

浮魚類における卓越種の交替—II

浮魚類分布域の海況特性とその変動

小川 嘉彦・中原 民男

(山口県外海水産試験場)

Alternation of Dominant Species in Pelagic Fish Community—II **Hydrographic nature and its fluctuations in** **distributional areas for pelagic fish**

Yoshihiko OGAWA and Tamio NAKAHARA

(Yamaguchi Prefectural Open-Sea Fisheries Experimental Station)

Abstract

Previous study in this series has revealed that long-term fluctuations of population strength are closely connected with changes of distributional areas for pelagic fishes such as jack mackerel, anchovy, mackerel and sardine. The present study was undertaken to authenticate this point from fisheries oceanographic viewpoints.

Concerning hydrographic nature of the distributional areas for pelagic fish, it is noted that the hydrographic conditions show marked seasonal changes in both water temperature and salinity. The distributional areas are seasonally occupied by quite different two water masses: high-temperature and low-salinity water mass during summer and autumn, and low-temperature and high-salinity water mass during winter and spring. Such a pattern of the seasonal changes is common in almost entire waters between the Kuroshio front and the Tsushima Current front, where pelagic fish are habitually distributed.

Close inspection of available catch data prove that there exist relationships between the seasonal changes of hydrographic condition and seasonal occurrences of pelagic fish, especially for their juvenile; mackerel and sardine tend to appear corresponding to the occurrence of low-temperature and high-salinity water mass, while jack mackerel and anchovy occur within a season of high-temperature and low-salinity water mass. Especially, 'Kiaji' in jack mackerel and 'Shirodare' in anchovy, exhibit a special preference for high-temperature and low-salinity water mass which may characterize the southern waters. Also, in the long-term fluctuations, it was found that mackerel and sardine predominated during low-temperature periods and that jack mackerel and anchovy prevailed during a high-temperature period. Each of these facts adduces evidence supporting the supposition that jack mackerel and anchovy have evolved in southern waters including the Paleo-East China Sea, while mackerel and sardine have developed in northern waters, in the Paleo-Japan Sea.

Despite of these coincidences between the hydrographic events and the patterns of pelagic fish occurrence, such idea that hydrographic conditions one-sidedly control the alternations of dominant species seems to be false. In considering a possible mechanism of the alternations, a question of great importance would be to understand how each species has developed adapting itself to changing biotic- or abiotic environment through evolutionary time.

1. 緒論

浮魚類漁獲量の長期変動には、ある一定期間ごとに卓越種が交替する現象が認められ、正式に農林統計に記載のある1912年以降のたかだか半世紀余の間でさえ、ニシンからマイワシ、マイワシからカタクチイワシ・マアジ、マアジからマサバ、さらにカタクシイワシから再びマイワシへと顕著な変化が認められる。前報ではこうした卓越種の変遷を漁獲資料をもとに詳しく調べ、その特徴を明らかにすると共に、特に対馬暖流水域を生活の場とするマサバ、マアジ、マイワシ、カタクチイワシの4魚種について、漁獲量に反映する資源量の変動と分布域の変動を同じ出来事の2つの側面としてとらえ考察した。その結果を総合して得られるひとつの「推定」として、マアジ・カタクチイワシの南方グループは日本列島南西の相対的に温暖な水域で、一方マサバ、マイワシの北方グループは日本海という相対的に低温な水域で別々に進化してきたのではなかろうかという考え方が生じる。もし、それぞれのグループが今考えられるような発展の過程を辿ってきたものであるならば、現在もなお、それぞれの生活様式の中にはその跡をとどめているのであろうと考えるのは不自然ではないであろうし、又確かめてみる価値のある問題であると思われる。

以上の観点から本報では現在の浮魚類分布域の海況特性をそれぞれの生活領域の環境特性として整理しなおし、それぞれの種が推定されるような傾向を保持しているかどうかを検討することとした。

2. 資料と方法

ここで用いた海況に関する資料は主として1964年以降、水産庁の補助事業として実施されている漁海況予報事業の各機関の報告によった。Fig. 1 に特に論及した4測点についてその位置を示した。これらの点はそれぞれ旧京都府水産試験場（現京都府海洋センター）、山口県外海水産試験場、鹿児島県水産試験場および静岡県水産試験場によってほぼ月一回の時間間隔で観測がなされている。実際の資料の利用は水産庁発行の1964年から1971年までの“海洋観測資料”によった。また、低塩水塊の形成過程に関連して河川流出量に論及するが、主要河川の流出量については、東京天文台発行の理科年表（1978年版）によったほか、“Britanica International Encyclopedia”（1972年版）等の資料を引用した。

一方、生物的資料としては、1964年以降、山口県外海水産試験場が漁海況予報事業と平行して継続収集している山口県下主要漁港における日別銘柄別漁獲統計資料を

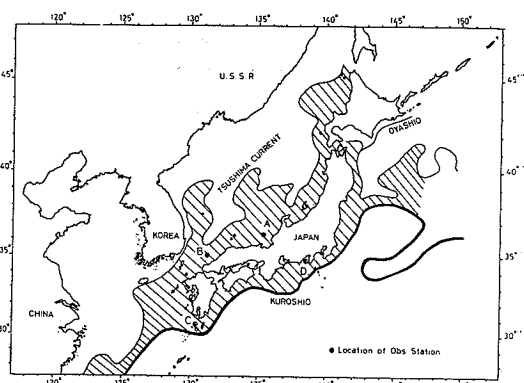


Fig. 1 Schematic representation showing hydrographic conditions around Japan Islands. Areas shaded indicate waters between the Kuroshio front and the Tsushima Current front where pelagic fish are habitually distributed. Notations from A to D stations of hydrographic observation referred in the present study.

