

水産資源管理談話会報

第 5 号

日本鯨類研究所 資源管理研究所

1992年2月

目 次

お知らせ	2
田中栄次（東水大）	3
漁業管理モデルの開発の現状と問題点		
檜山節久（山口内海水試）	19
周防灘における漁業管理モデル（K A F Sモデル） の開発とその利用		
船越茂雄（愛知水試）	31
伊勢湾のイカナゴの資源管理		

財団法人 日本鯨類研究所
資源管理研究所

〒104 東京都中央区豊海町4-18 東京水産ビル

TEL 03-3536-6521

FAX 03-3536-6522

お知らせ

『水産資源管理談話会報 第5号』をお届けします。本号の内容は、昨年10月21日に日本水産資源保護協会・研修室で行われた田中栄次（東水大）、檜山節久（山口内海水試）両氏および当日の座長もお願いした船越茂雄氏（愛知水試）の3報告です。漁業管理モデルの開発がそれぞれ特徴をもって追及されており、今後どのように発展していくのか興味をそそられます。

次回の談話会は、3月16日（月）午後 2時から日鯨研・会議室で開きます。話題は、(1)沿岸漁村で近年動きが活発になっている「資源管理型漁業」の現状や問題点についての総論、および(2)ホッキガイ漁業管理のための配船計画システム、の2題です。後者は中村義治氏（福島水試）、前者は長谷川彰が行います。

田中昌一氏が東水大学長になられたため、日鯨研・資源管理研究所の仕事を私、長谷川が代わって担当することになりました。1月28日に幹事会を開き協議した結果、当談話会の活動は、当面、これまでどおりの組織体制と運営方針で進めることになりましたので、よろしく願います。

（長谷川彰）

1991年10月21日

漁業管理モデルの開発の現状と問題点

東京水産大学

田中栄次

はじめに

資源管理には、合意形成による民主的組織による資源の管理（日本的）と、市場競争の原理による資源の管理（欧米的）が考えられる。いわゆる「マル管」事業や「資培管」事業では、管理には自立した漁民意識が不可欠であると考え、展開してきた。管理主体（漁業管理を行う主体）は漁民自身である。

この場合どのような管理手段を選択・実行してゆくかを、管理主体だけで判断することは一般には難しい。マル管に代表される漁業管理モデルは、これを支援するために作られた。従来漁業管理・資源管理が理論の域をあまり出ず、技術へと脱皮できなかった原因の1つは、複雑な計算が必要であったためである。

以前の管理効果の計算方法では、抽象的な漁獲係数や漁獲開始年齢が操作因子であった。しかし現実の操作因子は漁業種類別で、網目や漁期規制等多様であり、これに対応した計算方法ではなく、また経済効果の計算も肌細かいものではなかった。コンピュータもあまり普及していなかったので、階層間の利害関係に立ち入った複雑な計算などは行えない状況だった。

「マル管」事業では、この計算に対処するためのコンピュータによるシミュレーション・システムの開発が進められた。合意形成の材料を与えるために、規制後の漁撈体類型別の所得まで計算するように設計されている。漁撈技術開発、種苗放流、人工魚礁の効果計算はこれらのソフトウェアには含まれないが、ある程度の計算はできよう。また、変動の大きい資源を対象とする場合には、それが小さい漁業を保証として操業するように計画するといった、営漁計画のような問題にもある程度対応可能である。使い方を工夫すれば、一応かなり種類の効果計算ができる状況にある。

1、マル管モデルの位置づけ

1)、管理目的

資源管理のタイプにはその目的から、漁場管理型、価格維持型、加入資源管理型、栽培資源管理型（増殖資源管理型）、再生産管理型の5つがある。¹⁾これらは自然発生的にできたタイプとして意義がある。本来資源管理は資源生物の生産力を効率よく利用するために行うものであるから、資源生物の種類ごとに管理組織を作るは当然といえる。しかし漁場管理型のように、目的によっては組織は必ずしも資源ごとでなくてもよい。

資源管理には、参加漁民全員によって構成される組織による漁場独占が不可欠であるが、その目的によって必要な漁場独占の範囲が異なる。また資源独占となると、その系群の分布域の広さによって、独占すべき漁場の範囲も違う。したがって対応する組織の規模も変わる。

たとえば来遊資源の有効利用を考えてみよう。来遊資源には、貝類のように若齢で漁場に参加しその後死亡するまでその漁場に生息する定着性資源と、魚類のように成長段階によって生息場所を変える回遊性資源の2種類ある。後者では漁場独占のもとでもその範囲が狭ければ実行できる目的は、漁場管理か価格維持に限られよう。しかし、前者では成長して商品価値の高い大型になるまで待つて漁獲するという加入資源管理も目的となりうる。さらに定着性資源では狭い漁場でも独占されていれば、栽培資源管理まで目標となりうる。これに対し魚類を対象にこの程度を管理目標とするならば、少なくとも県単位以上の広域漁場の独占が不可欠である。いずれの資源でもさらに再生産管理となれば、系群単位の組織（資源によっては全国規模）が必要となる。定着性資源と回遊性資源に分け、目的別の組織規模をモデル的にまとめると表1.1のようになる。

表1.1 管理目的とそのための管理組織の最小規模

管理目的	定着性資源	回遊性資源
漁場管理	単 協	業種別
価格維持	〃	〃
加入資源管理	〃	県 別
栽培資源管理	〃	〃
再生産資源管理	系群規模	系群規模

この比較からわかるように魚類資源では、総じて漁場管理型、価格維持型、加入資源管理型、栽培資源管理型、再生産管理型の順に、独占すべき漁場の範囲が広がる。それと同時に、管理組織の規模も大きくなるから、組織のあり方や管理方式も変わる。

このように、一口に漁業管理によって漁家経営を改善するといっても、漁場独占の程度によって、管理目的やそれを実現する手段・方策はかなり異なってくる。したがって漁場独占の程度によってさまざまな漁業管理モデルがありうる。「マル管」事業では、底魚資源を対象に加入資源管理型（汎用、福島県異体類・ホッキガイ、筑前海マダイ）や再生産管理型（北海道ケガニ、周防灘異体類、新潟異体類）を主目的とし、この計算に対処するためのコンピュータによるシミュレーション・システムの開発が進められた。この他、漁場管理型を目的とした遠州灘シラスの管理システムの開発も進められた。

2)、管理組織の規模

Gordon²⁾は漁業管理の目的をMEYとし、乱獲の経済的原因は競争原理による浪費であり、管理実現のためには、1、個人所有、2、集団所有、3、公的所有、4、租税制度の4つが政策が有効だろうとした。表1.2に示すように、現行法は制度的にはGordon²⁾の提案の組織と対応しているように見える。

表1.2 Gordon²⁾提案の管理政策と現行漁業法との対応

管理政策	現行漁業法
個人所有	？
集団所有	共同漁業権漁場
公的所有	知事・大臣許可漁業
租税制度	(栽培漁業)

共同漁業権漁場では磯根資源を中心に多数の管理組織が存在するが、この漁場より沖合の知事・大臣許可漁業の漁場では、実際には管理組織がないか、または脆弱であって実質的には中身がないことが多い。マル管では、知事許可漁業もしくはそれ以下の海域の管理を考えた。

この広域の海域の管理を考える場合の問題は、どこまで管理組織の足並みがそろつかである。それによって、漁業管理モデルも変わりうる。先の5つの管理目的のうち、漁場管理型は操業の共同化が必要であり、広域海域での実施は困難と考えられた。福島県ホッキガイと遠州灘シラスの管理モデルを除き、操業については自由操業を前提にしている。

3)、マル管モデルの役割

新たに資源管理を実行する上での最大の問題点は、漁業者間の合意形成の難しさである。漁業調整等に、資源管理を持ち込むことができなかった原因の8割が、この合意ができなかったことによると、言われるほどである。

合意形成を困難にさせている原因の多くは、漁業者間の利害の不一致・不平等である。利害が一致しない例は数多くあるが、1つの資源を2つの漁業が取り合う場合がこの典型的な例であろう。これを検討するための材料をシミュレーションによって得たいのであり、それには多様な漁撈体類型ごとに、種々の管理案の効果が見積られればよい。合意形成を与えるための1つの材料を与えることが、シミュレーションの役割である。

2、汎用漁業管理作業モデル

水産庁の委託事業として「沿岸域漁業管理適正化方式開発調査」が行われ、この中で、7つのシミュレーション・システムの開発された。筆者は、このうち「汎用漁業管理作業モデル」の開発者の1人として参加したので、この内容について紹介する。

1)、漁撈体の類型化

合意形成の材料を与えるという目的のためには、漁撈体ごとに計算されるのが望ましいが、それでは計算量も莫大になるし、もとより精度よく効果を見積もること自体が難しい。そこで漁撈体を類型化して対応することを考える。

漁法が異なれば、漁獲対象となる魚種、サイズも異なる。資源の分布は季節的に変化するので、同一の漁法でも、漁撈体の操業パターン（操業期間、漁場）が異なれば、それぞれの漁撈体が資源に与える影響も異なってくる。この意味で、資源管理の手段の効果は漁撈体によってさまざまであるが、漁法や操業パターンが類似していれば、その効果も類似したものであろう。

しかし、漁撈体を単純に操業パターンの相違によって類型化する方法はあまり有益ではない。何等かの資源管理を実施した場合、漁場豊度が変化し、それとともに各漁場の収支関係も変わるのので、操業パターンも変化するからである。操業パターンよりも、それを規定する要素によって、類型化する方法が有効と考えられる。その要素は、漁場の経済価値と費用であり、それらの相対的な関係が判断基準となって、出漁するか否か、またどこで操業するかが決定されると考えられる。

漁場利用パターンを加味して、漁撈体を類型化する要素として、漁法、目的とする魚種、漁獲性能、馬力、所属漁港、経営が考えられる。経営と関連した要素として、1つの漁撈体が複数の漁法を行っていることがあるので、主漁法への依存度も重要である。この他の経営と関連した要素を含めて、類型化のための要素を列挙すると、

- (1) 主漁法
- (2) 主漁法への依存度
- (3) 所属漁港
- (4) 漁船馬力
- (5) 漁獲性能
- (6) 目的魚種
- (7) 漁獲物のサイズまたは目合
- (8) 専兼業
- (9) 海上従事者数
- (10) 家族従事者数
- (11) 年齢層
- (12) 漁家当たりの漁撈体数

などが考えられる。類型化する場合、必ずしもこれらのすべての要素を考慮する必要はない。しかし、これらのうち、(1)、(3)、(4)、(5)、(6)、(9)、(10)、(12)は類型化するにあたって、必須の要素と考えられる。類型化の手順は、実際の漁業をみて、個々の要素について、取捨選択し、行うことになる。なお、管理効果の予測はすべて、この漁撈体類型別に行われる。したがって調査も類型別に実施しなければならない。

2)、評価項目の選択

資源、漁業技術、経営の現状を把握し、資源管理実施後の効果を見積もるための評価項目として、

- (1) 漁獲係数（年齢別）
- (2) 資源量（年齢別）
- (3) 漁獲量（年齢別）
- (4) 漁獲金額（類型別）
- (5) 漁家当たり漁業所得（類型別）
- (6) 従事者1人当たり付加価値額（類型別）
- (7) 投下固定資本利益率（類型別）

が最低必要と考えられる。

まず、漁獲努力量や網目規制等の結果、現在と比べどれ位、漁獲圧が改善されたかを判断するために、(1)を計算し、(2)や(3)がどのように変わったかを知る必要がある。次に、家族労働中心の漁家の経営状況がどれ位改善されたかを判断するために、(4)～(6)を把握することが必要である。また、漁船規模・馬力など投資にかかわる規制もあるので、(7)も必要であろう。

これらの項目のうち(7)以外は、月別に計算することが必要である。規制方法の中には漁期制限等月別に月単位で実施されるものもあり、漁獲量規制では実施後いつ操業が終了するかを知る上で、また経営指標の季節変動は操業の合理化を考える上で月単位の計算が必要となる。

3)、シミュレーション・システムの構成

当然であるが、資源管理を実施する前にまず現状がどのような状態にあるのかを知ること、すなわち現状分析が必要である。現状を知った上で、改善の余地があればそれにはどうしたらよいかについての管理手段の試案が提案され、それぞれの効果の見積りが計算され、効果的なものを選び実施することになる。また、管理案の効果を予測するために、それに必要な諸特性値を事前に推定しておく必要がある。したがって、現状分析に必要な機能は現状評価と特性値の推定の2つとなる。

現状分析は漁業、資源、経営の3つの系別に行われる。漁業に関連する部分（漁業モデル）では、漁撈の技術的要素である漁船規模や漁法、漁具仕様などと相対漁獲性能の関係、比較、および漁具の選択作用について解析し、漁撈技術の合理化のための基礎的知見を得ることを目的とする。これらの解析結果は標準漁獲

