

水産海洋研究座談会

まき網漁業とマイワシ資源

共催 水産海洋研究会
銚子市
三浜旋網漁業船主会
千葉県水産試験場
茨城県水産試験場

日 時: 昭和59年 8月31日(金) 13:00~17:00
会 場: 銚子市 犬吠ホテル (銚子市国民宿舎)
コンビーナー: 田 中 昌 一 (東京大学海洋研究所)
安 田 昭 (千葉県水産試験場)
久 保 雄 一 (茨城県水産試験場)
挨拶: 辻 田 時 美 (水産海洋研究会会長)
石 毛 一 司 (銚子市第一助役)
伊 東 平 一 郎 (三浜旋網漁業船主会会長)

趣旨説明 田 中 昌 一 (東京大学海洋研究所)

話題および話題提供者

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1. 常磐~房総海域のマイワシ資源 | 平 本 紀久雄 (千葉県水産試験場) |
| 2. マイワシの群れ行動 | 高 瀬 英 臣 (茨城県水産試験場) |
| 3. 近年の漁海況の特徴と動向 | 為 石 日出生 (漁業情報サービスセンター) |
| 4. 昭和10年代の豊漁末期にみられた環境要因 | 友 定 彰 (東海区水産研究所) |
| 5. マイワシ資源の将来見通しと環境 | 近 藤 恵 一 (東海区水産研究所) |

座 談 座 長 安 田 昭 (千葉県水産試験場)
久 保 雄 一 (茨城県水産試験場)

趣旨説明

記録的な豊漁が続いているマイワシ資源の諸問題について、本研究会では、すでに新春放談会で「史上最高の漁獲量をもたらしたマイワシ資源の行く末と環境」と題してとりあげ、討論を行った(会報第46号参照)。

本座談会は、先きに行なわれた放談会における論議を契機として、当面関係各方面から重大な関心が寄せられ

ている資源の動向をめぐって、水産海洋研究者とイワシまき網漁業者との討論・交流を目的に企画された。マイワシ資源を中心とした浮魚資源の変動機構の問題については、さらに、本格的なシンポジウムを行っていき必要があり、本座談会を、その礎石の一つとして考えていきたい。

田中昌一 (東京大学海洋研究所)

1. 常磐～房総海域のマイワシ資源

平本 紀久雄 (千葉県水産試験場)

1. はじめに

マイワシ資源は長期変動を繰り返すことで知られ、その間隔は数10年～100年に及んでいる。また世界的にもマイワシ属はほぼ同時性をもつ長期変動を繰り返している(CUSHING, 1982; 川崎, 1982)。

筆者は近世以降わが国第一のイワシ漁場を維持している房総半島の年代ごとのイワシの豊凶の事蹟や近代以降のイワシ漁獲量を整理してその長期変動の事実を明らかにし、加えて千葉県産杉の古木に刻まれている気候変動との関連を考察した。また、最近9か年間のマイワシの発育初期の相対資源量・漁獲量などを年級群別に整理した。さらに、常磐～房総海域に來遊するマイワシの最近20数年間の年代別資源構造の解析を試みた。

2. 資料と方法

江戸時代の漁獲量、豊凶事例を示す資料は菊地(1958)、横須賀史学研究会(1966)、福与(1947)、銚子市(1983)、九十九里町漁業協同組合資料(未発表)などに負っている。また、杉の標本は東京大学千葉演習林所蔵の清澄二番杉(推定樹令370年, 1954年伐倒)、内浦山県民の森所蔵の香取神宮寄贈大杉(樹令349年, 1970年頃伐倒?)および清和県民の森所蔵の山武杉(推定樹令200年, 1974-1975年頃伐倒)、合計3本の年輪幅を5年単位にまとめて計測した。

1975～1983年の9か年間のマイワシ資源の構造解析について利用した資料は、東海区海域(千葉県～三重県沿

岸)の産卵数は東海区水産研究所、静岡県下のマシラス漁獲量は静岡県水産試験場、道東沖の小羽イワシ漁獲尾数は道立釧路水産試験場および常磐～房総海域の未成魚・越冬群(小中羽イワシ)の資源量指数は千葉県水産試験場が、それぞれ解析したものである。

3. 漁獲量はどのように変動しているか

(1) 近世の豊凶 江戸時代の九十九里浜におけるイワシ漁は長期的な豊凶を繰り返し、近世以降5回の豊漁期・不漁期が存在している(菊地, 1958)。豊漁期の持続期間は12～48年(平均27年)、不漁期の持続期間は14～90年(平均40年)にそれぞれ及んでいる(表1)。

また、銚子におけるイワシ豊凶の記録は九十九里浜ほど詳しくはないが、福与(1947)の著書からその概要を推定すると、近世以降1644～1661年, 1692～1716年, 1787～1854年, 1864年および1929～1939年にそれぞれ豊漁期が存在し、1755～1767年および1884～1891年に大不漁期が存在したことが伺える。

さらに、東浦賀問屋扱いによる安房・上総・下総三か国の干鯛およびメダカ生産量は1794～1798年に増加したが、1804～1808年には減少し、1810～1812年と1828～1835年には極端に少なかったが、1839～1849年にはふたたび増加している(横須賀史学研究会, 1966)。

(2) 近代(明治)以降の漁獲量変動 1907～1983年の銚子(1933年以前は海上郡)におけるイワシ水揚量は1907～1931年にはきわめて低水準であったが、銚子港が完成

表1 九十九里浜におけるイワシ漁業の豊凶期間(菊地, 1958)

| 回数 | 豊凶 | 期 | 間 | 年数 |
|----|-----|--------------|-------------|----|
| 第1 | 豊漁期 | 寛永15年(1638)～ | 万治3年(1660) | 23 |
| | 不漁期 | 寛文元年(1661)～ | 延宝5年(1677) | 17 |
| 第2 | 豊漁期 | 延宝6年(1678)～ | 享保10年(1725) | 48 |
| | 不漁期 | 享保11年(1726)～ | 文化12年(1815) | 90 |
| 第3 | 豊漁期 | 文化13年(1816)～ | 天保14年(1843) | 28 |
| | 不漁期 | 弘化元年(1844)～ | 安政4年(1857) | 14 |
| 第4 | 豊漁期 | 安政5年(1858)～ | 明治15年(1882) | 25 |
| | 不漁期 | 明治16年(1883)～ | 昭和2年(1927) | 45 |
| 第5 | 豊漁期 | 昭和3年(1928)～ | 昭和14年(1939) | 12 |
| | 不漁期 | 昭和15年(1940)～ | 昭和47年(1972) | 33 |

した1933年以降急増し、1941年まで年間4万トン以上であった。この間の最高は1936年の15.5万トンであった。しかし、1942~1972年には減少し、ほぼ5万トン以下であった。とくに、第二次大戦後の1947~1950年には最低で、1~5千トン程度に留まっていた。さらに、1973年以降急増し、1973~1976年には10万トン台、1977~1980年には20万トン台、1981~1983年には40~50万トン台の史上最高を示し、現在も最高水準を維持している(図1)。

また、1894~1983年の九十九里浜におけるイワシ水揚量は図2に示すとおり、1894~1900年にはほぼ1万トンを上まわっていたが、その後減少し、1901~1911年には1905年(1.3万トン余)を除き1万トン以下の不漁であった。なかでも、1902~1904年の3年間は2千トンを下まわる凶漁であった。その後、1912年以降漸増し、さらに1928~1936年に急増した。その間の最高は1933年の

6万トンであった。しかし、第二次大戦後の1946~1968年にはふたたび低迷していたが、1970年以降増加に転じ、その間1981年には6.3万トンに達し、現在も高水準を維持している。

(3) 杉の古木の年輪幅に刻まれる気候変動とイワシの豊凶との関連 上記のようなイワシ漁獲量ないしは漁況変動を引き起す要因について多方面から検討が加えられているが、正直なところ納得できるものはない。ここではCUSHING(1982)がノルウェー産タラと松の年輪幅との関係を解析したことにならって、杉の年輪幅とイワシの豊凶(主としてマイワシの増減)との関連を検討した。すなわち、杉の年輪幅の大小が、即気象の暖寒と正相関を示す(高橋, 1979)ことを前提にして論議を進める。

