

シンポジウム 「水産海洋」

西日本海域における対馬海流の流動特性と水産生物

共催 水産海洋研究会
日本海洋学会

日時: 1986年10月6日(月) 09:50~16:00
場所: 九州大学大学院総合理工学研究科 第1会場
コンパニナー: 青山恒雄 (水産大学校)
俵 悟 (水産大学校)
大塚一志 (東京水産大学)

挨拶: 平野敏行 (水産海洋研究会会長)

- | | | |
|------------------------|----|----------------------|
| 話題および話題提供者 | 座長 | 市川 洋 (鹿児島大学水産学部) |
| 1. 日本海南西海域の海況 | | 村山達朗 (島根県水産試験場) |
| 2. 対馬海峡付近の海況の短期変動 | | 水野信二郎 (九州大学応用力学研究所) |
| | | 川建和雄 (九州大学応用力学研究所) |
| | | 三井田恒博 (福岡県庁) |
| | 座長 | 中村保昭 (西海区水産研究所) |
| 3. 人工衛星 NOAA 画像の漁業への応用 | | 為石日出生 (漁業情報サービスセンター) |
| | 座長 | 多部田 修 (水産大学校) |
| 4. シロイカの分布と海洋構造 | | 河野光久 (山口県外海水産試験場) |
| 5. マサバの漁況 | | 林 小八 (西海区水産研究所下関支所) |
| | | 濱崎清一 (西海区水産研究所下関支所) |
| 6. イワシ類の漁況 | | 三谷卓美 (西海区水産研究所) |
| | | 竹下貢二 (西海区水産研究所) |
| 総合討論 | 座長 | 青山恒雄・俵 悟 (水産大学校) |

1. 日本海南西海域の海況 —— 研究の成果と展望 ——

村山達朗 (島根県水産試験場)

1. はじめに
日本海の高層循環についてのレビューは過去にも梶浦ほか(1958)や川合(1974)のものがあり、小川(1980)も佐藤理論の見直しの中で対馬海流の研究を中心として行っている。また尹(1985)は最近の数理モデルを使っ

た日本海の高層循環に関する研究を紹介し、今後の日本海における海洋研究の方向性を示唆している。長沼(未発表)は従来の統計的手法による高層循環の研究に数理モデルの研究を加え、更に漁況との関連まで含めたとりまとめを行っている。近年の研究についてはこれらの中

に殆ど集約されており、今更若輩の筆者が取りまとめを行う必要はないが、漁海況に携わるものの一人として今後の調査方法の展望も含めてまとめてゆく。

2. 過去の研究

我々は海況予測を目的として研究を行っているが遠藤(1984)は海況予測法を、(1) 総観的予測法 (2) 統計的予測法 (3) 力学的予測法の3つに分類し、海洋研究者の夢である力学的予測法の可能性について論じている。日本海における海況研究もこの3タイプに分けて考えてみる。

(1) 総観的研究 総観的研究は主観的なものであり研究者の頭の中には現象論モデルが存在しているがそれは必ずしも理論的裏付けを持っていないとはかぎらない。日本海における海況研究の中では海水特性に関するものと対馬海流の流路に関するもの多くがこれに当たる。海水特性の研究は須田(1932)以来のものだが要約すれば、図1(宮田 1958)に示すように日本海内の全海水容積の80%が水温 0~1°C、塩分 33.96~34.14‰ という固有水によって占められ(YASUI *et al*, 1967)、顕著な変動を示

すのは表層約 300 m 以浅の海水に限られている(福岡, 1962)。この表層水を形成するのが対馬海流であり、これはまた、境界以南の水域で塩分鉛直極大水としてとりわけ夏に明瞭な形で観測される対馬海流中層水と、対馬海流表層水と呼ばれている表層付近の高温低塩な水である。対馬海流の流路に関しては川合(1974)が詳しく解説しているが、結局の所は長沼(1973)が述べている様に図2に示した3分子説、蛇行説ともに解析に用いた資料の不備や手法の問題などから、対馬海流の動きの側面を示しているに過ぎない。この問題については後述べる数理モデルを使った解析や鳥羽ほか(1983)が日本海の中規模渦の研究に用いた衛星資料などの新しい観測手法の組み合わせによって解決するしかあるまい。このほか、特に日本海南西海域の海況については小川(1981)の沿岸域における低塩水塊についての記述や、図3に示すように九州西岸から山陰西部にかけての海況の特徴をZ型、U型の2つに分けて論じた長沼(1985a)のものなどが上げられる。

(2) 統計的研究 統計的手法については、物理法則が理解できない、あるいははっきりした現象論モデルがない場合に用いられることが多い。日本海における海況研究は特に漁海況予報という事業の中で、現状の評価および予測をしなければならないという必要が生まれてきたものが多い。統計的手法には統計処理に耐えうるだけの

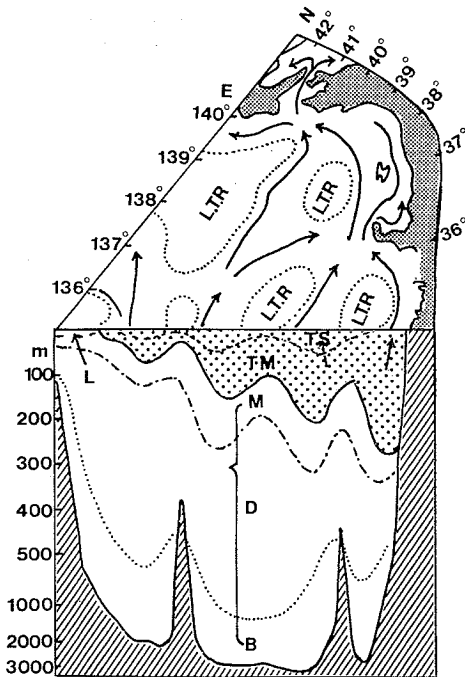


図1 日本海における夏季の水系模式図(宮田, 1958)

対馬暖流 TS: 暖流表層水 TM: 暖流中層水
リマン寒流 L: 寒流表層水 L.T.R.: 冷水域
日本海固有水 M: 中間水 D: 深層水 B: 底層水

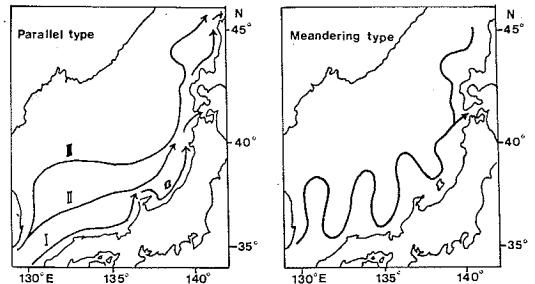


図2 日本海の流れ模式図(長沼, 1973)

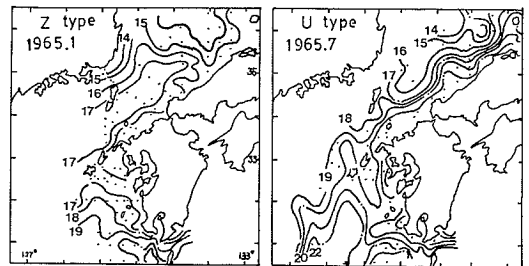


図3 Z型とU型の水温分布の典型(長沼, 1985a)

資料の蓄積が必要となるが、その点では先ず沿岸の定地水温観測資料の解析が上げられる。これについても多くの研究があるが最近のものでは長沼 (1978), 渡辺ほか (1985) があり、日本海全体では6年程度の周期を持つが、能登半島以北と以西では周期性に違いがみられること、平均値の標準偏差は夏と冬が大きく、春と秋が小さいことなどがわかっている。しかし、加藤・林 (1985) は定地水温の解析について、日変動程度のスケールでは気温変動を示すだけだとして、短期変動のモニタリングとしては懐疑的な意見を述べている。観測船による海洋観測資料の解析は長沼 (1968, 1981a, 1981b, 1985b) の研究に負うところが大きい。図4に示すように彼は一連の研究の中で、対馬海流域の水温の年差や高塩分水の広がり、対馬海流の流量の変化には6年周期があり、それが極東域の偏西風の動態と関連があること、また対馬海流の源流域での環境変動に同じ様な6年周期がみられ、この海域と日本海の高塩分水の深いつながりを示唆している。このことは渡辺ほか (1985) も沿岸定地水温の経年変動から指摘している。また、対馬海流の周期性についてはMIITA and TAWARA (1984) も対馬東水道の水温資料から指摘し、これが北太平洋全域でみられる現象であると述べている。

(3) 力学的研究 以上のように、日本海の高塩分水についてはかなり詳しい知見が蓄積されてきた。しかし残念ながらそれはまだ現象記述の域を出ていないといえる。例をあげれば、対馬海流の日本海への流入機構や流路の決定機構について従来の研究は明快な回答を与えることはできなかった。対馬海流の流量にしても須田

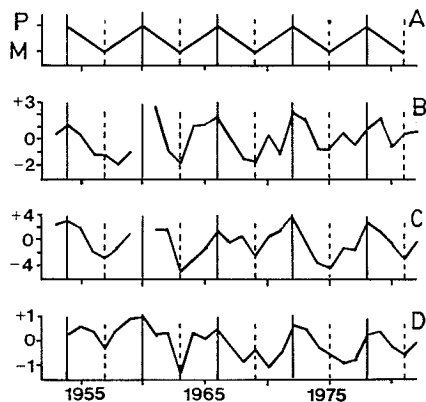


図4 日本海における対馬海流諸要素の年変動 (長沼, 1985b)

A: 流動型 B: 流量 C: 高塩分水
D: 水温 P: 平行型 M: 蛇行型

(1938)以来多くの研究者が力学計算に基づく推定を行ない、その流量が $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ のオーダーで、輸送量は夏から秋にピークを向かえ、冬から秋にかけて最低となることが分かっているが、これも対馬海流の特性を示すものであってその機構を明らかにするものではない。また、力学計算による流量の推定が日本海において適用できるのかという疑問もある(尹, 1985)。しかし、このような疑問に答えていこうという研究が最近になって登場してきた。これらは遠藤 (1984) の分類によれば力学的予測法の考え方に立つものである。勿論、力学的研究が総観法による現象の理解と、統計的研究における資料の蓄積の上に成り立つのは言うまでもないことである。まず対馬海流の発生機構に関してはMINATO and KIMURA (1980)が海洋大循環が縁海への海流の流入を決定すると言う立場から対馬海流の日本海への流入を論じている。図5にそのモデルと結果を示した。Stommelの箱型の海に β 効果と摩擦効果により西岸境界流が起こるが、彼らはこのとき西岸に沿って水位差が生じこの水位差が日本海への流入の原動力となるとしている。またこのモデルでは黒潮流量の約2%が日本海に流入し、海峡付近の動態が流入量を制御している。これに対し鳥羽ほか (1982)は対馬海流の季節変化が必ずしも黒潮のそれと平行していないとして、対馬海流は正確な意味での黒潮の支流ではなく、またその駆動力としては大気相互作用により水温変動の大きい東シナ海と冷たい亜寒帯環流の西端である津軽東方海域の水位差をあげている。次に対馬

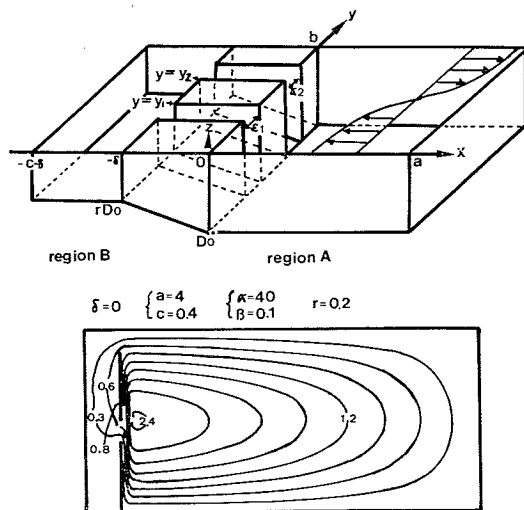


図5 縁海に流入する西岸境界流の流量に関する数値実験のモデルと結果 (MINATO and KIMURA, 1980)

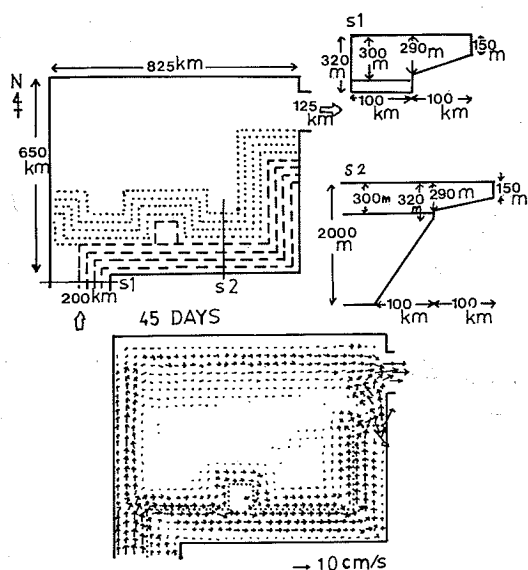


図6 対馬海流の分枝現象に関する数値実験のモデルと結果 (KAWABE, 1982)

暖流の分岐機構については YOON and SUGINOHARA (1977) にはじまり YOON (1982a, b), KAWABE (1982) らと続く一連の数値実験があげられる。図6にそのモデルと結果を示した。彼らはこの実験の中でいわゆる第1分枝(日本沿岸分枝)と第3分枝(東韓暖流)の力学的定義づけを行った。すなわち日本沿岸分枝は海底地形制御海流で陸棚上を海底地形制御効果(地形性の β 効果)の制限を受けながら日本沿岸を流れるとし、東韓暖流は基本的には β 効果による西岸境界流としている。第2分枝については対馬西水道の通過流量が夏季増大することにより形成され、主密度躍層が海底と交わるより沖合に流れる海底地形制御海流であるとしている。しかしこれらの結果は単純なモデルによる数値実験から得られたものであり、この結果をそのまま現実の海に適用できるものではない。事実、KAWABE (1982) も指摘しているように能登半島以北と以西では海底地形に大きな差があり彼らの単純化したモデルの結果は能登半島以西では有効だが以北ではその適用に疑問が残る。しかし、日本海の水況研究は、従来の総観的手法や統計的手法によるものから、数理モデルを使った力学的研究の段階に移りつつあるのは事実である。

3. 今後の展望

今後、以上述べたように、数理モデルを使った研究へ移っていくだろうが、これをデータ一面からサポートしていく観測システムはいまだ十分とは言えない。水温、

塩分については、戦前からの資料も含めて相当な蓄積があり、各機関において整理も進んでおり情報の公開性も高い。しかし、直接測流のデータについては、情報量及びその公開性についても著しく遅れている。3海峡での流入流出量を観測するためには係留系を用いた長期的観測が必要であるが組織だった調査は行われていない。また調査船による直接測流は、ドップラーログ(超音波流速計)の出現により従来の GEK に比較して、はるかに多くの情報を得ることが可能になった。ドップラーログの精度の問題については、村山・柏井(1986)や石井ほか(1986)が述べている様に未解決の点が多い。しかし、航行しながら直接流れを観測できるというメリットは大きい。現在、ドップラーログは海上保安庁の巡視船や水研・水試の調査船に半ば航海計器の一部として装備されつつある。この観測データが、資料庫の片隅に眠ることのないよう一刻も早く観測方法、資料整理の基準を作るべきである。また係留系の観測資料も含めてこういった直接測流の資料を個人的データとして死蔵させるのではなく、誰もが容易に利用できるような、情報公開を進めていくことが組織的な共同研究とともに今後の日本海を含めた海洋研究を飛躍させる必要条件となてこよう。

文 献

- 遠藤昌宏(1984) 力学的数値モデルによる海況予報の可能性. 海洋科学, **16**, 650-655.
- 福岡二郎(1962) 日本海の水況特性—太平洋と比較して—. 日本海洋学会創立20周年記念文集, 180-188.
- 石井春雄・西田英男・小杉 瑛・上野義三・道田 豊(1986) ドップラーログを利用した流速測定. 水路部研報, **21**, 135-150.
- 梶浦欣二郎・土屋瑞樹・日高孝次(1958) 日本海の水況の分析. 対馬暖流開発調査報告書, **1**, 159-170.
- 加藤 修・林 小八(1985) 日本海南西沿岸における表面水温の変動と気温の変動との関係について. 日本海洋学会講演要旨集(昭和60年4月), 73-74.
- KAWABE, M. (1982) Branching of the Tsushima Current in the Japan Sea Part II. J. Oceanogr. Soc. Japan, **38**, 183-192.
- 川合英夫(1974) 対馬暖流域の海洋構造. 水産学シリーズ, **5**, 恒星社厚生閣, 東京, 7-26.
- MIITA, T. and S. TAWARA (1984) Seasonal and secular variations of water temperature in the east Tsushima Strait. J. Oceanogr. Soc. Japan, **40**, 91-97.
- MINATO, S. and R. KIMURA (1980) Volume transport of the western boundary current penetrating into a marginal sea. J. Oceanogr. Soc. Japan, **36**, 185-195.
- 宮田和夫(1958) 日本海における対馬暖流の特性と概