努力量の推定、資源管理の効果の見積りの際などに利用される。資源モデルでは個体の成長、自然死亡係数、漁獲係数、漁具能率、加入量、資源量などの資源特性値を推定し、資源の現状を把握し、その有効利用のための基礎的知見を得ることを目的とする。これらの特性値をもとに管理手段の資源学的効果の見積りがなされる。経営モデルでは月別に出漁日数比例費用係数（燃油費、人件費等から）、漁獲金額比例費用係数（販売手数料、人件費等）、漁獲量比例費用係数（氷、箱代等）などを計算するとともに、漁業所得、漁家当たり付加価値額、従事者1人当たり付加価値額などを計算し、漁家経営の現状を把握し、経営を合理化するための基礎的知見を得ることを目的とする。

系別モデルの機能には、現状分析の他に、管理案を作成するために系別に効果を予測する機能（系別予測シミュレーション）が必要である。たとえば、資源モデルでは漁獲係数を引き下げたり、また漁獲開始年齢を引き上げた場合、その後資源量や漁獲量がどのように推移してゆくかについて、シミュレーションを実行し、資源学の立場から妥当とされる管理案を選択する。系別予測シミュレーションは以前から行われてきたものであり、管理案の効果は系別の範囲内で検討される。

さらに、システムには漁業、資源、経営の現状分析で得た特性値を基礎として、これらを連結して予測計算を行う機能（連結予測シミュレーション）が必要である。このシミュレーションでは、管理の実施によって現れる資源や経営面の効果を同時に判定するために、漁業、資源、経営と連結し、先に挙げた7つの評価項目を計算する。

以上のことからシミュレーション・システムは3つの現状分析と系別予測から成る系別シミュレーションと連結予測シミュレーションに分けて設計する必要がある。全体の構成は図1.1に示す。

4)、系別シミュレーション

図1.2～1.4に、3つの系別シミュレーションのデータ・フローチャートを示す。長方形はデータの処理を、平行四辺形はデータを示す。このフローチャートでは、データ→処理→データ→……と並んでおり、原データが加工されていく様子を示す。

漁業モデルは、漁船規模・馬力、漁具規模、漁獲統計、試験操業などの資料から、掃過面積、漁獲効率、相対漁獲性能などを推定するとともに、これらの積み上げによる漁獲係数の計算も行う。

資源モデルは、生物統計や漁獲統計などの資料から資源量や資源特性値を推定する。基本動態モデルはBeverton and Holt(1957)であるが、余剰生産モデル（Schaefer(1954)、Pella and Tomlinson(1969)、Fox(1970)）も組込まれており、資料の質、量に応じて解析できるようにプログラム化されている。また、漁獲係数や漁獲開始年齢を変化させた場合の資源量や漁獲量の予測計算も行う。なお、各種管理の効果の見積もる際に用いられるモデルは、Beverton and Holt(1957)で

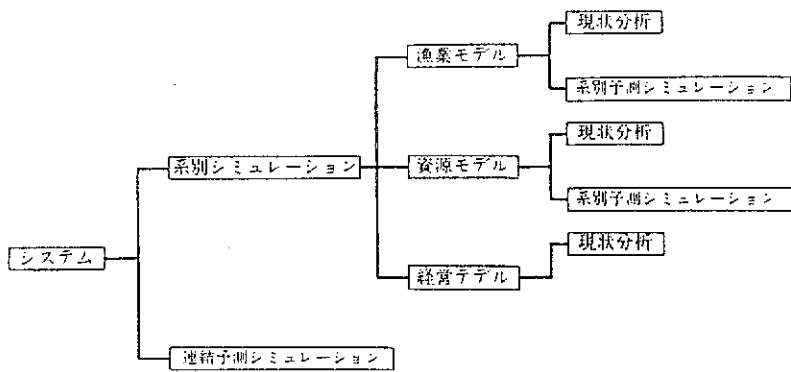


図1.1 資源管理のためのシミュレーションシステムの構成

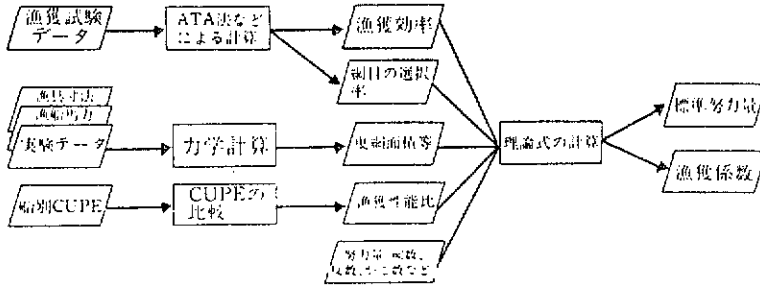


図1.2 漁業モデルデータフローチャート

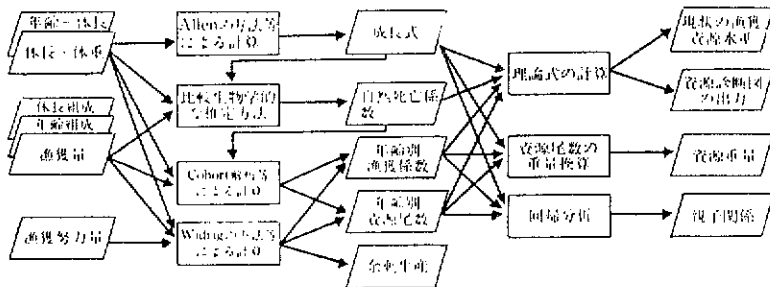


図1.3 資源モデルデータフローチャート

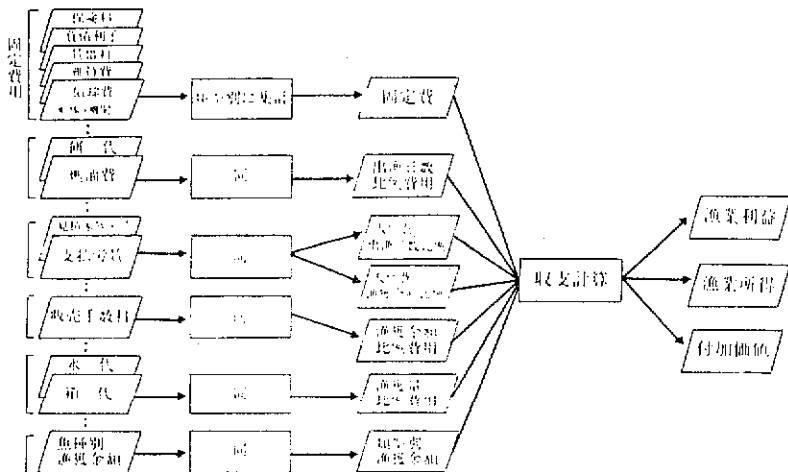


図1.4 経営モデルデータフローチャート

表1.3 必要な特性値の一覧

モデル	特性値	類型別	漁法別	月別	魚種別	年齢別
漁業モデル	1. 相対漁獲性能	○	○		○	
	2. 選択係数		○		○	
	3. 50%選択域		○		○	
	4. 平均目合	○	○			
	5. 平均使用漁具数	○	○			
	6. 1出漁日当たりの平均操業回数	○	○	○		
	7. 平均出漁日数	○	○	○		
	8. 操業漁区	○	○	○		
	9. 漁撈体数	○				
資源モデル	1. von Bertalanffy の成長式の特性値				○	
	2. 自然死亡係数				○	
	3. 加入年齢				○	
	4. 加入尾数				○	
	5. 月別加入割合				○	
	6. 寿命				○	
	7. 標準漁具能率				○	
	8. シミュレーション開始年月における年齢別資源尾数				○	○
	9. 主産卵月				○	
	10. 漁区別分布割合			○	○	○
経営モデル	1. 平均価格	○	○	○	○	
	2. 価格関数の特性値	○	○		○	
	3. 銘柄の体長区分	○	○		○	
	4. 漁家当たり漁撈設備購入価格	○				
	5. 漁撈設備償却年数	○				
	6. 漁撈設備使用年数	○				
	7. 漁家当たり年固定費用（項目別）	○				
	8. 1出漁日当たりの見残り家族労賃	○	○	○		
	9. 1出漁日・従事者1人当たりの人件費	○	○	○		
	10. 1出漁日当たりの物的費用	○	○	○		
	11. 単位漁獲金額・従事者1人当たりの人件費割合	○		○		
	12. 単位漁獲金額当たりの物的費用割合	○		○		
	13. 単位漁獲当たり費用	○		○		
	14. 1漁撈体当たりの家族従事者数	○	○	○		
	15. 1漁撈体当たりの雇用従事者数	○	○	○		
	16. 漁獲金額	○	○	○		○
	17. 漁獲量	○	○	○		○

注 1) ○印別の特性値が必要であることを示す。

2) 計算機の性能上の限界から、考慮できる変数のディメンションの範囲は、以下に限られる。

1. 魚種数 1~10 2. 漁法数 1~10 3. 年齢 1~25 4. 漁撈体類型の数 1~50
 5. 漁区数 1~500 6. 銘柄区分の数 1~5

表1.4 資源管理の操作因子と変更される漁撈体類型別の特性値

操作因子／特性値	漁撈体数	漁具数	目合	操業回数	出漁日数	相対漁獲性能	操業海域
漁具・漁法		B	B	B	B	B	B
漁船規模 漁船馬力		A	A	A	A	A	A
漁撈体数	A						
漁具数		A		B			
網目			A			B	
出漁日数					A		
操業時間				B		B	
漁期					A		
漁場							A
漁獲量				A			

操作因子／特性値	漁撈設備購入価格				漁撈設備償却費			
	(船体)	(機関)	(漁具)	(設備)	(船体)	(機関)	(漁具)	(設備)
漁具・漁法	B	B	B	B	B	B	B	B
漁船規模 漁船馬力	A	A	A	A	A	A	A	A
漁撈体数								
漁具数			B				B	
網目			B				B	
出漁日数								
操業時間								
漁期								
漁場								
漁獲量								

操作因子／特性値	その他の 固定費用	従事者数 (自家)(雇用)	見積り自 家労賃	人件費係数 (日当)(歩合)	物的費用 係数	漁家数
漁具・漁法	B	B	B	B	B	
漁船規模 漁船馬力	A					
漁撈体数						A
漁具数	B				B	
網目	B				B	
出漁日数						
操業時間					B	
漁期						
漁場						
漁獲量						

注) 表中のAとBは規制の実施によって、変更されることを示す。また、シミュレーションを実行するときに、Aは見積り数値を必要としない、Bは必要とすることを示す。

ある。

経営モデルは、経営調査資料などから漁家所得、付加価値などを計算する。3つのモデルで必要とされるデータは、標準的であり、解析方法も普通に用いられている方法である。

これらのシミュレーションを運用することより、表1.3に示すような特性値が得られる。これらの数値を使って、管理効果の予測が行われる。なお、表1.3のうち一部は、コンピュータ処理が煩雑になるため、手計算になる。

5)、連結予測シミュレーション

図1.5に連結シミュレーションのデータ・フローチャートを示す。図1.5に示されているように、(1)操作因子と初期値の設定、(2)漁獲係数、資源量と漁獲量の計算、(3)経営指標の計算の順に進められる。(1)~(3)の概要を以下に紹介する。詳細な内容については、日本水産資源保護協会³⁾、田中⁴⁾を参照して戴きたい。

(1) 操作因子と初期値の設定

資源管理の手段と、それを変更したことによって変化する特性値を、表1.4に示す。連結予測シミュレーションは、表1.4の特性値が変わった結果、漁獲圧の変化やそれに伴う資源量・漁獲量の変化を計算し、さらに経営へとつなげて計算するものである。このため、あらかじめこれらの値を初期設定しておかなければならない。

これらの特性値のうち、表1.4でまずAと表したものが操作因子として決定されるが、Bで示したものはAに付随して変化するので、Aとの関連でいくつかの数値を用意しておかなくてはならない。たとえば、網目規制では規制目合の変更によって選択される目合は決定されるが、それにともなって変化する相対漁獲性能や漁具資材費の見積り額などは、系別シミュレーション等で、事前に用意しておく必要がある。実際の計算はこれらの特性値を設定した後に実行される。

(2) 漁獲係数、資源量と漁獲量の計算

基本動態モデルは、Beverton and Holt(1957)を用いる。漁業や資源をとりまく自然科学的および社会経済的環境は一定であることを基本的前提とし、資源特性値は安定していること、漁業者は漁場の経済価値についての十分な知識をもっていること、等を仮定する。また、自由競争という前提のもとに、漁獲が行われているケースを考える。この場合、Gordon²⁾が述べたように、一般に個々の漁業者が豊度の高い漁場から利用する。このような前提から、次のような手順で、漁獲努力量の分布を計算し、漁獲係数、資源尾数を計算する。

