

シンポジウム「水産海洋」

短期漁海況予測の課題と展望

共催 水産海洋研究会  
日本海洋学会

日 時: 1984年 4月 5日(木) 16:00~17:00  
会 場: 東京水産大学 大講義室  
コンパニナー: 青山恒雄 (東京大学海洋研究所)  
平野敏行 (東京大学海洋研究所)  
小倉通男 (東京水産大学)  
近藤恵一 (東海区水産研究所)  
鈴木秀彌 (東海区水産研究所)  
挨拶: 辻田時美 (水産海洋研究会会長)

話題および話題提供者

座長 小倉通男 (東京水産大学)

- 1. 「短期漁海況予測手法開発検討委員会」における課題と展望  
青山恒雄 (東京大学海洋研究所)
- 2. 漁場形成予測システム開発事業について  
中山博文 (水産庁)
- 3. 短期漁海況予測の生態学的基盤  
近藤恵一 (東海区水産研究所)
- 4. 短期漁海況予測の技術的課題

座長 近藤正人 (東海区水産研究所)

- (1) 短期漁海況予測技術の開発分野におけるセンターの役割について  
岡田鋭一 (漁業情報サービスセンター)
- (2) 八戸沖マサバ漁場の海況と漁況  
赤羽光秋 (青森県水産試験場)
- (3) 短期漁海況予測へのリモートセンシングの導入  
四之宮博 (日本大学農獣医学部)

座長 田中昌一 (東京大学海洋研究所)

- (4) 道東海域におけるマイワシ漁場の特徴  
長沢和也 (北海道立釧路水産試験場)
- (5) 短期漁況変動の量的予測について  
俵悟 (水産中学校)
- (6) 佐賀県有明海のノリ養殖における漁海況情報の利用  
馬場浴文 (佐賀県有明水産試験場)  
山下康夫 ( " )

5. 総合討論

座長 平野敏行 (東京大学海洋研究所)  
小倉通男 (東京水産大学)  
近藤正人 (東海区水産研究所)  
田中昌一 (東京大学海洋研究所)

# 1. 「短期漁海況予測手法開発検討委員会」における課題と展望

青山 恒雄 (東京大学海洋研究所)

## 1. 「短期漁海況予測手法開発試験」の概要

目的 「漁業情報サービスセンター (以下センターと略す) が広報している情報の価値を、より高めるための一方法として、漁業者が日常実際に漁撈操業するに際して、一層客観的に漁況のみとおしを判断し易い材料、すなわち科学的に裏付けされ計量化された資料に基づく短期的漁況予測の情報を提供広報しようとする目的で、その手法開発を行うものである」、として昭和55年度より水産庁のセンターへの補助事業として開始され、昭和58年度で終了、59年度からは「漁場形成予測システム開発事業」にひきつがれる。

組織 試験の実施はセンターが行うが、これに関して委員会と専門部会が設けられた。

委員会は考え方の統一と方向づけを検討することを目的とし、生物、海洋、統計処理の専門家および漁業経験者で構成されたが、昭和56年度からは、北海道から静岡までの各県水産試験場長、まき網業界代表で構成され筆者が司会した。また関係する水産研究所の部長が助言者として加った。

専門部会は、具体的試験実施のための情報収集や解析作業の支援のために設けられ、関係水産試験場の一線の研究者で構成され、水産研究所の関係研究者が支援した。  
経過 日本北東太平洋近海におけるマイワンとマサバ漁業に焦点をしばり、10日単位の予測を行うこととして試験を行った。年度ごとの経過は次のとおりである。

(昭和55年度) 専門部会により、マイワンとマサバの各太平洋系群の短期漁海況予測手引書を作成し刊行した。これらの手引書は、両種の发育段階別、生活年周期の各生活期別の生物学的特性をつぶさに取り纏めたもので、各期の生物環境との対比も行われており、短期予測の生物面からの手法を与えるものである。

これと平行してセンターは、漁撈長やその他漁業者からの聞き取り調査を実施し、漁撈の現場で必要とする情報の性質や、回遊魚の魚前線などに関する情報を集めた。

(昭和56年度) 11月から1月までの3ヶ月間予報広報を実施した。

(昭和57年度) 広報期間を7月から3月までの9ヶ月間に延長し、対象海域も関東近海(タモ抄い網)まで拡

張した。また速報購読者を対象として、予測情報の内容や有用性等に関するアンケート調査を行った。

(昭和58年度) 7月から3月まで広報を行った。漁況関係について手引書を作成した。この中で漁況変動の数値予測の手法開発を試行し、予測の根拠となる事項の整理も行った。

## 2. 事業の中で出された主な課題と展望

以下に、委員会や作業部会の中で出された諸問題の内主要なものを紹介するが、その前に漁海況予測における情報の流れを図1に示す。予測機関のところは現状を示したのではなく、将来の姿も含めて各段階を併記したものである。

情報収集基盤の確立 短期予測に必要な情報は直近のものでなければならない。また手引書を展開するためには、生物情報、漁況情報と漁業情報が必要である。この内、直近情報を組織的に得られるのは今日では漁況情報のみである。漁況情報は船による観測に限界があるから、人工衛星や航空機によるリモートセンシング、ブイによる自動連続観測等の実用化を強力に進める必要がある財政面と運用面で抜本的な改善が切望される。この点は、気象観測網の現状と対比すれば海洋調査の遅れは歴然としている。

短期予測のためには、センターに送られて来る情報が予測用に選別され、或はある程度処理されたものである方が今日の段階ではよい。また生物情報については専門

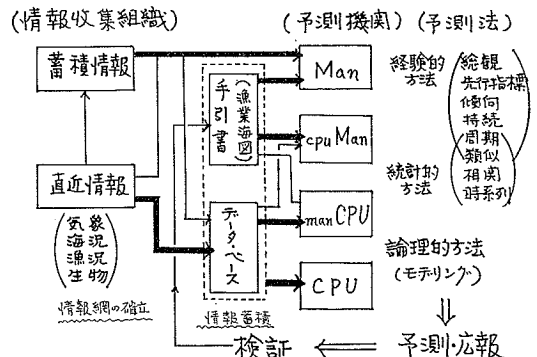


図 1 漁海況予測における情報処理

研究者による測定が絶対必要である。さらにセンターが出す予報を漁業者に広報する際には、地域性を加味した肉づけを現場で行えば、広報の価値を一段と高めることができる。これらを考えると、水産試験場の対応力を補強すると共に、拠点となる漁港に担当者を常駐させる必要がある。後者については水産庁の新事業で多少の進歩が見られており喜ばしいことである。なお、漁況および現場海況情報については、漁業無線の利用が切望され、制度面の改善が望まれる。

**データ・ベースの確立** 漁海況関係のデータはすでに莫大な量に達しており、日々蓄積されている。今日ではデータの保存について基本的な理念も体制もない。今後後述するように予測の体制を改善して行くとするれば、その基盤となるものはデータであり、その保存方法、保存機関等について、国として早急に抜本的な方針を定めなければならない。データベースについては将来も見通してホームレットを決めること。データバンクとしてどこが機能するのか国家的立場で熟慮することが肝腎である。

**センターの補強** 今日では手引書を参考とし、予測熟練者が諸情報を見通して予測を行っている。今回の試験実施についても、このようなマンパワー方式の予測手段をとらざるを得なかったし、今後もこの状況が続くとみられる。従って現状で予測対象を拡大し、精度を高めようとするれば、センターの補強を第一に考えねばならない。将来データバンクの機能を持たせるのであれば更に大拡充が必要である。

**手引書の完成** 現在の手引書は、特に生物に関する手

引書は、生物学的知見をまとめたもので、これから直ちに予測が可能なものではない。手引書の理解にはかなりの素養が必要であり、手引書を予測に結びつけるには“手引書の手引”が必要である。マンパワーで予測を行わざるを得ない現状では、特定の“予測の神様”だけでなく、“普通の担当者”でも良く読めば予測が可能な程度に手引書を改良する必要がある。

将来へ向けての予測法の改善 “予測の神様”がいなくても安定して良い予測が出せるように改善して行かねばならない。そのためには予測の基礎を今日のマンパワー方式から CPU 処理方式に移行させるべきである。初めは CPU の助力を得てマンパワー処理する方法から始め、人がチェックしながら CPU 処理へと段階的に進めるのがよからう。何れにせよ、それを支えるのはデータベースと予測理論である。理論面での進歩が近年とぼしいのがくやまれる。

具体的問題となっている技術的諸点 次の諸点についての解明が望まれている。

1. 初期漁場形成、魚群逸散時期、漁場移動時期等の予測が困難である。漁業者が望む情報もこれらの点が最も多い。
2. 資源状況に応じた生物特性値の変化
3. 魚群の集合様式変化の機構
4. 海況変動のふし目の予測
5. 気象情報の活用

等々多くの問題が出されているが、ここでは項目の紹介にとどめる。

## 2. 漁場形成予測システム開発事業について

中山博文（水産庁研究部）

### はじめに

漁業は今や第一次産業の中で最も情報化の進んだ産業と言われている。特にカツオ・マグロ漁業を代表とする遠洋漁業では、無線ファクシミリはもとより、人工衛星からの伝送情報利用までも実用化されている段階にある。しかしながら、漁業が本来的に持つ狩猟性を考慮すれば、今後一層情報の質的量的向上を図ることにより操業の効率化安定化を目指す必要がある。水産庁ではこのような観点に基づき昭和59年度から当面5ヶ年計画で(社)漁業情報サービスセンターに助成して漁場形成予測

システム開発事業を実施することになった。以下にまず現行の漁海況予報事業と漁業情報サービス事業の実施概況について述べ、その問題点を描出することにより、漁場形成予測システム開発事業の位置付けとねらいを明らかにする。

### 1. 現行事業

漁海況に関する情報事業は、実況（現実的には過去の情報）をとりまとめて広報する漁海況情報サービス事業と、将来の動向を予測する漁海況予報事業に大別される。現行の事業体制は幾度かの変遷を経て、昭和47年に確立

されたものであり、前者については主として漁業情報サービスセンターが、また後者については水産庁各海区水産研究所と都道府県水産試験場が実施している。サービスセンターが行う情報サービス事業はその性格上沖合域を重視したものとならざるを得ないため、ごく沿岸域の実況広報は県水試が行っており、また、予報事業の広報については、サービスセンターの広報媒体に依存するところが大きい。

#### (1) サービスセンターが行う漁海況情報サービス事業

この事業では情報の精度に若干の問題（データ量も少なく、同時性もうすい）はあるにせよほぼ北半球の太平洋全域をカバーしている。

#### (2) 漁海況予報事業

この事業では主要浮魚の漁期中における海況変動と漁獲量の予測を行い、予報文を公表している。対象魚種はマイワシ、カタクチイワシ、サバ類、マアジ、サンマ、カツオ、スルメイカ、アカイカ、ブリ等である。

### 2. 現行事業の問題点

公益的な漁業情報サービスの究極の形態はそのことが種々の新たな問題を喚起する恐れがあるとはいえ、「いつ、どこで、どのような魚が、どれだけ漁獲されるか」という情報を利用者に公平に伝達することであろう。このような観点から現行の事業を概観すると次の問題点があげられる。

#### (1) 実況サービス事業

① 漁海況速報とはいえ、利用者が入手する時点では観察時から7～10日遅れの情報となっており、特に海況はデータ量の不足から過去の数日間の平均的な海況情報となっている。このため、利用者の経験・資質の差により情報の利用度に較差が生じている。

② 海況情報が表面水温情報には限られているため実際の魚群の遊泳層でありかつ表面水温より安定性、持続性の高い中下層水温情報が極めて少ない。

③ 海況情報と漁況情報の提供者が必ずしも一致していないので両者の間には同時性に欠ける面がみられる。

#### (2) 予報事業

① 漁獲量予測が短かくて1ヶ月単位、通常は数ヶ月単位の総量として行われており、漁期を通じての来遊資源量を表現する色彩が強い。

② 長期予報のため漁場形成位置についての予測が不十分となる、等があげられる。これらの問題点は広域かつ比較的長期にわたる予報、広報を目的としている現行の事業体制の中では、二律背反的な問題でありこれらの解決のためには、新たな事業の着手が必要と考えられてき

た。

### 3. 漁場形成予測システム開発事業

#### (1) 事業の目的

本事業の目的は2つの冒頭で述べた漁業情報サービスの究極の形態を達成するため、特定海域における特定魚種について重点的な情報収集観測解析を実施し、そのような理想的な予測が、どの程度可能かを検証する事にある。従ってこの事業は文字通りシステム開発事業であり、情報サービスを一義的な目的とするものではない。

#### (2) 事業の実施方法

漁場形成の位置と時期及び魚群量を予測するためには、まず海洋の立体的構造と魚群の分布に関する情報を可能な限り多量に収集し、そこに何らかの法則性を見出すことが必要と考えられる。そのために協力漁船に依頼して操業中の海況データ（水温・水色・透明度等、特にX-BTによる中下層水温）と漁況データ（魚種、魚群の性状、濃淡、体長組成、漁獲量、CPUE、漁獲水深等）を同時に得ることが重要である。これらのデータは無線通信により、あるいは入港時に現地常駐（三陸、道東）調査員が直接入手し、調査員が別途入手する他の漁海況情報と併せて一次解析を行うとともにサービスセンター本部において二次解析を行う。

更に、漁場移動の予測を行うためには、現在各分野で行われている海況変動予測を一層充実する必要がある。特に黒潮、親潮のような大規模な海況と局地的な漁場形成により関係の深い特定海域の海況（例えば暖水塊）の短期的な変動との因果関係の解明が重要であろう。そのためには、大規模海況の変動について、これ迄に蓄積された海況の年変動のパターン化を行うとともに、小規模変動の解析についてはこの事業から得られる豊富なX-BTデータが有力な手がかりになるものと考えている。なお事業実施海域は三陸及び北海道の太平洋岸で魚種はさしあたりサンマ、イカ類、マイワシ、サバ類等を取りあげ、X-BTデータ搭載の協力漁船4隻を運航させる計画である。また得られた成果は試験的に広報していく予定である。すでに本年度から釧路と石巻に本事業実施のため現地調査員が配置されている。