図3は千葉県内各地の公的機関の展示室に飾られている杉の古木3本のそれぞれの5年単位の年輪幅を示した

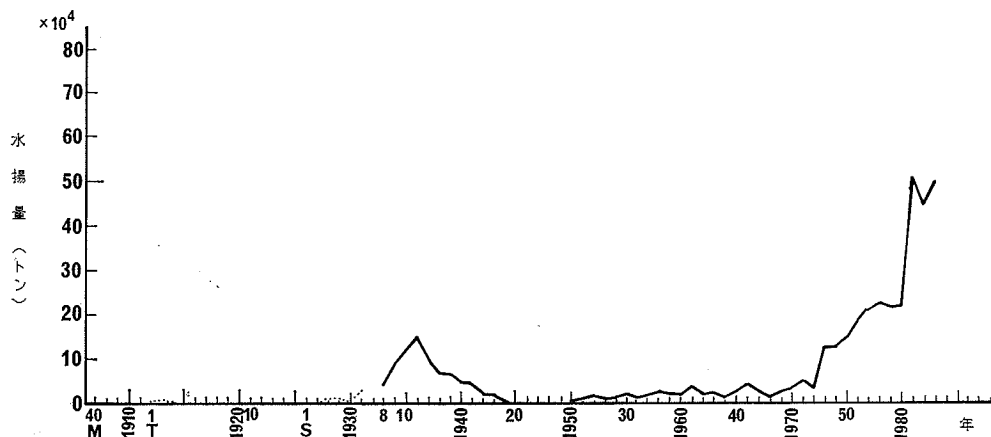


図1 銚子港におけるイワシ類水揚量の経年変化, 1907~1983年
点線: 海上郡, 太線: 銚子港

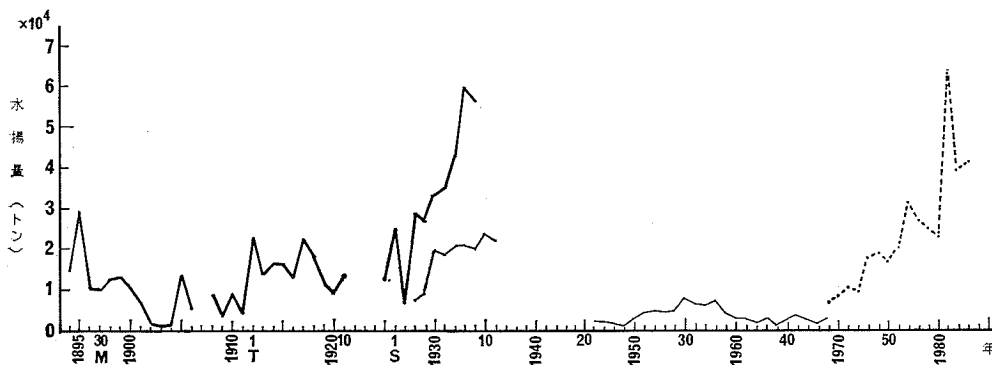


図2 九十九里浜におけるイワシ類水揚量の経年変化, 1894~1983年(九十九里漁協資料)
太線: 九十九里浜全体, 細線: 片貝, 点線: 九十九里港

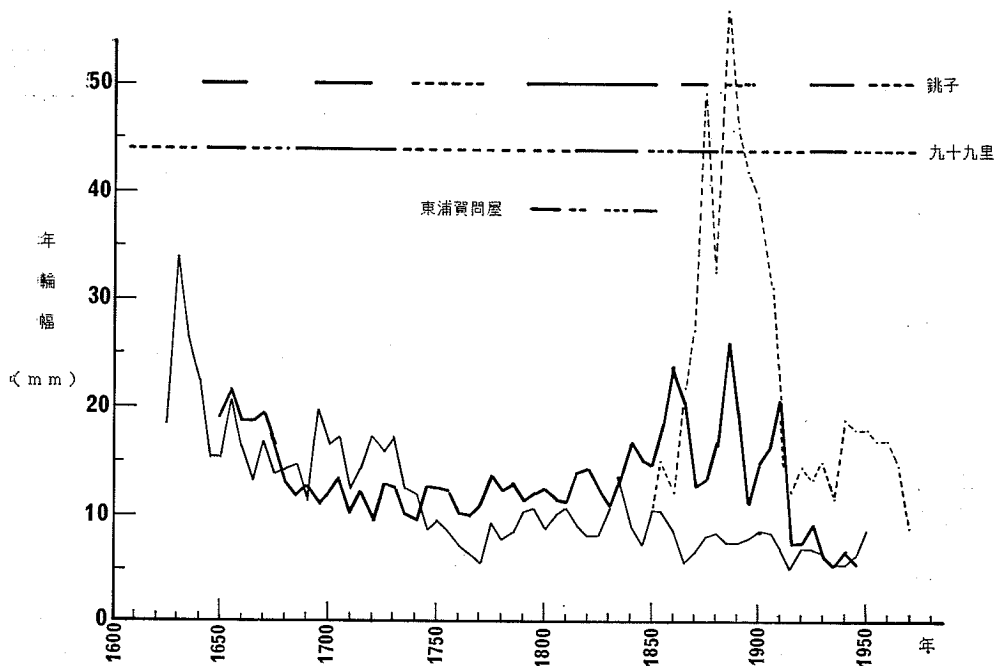


図3 千葉県産杉の年輪幅の年代別変化，年輪幅は5年単位の合計で表わす
折れ線グラフ 太線：清澄二番杉（推定樹令370年），細線：内浦山県民の森所蔵香取神宮杉（樹令349年），破線：清和県民の森所蔵山武杉（樹令約200年）
上方の横線 太線：豊漁期，太破線：凶漁期

ものである。それによると，年輪幅は1645年では広いが，1645年以降次第に狭くなり，1770年頃最狭となった。1775～1860年には引き続き狭い状態であったが，1865～1905年には個体差が大きいもの，概して広くなり，しかも変動幅が大きい。その後，1915～1940年には急激に狭くなったが，1940～1965年にはふたたび広がっている。

このことから近世以降の気候は，江戸時代初期（～1645年）には温暖であったが，1645年以降次第に寒冷化し，18世紀半ばにはとりわけ寒冷となった。その後，江戸時代末期まではおおむね寒冷であったが，明治時代には温暖になった。ところが，今世紀当初からふたたび寒冷化し，1910～1940年間の30年間はとくに寒冷であった。また第二次大戦後の1945～1970年の間はおおむね温暖であった。

このような杉の年輪幅の変動とイワシ漁獲量変動とを重ね合わせてみると（図3），イワシ漁獲量ないし漁況は年輪幅が極端に狭い1780～1800年を除き，概して年輪幅の狭い寒冷年代にイワシの豊漁期が存在している。したがって，寒冷化した1970年代以降現在まで，マイワシ

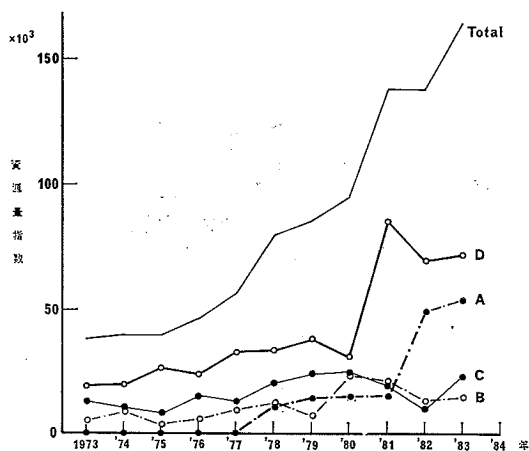


図4 三陸～房総海域におけるマイワシの年別・海区別資源量指数の比較，1973～1983年
A：三陸海域，B：仙台湾～常磐北部海域，C：常磐南部～鹿島灘海域，D：房総海域

シの豊漁期が持続していることも例外ではない。

(4) 現在の豊漁期におけるマイワシ資源量指数の経年変動 1973年以降現在まで，マイワシは全国的に資源量

表 2 マイワシ太平洋系群の資源量水準の経年変化

| 年 項目 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|-------|
| 産卵数 (粒) | ($\times 10^{12}$) 210 | 271 | 318 | 578 | 248 | 154 | 150 | 57 | 113 | 100< |
| マシラス漁獲量 (トン) | 500 | 750 | 1,850 | 1,650 | 1,150 | 3,600 | 1,400 | 1,930 | 1,410 | 3,000 |
| 道東の小羽 (漁獲尾数) | — | ($\times 10^6$) 23 | 58 | — | 82 | 535 | 135 | 126 | 150 | |
| 常磐・房総の小 中羽 (越冬群) の資源量指数 | 9,598 (12) | 9,106 (11) | 18,720 (23) | 14,894 (18) | 12,853 (16) | 81,879 (100) | 32,574 (40) | 6,740 (8) | 48,703 (59) | (80) |