- ① 漁具の選択率を計算する。選択曲線の形は、飽和型(底曳型)と山型(刺網型)の2型に分けられる。そこで、前者をknife-edge型、後者を矩型に近似する(図1.6)。月別に計算された平均体長が、飽和型ではknife-edgeの右側に達する、山型では矩型の領域の中にある場合、漁獲対象とする。このようにして、網目サイズの変更に伴う漁獲対象年齢の変化が考慮される。

- ② 月初めの年齢別総資源尾数と月別の漁場別分布割合を使って、漁場別資源尾数を計算する。

$$\text{漁場別資源尾数} = \text{総資源尾数} \times \text{漁場別分布割合} \quad (1.1)$$

- ③ 漁場別年齢別資源尾数と成長式を使って、資源量を計算する。各漁場の資源量が定まると、類型ごとに、各漁場での1日当たりの漁獲金額の期待値が計算できる。この漁獲金額マップを使って、類型別の努力量（操業日数）を、最も利益のある漁場から利用されるという規則に従って、漁場別に配分する。漁獲によって資源量は減少するので、その減少を加味しながら、この計算を繰り返し、1カ月分の努力量の各漁場別に配分する。
- ④ 全体と類型別の漁獲係数を、標準漁具能率、相対漁獲性能、努力量の漁場別分布と資源の分布から計算する。
- ⑤ 類型別漁獲係数と成長式から、次のような式を使って類型別漁獲量を計算する。

$$\text{資源重量} = \text{年齢別体重} \times \text{年齢別資源尾数の合計} \quad (1.2)$$

$$\text{漁獲重量} = \text{年齢別漁獲率（漁獲係数）} \times \text{年齢別資源重量の合計} \quad (1.3)$$

さらに、Beverton and Holt(1957)の漁獲式では、総漁獲量と類型別漁獲量の間には、次のような関係が成り立つので、漁獲量が類型別に計算できる。

$$\text{類型別漁獲量} = \frac{\text{類型別漁獲係数}}{\text{全漁獲係数}} \times \text{総漁獲量} \quad (1.4)$$

- ⑥ 次の月の年齢別総資源尾数は漁獲死亡と自然死亡、月別加入量により求める。
- ⑦ ①～⑥の計算を1年間分行う。

漁業・資源モデルの特色は、規制後の漁獲努力の変化を通じて、新しい漁撈体間の資源配分の関係が予測される点にある。例えば、新たに禁止区域を設定したような場合、漁獲努力量の地理的・季節的分布は従来の分布と違った分布になるであろう。なぜなら、その区域で操業していた漁船は、他の漁場へ行くか、またはその漁業の操業を打ち切ることになるからである。管理の前後で、各類型の努力量の分布は相違すれば、資源量は変化し、さらに漁撈体間の資源配分も新たなものとなる。この資源配分の関係が計算されるからこそ、最初に述べた漁業者間の利害の問題にせまることができることを、強調しておきたい。

(3) 経営指標の計算

- ① 年固定費用を年間総出漁日数に占める当該月の出漁日数の割合で各月に配分して月別固定費用とする。

$$\text{月別固定費用} = \frac{\text{月出漁日数}}{\text{年間総出漁日数}} \times \text{年固定費用} \quad (1.5)$$

- ② 変動費用は、出漁日数比例費用係数（月別）、漁獲量比例費用係数（月別）、漁獲金額比例費用係数（月別）を使って、次のようにして計算する。

$$\begin{aligned} \text{変動費用} = & \text{出漁日数} \times \text{比例定数} + \text{漁獲金額} \times \text{比例定数} \\ & + \text{漁獲重量} \times \text{比例定数} \end{aligned} \quad (1.6)$$

- ③ 銘柄別月別の価格関数と漁獲量から漁獲金額を、次式で計算する。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{漁獲金額} = \text{価格} \times \text{漁獲重量} \end{array} \right. \quad (1.7)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{価格} = \text{価格関数} \end{array} \right. \quad (1.8)$$

また、計算対象外の漁法、魚種の漁獲量と漁獲金額は、類型別に漁法別月別の努力量、魚種別CPUE、魚種別平均価格（漁獲金額÷漁獲量）から計算する。

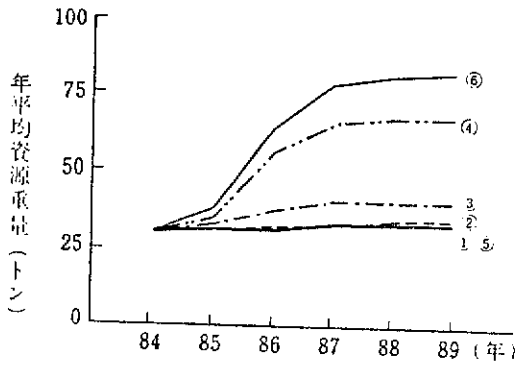
- ④ 漁家所得、付加価値などを計算する。

経営モデルの特色は、管理効果として支出も変化するように設計されている点と価格が銘柄別月別になっている点にある。固定費の部分については、表2.4に示したように、管理手段によっては固定費が直接的に変化するので、入力にならざるをえない部分もあるが、変動費については、3つの経費係数を使って、変化した漁獲量、漁獲金額、出漁日数に応じ、変動費も変わるように設計されている。また、漁獲金額と出漁日数比例費用に係る2つの経費係数は物的費用、人件費部分に分けられている（合計5種の経費係数）ので、これらの費用はさらに物的費用、人件費に分けられている。さらに、燃費等の季節的変化も加味されるように、経費係数はいずれも月別の値が用いられている。

価格は銘柄別になっており、漁獲サイズ引き上げによる効果も吟味される。また月別でもあるので、漁期制限等よる季節的な価格の相違への対応もされている。

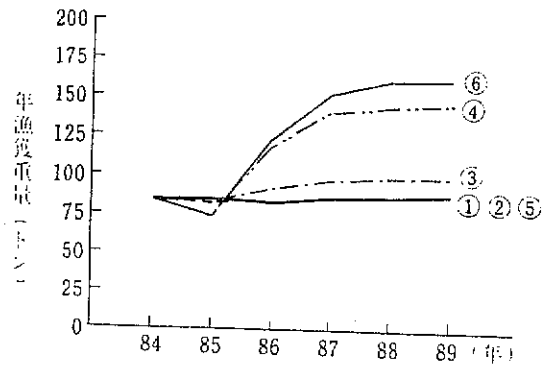
表1.5 新潟県A港の板びき網漁船の類型

類型	経営体数	馬力	乗組員数	その他
I	3	~30	1	高齢者
II	7	30~50	2	刺網の漁獲金額が多い
III	2	30~50	1	"
IV	5	50~70	2	板びき網主体
V	5	50~70	1	"
VI	9	70~	2	"
VII	3	70~	2	イカ釣り兼業



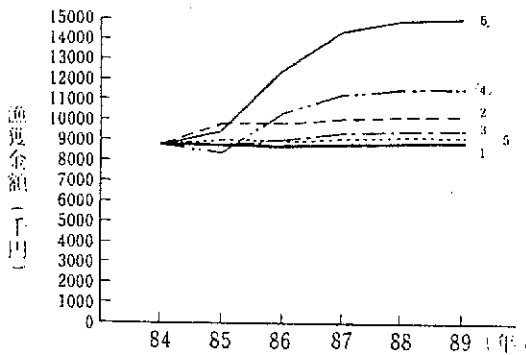
①—現状 ③—7~9馬 ⑤—>70~50~70
②—隻数3 4 ④—網目倍 ⑥—複合

図1.7 ヒラメの年間平均資源重量の推移



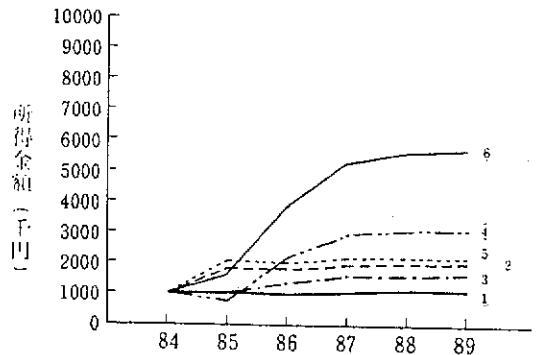
1—現状 3—7~9馬 5—>70~50~70
2—隻数3 4 4—網目倍 6—複合

図1.8 ヒラメの漁獲重量の推移



1—現状 3—7~9馬 5—>70~50~70
2—隻数3 4 4—網目倍 6—複合

図1.9 経営体当たり漁獲金額(第V類型)の推移



1—現状 3—7~9馬 5—>70~50~70
2—隻数3 4 4—網目倍 6—複合

図1.10 経営体当たり所得金額(第V類型)の推移

6)、テストラン結果の一例

テストランの一例として、上記のモデルを新潟県A港に所属する、34隻の板びき網漁船への応用した結果を紹介する。

これらの漁船を馬力、乗組員数、主漁法によって7の類型に分けた(表1.5)。各類型は、次のような特色をもつ。類型Iは老人漁業と思われる。類型II~IIIは刺網、類型VIIはイカ釣りへの依存度が大きい。類型IV~VIが板びき主体の漁船である。

推定された特性値を使って、いくつかの管理手段の効果の予測を試みた。ヒラメの加入直後の9月に操業が多いことから、次の6つのケース：

- ① 現状維持(新しい規制を加えない)
- ② 減船した場合(全体の隻数が3/4になるように、類型別隻数を減らした場合)
- ③ 禁漁期間を現在の7、8月から7~9月にした場合
- ④ 目合を現在の3cmから6cmに引き上げた場合
- ⑤ 70馬力以上を禁止した場合
- ⑥ ②~⑤の規制を同時に行った場合

について、1984年1月を開始年月としてシミュレーションを実行した。人力にならざるをえない初期設定値は、現状の値を代用して計算した。

年間平均資源量、漁獲量の推移を図1.7~1.8に、代表的な類型Vの経営体あたりの漁獲金額と所得を、図1.9~1.10に示す。

3、問題点

1)、シミュレーション・モデルの問題点

このシミュレーションの問題点を列挙すると、

- (1) 漁撈体類型化の方法
- (2) 計算対象とする漁法、魚種の取捨選択の問題
- (3) 評価項目の選択
- (4) 初期設定の問題
- (5) 諸仮定の妥当性
- (6) 計算に必要な特性値が多いこと

などである。

基本的な仮定は、(I)資源量があまり大きく変わらない、(II)一つの独立した資源を利用している、(III)自由漁獲、(IV)漁業や資源をとりまく環境が変わらないの4つである。

2)、利用上の問題

種々の状況を想定し、模擬実験を繰り返し、その結果から判断するというやり方が、このシミュレーションの基本的な利用方法である。しかしそうかといって、ただいろいろとシミュレーションを繰り返しても、あまり意味はない。

資源管理を展開するには、実行しやすい魚種や管理手段から手をつけることが大切である。資源管理の目的魚種と管理手段には、速効性、確実性、有効性、実行可能性があるのを選択するのが望ましい。シミュレーションも、実行可能な管理手段に関し、重点的にかつ肌理細かく行うというやり方が望まれる。

しかし現在、データ収集からコンピュータ処理、計画作成に至る、一連のノウハウをもった技術者が少なく、知識の普及さえ困難なのは不幸なことである。数年前このノウハウは、水産庁の「沿岸域漁業管理方式開発調査」の事業に参加された各県の担当者だけに限られていた。近年、「資源培養管理推進事業」が全国的に行われており、ノウハウも多くの研究者に広まりつつあるとはいえ、人材はまだまだ不足していると思う。

3)、未開発モデル

1で述べたように多数ある。

文 献

- 1) H.S. Gordon : J.Fish.Res.Bd.Canada, 10, 442-457(1953).
- 2) 長谷川彰 : 漁業経済研究、33(2・3), 1-39(1989).
- 3) 日本水産資源保護協会 : 沿岸域漁業管理適正化方式開発調査(汎用漁業管理作業モデル)報告書, 日本水産資源保護協会, 東京, 1-124(1987).
- 4) 田中栄次:沿岸漁業における資源管理のためのシミュレーション・システム, 学位論文, 東京大学, 1-200(1987).
- 5) 田中昌一:水産資源学総論, 恒星社厚生閣, 東京, 381pp(1985).