- A: north of Kyogamisaki
- B: north of Yamaguchi
- C: south of Kagoshima
- D: Suruga Bay

使用した。ここではこれを海洋観測の時間間隔に合わせ、月毎にまとめ、かつ若干の統計処理を加えて提示する。取扱った魚種としては、問題の浮魚4種にとどまらず、対馬暖流域では代表的な出現種である、ブリ、イカ類、トビウオ類、シイラ、マダイ等についても併せて整理し、浮魚類について予想されるような分類が代表的な出現種についても基本的にあてはまり得るかどうかについても検討することとした。考察しようとしている主題の性質からすれば、対馬暖流域での各主要生物種の出現状況を山口県の資料のみで代表させることには若干問題があるかも知れないが、海況の資料と違って細かい時間スケールでの漁獲統計資料は一般には公表されていないために入手が困難であること、最も問題となる浮魚4種については前報ですでに分布域全般にわたって状況を提示してあること、さらに後にもふれるように、季節変動の傾向を検討する上では山口県沖で代表させても、その重要な特徴を見失う恐れはなく、従って海況とのつき合わせでは山口県の資料のみで充分目的を達成できると考えられることから、ここでは漁況の資料としては前記のものだけに限った。

3. 結果と考察

(1) 分布域の海況特性

対馬暖流水域における生物の生息環境の季節変化をみるために、まず山口県沖の北緯 35°00' N, 東経 131°15' E の点における水温・塩分のイソプレットを1964年から1971年までの8カ年の平均値として2サイクルにわたって Fig. 2 に示す。冬季1~3月の水温は表層から大陸棚上の浮魚類の生活圏となる海域では底層までほぼ均質となり、14°C以下の値を示す。4月頃から徐々に昇温し始め、8月いっぱい昇温が続くが、7月頃からは明瞭に躍層の形成が認められ、夏の季節躍層が8月を中心に発達する。9月に入ると水温は次第に下降し始め、11月に入ると季節躍層は消滅し1月いっぱいくらいまで下降の一途を辿り、再び水温最低期を迎える。

塩分もまた顕著な季節変化を示す (Fig. 2)。2月からほぼ5月いっぱいには年間の最高塩分期で、塩分の値も34.6‰以上と高い。7月に入ると、とりわけ表面付近では急激に塩分は低下し、いっきに34‰以下となり、9月には年間最低の32‰以下を示す。夏期の低塩水の出現は温度躍層の発達とよく対応しているように見えるが、例えば、水温の昇温期のはじまりと、塩分の低下期のはじまりにはおよそ2カ月のずれがみられ、また最低塩分が表層で観測される9月には水温はすでに表層付近から下降傾向を辿りはじめているなど、細かくみると両者の変化の仕方は必ずしも対応していない。おおまかな分類としては冬季を中心とした“低温・高塩期”と夏季を中心とした“高温・低塩期”に分けられるが、両者の間に5~6月および11月頃に“温暖・高塩”とも言う

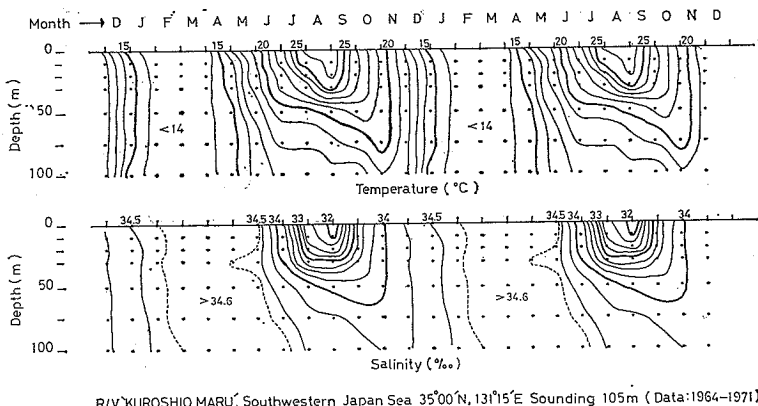


Fig. 2 Isoleths of mean water temperature (upper) and mean salinity (lower) at Sta. B shown in Fig. 1.

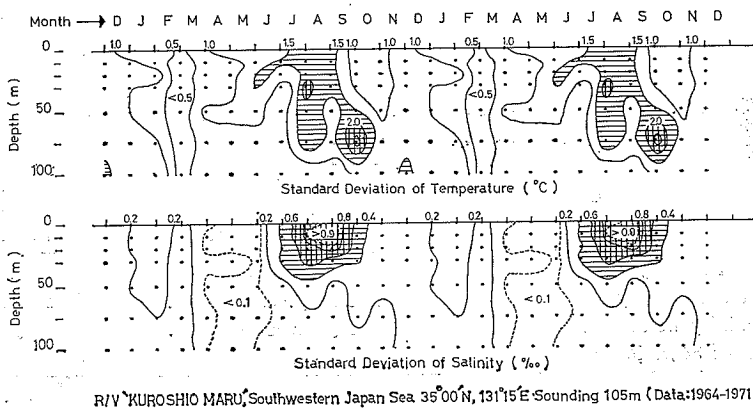


Fig. 3 Standard deviations of water temperature (upper) and salinity (lower) from the isopleths shown in Fig. 2.

べき時期があり、特にこの期間の塩分は、夏の低塩期のそれに比較して著しく高い値であることが注目される。生物の生息環境の季節変化として海況の季節変化を考える場合、この“温暖・高塩期”を区別しておくのがよいと思われる。

Fig. 3は Fig. 2に示した水温・塩分の平均値に対する標準偏差の値を示したものであるが、夏の“高温・低塩期”に変動の大きいことが注目される。これに比較して冬季を中心とした“低温・高塩期”には年変動がきわめて小さいことが特徴的である。1963年初冬のかの「異常冷水」時、生物への影響が少なくなかった（例えば辻田, 1966）ことを考えあわせると、絶対値では同一の海水特性量の年間偏差値も、季節によって生物的にはまったく異なった意義を持つてであろうことが予想される。

ところで、こうした海況の季節変動のパターンについては、日本海の京都府近海の興水(1958)の報告をはじめ、太平洋沿岸の駿河湾近海については中村(1977)も報告しており、それ自体は必ずしも珍しい現象であるとは言えない。しかし、現在までのところ、日本近海で観測される海況の顕著な季節変動について、生物の側から評価する試みは十分なされていないように思われる。生物の生息環境の季節変化として注目される点のひとつは、例えば山口沖漁場という座標軸上に固定された一空間をとって考えれば、ごくおおまかにみても、同じ一年のうちに漁場は低温・高塩な水塊によって占められる時期と、高温・低塩な水塊によって占められる時期に2分されること、また、これら2つの期間では年変動のパターンも異なっていることをFig. 2および Fig. 3は示していることである。すなわち、固定した座標軸上の空間としては一定でも、そこを占める水塊の性質は一年のうちにもまったく異なっており、この点について生物の出現様式に沿って評価する必要があると考えられる。