水準が急激に高くなったが、三陸～房総海域においてもその傾向は例外ではない。すなわち、図 4 に示すように、同海域におけるマイワシの資源量指数は全体では 1973～1983 年のあいだ年々増加している。海域別には、房総海域 (D 区) では全般に他の海域よりも高いものの、1973～1980 年にはやや低水準であったが、1981 年にもっとも高くなり、その後も高水準にある。三陸海域 (A 区) では 1973～1977 年には極端に低調であったが、1978～1980 年にやや増加し、1982～1983 年に急増し、房総海域に次ぐ来遊量を示している。

一方、仙台湾～常磐北部海域 (B 区) と常磐南部～鹿島灘海域 (C 区) は全般に房総海域よりも低水準であり、1981 年以降はむしろ減少気味で三陸海域を大幅に下まわっている。

したがって、三陸～房総海域では南北両端の三陸および房総海域では 1981 年以降増加傾向にあるが、中間の仙台湾～鹿島灘海域では停滞気味であり、マイワシ内部の系群構造ないしは生態構造の変化が考えられる。

表 2 には、1975～1983 年のマイワシ太平洋系群の発育初期の発育段階別出現量・漁獲量の経年変化を示した。この表から、各年級群の資源量水準の推移を伺うことができる。さらに、図 5 には、常磐南部～房総海域に冬春季出現するマイワシ未成魚・越冬群 (小中羽イワシ) の資源量指数の経年変動を示した。これによると図 5 中の矢印で示すように、1972 年、1974 年、1977 年および 1980 年にそれぞれ卓越年級群が存在している。また、未成魚・越冬群の資源量指数は 1972～1973 年を除いて、卓越年級群が現われた年に急激に増加し、その翌年ないし翌々年には次第に低下するが、おおむねある程度の高水準を維持している。

また、1 つの卓越年級群が現われてから次の卓越年級群が現われるまでの間隔は 1972 年以後では 1 年おき、

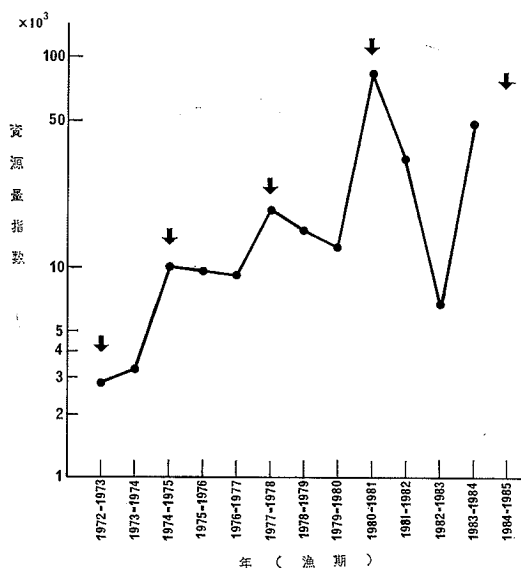


図 5 常磐南部～房総海域におけるマイワシ未成魚・越冬群の資源量指数の経年変動、1972～1973～1983～1984 年漁期、矢印は卓越年級群の出現を示す

1974 年および 1977 年以後には 2 年おきとなり、さらに 1980 年以後には 3 年おきになり、その間隔は次第に長くなっている。このことは後述するように親魚の成熟年齢の遅速と密接な関係があることを指摘しておく。

4. マイワシ太平洋系群の構造——資源の増減によってどう変化したか——

資源量水準の高低によってマイワシの分布域が拡大・縮小し、成熟年齢の遅速がみられることは、よく知られた事実である。筆者は 1960～1977 年における常磐～房総海域を生活の場としているマイワシ太平洋系群には、早熟かつ小回遊型のグループと、晩熟かつ大回遊型のグループの 2 つの生活型が存在することを指摘した (平

表3 マイワシ太平洋系群における資源量水準の変化にともなう生態的分化とその特徴

| 漁獲量・資源量水準 | 漁期(年) | 主産卵場 | 分布 | 回遊型 | 成熟するまでに要する年令 | 越冬群の存在とその年令構成 |
|------------|------------------------|-----------------|--------------------|-----|--------------|---------------|
| 不漁(少) | 1965~1972 | 関東近海 | 東海区~仙台湾 | 小回遊 | 1年 | なし |
| 中漁(やや多い) | 1960~1962 1972~1980 | 関東近海 遠州灘~房総沖 | 房総~三陸沖 熊野灘~南千島沖 | 大回遊 | 2年 | なし 1年魚主体 |
| 豊漁(きわめて多い) | 1980~現在 | 薩南沖~日向灘 | 薩南~南千島沖 | 大回遊 | 3年 | 2~3年魚 |

本, 1981)。

しかし、近年、年々マイワシ資源が増加していくなかで、従来の上記2つの生活型ではその生活様式が説明できない段階にきているように思う。そこで、いままでの知見を基に表3に示すようなマイワシの3つの生活型の区分を提案したい。生活型を区分する根拠は次に示す基準に基づいている。すなわち、漁獲量および資源量指数・主産卵場・分布・回遊型・成熟年齢・越冬群の存在の有無とその年齢構成などである。

マイワシ資源がきわめて少なかった1965~1972年には、関東近海を主産卵場とし、分布域は東海~東北南部海域に限られ、成熟年齢1年の小回遊型で占められていたが、比較的資源量が増大した1960~1962年および1972~1980年には分布域は東海~東北あるいは道東・南千島海域に広がり、成熟年齢2年の大回遊型が主体となり、さらに、1980年以降現在では資源量はさらに増大し、主産卵場は薩南~日向灘に移り、生活領域は薩南~南千島海域に拡大し、成熟年齢は3年を要する超大回遊型が主体を占め、小回遊型の存在は相対的に少なくなっている(しかし、小回遊型が消滅したことを意味していない)。

1980年級群以降のマイワシが成熟年齢に達するまでに3年を要する現象については、発育過程における栄養と成熟の関係が明らかになっていないが、マイワシ資源量の水準がほぼ第二次大戦前の豊漁期(1928~1940年頃)の水準に近づいたことを示唆しているものと考えられよう。また、マイワシの発育は主として仔魚期から未成魚期の間の栄養に依存していることは明らかであるから(平本, 1981)、今後各年級群ごとの発育初期の摂餌の量と質を比較検討していく必要があろう。

筆者は、1972~1984年の間にマイワシ太平洋系群に卓越年級群が順次現われている必然性を次のように考えて

いる。すなわち、マイワシの資源量水準がそれほど高くなかった1974年には1972年級群がⅡ年魚の初産卵時(1974年春季)に次の卓越年級群を生みだしたが、資源量が増大した1974年級群と1977年級群は良質の卵を生む2度目の産卵に当るⅢ年魚の年にそれぞれ次の卓越年級群(1977年級群および1980年級群)を生みだしている。さらに、1980年級群は初産卵のⅢ年魚の時点では卓越年級群を生みださなかったが、前者と同様に2度目の産卵時に当るⅣ年魚の時点で卓越年級群(1984年級群)を生みだした模様である。

5. おわりに

ここでは現在豊漁が続いているマイワシ資源の動向を予測するために進めている研究の一端を紹介した。

おわりに、調査に協力された東京大学千葉演習林、清和県民の森および内浦山県民の森の職員の方々にお礼を上げる。

文 献

- 銚子市(1983) 続銚子市史 III. 昭和後期. ぎょうせい, 東京, 1050 pp.
- CUSHING, D.H. (1982) Climate and Fisheries. Academic Press, London, 373 pp.
- 福与多喜千(1947) 銚子の鰯漁業記. 産業印刷, 東京, 252 pp.
- 平本紀久雄(1981) マイワシ太平洋系群の房総およびその周辺海域における発育と生活に関する研究. 千葉水試研報, 39, 1-127.
- 川崎 健(1982) 浮魚資源. 新水産学全集, 9, 恒星社厚生閣, 東京, 327 pp.
- 菊地利夫(1958) 九十九里浜イワシ漁業の豊凶交替と新田・納屋集落の成立との関係. 新地理, 内田寛一先生古稀記念号, 84-92.
- 高橋宏明(1979) 年輪の証明. 地産出版, 東京, 172 pp.
- 横須賀史学研究会(1966) 東浦賀干鰯問屋関係史料. たたら書房, 米子, 106 pp.