周防灘における漁業管理モデル（KAF Sモデル）の開発とその利用

山口県内海水産試験場

檜山 節久

瀬戸内海ではある魚種は多くの漁業の対象になり、また一つの漁業種は多くの魚種を同時に利用している場合が多い。したがって、魚種や漁業種を単独で管理するのではなく、関係する魚種と漁業を複合させた漁業管理の方策が求められている。昭和59年度から開始した沿岸域漁業管理適正化方式開発調査事業（マル管と通称される水産庁委託事業）はこれらの要求に応じるために、コンピューターによるシミュレーションモデルを開発する事業である。

周防灘における基幹漁業は、小型底曳網、刺網、小型定置網等であり、これらの漁業に共通する資源は、カレイ類、クルマエビ、ガザミ、小型エビ等である。ここでは、これらの魚種と漁業を対象にして、資源、漁業および経営の実態を明らかにしながら、現状解析モデルおよび漁業管理モデルを開発した過程を紹介する。

また、昭和63年度から瀬戸内海ブロックでスタートした資源培養管理対策事業は、マル管で開発された漁業管理モデルをベースにして、トラフグ、ヒラメ、イサキ等の天然資源に対する漁業管理指針を策定し、実行に移すための事業である。KAF Sモデルの利用という観点から、トラフグ資源管理指針の作成過程について併せて紹介する。

1. 対象魚種と対象漁業

対象海域とした周防灘は西部に広大な干潟域が存在し、海底はゆるやかに傾斜して最深部は50m前後で伊予灘と隣接している。海底の大部分は泥質底で、瀬戸内海でも有数のエビ類、カニ類の産地として知られている。また、エビ類や多毛類を餌料とする魚類も多数生息しており、その中でもカレイ類の生産量は高い。

周防灘における昭和62年の海面漁業生産高（貝藻類は除く）は表1に示すように約240億円で、そのうち小型底曳網手繰第2種漁業（以下小底2種と称す）と同手繰第3種漁業（以下小底3種と称す）、刺網漁業、小型定置網漁業の合計は125億円と全体の1/2を占める。また、対象漁業の生産高のうち、カレイ類、クルマエビ、小型エビ類の合計金額は67億円と約1/2を占める。対象とした4漁業を管理することによって、カレイ類の98%、クルマエビの99%、ガザミの97%、小型エビ類の100%を管理することができる。なお、管理の最小単位は図1に示した57海区として、海区別、魚種別、漁業種類別、月別に管理手段が与えられると同時に、管理による漁業への影響が評価できることとした。

周防灘における対象魚種の漁獲量を図2に示した。カレイ類は昭和47年の4,400トン を頂点として、長期にわたり減少傾向がつづいている。魚種別にみるとメイトガレイは比較的安定しているのに対し、マコガレイおよびイシガレイの減少傾向が著しい。カレイ類の寿命は8~12年と比較的長いことが知られており、資源管理効果が期待できる種であるといえる。

クルマエビと小型エビ類の変動傾向は比較的類似しており、昭和45年以来2~3年ごとに増加と減少を繰返す周期型の変動をみせている。一方、ガザミは昭和58年を頂点とする単峰型の変動傾向をみせている。クルマエビ、ガザミ等の甲殻類は短寿命ではあるが成長速度が早いので短期間の管理でも後取り効果が期待できる種である。

2 KAFSモデルの概要

KAFSモデルは資源、漁業、経営の3系別モデルから構成され、それらの相互関係を定量的に演算できるようにプログラミングされている。図3に示すように、各モデルにおいて現状評価の妥当性が検証された段階で、様々な管理方策を設定し、管理に伴って変化するパラメータを各系別モデルごとに対応させることによって、管理後の資源量、漁獲量および経営状態の予測を行うことができる。なお、資源モデルは魚類用と甲殻類用が開発され、その他のオプションモデルとして種苗放流モデル、コホートモデル、投棄魚解析モデル、AICモデル等が開発された。

資源モデルのフローチャートは図4に示すように、土井の迅速資源解析法を用いて現在の漁獲率での資源量の計算を行う。その後、過去の親子関係あるいは年齢組成等の資料を用いて再生産曲線を選択して再生産率を計算する。Fの変化に対するSYを求めることによって持続生産量曲線を得ることができる。

漁業モデルのフローチャートは図5に示すように、資源モデルから年初の資源尾数、自然死亡係数を引き継ぐ。標本船日誌のデータから分布関数を、また、試験操業等の結果から漁業種類別に選択率、入網率などの漁業特性値を入力して、漁業種類別、魚種別、年齢別、海區別、月別に漁獲量が計算される。

経営モデルは図6に示すように、単価推定と経費推定の2つのルーチンから構成され、漁業集団別、月別に代表的な1経営体の漁業収支計算を行う。単価推定は数量化I類、回帰、平均単価表の3方法により対応できる。経費推定は漁獲係数と総経費の関係式、あるいは総経費と漁獲量のペアデータからの回帰式を用いる。

KAFSモデルを使用するときの前提条件は以下のとおりである。

- (1) 対象資源は定常状態である。
- (2) 再生産関係は既知である。
- (3) 対象資源の海區別、月別、年齢別の分布関数（分布密度）が既知である。
- (4) 対象海域からの出入りがある場合には、月別に移出入率のデータを必要とする。
- (5) 漁獲努力量を標準化するための統一係数が既知である。

3. 現状解析の結果

(1) カレイ類の資源モデル

昭和60年のデータをもとにしたカレイ類3種の資源モデルにおける現状解析結果を表2に示した。メイトガレイの漁獲係数は他の2種に比べて2倍程度高い値を示しているが、これは、マコガレイ、イシガレイの漁獲年齢構成は1~3才魚が主体であるのに対し、メイトガレイは0~2才魚が主体であり、これから求めた全減少係数の違いによるものである。したがって、漁獲率はマコガレイの0.25、イシガレイの0.30に対して、メイトガレイは0.46と高い値を示している。

漁獲係数Fを変化させたときの可能漁獲量を縦軸に、親魚尾数を横軸にとったときの可能漁獲量(SY)曲線を図7に示した。マコガレイ、イシガレイは最大可能漁獲量(MSY)に比べて、現状の資源状態は極めて悪い様相を呈しているのに比べ、メイトガレイはMSYの近くに位置しており、資源状態はそれほど悪くない。メイトガレイの漁獲率は高いにもかかわらず、資源状態が悪化しない理由は、満1歳で親魚になること、および、親魚の多くは産卵期が終わると他の海域へ移動することなどが考えられる。

なお、体長10cm以下のカレイ幼魚は商品価値がないので大部分は投棄魚として取り扱われるが、その量はメイトガレイがもっとも多くて、1歳魚以上の資源尾数の142%に相

当する1,071万尾であるのに対し、イシガレイは3%に相当する17万尾と推定された。投棄魚の量はその年の加入量によって影響を受けるが、メイトガレイのように漁獲対象資源に対して投棄魚の割合が高い魚種は、この時点における何らかの保護措置が、その後の漁獲に大きな影響を与えらると思われる。

(2) 甲殻類の資源モデル

甲殻類を対象にした資源モデルの解析は発生群別、月別の単位で実行し、群別の資源密度指数の時系列変化から漁獲能率 q を求める土井の方法を用いて各パラメータを推定した。群別のパラメータを月毎にまとめて全群解析を実行して、ある月の終期資源尾数と翌月の初期資源尾数が連続性をもつように加入係数等で調整した。

昭和60年のデータを基にした現状解析結果を表3に示した。各パラメータ値は月別に与えられているが、ここでは年間の値として示した。漁獲率の季節変動は大きい、年間値でみた場合には、クルマエビ0.67、ガザミ0.75と高い値であるのに対して、小型エビ類は0.22~0.53と低い値である。年間資源尾数はクルマエビ2,300万尾、ガザミ280万尾、サルエビ24億尾、トラエビ17億尾、アカエビ11億尾、キシエビ2.8億尾と推定された。

(3) 漁業モデル

資源モデルから引き継いだ魚種別、年齢別の年初の資源尾数をもとに、漁業モデルから求めた月別漁獲量の計算値を実際値(統計値)と比較して図8に示した。計算値と実際値との差が大きい場合には、分布関数および移出入率で補正した。漁業モデルによって計算された全体の漁獲係数 F と計算漁獲量は表4のとおりであり、メイトガレイの F を除き資源モデルの計算結果とほぼ一致した。メイトガレイの F については現在のところ資源モデル漁業モデルのどちらの F が実状に近いものか判断することは難しい。資源モデルの F に問題があるとすれば全減少係数(漁獲物年齢組成)と自然死亡係数の検討が必要であり、また、漁業モデルの F に問題がある場合には漁具能率(入網率、選択率)や資源密度指数の検討が必要である。

(4) 経営モデル

魚種別の水揚金額を3つの方法によって求めた結果は、図9に示したように魚種および漁業集団によって現状値との適合度が異なるので、それぞれ適合度の高い方法を採用した。総水揚金額は、対象魚種の水揚金額を依存度で徐して計算するので、依存度が低い魚種で計算した場合には大きな誤差を生じる恐れがある。したがって、対象魚種が複数ある場合にはそれらを合計した依存度で計算すると誤差は小さくなる。

4. 将来解析の結果

周防灘における現状の操業形態のもとで想定される漁業管理方策として、表5に示した21因子を用いて、漁獲量と漁業所得の将来解析を実行した。カレイ類については管理後10年目まで計算したが、甲殻類については寿命が約2年であるとして2年目までの計算にとどめた。

(1) 漁獲量に及ぼす効果

マコガレイ、イシガレイ、メイトガレイの3魚種を合わせたカレイ類の操作因子別の予想漁獲量を図10に示した。図中の番号は表5に示した操作因子番号と同じである。管理1年目の予想漁獲量は全ての因子で現在の漁獲量を下回っているが、2~3年目には現状の水準に回復する。現状の1.5倍の漁獲量になるのにもっとも早いケースは、③(減船30%)の7年目、遅いケースでも10年目で達成する。なお、⑩(メイトガレイの再放

流)は2年目以後ほとんど変化がみられないが、再放流の場合は小型魚の上乗せ効果はあるものの、計算上、漁獲係数の削減が含まれていないためであろう。

同様にクルマエビの予想漁獲量の計算結果をみると、管理1年目には全ての管理因子で現状を下回り、2年目に現状を上回るのは①～③の減船の場合、および⑥の禁漁区の場合だけである。今回の計算結果では減船20%の場合が最もよい管理効果を示しており、周防灘のクルマエビにとっては減船10～30%の範囲内に最適な管理方策が存在すると考えられる。

小型エビ類4種を合わせた予想漁獲量は、管理1年目には減船と禁漁区の因子が、また、2年目には全ての因子が現状を上回り、減船20%と同30%は2年目に現状の1.5倍以上に達する。⑤(網目規制)は管理1年目にはほぼ現状の水準を保ち2年目には現状の32%増大することになり、実現性のある有効な管理方策の1つであろう。

(2) 漁業所得に及ぼす効果

計算対象にした9魚種のうち、小底2種、小底3種は全ての種を、また、刺網、小型定置は小型エビ類を除いた各種を漁獲対象にしており、9魚種に対する各漁業の金額依存度は56～70%を占める。したがって、対象とする9魚種を基準として求めた漁業所得の推定誤差は小さいと考えられる。

計算結果は県別、漁業種類別に求めることができるが、ここでは全県、全漁業を込みにして計算した予想漁業所得の管理10年目までの変化を図11に示した。なお、将来予測の計算は、管理2年目までは9魚種を基準にした結果を用いたが、3年目以後は甲殻類の管理効果は一定であるとの仮定のもとに、カレイ類3種を基準にした結果を用いた。

管理1年目の予想漁業所得が現状を上回っているのは①～③の減船だけであり、現在の所得の1.5倍になるのは、減船30%で1年目、20%で2年目、10%で9年目にそれぞれ達成できることになる。⑤の禁漁区は1年目の落ち込みが小さく、10年目の所得も現在の37%アップと、減船以外では管理効果が大きい因子である。なお、管理因子のなかでも減船の効果が顕著に現れるのは、漁業所得を1経営体数あたりで評価しているので、管理による水揚金額の増加と総経費の減少という相乗効果によるものである。

(3) 種苗放流の効果

現在、周防灘3県が放流しているクルマエビ種苗は約3,000万尾であるが、既に述べた資源の現状評価は人工資源と天然資源を合わせて解析したものである。ここではこの既存資源に更に人工種苗を放流した場合の効果について試算した結果を図12に示した。

クルマエビは6月に周防灘の3か所から合計900万尾の種苗を放流した場合を想定した。6月に3cmサイズの種苗を放流すると、8月には漁獲開始期になり、年内には主に小型定置網や刺網によって約8トン漁獲されることになる。翌年は主に小底3種や小底2種によって15トン漁獲され、全体としては23トンの上積み効果をもたらす。現在のクルマエビ漁獲量が519トンであるから、上積みされた漁獲量はその4.4%に相当する。また、漁獲尾数に換算すると76.8万尾となり、放流尾数に対する割合(回収率)は8.5%と計算された。

(4) 漁業管理と種苗放流の複合効果

漁業管理因子と種苗放流を組み合わせた場合の、クルマエビ漁獲量の現状に対する変化の割合は図12に示したように、放流した場合は放流しない場合に比べて、管理2年目に2～5%上昇することがわかる。管理因子によって変化率が異なるのは、例えば、減船など漁獲係数の大幅な減少を伴う管理内容の場合は、放流資源に対する漁獲率(=回収率)が低下するためである。いずれにしても、種苗放流と漁業管理の組み合わせは、漁業者が