- 要：対馬暖流開発調査報告書，**1**，147-152.
- 村山達朗・柏井 誠 (1986) 音波ログと漂流ブイを使った沿岸流況観測. 日本海洋学会講演要旨集 (昭和61年4月)，352-353.
- 長沼光亮 (1968) 日本海の対馬暖流域における50m層水温の年偏の持続性について. 日水研報告，**19**，51-60.
- 長沼光亮 (1973) 対馬暖流第3分枝の存否に関する論議について. 日水研連絡ニュース，**266**，1-3.
- 長沼光亮 (1978) 日本海本土沿岸の主要地点における水温変動の諸特性について. 日水研報告，**29**，269-282.
- 長沼光亮 (1981a) 対馬暖流の源流域付近における動向と日本海への流入に関する検討 (I). 日本海学会誌，**5**，19-31.
- 長沼光亮 (1981b) 対馬暖流の源流付近における動向と日本海への流入に関する検討 (II). 日本海学海誌，**5**，33-43.
- 長沼光亮 (1985a) 日本海西部沿岸水域の海洋環境の特徴. 水産海洋研究会報，**47**・**48**，60-63.
- 長沼光亮 (1985b) 日本海における漁況と海況. 海と空，**60**，47-61.
- 小川嘉彦 (1980) 環境研究における“佐藤理論”のゆくえ. ミチュールン生物学研究，**16**(1・2)，43-53.
- 小川嘉彦 (1981) 日本海西南沿岸水域の海況特性とその漁業生物学的意義. 山口県外海水試研報，**18**，1-96.
- 須田皖次・日高孝次 (1932) 第2回日本海南部海洋観測調査報告 (I). 海洋時報，**3**，291-375.
- 須田皖次 (1938) 対馬海流の変化について. 陸水学雑誌，**8**，205-216.
- 鳥羽良明・富沢由和・花輪公雄 (1982) 対馬，津軽暖流系の季節変化・経年変動とその可能な原因. うみ，**20**，41-51.
- 鳥羽良明・川村 宏・山下富美子・花輪公雄 (1983) 日本海における水平乱流の構造. 日本海洋学会講演要旨集 (58年4月)，24-25.
- 渡辺朝生・花輪公雄・鳥羽良明 (1985) 日本海沿岸水温の経年変動について. 日本海洋学会講演要旨集 (昭和60年4月). 38-39.
- YASUI, M., YASUOKA, T., TANIOKA, K. and O. SHIOTA (1967) Oceanographic studies of the Japan Sea (I), Water characteristics. Oceanogr. Mag., **19**, 177-192.
- YOON, J.H. (1982a) Numerical experiment of the circulation in the Japan Sea Part I. J. Oceanogr. Soc. Japan, **38**, 43-51.
- YOON, J.H. (1982b) Numerical experiment of the circulation in the Japan Sea Part III. J. Oceanogr. Soc. Japan, **38**, 125-130.
- 尹 宗煥 (1985) 日本海の表層循環. 海洋科学，**17**，607-610.
- YOON, J.H. and N. SUGINOHARA (1977) Behaviour of warm water flowing into cold ocean. J. Oceanogr. Soc. Japan, **33**, 272-282.

2. 対馬海峡付近の海況の短期変動

シンポジウムでは、夏と冬の対馬海流の短期変動を比較して議論したが、ここでは冬のデータの短期変動に話題を限定し、その特徴を詳述することにする。

冬季節風の厳しい対馬海峡や日本海沿岸では、夏に比べて測流データは乏しい。松山・名角 (1986) は、最近山陰沖で約20日にわたり、対馬海流を観測している。その結果によれば、冬期の流れは順圧的で沿岸潮位の変動と相関が高く、地衡流平衡の状態にある。この様に、冬期対馬海流は順圧性地衡流が卓越するので、対馬海流をはさんで検潮所のある海域を測流点に選ぶと、沿岸潮位の測定値から順圧性地衡流を推定することができる。

その様な海域として、対馬東水道の老岐—対馬間の一点を測流点に選び、冬期の43日間にわたって海流計測を

水野 信二郎 (九州大学応用力学研究所)
三井田 恒博 (福岡県庁漁政課)
長浜 智基 (九州大学応用力学研究所)
川建 和雄 (九州大学応用力学研究所)

実施した。得られた流速は、予想通り順圧性が強く鉛直方向に殆ど一様であった。

この小論では、冬期流速の短期変動の特徴について述べた後、日平均流速データと海峡を横切る方向の日平均沿岸水位差の間に出来る限り精度の高い直線回帰式を得ることを試み、対馬東水道の順圧性地衡流を沿岸水位差から推定できる経験式を提案する。

1. 観測と資料

観測は、1986年2月17日から4月2日まで、図1に示す St. T₄(34°02'04"N, 129°25'02"E; 水深~130 m)において、海面下 30 m (上層)、50 m (中層)、85 m (下層)の3層にアーンダー流向流速計 (RCM-4型) を設置して行われた。この3台の流速計のうち下層の記録

は、測器の故障のため2月28日以降は得られていない。測定間隔は10分である。

流速データと比較する為に、対馬海峡近辺の海上風、沿岸潮位と、それを気圧補正するための海面大気圧の資料を用いた。海上風は運輸省第4港湾建設局所属の「玄界バイ」(図1の St. T₂) で得られた2時間毎の10分間平均風速データを使用した。沿岸潮位は第7管区海上保安本部から取寄せた1時間毎の検潮記録(門司・博多・佐世保・厳原)を使用した。海面大気圧は「気象庁月表」の日平均海面大気圧(下関・福岡・佐世保・厳原)を使用した。なお、風速データの一部に計測値のない期間があった(2.7%)ので、その期間の風速は前後の風速の平均値で内挿した。

潮位及び流速データの取扱いについては、松山・名角(1986)の方法と基本的には同じだが、若干の点で異なる。即ち、我々は半日及び1日周期の潮位変動を除去す

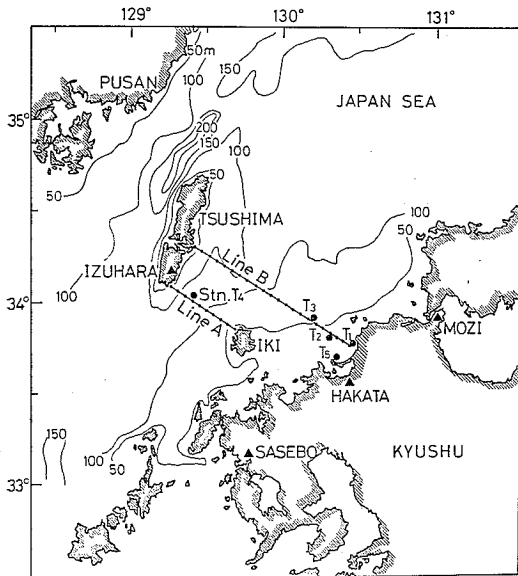


図1 対馬海域における測定点(St. T₁~T₅)と検潮所(黒三角)

るため、1時間毎のデータに24時間移動平均を施した。「海上保安庁水路部観測報告」及び「気象庁月表」において日平均潮位と日平均海面気圧が採用されているのでそれに合わせるとこれらの資料を直接利用できるからである。各検潮所の気圧補正潮位 η (cm) は、実測潮位 η_r (cm)、実測海面気圧 P_a (mb)、平均海面気圧 P_0 (mb)、とすると

$$\eta = \eta_r + \alpha(P_a - P_0) \quad (1)$$

として得られた。ただし、 $\alpha = 1 \text{ cm/mb}$ 、 $P_0 = 1000 \text{ mb}$ である。

2. 観測結果と議論

図2に、対馬海流の時系列から得られた、43日間の日平均流速値をプロットした。x軸は東流成分、y軸は北流成分を示す。流向は安定していて上層と下層は北東方向で、中層がやや東流成分が大きい。なぜ中層の流向が東向きにずれるのか、その理由はわからない。各水深における流向はあまり変化していないけれども、流速の絶対値は主に風の影響により、増減がはげしい。図2のデータの平均流速とその標準偏差は表1に示されている。対馬海峡の冬期平均流速は北東方向に20 cm/s である。流速の北東成分を対馬海流と考えて、その順圧性の良否を見る為に上層の日平均流速をx軸に、中層と下層の日平均流速をy軸にとって図3にプロットした。 $y=x$ の直線上にデータが並ぶと完全に順圧的である。下層の流れは $y=x$ の直線から若干バラツキが目立つが、上層と中層の流れはほぼ順圧的に変動することがよくわかる。これらの結果は、冬期の対馬海流にあっては、冷却による対流作用のため上下混合が非常に強いことを示唆して

表1 日平均流速の平均値と標準偏差(流速 cm/sec)

| 深度 (m) | U(南東流成分) | | V(北東流成分) | | データ長 (日) |
|--------|----------|------|----------|------|----------|
| | 平均値 | 標準偏差 | 平均値 | 標準偏差 | |
| 30 | 2.2 | 2.7 | 20.1 | 8.9 | 43 |
| 50 | 3.9 | 3.5 | 20.1 | 8.3 | 43 |
| 85 | -0.5 | 2.9 | 17.5 | 9.1 | 11 |

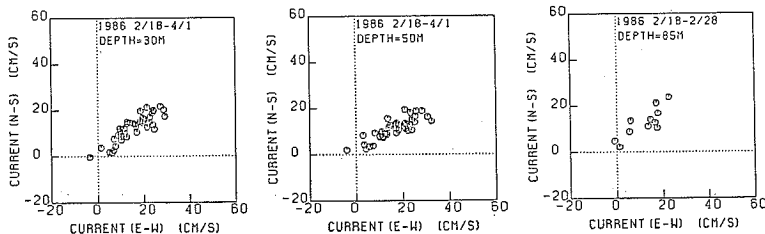


図2 対馬海流の日平均流速値の変動

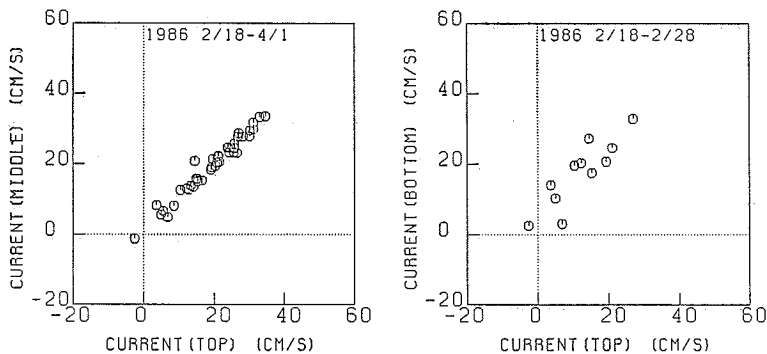


図3 上中下3層の対馬海流(北東流成分)の比較

いる。

図4の時系列は風の海面摩擦応力の x, y 成分, 海峡を横切る方向の沿岸水位差及び上・中・下層の対馬海流の y 成分からなる。ここに x 軸は南東方向, y 軸は北東方向を指す。先に述べたように, 水位と流速のデータには24時間移動平均フィルターをかけているが, 風は生データである。風の摩擦応力と流速の時系列を比較すると, 強い北東風が吹くと流速が減速するのがよくわかる。北西の季節風はあまり強いものが見られないが, 流速との間に高い相関はみられない。即ち, 対馬海峡における風の効果は沿岸流タイプに属し, 沿岸に平行な北東成分が海流の短期変動に強く影響する。この結果は松山・名角(1986)の山陰沖の結論と同じであるが, 山陰沖では陸岸が東西に走っているため西風が対馬海流を加速する。従って, 海流の風に対する応答は対馬海峡と山陰沖では独立に起こっている可能性が高く, 両地点の流速の短期変動の間の相関が低いことが予測される。

次に, 沿岸水位差と流速の時系列を比較すると, 両者の変動は非常によく対応しており(相関係数=0.88), 地衡流平衡の状態に近い。従って, 海峡を横切る方向の力の釣合いとして, 次の地衡流近似を採用する。

$$fv = g \frac{\partial \eta}{\partial x} \quad (2)$$

ここに f はコリオリ・パラメータ, g は重力加速度である。(2)式に対応する経験式を導くために, 43日間の日平均流速データ(v)と日平均沿岸水位差データ($\Delta\eta$)の間で回帰分析を行う。対馬東水道をはさむ門司・博多・佐世保・厳原港の夫々の潮位データは最寄りの下関・福岡・佐世保・厳原の各気象台の日平均海面気圧データを用いて(1)式により気圧補正を施した。更に, 日平均値データの間に回帰分析を行うよりも, 各時系列にHann-

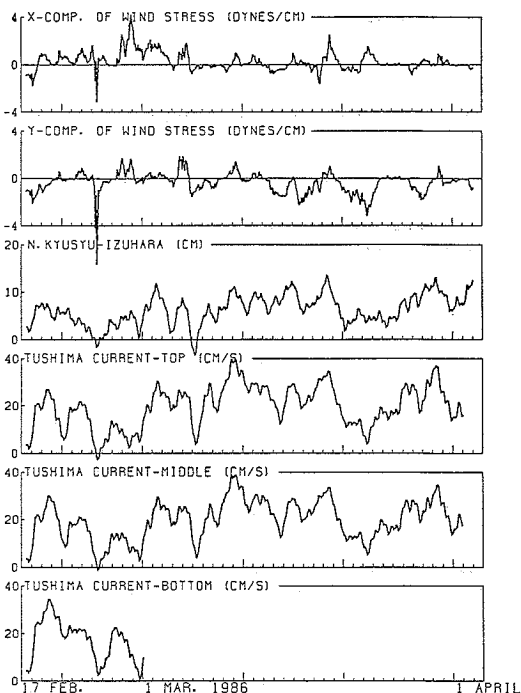


図4 冬の観測データの時系列。24時間移動平均により潮汐周期の成分はカットされている(但し, 風のデータは生データ)。沿岸水位差と対馬海流の間に高い相関がみられる。

ing Window (1/4, 1/2, 1/4) をかけてデータの平滑化を行った後に回帰分析を行う方が高い相関値を示したので, 回帰分析を行う前に各時系列にHanning Window をかけることにした。以上の前処理を行った後, 図5の結果が得られた。図5(A), (B), (C)に門司—厳原, 博多—厳原, 佐世保—厳原間の $\Delta\eta$ と上層の対馬海流 v の間の日平均値データをその回帰直線と共に示す。図中

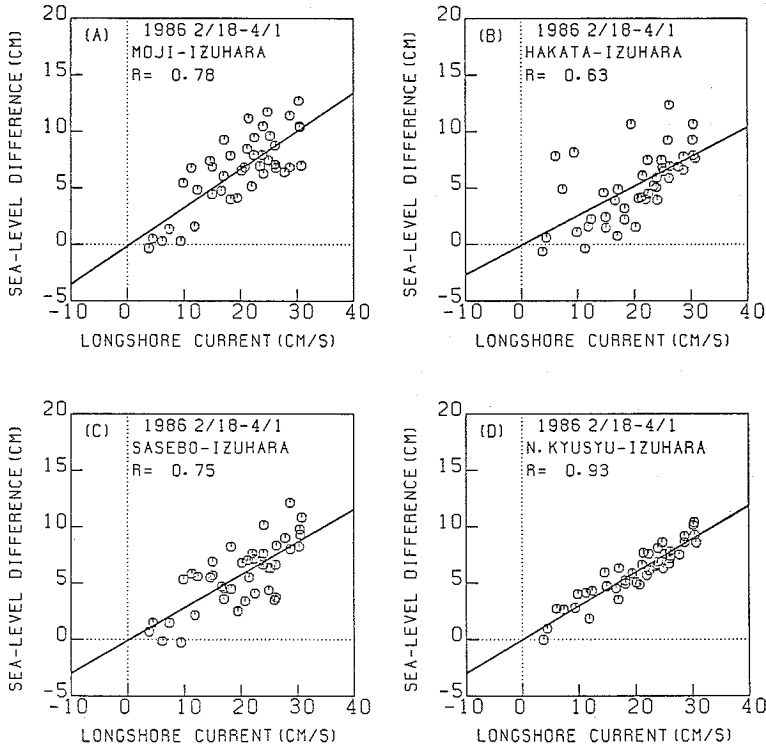


図5 海峡を横切る方向の日平均水位差と対馬海流北東成分の日平均値の間の関係、実線は直線回帰式。

の R は相関係数で、 $R=0.6\sim 0.8$ の間にある。回帰の寄与率は R^2 に等しいので、対馬東水道を横切る2点間の沿岸水位差と流速との間の関係は予想外に相関が低いことが明らかである。実際、この相関の低さが今まで東水道において、何故地衡流関係式を経験的に得ることが難しかったかを説明すると言え。そこでより高い相関を得る試行を行った結果、我々は図5(D)に示す様に、北九州側3点の沿岸水位の平均値から敵原港の水位を差し引くと相関係数が飛躍的に増加し ($R=0.93$)、データのバラツキが著しく減少することを見いだした。図5(D)の直線回帰式は

$$\Delta\eta = (0.30 \pm 0.04)v \quad (3)$$

で与えられる。ここに、

$$\Delta\eta = (\eta_M + \eta_H + \eta_S) / 3 - \eta_I - 66.4 \text{ (cm)} \quad (4)$$