2. マイワシの群れ行動

高瀬 英 臣 (茨城県水産試験場)

マイワシ資源をより効率的に利用する手だてとして、漁況の短期予報技術の開発が進められている(高橋, 1983)。ここでは短期予報技術開発の基礎資料として常磐南部～犬吠埼周辺海域に來遊したマイワシの遊泳層と鉛直方向における水塊配置の関係について検討したので報告する。

1. 群れの遊泳層と厚さ

魚探船によって得られた、マイワシの分布海域における魚群の影像記録について、その群れの形状の観察結果と周囲で操業したまき網船の漁獲物に関する情報から、影像の魚種(マイワシ)と体長(銘柄)を推測し、マイワシとみなされた影像について発育段階、生活年周期別に群れの中心の水深、及び群れの厚さの平均を求めた(表1)。ここでいう「群れ」とは魚探の記録紙上で塊状の影像として得られる魚の集合(高瀬, 1983)をさしている。成魚南下群の影像は比較的深層に中心をもち厚さは比較的小さい傾向にあるが、産卵期になると影像の中心は浅層に移り、厚さの平均は南下群とほぼ等しい値を示した。

未成魚南下群の影像も成魚南下群と同じく比較的深層に中心をもち厚さは大きい。また未成魚越冬群の影像は未成魚南下群よりも中心がかなり浅くなり厚さもわずかに小さくなる。一方、未成魚北上群の影像では、分布の中心はかなり浅くなるとともに厚さも若干小さくなり、群れ全体がまとまった形をとる傾向がみられた。

次に、まき網船の操業日誌に記録された、漁場におけるマイワシの影像の中心の水深と厚さを、発育段階、生

活年周期毎に求め表2に示した。表2によると成魚では索餌南下群および産卵準備群の影像は、得られた記録のうちで最も深い28~45mに中心をもち、産卵準備群ではやや浅い傾向がみられる。ついで産卵群22m、索餌北上群12~17mの順に、それぞれの影像の中心は浅くなる傾向がみられた。群れの厚さの平均についても成魚南下群が最も大きい21~35m、ついで産卵準備群17~24m、産卵群13~15mの順に小さくなっている。

また未成魚では南下群の影像が最も深く、25~26mに中心をもち、越冬群と北上群は20~24m付近に影像の中心が現われ南下群よりもやや浅くなる傾向がみられる。

このうち51~52年に來遊した未成魚には同じ時期に体長の小さい13~15cmの群れと体長の大きい15~17.5cmの群れがみられたが、これら両群の間には遊泳層の差はみられなかった。

以上のように、発育段階、生活年周期による魚群影像の分布状態の変遷について、魚探船で得られた結果と、まき網当業船が漁場水域で観察した結果とを比較すると、両者には数値の違いはあっても傾向的には相似性があるとみてよいであろう。

魚群が分布する水域の地形や水塊分布等によって、群れの分布水深や厚さなどは変動すると思われるが、以上のことは発育段階及び生活年周期に応じた魚群分布の基本型が存在することを示唆するものと考えられる。

2. 水温分布と群れの遊泳層の関係

従来の研究では、魚群の水平分布という面からマイワ

表1 魚探影像によるマイワシ「群れ」の中心の水深と厚さの発育段階・生活年周期に伴う変動

| 発育段階, 生活年周期 | 影像の中心 | | 厚さ | | 備 考 |
|-------------|-------|------|-----|------|--------------------------|
| | 平均m | 標準偏差 | 平均m | 標準偏差 | |
| 未成魚 北上 (大型) | 27 | 17 | 14 | 9 | 51年9月現在 12~14cm |
| " 南下 (大型) | 41 | 14 | 19 | 11 | 51年12月 " 14~17cm |
| " 越冬 (大型) | 34 | 13 | 17 | 10 | 52年1月 " 15~17.5cm |
| " 越冬 (小型) | 37 | 11 | 18 | 11 | 52年1月 " 13~15.5cm |
| 成 魚 南下 (1) | 63 | 8 | 12 | 7 | |
| " " (2) | 10 | 1 | 9 | 2 | (2) は一部未成魚が混入したものと考えられる。 |
| " 産卵 | 23 | 7 | 13 | 13 | |

表2 まき網操業日誌によるマイワシ「群れ」の中心の水深と厚さの発育段階・生活年周期に伴う変動

| 年 | 発育段階, 生活年周期 | 群れ中心の位置(水深) m | 群れの厚さ m | 備 | 考 |
|----|-------------|---------------|---------|----------|------------|
| 48 | 未成魚 北 上 | — | — | | |
| | " 南 下 | — | — | | |
| | " 越 冬 | 20 | 27 | | |
| | 成 魚 南 下 | 45 | 35 | | |
| | " 産卵準備 | — | — | | |
| | " 産 卵 | — | — | | |
| | " 北 上 | 12 | 11 | | |
| 49 | 未成魚 北 上 | — | — | | |
| | " 南 下 | 26 | 21 | | |
| | " 越 冬 | — | — | | |
| | 成 魚 南 下 | 39 | 30 | | |
| | " 産卵準備 | 33 | 24 | | |
| | " 産 卵 | 22 | 13 | | |
| | " 北 上 | 13 | 10 | | |
| 50 | 未成魚 北 上 | — | — | | |
| | " 南 下 | — | — | | |
| | " 越 冬 | 24 | 18 | | |
| | 成 魚 南 下 | 35 | 24 | | |
| | " 産卵準備 | 33 | 17 | | |
| | " 産 卵 | — | — | | |
| | " 北 上 | 12 | 11 | | |
| 51 | 未成魚 北上(大型) | 20 | 20 | 51年9月現在 | 12~14 cm |
| | " 南下(大型) | 25 | 16 | 51年12月現在 | 12~14 cm |
| | " 越 冬 | 24 | 15 | | |
| | 成 魚 南 下 | 28 | 21 | | |
| | " 産卵準備 | — | — | | |
| | " 産 卵 | — | — | | |
| | " 北 上 | 17 | 13 | | |
| 52 | 未成魚 北 上 | — | — | | |
| | " 南 下 | — | — | | |
| | " 越冬(大型) | 19 | 12 | 52年1月 | 15~17.5 cm |
| | " 越冬(小型) | 23 | 16 | 52年1月 | 13~15.5 cm |
| | 成 魚 南 下 | — | — | | |
| | " 産卵準備 | — | — | | |
| | " 産 卵 | 18 | 15 | | |
| | " 北 上 | 17 | 12 | | |

シ分布と環境の関係が考察されてきているが、魚群の鉛直方向の分布が環境条件とどのように結びついて決定されているかについてはあまり明らかにされていない。

ここでは調査海域で観測された水温の鉛直分布と魚探影像の分布とを比較検討した。図1にみられるように成魚南下群と産卵群は16°C前後の水温帯に沿って分布しているが、適温と考えられる水塊に様に分布しているわけではなく、ある限定空間の中に偏った分布をしていることがわかる。

また未成魚の場合には、従来表面水温を指標として言われていたように、水平的には10°C以上の水温域に広く分布する傾向を示すが、群れの鉛直的分布からみると、水温の鉛直分布に一様性がみられる場合でも、群れの分布にはある空間的限界のあることを示している。

この報告では魚群の分布様式にかかわる環境条件として水温分布をとりあげた。水温条件は魚の生理的適応と密接な関係をもつ重要な要素であるが、ある適応可能な温度範囲の中では、むしろ、発育段階と生活年周期の段