#### 4. 新たな問題点

将来的な問題として予測技術が高度化した場合、互いに矛盾する次のような問題が提起されることが予想される。

(1) 漁獲能率の向上による資源管理問題と、これに関連しての情報規制の是非

(2) 市場価格への影響

- (3)特定漁場への漁船の集中化、これに伴う他海域での漁況データの減少  
 (4)漁況データの提供拒否  
 おわりに

この事業は情報の収集方法についても、また解析方法についても多くの問題をかかえている。当研究会をはじめ、広範な水産海洋研究者、漁業者の多くの皆様の御支援をお願いしたい。

### 3. 短期漁海況予測の生態学的基盤

マイワシ漁獲量は1965年(昭40年)には史上最低の1万トン未満、そして、昨年(昭58年)には未公認推定漁獲量速報によると365万トンに達している模様である。これほど大きな資源量変動を目前に展開してくれる魚種はほかに見当らず、いまはわが国の過去半世紀以上にわたる水産資源研究の歴史と研究方法、ならびに、それから導きだされる研究的知見の真価が問われるときでもある。

資源に対する見通し、評価はつねに長期的な展望と現状評価(漁況の短期的な変動を含む)との整合性を考慮して行なわれていかなければならない。また、現象的確なデータ化と短期変動の積みあげのなかから中・長期変動の根拠をつくりだしていく手続きと方法が提示されていかなければならない。このような観点から、リアルタイムの調査体制と予測・普及広報、そして、短期漁況予測と研究とのかかわりについて考えてみたい。

#### 1. 当面する問題点

マイワシの全国漁獲量はこれから(1984:昭和59年以降)どのような経過をたどるか?そして、現在、大豊漁期といわれるなかで、今漁期に各県地先への「魚群の来遊量はどうか?」地先漁業者の生産活動に役立つ「漁況予測」をたてようとするときに、この2点に関する見通しは研究者個人の科学的知見としての確に掌握されていなければならないと同時に、「科学的仮説」として組織的に討議し、共有される財産となっていなければならないものである。生態学的に言えば、上記の見通しのうち前者は「種個体群」についての包括的な長期的見解であり、後者は生物のあり方(存在様式)としての「群れ」に関する知見である。両者は全体と部分の関係として、相互関連をもったものとして、位置づけられていかなければならない。

さらに、水産資源研究(水族生態学)が究明しなければならない「生物と環境」の問題としても、「種個体群」

のレベルでの見解と、「群れ」のレベルでの見解とは、同じ種を扱っていても、同じ法則性には支配されておらず、それぞれの現象を解釈する科学的仮説が必要である。その研究対象についての段階区分は必要に応じて、細分化されていかなければならないものである(本城・鈴木 1980)。その区別の根拠は魚の生活時間(発育段階・生活年周期)であり、それを根拠づける生活環境(海洋条件)の季節変化である。魚の産卵・発生・成長・栄養・成熟・反応は生活環境の季節変化に適応して営まれている。研究は、つねに生物自身の生理状態の変化と生活環境の季節変化との相互関係を統一的に解釈していく方法がとられていかなければならない。

#### 2. 互に独自して動くものの相互関連

##### ——魚の生活とその生活環境——

「魚の生活」は永い進化の歴史過程のなかで、激変する自然環境に適応して形づくられてきたものである。それはマイワシがマイワシと呼ばれるにふさわしい形態と生態をもち、他の魚と区別される「固有の生活様式」をもつことが、その根拠である。「種が異なる」あるいは、同一種のばあい「発育段階・生活年周期が異なる」ということは「それ自身に固有の生活様式をもち、環境に対して異なる反応を示す生物である」ということと、同じことである。短期漁況予測の観点からみるならば、対象についての質的規定性(科学的仮説)がなければ、いまいる「魚の群れ」はこれから、どういう行動(回遊)をするのか、環境の季節的移行とその年の特徴的な海洋条件のなかで、どのような分布・移動の過程をたどるのか、その判断ができないことになる。

一方、海洋環境は魚のいる、いないにかかわらずに現存するものであり、生物よりも歴史的先行形態である。その経年の季節的変動様式は海洋自身の特性に基づいて説明されていかなければならない。

しかも、その環境の利用の仕方は「種によって異なる」

ことは当然であり、同一種であっても「発育段階・生活年周期」によって、異なっている。たとえば、マイワシは産卵後索餌期には、黒潮前線の先端域で、親潮系水の影響する混合域へ索餌北上回遊し、彼等(マイワシ)の肥満度が最高になるまで北上回遊して、その索餌北上する北上限界と夏の終わりとは一致している。秋口になり親潮系水の南下(水温低下)を1つの刺激として、索餌南下回遊へ移行する。水温に対する反応は高年齢で、肥満度が早く最高に達したもののほど敏感である。未成年で体が小さく、肥満度の低いものは秋遅くまで索餌生活期を過し、成魚のあとから越冬回遊へ移行するようになる。夏に蓄えた栄養(脂肪)は回遊のエネルギーに、筋肉質の充実に、そして、生殖腺の成熟に利用されながら、秋季に沿岸漁場域を索餌南下回遊しつつ、産卵準備態勢を整え、冬～春には生殖腺の成熟とともに、黒潮系水をめざして、産卵回遊をしていくようになる。

マイワシの回遊は決して流れに逆らわない。マイワシは流れにそいながら、水温・塩分に反応し、餌生物と生活水塊を選択しつつ、餌を獲得して個体を維持し、産卵・再生産の過程で海洋環境の変動を利用して、初期減耗を最少限に乗り越えて、種族繁栄(卓越年級群の形成)のきっかけをつかむ。そのような生活様式をもつことによって、マイワシは二千万年に及ぶ進化の歴史過程を生き抜いてくることができるようになった魚であると、筆者は考えている。

「種(マイワシ)」としての生活領域の特徴は、親潮(寒流系水)からの影響域として画かれる表面水温 14, 15°C を中心にして、[10~17°C の水温帯に代表される水塊である。マイワシが来遊する時空間はその年どしの海洋環境の変動に、適応的に変化して現われてくる。このような生物自身の生活のサイクルと海洋環境のサイクルとのかわりを、主要な漁業資源ごとに明らかにしておくことが、研究上解明しておかなければならない緊急な課題である。なぜならば、「対象に内在する時空間はそのものの本質を反映している」からである。

### 3. 点から面へ—2次元グラフから地理的分布図へ—

従来の水産資源研究では、まず最初に作成する科学的データは魚種別漁獲量の主要水揚港別、県別、地方別、全国集計結果である。さらに詳しくは、主要漁業別、漁船規模別に年計から月別、旬別へと時空間を細分化していく。生物統計資料についても同様である。それらの諸統計資料の作成に莫大な労力が費やされていながら、それらの資料はせいぜい2次元グラフにしか表現できない内容である。最近では、大型コンピューターの発展によ

り、整理方式をプログラム化しておけば、コンピューターは千人力を発揮してくれる。労働自身はコンピューターが代行できても、思考方式は人間が考えださねばならないことであり、ここに研究論議の焦点がある。

筆者は、生物がいつ、どこに、どのように存在していたか、という地理的分布図が画かれるようなデータのとり方と資料整理の方式がとられていかなければ、生物の生活を根拠とした資源量評価と漁況予測に関する基礎資料はつくりえないと考えている。その点、1977(昭和52)年から全国規模で実施されている「わが国 200 カイリ水域内漁業資源調査」は漁獲量、漁獲努力量、生物統計資料とともに、その地理的分布図が画かれるようになっている。調査体制の一大飛躍であり、有効に利用していかなければ「宝のもちぐされ」になってしまう。そうならないように、筆者は同調査結果を十二分に活用して、マイワシ太平洋系群が豊漁期のなかで不漁現象を示した、「1978, 79年夏秋季の銚子近海での不漁——銚子はずれのイワシ漁——」と「1979年級群の不漁現象」について、「生物と環境の関係」を解き明かしつつ、上記2点がなぜ起きたかを説明することができるようになってきたのである。「200カイリ水域内漁業資源調査(第2次整理結果)」(東海区水産研究所 1983)をお持ち帰りいただいて、ご検討いただきたいところである。

ここで主張したい点は「対象の質的規定性」をもったものの「地理的分布図」の作成であり、これを作成して、始めて質を根拠とした数量変動機構について、海洋環境とのかわりのなかで、生物(魚類)資源の変動機構を資料にのって論議できるようになるということである。「200カイリ水域内漁業資源調査(第2次整理結果)」は月別旬別という型になっていないところが特徴である。その基本は「魚の生活時間」による時空間区分であり、さらに基本へ逆上るならば「同一の運動法則をもつものの追及」である。それは漁獲量関係、生物統計資料の表示形態を「点から面へ」発展させていく手法である。

### 4. 固定時空間から生物時間への変換

—ともに動く「群れ」と「海況」のどちらを固定するか—月別漁獲量分布図と月別海況図を作成して——それは旬別、半月別あるいは日別にしても基本的には同じこと——、その両者を重ねあわせて、「生物と環境の関係」が画きだせるならば、ことは簡単である。

魚の発育段階を区分すること、あるいは、成魚の産卵期を中心とする生活年周期を区分するということは、研究対象を質的に規定することであり、生物の内容を固定化することである。生物の等質化が適切に行なわれてい

れば、等質化された集団の存在の条件はその魚の生活領域と考えることができる。魚は激変する海洋環境に適應して己（魚）の生活を築いてきた生物であり、發育に応じた体の生理的要求の変化にしたがって、己の生活環境を選択して分布・移動（回遊）している生物である。すなわち、生物のほうを固定（等質化）して、その存在の条件ともいえる海洋環境を吟味していくことが、両者の相互関係をみつけだしていく糸口になるところであり、その検討結果によって、研究対象とする魚種の「生活の仮説」を作成し、これとの対比で現況を判断することによって漁況予測に関する科学的基礎資料を提供できるようになると、筆者は常日頃主張しているところである。

#### 5. 海洋研究への提言

マイワシは、その發育に応じて季節的（年周期的）な回遊を行なっている。マイワシに限らず、「魚の生活」は海洋環境の季節的变化に適應して行なわれている。

ところで「季節」とはなにかそれを科学的な資料として提示できる考え方（方法論）が現実の調査研究のなかで生かされているだろうか？「種の生活研究」では、“回遊群”という概念のもとに、魚の集合様式は平均化され、いわゆる分布のパターン化とそれに基づく生活の仮説づくりが行なわれている。本シンポジウムのなかで長沢和

也氏が沿岸海洋の季節变化のパターンを述べているが、しかし、沿岸海洋研究には、「季節」という概念に基づく解析は、ほとんど行なわれていないのではないかと筆者は考えている。最近刊行されている海洋研究の「季節变化」と銘打った諸報告はすべて「月別海況図」であり、しかも、その「永年平均值」である。時空間を固定して、その内容変化をとらえようとする研究方法は、いわゆる“構造論”であり、一定の限界をもっている（近藤恵一 1975）。ある指標（そのものもつ基本的属性）に基づいて季節を規定し、特定の内容をもつ海況の季節変化としての時空間が問題にされることによって、はじめて、その研究対象海域における「魚の分布・移動」と「海況の季節变化」との相互関係を資料ののっとなって、科学的論議ができるようになるものと、筆者は考えている。

#### 文 献

- 本城康至・鈴木秀彌（1980）「群れ」の研究の視点、佐藤栄先生古稀記念論文集。ミチューリン生物学研究、16(1/2)。  
 近藤恵一（1975）海洋汚染と水産資源研究の接点はどこか。漁業資源研究会議報、第17号。  
 東海区水産研究所（1983）200カイリ水域内漁業資源調査（第2次整理結果）、東海水研。

## 4. 短期漁海況予測の技術的課題

### （1）短期漁海況予測技術の開発分野におけるセンターの役割について

岡 田 鋭 一（漁業情報サービスセンター）\*

#### 1. まえがき

漁業情報サービスセンターは、過去数十年に亘って、各地の水産試験研究機関がその指導事業の一環として行なってきた漁業者その他に対する漁海況情報の提供を、全国的に一元化して実施するため、昭和47年4月に設立された。

センターは、全国の都道府県（瀬戸内海を除く）と漁業中央団体（表層性回遊魚関係）を構成員とする社団法人であるが、これが設立された背景には、漁船の近代化・大型化や操業区域の外縁的な拡大に伴って、漁船関係のユーザーから情報の質的な充実と情報対象海域の拡大、さらには情報提供回数の増加、通報の迅速化等を求

める声が強くなったが、各地に分立しかつ情報サービスが本務でない試験研究機関ではこのような情報需要の増大に応えることが困難であり、情報サービスのような現業的な業務は試験研究機関から切り離して別にそれ専門の機関を設立して行なったほうが、研究機関にとってもまたユーザーにとっても都合がよいのではないかという意見が、関係者の間に強くなってきたという事情があった。

#### 2. センターの情報事業の性格

センターは、その構成から、言わば漁業者をはじめ情報利用者の組織という性格を持っている。このような性格のセンターが行なう情報事業は、情報の形式や表現は従来の試験研究機関時代と大差はないが、情報事業の進

\* 現在、北部太平洋まき網漁業組合連合会

め方や思想は大きく変わってきた。

研究機関の情報はユーザーからすれば、漁業操業指導のために指導機関から「与えられた情報」「教えられた情報」であって、情報を通じて指導されているという受身の形のものであった。勿論、情報の内容などについてのユーザーの要望を、情報作成に当る研究機関が十分に考慮しつつ情報処理を行なうということは当然あったにしても、少くともユーザー本位の情報サービスではなかった。従って、情報利用に対する利用料の負担を求められることも原則としてなかった。

しかし、情報事業がセンターの手で行なわれるようになると、センターの性格上、情報はユーザーが自ら自己の利用のために作成するんだという建前が前面にでてくることになる。情報は与えられるものではなく、必要に応じて自分等の手で作るという考え方が主体になる。すなわち、ユーザーの立場に立って、ユーザーが必要としている情報は何かを適確に把握し、所要のデータを収集し処理・情報化のうえ、ユーザーが必要としている時に、必要としている場所で提供することができるようシステムを整備するということである。