である。(3)、(4)式が、沿岸潮位の読み取り値から対馬海流の順圧性地衡流 v (cm/s)を推定する経験式である。(4)式の $\eta_M, \eta_H, \eta_S, \eta_I$ は夫々門司, 博多, 佐世保, 敵原の日平均読み取り値 (cm) に気圧補正を施した値であ

る。もし気圧補正をしなければ相関は若干落ちて、 $R=0.88$ となる (図4の潮位時系列は気圧補正をしていない)。

空間平均を取ることにより相関係数が増加した事実は、(1) 北九州沿岸域の各検潮所のデータには海流とは無相関の変動がかなり含まれていて、空間平均操作によってこれらの変動が除去される事を示すものと考えられる。(2) また、対馬海流は海峡に沿う方向に相当長い距離にわたりコヒーレントな流況構造にあることを示唆している。ここにコヒーレントとは、風などの外的擾乱に対する海流の応答が海峡に沿って殆ど同時に起こることを意味する。(3) 式の $\Delta\eta$ が東水道の強流域のみで発生したと仮定すると、地衡流近似式(2)を用いると強流域の幅 L は

$$L = (0.3 \pm 0.04) f / g \approx (36 \pm 5) \text{ km} \quad (5)$$

と推定される。更に、東水道を通過する冬期の流量 T は、 $\bar{v}=20$ cm/s, 水深 $\bar{h}\sim 100$ m とすると

$$T = v\bar{h}L = (0.7 \pm 0.3) \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s} \quad (6)$$

と推定される。 T の区間推定は次式で行った。

$$vhL = \bar{v}\bar{h}\bar{L} \left[1 + \left(\left| \frac{\Delta v}{\bar{v}} \right| + \left| \frac{\Delta h}{\bar{h}} \right| + \left| \frac{\Delta L}{\bar{L}} \right| \right) \right] \quad (7)$$

ここに、 $v = \bar{v} + \Delta v$ 、 $h = \bar{h} + \Delta h$ 、 $L = \bar{L} + \Delta L$ とする。 \bar{v} と \bar{L} の 95% 信頼区間から、 $|\Delta v/\bar{v}| = 0.15$ 、 $|\Delta L/\bar{L}| = 0.15$ が得られ、 $|\Delta h/\bar{h}| = 0.1$ と仮定すると (6) 式を得る。

強流域の推定幅 $L \sim 36$ km は、宍岐-対馬間の直線距離が 50~60 km であり、水深 100 m の幅が約 30 km であるから妥当な値であると考えられる。強流域の幅が 100 m 等深線の幅と同程度であるから、図 1 を参考にすると対馬海流の主流は 100 m 等深線に沿って北東に向かって流れているという海流像で捉えることができるだろう。

最後に、現在の結果を過去の東水道の測流データから得られた平均流量の結果と比較する。最も精度の高い東水道を通過する平均流量は、三井田 (1976) が夏期の数日間の定置測流データを用いて計算したもので、 $1.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ である。この流量は東水道の 4 断面で殆ど同じ時期に多数の流速計を断面にわたって設置して得られたデータであるから流量の実測値として評価すべき量である。又、俵・三井田・藤原 (1984) は四季別の流量比を見積っている。彼等によると、東西両水道とも流量平均値は冬に比べて春は 1.5 倍、夏は 1.9 倍、秋は 1.7 倍となると述べている。従って、三井田の夏の流量から判断して冬の流量は $0.84 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ となり、この結果は上記の推定流量と誤差の範囲内でよく一致しており、今回の結果がたとえ一点における測流データから推定した流量

とは言っても、海峡を横切る冬期流量を十分な精度で推定できることを示唆している。

3. 結 論

冬期の 43 日間にわたり計測された対馬海流の日平均流速変動の特徴は次のとおりである。

- 1) 流向は北東方向で、ほぼ安定している。
- 2) 流速は順圧性で平均 20 cm/s であるが、流速の日変動が大きく標準偏差は 9 cm/s である。
- 3) 対馬海流と沿岸水位差 (北九州-敵原) の間には地衡流平衡がよい近似で成り立つ。両者の間の高い相関は、水位差として北九州 3 検潮所 (門司, 博多, 佐世保) の平均水位から敵原のそれを差し引く場合に見いだされる。
- 4) 東水道の強流域の幅は 36 km と推定される。この幅は対馬-宍岐間の距離の約 60% に相当する。東水道を通過する冬期流量は $(0.7 \pm 0.3) \times 10^6 \text{ m}^3$ と推定される。
- 5) 風の効果に対しては、対馬海流は沿岸流の性格が強く、北西風よりも北東風の影響によって減速する。

文 献

- 松山優治・名角辰郎 (1986) 冬期但馬沖の陸棚上で観測された流れの特性. 日水誌, 52(10), 1715-1718.
- 三井田恒博 (1976) 定置測流からみた流れ. 水産海洋研究会報, 28, 38-58.
- 俵 悟・三井田恒博・藤原建記 (1984) 対馬海峡の海況とその変動特性. 沿岸海洋研究ノート, 22, 50-58.

3. 人工衛星 NOAA 画像の漁業への応用 (対馬周辺海域)

為 石 日出生 (漁業情報サービスセンター)

1. はじめに

西部日本海域は、日本海の漁業資源にとって、主要魚種の再生産の場として、また東シナ海を産卵場とする魚種の補給路として重要な海域である。特に、対馬海峡周辺海域や東韓海流域は、日本海のスルメイカ釣り漁業、マイワシ・マサバ旋網漁業の好不漁や資源動向に大きく関係している。

しかし、韓国と隣接している関係上、この海域の海洋観測データはきわめて少なく、韓国寄りの海域では分析が困難となっている。

そこで、人工衛星 NOAA 画像を利用して、表皮水温ではあるが、この海域の海洋パターン及び変動をシミュレートし、漁業への応用を考える。

2. 衛星画像による対馬周辺海域の海況パターン 対馬暖流は対馬においてその西側を通る北向輸送と東側を通る南向輸送とに分類される (沖山, 1974)。

図 1 は 1986 年 1 月 17 日~23 日の船舶データによる水温図と同時期 1 月 22 日の NOAA 画像によるものを比較している。これによると、船舶データの海況図の場合、韓国海域のデータが少ないため、韓国側西側海峡の正確な

海況図が描けていない。しかし、衛星利用水温図の場合、十分に表現されており、短いインターバルの水塊パターンの判断に、有効であることを示している。また、この他、韓国南部沿岸水と対馬海流による潮境や左旋流の反流なども良く表現されている。15°C 台の最高水温が対馬の西側を通り、東韓海流の 14°C 台と繋がっている様子がわかる。15°C 台の水温帯の先端部で判断すると、この時期 (1月) は西側を通る北向輸送量が多いように解釈できる。NOAA 衛星のセンサ AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) の距離分解能は 1.1 km であり、衛星利用の水温図は、水塊配置も表現していると言える。

このことから、主要魚種の卵稚仔が沖合に分散されるのか日本の沿岸に輸送されるのかを判断するのに、衛星画像の有効利用が考えられる。図2の衛星画像において、水温パターンから判断して、海流の本流が西側を通る場合をA型 (北向輸送型)、東側を通る場合をB型 (南向輸送型) とする。図3のグラフはA型・B型の出現頻度の季節変化を示している。これによると、月による衛星データの取得数に差があるが、①全体ではB型とA型の比が4:6で、従来から言われている3:7に比べやや南向輸送型が多い。②秋から春 (11月~4月) にA型の頻度が高く、春から秋 (5月~10月) にB型の頻度が高い。これは従来から言われていた夏季に北向輸送が多いとい

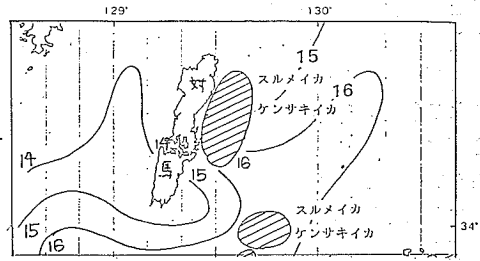
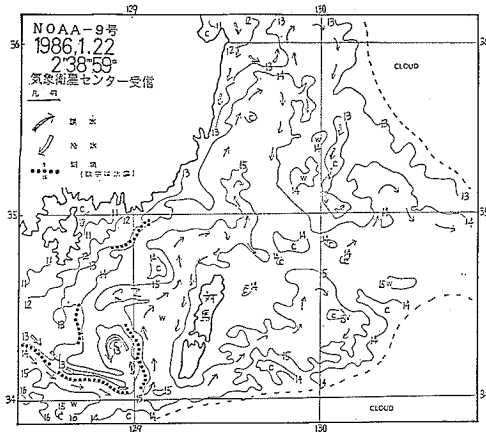


図1 NOAA 画像による水温図 (左) と、船舶データによる水温図

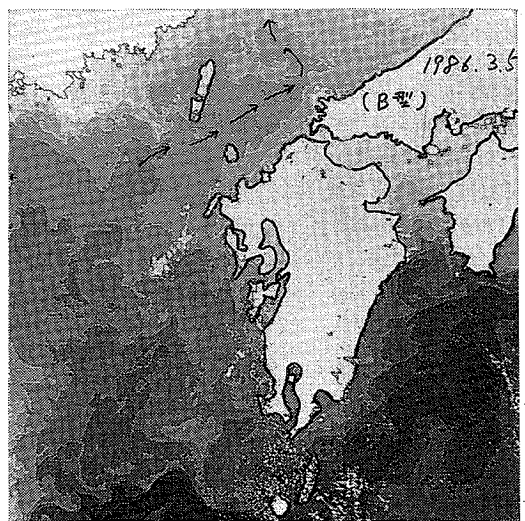
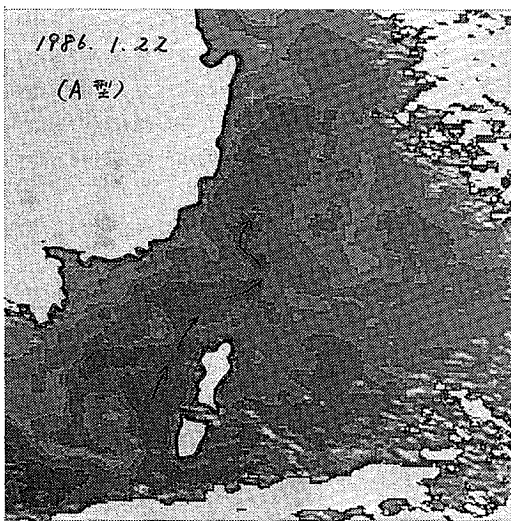


図2 衛星画像による対馬暖流のパターン分類 (西側通過=A型, 東側通過=B型)

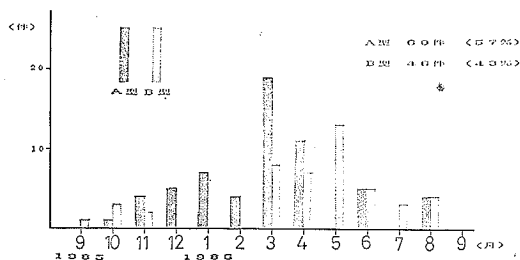


図3 対馬暖流A型・B型出現頻度

う説と逆になった。晴天データの少ない夏季は、やや傾向が把握しにくいと考えられる。

以上のことから衛星画像が、船舶データの少ないこの海域においてある程度有効であると考えられる。

3. 東韓海流域の渦について

(1) 渦のパターン分類

多くの衛星画像写真から、暖水渦の形状を連続的に追ってみると、発生から消滅まで一定の法則性が見られる。すなわち、図4に示すとおり、第1期-発生期、第2期-形成期、第3期-完成期、第4期-消滅期の4期にわけられる(為石, 1985)。また、第2期の形成期に暖水渦の中心部に、冷水が入らない場合(I型)と冷水が中心部をおおい暖水のリング状になる場合(II型)の2つのパターンに分類される。

I型は暖水の補給が多い場合の形状と考えられ、第3期には中心部が全体的に暖かい均一な水温の海水でおおわれる。寿命が長く(2ヶ月~1.5ヶ年)、北北東へ移動する。消滅期は、周辺部の冷水や気象(冷氣)の影響を受けながら小型化するであろうが、I型の消滅期は発見されておらず、形状は不明である。

II型は、暖水の補給が少ない場合の形状と考えられ、第2期の形成期に冷水が中央部に分布する。第3期には中央部に冷水が広く分布しリング状になる。第4期は第2期に類似しているが、暖水が広い範囲で分布し渦の形状があまり認められなくなる。このII型パターンの寿命は比較的短かく2ヶ月以内であることが多い。中心部の冷水が下層の冷水と繋がっていると考えられ、この渦の移動は少ない。

東韓海流域は渦が良く発生する海域に当たり、図4のパターン分類ではII型になるケースが多い。

(2) 渦の一生 図5は、1986年3月24日から5月15日まで約53日間持続した渦の形状を示している。図4を参照するとII型のパターンの経過をたどっている。すなわち、①と②(1986年3月24日、3月25日)は、韓国沿

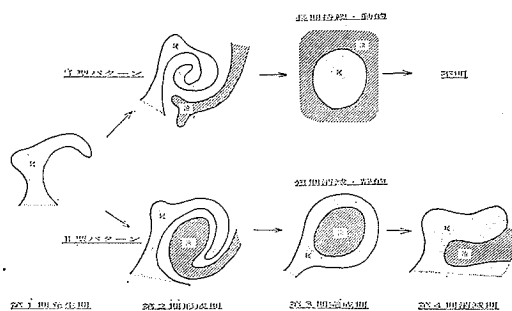


図4 暖水渦発生・形成・消滅(一生)の形状パターン

岸で暖水の張り出しが右廻りの形状を持ち始めている発生期である。③(4月1日)は、さらに右廻りに回転し形成期の様相を呈している。④~⑥(4月2日~23日)は、中心部に冷水を持つウォームリングの状態であり、完成期である。⑦と⑧(5月12日、5月15日)は、回転の形状がゆるんでいる消滅期の様相を呈している。渦の位置はほとんど変化がみられず、2ヶ月足らずという短期の寿命となっており、II型の特徴を良く表している。

4. 東韓海流域の warm streamer

東韓海流の熱の輸送に関する事例として図6を示す。図6は、1986年3月24日~4月20日の雲の少ない画像5日分とそれに基づく模式図である。

①は3月24日で暖水渦(A)があり、北側にウォームストリーマー(C)が伸びており、南からは暖水(B)が入り込もうとしている。②は1日後の3月25日の画像であるが、ストリーマー(C)はさらに伸び、(B)も右廻りに回転している(発生期)。しかし暖水渦(A)は1日前よりやや小型化している。③は1週間後の4月1日である。(B)は中心部に冷水を残しながら右廻りに囲んでいる(形成期)。(C)も暖水渦(A)の北側暖水渦をおおい、水温を1°C程度高めた。しかし、この暖水渦へ(E)というさらに水温の高いストリーマーを派生し始めている。④はその1日後4月2日である。(B)は中心部に冷水を残しウォームリングとなって完成期を迎えている。その北側の暖水(E)も中心部に冷水を残しながら右廻りに囲み始めている(形成期)。⑤は18日後の4月20日の画像である。南北に完成期を迎えた2個のウォームリングがみられる。北側のウォームリング(E)のさらに北側に暖水(D)を派生している。

以上、3月24日~4月20日まで画像の水温の高低のみで、暖水の補給パターンを考察した。これらのことから、北方への暖水の補給は、暖水渦そのものが徐々に北上して行く場合も考えられるが、1つ1つの新たな渦を北側に形成し、それを踏み台にして補給しているように、衛