実行しやすい積極的な資源管理方策である。したがって、種苗放流の効果と漁業管理の効果の予測値に対する検証を行い、予測の精度を高める継続的な努力が要求される。

5. KAFSモデルの利用

昭和63年度からスタートした資源培養管理対策推進事業（水産庁補助事業）は、広域回遊資源を対象にして共同調査に基づいた漁業管理方針を策定し、漁業者が主体となって漁業管理計画を実行に移すための事業である。瀬戸内海西ブロックにおいては広域回遊種としてトラフグを取り上げ、広島、山口、福岡、大分、宮崎、愛媛、高知の7県が共同で調査を実施した。対象漁業種類はふぐ延縄、小型底曳網、小型定置網、一本釣、袋待網の5業種、対象海区は21に区分した。

トラフグは漁獲量の年変動がかなり激しい魚種であるが、これは卓越年級群の出現によるものと考えられている。したがって、資源モデルでは現在の年級群構成を基本にして、将来の年級別資源量を推定する方法を取り入れた。昭和62年におけるブロック全体の年齢別漁獲組成は図13に示すように1歳魚（61年発生群）が全体の約半数を占めており、卓越年級群であったと考えられる。漁業種類別にはふぐ延縄の漁獲尾数をもっとも多く、漁獲の主体は1歳魚であり、トラフグに対する漁獲強度の高い漁業である。小型底曳網は0歳魚に対する漁獲割合が高く、商品価値の低いトラフグを大量に漁獲しており、資源の有効利用の面から問題がある。小型定置網は0歳魚を漁獲するとともに、産卵親魚が漁獲対象になるため、比較的高齢魚の漁獲割合も高く、親魚保護の面から問題を控えている漁業である。

これらのことから、管理因子としては漁船隻数の削減、禁漁期、禁漁区の設定、操業日数の削減、体長制限、人工種苗放流などを取り上げてシミュレーションを実施した。その管理効果と実行面における配慮から努力量10%削減、延縄8月休漁、体長制限15cmの3つの因子をブロック共通の管理案とした。これらを複合して管理することにより、管理を実施しない場合に比べて6年後には1.5倍、10年後には1.9倍の漁獲増が期待できるとの計算結果が得られている（図14）。

KAFSモデルの利用に関する問題点としては、1. 対象魚種の生活史に応じたモデルの改変が必要である、2. 漁業モデルにおける現状解析の調整作業にかなりの熟練を要する、3. データの収集、加工に多くの労力を要する、等があげられる。

参考文献

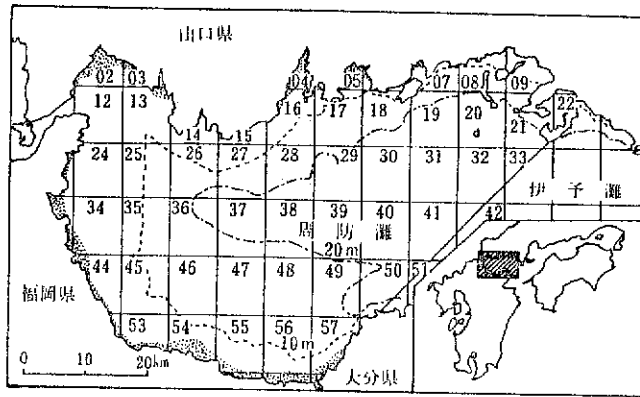
- 1) 木本秀明, 檜山節久, 上城義信, 有江康章 (1988) 再生産機構を組み入れた資源解析の一手法について, 日水誌, 54-9, 1499-1504
- 2) 土井長之ほか (1972) 燧灘底曳漁場におけるクルマエビの資源解析, 東海水研報, 69, 45-54
- 3) 長谷川彰監修 (1991) 漁業管理研究, 成山堂書店, 東京, 187-202
- 4) 山口県, 福岡県, 大分県 (1987) 周防灘海域漁業管理適正化方式開発調査事業最終報告書, 1-298
- 5) 山口県, 福岡県, 大分県 (1990) 漁業高度管理適正化方式開発調査事業最終報告書, 1-504

表1 周防灘における調査対象魚種別・漁業種類別の水揚金額

(万円)

	マガレイ	コイガレイ	イガレイ	シイ	メイトイ	クルマエビ	ガザミ	小エビ類	その他魚種	合計
小底2種	104	183	144		893	234	1,877	502	3,937	
小底3種	118	232	67		275	166	877	4,028	5,763	
刺網	336	220	35		341	79	0	975	1,986	
定置網	21	28	4		57	24	0	366	500	
小計	579	663	250		1,566	503	2,754	5,871	12,186	
その他漁業	8	11	4		10	13	0	11,498	11,544	
合計	587	674	254		1,576	516	2,754	17,369	23,730	

注: 水揚金額は昭和62年瀬戸内海地域の漁業(中国四国農政局統計情報部)の生産量統計からの推定値



数字は海区番号

図1 調査対象海域

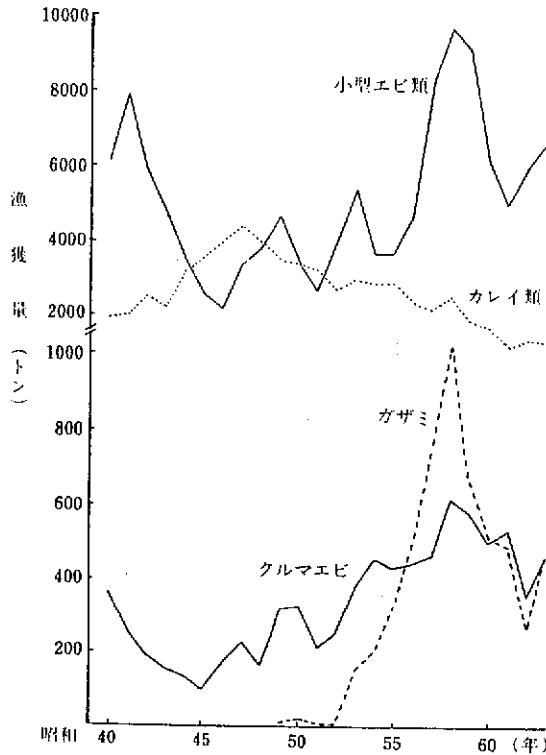


図2 周防灘における魚種別漁獲量の推移

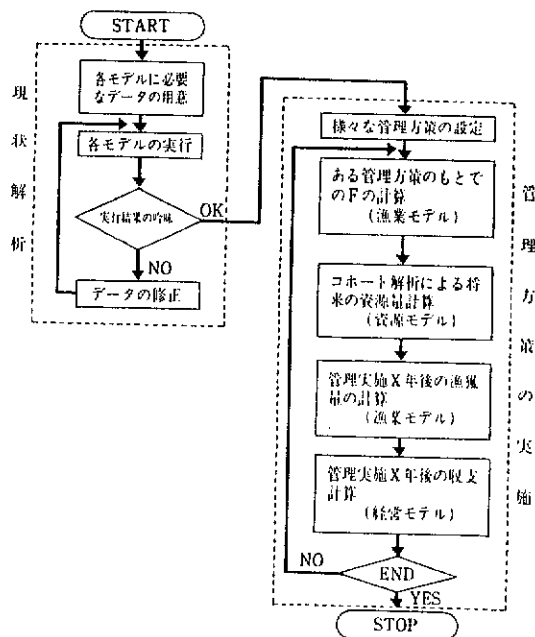


図3 KAFSモデルの作業の流れ

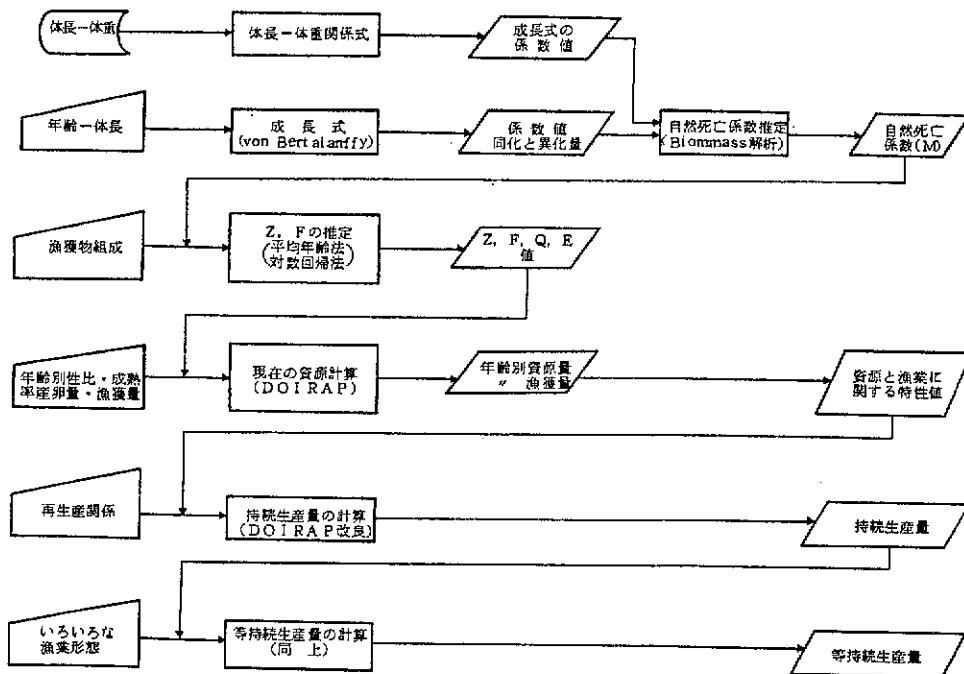


図4 資源モデル (KAFS-S) のデータフロー

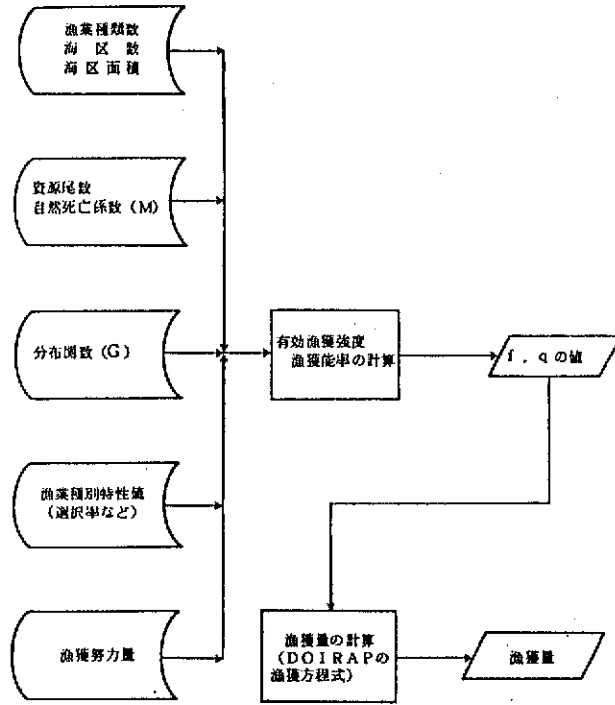


図5 漁業モデル (KAFS・G) のデータフロー

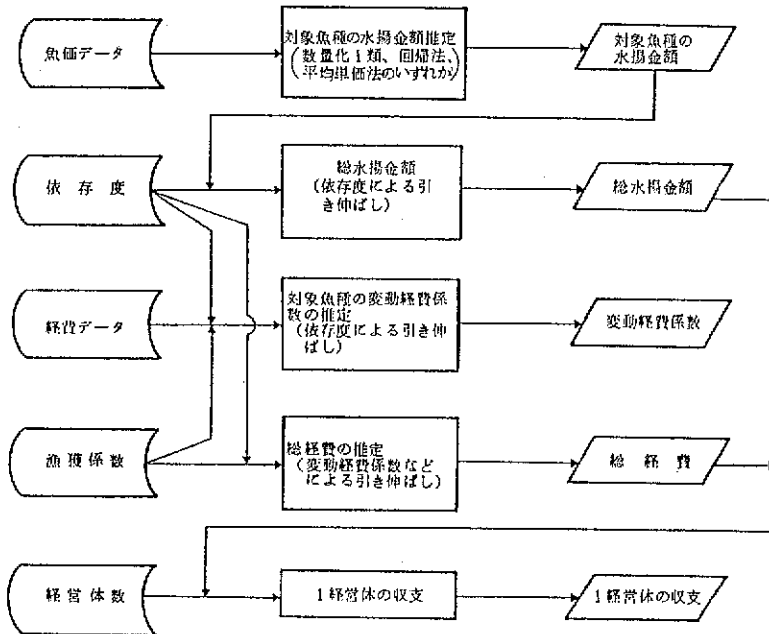
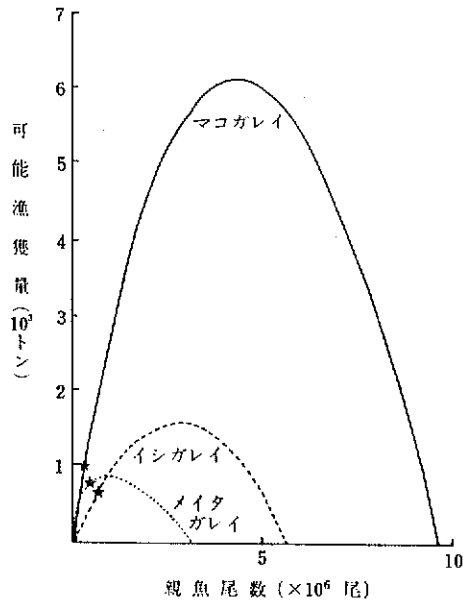