もう一点海況学的に注目される点は、一見類似の季節変化のパターンも、海域ごとに細かくみるとかなり異なっていると考えられる点にある。Table 1に中村(1977)の「Fig. 11-2」と先の Fig. 2の塩分の季節変化から駿河湾近海と日本海西南海域を代表させて、対比して示すように、最高あるいは最低塩分の出現する時期、期間、あるいはその極値など、両海域で明らかに異なっている。そこで Fig. 1に示した日本近海の代表4点における表面塩分の季節変化を1964年から1971年までの平均値としてその95%信頼限界と共に示した(Fig. 4)。まず、日本海側の山口沖と経ヶ岬沖とを比較してみると、高塩期の塩分は山口沖で高く、かつその出現時期も山口沖の方が経ヶ岬沖より早く、平均値のピークでは3ヶ月早い。最低塩分の出現時期は両者の間でははっきりした差を見出し得ないが、最低塩分の値は西に位置する山口沖の方がはるかに低い。また34%の値をひとつの基準としてみると、夏季の低塩期からこの値以上の塩分を示すようになる時期は経ヶ岬沖よりも山口沖で少なくとも1カ月は早いことがわかる。対馬暖流水域の夏の低塩化は、主として東支那海から日本海に流入する低塩水によって生じる(須田他, 1932; 宇田, 1934; 宮崎, 1953; OGAWA *et al.*, 1977)ことを考えると、西から東へひとつのパターンがある時間の遅れをともなって移行しているようにみえるという上記の結果は妥当なものと考えられる。

一方、太平洋側の鹿児島沖と駿河湾口とを比較してみると、日本海側のように一定の傾向は認められない。最高塩分期はむしろ東側の駿河湾口で早く出現し、低塩期の出現も西よりはむしろ東で早い傾向がうかがえる。また、日本海でみられた「最高塩分が西で高く、最低塩分は西で低い」という傾向も太平洋側では認め難い。

日本海側と太平洋側を比較してみると、最低塩分の出

Table 1. A comparison of seasonal changes in salinity between coastal waters of the Japan Sea and the Pacific Ocean.

Events	Locations	Japan Sea	Pacific Ocean
		North of Yamaguchi (35°00'N, 131°15'E)	Suruga Bay (34°54'N, 138°29'E)
Seasonal minimum salinity		32‰	33‰
Timing of minimum salinity		late Aug.-early Sept.	late June-early Aug.
Period of low-salinity below 34.0‰		late June-early Nov.	early June-late Sept.
Maximum depth of 34‰ isopleth		65 m	25 m
Seasonal maximum salinity		34.65‰	34.55‰
Timing of maximum salinity		early Feb.-middle May	middle Dec.-late Feb.
Period of high-salinity above 34.0‰		late Nov.-early June	early Oct.-late May

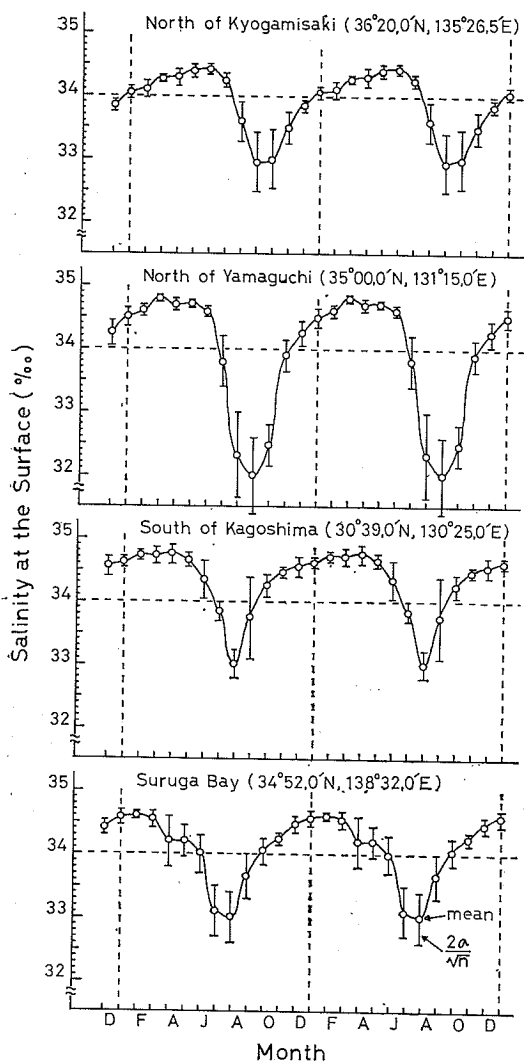


Fig. 4 Seasonal changes of salinity at the sea surface at the four hydrographic stations A, B, C and D shown in Fig. 1.

現期は太平洋側で1カ月程度早くなっている。しかし、最低塩期の塩分値を鹿兒島沖と山口沖で比較してみると、鹿兒島沖よりは山口沖の方がはるかに低く、南の太平洋側から北の日本海側へ低塩水が輸送されているというようなパターンも考えにくい。最低塩分値の低い程その年の夏季の低塩水塊の発達程度が著しいと考えることができる (OGAWA *et al.*, 1977) が、太平洋側の駿河湾口と日本海側の経ヶ岬沖とでこの値の年変化を対比してみると、両者は同じ傾向を示さない (Fig. 5)。一見したところむしろ太平洋側と日本海側では逆の相関があ

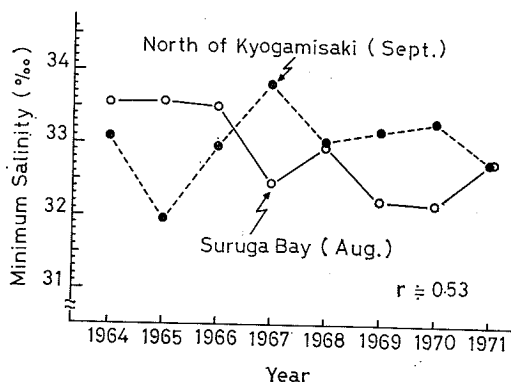


Fig. 5 A comparison of annual changes of seasonal minimum salinity between the Japan Sea (Sta. A) and the Pacific (Sta. D).