その反面、自らが必要とする情報を自ら作成するという建前である以上、情報作成に要する費用はユーザー自身で負担せねばならない。試験研究機関時代と異なって、情報事業の規模、内容等はユーザーがどの程度のサービスを求めるのか、どれほどの費用負担に応ずるのか、ユーザー自身の情報に対する費用対効果の判断によって決定されることになる。

、実用価値の高い情報は欲しいが金を出すのはいやだともユーザーが考えるならば、センターの情報事業は成り立たない。

センターの情報事業を考える場合には、このような事業の基本的な性格を理解しておく必要がある。

### 3. センターの情報サービスの方向

センターの情報サービスは、主として洋上で操業中の漁船に対しその生産性・生産効率の向上を情報の面から積極的に支援することを目的としている。具体的には、漁撈長の漁場探索や選定の指標になり得るような情報を作成することである。

ユーザーの情報に対するニーズを要約すると次のとおりである。

① 短期漁場予測に関する実用技術を速やかに開発して、10日程度先の漁場形成の時期、規模、持続期間等を予報して欲しい。

② 予報が事業化されるまでは、現在の実況速報の精

度の向上、とくに海況データ相互間および海況と漁況データ間のタイムラグを是正し、正確な漁海況実況の即時情報化と迅速な通報を行なって欲しい。

センターは、いまこの方向に向って人工衛星利用技術の開発、地域センターの設置、漁場形成予測システム開発試験等を進め、ユーザーの期待に応える努力を行なっている。

これらは、ユーザーの情報に対する最も強い期待である短期漁場予報を実現するための必須の条件である。

### 4. センターにおける短期漁海況予測技術の開発

現在の実況速報は、漁況はこうだ、海況はこうなっているを示しているが、だから漁場はここにできるはずだという漁場探索の指標となるべき判断を示していない。この判断は、個々のユーザーがやれというわけである。

センターの情報が漁場探索の良い指標であるためには、漁場形成の可能性の高い海域をしっかりと根拠で明示することである。

漁船サイドのユーザーの情報に対する期待がそこにあるのなら、その情報化がセンターの目標になる。しかし、センターは現業機関であって、試験研究機関のような意味での技術開発能力は持っていない。予測技術のような海洋や生物資源の動向に関する科学的な知見の積み重ねの上に、仮説と検証を繰り返しつつ漁場形成機構を明らかにしていく手法は、試験研究機関のそれであってセンターでは困難である。

そこで、センターにおける予測技術の開発というか、予報を実用化するための方法は次のようになると考えられる。

① 試験研究機関の予測技術開発の成果を積極的に導入して、センターが把握した実況から将来の漁場を予測できるようにすること、

② センターの実況精度を向上し、海洋の微細構造の変化と漁場形成とを同時対応させ、この結果を累積して、海洋の変動と漁場形成との間にどのような規則性、法則性が存在するかを知り、予報を確かなものにしていくこと、等である。

第2の手法は、センターの本来の機能を通じて得られる漁海況情報データの積み重ねとその体系化によって可能な方法ではあるが、成果があがるのに今後非常に長い期間を要することになる。従って、これをスピードアップしてユーザーの期待に応えていくためには、2つの方法を組み合わせて進める以外にない。

センターには広域の正確な実況データが入ってくる。これを整理して時系列化しその経時変化、経年変化の結



果を研究機関に提供し、研究機関はこれとともに、精密な海洋生物に関するデータを用いて科学的な根拠に基づいた予測仮説を立て、これを再びセンターの情報で検証する方法を繰り返すことが必要であろう。

このように、センターと試験研究機関のそれぞれの機能上の特質を活かして総合的合理的な予測技術開発システムを整備することが必要である。また、このシステムを成功させるためには、センターと研究機関の間で情報データをただ単に提供交換するのではなく、相互の情報

やデータをどのように理解するか、そこから何を引き出すかの意見や認識の交流が必要である。センターはまず正確な実況を即時情報化してユーザーの期待に応えるとともに、これを整理して研究機関に提供して予測技術の開発を促進することが、センターの大きな役割であろう。

予測技術の開発に当って、センターと試験研究機関は車の両輪であり、良きパートナーでなければならない。

## (2) 八戸沖マサバ漁場の海況と漁況

赤羽 光秋 (青森県水産試験場)

### はじめに

北部太平洋まき網漁場における近年のマサバ年別漁獲量は 19~92 万トンであるが、平均すると、このうちの 60%が八戸沖を主漁場とする三陸北部海域で生産されている。この漁獲量割合は年によって変動し、1975 年以降では 39~82% となっている。八戸沖漁場の漁期は 9~12 月で、盛期は 10・11 月にみとめられるが、このあと主漁場は南下して 12~1 月には関東近海に形成されること

が一般に知られている。

八戸沖漁場のマサバは成魚の索餌滞泳群である(佐藤 1968)が、その来遊機構について川崎(1966)は、マサバ魚群は 144°E を軸として北上する黒潮系暖水の層の厚いところに沿って北上するため、この暖水が三陸沿岸に接岸(5~7月)するかどうか三陸漁場への群の来遊状況を支配すると述べている。一方佐藤(1974)は、道東・三陸の漁場形成要因についての基本的考え方とし

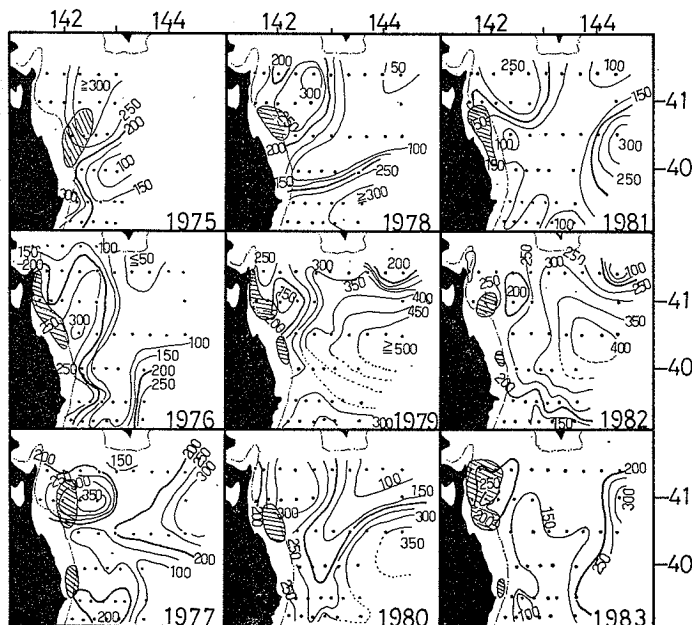


図 1 D7°Cの深度分布とまき網漁場 (マサバ漁場: GJSC 漁海況速報 (10月下旬~11月上旬))

て、親潮沿岸分枝が強勢となる場合に漁場は早目に南下し、黒潮系暖水が卓越し親潮沿岸分枝が微弱な場合は漁場が長く持続すると述べている。

マサバ生産の大きな部分を占める八戸沖漁場は津軽暖流域内に形成されるが、上記の各報告では津軽暖流そのものには触れられていない。したがって、短期漁況予測を行う上で必要となる基本的知見として、ここでは津軽暖流の海況の側面とマサバ漁況との関連について検討した結果を述べる。

1. 水塊配置とマサバ漁場

青森・岩手の両県水産試験場が実施した1975~1983各年11月の定線観測結果から200m深水温・塩分の分布をみると、沿岸寄りに高温・高塩分の津軽暖流水が分布し、それに隣接した沖側には低温・低塩分の親潮系水がある。さらに、その沖側に高温・高塩分の黒潮系水が分布するパターンがみとめられるが、夫々の分布の形や規模は年によって異っている。津軽暖流（親潮との境界は7°C, 33.80‰）は青森県沖で東側に大きく張出し143°E（距岸約85浬）に達するが、岩手県側では距岸20浬以内位に巾狭くなる。親潮は津軽暖流域と隣接するため岩手県側では岸近くまで分布し、200mの深さでみると岩手県沿岸を冷水が直接洗っているように見えるほど接岸顕著な年（1977, 81年）もある。黒潮系水は144°Eを中心として出現するが、その西縁が青森県沖で接岸傾向を示す年（1979, 82年）は津軽暖流の張出しが小さい。また黒潮系水の一部が岩手県に接岸する場合が多く（1977~80の各年及び82年）、そうでない場合（75, 76, 81, 83年）を上回っている。

次に11月の暖流水塊深度（鉛直的厚さ—D7°C）と、10月下旬~11月上旬のさばまき網漁場位置を図1に示した。津軽暖流は、青森県側では各年ともD7°C>250mの海域がみられるが、岩手県側では200mに達しない年（81, 83年）もみられ、全般的傾向として沿岸寄り海域の暖水層の厚さは青森県側で深く岩手県側では浅い。さばまき網漁場は、青森県沖（八戸沖）では距岸40浬以内の津軽暖流域内に毎年形成されるが、岩手県沖ではこの時期としては2例（77, 83年）だけで距岸15浬以内の海域でみとめられる。

2. 水塊層重とマサバ漁場

青森県出戸（41°N, 距岸5~43浬）及び岩手県鮭ヶ埼（39.5°N, 1~40浬）の各観測線断面における水温鉛直分布を図2に示した。

表層付近の水温は、青森県沖では15~17°C, 岩手県沖では14~19°Cとなっているが、黒潮が接岸していな

い年（75, 76, 81, 83年）の岩手県は14~16°Cとなっていて青森県側に比べて1°C低目である。水塊の層重について両県を比較すると、上層の水温均一層は青森県では150m位の厚さとなるが岩手県では100m位で、下層にある3~4°Cの親潮系中層水塊は青森県では250m以深に分布するのに対し岩手県では200m位と浅くなる。即ちこの時期における水温第2躍層（14°~6°Cに変化）の深さは青森県側では深くその中心が200m付近にあるのに対し、岩手県側ではそれよりも浅く150m付近に形成されている。

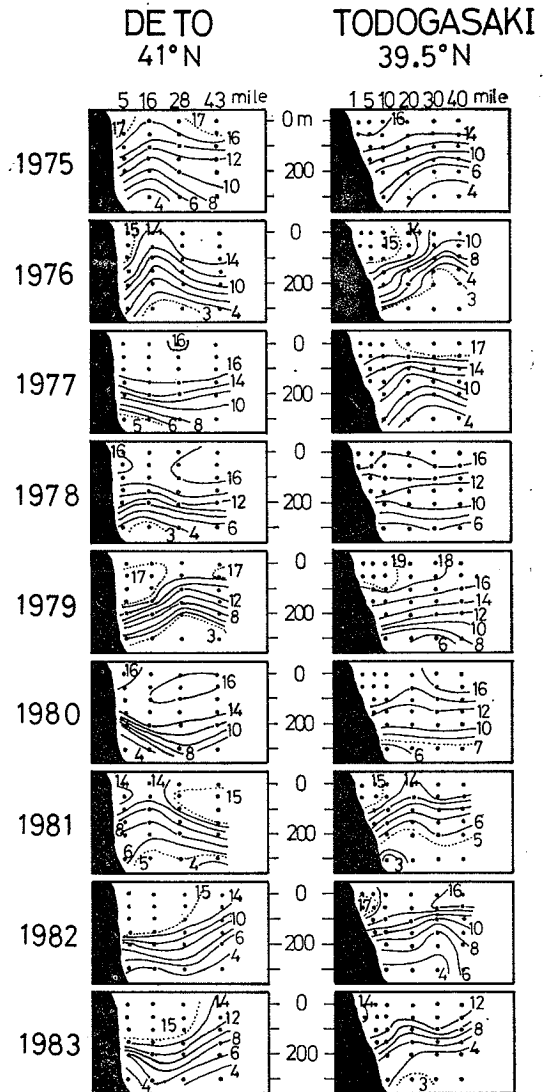


図2 青森県出戸および岩手県鮭ヶ埼沖観測線における水温鉛直分布

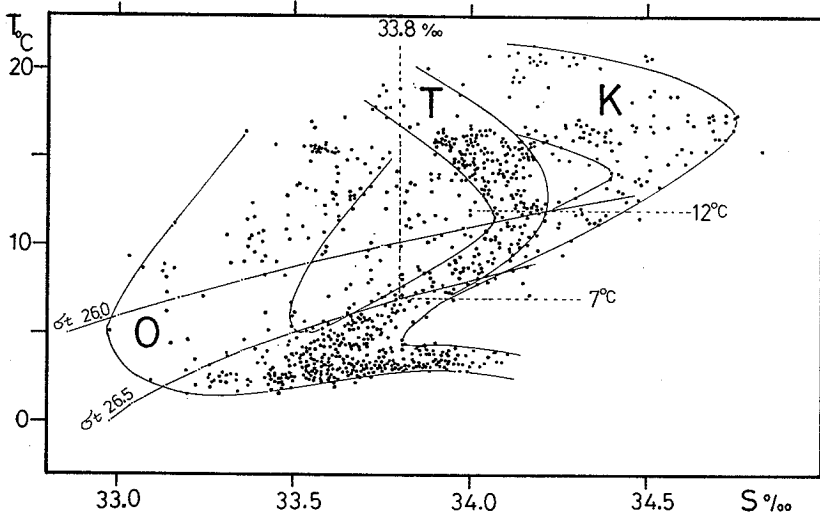


図3 青森県沖観測定点における T-S (T: 津軽暖流, O: 親潮, K: 黒潮)