図6 経営モデル (KAFS・K) のデータフロー



星印は現状点

図7 カレイ類3種のSY曲線

表2 カレイ類資源の現状解析結果 (1985年)

項目	マコガレイ	イシガレイ	メイタガレイ
寿命	10	12	8
完全加入年齢	2	1	1
現在の生残率	0.3653	0.3723	0.2670
全減少係数	1.0070	0.9881	1.3206
自然死亡係数	0.5978	0.5108	0.4780
漁獲係数	0.4092	0.4773	0.8426
資源尾数(万尾)	1,268	587	752
漁獲尾数(万尾)	450	178	352
漁獲量(トン)	616	502	252
漁獲率	0.258	0.303	0.468
再生産率	1.835	2.077	1.052
投棄尾数(万尾)	180	17	1,071
投棄量(トン)	28	10	270

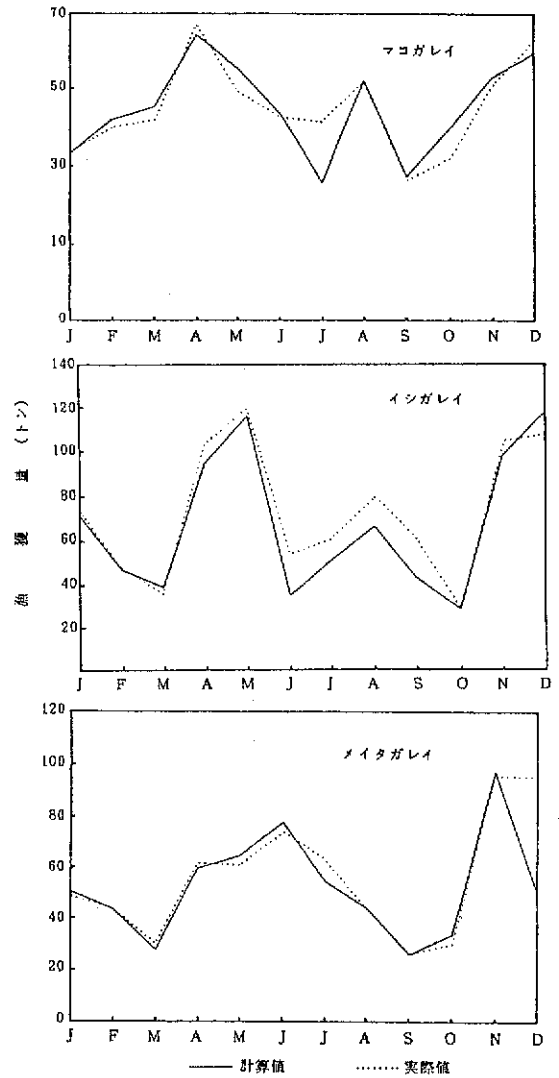


図8 月別漁獲量の実際値と計算値(補正後)

表3 甲殻類資源の現状解析結果

(1985年)

項目	クルマエビ	ガザミ	サルエビ	トラエビ	アカエビ	キシエビ
寿命/歳	2	3	2	2	2	1
発生群数/群	5	6	5	4	2	3
自然死亡係数/年	1.70	1.05	2.40	1.60	3.82	2.10
漁獲係数/年	4.23	5.48	6.28	9.21	7.49	11.23
加入係数/年	5.89	6.20	8.80	10.60	11.33	9.80
漁獲率/年	0.6693	0.7471	0.3300	0.3958	0.2164	0.5343
資源尾数/万尾	2,379	280	246,817	175,332	111,798	28,694
漁獲尾数/万尾	1,593	209	81,454	69,406	24,190	15,331

表4 資源モデルと漁業モデルの計算結果

		資源モデル	漁業モデル
マコガレイ	F	0.409	0.434
	漁獲量 (トン)	660	658
イシガレイ	F	0.477	0.468
	漁獲量 (トン)	945	806
メイタガレイ	F	0.842	0.539
	漁獲量 (トン)	640	629

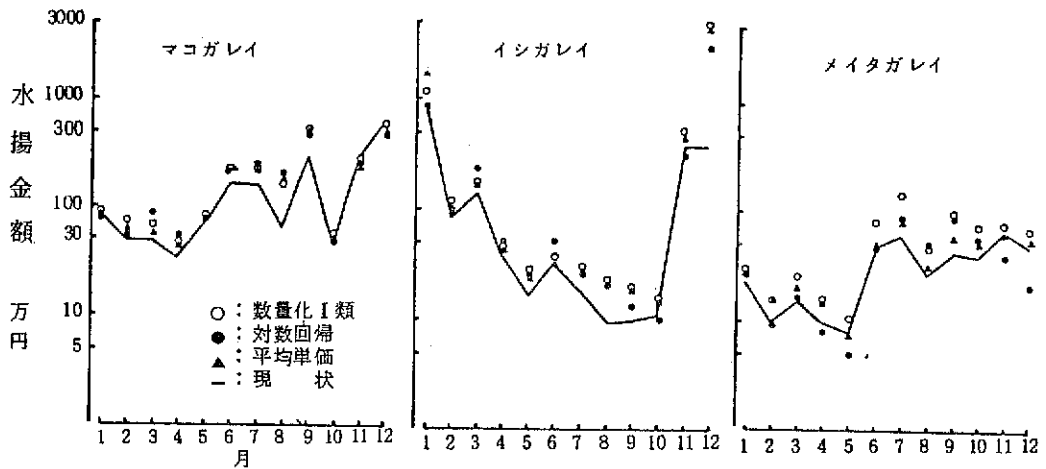


図9 3方法による水揚金額の計算における検討結果

表5 漁業管理操作因子番号と操作範囲(内容)

管理操作因子番号	管理操作内容(範囲)		内容
		11	複合: クルマエビ区+8・9月(小底2種)
01	減船10%	12	複合: ガザミ区+7月(小底2種)
02	減船20%	13	複合: ガザミ区+8月(小底2種)
03	減船30%	14	複合: ガザミ区+7・8月(小底2種)
04	禁漁区: 小底2種(クルマエビ区)	15	網目: 14節
05	禁漁区: 小底3種(ガザミ区)	16	網目: 16節
06	禁漁期: 9月(小底2種)	17	体長: マコガレイ: 全長12cm
07	禁漁期: 11月(小底3種)	18	体長: イシガレイ: 全長12cm
08	禁漁期: 9月(小底2種)+11月(小底3種)	19	体長: メイタガレイ: 全長12cm
09	複合: クルマエビ区+8月(小底2種)	20	体長: クルマエビ: 体長10cm
10	複合: クルマエビ区+9月(小底2種)	21	種苗放流: クルマエビ, ガザミ

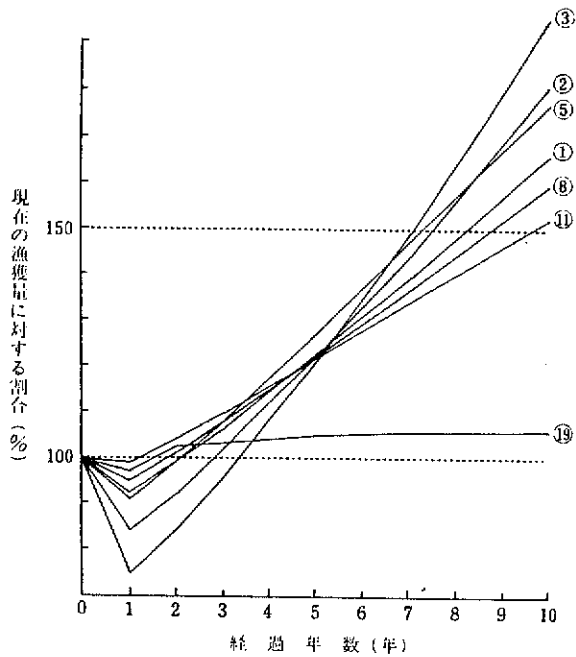


図10 カレイ類の予想漁獲量の経年変化

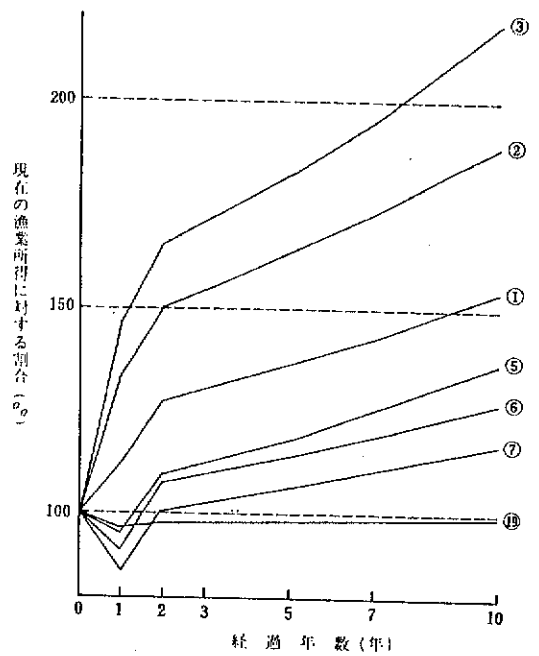
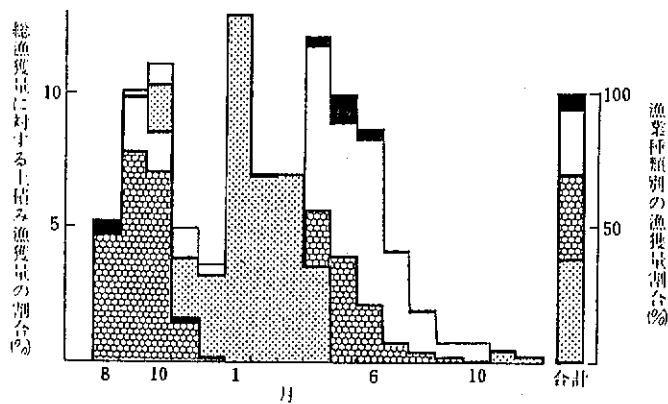


図11 9魚種を基準とした予想漁業所得の経年変化



黒: 定置網, 亀甲: 刺し網, 白: 小底2種, 斑点: 小底3種

図12 クルマエビの種苗添加による漁業種類別予想上積み漁獲量割合の月変化

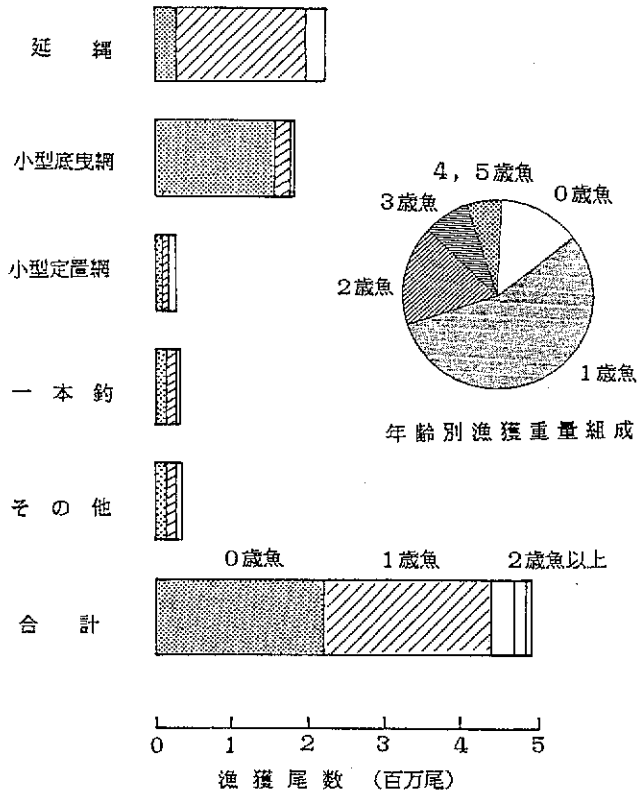


図13 漁業種類別年齢別トラフゲ漁獲尾数と年齢別漁獲重量の推定値 (昭和62年)