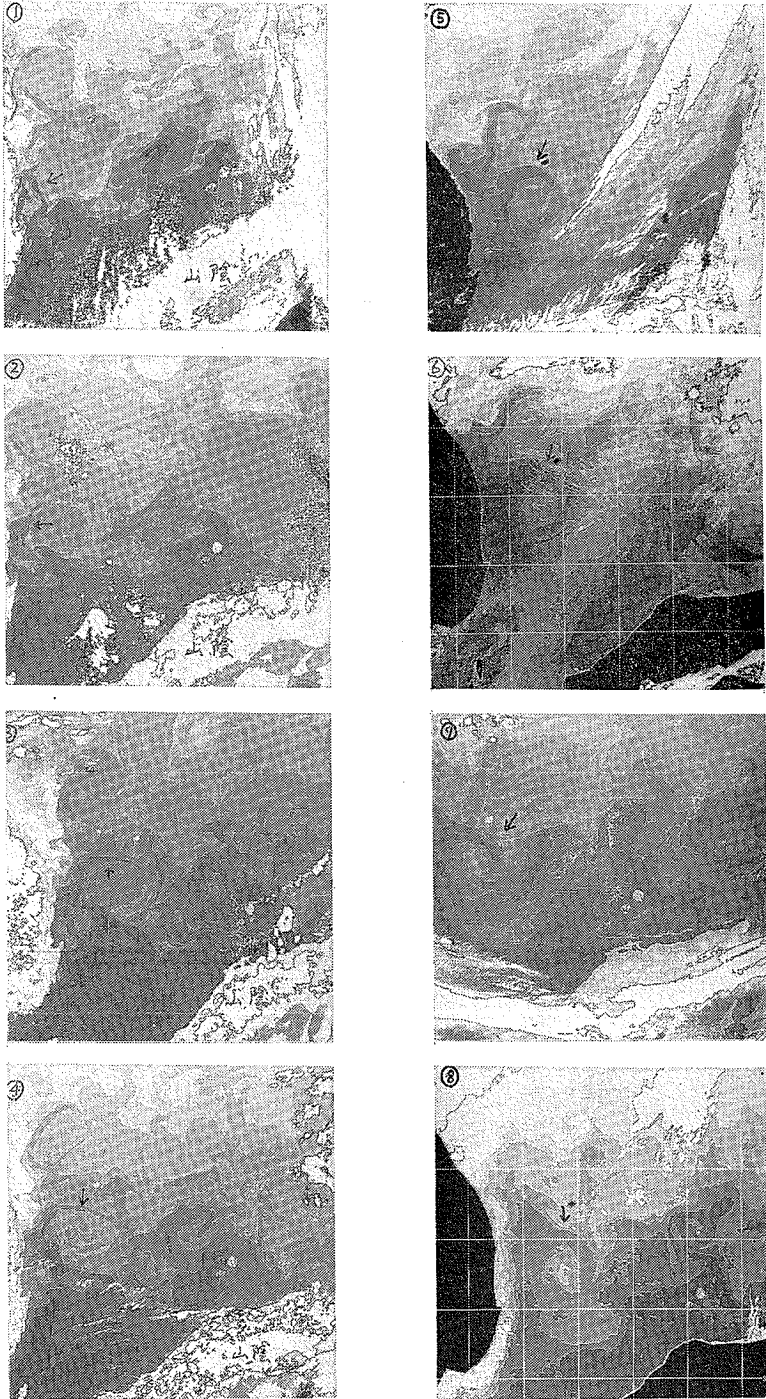


図5 NOAA 赤外面像による渦の一生 (1986 3.24~5.15) ① 1986. 3. 24第1期-発生期 ② 1986. 3. 25 第1期-発生期 ③ 1986. 4. 1 第2期-形成期 ④ 1986. 4. 2 第3期-完成期 ⑤ 1986. 4. 20 第3期-完成期 ⑥ 1986. 4. 23 第3期-完成期 ⑦ 1986. 5. 12 第4期-消滅期 ⑧ 1986. 5. 15 第4期-消滅期

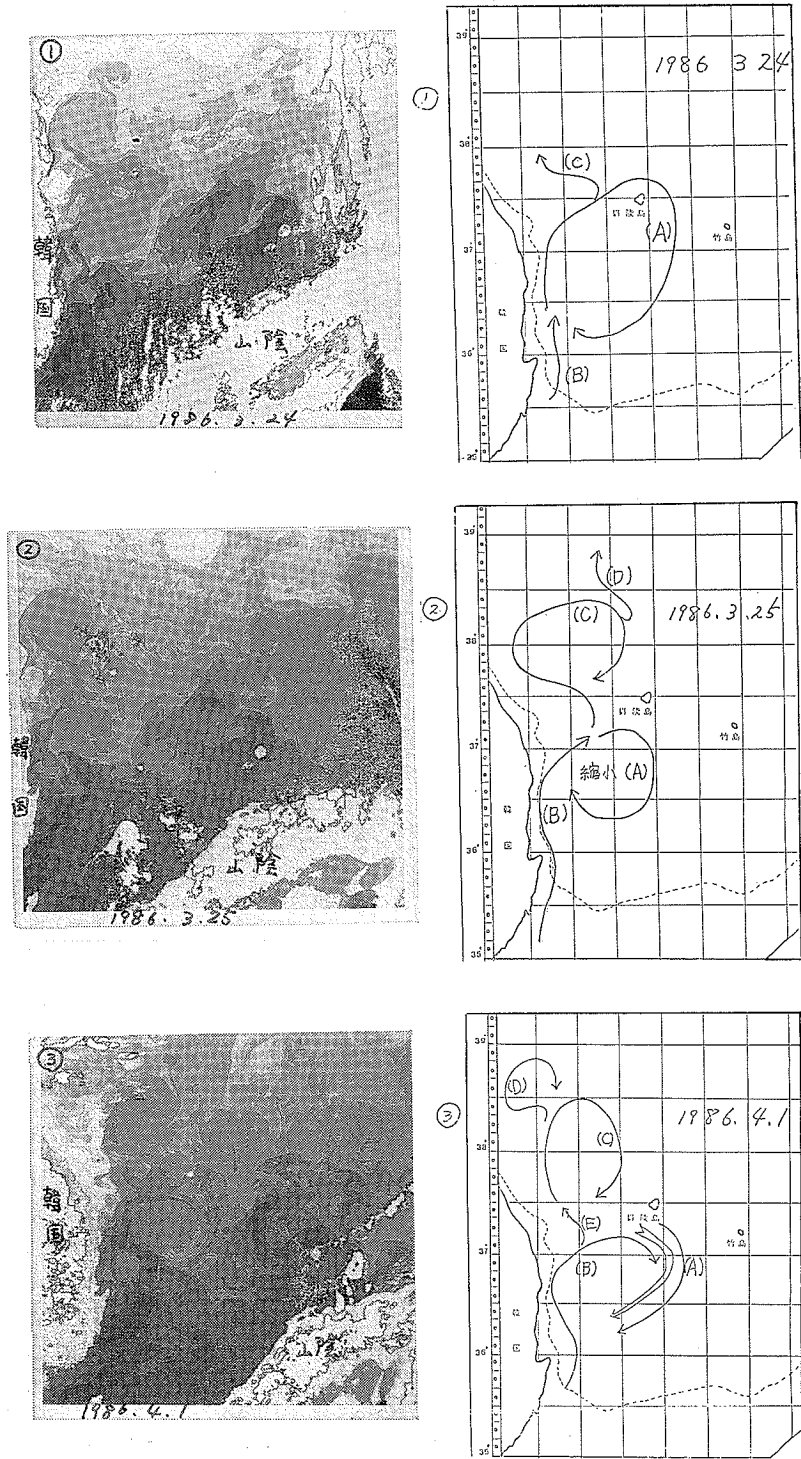


図6 暖水ストリーマーによる暖水渦への熱補給(例)

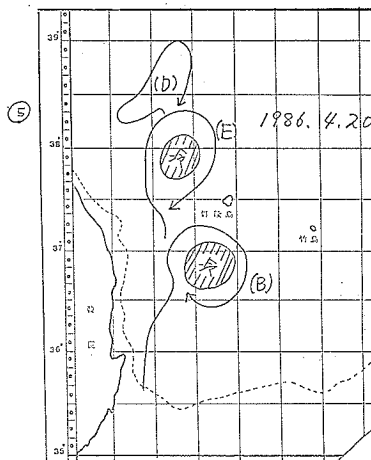
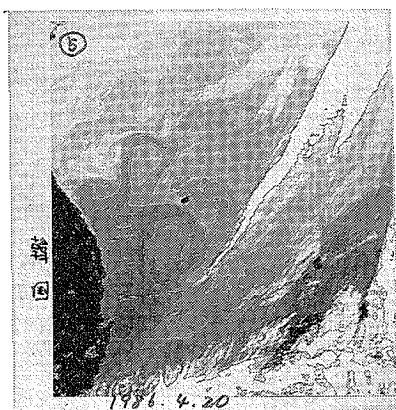
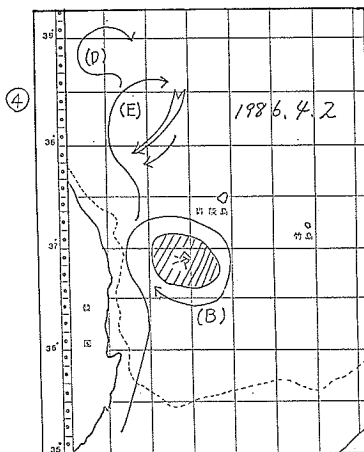
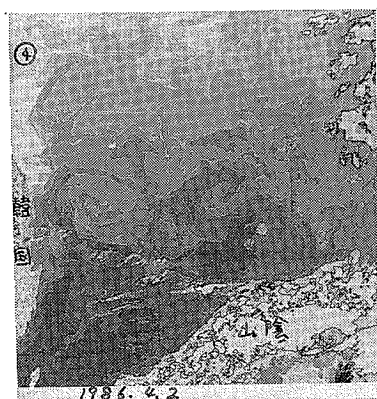


図6 (続き)

星画像からは推察される。また、東韓海流を利用するスルメイカやその他回遊魚は、これら渦の北端の潮境部に滞溜し、ウォームストリーマーの派生とともに北上を再開すると推察される。

今後は、これら衛星画像による表面の状態のみでなく、船舶による下層の状態も把握し、立体的な海洋構造により、渦の一生やウォームストリーマーによる暖水の補給機構を解明する必要がある。

5. 対馬海流域の衛星画像と漁場

(1) 対馬周辺海域 図7は、1984年11月5日の衛星画像と前後3日間の漁場とを対応させたものである。

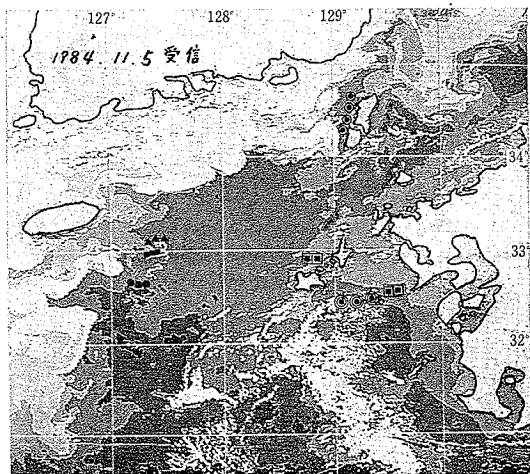
これによると、東シナ海での各魚種の漁場は、対馬暖流と沿岸水との間の、短期変動する小規模の渦や潮境周辺に形成されている(漁業情報サービスセンター, 1984)。

(2) 東韓海流域のスルメイカ漁場 図8はスルメイカ

の初漁のあった1986年5月28日のNOAAの熱赤外画像と同日のスルメイカの漁場図である。この図でも示されるように、一般的に北上期のスルメイカの漁場は、渦状になった暖水の張り出し部で潮境よりやや南側の暖水域に形成される傾向にある。図8においてもウツリヨウ島北西沖漁場は、東韓海流先端の暖水側に分布し、竹島東方漁場は隠岐諸島沖暖水域に分布している。

6. おわりに

以上述べてきたように東韓海流は、渦動も多くその先端部は亜寒帯北方冷水域(リマン寒流域, 北鮮寒流域)に接し、日本海の中で最も基礎生産量の多い海域である。このため日本海の漁業資源を考える場合避けて通ることのできない海流である。従って、この海域の海洋変動機構の解明には、衛星画像に頼るのみでなく、船舶による徹底調査が必要であり、日韓合同海洋調査の早期実現が



- 凡例 ● ソーダガツオ漁場 ● ヨコワ漁場 ● シイラ漁場
 ▲ マサバ漁場 ▲ ケンサキイカ漁場
 ■ ゴマサバ漁場 ■ マアジ漁場

図7 衛星画像と東シナ海旋網漁場との同日対応 (1984. 11. 5)

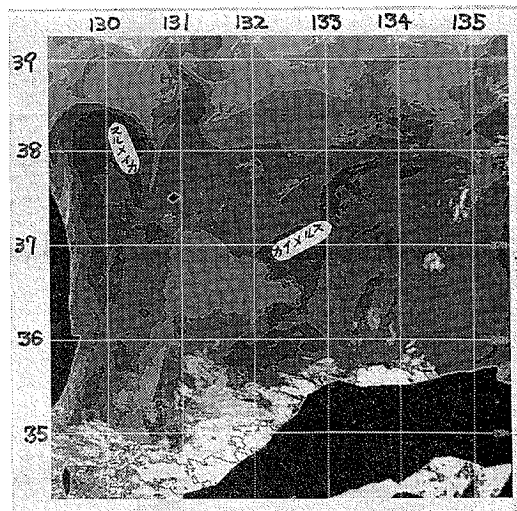


図8 衛星画像とスルメイカ漁場の同日対応 (1986. 5. 28)

望まれる。

文 献

沖山宗雄 (1974) 日本海域の生物学的特性. 対馬暖流, 水産学シリーズ 5, 日本水産学会編, 42-55.

為石日出生 (1985) 漁業としての赤外リモートセンシング. 海洋科学, 17, 453-463.

為石日出生 (1985) 赤外面像からみた渦動の生成・成長と漁場. 航水研ノート, 空と海, 8, 1-13.

漁業情報サービスセンター (1984) 昭和59年度漁業情報利用システム開発事業報告書.

4. シロイカの分布と海洋構造

1. はじめに

兵庫県から山口県沖にかけての日本海西部海域において、主に沿岸の小型いか釣り、沖合底曳網によって漁獲されるシロイカ (ケンサキイカ・ブドウイカ) の量は6,500トン、金額で55億円にのぼる (岡島ほか, 1983)。このシロイカ漁業に約5,000経営体が従事しており、シロイカは日本海西部海域において漁獲金額のみでなく、経営体数からみても最重要魚種の一つとなっている。

ここでは、昭和56年から60年にかけて兵庫・鳥取・島根・山口4県により実施されたシロイカ共同調査の結果を中心に、まずシロイカの群性状と漁況の季節変化について述べ、さらにシロイカの漁場形成と漁況予測について最近の調査研究結果を整理して報告する。

河野光久 (山口県外海水産試験場)

2. シロイカの群性状と漁況の季節変化

日本海西部沿岸域 (図1) に来遊するシロイカには、発育段階や成熟状況等の出現様式 (図2)、孵化時期、出現海域等の違いから、春季成熟群、夏季成熟群及び秋季未熟群の3つのグループ (発生群) が存在すると考えられている (山田ほか, 1986a)。すなわち、春季成熟群は前年の6~9月に孵化し、4~6月に体重300g前後の成熟群として漁獲対象となり、夏季成熟群は前年の11~12月に孵化し、6~7月に漁場に来遊し、8~9月に体重200~300gの大ききで成熟するグループである。また、秋季未熟群は1~3月にかけて孵化し、8~9月より体重50g前後の大ききで漁場に来遊し、秋の漁獲の中心となるグループである。

シロイカ釣り代表港におけるシロイカの漁況の季節変化のパターンは、各グループの地理的分布を反映し、隠岐海峡以西の山陰西部漁場とそれ以东の山陰東部漁場とは大きく異なる。すなわち、山陰西部山口県川尻沖と島根県浜田沖では、漁期は4~12月で漁獲量の山は初夏と秋に形成されるのに対し、山陰東部鳥取県赤碓沖と兵庫県竹野沖では秋にのみ漁獲量の山が形成される(図3)。

1978年から1984年までの漁況のパターンの変化に着目すると、山陰西部の川尻沖と浜田沖では1980年までは5~7月に漁獲量の山が形成される春漁型を示していたが、1981年以降9~10月の漁獲量の山が大きくなり始め、秋漁型にかわりつつあることに気付く。一方、山陰

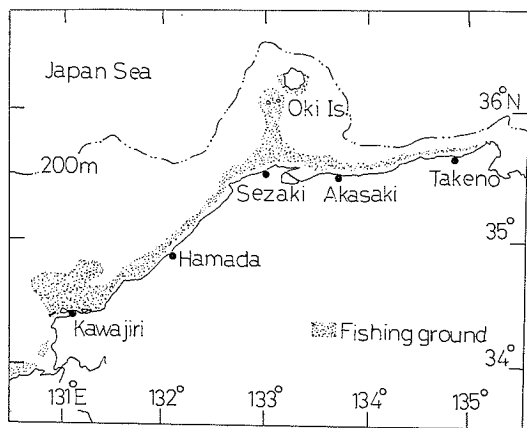


図1 日本海西部沿岸のシロイカ漁場

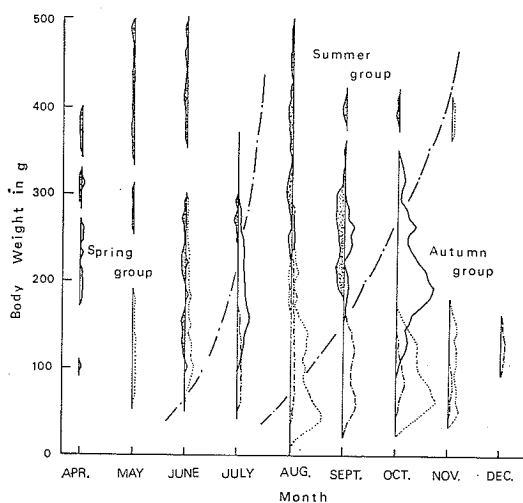


図2 日本海西部海域におけるシロイカ雄の体重組成別漁獲尾数の季節変化 (山田ほか, 1986)