りそうにさえ思わせるが、相関係数は $r = -0.53$ 程度で、有意水準を80%に下げて考えた場合でさえ有意ではない。これら一連の現象は、海況の季節変化の類似のパターンも、夏季を中心とする低塩水塊の形成発達機構を中心にして、海域毎に異なったメカニズムによって生じている可能性を示唆していると思われる。

低塩水塊形成機構のひとつとして、河川からの淡水流出が考えられる。そこで日本近海に流出する主要河川の河口の位置とそこからの年間平均流出量 (単位, m^3/sec) を Fig. 6 として整理して示した。黄海北部、韓国南岸および沿海州にも大きな河川が分布するが、筆者らの調査範囲では流出量の不明なものもあったのでそれらについては河川の名称と河口位置のみを示してある。さらに宇田 (1934) の「Fig. 6-b」に基き、初夏の表面塩分の概略を併せて示した。図中斜線の部分は塩分34‰以下の水域を表わしている。

日本列島周辺の低塩水の分布状態をこの34‰以下の水の分布でみると、黒潮内側域、日本海沿岸海域とも大河川の河口の分布ときわめてよい対応を示している。日本海では特に能登半島以西の西部海域では江川を除いて大河川に乏しく、そこでは東支那海から低塩水が補給される以前のこの時期 (5~6月) では、ごく沿岸部さえ高塩水におおわれているのが特徴的である。こうした日本海西南海域に特有の海況特性はすでに OGAWA *et al.*, (1977) によって論じられているが、同じ日本海でも能登半島以北と北海道沿岸海域では大河川が少なくなく、そこでは河川に対応して低塩水の分布が沿岸に沿って認められる。北陸沿海の水塊の季節変化については山中 (1951a, 1951b) の解析があり、この海域では東支那海

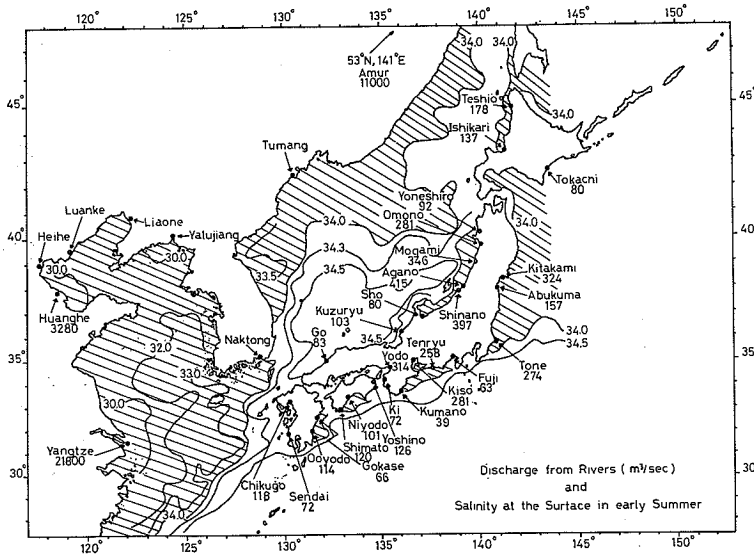


Fig. 6 Annual mean discharge from major rivers (m^3/sec). Salinity at the sea surface is shown after UDA (1934). Areas shaded indicate waters of low-salinity below 34.0‰.

系の低塩水が出現する以前に雪解け水の流出にともない低塩水塊の形成されることが明らかにされている。

一方、太平洋沿岸についてみると、海況条件の異なる東北海区 (KAWAI, 1972) は別として、房総半島以西のいわゆる黒潮内側域においては、九州東岸、四国南岸および紀伊半島から東海地方にかけての沿岸海域には、大河川の河口の分布が認められる。このことと、先に述べたことを考え併せると、とりわけ黒潮内側域では河川からの淡水流出によって低塩水塊が形成され、そのために同じ黒潮内側域であっても海域ごとに異なった変動のパターンを示すものと判断される。河川からの淡水流出量の季節変化は各河川によっても異なり、大きくは融雪期に極大を有する北部日本海・東北地方型と、梅雨期および台風期に極大を有する表日本・西南日本型に大別される (荒巻・高山, 1968)。こうした相違はそれぞれの海域の海況特性を考察する上でのポイントのひとつであると思われる。

以上の諸点を生物の生息環境として考えるなら、Fig. 1 に斜線で示した黒潮流軸以北の黒潮内側域および日本海のいわゆる“極前線”以内の水域が、わが国近海の浮魚類の主要な生活領域になっており (例えば 水産庁, 1972)、そこでは出現機構を異にしながらも類似の海況のパターンを示すという事実は、生物学的にも重要な意義を有するものと考えられる。各海域毎の低塩水塊形成

発達と消滅の問題はそれ自体興味ある海況学的テーマをなしていると考えられるが、この点については本報の主題とはそれるので別に改めて論議を試みることにし、ここでは海況の季節変動のパターンの特徴的な類似性と相違点について指摘するにとどめたい。

(2) 主要魚種の出現様式と海況特性との関係

前項では主要魚種の分布域としての日本近海の海況特性について、特に低塩水塊形成を中心に考察した。そこで次に、主要魚種が季節的にどのような出現傾向を示すか、またそれは前項で明らかにした海況の季節変動とどのように対応しているのかを漁獲統計資料にもとづいて検討する。勿論、海況の季節変化と魚類の季節的消長とは異なる運動形態に属する2つの事象であるけれども、両者を対比検討することによって、それぞれの魚種が季節的にどのような水塊に対応して出現するかを知り、さらには、各魚種がどのように水塊に適応しているか判断することが出来るであろう。

まず Fig. 7 から Fig. 13 に漁獲量の季節変化の平均値をそれに対する95%信頼限界と共に、各主要魚種について示す。漁獲統計上銘柄区分の明確なものは、それに従って大きさ毎に示した。平均値の信頼限界の幅の大きいことによって示されるように漁獲量の年による変動はきわめて大きい点が特徴的で、この点後で海況との対応を考える場合に留意しておく必要がある。

浮魚類における卓越種の交替—II

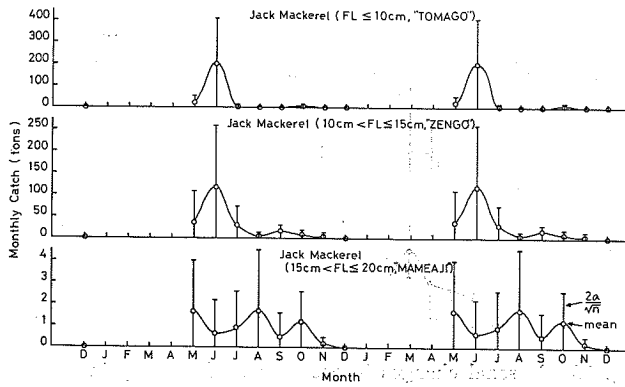


Fig. 7 Seasonal changes in occurrence of jack mackerel in coastal waters north of Yamaguchi.