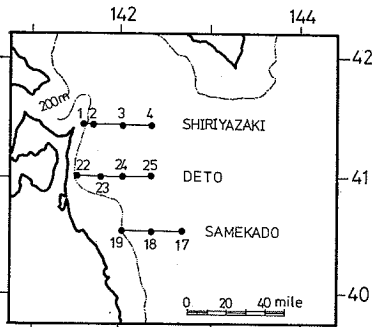


図4 D12°Cの算出に使用した観測定点位置

図3は1978~1983各年11月の青森水試観測定点(ST. 1~26)の水温-塩分(深度50~500m, 合計約1,500点)をプロットした図である。さばまき網漁場が形成される津軽暖流は12°C, 34.20‰,  $\sigma_t$  26.0付近を屈折点とする“逆くの字”型(図中のT)として示され, その下層にある3~4°Cの親潮系中層水塊に連なっている。佐藤(1974)は, 秋漁期の三陸さばまき網漁場の漁獲水温は11~22°Cであるが, 1回200トン以上の大量漁獲が出現するのは12°C以上であると報告している。そこで八戸沖漁場さば魚群分布の下限水温を一応12°Cと想定してみると, 図3の津軽暖流水塊の屈折点(最高かん部)よりも浅い側が魚群分布域に相当するもので, 言い換えると津軽暖流の対流が及ぶ範囲内にこの時期のマサバが生息すると考えられる。

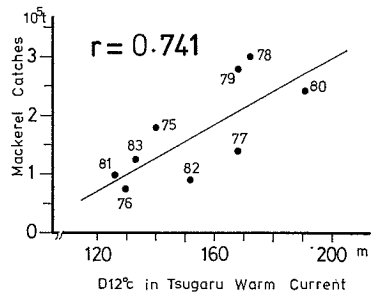


図5 津軽暖流の対流限界深度(11月, D12°C)と10・11月の八戸港さば水揚量との関係

### 3. 津軽暖流水塊厚さの変動とさばまき網漁況

八戸沖さばまき網漁場は, 一般に潮境と呼ばれる異種水塊との境界域(水平的極限の場)に形成されるのではなく, 同一の水塊(津軽暖流)の内部に形成されると考えられるため, 環境収容力としての津軽暖流水塊の厚さ(ボリューム)に着目し, これと魚群分布との数量変動相関について検討を試みた。

扱った資料は, 津軽暖流水塊については図4に示すとおり青森県の距岸50哩以内の尻矢崎(41°26'N), 出戸(41°00'N), 鮫角(40°32'N)の各観測線におけるD12°Cとし, さば魚群分布については10, 11月の八戸港におけるマサバ水揚数量とした。1975~1983各年におけるこれらの数量変動は表1に一括して示し, それに基づく相関性については図5に示したが, これらにより一応海況と

表 1 津軽暖流の対流限界深度 (11月 D12°C) と八戸港さば水揚量の経年変化

年	a. 観測線断面の D12°C 平均値			b.	c.	d.
	尻矢崎 ST. 1~4 (全長34湊)	出戸 ST. 22~25 (全長38湊)	鮫角 ST. 17~19 (全長30湊)	尻矢崎~鮫角 のD12°C以上 水域容積	11月八戸漁 場における D12°C平均値	10-11月の 八戸港さば 水揚量
1975	141m	139m	141m	882km <sup>2</sup>	140m	179千トン
1976	117	124	153	818	130	74
1977	146	213	100	1056	168	137
1978	176	184	145	1083	172	298
1979	186	154	178	1058	168	281
1980	195	213	145	1203	191	241
1981	186	121	80	793	126	101
1982	122	157	173	962	153	88
1983	105	167	95	840	133	105

a: 各観測点の D12°C を測点間距離で積算し平均化した。

b: a を南北の線間距離で積算し、これに観測線の東西距離(平均34湊)を乗じて求めた。(南北の線間距離: 尻矢崎~出戸26湊, 出戸~鮫角28湊)

c: 尻矢~出戸の線間距離 (54湊) と観測線の全長 (平均34湊) との積 (水平面積=6300 km<sup>2</sup>) で b を除した値。

漁況との相関関係が得られ、八戸沖漁場では津軽暖流の発達がマサバ魚群の集合条件としてある程度作用している状況が存在する。

#### おわりに

佐藤 (1974) は、10, 11月の八戸沖漁場におけるマサバ魚群の分布水深は上限で 20 m, 下限で 70~80 m であることを示唆しているが、この点において津軽暖流の水温第 2 躍層の上限深度 (D12°C-平均 153 m) を魚群分布の下限と想定した本報告は若干の不一致を含んでいる。その点も含め、この報告で示した基本的考え方について

検証を行なうことはもとより、マサバの分布と環境との関連について今後論議を深める必要がある。

#### 文 献

- 川崎 健 (1966) マサバ太平洋系群の構造について. 東海区水研研究報告 (47), 1-30.  
 佐藤祐二・飯塚景記・小滝一三 (1968) 東北海区におけるマサバ *Pneumatophorus japonicus* (HOUTUYN) の漁業生物学的特性について. 東北水研研究報告 (28), 1-50.  
 佐藤祐二 (1974) 道東・三陸漁場におけるマサバの生息環境 (2). 東北水研研究報告 (34), 31-57.

### (3) 短期漁海況予測へのリモートセンシングの導入

四之宮 博 (日本大学農獣医学部)

#### 1. リモートセンシングによる漁海況情報

わが国では漁業情報サービスセンターが、1982年以来試験事業として人工衛星利用漁海況図の FAX 放送をしている。この図は極軌道衛星 NOAA の熱赤外画像をシートルースにより解析し、模式図化したもので、寒暖流、潮境、冷・暖水張出し部、冷・暖水渦などを表示している。さらに主要魚種別に形成された漁場もかき加えられているが、それらの環境要因との対応関係が実証されている (岡田・為石, 1983)。

一方米国では、衛星 NOAA シリーズ打上げ後、NOAA の National Weather Service がその熱赤外画像に

よる Ocean Thermal Boundary Chart の FAX 放送をしている。その図も SST のシートルース照合をし、画像をコード化して簡明に表示している (BREAKER, 1981)。Chart 作成上、水温境界の強弱などは相対的なものであるため、その度合が毎回の図で一貫するよう配慮され、また品質管理には特に注意が払われている。この図は雲による障害がない限り毎日作成され、週1~2回放送されている。このシリーズから、沿岸 SST 分布のパターンおよびその持続性、変動特性が判明した。ただし、その予報には至っていない。

その図を補完する目的で作られたのが、JPL (Jet Pro-

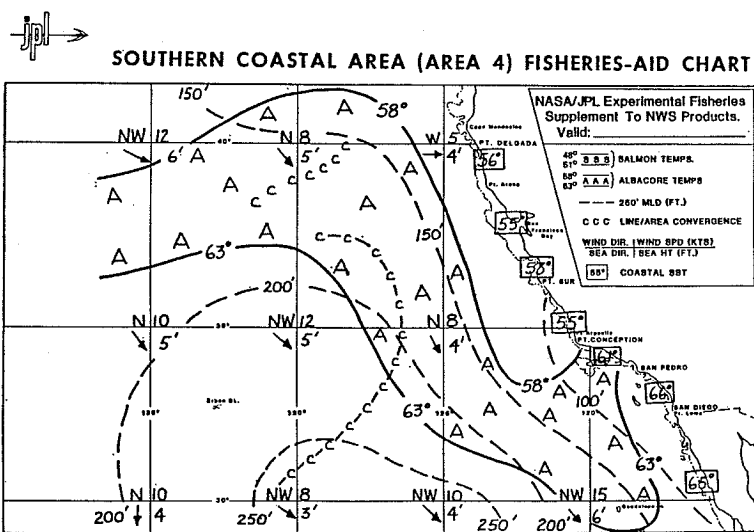


図1 JPLで試験放送中の漁海況図サンプル

pulsion Laboratory) による Fisheries-aid Chart (図1) で、原則として毎日実験放送されている(四之宮, 1983a)。これは極軌道衛星 NOAA および NIMBUS よりそれぞれ SST および水色情報を、また静止衛星 GOES から気象情報を得て、実際の観測値と共に総合処理したものである。この図には、SST、魚種別適水温帯、混合層深さ、風の方向・速さ・収れん域・シアーおよびカール、波の方向・高さなどが示されている。この図の特徴は、風場の解析結果や MLD (Mixed Layer Depth) をおりこんでいることである。前者は衛星の雲写真や風の数値解析によるもので、後者は波高(フィート)の11倍の値を、一応の目安として示している。

NIMBUS の CZCS (Coastal Zone Color Scanner) による水色分布は、水色を4階級の数値表示した Ocean Color Chart として、週に数回放送されている。水色を4色に着色したものを、前述の Fisheries-aid Chart に重ね合わせて、適水温帯・MLD 帯および水色境界から有望漁場を示す漁海況図の放送が検討されている(図2)。

なお、これら Chart 利用のガイドラインとして次のような4項目が示されている(JPL, 1982)。

- 1) 漁場には、まずその魚種の適水温帯を選べ。
- 2) その中で、特に餌料集中の可能性のある小海域(収れん域、水色境界、海流境界、湧昇域)を探せ。
- 3) もし魚群が探知できなかったら、MLD 直下に漁具セットを試みよ。SSTが適水温より暖いときは特に有効であろう。

4) 熱帯マクロ操業の場合は、78~91°Fの水温帯で、ローカルな風のシアー域が有望である。

RS による漁海況図には、他にも試験的なもの、例えばミシシッピ河口域のクロロフィル分布画像による Shrimp 漁獲確率図(四之宮, 1983a)などがある。画像のコード化あるいは模式図化、そして別途情報の付加は、今後も検討に値することである。

## 2. 短期海況予測への衛星情報利用の可能性

### (1) 海況予測へのリモートセンシングの関与

海況の予測技術は気象のそれに比して遅れている。その理由の1つは、海洋観測値の不足——特に空間スケールで——にある(ELSBERRY *et al.*, 1979)、とされている。一方衛星 RS は、長期にわたり同時広域の海洋情報を次々と提供し、それが海況予測への有力な手がかりを与えることは疑いない。

図3は、衛星出現以前から米海軍で用いられてきた“Ocean Thermal Structure Forecasting”のフローである(JAMES, 1966)。この各ステップにおいて、衛星情報はいろいろな形で関与し、予測精度・能率の向上に寄与する。例えば、ステップ1で初期状態を決定するのに、衛星画像は絶対的な役割を果たすであろう。また、ステップ2で移流の計算は、以前の状態の長さ、その海域における循環や風の状態にもとづいて行われるが、時系列画像も参照される。なお混合あるいは移流のモデルの検証や改良にも画像データが有用となろう。

それに関連して大気-海洋の相互作用などは、RS お

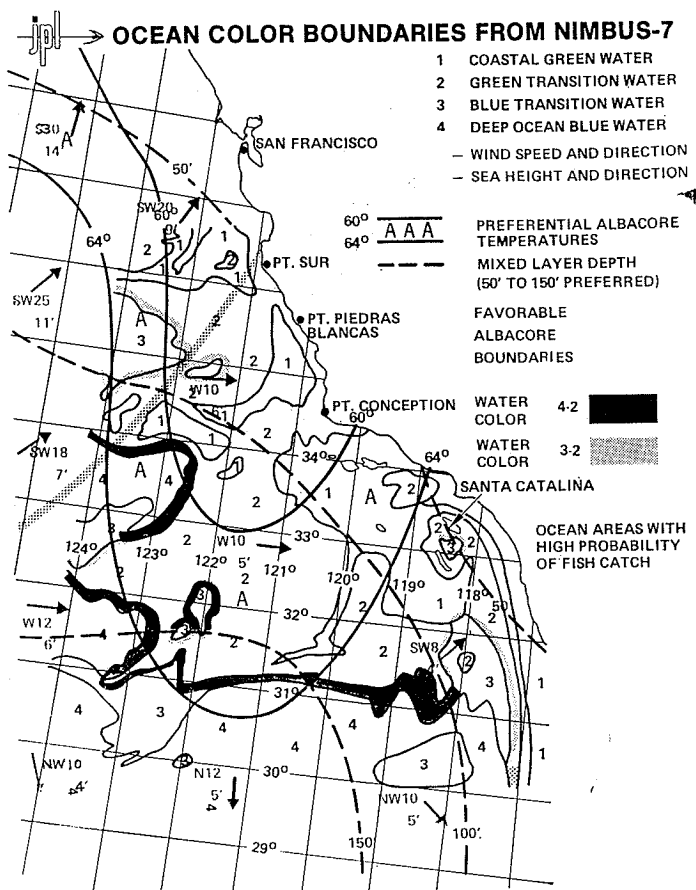


図 2 JPL で放送方法検討中の有望漁場指示有色漁業情報図

よび関連データの積み重ねとその処理により、部分的に解明されている (ROSMOND *et al.*, 1983; RUTTENBERG, 1981)。また DCLS (Data Collection and Locating System) の利用や、衛星追跡ドリフターによる海洋循環モデルの研究も進んでいる。さらに、表層の生物生産過程や循環特性の把握に、カラースキャナーの実験も重ねられている (RUTTENBERG, 1981)。これらはいずれも、海況予測のポテンシャルを高めることになるが、その完成には長期的取組みが必要となる。

(2) 海況予測のためのリモートセンシング要求条件と衛星搭載センサー

米国 NOAA の 1979 年海洋 RS に関するワークショップにおいて、RS への要求条件が提示された。ちなみに海況予測に必要なパラメータは、優先度「大」のものが SST、表層の風、波高エネルギースペクトル、上層の流れ、潮汐である。また「中」は海表面気温、上層塩分、

「小」は海水濁度である。

沿岸域が予報対象となる場合、SST に対する条件としては、システム固有精度 0.5°C、測定精度 0.15°C、空間分解能 10 km 以下、時間分解能 0.13 日、測定範囲 -2~35°C、許容時間遅れ 0.5 日が示されている。このなかで特に問題となるのは精度で、大気補正が不備の場合は規格外となることに注意しなければならない。時間分解能も厳しい条件であるが、グローバルな海域対象の場合は、1.2日と緩やかになっている。

現在使用されている、あるいは使用・実験済みの衛星搭載センサーとその空間分解能などについては、新井 (1983)、JAFSA (1981)、杉森 (1982) 等により紹介されている。なおわが国で 1986 年に打上げを計画している海洋観測衛星 1 号 (MOS-1) には、3 つの主要なセンサーが搭載されることになっている。それぞれの観測対象①、地上空間分解能②は次のとおり。