東部の赤碓沖と竹野沖では、春に漁獲量の山が形成されることは少なく、8月以降の秋に漁獲量の山が形成される秋漁型となっている。

シロイカは沿岸水域に多量に出現するいわし類の幼稚魚を重要な餌としていると考えられる(田代, 1977; 石田, 1981)から、シロイカの漁況がいわし類の漁況と関係をもっていることは充分予想される。実際に、川尻沖の1966年から1980年までのシロイカ漁獲量の季節変化の

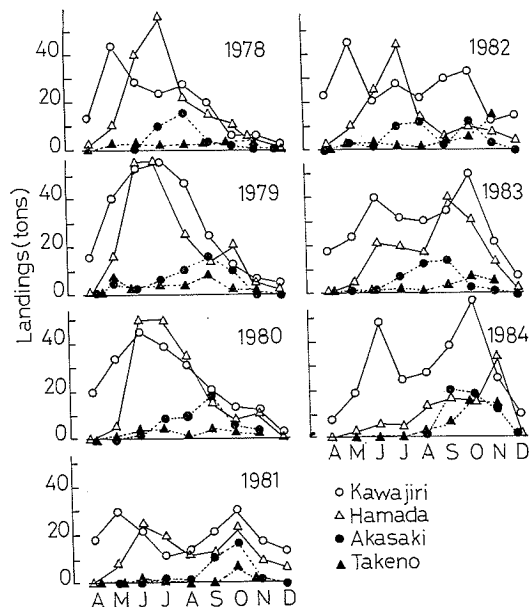


図3 図1に示す代表港におけるシロイカ漁獲量の季節変化 (河野ほか, 1986)

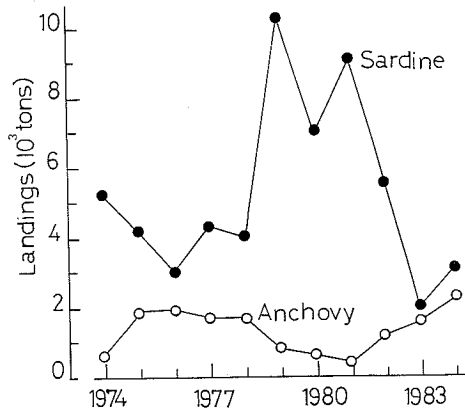


図4 山口県日本海沿岸代表港におけるマイワシとカタクチイワシの漁獲量の経年変化 (河野ほか, 1986)

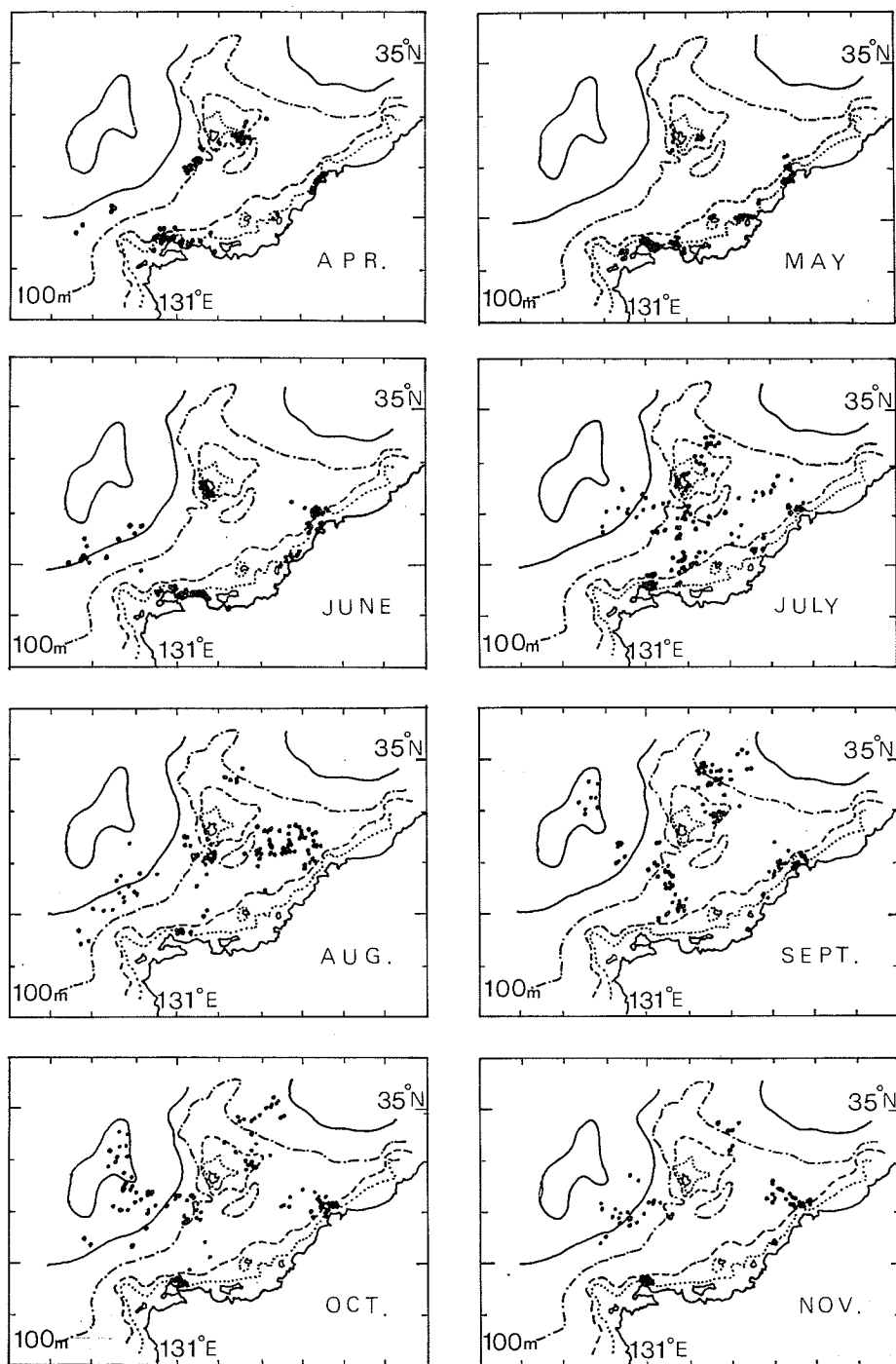


図5 山口県沿岸におけるシロイカ釣りの各月の操業位置

パターンといわし類の漁獲量との関係を調べた小川(1982)は、カタクチイワシの卓越期には秋漁型、マイワシの卓越期には春漁型になっている事実を指摘している。近年の山口県日本海沿岸の代表港におけるマイワシ(体長 10 cm 以下のいわゆる小羽・ヒラゴ)とカタクチイワシの漁獲量を調べてみると、1981年以降マイワシは減少傾向にあるのに対し、カタクチイワシは増加傾向にある(図4)。このようにカタクチイワシの卓越期には秋漁型になるという小川(1982)の指摘は、1981年以降も事実として成立しそうである。

3. シロイカの漁場形成と漁況予測

シロイカ釣り漁場は、4~5月の初漁期には岸寄りの浅所に形成されるが、漁期が進むにつれ次第に沖寄りの水深の大きい水域に移動する(図5)。

4~5月には“昼イカ釣り”が水深 30~50 m の沿岸水域で行われる。この“昼イカ釣り”漁場はシロイカの産卵場となっていることが確認されている(山口県, 1980)。産卵場所は、海海底質が砂質で特に砂の粒径が小さくよくしまった所である(山口県, 1980)。

漁場付近の月別定線観測資料を整理し、シロイカの季節的な消長と漁場の海況特性とを対比した小川ほか(1982)は、(1) 初漁期は水温 15°C 以上の水塊の出現と対応しており、水温 15°C 以上の水塊が漁場から消える頃に終漁期を迎えていること、(2) 漁場の沖化の起きる時期は、山陰西部漁場では夏の高温・低塩な水の出現時期と一致し、シロイカ漁場は季節躍層以深の温暖・高塩な水域に形成されること、(3) 初夏の漁獲量の山を形成するグループの場合、水温 16~20°C、塩分 34.0~34.6

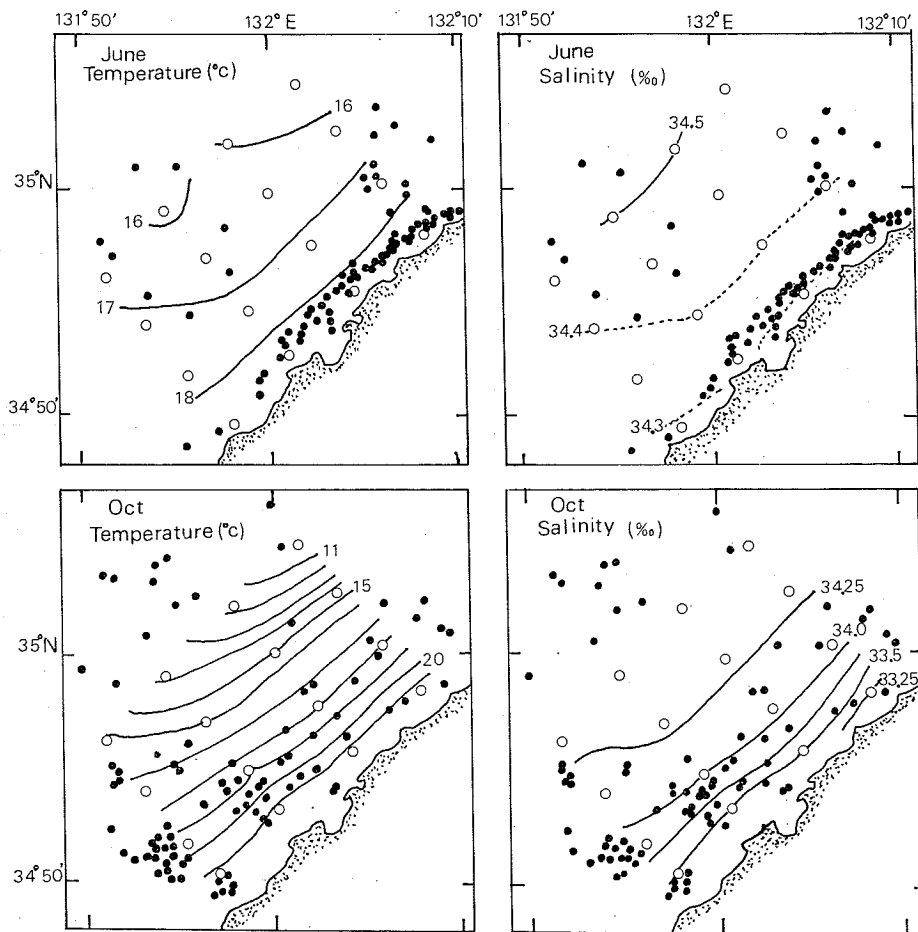


図6 浜田沿岸水域における底層水温・塩分分布とシロイカ釣り操業位置(黒丸) (森脇・小川, 1985)。白丸は海洋観測点を示す

‰の水塊が、また秋の漁獲量の山を形成するグループの場合、水温 19~23°C、塩分33.7~34.3‰の水塊が最適水塊として考えられること、を指摘している。さらに森脇・小川 (1985) は、山陰屈指のシロイカ釣り漁場である浜田沿岸漁場で実施した漁場形成位置と海況についての同時観測結果に基づき、(1) シロイカの漁場は6月には水温 18°C台、塩分 34.3‰の等値線に沿って形成されていること、(2) 10月には水温 16~20°C、塩分33.75~34.3‰の範囲に漁場の地理的重心が認められること、(3) シロイカは温暖・高塩な水域に分布しているけれども、初夏の漁獲量の山を形成するグループの方が秋の漁獲量の山を形成するグループより高塩の側に出現していること、を明らかにした (図6)。この調査結果は、小川ほか (1982) の報告を裏付けるものとなっている。

このように実際の沿岸漁場において、シロイカの漁場形成位置と海況との関係を明らかにしようとする調査研究は、地域漁業者の求めるきめの細かい漁況予測を提供するために重要であり、山陰沿岸漁場へのシロイカの加入・逸散と海況との関係を解明するため、シロイカの主分布域である九州北西岸水域を含んだ海域においてさらに事例研究が望まれる。

海況要因からシロイカの漁況を予測するための知見としては、武田ほか(1986)、小川ほか(1983)、小川・森脇(1985)などの報告がある。武田ほか (1986)は、(1) 漁期当初の水温年平偏差が高い年ほど山陰沿岸代表漁場における釣りによる春群の漁獲量が多いこと、(2) 兵庫県地先の定置網による春・夏群の漁獲量は1月頃に高塩であれば好漁であり、秋群については4月頃低塩であれば好漁となること、を見い出した。

小川 (1983) は、1981年の初夏山口県日本海沿岸域のシロイカを対象に漁場の海況変化を調査した結果、陸岸に向かう南東流の発達した時ほど漁況がよいという傾向を指摘した。さらに小川・森脇 (1985) は、浜田沿岸漁場において流れの陸岸に平行な成分と6月のシロイカのCPUE との間に有意な相関を認め (図7)、流れがシロイカ群の沿岸漁場への補給過程に深く関わっていることを示し、流れの変動機構についても論及している (小川・森脇, 1986)。

生物的要因からシロイカの漁況を予測するための知見としては、河野ほか (1986) が前述の小川 (1982) の報告を基に、カタクチイワシとマイワシの資源の変動傾向を把握しておけば、シロイカ各グループの資源の変動傾向と漁況の季節変化のパターンを予測することが可能となることを明らかにしている。

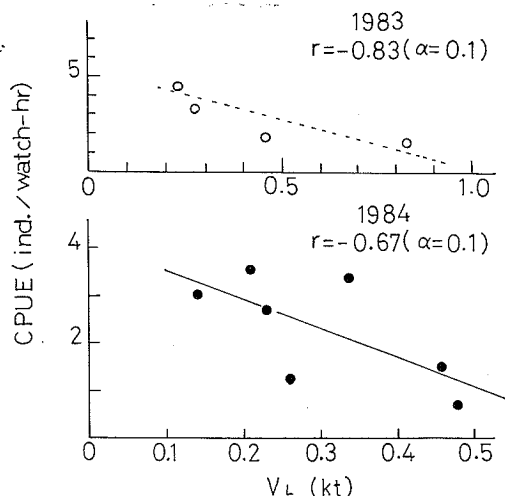


図7 浜田沿岸水域における流れの陸岸に平行な成分とシロイカのCPUEとの関係 (小川・森脇, 1986)

水産の研究では、研究成果を漁業者にいかに還元するかが重要なことである。シロイカは現在資源状態は悪くないと判断される (河野ほか, 1986; 山田ほか, 1986b) ことから、適正な漁獲量まで効率的に漁獲できるよう漁況予測を行うことが、そのための有効な方法となるであろう。そのとき、これらの知見は大いに活用されなければならない。

4. おわりに

5年間のシロイカ共同調査により、日本海西部海域に生息するシロイカについての基礎的な生物学的知見が蓄積され、移動・回遊や漁場形成機構についてもかなりのことが解明された。そして、これらの知見を基にして漁況予測手法が開発され、シロイカの大まかな漁況予測が可能となった。

今後、漁況予測の精度をさらに向上させるためには、シロイカの分布する日本海西部陸棚水域から東シナ海にわたる広い海域の海洋構造とシロイカの分布・移動や資源変動との関係を明らかにすることが必要であろう。

文 献

- 石田健次 (1981) ケンサキイカの食性からみた生態。島根水試研究報告, 3, 31-35.
 河野光久・小川嘉彦・武田雷介・山田英明・森脇晋平 (1986) 日本海西部沿岸域に生息する“シロイカ”の資源管理。日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, 2, 124-133.