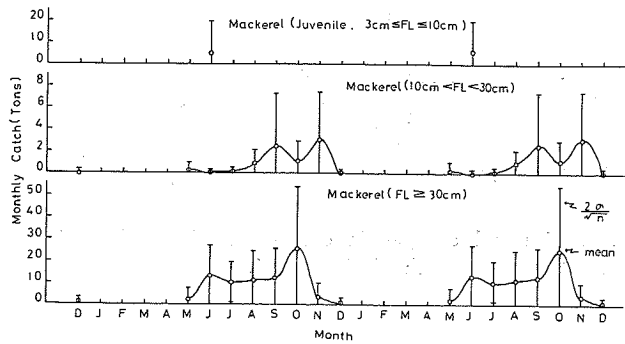


Fig. 8 Seasonal changes in occurrence of mackerel in coastal waters north of Yamaguchi.

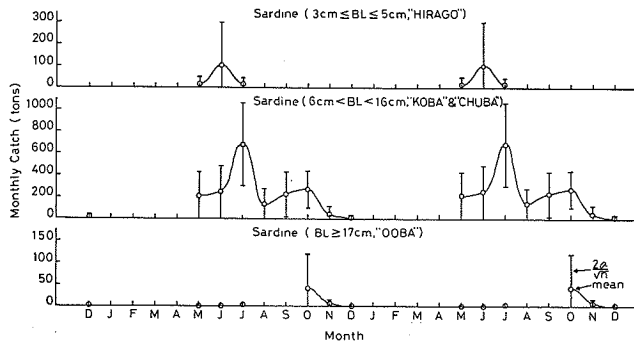


Fig. 9 Seasonal changes in occurrence of sardine in coastal waters north of Yamaguchi.

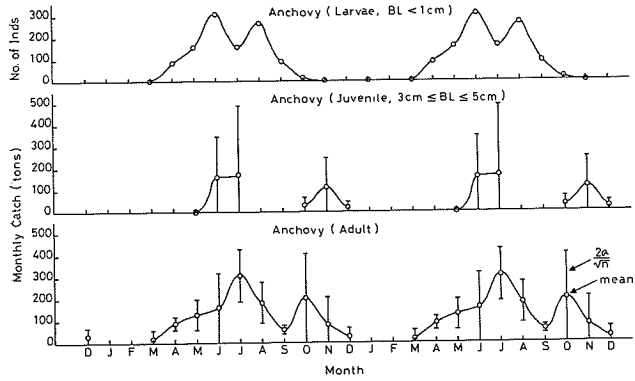


Fig. 10 Seasonal changes in occurrence of anchovy in coastal waters north of Yamaguchi.

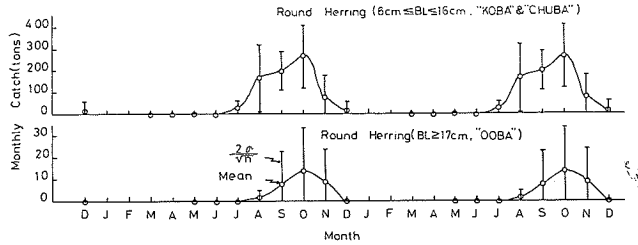


Fig. 11 Seasonal changes in occurrence of round herring in coastal waters north of Yamaguchi.

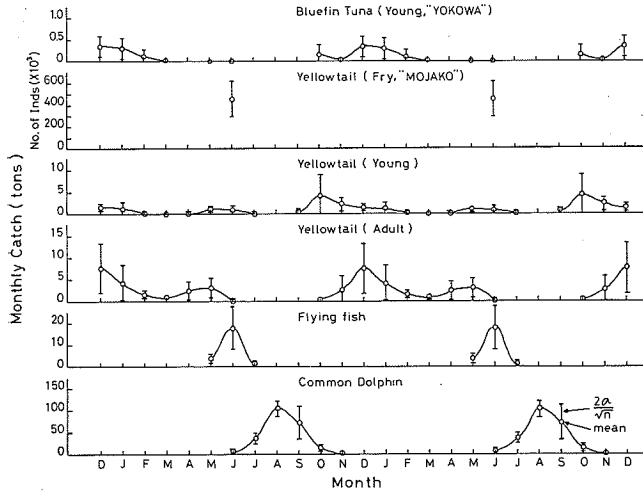


Fig. 12 Seasonal changes of occurrences of bluefin tuna, yellowtail, flying fish and common dolphin in coastal waters north of Yamaguchi.

浮魚類における卓越種の交替-II

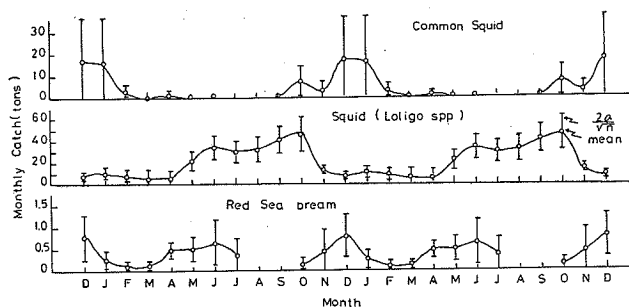


Fig. 13 Seasonal changes of occurrences of squids and red sea bream in coastal waters north of Yamaguchi.

Fig. 7 から Fig. 13 までの各魚種の出現パターンを、先に示した Fig. 2 の海況のパターンと対比して、大きく分類すると、“高温・低塩期”に出現するグループと“低温・高塩期”に出現するグループとに分けられる。前者に属するものとしては、マアジ、マサバ、マイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシ、トビウオ類、シラおよびケンサキイカ類 (*Loligo* 属) が含まれ、後者にはクロマグロ、ブリ、マダイ、スルメイカおよびヤリイカが属する。こうしたおおまかな分類では、問題の浮魚類アジ、サバおよびイワシ類は一見同一の傾向を示すように見える。

しかし特に、成魚に比べて環境からの相対的独立性が比較的弱いと考えられる幼魚時代を中心として細かく海況の季節変動と対応させてみると、マサバ、マイワシの幼魚は6月を中心として短期間に出現しており、海況の上からみると、これは水温は上昇しはじめているものの塩分は相対的にはまだ高い“温暖・高塩期”に当たっている。これに対してマアジとカタクチイワシでは幼魚の出現期間も長く、しかも完全に“高温・低塩期”に転じてから出現している。三谷・井田 (1964) の示したマアジの成長から判断して、Fig. 7 の“マアジ”の5月以前のピークと8月のピークは、それぞれ“トウマゴ”の6月のピークおよび10月のピークに再生産の上でつながる群であると考えられ、また、この産卵期のおそいグループは前報で述べた“キアジ”に該当するグループであると考えられることから、マアジにおける“キアジ”群およびカタクチイワシにおける秋生れ群 (おそらく“シロダレ”群を中心とする) は“高温・低塩期”に出現しており、マサバやマイワシとは明らかに異なった水塊に適応した群であることがわかる。

