワシ1980年卓越年級群をめぐって。水産海洋研究会報, **51**, 34-39.
- 吉田昭三 (1961) 遠州灘沖冷水塊と黒潮の変動について (その1)。水路要報 (水路部創立90周年記念号), 54-57.