- 森脇晋平・小川嘉彦 (1985) 浜田沿岸海域における海洋構造の季節変化にともなう“シロイカ”漁場形成位置の地理的变化. 水産海洋研究会報, 47・48, 29-35.
- 小川嘉彦 (1982) “シロイカ”の漁況変動に及ぼす餌生物の量的変動の影響. 水産海洋研究会報, 41, 11-15.
- 小川嘉彦 (1983) 日本海南西部沿岸漁場における“シロイカ”漁況と海況の日々変化の関係の一例. 水産海洋研究会報, 42, 1-9.
- 小川嘉彦・山本達雄・名角辰郎・森脇晋平 (1982) 日本海南西沿岸水域における“シロイカ”漁場の海況特性. 水産海洋研究会報, 41, 1-10.
- 小川嘉彦・森脇晋平・山田英明・岡島義和 (1983) 日本海南西部沿岸水域における“シロイカ”一本釣漁場位置の季節変化(予報). 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, 1, 97-101.
- 小川嘉彦・森脇晋平 (1985) 浜田沿岸漁場における“シロイカ”漁況と流況の日々変化との関係を示す観測例. 水産海洋研究会報, 49, 1-9.
- 小川嘉彦・森脇晋平 (1986) 底部冷水の変動機構. 東北区水産研究所研究報告, 48, 97-112.
- 岡島義和・尾串好隆・森脇晋平・山田英明 (1983) 4 県共同調査による“シロイカ”の漁業実態. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, 1, 1-25.
- 武田 雷介・河野 光久・森脇 晋平・山田 英明・小川嘉彦 (1986) 日本海南西部海域における“シロイカ”漁況変動の特徴. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, 2, 56-67.
- 田代征秋 (1977) 九州北西沿岸域のケンサキイカとその漁業. 日本海ブロッグ試験研究集録, 1, 81-96.
- 山田 英明・河野 光久・森脇 晋平・堀 豊・武田 雷介 (1986a) 日本海西部沿岸域に出現する“シロイカ”(Loligo edulis) グループ. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, 2, 1-11.
- 山田英明・河野光久・森脇晋平・武田雷介 (1986b) 日本海西部沿岸域に出現する“シロイカ”(Loligo edulis)の資源量推定. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, 2, 75-88.
- 山口 泉 (1980) 長門海域総合開発調査昭和 54 年度調査結果報告書, 30-31.

5. マサバの漁況

林 小八・濱崎清一 (西海区水産研究所下関支所)

1. はじめに

東シナ海から日本海西部海域は大部分が水深 200m より浅い海域で, 黒潮と対馬暖流及びこの海流から五島列島南西沖で分離し, 済州島南沖を経て黄海へ向かう黄海暖流があり, また東シナ海南部では黒潮から派生した黒潮分派が中国大陸沿いに張り出している。

一方, 冷たい水としては黄海底層冷水及び韓国南岸沿岸水が存在する。また, 中国大陸沿岸には中国大陸沿岸水があり, 夏季にはこの水塊に由来する低塩分の水が東シナ海から日本海西部海域まで張り出す。冬季には表面からの冷却混合によって冷やされた水塊が大陸から南東方向に張り出してくる。これらの海流, 水塊との間には季節的に顕著な潮境が形成され, この潮境がさば類, サワラ等の漁場形成に大きく影響している。

2. 系 群

東シナ海・黄海から日本海西部海域に分布するマサバはほぼ周年にわたって東シナ海南部, 五島西沖, 済州島周辺からカキノセ周辺(済州島南部沖), 対馬周辺海域及

び隠岐島周辺海域で漁獲される。これらのマサバの系群についてはこれまでいくつかの見解が示されているが, 最近の飯塚・濱崎 (1986) の報告によると漁況, 産卵場と海洋構造との関連, 生物学的特性等からみて対馬暖流系群と東シナ海系群に分離出来るとされている。対馬暖流系群に属するマサバは秋季から冬季には五島西沖から対馬周辺海域に分布し, 春季から夏季には対馬暖流沿いに日本海へ分散する。一方, 東シナ海系群の生活領域は東シナ海南部～中国大陸沿岸域～バーレン沖である。

ここで問題になるのは近年 7～9 月にかけて, 済州島周辺からカキノセ周辺に出現するマサバ群の系群帰属が明らかになっていないことである。

中国の朱ほか (1982) は中国における旬別漁況の推移, 生殖腺の調査, 中国及び日本が実施した標識放流調査結果から, 東シナ海・黄海のマサバは中国大陸沿岸寄りの東シナ海南部及び五島西沖を越冬場にし, 春季に黄海及び渤海へ移動し, 産卵する。そして秋季には南下して, 東シナ海の越冬場へ移動するとしている。

このように両者の間には本海域におけるマサバの系群の振り分け方に大きな相違がみられる。いずれにしても系群の正しい認識は資源動態考察の単位になるのだから早急に解決すべき課題である。

3. 分布・移動

漁況と海況との関連性を調べるためには本種の分布・移動を明らかにすることが重要である。そこで、主に対馬暖流系群を中心にその分布・移動を生活年周期を考慮に入れ、時期別漁場形成の推移から検討してみる。

西日本大中型まき網漁業によるマサバの月別漁獲量を見ると、盛漁期は11月の南下期から翌年3月までの越冬期であり、春季の産卵期及び索餌回遊期には漁獲は少ない。しかし、韓国では春季の産卵期及び秋季における南下期が盛漁期になっている。

図1は西日本大中型まき網漁船からの漁獲成績報告書をもとに、1984年6月から1985年5月までの主要月別農林漁区別漁獲量を示したものである。また、図2は西日本の主な漁港魚市場の市況日報から日別の入り数(銘柄)別漁獲量(箱数)を半月毎にまとめて体長組成に変換し、さらに赤嶺(1982)の方法で多峯型の体長組成を正規分

布に分解し、その期間の漁獲尾数、平均体長と偏差を計算し、漁獲対象魚の体長の変化を表したものである。

これらの情報及び日韓漁業共同委員会に提出された韓国側の漁況資料等を用いて時期別の漁況の特徴をみると、6月は索餌回遊期にあたり漁獲は最も少なく、全般的にめだった漁場は形成されない。

7, 8月には漁獲は増加し、漁場の中心は済州島周辺海域に形成される。しかし対馬周辺、五島西沖にはまとまった漁場は形成されない。魚体は大中(平均体長33cm)、中型(31cm)の成魚が主体を占めるが、この群は産卵後の索餌群である。

9月の漁場は7, 8月とはほぼ同一水域に形成されるが、五島西沖にも形成しはじめる。韓国側では黒山諸島(韓国南西岸沖)でも漁獲される。魚体は両方とも大中、中型が主体である。

10~12月の漁場は済州島周辺海域から五島西沖へ移る。また、隠岐島周辺及び対馬周辺海域にも形成しはじめる。この時期から体長23cm以下のローソクサバ(当歳魚)が加わる。東シナ海南部漁場の当歳魚は対馬周辺及び五島西沖よりも早く出現する。

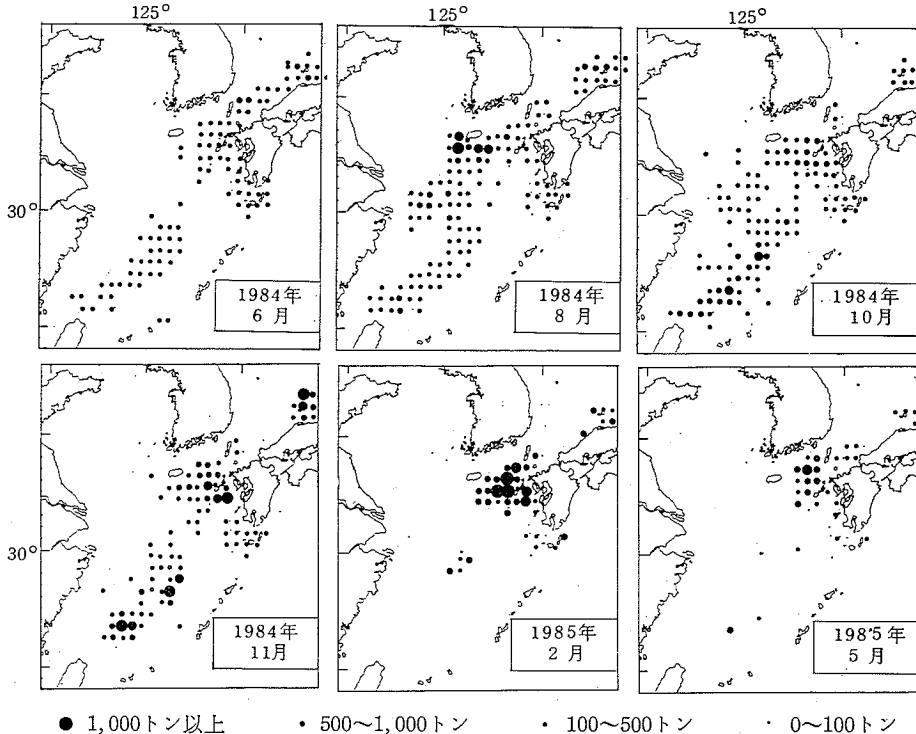


図1 マサバ漁区別漁獲量(大中型まき網漁業)

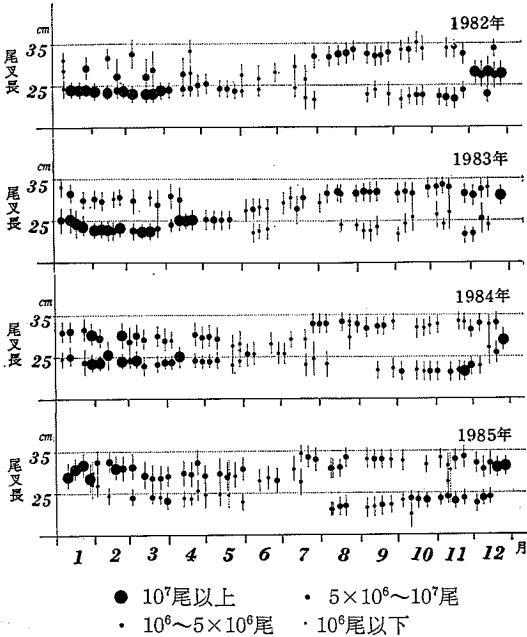


図2 大中型まき網漁業による漁獲マサバの平均体長と漁獲尾数の推移(対馬暖流系群)

1~3月は越冬期にあたり、漁場はさらに南下し、対馬周辺海域から五島西沖にかけて形成される。この時期は中型(31 cm)と25 cm以下のローソクサバが主な漁獲対象魚になる。韓国側では、この時期黄海暖流と沿岸水との間で形成される潮境の済州島南沖にも漁場が形成され、比較的小さいローソクサバが中心である。

4, 5月は産卵期及び索餌回遊期であり、漁場は北へ移り、漁獲量は減少する。魚体は年によって多少異なるが、日本側では体長25 cm以下のローソクサバが主漁獲対象になり成魚は少ない。しかし、韓国側では逆に魚体は中型で産卵群である。

朱ほか(1982)は、3, 4月に中国大陸寄りの東シナ海で放流したマサバが、5, 6月に黄海北部で再捕されたこと、また、6月に黄海北部で放流した魚が翌年の3月に東シナ海中部及び鹿児島県南西沖で再捕されていること、その他中国の漁況の推移から移動経路を推測している。

大川(1975)は五島西沖及び対馬周辺海域で3~5月に放流した魚は対馬周辺海域から隠岐島周辺海域で再捕されており、春季から夏にかけて日本海へ北上することまた、夏~秋季にパーレン沖に分布するマサバ(未成魚)が冬季には南下することを報告している。

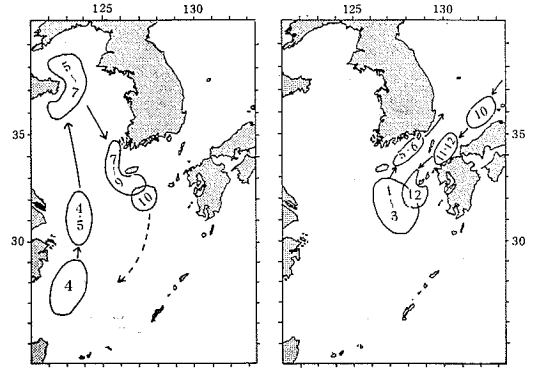


図3 東海・黄海におけるマサバ漁場の時期別推移(数字は、月を示す)

これらのことから、本海域におけるマサバの分布・移動は図3に示したようになる。すなわち、東シナ海南部で越冬したマサバは春季に黄海北部まで北上し、そこで産卵する。7, 8月に韓国南西沖から済州島周辺に出現する魚は標識放流の結果と、前述したようにこの時期には対馬周辺海域にはほとんど魚群が出現しないことから黄海北部で産卵した魚が索餌回遊してきたものと考えられる。しかし、この魚群の秋季以降の動向については不明である。

一方、五島西沖及び対馬周辺海域で越冬した魚は、4, 5月にかけて日本海へ索餌回遊し、10月頃から対馬暖流の水溫低下とともに南下し、再び越冬場へもどると考えられる。

しかし、この魚群の産卵期及び日本海での索餌回遊期における詳細な動向は不明である。

4. 資源の動向

東シナ海から日本海西部海域に分布するマサバは沖合域では大中型まき網漁業、沿岸域では中小型まき網漁業で漁獲され、全漁獲量の約84%が大中型まき網漁業で占められる。大中型まき網漁業によるマサバの漁獲量は図4に示したように1968年から急増し、その後1974年には約30万トンに達したが、近年(1978~83年)は約17~20万トンでほぼ安定していた。しかし、1984年には漁獲量は約14万トンになり、過去10ヶ年間における最低を示している。

漁獲物の体長組成は1972年以前は尾叉長24, 25 cmの未成魚が主体であったが、1973年以降は30 cmにモードのある成魚が主体になっている。年齢組成は1973年以降2歳魚が主体を占め、次いで1歳魚, 3歳魚, 0歳魚

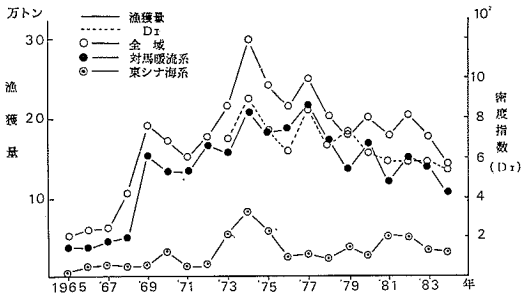


図4 系群別漁獲量, 密度指数の経年変動 (大中型まき網漁業)

で構成されている。

資源水準の評価は漁獲量及び密度指数の経年変化, コーホート解析法による資源量の推定値を用いて総合的に検討した。図4に示したように漁獲量の変動傾向は1975年以降はほぼ同じようなパターンを繰り返していたが, 1982年から減少に転じ, 1984年には全域の漁獲量は前年の82%に減少している。密度指数をみると全域では1973年から1979年までは増減を繰り返しながら推移していたが, 1980年にやや低下し, 1983年まで一定の水準を維持していた。しかし, 1984年には若干低下傾向にある。なお, コーホート解析による各年の推定資源量は漁獲量の経年変化の傾向とほぼ類似している。

東シナ海の資源を共同利用している韓国, 中国等の漁獲状況は考慮に入れてないが, この海域におけるマサバ資源は1968年以降増加期(1968~71年), 極大期(1972~77年), 安定期(1978年以降)の3期に分けられる。しかし, 1984年に総漁獲量の減少及び密度指数の低下などが見られたことから, 今後のマサバ資源には多少のかけりが予想される。

5. 漁況予測の現状

本海域におけるマサバの漁況予測は, 西海区水産研究所と東シナ海に接する鹿児島県から山口県までの6県の水産試験場で構成される西水研ブロック会議で年2回, 10月と3月に総合的に検討され, あじ類, いわし類とともに6ヶ月先の予報が決定される。

一般に漁況予測とは漁場の位置, 魚群密度及び分布, 魚体の大小, 漁獲状況などを科学的に判断することであり, これらの要素は当然海洋条件との結びつき方によって変化する。マサバの場合, 海洋条件が漁況のすべての要素に大きく影響していると考えられるが, 本海域におけるマサバの漁況予測にはこの海況に関する情報はほと

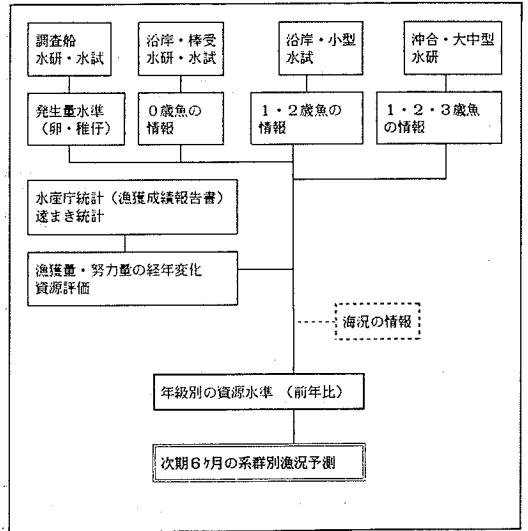


図5 マサバの漁況予測の方法

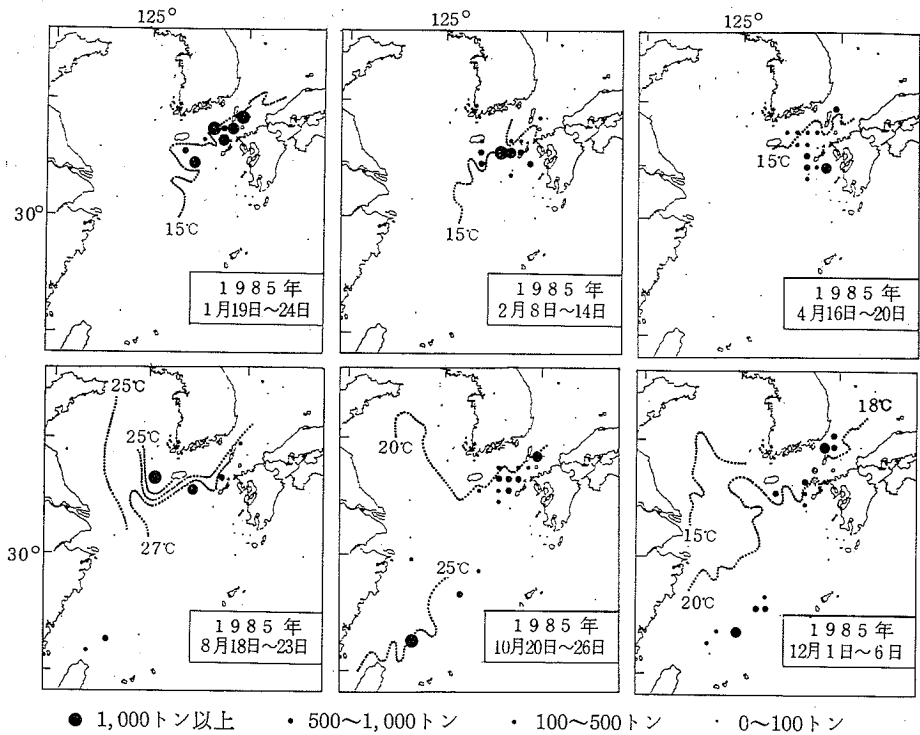
んど入力されていない。図5は西水研ブロックが行っているマサバの漁況予報の方法を示したものである。