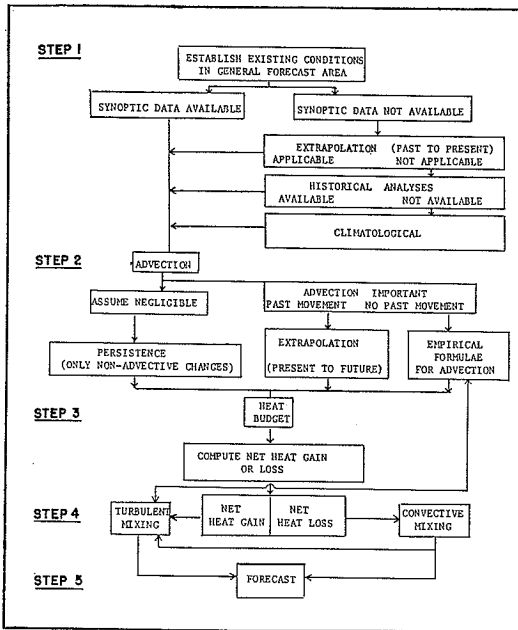


図 3 米海軍で用いている水温予報フロー

- 1) MESSR (可視近赤外放射計): ①海色, 赤潮, 流水など ② 50 m
- 2) VTIR (可視熱赤外放射計): ① SST, 雲, 上層大気中の水蒸気分布 ② 900 m (0.5~0.7 μm), 2.7 km (6~7, 10.5~11.5, 11.5~12.5 μm)
- 3) MSR(マイクロ波放射計): ① 海洋上の大気中水蒸気・水滴量, 海水, 積雪, ② 32 km (23 GHz), 23 km (31 GHz)

他に, DCS (Data Collection System) も加わる。

(3) 予測方法からみたりモートセンシング利用可能性

気象要素の予測に用いられている基本的な方法(新田, 1982)には, ①総観的方法, ②統計的・ストカスティックな方法③力学的方法の3つがあり, ②はさらに統計的一経験的方法と統計的一力学的方法にわかれる。これらはもちろん海況予測についても適用できるわけで, 既に論議されている(遠藤, 1984)。

前に述べた米国の Fisheries-aid Chart 作成過程で, 風や波の数値解析に衛星情報がきわめて有用であった。これは, 上述のような方法による海況予測に RS が介入し得ることを示唆している。特に統計的一経験的方法は, 現在の状態を知って, 純経験的に将来の状態についての情報を得る, というもので, 当面考えられる方法である。

RS データによる一般的多変量予測過程の解析が, その主題となろう。ただ従来からの蓄積資料に基づいた統計的解析による予測(平野, 1975)が, ベースになることはいままでもない。

この場合, 衛星データと現地観測データ, あるいはそれらの解析結果とが相互補完的に利用されて, 始めて成果が期待できる。現在, 海況の動向を, 因果関係に基づいた理論的, 解析的手法で予測することは, 「きわめて困難」とされている(田中, 1979)。RS データ利用の統計的一経験的的海況予測が, 今後 “Man-machine Mix” (増田, 1982) 実用への有力な手がかりを与えることは間違いない。

(4) 決定論的予測補助手段としての衛星画像の利用

上述のように, 短期海況予測に RS を導入, 活用していく方法論そのものは, 決して困難なものではない。ネックを画像データに関していうならば, それがよく管理され, 等品質で, もろもろの要求条件を満足していることである。

例えば, 輝度温度のままの画像データシリーズからは, 時系列解析などの統計処理は不可能である。たとえ輝度温度をシートルースに回帰させたとしても, 狭域以外ではその信頼度が問題となる。大気補正アルゴリズム(例えば, BERNSTEIN, 1982)による実海面温度への変換も, まだ海況図作成にとり入れられていない。また IR 画像アベイラビリティは, 雲による低下がはなはだしい。

このような事情から, マイクロ波センサーによる SST 計測が身近なものになるまでは, IR 画像の別な利用法も考えられなければならない。短期海況予測の観点からは, 画像による海況パターンの識別や, 特定海況要因の動向判別などを定量的に実施する試みはその一例である。四之宮ら(1983)は, 相模湾および周辺海域の定置水温データの主成分分析により, 海況の指標化を試みた。その結果得られた主成分の意義付けには検証が必要となるが, 第2主成分  $Z_2$  を黒潮系水の相模湾への影響成分と判別するのに, IR 画像群が大きな役割を果たした。

この  $Z_2$  時系列から, この海域の海況転換点の特定, サイクルの検証, 各局面の比較分析, さらに予測も可能となる。なおこの研究では, 3つの主成分の関数により漁獲量を表わす重回帰式が得られ, 漁況解析・予測の可能性も示された。このようなアプローチは, 毎日の定置水温データの代りに, 3日おき位の良品質時系列画像データが得られれば, マクロではあるが, 興味ある海況予測結果を提示するであろう。

(5) 確率論的予測補助手段としての衛星画像利用

衛星情報を補助的に利用する確率論的予測法もいろいろ考えられる。最も簡易なものは、ベイズ理論の適用(四之宮, 1983b)である。これは漁場選定のため漁況予測について提案されたものであるが、海況についても次のような手順で適用できる。

- ①ある限定海域における海況  $W_j$  (パターンあるいは要因,  $j=1, 2, \dots, n$ ) の生起確率  $N_j$  を, 統計的, 経験的に求める。
- ②海況が実際には  $W_j$  であるとき, RS 情報からは  $Z_j$  と推測する条件付確率  $P(W_j|Z_j)$  を過去の推測実績から求める。
- ③  $N_j, P(W_j|Z_j)$  から, RS による推測が  $Z_j$  であるとき, 実況が  $W_j$  となる確率を計算する。
- ④これにより, その海域における海況の確率論的予測をする。

この方法は, 統計, 経験, RS 情報のミックス予測であり, 実海況を表わす衛星画像が得られて始めて成立つものである。

3. 総括

RS の水産への応用が緒についたばかりであるのは, わが国だけでなく, 衛星研究のメッカ米国でも1980年頃から本格的スタートをしたに過ぎない(四之宮, 1983a)。まして, 懸案とされてきた短期海況予測に RS を導入することは, 模索段階といってもよいであろう。そういう事情を堪案し, なお今後の課題も含め, 本稿は次のように総括することができる。

- 1) 画像データの諸条件が整えば, 他の直接測定値との併用やモデル開発と相まって, 短期海況予測は飛躍的進展が期待できる。
- 2) 海況予測における大気-海洋相互作用の役割が重視されているが, RS による気象データの併用を積極的に進めるべきである。
- 3) 漁況に対する海況の効果を解明し, またそのような海況を予測するにも, 衛星情報から得られた海況の, パターン抽出ないし指標化は有効である。
- 4) そういうデータのフーリエ解析から得られる長周期成分は, 短期予測にも無視できない。その意味からも, またデータの貴重性からも, 長年月, 各種画像データベースの確保が必要である。
- 5) MOS-1 の打上げが期待される。そのセンサーの具備条件や設計などについて, またそのもたらす各種データの有効利用について, 水産サイドから十分な検討がなされるべきである。

- 6) 短期漁海況予測, あるいはその技術の開発のためのダイナミックシステムの確立が望まれる。

おわりに, 本稿をまとめる過程で種々ご助言を賜わった東京大学海洋研究所平野敏行教授, 東海区水産研究所鈴木秀彌氏, 気象庁長坂昂一氏, 海洋科学技術センター宗山敬氏, 漁業情報サービスセンター山中一郎氏に謝意を表す。

文 献

新井康平・五十嵐 保・津田 明 (1983) 人工衛星による地球観測について. FACOM ジャーナル, 1983-9, 28-41.

BERNSTEIN, R.L. (1982) Sea surface temperature estimation using the NOAA 6 satellite Advance Very High Resolution Radiometer. J. Geophysical Research, 87, 9455-9465.

BREAKER, L.C. (1981) The application of satellite remote sensing to west coast fisheries. NESS/SFSS Document, 38-39.

ELSBERRY, R. L., and R. W. GARWOOD Jr. (1979) Numerical ocean prediction models—Goal for the 1980's. Bull. American Meteor. Soc., 61(12), 1556-1566.

遠藤昌宏 (1984) 数値モデルによる海況予報の可能性. 東京大学海洋研究所シンポジウム講演要旨集, 3.

平野敏行 (1975) 海洋生物資源環境. 東京大学出版会, 31-48.

JAFSA (1981) 人工衛星. 日本造船振興財団, 82.

JAMES, R.W. (1966) Ocean thermal structure forecasting. U.S. Naval Oceanographic Office, 1-10.

JPL (1982) An experimental satellite-oriented observation program for commercial fisheries. Jet Propulsion Laboratory, 16.

増田善信 (1982) 数値予報. 東京堂出版, 159-162.

新田 尚 (1982) 天気と予測可能性. 東京堂出版, 8-39.

ROSMOND, T.E., A.I. WEINSTEIN and S.A. PIACSEC (1983) Coupled Ocean-atmospheric modeling for 3-15 day numerical prediction: A workshop report. U.S. Naval Environmental Prediction Research Facility, 1.1-2.42.

RUTTENBERG, S. (1981) Needs, opportunities and strategies a long-term oceanic sciences satellite program; NASA/NOSS Science Working Group, 1-71.

四之宮 博 (1983a) 米国における衛星研究の水産への利用状況. 航水研ノート, 空と海, 6, 97-112.

四之宮 博 (1983b) 衛星情報利用による漁場選定. 水産工学研究推進全国会議資料, 31-32.

四之宮 博・岩田静夫・岸 道郎・平野敏行 (1983) NOAA6/AVHRR による相模湾漁海況の解析 II. 昭和58年度日本水産学会秋季大会講演予稿集, 154.



杉森康宏 (1982) 海洋のリモートセンシング. 共立出版, 249-254.  
 岡田鋭一・為石日出生 (1983) 衛星情報システム試験

により得られた知見. 航水研ノート, 空と海, 6, 13-30.  
 田中昌一 (1978) 水産資源論. 東京大学出版会, 93-95.

(4) 道東海域におけるマイワシ漁場の特徴

長澤和也 (北海道立釧路水産試験場)

1. はじめに

道東海域は日本でも有数な大中型まき網漁場のひとつである。この海域におけるまき網漁業は1959年にマサバを漁獲することから始まり、1974年には28.1万トンのマサバを漁獲した。その後、対象魚種がマイワシに代わり、漁獲量はほぼ毎年増加して、1983年には100万トンをこす漁獲があった。この漁獲が24ヶ統のまき網船団によるもので、漁期も7～10月のわずか4ヶ月であることを考えると、この海域での大中型まき網による生産力(1日約1万トン)がいかに大きいかわかりやすい。

北海道立釧路水産試験場では、1975年以来、マイワシの漁業生物学的研究を実施してきた。そして、その知見をもとに1982年と1983年の両年にわたり、道東海域におけるマイワシの短期漁況予測開発試験を漁業情報サービスセンターと協力して実施した。しかし、漁況予測の実際に当っては、現場研究者の経験によるところが大きく、必ずしも整理された知見に基づいて漁況予測がな

れたとはいえない難い実情にあった。そこで本報では、より精度の高い短期漁況予測を行なうために、道東海域におけるマイワシ漁況の規則性を明らかにし、海洋構造との関係を検討した。

2. 漁況の旬別変化

1976～1983年までの道東海域における大中型まき網によるマイワシ漁況(漁場位置・漁場面積・一投網当り漁獲量)を短期漁況予測の時間単位である旬毎に整理した(長澤, 1984)。

(1) 漁場位置

道東海域を 図1 に示すように沖合域(41°40'～42°30'N, 144°～147°E)、南西沿岸域(41°40'N以北, 143°15'～144°E) および北東沿岸域(42°30'～43°23'N, 144°～147°E) の3区域に分け、北海道立釧路水産試験場で毎年作成している漁場図(昭和51～58年度事業報告書)を用いて、各区域における漁場位置を整理した。その結果、年による変動はあるものの、漁場位置はほぼ毎年一