一方、マアジ幼魚の春のピークは主としてマアジ資源全体が増大している時期の“クロアジ”群によって形成

されているもので、前報で指摘したように、マサバと時空間的に一致した出現傾向を示し、両者の間では競合の起り得る可能性を暗示している。カタクチイワシの春のピーク (春生れ群で、おそらくは“セグロ”群を中心とする) も、そうした意味でマイワシとの関係で示唆に富む。同じ浮魚類でも種により、また発育段階や生活年周期によっても遊泳水深は変化するので、単純に Fig. 2 との対比のみに頼ることはできないであろうが、従来言われているこれら魚種の遊泳水深の相違を考慮に入れても、カタクチイワシとマアジはマイワシやマサバに比較して高温・低塩な水塊に対応して出現していると判断される。そして、その傾向は“キアジ”および“シロダレ”において一層顕著である点が注目される。“キアジ”および“シロダレ”がそれぞれマアジおよびカタクチイワシの祖先型に近い生活様式を保持していると考えられる群であること、および、見かけ上マイワシ、マサバに近い水塊への適応型を示す“クロアジ”と“セグロ”も、その資源の減少期には分布を南の方に縮小させるという前報の結果を考え併せると、マアジとカタクチイワシは日本列島の南西海域で発展してきたグループである可能性が強いと考えられる。これに対して、マアジとマサバはカタクチイワシやマアジよりは低温・高塩に偏って出現しており、これらの種は資源の減少期には北に分布を縮小して種の存続をはかるという前報の結果を考え併せると、マイワシとマサバは日本海を中心に発展してきたグループであると考えてよいように思われる。

これとは別に、同じ浮魚類の中でマサバ、マイワシ、あるいはマアジやカタクチイワシほどには顕著な資源の長期変動を示さないという意味で特異な存在としてのウルメイワシの出現のパターンは、他のイワシ類のそれよりもむしろトビウオないしはシラの出現のパターンに類似している点で注目される。水塊区分の上で言えば、

ウルメイワシは“高温・低塩期”型のひとつの典型とみなされる。ウルメイワシだけが何故大きな変動をみせないのかも、長期変動の機構を考える上できわめて重要なテーマであろうと思われるが、ここでは現象の特異性を指摘するとともに今後の検討課題とする。

各魚種の出現のパターンと海況特性とをつきあわせてみると、シイラのように高温・低塩水塊にシャープに適応した種から、マダイのように低温・高塩水塊にシャープに適応した種まで多様ではあるけれども、それぞれ種に固有の水塊への適応のパターンをうかがうことが出来る。以上の結果を一括して模式的に整理して Fig. 14 に示した。この図で各魚種の出現のパターンは各年の平均で示されているが、実際には Fig. 7~Fig. 13 に示したように、年々の変動はきわめて大きいものであることは留意しておかねばならない。とは言え、資源量が相対的に低い水準で安定していると考えられるカタクティワシ秋生れ群（おそらく“シロダレ”を中心とする）の年々の出現は対応する年々の低塩水塊の発達程度ときわめてよい相関を示すこと（OGAWA *et al.*, 1977）が知られており、ここで明らかにした対応関係は、それぞれの種

の適応の類型としてみるなら確度の高いものと考えてよいと判断される。

(3) 海況の長期変動のパターンと資源の長期変動のパターン

日本近海の家況の長期変動を議論し得るに足る程の資料は沿岸の定地水温データ（例えば吉原, 1966）を除けば多くない。福岡県福岡水産試験場が1919年以降対馬海峡の東水道で継続実施している海洋観測のデータはおそらく例外とも言える貴重な存在であろう。この資料に基いて三井田(1967)は特に水温から海況の長期変動を論じている。この中で彼は6~7年の周期と共にさらに長周期の変動の存在することを指摘し、1919年から1936年までの低温期、1937年から1944年までの平衡期、1948年から1961年までの高温期、さらに1962年以降の低温期に分類している。ここで言う“平衡期”は三井田(1967)によれば、「特別に高・低温の期間の継続が認められない」期間である。

Fig. 15 に三井田(1967)の「第2図」にさらに最近のデータを補足し、これに前報の「Fig. 1」から各種の“卓越した期間”を読みとって併せて示した。また1940年以前はここで扱う浮魚類についてのみ考えればマイワシの時代であるので、1932年以前の資料は Fig. 15 の中では割愛してある。三井田(1967)の考察しなかった1966年以降については、50m以浅では変動のあるものの、大きくは1962年以降の低温傾向の中にあると現在判断されている（三井田, 私信）。

三井田(1967)の指摘した長周期の家況変動と漁況の長期変動を対応してみると、必ずしも両者は矛盾なく一

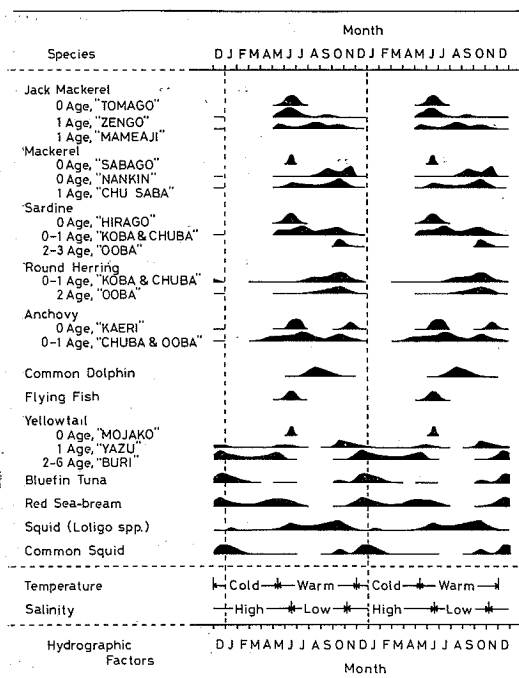


Fig. 14 Schematic representation showing seasonal changes in occurrences of the major fish shown in Figs. 7-13 and hydrographic calendar modified after Fig. 2.

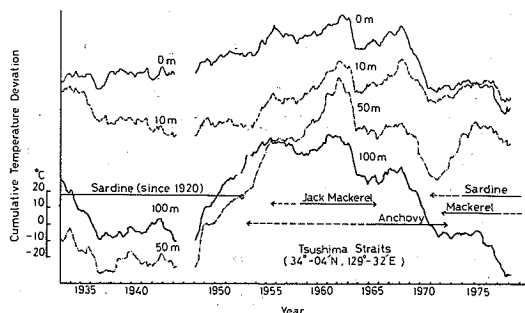


Fig. 15 Long-term fluctuations of temperature at a location (34°04'N, 129°32'E) in the Tsushima Straits modified after MIITA (1967). In the figure, periods when each of pelagic fish predominates are indicated with simple lines according to “Fig. 1” shown in previous work of this series.