産卵量(稚仔量)を知ることは親魚資源量や各年級群のその後の加入量推定の目安になる。しかし, 産卵量を推定できる知見は現在得られていないため, 予測の情報としてはとり入れていない。

春季に発生した稚仔は6月頃から西日本各地の沿岸域に出現し, 9月頃まで分布している。これらの魚は体長5~17cmで沿岸の小型漁具によっていわし類と混獲される。そして10月以降は沖合域へ移り, 大中型まき網漁業対象の新加入群になる。したがって, この魚群の情報は漁獲加入群の評価に重要であり, 4~5ヶ所の該当する市場漁獲統計を利用し, 秋季以後の加入群の資源水準を推定している。

春季, 満1歳に成長した未成魚は日本海へ索餌回遊する際に, 一部は沿岸域へ来遊し, 4~8月に中小型まき網漁業によって漁獲される。したがって, 索餌回遊期における1歳魚(未成魚)の資源水準はこれらの漁獲統計を用いて推定され, 10~3月期の南下, 越冬期における1歳魚の来遊量の予測に利用されている。また, 10月以降日本海から南下する際にも沿岸域で漁獲されるが, 10~12月の沿岸域における情報は翌年4月以降の産卵群としての資源水準の推定に利用されている。

一方, 沖合域における漁況情報の入手は予測を組み立てる上で重要である。これは鹿児島県から山口県までの主要漁港魚市場の市況日報でほぼ把握できる。この市況



● 1,000トン以上 ● 500~1,000トン ● 100~500トン ● 0~100トン
 図6 半月別漁区別漁場と潮境

日報には西日本主要漁港における毎日の漁船別、魚種別、入り数(銘柄)別漁獲量(箱)の概数が掲載されている。また各漁船の操業位置は魚市場及び漁業会社の協力によって提出される漁況資料からおおよそ推測できる。したがって、この情報を利用することによって日別の漁況はほぼ2~3日のずれで把握することができ、また、水研が行っている生物調査や統計資料との組合せで来遊資源量の現状について質的、量的に明らかに出来る。

最後に漁場形成と海況との関連をみるため、1985年の市況日報から漁区別に半月毎にまとめた漁獲量と東シナ海漁海況速報*、東シナ海海況速報*(1985年)の時間的に近い資料から潮境を形成している等温線を付けたものを図6に示した。

1月には済州島の南から対馬にかけて韓国南岸沿岸水と対馬暖流系水との間に15°C等温線で代表される潮境ができ、漁場はその周辺に形成される。冬季の2,3月には対馬暖流の勢力も弱まり、この潮境は済州島南沖から五島列島まで南下し、漁場もそれに伴って1月より南

に形成される。

廬・入江(1973)は冬季におけるあじ・さば類は主に15~17°Cの水温帯と深い関係があり、表層から底層まで水温差がほとんどない時によく漁獲されるとしている。

このように、1~4月においてはマサバ漁場は韓国南岸沿岸水と対馬暖流系水が接して出来る潮境の暖水側に形成される。

4,5月にかけて対馬暖流は強まり、5月には韓国南岸に接近し、漁場はそれに伴って韓国南岸及び日本海西部海域へ移る。

7,8月は表面水温の上昇によって潮境の水温は約25°Cになり、漁場は済州島南から西沖に形成される。

9,10月には黄海から表面水温の下降がはじまり、潮境の水温は20°C前後になり、漁場はこの周辺に形成される。

夏季から初秋にかけての済州島周辺の好漁場は桑野ほか(1975)によれば、表層の高温水と下層の黄海底層冷水との間に顕著な躍層が形成される水域であるとされている。また、朱ほか(1982)は産卵後のマサバは7~9

* 漁業情報サービスセンター資料

月まで黄海で滞泳し、9月以降水温降下とともに高齡魚から南下し、済州島から越冬場へ戻るとしている。

11, 12月には15~20°Cが潮境形成の指標水温になり、対馬周辺から済州島周辺に漁場が形成される。

以上のことから、本海域のマスバ漁場は対馬暖流系水とそれに接する水塊との間の潮境周辺に形成され、対馬暖流の季節的な強弱とマスバの北上・南下とは密接な関係にあることが判る。

6. おわりに

浮魚類のなかで主要な漁獲対象種であるマスバ資源の知見は生態研究を中心にこれまで多くの研究者によって積み重ねられてきた。しかし、資源評価・漁況予測のための単位になる系統群の識別については依然として明快的な統一見解を持つに至っていない。

今後、済州島周辺漁場での夏季における標識放流調査や、再生産補充機構解明のための調査等を通してこの問題にアプローチして行きたい。

漁況との関連でみれば、短期的な変動としては、漁況と環境との関係を魚の行動とからめてさらに具体的に同じスケールで捉え、漁場形成、漁期、魚体の大小等の予測精度の向上を計ることが必要である。また、環境要因

はマスバの再生産の過程で大きく作用するであろうし、やがては来遊資源量に影響する。今後はこれらの課題についてさらに研究を進展させて行きたい。

文 献

- 赤嶺達郎(1982) Polymodal な度数分布を正規分布へ分解する BASIC プログラム. 日水研研報, 33, 163-166.
- 飯塚景記・濱崎清一(1986) 日本海南西海域から東シナ海におけるマスバの生態-II. 漁場群別の生物特性. 西海水研研報, 63, 15-48.
- 桑野雪延・桑岡亦好・長谷川義信(1975) 1973, 74年の黄海東部における夏季の海況とマスバ魚群分布. 長崎県水試研報, 1, 93-102.
- 大川 浩(1975) 東シナ海および日本海南西海域における大中型まき網の漁獲物による標識放流結果について-I. マスバの標識放流について. 西海水研研報, 19, 15-50.
- 廬 洪吉・入江春彦(1973) 五島西沖アジ・サバ漁場の海洋学的特性に関する研究. 長崎大学水産学部研報, 35, 67-84.
- 朱 徳山・王 力祥・張 国祥・李 富国(1982) 黄海鮎魚(*Pneumatophorus japonicus* HOUTTUYN) 漁業生物学的研究, I. 黄, 渤海鮎魚回遊分布的研究, 海洋水産研究, 4, 17-31.

6. 九州西海域におけるいわし類の漁況について

三谷卓美・竹下貢二(西海区水産研究所)

1. はじめに

西日本海域ではいわし類はあじ・さば類と同様、主としてまき網漁業によって漁獲される。まき網漁業のうち沖合域で操業する大中型まき網漁業では、あじ・さば類が漁獲の主対象となっており、いわし類はそれほど重要視されていないが、沿岸域で操業する中・小型まき網漁業にとっていわし類は極めて重要な対象魚である。また大中型まき網漁業では対象資源の持続性あるいは対象魚種の交替など、どちらかといえば長期的な漁況への関心が強いのに対して、中・小型まき網漁業では各地先でのごく近い将来の短期的な漁況への関心が強い。したがっていわし類の漁況研究においては、各地先漁場への魚群の来遊状況や、それと漁場環境との関係に関する知見を蓄積していくことが特に重要である。

ここでは今後の漁況研究のための一資料として、九州

西海域におけるマイワシ、カタクチイワシおよびウルメイワシについて漁況の概要を述べるとともに、冬季に来遊するマイワシ産卵群の海域内の分布と環境に関する一、二の知見を紹介する。

2. いわし類の漁況の概要

マイワシ 東シナ海区(山口県~鹿児島県)におけるマイワシ漁獲量は1974年頃から急速な伸びをみせ、1979~1982年には22~24万トンの高い水準に達した。1983年に漁獲量は約18万トンに減少したが、翌年には24万トンに回復した(図1)。1974年頃からのマイワシ資源の増大に伴って、好漁域は山陰側から次第に拡大して九州西海域に及ぶようになり、近年のマイワシ漁場は九州西海域一帯にも広く形成されている。

年の前半1~5月のマイワシ漁は産卵群を主対象として行われる。竹下(1985)によると、九州北・西海域に

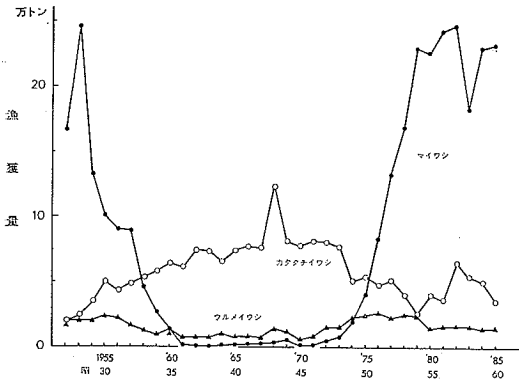


図1 東シナ海区(山口県~鹿児島県)におけるいわし類漁獲量の経年変化(漁業養殖業生産統計年報による)

おける近年の産卵群の来遊状況の概要は次のとおりである。冬季12月から1月にかけて山口県から北九州沿岸域には大中羽いわしによって構成される産卵群が現われ、さらに1~3月には五島近海、五島灘、天草灘から甬島近海にかけて集群し、産卵を行う。産卵群は朝鮮半島東海域や日本海西南部より南下来遊するとみられる。まき網漁業や各地の定置網漁業の漁況からみた産卵群の来遊状況の概要は図2に示されている。産卵を終えた親魚群のほとんどは6月までには漁場より去る。その年に発生したシラス、カエリの漁期は通常4~6月であり、6月頃からのマイワシ漁は小羽いわし(当歳魚)を主対象として行われる。

現在のマイワシ資源は極めて高い水準にあるが、1983年を境にして小羽いわし漁が著しく低調となり、またこれとともに産卵群については、その主体が従来の大羽いわしから中羽いわしへ変わりつつあることや、主漁期に遅れがみられるようになったことなど、注目すべき変化がみられている。

カタクチイワシ 東シナ海区における漁獲量は1962~1973年の間、1968年の12万トンを最高に7万トンから9万トンの高い水準を保っていたが、1974年以降減少傾向を示し1979年には2.6万トンとなった。その後漁獲量は一旦上向いたが1982年から1985年にかけて5.8万トンから3.5万トンに減少した(図1)。カタクチイワシの漁場は各県地先の沿岸域に形成されるが、県別にみると漁獲量の最も多いのは長崎県で東シナ海区全体の40~60%を占める。九州西海域のカタクチイワシについては春生まれ群と秋生まれ群の二つの主要な発生群がある(小川, 1976)。それらについて長期間の平均的な漁況をみると、

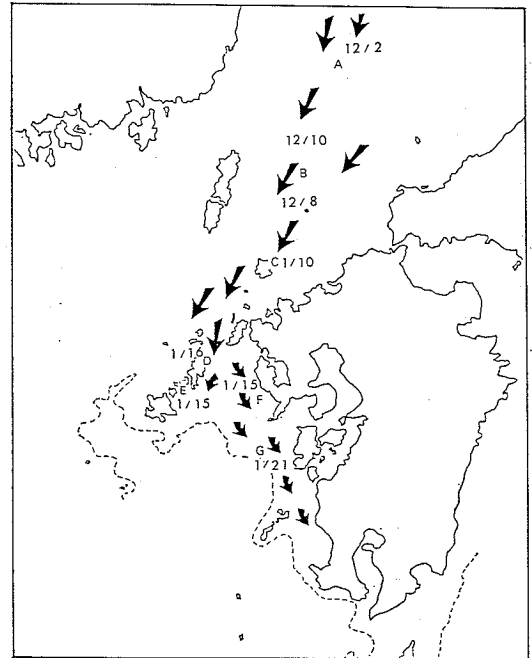


図2 マイワシ産卵群の来遊状況(1984)

- A: まき網漁業の情報, まとまった魚群の出現
- B, F, G: まき網漁業の初漁
- C, D, E: 定置網漁業の初漁

図中の数字は月/日を示す, 竹下(1985)による。

春生まれ群は4月から5月にシラスとして漁獲対象となり、5月から6月上旬にかけてカエリとして漁獲される。以後、発生群は成長しつつ小型魚や中型魚として漁獲される。小型魚の主漁期は6月から8月であり、また中型魚の主漁期は8月から10月までである。一方秋生まれ群においては10月下旬から12月上旬頃にシラス・カエリが漁獲される。小型魚は11月から12月上旬までの間、中型魚は12月中旬から4月頃までが漁獲の盛期となっている。以上のようにシラスから中型魚については、発生群別に成長に伴うおおまかな漁況の動きを知ることができる。しかし、体長10cm位に達した大型魚は沿岸域の漁場から移動・逸散するとみられ、漁況を通じて中型魚から大型魚へ移行する過程を把握することは難しい。通常大型魚は春季および秋季のシラス・カエリの出現にやや先立って多く漁獲され、それらの魚群はそれぞれ春生まれ群および秋生まれ群に相当するのではないかと思われる。以上のような魚体の大きさと漁期との関係を発生群別に要約して図3に示した。

ウルメイワシ 東シナ海区における漁獲量は1957~1971

年は1万トン程度で推移したが、1972年から増加し1974～1979年には2万トンを上回る水準に達した。しかし、1980年以降やや減少し、1.5万トン前後で推移している(図1)。

ウルメイワシは九州沿岸域には周年分布しているが、春季には産卵群である大型魚が多く、秋季には0～1歳の小型魚が多い。マイワシやカタクチイワシに比べて分布水深が深いといわれ、またマイワシほど大きな移動はしない。東シナ海では大陸棚上の縁辺部に近い水域に分布する。産卵期は長いが盛期は2～5月で、発生した稚仔は成長しつつ沿岸各水域に補給され、他のいわし類と

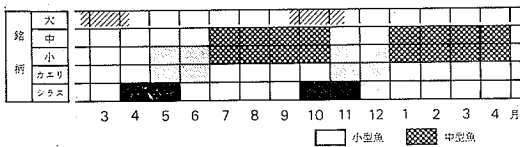


図3 五島灘におけるカタクチイワシの小型魚と中型魚の主な出現月(三谷, 1986)

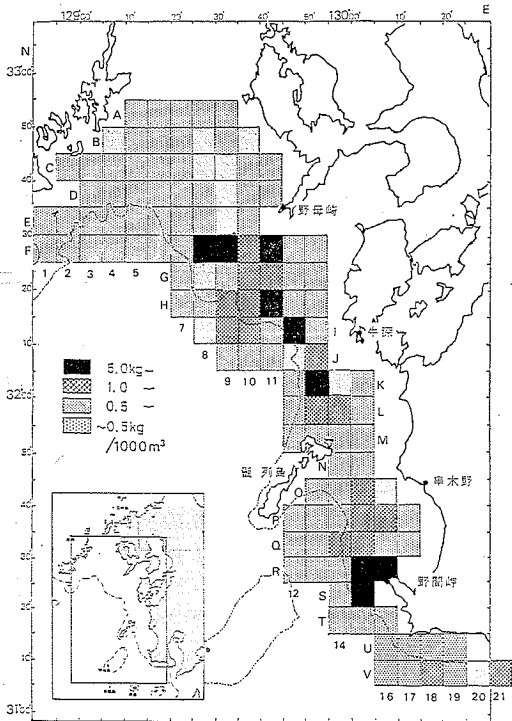


図4 マイワシ産卵群を対象とする計量魚探調査により推定された魚群量分布(昭和60年1月30日～2月2日, SV値をすべてマイワシによるものとして試算. 竹下ほか, 1986)

混獲される。

3. 九州西海岸におけるマイワシ産卵群の分布と環境

冬季九州西海岸に來遊するマイワシ産卵群については、1984年以降西海区水産研究所によって、表中層トロールを併用した広域的な計量魚探調査が実施されており、またこれと同時に水温や流況についての観測も行われている。マイワシ産卵群の分布や環境についての知見は、いわし漁況を分析するうえで重要であると考えられるので、上記調査のうち主として1985年調査から得られた一、二の知見について紹介する。