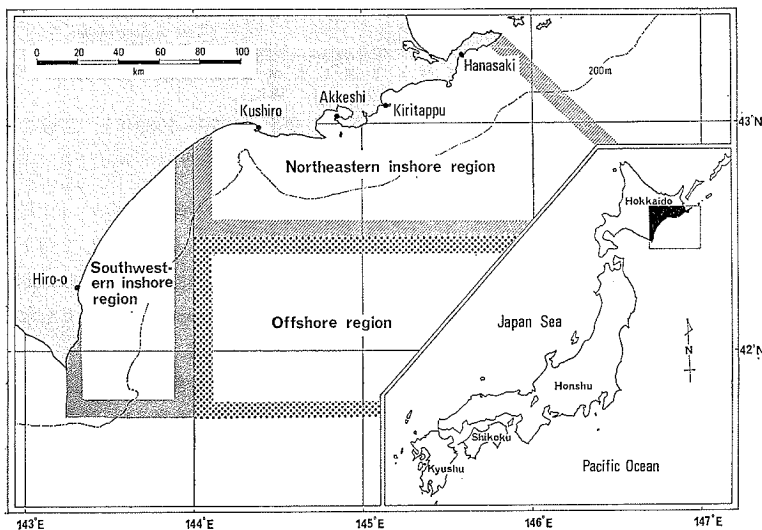


図1 道東海域の区分。沖合域、北東沿岸域、南西沿岸域を示す。

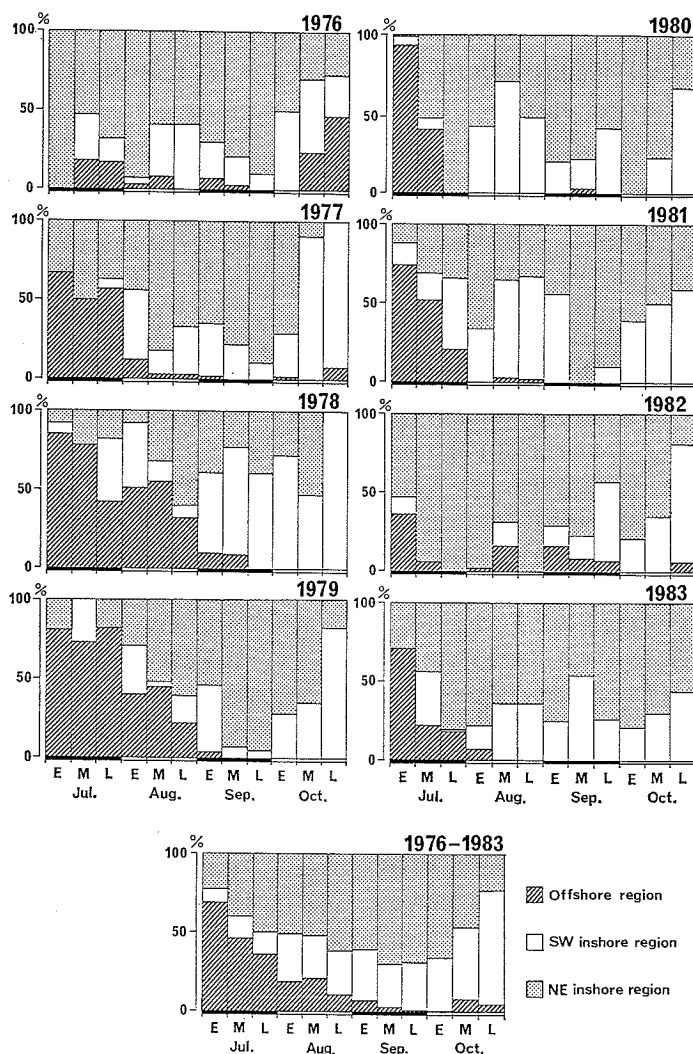


図 2 道東海域におけるマイワシ漁場位置の旬別変化 (1976~1983年)。海域の区分は図 1 に基づく。最下図は 8 年間を平均したものである。

定のパターンにしたがって移動することが明らかになった (図2)。すなわち、7月上旬には沖合域に漁場が形成され、この漁場の比率は旬を追って減少した。しかし、これを補うように7月中・下旬より北東沿岸域に漁場が多く形成され、この傾向は9月下旬まで続いた。10月上旬からは漁場は西に移動して、漁期末には南西沿岸域に集中した。

道東海域の大中型まき網船は広範囲な魚群探索に基づいて操業を行なっているので、上記の漁場位置の変化は道東海域におけるマイワシの分布・移動を反映したものと考えられる。マイワシは漁期初めに沖合域に分布し、

北上・接岸して沿岸域にはいった後、漁期末近くなると沿岸域を反時計回りに移動して南下すると判断される。これと同様な指摘は村上・小林 (1980) および INAGAKE and HIRANO (1984) によってもなされた。

## (2) 漁場面積

北海道立釧路水産試験場では緯度・経度5分ます目に区切って漁場図 (昭和 51~58 年度事業報告書) を作成している。旬毎に操業が行なわれたます目数をかぞえることによって漁場面積を求めると、漁期初めには漁場面積は広がったが、徐々に減少し、漁期後半には狭いまま経過した。これを漁場位置との関連でみると、漁場面

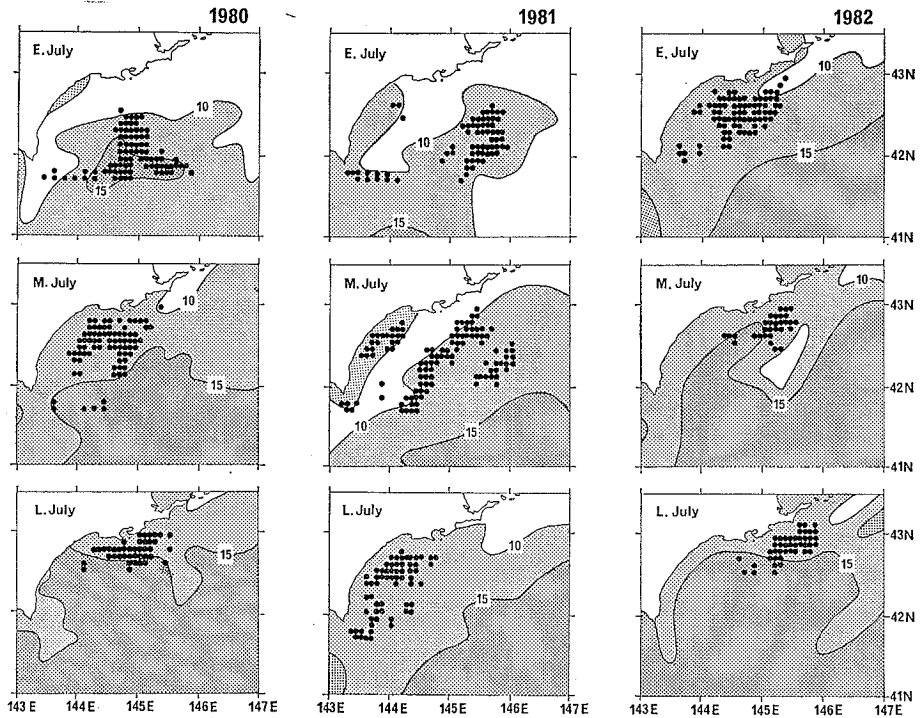


図3 道東海域におけるマイワシ漁場の位置と表面水温の分布 (1980~1982年7月)

積が減少した時期は漁場が沖合域から沿岸域に移行した時期と一致した。また、漁期後半の漁場面積が狭かった時期は沿岸域に漁場が集中した時期であった。

(3) 一投網当り漁獲量 (CPUE)

大中型まき網船の操業日誌をもとに得たまき網一投網当り漁獲量 (CPUE) は、多くの年で漁期前半に低く、漁期後半に高まった。とくに CPUE が各年の平均値を最初に上回った時期は、漁場が沖合域から沿岸域にほぼ移行し終えた時期 (たとえば1977年8月上旬, 78・79年9月上旬, 80年7月下旬, 82年7月中旬, 図2) と一致し、マイワシの接岸とともに魚群密度は高まった。しかも、この時期は漁場面積が急激に減少した時期であった。

以上のことから、道東海域のマイワシは、漁期初めには低い魚群密度で沖合域を広く分布しながら北上し、接岸すると魚群密度を高めながら狭い海域に集中して、漁期末に沿岸域を南下することが判明した。こうしたマイワシの移動に伴う分布の広がりや魚群密度の相違は、ひとつにはマイワシの集合様式 (集群性) の季節的な変化と関連しているであろう。しかし、道東海域は親潮の卓越する寒冷な海域であり、水温等の環境条件が暖海性魚

類であるマイワシの分布に与える影響は大きいと考えられる。そこで、以下にマイワシ漁場と海洋構造との関係を検討した。

3. マイワシ漁場と海洋構造との関係

道東海域における海洋学的な特徴として、親潮系冷水の卓越、黒潮系暖水の北上および大陸棚上の沿岸水の3つをあげることができる。これらとマイワシ漁場とは、漁期初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よく対応していた。

まず、沖合北上期の例として、図3に1980~1982年7月のマイワシ漁場と表面水温の分布を旬別に示した。この時期は東北海区からの暖水の張り出しが顕著で、親潮の表層を広くおおう時期である。マイワシ漁場は10°~15°Cの暖水内に形成され、その北上に伴って移動し接岸した。特に10°C等温線の接岸が早かった1982年には漁場も漁期当初より沿岸域に形成され、暖水の張り出しの強弱がこの時期の漁場の移動を、直接支配していると考えられる。

一方、接岸後のマイワシ漁場は水塊からみれば大陸棚上の沿岸水に対応し、特に親潮との潮境に多くの漁場が形成された (図4)。この沿岸水は夏秋季には対馬暖流か

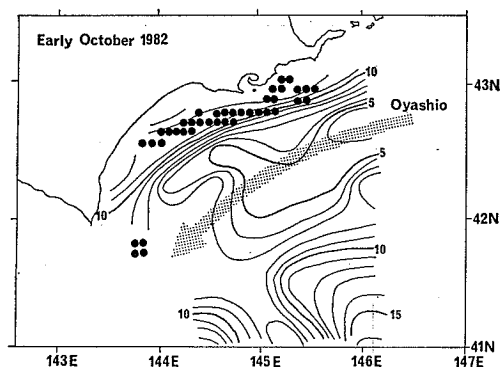


図 4 道東海域におけるマイワシ漁場の位置と50m層の水温分布(1982年10月上旬)

ら派生した宗谷暖流が北海道オホーツク海沿岸部を流れた後、根室海峡やクナシリ水道を経て太平洋に流出し、親潮の岸寄りを行ってきたもので(北海道立水産試験場, 1979; 小笠原, 1982), 藤井・阿部(1980)が宗谷暖流変質水と呼んでいるものである。その植物プランクトン量は極めて多く(津幡, 1950; 今, 1953), 親潮よりも高温・高かんであるため、道東海域へは沖合域から来遊しても本来的には沿岸性であるマイワシに、極めて恵まれた生活の場を提供していると考えられる。換言すれば、この沿岸水によって道東海域で漁期末まで持続する沿岸域の漁場が保証されたといえよう。マイワシのこの水塊対応は、道東海域に来遊する暖水性魚類でも、沿岸水に入らず黒潮系暖水(暖水塊)の縁辺を主な生活の場とするマサバとは、好対照をなしている。

なお、道東海域におけるマイワシの分布と海洋構造の関係について筆者(長澤, 1984)以外に最近、WADA *et al.* (1983), INAGAKE and HIRANO (1983, 1984) および HARA (1984) が報告しているので参照されたい。

#### 4. 今後の課題

道東海域におけるマイワシの短期漁況予測を行なう場合、最も必要なことは漁場位置を適確に予測することである。この場合、漁場は海洋構造と密接な関係があるため、これからは人工衛星からの海面情報を有効に利用することが大きな課題であると思われる。実際、1982年に漁業情報サービスセンターが道東海域の人工衛星情報(第1~10号)を試験的に発行して大きな成果を得た。今後は情報処理・伝達の迅速化システムを確立して、リア

ルタイムに近い予測をすることが必要であろう。また、これまでに蓄積された資料から、マイワシ漁場と海洋構造との関係を一層明らかにするとともに、食性・肥満度等の生物学的側面からマイワシの移動に関する知見を深めていくことが必要であると思われる。

#### 文 献

- 藤井 浄・阿部深雪(1980) 根室湾に出現する外洋水の季節毎の特性と沿岸定置水温の関係。昭和54年度根室湾海域総合開発事業調査報告書, 6-16, 北海道区水産研究所。
- HARA, I. (1984) Distribution and school size of Japanese sardine in the waters off the south-eastern coast of Hokkaido on the basis of echo sounder surveys. Bull. Tokai Reg. Res. Lab., (113), 67-78.
- 北海道立釧路水産試験場(1976-1984) 沿岸重要資源調査。昭和51-58年度事業報告書。
- 北海道立水産試験場(1979) 北海道近海の海況。北水試月報, 36(12), 281-286.
- INAGAKE, D. and T. HIRANO (1983) Vertical distribution of the Japanese sardine in relation to temperature and thermocline at the purse seine fishing grounds east of Japan. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 49(10), 1533-1539.
- INAGAKE, D. and T. HIRANO (1984) Horizontal distribution of the Japanese sardine in relation to oceanic front at the purse seine fishing grounds southeast of Hokkaido. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 50(4), 577-589.
- 今 久則(1953) 東北海区の植物性プランクトンの分布。日本海洋学会誌, 9(2), 1-6.
- 村上幸一・小林 喬(1980) 北海道東岸のマイワシ資源と漁業。水産海洋研究会報, 37, 24-26.
- 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, 第1報 漁況の旬別変化。北水試月報, 41(8), 337-349.
- 小笠原惇六(1982) 道東沿岸域における海況。1981年度農林水産技術会議別枠研究。溯河性さけ・ますの大量培養技術の開発に関する総合研究, 「河川型研究グループ」レポート, 5-16, 北海道区水産研究所。
- 津幡文隆(1950) 北海道南東海区の珪藻類の分布と海況について。日本海洋学会誌, 6(2), 1-5.
- WADA, T., M. MURATA, K. FUJII and M. OSAKO (1983) Stock assessment of Japanese sardine, *Sardinops melanosticta* (TEMMINCK et SCHLEGEL), in coastal region off east of Hokkaido with echo sounder-I. Distribution of relative density of Japanese sardine. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab., (48), 79-92.