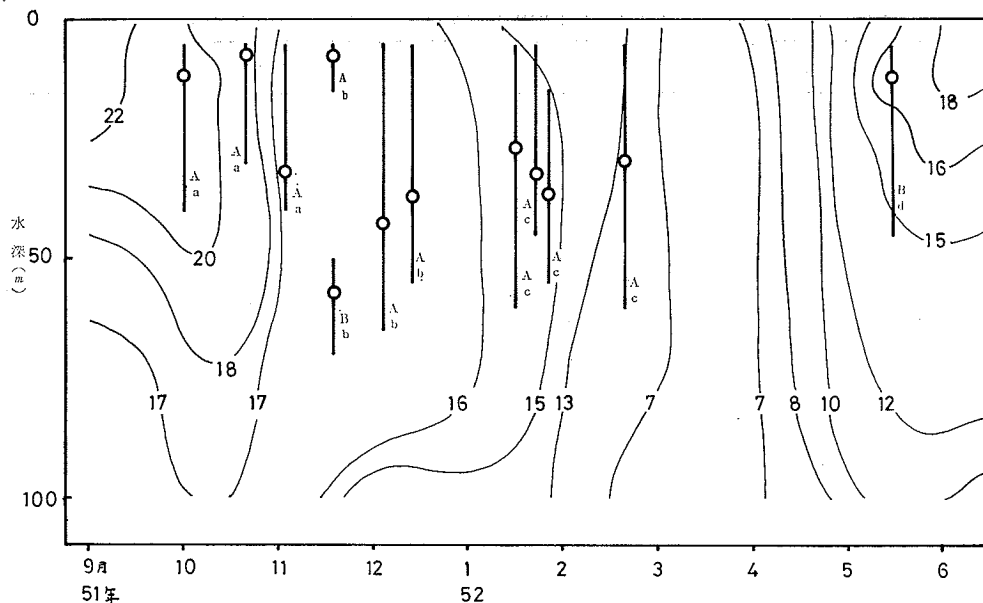


図1 水温イソプレットと魚探影像の分布 白丸は影像中心の位置，縦線はその分布の範囲を示す
A: 未成魚 B: 成魚 a: 索餌北上群 b: 索餌南下群 c: 越冬群 d: 産卵群

階によって変化する魚の要求が，群れ形成を決定する基本的な要素であると考えられる。

今回は，主として魚探によって記録された魚群反応の影像分布によって，マイワシの群れの分布状態を整理しようとしたが，魚群形状の判別，发育段階との対応などに関してはかなり不明瞭な問題が残された。この点については更に実証的な技術の開発と調査の効果的な方法を考える必要がある。

また，群れの形成や分布形態の日周変化，群れ行動と

流動，透明度あるいは餌生物の分布との関係など，いずれも魚の发育段階・生活年周期別に検討すべき課題が多く残されている。

文 献

高橋英雄 (1983) 短期漁況予測手法開発試験の現状. 日本水産学会漁業懇話会報, 20, 25-30.
高瀬英臣 (1983) マイワシの短期漁況予測手法開発試験について. 日本水産学会漁業懇話会報, 20, 31-42.

3. 近年の漁海況の特徴と動向

為 石 日 出 生 (漁業情報サービスセンター)

過去70年間にわたるマイワシの漁獲量の経年変化の傾向はおおむね単調である。その中で大きな資源の増大期は1936年(極東水域で270万トン)と1983年(同じく350万トン)の2回である。このような際立った変動は，計り知れない自然的要因による大きく，ゆっくりとした変化によってもたらされると考えられる。

すなわち，マイワシ資源の変動は近年の漁海況変動のみでは説明のつかないことが多く，その特徴を明確にす

るためにも，長期的に働く自然要因を探る必要がある。そのため，今回はマイワシ資源の動向を地球的規模で考えるとともに，衛星画像を利用した即応性のある短期的漁場形成予知と近年の道東マイワシ漁況の特徴について述べる。

1. 地球の自転速度とマイワシ資源の長期変動

地球の自転速度の不規則変動について，岩手県水沢市にある気象庁緯度観測所で得られた永年の記録をもと

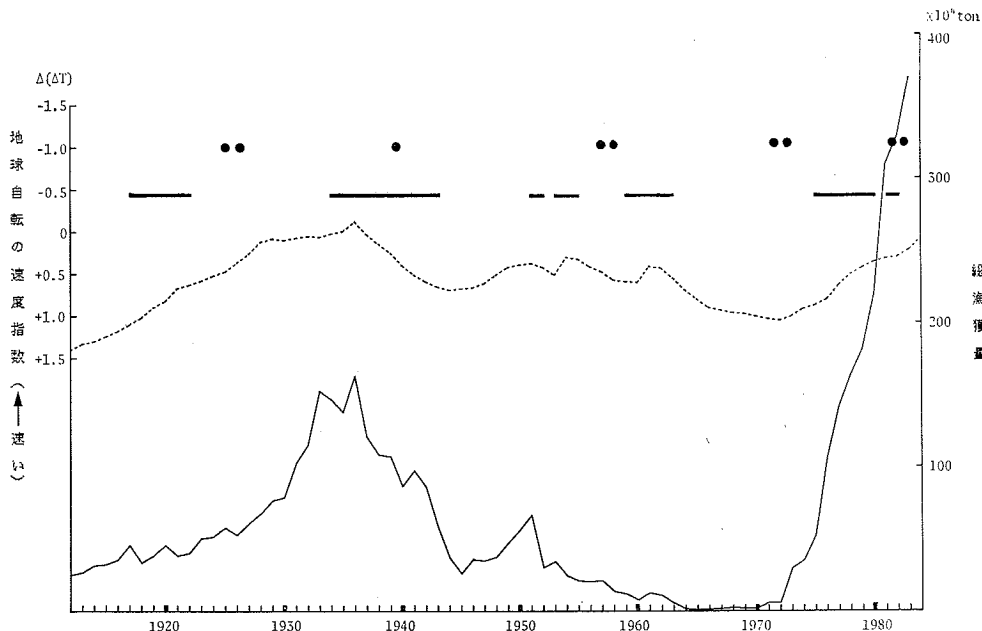


図1 マイワシ総漁獲量の長期変動と諸要因
 黒丸：強いエルニーニョ，太線：遠州灘沖大型冷水塊，
 破線：地球自転速度の経年変化，細線：マイワシ総漁獲量の経年変化

に、その経年変化（なお、地球の自転速度は1年で 10^{-8} 秒のオーダーで変化する）を日本近海のマイワシ漁獲量変動と対応させてみると傾向的に、かなり類似している（図1）。自転の速かった1930～1940年は、マイワシの漁獲量も1936年に160万トン（極東水域全体で270万トン）と高水準で経過した。さらに、カリフォルニアマイワシも60万トンという最高水準を示している。続いて、1950～1955年にも自転速度は一時的に高まったが、この時も、日本近海マイワシならびにカリフォルニアマイワシともに一時的な漁獲量の増加をみている。

最近では、1972年以降急速に自転速度が速くなっており、このことも1975年以降のマイワシ資源の激増と一致している。

2. 地球自転速度と遠州灘沖大型冷水塊の発生

冷水塊が形成されている時期と地球自転速度の変化についてみると（図1）、1934～1944年の10年間、1951～1952年の1年間、1953～1955年の2年間、1959～1963年の4年間の合計4回は自転速度が速くなるピークの年とよく対応している。また、1917～1922年の5年間、1975～1980年の5年間、1981～1984年の3年間のそれぞれは自転速度の急激な加速期に一致している。

すなわち、地球の自転速度が急激に加速される時期や

速度のもっとも速いピーク期は、遠州灘沖冷水塊が発生しやすい状態といえようである。最近の例では、1972年以降急速に自転速度が速くなり、1984年にいたるまでその加速傾向は持続されている。一方、この期間大型冷水塊は1981年を除いて、すべての年に形成されている。

このことはマイワシ資源の増加とも一致し、大型冷水塊の存在自体はマイワシ資源にとってプラスに作用している可能性があるといえる。しかし、1934～1944年の例にみられるように10年間もの長期にわたって冷水塊が存続した場合、その後、マイワシ資源の減少をもたらす結果となっている。なお1943～1951年、1963～1975年の両期間には自転速度も遅く、大型冷水塊も発生せず、マイワシ資源は減少している。この現象は、とくに後者の時代に著しく、年間マイワシ漁獲量9,000トンという大不漁を記録した。

3. 地球自転速度とエル・ニーニョ現象

強いエル・ニーニョの発生は1972～1982年の10年を例外として、ほぼ15～16年周期でみられている。エル・ニーニョが発生した1941、1957、1972年は地球自転速度の遅い時期に当たっている。とくに、1972年は近年では最低の速度を示している（図1）。