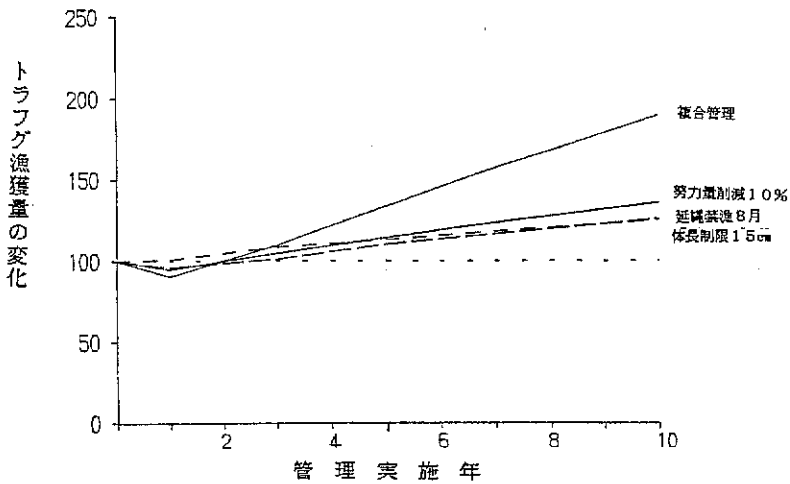


図14 漁業管理を実施した場合のプロック全体のトラフゲ漁獲量の変化 (管理を実施しない場合のトラフゲ漁獲量に対する比率)

伊勢湾のイカナゴの資源管理

船越茂雄（愛知県水産試験場尾張分場）

はじめに

沿岸漁業は、現在、資源管理型漁業の方向でさまざまな取り組みが行われている。その多くは漁業者自身の自然発生的自主的取り組みである。現実が先行し、理論が後を追っている。資源管理の理論はたくさんあるが、多くのものは実践的でなく、単なる研究で終わっている場合が多い。理論を組立て現場に持ち込むのではなく、現場に即した理論を組立てる努力が必要である。資源管理型漁業を実践することは簡単ではない。漁業形態、漁業規模の異なる漁業者は利害関係も異なるので、それらを解決しなければ資源管理型漁業は実現しない。また、複数の漁協や複数の県にまたがるような広域的な分布、回遊を行う魚種では利害関係の調整が困難な場合も多い。そして何よりもまず漁業者の意欲、自主性がなければ資源管理型漁業は実現しない。漁業者のやろうという自主性さえあれば、わかりやすい明確な目標を設定し、それを理論づけ、討議を重ね、実践していくことは十分可能である。この報告ではイカナゴの資源管理型漁業のとりくみについて紹介する。

1. イカナゴの生態と資源管理のポイント

1) 生態

イカナゴは北西の季節風が吹く寒い時期に生まれる魚である。伊勢・三河湾、渥美外海で漁獲されるイカナゴは、この海域で再生産を行う1つの独立した海域固有の資源である。

12月から1月にかけて伊勢湾口域の産卵場でふ化した仔魚は、北西風（季節風）によって分散されながら、潮流に乗って湾奥に運ばれていく。この時期の主な餌料生物は、かいあし類、枝角類などのプランクトンである。2月下旬から3月上旬に全長3cm前後になると漁獲対象となる。シラス漁の盛期は、全長が4-5cmまでで、それより大きくなると、ハマチ、マダイなどの養殖用の餌となり、価格も低下する。しかし、イカナゴはモジャコなどの幼魚の餌付けなどに不可欠なので根強い需要があり、価格は底支え価格というある水準で落ちつく。成長とともに分布水深は次第に深くなる。漁業者は網をねらった深度に入れるため曳き網の長さを調節して大小のイカナゴを選択的に漁獲する。

湾内で成長しながら索餌期を過ぎた未成魚は、湾奥から次第に湾口へ移動し、水温が約20℃を越える6-7月頃に海底の砂れきに潜り夏眠という特異な生活に入る。夏眠場所は、ある範囲の粒度組成をもった砂れきの分布する海域であり、夏期の最低水温が24-25℃以下であることが必要である。このような場所は少なく、現在では伊勢湾口域から渥美外海沿岸に限られている。夏眠中の生態は、まだほんの一部しかわかっていないが、飼育実験によれば、夏眠中には何も餌を食べずに夏眠前に蓄えたエネルギーで生きている。夏眠前の栄養状態や夏眠中の生残率は、夏眠後の成熟や産卵数、卵質を通じて翌年の当歳魚発生量に大きな影

響をおよぼす。水温17-18℃以下となる12月に入ると、夏眠から醒め、水温15℃以下で産卵する。イカナゴの産卵、索餌、夏眠、回遊について図1にまとめた。

2) 漁業の概要

伊勢・三河湾は東北海域、瀬戸内海とともに日本におけるイカナゴの主要な生産地である。この海域のイカナゴは、愛知県、三重県の両県漁業者によって利用されている。いかなご漁業は知事許可漁業であり、主漁場である伊勢湾は両県の入会漁場である。

愛知県には、いかなご船びき網漁業、いわし・いかなご船びき網漁業(地方名、ばっち網漁業)がある。また、三重県には、いかなご船びき網漁業、ばっち網漁業、伊勢湾口いかなご船びき網漁業、親いかなご船びき網漁業がある。これらは漁船トン数、漁期、漁獲対象サイズ(目合)などによって区別されている。愛知県では昭和30年代半ばまでは、ばっち網漁業がいかなご漁業の中心だったが、昭和30年代末からはイワシ類シラスを漁獲対象とするしらす漁業が本格的に参入し中心勢力となっていった。いかなご漁業と許可隻数、出漁港、水揚港などを図2に示す。許可隻数の合計は愛知県が466隻、三重県が444隻にもなる。操業に際しては2隻の網船が一組みとなり網をひく。毎年の水揚金額は、愛知県が5-14億円、三重県が6-12億円で、合計すると11-26億円となる。注目されるのは実にこのうちの90%以上が3月のシラス期の2週間前後で水揚げされることである。それゆえ、いかなご漁業は短期決戦型で非常に効率の良い漁業だと言える。

漁獲対象は、1-2月が親魚(通称ボーコウナゴ)、2-3月が当歳魚のイカナゴシラス、4-6月が当歳魚の未成魚である。イカナゴは浮袋がないので、イワシ類シラスに比べると魚群探知機に映りにくい。したがって同じ濃度の記録であればイカナゴの方がはるかに漁獲量が期待できる。

両県のイカナゴ漁船の出漁港と水揚港は図2に示すように湾内一円に広がっている。主要な水揚港は、愛知県では篠島、師崎、豊浜、大浜、三重県では、白子、河芸である。イカナゴシラスは主に干し、釜揚げ、未成魚は養殖用餌料として出荷される。また、産卵後のボーコウナゴは、主に伊勢湾口域の神島、答志島の漁船によって漁獲され、釜揚げとして出荷される(図3)。

3) 資源管理型漁業へのきっかけ

漁獲量の変動は激しい。昭和49年には29,000トンを記録したが、昭和57年にはわずか1,000トンにまで激減している。昭和53年以前を豊漁期とすれば、昭和53-57年は極端な不漁期で、昭和58年以後は再び増加し、比較的安定している(図4)。昭和53-57年の長期におよんだ不漁は漁業経営に深刻な打撃を与え、多くの漁業者は資源管理の必要性を身をもって学んだ。

毎年の環境条件の変化が資源量の変動を引き起こすことは自然現象としてやむを得ないとしても、過当競争と過剰投資のくり返しにより漁獲性能が年々向上してきたのは明かであり、昔からの習慣で魚群探知機に映った魚は無主物の原則か

らしてすべて漁獲するのが当たり前の風潮の中では、明らかに獲りすぎと思われる状況が生まれていた。漁期末になるとほとんど魚群探知機に記録が出ないほどに獲りつくしていた。こうした乱獲状態に黒潮大蛇行という悪条件が重なりイカナゴ資源は激減した。資源管理にたいする漁業者の自主性はこのような体験から芽生えてきた。

資源を回復させるには親を獲らずに保護しなければならないことは漁業者であれば誰もが知っている。資源管理型漁業の原点もここにある。しかし、皆がいっせいにやらなければ長続きせず効果も出ない。自由競争の下ではこれがなかなかできない。こうしたルールづくりが結局資源管理型漁業であろう。しかし、不漁時代に入った昭和54年頃から1-2月の親魚漁（通称ボコウナゴ漁）を自主的に禁止ないしは規制する動きが漁業者の中から出てきた。少なくとも愛知県ではこれ以降親魚の漁獲を止めている。こうした努力によって昭和57年頃からイカナゴ資源は増加傾向に転じ、現在ではほぼ平年並の水準にまで回復している。

2. 資源管理目標と漁業管理の方法

1) 資源管理上重要な2つの問題

イカナゴの生態からみて、資源管理上特に重視しなければならない点が2つある。1つは、産卵場が伊勢湾口付近のきわめて狭い海域に形成され、産卵盛期も1週間程度と短いことから、産卵期の親魚の保護には特別注意を払う必要がある。2つ目は、翌年の安定した当歳魚発生量を確保するために翌年の親となる一定数の当歳魚を残して漁期を終わらせる必要がある。

2) 漁業管理の方法

イカナゴ資源は愛知県、三重県漁業者によって利用されているが、両県の漁業形態が異なるために資源管理をめぐる根深い対立がある。漁業形態の違いとは、年間の兼業形態の違いのことをさす。愛知県ではイカナゴシラス漁が終わると4月から遠州灘のイワシシラス漁に操業転換する。三重県でも湾口域の神島、答志島の漁業者は愛知県と同様な操業形態をとっている。しかし、湾奥の磯津地区を代表とする多くの漁業者は、むかしからイカナゴシラス漁に引き続きイカナゴ未成魚を対象に操業を続け、7月頃から始まるカタクチイワシ、マイワシ当歳魚漁へとつないできた。これに対応してイカナゴ未成魚の流通が発展してきたことは言うまでもない。根深い対立とは、イカナゴシラス漁の次に行う漁業が、愛知県ではイワシシラス漁であるのに対して、三重県ではイカナゴ未成魚漁であるという点である。漁業の歴史の大きな流れでみると、未成魚対象のばっち網漁業が次第に衰退し、途中から参入したシラス対象の船びき網漁業が大きな勢力となってきた経緯がある。これに対応して漁獲のウエイトも未成魚からシラスへと変化し、未成魚対象の漁期は短縮してきている。しかも愛知県の中心勢力は船びき網漁業者であるのに対して三重県ではばっち網漁業者が中心勢力となっている。さらに問題を複雑にしているのは、愛知県の船びき網漁業が遠州灘や伊勢湾口において4月から獲るイワシシラスが、実は三重県のばっち網漁業者が7月から獲る未成魚につながっていくと一般に考えられていることである。いわゆる「先獲り後獲

り」の問題である。漁業は地先の魚の生態に対応して成立、発展してきた。「先獲り後獲り」の問題もこのような中で発生してきた。そして近年の漁船数の増加、漁獲性能の向上が、この問題を今日より深刻なものとしている。このようにイカナゴ、イワシ類ともに「先獲り後獲り」の問題がからみ、イカナゴの資源利用を複雑にしている（図5）。以上の内容を背景としてイカナゴ資源の管理をめぐっては次の2つの問題の解決が望まれる。

①「毎年の加入資源から各々の県の漁業が最大の付加価値を得るための操業方法」である。愛知県ではイカナゴシラス漁に続いてイワシ類シラス漁を行なうので、イカナゴは価格の高いシラス期に短期間に集中して獲るのが効率的である。愛知県の漁業者はこれが資源の有効利用だと考えている。

一方、三重県はイワシ類シラス対象の漁業がないために、イカナゴシラスだけでなく、それらが成長した未成魚も漁獲したい。そのためイカナゴの漁期は長いほどよく、価格よりも成長を待って重量で水揚金額を増加させようとしてきた。言い替えれば愛知県のイカナゴ漁業は「価格重視型」、三重県のイカナゴ漁業は「水揚量重視型」である。しかし、こうした漁業形態の違いはあるものの「どのサイズで解禁をするか」については、現在ではほとんど合意ができていく（全長35mm前後）。

②「安定した資源の再生産を維持していくために最低限保護しなければならない親魚尾数はどれくらいか？」という問題である。この問題が両県の間で最終的に解決を要する最も重要な問題である。親魚の保護に関しては両県漁業者とも全く異論はないが、イカナゴ漁を長期間にわたって持続したい三重県漁業者に対して愛知県漁業者はこれを獲りすぎとみなし早期終漁を要望している。このため双方が納得できる「終漁日決定のルールづくり」が望まれている。以上の課題を解決するために次に述べるイカナゴ漁業管理モデルの開発を行っている。