## (5) 短期漁況変動の量的予測について

俵 悟 (水産大学校)

## 1. はじめに

漁況予測の目的は、効率的な操業と、水産資源の合理的な利用にある。このためには、従来のような漁況予測だけでなく、短期的な漁況予測を行うことは重要である。しかしながら、わが国における短期的な漁況予測については、漁業情報センター(1983)による三陸沖での漁海況速報、中村ら(1979)による駿河湾における漁海況の短期予報があるだけで、定性的な漁況予測の域を脱していない。短期漁況の量的予測としては岸(1981)のGMDH法によるもの、四之宮ら(1983)の主成分分析法によるものがあるだけで、今後の短期漁況の量的予測手法の開発が急務といえよう。

漁況予測の時間スケールとしては、数日程度を考える。したがって、環境条件と魚群の分布、移動など個体群レベルに関連した情報は少なくとも日単位のものを考える必要がある。

漁況の予測は、基本的には、漁況変動をもたらす気象、海況の予測がなされなければならない。現時点では、気象の数日、または1か月程度の予測はかなりの適中率で可能となっているが、海況については必ずしも予測ができるとはいえない。その上、生物側の情報として必要な、漁況予測の対象となる魚種の資源水準に関する諸情報は、ほとんど得られていない場合が多い。漁況の量的予測を行うためには、まず、対象魚種の漁況変動と環境要因に関する法則性を、それぞれの漁場、漁業において、求めることが必要であると考えられる。そのためには、漁況変動をもたらす環境要因を、どのように抽出し、数量化していくかが、量的予測の重要な鍵となる。本報では、人為的な影響が比較的小さい定置網による漁獲量の日変化と環境要因との関連を求め、漁獲の量的予測について述べる。

## 2. 西日本海域における漁況の短期変動と海況に関する研究例

三井田ら(1972)は、福岡県の筑前海域におけるアジ、サバのまき網による日別漁獲量には短期変動が顕著に表れることを見出した。この漁況変動と、対馬海流水と沿岸水との境界付近に位置する小呂島水温変化を対比すると、漁獲量の急上昇のあった時あるいは直前に水温の

ジャンプが認められている。一方、浮魚の魚群量は沖合水域の方が沿岸水域よりもかなり多いことが、魚群分布調査から明らかにされている。このような情報から、彼等は、沿岸水域の漁獲量の急上昇は沖合水域からの魚群の来入に左右されるが、それは魚群量密度の高い沖合水が多量に沿岸水域へ流入したことによって起こると想定した。

小川(1981)は山口県中部漁場における1968-'73年までのカタクチイワシの日別漁獲統計に基づいて、魚群の漁場への補給間隔をDELURYの方法によって調べ、統計的に整理した。その結果、カタクチイワシ魚群の漁場への補給の時間間隔は、モードで3日、平均で4日であることを見出した。一方、山口県沖浮魚漁場のほぼ中心に当たる萩 NNW 15 哩の海上で定期船に委託して得られた表面水温観測資料を調べ、水温の前日差の絶対値

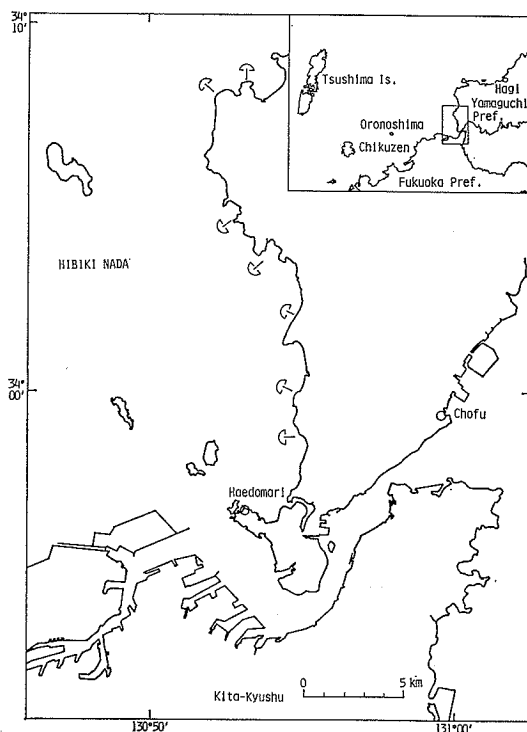


図1 下関市響灘沿岸の定置網漁場

が0.5°C以上の変化量は統計的に急激な水温変化を示すものとみなした。この急激な水温変化はモードで3日、平均で5日という間隔で起きている。このような海況の短期変動は主として水平移流の効果、すなわち水塊の交替によるものと考えた。これらの資料から、彼は魚群の補給の時間間隔と同じ時間スケールでの海況の短期変動が認められ、かつその変動が水塊の交替にもなっている可能性があることを指摘した。

3. 定置網による漁獲の量的予測について

前述の二つの研究例にみられるように、西日本海域における沿岸水域の漁況は、沖合水の沿岸水域への流入によって大きく左右されることが考えられる。そこで、モデル海域として、下関市響灘沿岸を選定し(図1)、定置網による漁獲量は沖合水が沿岸水域へ流入したときに大きくなるという仮説を設定した。この場合、沖合水が沿岸水域へ流入したことを表す環境要因として何を選ぶかが問題となる。ここでは、次のような環境要因を選定した。1) 漁場付近における一日一回の水温記録から、前日差  $\Delta T$  をとり、この  $\Delta T$  が上昇する場合には沖合水

が沿岸水域へ流入したものとみなす。2) 西風、南風による沖合水の吹き寄せ。この変数としては下関における風の東西、南北成分の日平均値。3) 沖合水が、響灘に流入してくると、関門海峡の西口と東口との日平均水位に差が生ずるので、西口の南風泊と東口長府の25時間平均水位差。4) 西風を吹かせる要因として、前日差の気圧  $\Delta P$ 。5) 気温の前日差  $\Delta AT$ 。6) 大潮、小潮を表す変数として下関港における干満の潮位差。

漁獲の量的予測の対象魚種としては、この漁場における漁獲量の多いフグ類、スズキ、ヒラメ、アジ、コノシロ、タチウオをとりあげた。次に、予測を行う期間は、それぞれの魚種の盛漁期の1~2か月間をとった。盛漁期以外の漁獲量の変動を環境要因で説明することはできないからである。

次に各魚種の漁獲量は環境要因の変動との間にタイムラグが生ずるので、相互相関係数によって、タイムラグを求めると漁獲量は水温とは3~4日、風とは2~4日の遅れで変動する。漁獲量と環境要因とのタイムラグを考慮したものを説明変数とし、また、漁獲量の日変化を目

表 1 タチウオの漁獲量と環境要因との相関マトリックス

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$y$
$x_1$	1.000	-0.316	-0.118	0.751**	0.282	0.670**	0.111	0.210
$x_2$	-0.316	1.000	-0.157	-0.274	-0.031	-0.265	-0.086	0.135
$x_3$	-0.118	-0.157	1.000	0.151	0.104	0.256	0.195	0.504**
$x_4$	0.751**	-0.274	0.151	1.000	0.489**	0.682**	0.312	0.421*
$x_5$	0.282	-0.031	0.104	0.489**	1.000	0.108	0.183	0.247
$x_6$	0.670**	-0.265	0.256	0.682**	0.108	1.000	0.302	0.444*
$x_7$	0.111	-0.086	0.195	0.312	0.183	0.302	1.000	0.458**
$y$	0.210	0.135	0.504**	0.421*	0.247	0.444*	0.458**	1.000

$x_1$ : 西口(南風泊)と東口(長府)との25時間平均水位差,  $x_2$ : 気温の前日差,  $x_3$ : 下関港の干満の潮位差,  
 $x_4$ : 風の西成分の日平均値,  $x_5$ : 風の北成分の日平均値,  $x_6$ : 気圧の前日差,  $x_7$ : 水温の前日差,  
 $y$ : タチウオの漁獲量, \*: 5%で有意, \*\* 1%で有意

表 2 タチウオの予測式を求める計算過程

STEP	$a_0$	$x_1$ $a_1$	$x_2$ $a_2$	$x_3$ $a_3$	$x_4$ $a_4$	$x_5$ $a_5$	$x_6$ $a_6$	$x_7$ $a_7$	$R(MLT)$	$F(MLT)$	$F(PRT)$	$DF$
1	-367.308			3.247					0.504	7.831	7.831	1 23
2	-236.641			2.778				418.723	0.624	7.001	4.858	2 22
3	-247.798			2.616	35.583			331.108	0.673	5.789	2.445	3 21
4	-325.439		58.209	2.870	46.946			324.042	0.741	6.093	4.287	4 20
5	-276.647		60.344	2.714	32.373		15.196	308.801	0.752	4.934	0.685	5 19
6	-347.636	6.233	63.180	2.955	23.139		10.985	326.990	0.755	3.969	0.192	6 18
7	-336.512	6.076	62.572	2.926	19.738	6.745	12.432	324.147	0.755	3.223	0.031	7 17

変数名は表1と同じ  $a_0 \sim a_7$  は定数と回帰係数  
 $R(MLT)$ : 重相関係数,  $F(MLT)$ : 重相関係数のF値,  $F(PRT)$ : 偏相関係数のF値,  $DF$ : 自由度

表 3 対象魚種の予測式に用いられた説明変数

Species	Duration	No. of data	R	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
Common sea bass	4, Dec.-8, Jan.	35	0.695**	◎	○	◎		○	○	◎
Common sea bass	12, Apr.-8, May	26	0.746**	◎	○	◎	○	◎	○	○
Bastard halibut	4, May-1, Jun.	28	0.733*	◎	○	○	◎	◎	○	○
Gizzardshad	13, Apr.-8, May	25	0.725**		◎		○	◎	○	◎
Horse mackerel	22, Sep.-15, Oct.	23	0.706*			○	○	◎	◎	◎
Ribbon fish	5, Dec.-30, Dec.	25	0.755*	○	◎	◎	◎		○	◎
Puffer	28, Mar.-23, Apr.	26	0.825**		○	◎	◎	◎	○	◎
Puffer	28, May-23, Jun.	26	0.619*		◎	○	◎		◎	○

◎: 変数選択法で3位まで, または, 偏相関係数が5%の水準で有意な説明変数

○: 予測式に用いられた説明変数

変数名は表1と同じ

R: 重相関係数, \*: 5%で有意, \*\*: 1%で有意

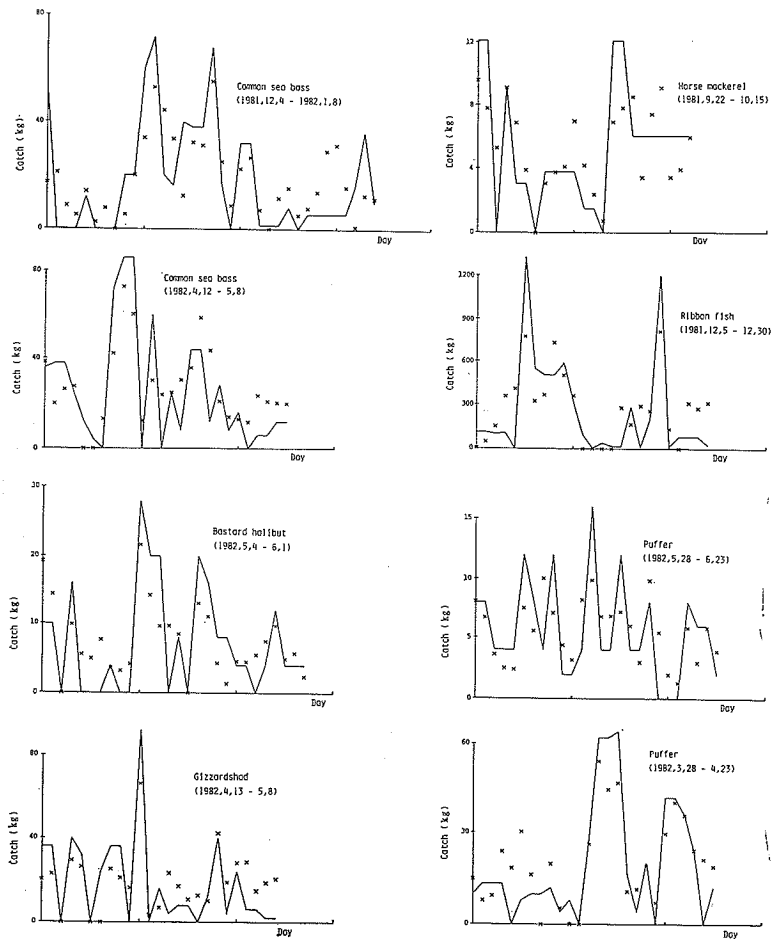


図 2 各対象魚種の実際の漁獲(実線)と予測(x)

的変数として、予測式を求める。ここでは、漁獲量とそれぞれの環境要因とは直線的な関係にあると仮定し、重回帰分析を行う。それぞれの対象魚種に対して、ここに加えた説明変数群は、すべて目的変数を説明し得るとは限らない。したがって、統計的にもっとも効率よく目的変数を説明できる変数だけを選択する、いわゆる変数選択法を用いて予測式を求めた。

タチウオの予測式を求める計算過程を例に変数選択法を説明する。

重回帰分析を行う場合には、説明変数は互いに独立でなければならない。目的変数を含めた変数の相関マトリックスをみると(表1)、気温の前日差( $x_2$ )、潮位差( $x_3$ )、水温の前日差( $x_7$ )は説明変数間では、独立しているといえる。しかし、他の説明変数は必ずしも独立しているとはいえない。変数選択法において、表2の4ステップまでに選択された4個の説明変数だけ用いれば、これらの変数は互いに独立しているといえるが、予測の精度を上げるためには6個用いた方がよい。したがって、ここでは6個の説明変数を用いた予測式を求めた。同じような方法でそれぞれの対象魚種の予測式に用いられた説明変数、重相関係数を表3に示した。この表に示されるように、これらの予測式は統計的には5%の水準で有意であった。予測式による漁獲量の推定値と実測値とをプロットして図2に示した。これらの図から、実測値と推定値とはよく一致しているといえよう。

この漁場では、はじめに仮説を立てたことが、かなりよく説明され、ここで設定した環境要因の実測値から、それぞれの対象魚種の漁獲の量的予測が可能であるといえる。

#### 4. あとがき

ここで紹介した短期漁況の量的予測の事例は、その後の観測によって、実証されていない。しかしながら、こ

れまで、漁況と環境要因の関係は、それぞれ単相関法による解析が多かったが、ここでは、環境要因が複合的に漁獲に影響するものとして、漁獲の量的予測を試みた。筆者は、この予測手法によって、この漁場においては、沖合水が多量に沿岸へ流入したときに、漁獲が多いという仮説がある程度、立証し得たと思っている。

現時点では、まず、それぞれの漁場、漁業において、対象魚種の漁獲量の変動と環境要因との関係を見出していくことが重要であると思われる。今後は、福岡、山口県の定置漁場において、水温の連続観測を実施し、気象要因を収集して、ここで実施した漁獲の量的予測を実証するとともに、短期漁況予測の手法を確立して行きたい。

終りに、有益な御助言をいただいた東京大学海洋研究所平野敏行教授に厚く御礼申し上げる。

#### 文 献

- 岸 道郎(1981) 定置網漁獲量の GMDH による定量的予測、定置水温から米神漁場のマアジ漁獲量を予測する。水産海洋研究会報, 38, 1-5.
- 三井田恒博・大内康敬・古田久典(1972) 生物資源の輸送機構としての対馬暖流域の動態に関する研究(I)。福岡県水産試験場研究報告, 36-39.
- 中村保昭・松原壮六郎・小長谷輝夫(1979) 漁海況予報の現状と問題点、短期漁海況予報への取組みの一例。水産海洋研究会報, 35, 76-83.
- 小川嘉彦(1981) 日本海南北沿岸水域の海況特性とその漁業生物学的意義。山口県外海水産試験場研究報告, 18, 1-96.
- 四之宮 博・岩田 静夫・平野 敏行(1983) NOAA/AVHRR による相模湾漁海況の解析。昭和58年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 167.
- 漁業情報サービスセンター(1983) 昭和57年度漁業情報利用システム開発事報。人工衛星情報年報, 第1号~第10号。