致しているとはむしろ言い難い。実際にマアジが多獲されたのは高温期から低温期への変換期にかけてであり、カタクチイワシにおいてはむしろ長期傾向の中での低温期に転じてから多獲されたと言った方がよいようにも見受けられる。しかし、マアジの多獲には東支那海を含む新漁場開発の時代が必要であったこと、またカタクチイワシについては、1964年以前にはひとつには“煮干し”製品を作る加工業者の規模にも制約され、沿岸で極く小規模にしか漁獲されていなかったこと等の漁業の実体をも考慮して漁獲変動をみる必要がある。カタクチイワシは高温期に卓越し、資源量としては増加してしばらくしてか、もしかすると減少しはじめてから“漁獲量としては卓越した”可能性がかなり強い。また前報の「Fig. 1」に認められるように、1939年頃にマサバの漁獲のピークが小さいながら出現しているが、これも当時のサバの漁獲は小規模な漁業に依存していたために漁獲量としては大きく伸びなかったものと考えられる。

このように単に漁獲量の変動のみでなく、その時代、時代の漁業の実状をも併せ考えると、全体としては、1940年代後半まで続いた低温期にかつてのマイワシの繁栄が対応し、その後1948年から1961年にかけての高温傾向の時代にカタクチイワシとマアジが卓越を示し、1962年以降の低温傾向に転じて、まずマアジが減少しはじめ、ついでカタクチイワシが減少し、その後マサバ、マイワシが卓越しはじめている、という傾向がうかがえる。前報でも示したように、マサバはすでに減少しはじめ、現在はマイワシの時代に入っていると考えられる。前述の、“カタクチイワシはむしろ低温期に転じてから多獲されている”現象は、背景としての漁業の当時の実状と共に、その捕食者であると考えられているマアジの減少という先行現象によって、物理的環境としては低温化に転じた後も、生物的環境の好転にもなると同時に一時的にカタクチイワシ資源が増加した可能性も同時に考えられる。とは言え、環境変動の大きな流れの中で、マイワシ、マサバは主として低温傾向時代を中心に、またカタクチイワシ、マアジは高温傾向時代を中心に繁栄している傾向が認められ、前項の結果と併せて、マイワシ、マサバを“北方グループ”、カタクチイワシ、マアジを“南方グループ”とした前報の結果を支持しているように思われる。

(4) 若干の論議

日本海の魚類相を日本海の起源およびその地質学的発展史と関連させつつ考察した西村(1964a, 1964b)によれば、マアジの祖先型魚類が日本近海に出現したのは38

～24万年前の間氷期の頃であり、その後氷期の到来にもなると一時侵入していた日本海から太平洋に去ったと推定し、ほぼそれと同時代に日本近海に出現したマイワシ、マサバの祖先型魚類は日本海と太平洋に分布し、北方水道から日本海に侵入したグループは現在のマイワシ、マサバに、太平洋に定着したグループは現在のホシナシイワシおよびゴマサバに分化していったと推定している。また現在日本海に分布するカタクチイワシは、ごく新しい日本海への侵入者である可能性を示唆している(西村、私信)。氷期と間氷期のくり返しにともなう日本海の孤立化あるいは海峡接続の時期等については、地質学者、生物学者の間で必ずしも統一された見解とはなっていないように見受けられる(例えば、西村, 1964a, 1964b, 1974; 徳田, 1969; 湊, 1970; 井尻・端山, 1970; 紺野, 1975; 等)が、氷期には海水温が低下していたことが知られており(例えば EMILIANI, 1955)、日本海については直接古水温の推定はなされていないものの、とりわけ氷期には孤立化したと考えられる日本海においては低温化も顕著であったろうと推定される。また、マイワシ、マサバの祖先型魚類が日本海へ侵入したと考えられている時代以降の氷期においては寒冷な気候であったと同時に“乾燥した気候”であったと考えられている(湊, 1970)こと、また氷床の形成発達にともなう海水位の著しい低下——海水からの淡水部分の減少——(例えば井尻・端山, 1970)等を考え併せると、氷期における日本海の海水は低温化と同時に高塩化し、相対的に“低温・高塩”な特性を獲得したであろうと推定される。現生のマイワシ、マサバが西村(1964a, 1964b)の推定しているように、日本海内部でその祖先型の魚類から種分化を遂げた種であるとするれば、これらの種は、低温・高塩な当時の日本海内部の海洋環境に適応して生きのびたと考えてよく、これらの種が現在、マアジ、カタクチイワシと比較して相対的に低温・高塩な水塊に対応して出現する傾向を示すという本報の結果は、西村(1964a, 1964b)の推定を支持する材料を提供していると言えよう。これらの種が、その資源量の減少期に北方水域——すなわち、これらの種の祖先型魚類が生息分布した水域——へ分布域を縮小するという前報における現象の指摘も、生物学的に重要な意義を持つものであると判断される。

一方、日本近海に到来した後、氷期の日本海内部での生活に適応できず津軽海峡から太平洋水域に出たと推定されるマアジは、おそらく日本海を去らざるを得なかったと同じ理由から、太平洋側でも日本列島近海のより南

部に分布していったと考えられる。その過程については推定の域を出ないが、カタクチイワシと共に古東支那海(西村, 1971)あたりを中心に分布していたのではなからうか? そこは日本海よりは相対的に高温であり、かつ古揚子江からの淡水流出によって海水は相対的に低塩であったと推定される。マイワシ、マサバの事例に照らしつつ、これらの種が相対的に高温・低塩な水塊に対応して出現するという本報の結果、および、これらの種はその資源量の減少期には分布域を南に縮小させるという前報における結果を考え併せると、これらの種が日本列島近海の南部寄りの水域で発展して来たグループであろうとする推定は大きくは誤っていないと思われる。

前報において、マイワシとカタクチイワシ(主として“セグロ”群)およびマサバとマアジ(主として“クロアジ”群)の間に春の産卵期を中心に競合関係の存在が指摘されたが、朝鮮海峡が最終的に開通したのはたかだか 2.9~1 万年前であり、これらの種間関係は進化学的時間スケールで言えば、きわめて“新しい関係”であると言える。新しく生じた種間関係は今なお不安定であり、大田(1955)の指摘するように、これらの種の変動の主要なモーメントをなしていると考えられる。現状では地質学年代にまでさかのぼるこれら問題の諸点を資

料の裏付けをもって議論することはほとんど不可能であると思われるが、以上の点を「仮説」として Fig. 16 に整理して示した。とりわけ資源の長期変動を考察する場合には、現生の種がどのようにして、また何故現生の種として生活しているのかを考える必要もあるのではなからうか?