さらに、1982年10月に1967年以降では最大規模といわ

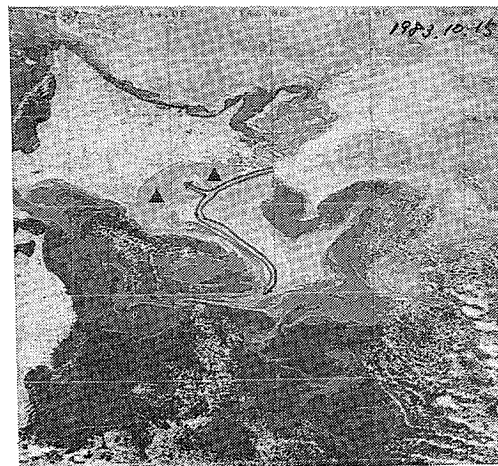
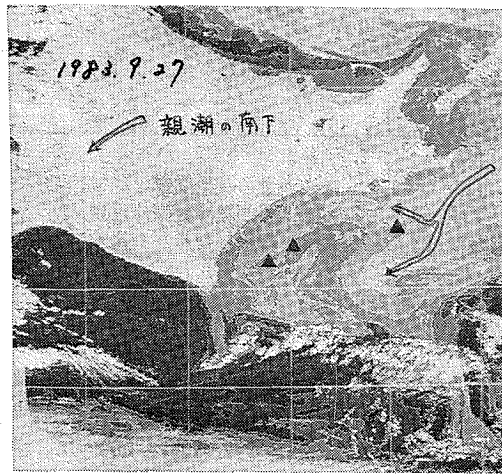
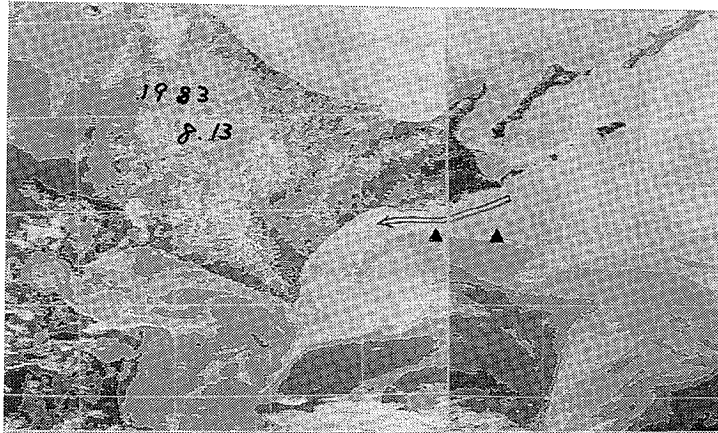


図2 NOAA 衛星画像とマイワシ漁場の同時対応 (1983年8~10月)
黒三角: マイワシ漁場, 矢印: 親潮の南下

れるエル・ニーニョが発生すると同時に、自転速度の加速は一時停滞した。

このエル・ニーニョ現象とマイワシ資源の増減との関係について、ここではとくに目立った対応関係は認められない。

4. マイワシ漁場と衛星画像との同時対応

(1) NOAA 衛星画像との対応 一般に漁場と海洋環境を同時に把握することによって、始めて漁場を形成している条件がわかり、短期予測をするうえで重要な要素を提供する。とくに、短期予報事業を確立するためには、漁場が形成されたその時の中小規模の時空間スケールにおける環境要因を把握する必要がある。漁獲のあったそ

の瞬間の 100 km スケールの温度環境を常時観測するためには、1.1 km の距離分解能を持つ NOAA 衛星が最適であり、これを船舶で観測しようとする約10,000隻の船が同時観測しなければならず不可能である。マイワシ群が沖合の釧路沖暖水塊から派生した暖水舌の北端部に沿って北上接岸（8月～9月）し、大陸棚上の沿岸水内に組み込まれていく（10月）過程を図2に示した。このことは、長澤（1984）のいう「道東海域の海洋構造とマイワシ漁場とは、漁期はじめの沖合漁場が黒潮系北上暖水に、漁期半ば～後半の沿岸漁場が大陸棚上の沿岸水と対応していた」という見解と一致しており、衛星画像によって裏付けられたものである。

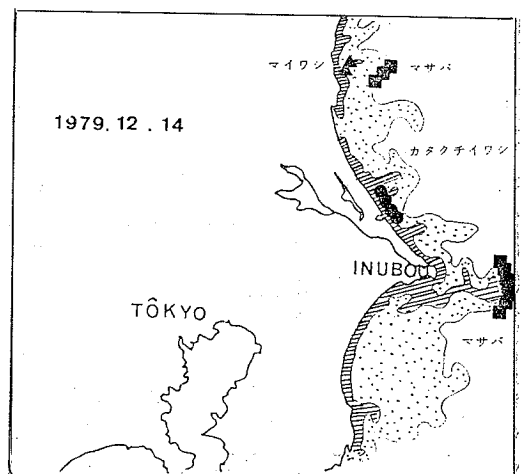
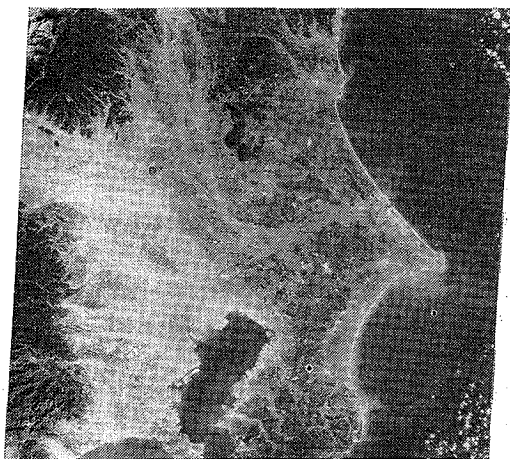
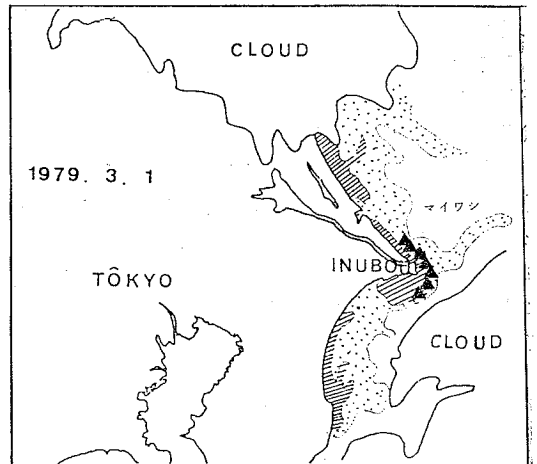
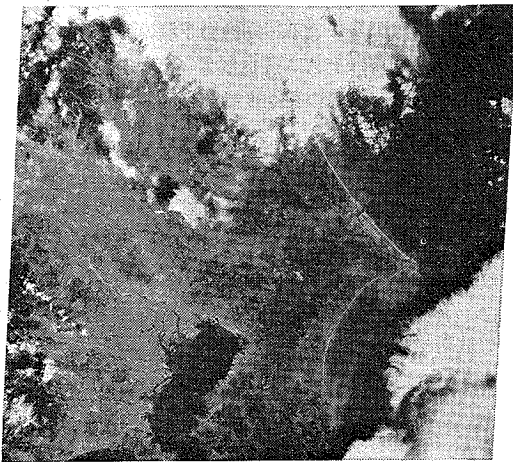


図3 ランドサット水色画像とマイワシ漁場の同時対応（1979年3月・12月）右図の斜線および点は濁度の程度、黒三角はマイワシ、黒四角はマサバ、黒丸はカタクチイワシ漁場を示す。

すなわち、年によって時期的な変動はあるが、漁場は7～9月は沖合暖水塊から派生する黒潮系暖水舌と親潮系水とによって形成される潮境部分の暖水側に形成され、10月以降は比較的暖かい宗谷暖流系沿岸水と親潮との潮境の沿岸寄りに形成される。したがって、漁期前半～半ばは比較的沖合に、半ば～後半は沿岸寄りに漁場が形成される傾向にある。

(2) ランドサット衛星画像とマイワシ漁場との対応

南下期のマイワシは、ごく沿岸部に漁場を形成する場合が多く、とくに三陸・常磐海域はこの傾向が著しい。このため、温度分布のみから漁場を判断する場合、水温差のほとんどない(1°C差以内)海域に漁場を形成していることがしばしば見受けられ、水温のみでは漁場形成の条件が判断できない場合が多い。

図3は、ランドサットのMSS(多重スペクトル走査計)による画像で、海域にみられる濃淡はプランクトンや懸濁物による濁りの状態を示している。

これによると、水温分布では変化の少ない沿岸域でも水色前線(濁度前線)が明瞭に認められ、その付近にマイワシ漁場が形成されている。すなわち、水色は漁場形成要因として重要であり、水温分布などと組みあわせることによって、より良い精度の短期漁場予測が可能となる。

4. 昭和10年代の豊漁末期にみられた環境要因

第2次世界大戦前のマイワシ資源は1920年代に増え始め、1936、'37年には漁獲量は270万トン以上に達した。ところが、1939年以後急激に減り続け、1945年には10万トン台の漁獲量にまで落ち込んだ。1945年は終戦の年でもあり、漁業も十分に行われたとは思われないが、それ以前の最盛期～急減期には漁獲努力量は大きな変化をしていない(NAKAI, 1962)。