### (6) 佐賀県有明海のノリ養殖における漁海況情報の利用

馬場裕文・山下康夫 (佐賀県有明水産試験場)

#### 1. はじめに

佐賀県有明海のノリ養殖は、漁場における生産性を最大限に利用すると共に、漁業者間の技術格差を是正し、例年発生する病被害を最少限に食い止めるため、共通の生産手段を用い、生産時期や網管理を統一して行なう集

団管理方式がとられている。この方式を推進するためには、漁期前において精密なノリ養殖管理の作業スケジュールを策定する必要がある。現在、本県では、各種調査によって得られた気象、海況情報を基礎として、その養殖年度における採苗適期や各種病害の発生の有無や時期



等を予測し、その結果、ノリ養殖管理の作業スケジュールが作成され、これに従って養殖が進められている。しかし、有明海は、ノリ網の露出時間の調整のもととなる潮位が不安定なことや気象、海象の予測の困難なことが、計画的な管理、遂行に大きな障害となっている。

本報告では、佐賀県有明海における漁海況情報を用いた予測の実例やその利用実態等について検討を加えた。

## 2. 方法および資料

現在、当水試で用いている海況情報としては、本県海域内 11 定年で昭和 47 年以来継続実施されている浅海定線調査資料および昭和 50 年から 32 定年で実施されているノリ漁場観測資料等がある。また、有明海湾奥部海域における複雑な海況変動をリアルタイムベースで把握するため、ノリ養殖場内に 3 基のタワー式プロボット(筑後川タワー：昭和46年から；六角川タワー：昭和 48 年から；浜川タワー：昭和50年から)が設置されており、1 時間単位で得られた多量の観測資料がある(図 1)。

これらの長期間にわたる蓄積資料は、ある程度整理され、海況の変動パターンとノリの養殖状況との関係についての類型化が進められている。これらの類型化された資料と当該年を対比し、その変動傾向から次期ノリ漁期の海況、ノリ養殖状況等の予測をおこなった。

## 3. 結果

本県における漁海況情報は、ノリ養殖のあらゆる方面にわたって利用されている(図 2)。すなわち、海況観測データを基に変動予測を立て、ノリ養殖管理作業スケジュール立案のための資料に始まり、漁期中の速報としての情報提供、さらに未解明な病害等の検討資料に至るまで各種の利用がなされている。

ノリ養殖は、採苗に始まり、育苗、冷凍網入庫、生産、更に冷凍網出庫などという一連の養殖段階を持っており、その間における気象、海況の変化や病害の発生状況等によって、生産量および生産時期がかなり異なっている。そこで、本県のノリ養殖環境の中でも、特にノリの品質を決定する海水中窒素濃度の変動予測や水温、塩分および気象条件と病害発生等との関係についての予測結果を以下に整理した。

### (1) 海水中窒素濃度の変動パターンとノリの色落ち

佐賀県有明海域における類型化された過去の窒素濃度の変動パターンは、いわゆる夏期と秋期に窒素濃度の山が出来る 2 峰型と秋期のみに山の出来る 1 峰型とに大別される。一般に、2 峰型の年は、ノリの色落ちが比較的遅く、1 峰型の年では比較的早くみられる。4 月から 8 月までの佐賀地方気象台資料による降水量と色落ち開始

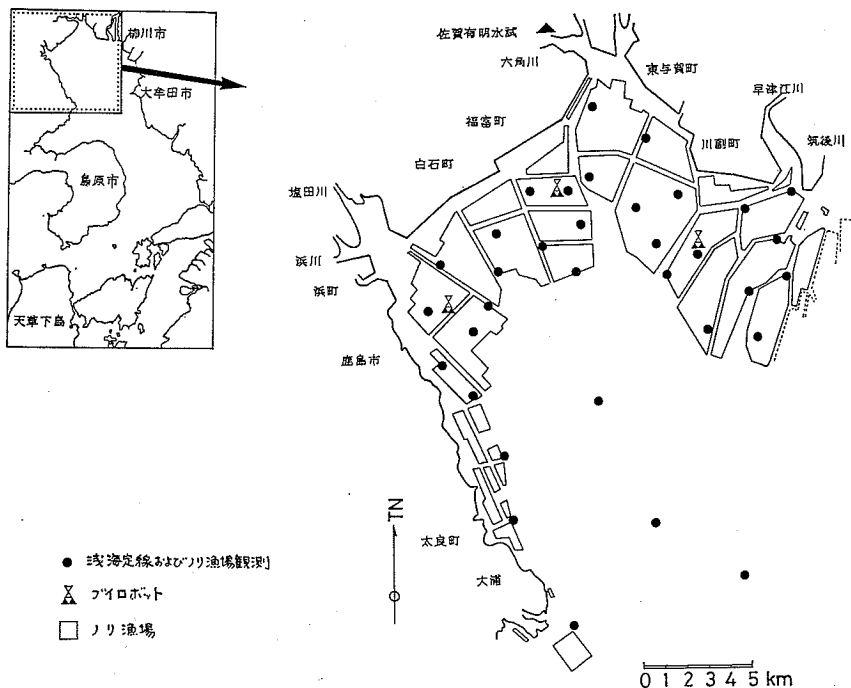


図1 調査地点図

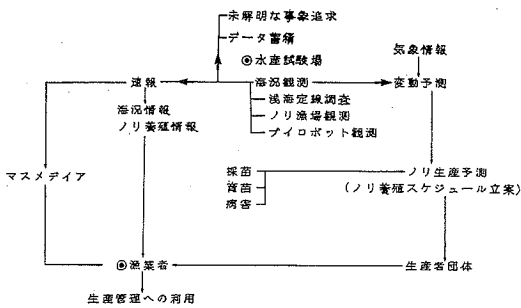


図2 漁海況情報の利用実態

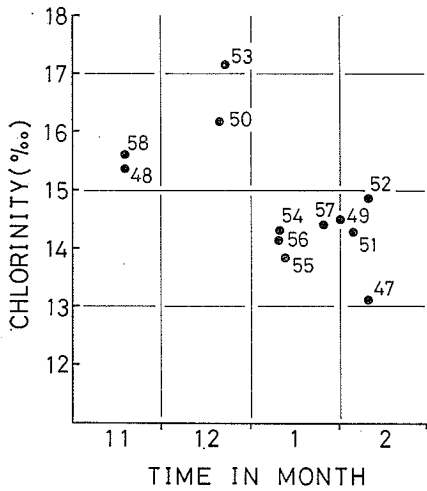


図3 色落ち開始時期と4～8月の平均塩素量(浅海定線調査)との関係

時期の遅速との間には相関がみられ、4～8月の平均塩素量が15%以上の年で早く色落ちがみられている(図3)。春先から夏期にかけて塩素量の高い年では1峰型が予想され、逆に低い年では2峰型が予想される。特に、12月中における海水中窒素濃度の動向は、冷凍網生産に大きな影響を与えるため、1峰型を示すような年度では早期の色落ちが予想され、一方、2峰型を示すような年度の色落ち是比较的遅いことが予想され、秋芽網から冷凍網への切替え時期の決定や生産見通しの一助となっている。

(2) 水温、塩分および気象条件と病被害

本県においてノリに産業的被害をもたらす病害は、伝染性の壺状菌病、赤くされ病をはじめ、気象・海況の急変等によって生じる芽いたみ症等がある。また、原因不明ではあるが、近年著しいノリの品質低下をもたらすミノリ現象がみられている。

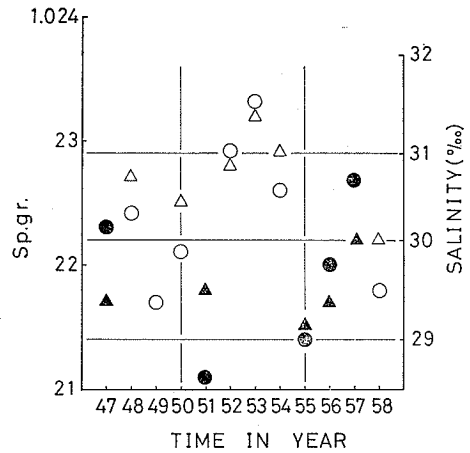


図4 壺状菌病被害発生年と10月下旬(三角印), 11月上旬(丸印)の旬平均塩分(筑後川パイロボット)との関係。白抜きは被害軽微の年, 黒は被害大の年

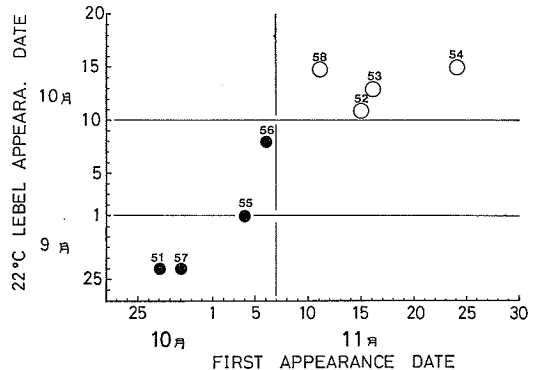


図5 壺状菌病被害発生年とその第一発見日および水温22°C台出現日(筑後川パイロボット)との関係。●: 被害大の年, ○: 被害軽微の年

1. 壺状菌病

現在までのところ具体的な防除方法がないため、その発生時期の遅速が大きく作柄を左右する。この病害の発生時期は水温と関係があるようで、早冷年では比較早くみられ、また、低塩分環境下で蔓延も早い。

本病の流行年度と夏期(6～8月)における降水量を対比すると、降水量が800mm以上と多い年で流行しやすく、また、10月の平均気温が低いほど流行しやすい傾向がある。本病は、通常、冷凍網入庫時の10月下旬から11月上旬にかけて発生がみられているので、この時期のパイロボットによる旬平均塩素量と本病との被害の有無をみると、一般に塩素量が低い年において被害が大となる

傾向がみられた(図4)。さらに、筑後川地先のブイロボットによる水温 22°C 台出現時期と本病の発見日および被害年との関係を見ると、早く水温が 22°C 台に低下する年ほど早くみつき、被害も大となっている(図 5)。以上のことから、早冷年で、かつ育苗期における低塩分年では本病の発生が早く、流行もしやすいことが予想され、要注意年であることが裏づけられた。

## 2. 赤くされ病

本病は、ほぼ毎年、生産時期の11月上旬頃にみられるが、干出に弱いため「高吊り」という共同管理操作による防除がある程度可能となっている。また、発生時期が水温の下降期と重なると、蔓延速度が低下するなど、寒波の襲来時期の遅速によって、その被害程度も左右されることが多い。しかし、赤くされ病の発生後、漁場水温が高めに経過したり、水温の下降期が遅れたりした場合、本病は拡大、蔓延する傾向がみられ、更に、この間、降雨等が重なって低塩分環境となると、その感染速度は一段と早まる。このような状況下で、ブイロボットによるリアルタイムベースでの水温、塩分をモニタリングすることにより、その変動傾向から本病が拡大または収束しつつあるのかを予測している。

## 3. 芽いたみ症

10月上旬の採苗時期は、秋雨前線通過に伴う降雨等により漁場の水温、塩分の変化が著しく、特に塩分の低下については、カキ殻糸状体からの殻胞子の放出が抑制されたり、異型芽を生じたり各種の障害をノリ芽に与える場合が多い。このような症状は海況変動の著しい時に発症しやすく、一旦発症すると簡単に治ゆしくなく、生産時期や冷凍網入庫のおくれ、品質の低下などの影響がみられる。このような海況の急変は、ブイロボットによって随時把握されるため、芽いたみ症の発症時期が早期に予測されると共に、低塩分の持続期間やその回復傾向も把握されている。

## 4. スミノリ

スミノリは、本県において昭和51, 55, 56, 57年度の冷凍網期にみられ、一般に12月下旬から1月上旬の1回目または2回目摘採のノリに発症している。その原因については、漁場環境や養殖管理等の変化によるノリの脆弱化に伴う生理障害とも言われているが、現在までのところ明らかではない。本県以外でもスミノリの発症がみられており、発生の状況は各県まちまちである。

本県では東部地区を中心に見られることが多いため、筑後川地先のブイロボット観測資料を整理した結果をもとに水温、塩分の平年偏差を求めると、育苗期と冷凍網出庫時期の水温、塩分が平年値にくらべ低めに経過した年にスミノリは多くみられているようである。また、本病の発生年と前述の壺状菌の被害発生年は、ここ数年においてほぼ一致しており、何らかの関係があるものと推察された。

## 文 献

- 佐賀県養殖試験場(1973) 佐賀養殖試験場報告 第5号。  
中尾義房・山下康夫・小野原隆幸(1980) ノリ壺状菌の生理、生態に関する研究—I。佐賀県有明水産試験場報告 第7号。  
中尾義房・島崎大昭・小野原 隆幸・川村 嘉応(1980) ノリ壺状菌の生理、生態に関する研究—II。佐賀県有明水産試験場報告 第7号。  
水産庁研究部研究課・西海区水産研究所・福岡県有明水産試験場・佐賀県有明水産試験場(1979) 沿岸環境変動予察方法についての研究報告書。  
井上尚文(1980) 有明海の物理環境。海洋科学, 124。  
佐賀県(1983) 佐賀県有明ノリ研究会報告。  
木下和生(1981) 有明海における“スミノリ”の発生について、海苔研究 7。  
佐賀県有明水産試験場(1983) 昭和56, 57年度組織的調査研究活動推進事業報告書。  
日本水産学会編(1973) ノリの病気。  
佐賀県有明水産試験場(1984) ブイロボットの運用技術。マリーナランニング計画昭和58年度委託事業報告書。