すでに古く、宇田(1940)は適水温スペクトルの提示に関連して次のように述べている; 一体海の中に、こういう様な種々な性質、形態を持つ魚がある。非常に多様にバラエティを持った生物があるという事は、どうして出来たかという矢張りここに一つの進化的な質の変化が起ったのでありましょう。

4. 要 約

マアジ、マサバ、マイワシ、カタクチイワシ等長期的に顕著な資源変動を示す浮魚類の主要な分布域とみなされる日本近海の時況変動をこれら魚類の生息環境の変動として整理しなおし、マアジ、カタクチイワシは相対的に“高温・低塩”な水塊に、またマサバ、マイワシは相対的に“低温・高塩”な水塊に適応していることを見出した。こうした傾向は海況の長期変動と資源の消長との対応においても指摘され、これらの諸結果は資源量の増減にともなう分布域の変動のパターンから、マアジ、カタクチイワシを日本列島西南海域で発展したグループ、またマサバ、マイワシを日本海で発展したグループとした前報の結果を支持すると共に、グループ分けの生物学的意義をより明確にするものと考えられる。朝鮮海峡の最終的な開通が比較的新しい地質年代の出来事であることを考え併せると、両グループの種間関係はまだ新しく、不安定で流動的なものであると考えられ、その不安定性が、これらの種の大きな資源変動のひとつの契機をなしていると推定される。

謝 辞

本論の骨子全般にわたり有益な批判と助言をいただいた川合英夫博士、東幹夫博士ならびに、有益な助言と激励の言葉を添えて多数の文献を御恵送下さった宇田道隆博士、西村三郎博士に心からお礼申し上げる。また、貴重な観測資料の使用をお許しいただき、海況の長期変動について種々論議して下さい三井田恒博氏に深く感謝する(本報の Fig. 15 は同氏の快諾を得て提示したものであるが、この図の基本的な originality はあくまで同氏に属する)。さらに山田佳史枝嬢には資料の収集と整理に御援助いただき、図表の作成には清水朋子嬢の御協力をいただいた。記して感謝の印とした。

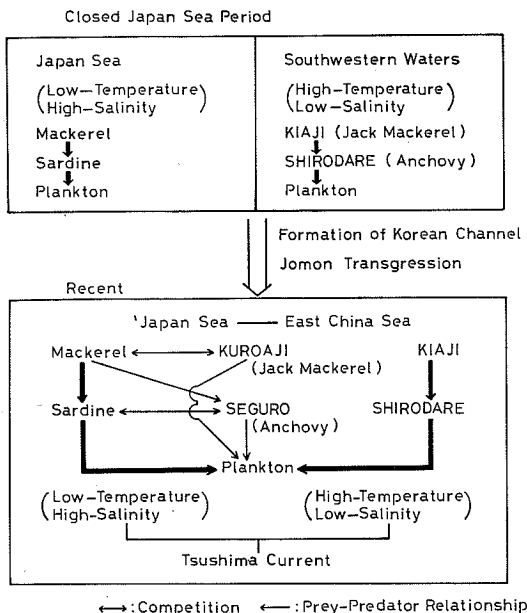


Fig. 16 Schematic diagram outlining development of interrelationships among pelagic fish and hydrographic nature of their distributional areas.

文 献

- 荒巻 孚, 高山茂美 (1968) 河川・陸水. 347 pp. 共立出版, 東京.
- EMILIANI, C. (1955) Pleistocene temperatures., *Jour. Geol.*, **63**, 538-578.
- 藤田至則 (1973) 日本列島の成立. 257 pp. 築地書館, 東京.
- 興水直文 (1958) 日本海対馬暖流域の水塊の性状. *日本海洋学会誌*, **14** (3), 1-4.
- 井尻正二, 端山好和 (1970) 地球の起源と歴史, 225 pp 法政大学出版局, 東京,
- KAWAI, H. (1972) Hydrography of the Kuroshio Extension. In 'Kuroshio, its physical aspects', 235-352. Univ. Tokyo Press, Tokyo.
- 紺野義夫 (1975) 日本海の謎. 189 pp. 築地書館, 東京.
- 湊 正雄 (1970) 氷河時代の世界. 259 pp. 築地書館. 東京.
- 三井田恒博 (1967) 対馬東水道中央部における水温の周年変化と長期変動について. 福岡県福岡水試調査研究報告, **13**, 1-8.
- 三谷文夫, 井田悦子 (1964) マアジの成長と年齢. *日本水産学会誌*, **30** (12), 968-977.
- 宮崎道夫 (1953) 日本海の水塊に就て (海況予想の研究 II). 北海道区水産研究所研究報告, (7), 1-65.
- 中村保昭 (1977) 駿河湾ならびに隣接海域の海況変動. *水産海洋研究会報*, **30**, 8-38.
- 西村三郎 (1964a) 動物相からみた日本海の起源(I).
- 地球科学, **73**, 18-27.
- 西村三郎 (1964b) 動物相からみた日本海の起源(II). *地球科学*, **75**, 29-46.
- 西村三郎 (1974) 日本海の成立. 227 pp. 築地書館, 東京.
- OGAWA, Y. *et al.* (1977) Hydrographic nature of coastal fishing ground in the southwestern Japan Sea. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, **50**, 73-126.
- 大田嘉四夫 (1955) 生存闘争の説. *国民の科学*, 9.10. 11. 12月号
- 須田皖次 他 (1932) 第三回日本海主要部海洋観測調査報告. *海洋時報*, **4** (1), 1-173.
- 水産庁 (1972) 日本近海主要漁業資源. 189 pp. 水産庁調査研究部.
- 徳田御稔 (1969) 生物地理学. 199 pp. 築地書館, 東京.
- 宇田道隆 (1934) 日本海 およびその隣接海区の海況. *水産試験場報告*, **5**, 57-190.
- 宇田道隆 (1940) 魚群集散の原理に就て. *植物及動物*, **8** (8), 119-121.
- 山中一郎 (1951a) 昭和24年春—夏季の日本海海況 (I). *日本海洋学会誌*, **6** (3), 143-149.
- 山中一郎 (1951b) 昭和24年春—夏季の日本海海況 (II) *日本海洋学会誌*, **6** (3), 150-156.
- 吉原友吉 (1966) 本邦沿岸定点観測表. 57 pp. 東京水産大学.