1939年以降、マイワシ漁獲量が急減した原因について、友定(1983a)は1939年の黒潮流路が極めて異常な状況であったこと、1940年のマシラスの成育場での餌生物の不足を挙げている。すなわち、1939年の前半には、1934年に始まった黒潮の大蛇行が終ると同時に、新たな大蛇行が発生し、潮岬沖で黒潮は大きく離岸した後、大

5. むすび

マイワシは、プランクトン食性であり、生態的地位から太陽エネルギーに近い魚として、海候ならびに気候変動の影響をもっとも強く受ける魚といわれている(川崎, 1984)。このことから、マイワシの資源変動機構を解明するためには多様、多様な要因を考慮する必要がある。また、時空間スケールも幅広く考えなければならないであろう。

今回、その1例として、①南西海域への富栄養冷水の大規模湧昇が地球自転速度の加速によるものではないか。②赤道貿易風の弱まり北赤道海流や南赤道海流の弱まりが地球自転速度の減速によるものではないかなど、地球自転速度の変動による影響を取り上げてみた。

また、衛星画像による短期漁場予測の可能性を示したが、衛星の利用はそれに留まらず一次生産量の変動傾向をつかむなど、資源の長期変動をも解明する可能性を含んでいるといえる。

文 献

- 川崎 健(1984) 漁業資源の生産力評価を行なう場合の問題点. 水産海洋研究会報, 42, 75-77.
 長澤和也(1984) 道東海域におけるマイワシの漁業生物学的研究. 北水試月報, 41(8), 337-349.
 須川 力(1978) 地球の回転. NHK ブックス, 日本放送出版協会, 東京, 260 pp.

友 定 彰 (東海区水産研究所)

崎に接岸し、その東で大きく南へ蛇行して八丈島の南を通るコースを流れていたようである。つまり、1939年生まれの子ワシ卵、マシラスが輸送される時期の黒潮流路は、潮岬沖と伊豆海嶺の2ヶ所を谷とするW型のような流路で流れていた。このように黒潮が2つの波をもって蛇行していると、それぞれの蛇行域と内側域に反時計回りの渦が形成され、マシラスが西側の渦をぬけても、再度東側の渦に入り込むことが予想される。そうすれば、餌を十分に必要とする索餌期に餌生物の豊富な本州東海海域まで流れつかず、このことが、1939年生れのマイワシの生き残りに相当のダメージを与えたものと推定される。

1940年のマシラス成育場の気象条件は、太平洋側、日本海側ともに降雨量が極端に少なかった。このことは、

海域への陸水による栄養塩類の補給が極めて少なく、マンラスの餌となる生物類の繁殖が少なく、そのために、マンラスの生き残りが悪かったと推定した(友定, 1983b)。

このように、2年続けて生き残りが悪いとマイワシ資源はどのような経過をたどるかをいくつかの仮定を置いて推定してみよう。

戦前と今日のマイワシの豊漁期で、共通した極めて重要な現象が2つ認められる。その1つは、資源の増加期には2年魚で産卵に加わっていたが、資源量が大きくなると3年魚にならないと産卵に加わらない。つまり、資源量が大きくなると親魚になるまでに1年余計に時間がかかることである。他の1つは、資源量が増加しているうちは、伊豆諸島域～熊野灘に主産卵場が形成されるが、最盛期には薩南海域での産卵が多くなることである(このことについての戦前の知見はNAKAI(1962)、今日の知見は東海区長期漁海況予報によっている)。

戦前のマイワシ資源については、各年の産卵量、各年級毎の資源量は求められていない。そこで、最盛期を誇っている現在のマイワシ資源から、2年続けてマイワシ資源が壊滅的な打撃を受けたと仮定して資源がどうなるかを推定してみよう。

東海区長期漁海況予報 No. 63 には、1976～1981年の各年のマイワシ太平洋系群の産卵量が示されている。それによると、この間のマイワシ太平洋系群の産卵量の平均は 1.72×10^{15} 粒である。他方、和田(1983)は1976～1981年のマイワシ太平洋系群の資源尾数を各年級毎に求めている。これによると、1976～1981年の平均の年齢間の生き残り率は

$$\begin{aligned} A(1)/A(0) &= 0.557, & A(2)/A(1) &= 0.224, \\ A(3)/A(2) &= 0.439, & A(4)/A(3) &= 0.313, \\ A(5)/A(4) &= 0.186 \end{aligned}$$

であり、これらの生き残り率を平均すると、

$A(n)/A(n-1) = 0.344$ である。したがって、平均の減耗率は 0.656 である。ここで $A(n)$ は n 年魚の資源尾数を示す。このことは、マイワシ資源の最盛期には、平均で34%が、ある年から次の年まで生き残ることを意味している。上記の比率を0年魚基準にすると、

$$\begin{aligned} A(1)/A(0) &= 0.557, & A(2)/A(0) &= 0.125, \\ A(3)/A(0) &= 0.055, & A(4)/A(0) &= 0.017, \\ A(5)/A(0) &= 0.0032 \end{aligned}$$

になる。ちなみに、産卵量に対する0年魚の生き残り率は $A(0)/A(\text{卵}) = 4.23 \times 10^{-4}$ である。したがって、産卵された卵のうち、0.04%が0年魚になり、0年魚の0.3

%が5年魚まで生き残ることになる。このことは、 10^6 ヶの卵の中から1尾しか5年魚まで生き残れないことを意味している。

ある年に、なんらかの作用が働いてすべての0年魚が1年魚になれなかったとしよう。資源量が減っていくのは、捕食、自然減耗、漁獲等によっている。1年魚になれなかった分をすべて2年魚以上でカバーするとしよう。各年齢間の平均減耗率は0.656であるから、0→1年魚分の減耗率0.656を2～5年魚で均等に受けもつと、各年級は0.131ずつ減耗分を引き受けることになる。したがって、第1年目に1年魚になれない時、前期の生き残り率から0.131を差し引いたものが生き残り率になる。

$A(1)/A(0) = 0$ (インパクトが働いて、1年魚になれない)、 $A(2)/A(1) = 0.093$ 、 $A(3)/A(2) = 0.308$ 、

$$A(4)/A(3) = 0.182, \quad A(5)/A(4) = 0.055$$

になる。これを、正常時の0年魚を基準にすると、

$$A(1)/A(0) = 0, \quad A(2)/A(0) = 0.0518,$$

$$A(3)/A(0) = 0.0160, \quad A(4)/A(0) = 0.0029,$$

$$A(5)/A(0) = 0.00016$$

になる。

同じように、次の年もなんらかのインパクトが働いて、産卵された卵が1年魚になれなかったとして、正常

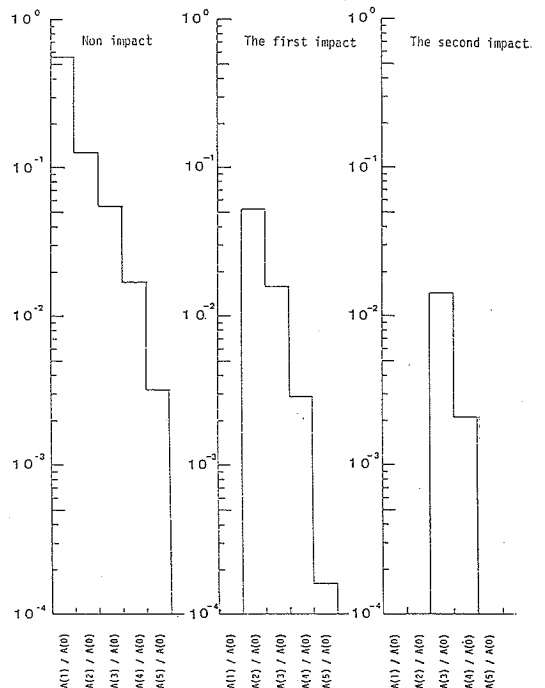


図1 2年続いて卵→1年魚になれない時の資源量の推移

時の 0 年魚を基準にした生き残り率は

$$A(1)/A(0)=0 \text{ (今年の 1 年魚が 0 である)}$$

$$A(2)/A(0)=0 \text{ (前年の 1 年魚が 0 である)}$$

$$A(3)/A(0)=0.014, A(4)/A(0)=0.0021$$

$$A(5)/A(0)=0.000047$$

になる。

この様子を図 1 に示す。再生産が正常に行なわれている時が Non impact の時 (図 1 の左側の図) であり、各年級群は和田 (1983) が示した表のように分布している。インパクト 1 年目 (図 1 の中央の図) には、卵→1 年魚の間に壊滅的な打撃を受け、捕食等による減耗分を他の年級群でカバーするために、2 年魚以上の各年級群の資源量は正常な再生産時に比べて半分以下～1 桁小さいオーダーになっている。2 年続けてインパクトが加わると (図 1 の右側の図)、1, 2 年魚がいなくなると、5 年魚もこのスケールの中には入らない量になる。