調査は1月末～2月上旬に、五島灘から薩摩半島周辺水域に至る水深約200m以浅の海域を主対象として行われた。計量魚探(古野電気 K.K. 製 FQ-50)による魚群分布調査ならびに電気水温計(同社製 TI-10D)と超音波潮流計(同社製 CI-30)による表層水温(4m層)と流況観測は、緯度5分間隔に設けた調査グリッドに従って実施された。

1985年の調査水域内における魚群分布を図4に示した。濃密な魚群について行った表中層トロール調査によ

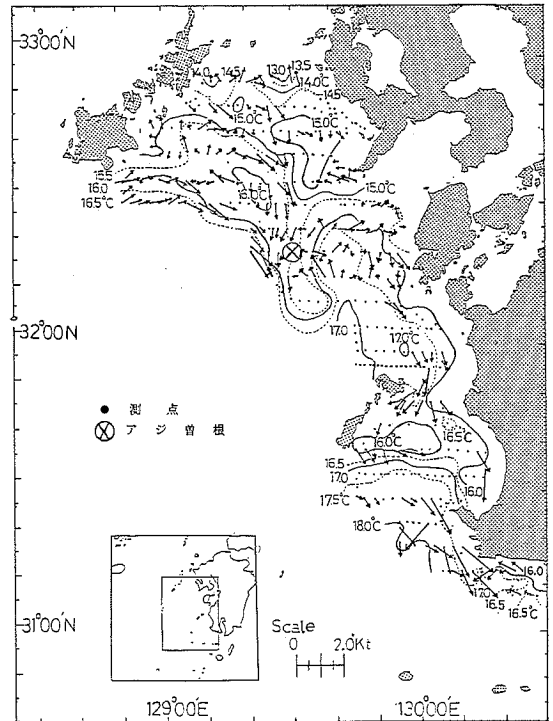


図5 マイワシ産卵群に対する魚探調査時の表層水温と流れの概況(1985年1月30日～2月2日. 竹下ほか, 1986)

ると、魚群の約95%（重量比）はマイワシ産卵群であった。

図4に示されるように、濃密な魚群は長崎県野母崎沖、熊本県牛深沖および鹿児島県串木野～野間岬沖に出現した。水深200m以深の水域では魚群の密度は低く、濃密な魚群は60～80m以浅の水深帯に出現することが多かった。1985年調査において濃い魚群が出現した水域は、海底地形からみると、バンク周辺および陸棚縁辺部にあたる。（ただし、1984年調査では沿岸寄りの浅い水域にも濃密群が出現した）。

定線観測による表層水温と流れの概要を図5に示した。水温分布をみると、調査海域全体としては南～西側で高く北～東側で低いが、外洋域とは異なり等温線は複雑に入りこんでいた。調査海域北部で比較的高温の海域が南から五島灘中央部と天草灘に舌状に張込み、他方長崎半島地先西方からの低水温域が南に向かってくさび状に突き出て、水温の不連続線を形成していた。調査海域南部では、比較的低温の海域が甌列島と九州本土間にみられ、それを挟むように甌海峡の北と南には比較的高温の海域が存在した。また薩摩半島西方では高温域が沿岸近くまで及んでいた。

一方表層（8m深）の流れの状況からみると、調査海域全体としては、潮汐の影響を強く受ける沿岸部を除き、おおむね高温域を右にみて時計回りの流れが認められた。調査海域北部では、五島灘の時計回りの流れはアジ曾根の西方では南下流となり、アジ曾根東方の北上流との間に流れの不連続線が形成されていた。調査海域南部では、甌海峡に上げ潮下げ潮時ともに強い南下流がみられ、また薩摩半島西南方では沿岸に迫る強い南東流がみられた。

以上の調査結果を総合して、マイワシ産卵群の分布状態を次のように要約した。魚群は調査海域のほぼ全域にわたって広く分布するが、バンク周辺や陸棚縁辺部寄りには濃密な魚群が出現した。強い流れが観測された海域（北甌島と九州本土間）および強い流れとともに暖水の影響を直接受ける海域（薩摩半島西南端周辺）では魚群はほとんど出現しなかった。魚群の主たる分布域は比較的低温の沿岸水帯とかなり良く一致し、陸棚縁辺部寄りにみられた濃密な魚群の分布域は沿岸水と沖合水との境界部の沿岸側にあたる。

4. おわりに

九州西海域におけるいわし類の漁況や漁場環境については今後解明すべき問題が少なくない。当面の検討課題として、漁況については魚群の漁場への来遊や滞留およ

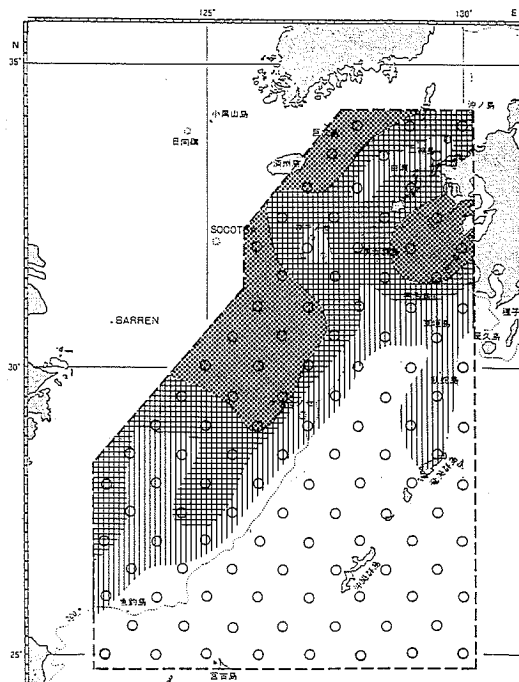


図6 東シナ海域における旬別表面水温の標準偏差値の分布（水温変動の最も大きい海域は濃い網点で示し、以下濃～淡及び白抜きによって水温変動の大小を示した。1983～1986年の西日本海況旬報を用いて作成）

び漁場からの逸散の動態を具体的に解明していくことが特に重要であると考えられる。そのためには漁業活動に関するモニタリングを、きめ細かくかつ組織的に実施し、漁況情報の質的向上を図ることが重要であろう。また調査船による魚群調査を計画的に実施して、魚群の直接的な観察や測定を行うと同時に生物サンプリング調査や海洋観測を行って、生物や環境例えば湧昇や餌料環境などに関する情報の蓄積を図ることが必要であろう。

一方海況については、対馬暖流や黒潮の挙動とそれが沿岸域の海況に与える影響を解明することが重要であると考えられる。因みに長崎海洋気象台が公表した東シナ海域についての最近3か年間の旬別表面水温の年平均偏差値（長崎海洋気象台、1983～1986）に基づき、それらの標準偏差値の分布を図6に示した。図6にみられるように水温の変動は陸棚上で大きく外洋で小さいが、九州西海域ではその水深から考えられる以上に水温変動が大きい。南部（1984）は天草灘の沿岸水温は対馬暖流や黒潮の影響を大きく受けると推定しており、他方九州西海域では暖流勢力の張込みがカタクタイワシの好漁と結び付

くという事例も少なくない(桑岡, 1975, 1976, 野島, 1983, 中谷, 1971)。各地先における海況と漁況との関係についての個別の知見を, 九州西岸域の海況に及ぼす対馬暖流や黒潮の影響ならびにそれに伴う漁況の推移という視点から統一的に検討することは今後の重要な課題であろう。

文 献

桑岡亦好 (1975) 長崎県沿岸におけるカタクチワシの産卵, 成長と漁況. 長崎県水産試験場研究報告, 1, 85-92.
 桑岡亦好 (1976) 長崎県南部海域における近年のカタクチワシ漁況の変動. 長崎県水産試験場研究報告, 2, 25-32.
 三谷卓美 (1986) 五島灘におけるカタクチワシの漁況予測とそれにかかわる問題点. 1986年度漁業資源研究会議浮魚・環境合同部会報告第17回浮魚部会報

告, 48-56.
 中谷隆之 (1971) カタクチワシの漁況予測のための一考察. 第13回西海区水研ブロック漁漁況予報会議におけるシンポジウム“漁況研究の進め方”報告書, 41-44.
 南部豊揮 (1984) 対馬暖流の東西変動と沿岸水温との関係. 第41回西海区ブロック漁漁況連絡会議議事録(抄), 5-6.
 野島通忠 (1983) パッチ網によるシラス漁況について. うしお, 217, 2-3.
 小川信次 (1976) 五島灘・橋湾におけるカタクチワシの来遊機構について. 西海区水産研究所研究報告, 48, 1-22.
 竹下貢二 (1985) 九州西海域におけるマイワシ資源の動向. 水産世界, 34(3), 54-57.
 竹下貢二・小川信次・三谷卓美・濱田律子・久保田勝彦・築山一雄 (1986) 昭和59年度漁業資源評価システム高度化調査実施報告書, 水産庁研究部, 221-253.

総 合 討 論

座長 青山恒雄・俵 悟 (水産大学校)

俵 悟: 総合討論にはいる前に, 各座長から, コメントをいただきます。

市川 洋 (鹿大水): 村山氏は日本海南海域の海況について研究のレビューをしていただいたが, その中で対馬暖流のモデルを重視しておられた。私は現場からの発想が重要であり, 何が事実なのかを明らかにすべきだと思う。例えば日本海の対馬暖流について, 蛇行説とか三分枝説があいまいであれば, 長期測流, ドップラー流速計による観測等を実施して, 早急に明らかにすべきだと思う。

水野氏の講演では, 東水道の潮位差と流速との対応が非常によいとのことであった。このことは大変興味深い事であるし, 韓国との共同研究でもっと経常的に実施していくと面白い。対馬海峡における底層冷水塊についての議論があったが, その起源は不明である。

中村保昭 (西海区水研): 為石氏の講演について, 今後の研究課題を含めて4点を述べる。

1. NOAA 画像からの水塊のパターン認識には, 一定の効果が認められる。但し, 季節により, 海域によって, 赤外画像の解釈を行うよう注意を要する。
2. フロントと漁場形成について……生物環境として

のフロントをどう解釈するかが問題。

3. 温度分布の変化は暖水の移動速度を示すが, 流速とは根本的に違う。

4. 今後の課題であるが, 東韓暖流付近で見られた渦(フィラメント, ストリーマー)の鉛直構造がどうなっているのか, 船舶からの観測等から確認することが重要であろう。

宮田和夫 (西海区水研): 理論に対して, 現場観測からどういう裏付けが出来るかということが一番大事なことだ。対馬暖流の三分枝型, 蛇行型の問題についてはG EK の表層流観測資料をもっとまとめる必要がある。衛星画像による東韓暖流の変化は過去の資料解析と良く対応する。

平野敏行 (東海大海洋): 対馬暖流の実態を観測で明らかにし, 結論を出す時期にきていると思う。パイ追跡等による, 徹底した調査計画を考える必要があると思う。

人工衛星の情報は大変貴重なものである。客観的情報としてまとめて出してほしい。

座長 (青山): これまでの物理面の討論に対する感想を述べる。

日本と韓国との間の海峡には, 島が多数存在する。そ

こに観測所を組織的ににおいて、観測資料を解析すれば、西水道、東水道における対馬暖流の経時的な変動が把握できると期待される。そこで、日本と韓国との間で、共通テーマとしてとりあげ、国として実施してみてもどうか。西海区水研あたりでとりあげてもらえないか。

生物と海況との関連でみると、東シナ海で発生し日本海へ加入し、成長して東シナ海へもどるようなライフサイクルをとる魚が多い。しかし、その卵・稚仔の輸送、回遊のメカニズムはよくわかっていない。したがって、物理面だけでなく、生物面でも本格的な調査をやる必要がある。

俵：生物面からの討論をお願いします。

中原民男（山口外海水試）：流れと魚の移動についてであるが、魚は潮上から潮下へ移動すると通常認識されているが、逆の場合も多いと思う。

潮境での漁場形成について、為石氏は適確に示されたが、沿岸漁場では必ずしも潮境に漁場は形成されていない。むしろ水塊の中央部に魚群は多く分布しているようにみえる。固定的には考えられまい。

多部田修（水大校）：シロイカの講演については、生物学的な知見の集積が必要である。沖合群と沿岸群を解明するためには、さらに広域的調査が必要であろう。マサバの話では、産卵場、系群でまだ不明な点がある。これらを解明するためには、これまで以上の国際協力によって共同研究が必要であろう。

いわし類の話では、大陸棚縁辺海況と漁況との関係、九州近海におけるカタクチイワシと暖流との関係はよく理解できた。しかし事例が少ないので、このような研究の積み重ねが必要であろう。

平野敏行：今日のシンポジウムを聞いていて、いよいよアジア大会を開くべき時期にきていると感じた。韓国では調査、観測資料も相当蓄積されており、また中国も非常に関心を持ってきている。もはや、日本の情報だけで議論、研究するのではなく、オープンに国際的共同研究をやらなければいけないと思う。

マサバ漁場と海況との関係では、前線の話もあったが、50 m（生息層）の 15°C が目安になるのではないか。マアジとマサバの棲み分けがかなりきれいに出ていたと思う。マイワシの回遊経路の推定で、韓国の定置網の情報をを用いて、韓国から南下するように図示してあったが、あのルートだけなのか、日本海の沿岸側とのやりとりがないか、どのような根拠で推定されたか。

カタクチイワシのシラスからカエリ、小、中、大の推移が大変良く出ていたが、海域はどうなっているのか。

三谷卓美（西海区水研）：カタクチイワシの銘柄組成の季節別変遷を描いた図は、五島灘に出漁している長崎市の漁協に属する標本船一隻の長年（20年）の資料を整理したものである。したがって、海域は五島灘に限定されている。

九州西岸全域について行いたい、銘柄別漁獲量を収集する体制はない（統計情報部の行革などで）。

暖水の張込みとカタクチイワシの加入については、現象的には明らかであるが、それがどのような原因で起こっているか、まだ解析できていない。暖水の張込みで、沿岸の利用度が高まることも考えられよう。

竹下貢二（西海区水研）：先程の韓国の定置網の漁獲統計、マサバでの韓国側の資料は、日韓の交換資料、漁業委員会の資料である。韓国の水産振興院に確認するが、了解が得られなければ、印刷にはならないことをご理解願いたい。

杉本隆成（東大海洋研）：アジア大会に関連した情報であるが、1986年8月8日から15日まで、ソ連のナホトカで Pacific Science Congress が開催された。そのうちの一つは主に、海洋の生物と物理関係の学際的研究交流会であった。1987年8月20日～30日、ソウルで会議がある。さらに、2年先にウラジオストックで日本、韓国、中国、ソ連、アメリカ、その他の国を含めて太平洋会議を開くことが一応予定されている。

私は1987年8月20日からの会議に参加するつもりである。その時、水産振興院の孔泳博士が一つのセッションの議長になるから、そういう時に少しづつ話をつめていけば、何年か先には大きな共同調査が出来るような気がする。

青山恒雄：ここで、今日のシンポジウムのまとめをさせていただきたい。

シロイカ漁況と海況との関連では、表現の仕方に問題がある。例えば例年に対して水温が低いという場合、暦の上での海況の進み具合の位相のずれによるものか、実際に低いのかを分けて考察する必要がある。また、水塊の分布パターンが同じであっても、空間的に固定された点の観測値でみると分散が大きくなることもある。生物を対象にして考える時には、時間や、場所の基準点の置き方について、もう一度生物的に考え直してみる必要がある。

さば、いわし類で、系群の判別をしているが、実質的にはその技法が遅れていて、はっきりした系群の判別が出来ないと思う。系群の判別が即時にできるような、画期的な技法の開発を考える必要がある。

マイワシについて、親魚と再生産との関係、大羽いわしとシラス、逆にシラスと大羽いわしとの関係が解析されていたが、その解析の前提として、資源状態が再生産に悪影響を及ぼす程悪くないという条件がある。再生産に悪影響がある場合には、あのような考察は出来ない。今のところ、マイワシについてはその心配がないとの判断であるが、何時までもその判断は守れない。だからその条件がくずれる場合には、なるべく早く検出する努力が必要だろう。

全体を通して、海況と漁況との結び付きを考えると、我々が海況として見ている測定データは魚の環境条件と1対1で対応してはいない。例えば気象台の表面水温旬報、人工衛星の表面水温は、生物の生息層の環境条件と

は一致していない。だから、生息水温に読みかえるための基礎づくりを強化すべきだ。

東シナ海、日本海西部の海況をみると、観測定線がない。昔はこんなではなかった。もう一度日本の海洋調査の組織化を政府機関へ言うべきだ。このシンポジウムの決として、上申するとか、意見書を出すことを考えてはどうか。

国際化の問題にしても、あまりにも国の殻の中に閉じこもっている日本政府の考え方を打破して、もう少し広い動きを起こしてくれるよう働きかけをしていいのではないか。水産海洋研究会として、機会あるごとにこのような意見具申をして行ってはどうかと思う（平野会長賛成の意を表された）。