2 年続いてインパクトが加わることによって、卵→1 年魚の間に壊滅的な打撃が加わることによって、3 年魚以上の産卵親魚の生き残り率は正常時の 19% に落ち込む。この年には、1, 2 年魚がいらないから、その翌年と翌々年には産卵に加わる親魚 (3 年魚以上) の量は極端に減ることになる。極端に少ない親魚がたとえ多く産卵しても、親魚が少ない分だけ、捕食による親魚の減耗分を 0 年魚でカバーしなければならず、0→1 年魚への生き残り

りは悪くなる。このことは、2 年続けて大きな打撃を受けて産卵された卵が 1 年魚になれないと、マイワシ資源は減少の一途をたどることを示唆している。

この結果は、戦前のマイワシ資源が減少した原因として、1939, 1940 年と 2 年続いた 1 年魚までの生き残りの悪さによることを推定させる。栗田 (1957) は資源解析の結果から、1939, 1940 年生まれの子魚の生き残りが悪かったことを記述している。

現在続いているマイワシの豊漁がいつ不漁になるかを注目する必要がある。

参 考 文 献

- 栗田 晋 (1957) マイワシ資源量の変動に関する二、三の知見——特に 1941 年以降の激減について——。東海水研報, 18, 1-14.
- NAKAI, Z. (1962) Preliminary studies on fluctuation in the Japanese sardine stock, mainly for the prewar period. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 9, 1-22.
- 友定 彰 (1983a) 海洋環境の長期変動からみた場——マイワシ資源の急増・急減への環境からのアプローチ——。水産海洋研究会報, 42, 63-70.
- 友定 彰 (1983b) 戦前のマイワシ資源の急減と気象との関係。東海水研報, 111, 1-21.
- 和田時夫 (1983) 道東のマイワシ資源について。昭和 57 年度漁業資源研究会議第 15 回浮魚部会議事録, 39-55.

5. マイワシ資源の将来見通しと環境

1. マイワシ豊漁期の特徴的現象と予想

(1) 産卵場 日本産マイワシの産卵場は (1) 薩南海域～日向灘～土佐湾, (2) 熊野灘～伊豆諸島周辺海域～鹿島灘, (3) 天草灘～五島列島周辺海域～山陰沖, (4) 能登半島周辺海域～新潟沖に形成され、それぞれ別の系統の親魚が来遊して産卵するものと考えられている。すなわち、それぞれ (1) は足摺系群——いまは薩南・日向灘系群と呼んではいるが適切であり、九州系群との関連が強い系群である——, (2) は太平洋系群, (3) は九州系群, (4) は日本海系群と呼ばれている。

第 2 次世界大戦後のマイワシ不漁期には、薩南海域の産卵場が消え、太平洋側では足摺系群と名付けられているように、日向灘～足摺半島周辺海域に限られ、それと

近 藤 恵 一 (東海区水産研究所)

房総半島沖とに 2 分して形成され、日本海側でも五島列島～山陰沖、そして、能登半島周辺海域へと北上しつつ 2 分して形成されていた。すなわち、豊漁期から不漁期へ向かい始める第 1 の現象は薩南海域の産卵場の消滅から現われてくるはずである。

現在の豊漁期は太平洋系群の昭和 47 (1972) 年卓越年級群の形成を契機として始まっている。卓越年級群は冷水塊の形成・消滅を伴う黒潮流路の変動を背景として、発生初期における餌生物との出会いの条件を利用して形成される (KONDO, 1980)。その後、昭和 51 (1976) 年から薩南海域へも産卵場が形成され始め、経年的な産卵量の増減はあるが、59 (1984) 年春季に至っても確実に形成されている (東海区長期漁況予報会議資料)。

(2) 常磐～房総海域における夏秋季漁の不漁(銚子は
ずれのイワシ漁) 本報第46号, 92頁(近藤, 1984c)に
標記の現象のことを要約して述べてあるが, この現象は
夏秋季に房総半島沖へ黒潮が接近し, 銚子近海～鹿島灘
が黒潮系水で覆われるため, マイワシ群が三陸以北へ索
餌北上回遊した結果として現われる。

マイワシの生活領域は寒暖両流の混合域ではあっても,
寒流系水寄りの混合域である(近藤・堀・平本,
1976)。現在のように夏季に三陸～道東海域に漁場形成
のみられる年代のほうが, マイワシの生活条件としては
好適であり, 夏季に鹿島灘～房総海域で大羽漁が良くなる
ようであれば, それは海況パターンの変り始めている
現われであり, 豊漁期の末期的症状であると解釈される。
すなわち, 年の始めに, 薩南産卵場の消滅があり,
夏季に道東漁場が不漁となり, 鹿島灘では大羽群が大量
に来遊するようになると, それらの諸現象はマイワシ豊
漁期が不漁期へ転じていく前兆であると解釈しなければ
ならない。

(3) 魚種交代「種」が異なるということは, 「種」を
めぐる生活諸条件が違うことであり, マイワシが不漁期
になると, マイワシとは異なる条件を利用する他の魚種
が豊漁期へ転じてくるはずである。しかし, いかにも魚種
交代があっても, マイワシほど量的に多獲される魚種は
ない。ただし, 最近の食糧問題の論議のなかでは, 生鮮
食糧品として, 一魚種十数万トンあれば, まず需要を満
たすことができるようであり, この観点からマイワシ資源
の利用のあり方も再検討していかなければならないだ
ろう。

(4) 漁獲物の年齢構成 現在の卓越年級群は1980年級
群であり, 1984年現在Ⅳ年魚である。1981～84年級群は
1980年級群の4～6割の水準であり, 高水準を持続してい
る(近藤, 1984 a～c)。現在の資源量水準と卓越年級群
の形成機構とを合わせ考察すると, 現在の豊漁期は1980
年代末まで続きうるはずである。

(5) 海洋条件 昭和50年夏季～55年夏季には, 紀伊半
島沖に大型(A型)冷水塊が形成され, 56年11月～現在
まで遠州灘沖(B型)冷水塊があり, この冷水塊は昭和60
年春夏季には一応消滅の過程をたどるのではないかと考
えられる。しかし, 現在までの漁況実績の経過から考え
て, このまま冷水塊のない海況になるとは考えられず,
少なくとも, もう一回冷水塊のある海況パターンが繰り
返されてくるものと推定される。その場合, 冷水塊は豆
南海域へかかるC型となり, 持続期間はA, B型よりも
短く, 規模も小さく形成されるはずである。この海況パ
ターンが終わるまで, マイワシの豊漁期は続くものと推
定することができる。

2. マイワシの生活条件

当日会場では, 漁業者への解説として詳しく報告した
が, 発表済の知見であるため, 以下に示す文献をご参照
いただきたい。

文 献

- 近藤恵一・堀 義彦・平本紀久雄(1976) マイワシの
生態と資源<改訂版>。水産研究叢書, 30, 日本水
産資源保護協会, 東京, 68 pp.
- KONDO, K. (1980) The recovery of the Japanese
sardine—the biological basis of stock-size fluctua-
tions. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor.
Mer., 177, 332-354.
- 近藤恵一(1984a) 史上最高の漁獲量となったマイワシ
資源——今の豊漁期はいつまで続くか——。全鮭
連, 14(3), 7～16.
- 近藤恵一(1984b) マイワシ豊漁期と冷夏——いまの豊
漁期の将来見通しについて——。ていち, 66, 1-14.
- 近藤恵一(1984c) マイワシ資源の現状と将来見通し
——豊漁期は昭和60代前半まで期待できる——。水
産世界, 33(11), 37-42.
- 近藤恵一(1984d) 短期漁海況予測の生態学的基盤。水
産海洋研究会報, 46, 31-33.
- 近藤恵一(1984e) マイワシ豊漁期と冷夏。水産海洋研
究会報, 46, 91-93.