愛知県、三重県のイカナゴ漁業の概要と現在の管理の状況を図6にまとめた。

3. 資源管理の理論とイカナゴ漁業管理モデルの開発

現在、資源管理型漁業は国の水産行政の重要な施策となっている。これを受けて水産庁はいろいろな事業を組み資源管理型漁業のソフト、ハードの開発、支援を行なっている。イカナゴの資源管理型漁業の研究もこれら事業によって大きな進展をとげ、この事業においてイカナゴ漁業管理モデルも開発してきた。資源管理型漁業のソフトづくりでは、これまでの資源理論、漁業理論、漁業経済理論を有機的に結合させながらモデルを開発してきた。

イカナゴ漁業管理モデルは、イカナゴの資源管理型漁業を実践していく際、漁業者の意識を高め全体のイメージを理解してもらうのにたいへん役に立った。

愛知県、三重県漁業者の解禁日の話し合いの歴史は古い。しかし、操業秩序の安定が長い間の目標であったので、資源管理型漁業を目指したものではなかった。しかし、この慣習が現在の資源管理型漁業の話し合いのベースとなってきた。前述したように漁業形態の違いが背景にあるために、この話し合いでは意見の一致をみることは少なく、両県の主張を足して2で割る式の妥協がはかられてきた。

イカナゴ漁業管理モデルでは、この問題を、資源量、イカナゴの成長、魚体の大きさと価格の関係、操業経費などをもとに解禁日別予想漁獲量、予想水揚金額、予想漁業利益などを計算することで解決を試みた。

一方、終漁日決定の問題は、従来、リッカーの再生産式から予想される当歳魚最大発生量に対応した約10億尾の親魚を残すことを目安に組み立ててきたが、最近の研究でイカナゴの発生メカニズムがわかってきたので、後述するように確率予報に切り替えつつある。

イカナゴ漁業管理モデルの簡単な流れを図7に示した。

4. 資源管理型漁業の実践

1) 産卵親魚の管理

愛知県では前述したように昭和53年頃からボコウナゴと呼ばれる親魚の漁獲を漁業者は自主的に止めてしまった。現在では三重県の神島、答志島の親いかなご船びき網漁業、伊勢湾口いかなご船びき網漁業などで漁獲されているにすぎない。漁場を図8に示す。これら漁業はいずれも1月上旬から操業が許可されているが、毎年、試験びきを行い産卵が終わったことを確認ののち操業を始めるように指導している。産卵のチェックには、三重県と愛知県の水産試験場の研究員が立会い、卵巢の重量、成熟状態を観察する。これには愛知県の漁業者代表も立ち会う。産卵についての生物学的・組織学的判定方法にまだ検討の余地はあるが、これによって現在では産卵前の親魚を漁獲する心配はほとんどなくなった。

2) 解禁日の決定と解禁

伊勢湾の解禁日決定の手順はかなりルール化されてきた。200カ統以上の漁船がいっせいに漁する日を決めるのであるから失敗は許されない。失敗すれば大きな経済的損失を招くからである。愛知県に限っても3月のイカナゴシラス水揚金額には5億円から14億円もの変動がある。魚体が小さ過ぎれば、たとえ魚価は高くとも漁獲量は伸びず短期間のうちに獲りつくしてしまうし、逆に魚体が大き過ぎれば、漁獲量は伸びるものの魚価が安いために全体として水揚金額は伸びないからである。したがって、どのような状況での解禁が最適であるかは漁業者にとって感覚的には理解できる。しかし「魚価×水揚量」の組み合わせの最大値を実現する日を決めるとなると感覚的に簡単には決まらない。この計算には資源量の推定値、成長速度、価格の最低3つのパラメータが必要である。

資源量は調査船によって仔魚採集調査を行い推定している。具体的には、伊勢・三河湾、渥美外海の広い海域に調査点を設け(図9)、ボンゴネットを海水中で斜めに曳いてイカナゴ仔魚を採集する。この調査から得られる仔魚の平均採集密度は別の解析方法から推定した当歳魚の発生量と一定の関係があることが知られているので、これによって当歳魚発生量を推定する(図10)。この調査からはイカナゴの体長についてのデータも入手でき、成長速度の推定にも役立つ。ボンゴネットでは全長10mm以上の仔魚は採集されないので体長、10mm以上の成長速度のデータは漁業者が行う試験びきから入手する。

価格の予測はむずかしいテーマである。イカナゴの価格は需給関係などとも

に、魚の大きさ、そのバラツキ、色、他の生物の混入など質的側面によっても影響を受ける。しかし、価格の予測ができないと解禁日別の水揚金額など最適解禁日の予想に必要な計算ができない。そこで価格の予測はこれまでの研究から3つの方法で対応している。通常は過去のデータから得られた経験式を高値型、平年型、低値型と3つに類型化して使う(図11)。どんな年もこの3つのうちのどれかに近くなるので、仲買人、加工業者の話など種々の情報から判断して選択する。価格は体長が大きくなるにしたがって下がるが、体長6cmあたりで安定する。これを底支え価格と言う。価格が体長によって影響されるのは、漁獲物の仕向、用途が体長に対応して釜揚げ、干し、佃煮、餌さなどと変わるためである。伊勢湾のイカナゴ価格は特に大阪湾、播磨灘のイカナゴ価格と競合する。

解禁日はいろいろな調査結果、計算結果をもとにして総合的に判断され決定される。愛知県、三重県の解禁日案は両県の話し合いで最終的に調整され決定される。これには愛知県、三重県漁業者、水産試験場担当者、行政(調整)担当者が参加する。条件を変えて計算したモデルによる解禁日別予想水揚金額の出力例を図12に示した。解禁日別予想水揚金額のパターンは成長速度、価格、漁獲努力量によって変化する。

解禁日には愛知県、三重県のイカナゴ漁船約200カ統、600隻余りがいっせいに漁場は湾内に広がる(図8)。イカナゴ漁は、解禁後の2-3日で勝負がつく短期決戦型となることが多いので全船必死に魚群探索を行いながら操業する。最近では、1日500万円以上も水揚げする船もある。漁獲物は鮮度が落ちないうちに運搬船で港までピストン輸送する。早朝に獲った魚の方が赤腹にならないので価格は良い。赤腹とは餌さのプランクトンであるかいあし類などが消化管の中で赤く見えることを言い、製品にしたときの印象がわるいので安くなる。イカナゴは日中ほど餌さを食べるので赤腹も多くなる。また、人札の順番が早いほど価格は高くなる傾向があるので、運搬船のスピード競争も激しい。

3) 終漁日の協議

「何尾のイカナゴを残して漁を打ち切るか」という終漁日決定の問題は、イカナゴの資源管理型漁業にとって最もむずかしい問題である。これまではリッカーの再生産式から予想される当歳魚最大発生量に対応する約10億尾の親魚を残すことを提案してきた。そのために出漁日ごとの漁獲統計からディルーリの方法によって初期資源尾数を算出し、それから当日までの漁獲尾数を差し引くことによって残存資源尾数をもとめるというモニタリングを出漁日ごとに行っている(図13)。過去のデータの分布からみると、約10億尾の親魚を残すことが翌年最大の当歳魚発生量を生み出す確率が高いと考えられる。そこで残存資源尾数が10億尾になった時点を終漁の目安とし、さらに再生産曲線の傾きが急になり再生産関係が不安定となる残存資源尾数約4億尾(最大加入量のほぼ1/3の水準に対応)を終漁日のリミットと考えてきた(図14)。再生産関係は単なる資源研究だけでは解明されないし、実際、再現性のある再生産関係が存在するかどうか疑問である。漁業活動を通して実際にあるレベルの魚を残して翌年の結果を分析してみるという試行錯誤も必要である。しかし最近の研究によってイカナゴ

当歳魚発生量が初期減耗の大きさによって大きな影響を受けていることがわかってきた。すなわちイカナゴ当歳魚発生量にとって重要な要素はふ化時の餌さ条件である。この結果は終漁日決定に貴重な判断材料を提供する。

図15にみるように、産卵場付近のマクロプランクトン個体数と当歳魚の生残率の目安となる〔当歳魚発生尾数/親の尾数〕の関係はほぼ直線上にのる(柳橋,未発表)。マクロプランクトン個体数の80%以上はかいあし類である。ただし、このデータはタイミングよくとられたものでなければならない。我々が全湾調査と呼ぶふ化仔魚が湾口域から湾内に向けて広く分散する時期の調査から得られたものでなければならない。マクロプランクトン個体数はふ化仔魚の餌さの豊度の目安と考えられるので、このことは当歳魚の生残率が、ふ化時の餌さ条件で決まることを示している。平成2年の生残率はとくに悪かったが、平成3年の生残率はとくに良かった。両年の生残率には48倍もの差があり、初期減耗が当歳魚発生量の変動の主要な原因であることを示している。ただし注意しなければならないのは、図15の縦軸は生残率の目安として、親の尾数にたいする当歳魚発生尾数をとっているもので、いくら生残率が良くても分母が大きくなければならないこと、すなわちある程度の親が残っていなければならないことである。

以上のイカナゴ当歳魚発生量の変動のしくみをもう少し詳しく説明すると次のようになる。イカナゴの夏眠場所の中心は伊良湖水道の少し沖、渥美外海出山沖の水深15-20mの粒径1-2mmの荒い砂のある場所である。夏眠中はほとんど餌さを食べない。飼育実験によれば夏眠前に十分に餌さを食べ夏眠に入ったイカナゴは夏眠中にはほとんど死なない。12月頃、水温が15℃を切ると卵の成熟がすすみ夏眠場所付近で産卵する。卵は海底の砂に付着しふ化を待つ。流れの複雑な環境下で無効分散による自然死亡を避ける意味でも卵が沈性粘着卵であることはきわめて適応的意義のあることである。水温約13℃でふ化所要時間は14日である(井上他,1967)。問題なのはこの時の環境である。図16のように湾内系水が産卵場をおおう場合は餌さ条件が良く(「豊漁型」)、逆に沖合水が産卵場をおおう場合には餌さ条件は悪い(「不漁型」)。沖合水の中の餌さの量は湾内系水にくらべ1/5から1/10と少ないのである。黒潮が大蛇行したりすると沖合水の勢力が強くなりイカナゴの発生にとっては不利になる。また、こうした海況時には沖合に流され死亡する個体も少なくない(無効分散)。昭和53年や平成2年のイカナゴ新仔発生量の急減は、いずれもこうした黒潮大蛇行とよく対応して起こっている。昭和53年当時は乱獲によって親の尾数も少なかったので、生残率の低下とあいまってとくに急激に減少したと考えられる。

伊勢湾のイカナゴ漁業では、資源研究の成果が漁業管理に直接寄与する状況が生まれているので、以上の資源研究の成果は、現在、愛知県と三重県漁業者の間で最も問題となっている終漁日決定にたいして貴重な判断材料を提供する。

図17は当歳魚の漁期末の獲り残し尾数(翌年の親の尾数)と翌年の当歳魚発生尾数の関係を示したものである。3本の直線があるが、これはとくに生残り条件がよい場合、平均の場合、とくに悪い場合の3つの関係を示す。最近の知見をもとにして、1964年から1991までの28年間の黒潮流路などを分類し発生頻度を推定すると、各々16.7%、70.8%、12.5%となる。この数字は毎年新しい情報が追

加されることによって更新されていく。

3つの場合を説明すると次のとおりである。

- (1) とくに生き残りが良い場合には、約70倍もの新仔の発生が期待できるので、たった3億の親からでも200億尾以上もの新仔が発生する（平成3年の例）。
- (2) 平均的場合には親の尾数の15倍程度の新仔発生量が期待でき、13億の親で約200億尾の新仔が発生する。
- (3) とくに悪い場合には、親の尾数の2倍程度しか新仔の発生量が期待できないので、たとえ20億、30億尾残しても100億尾以下の発生にしかならず不漁年となってしまう。このような場合は自然相手のことで手の打ちようがないのであきらめるしかない（平成2年の例）。

それでは我々はどのような選択をすればよいのであろうか。それにはまず最低何尾の新仔の発生を目標にするかを決めなければならない。平成3年の新仔発生尾数は約200億尾で両県ともほぼ満足のいく水揚金額を達成した。過去の経験では200億尾以下ではなかなか良い成績が残せない。そこで最低200億尾の新仔発生尾数を目標とする。その場合何尾の親を残せばよいであろうか。

この場合2つの選択が可能である。

- ① 第1の選択は、生き残り条件がとくに良いタイプに期待して冒険をしてみることである。これは16.7%の確率だが、3億のきわめて少ない親からでも十分200億尾の目標は達成できる。したがって満足ゆくまで操業を続け、かなり終漁期を遅らせることができる。
- ② 第2の選択は、生き残り条件が平均的なタイプに期待することである。これは70.8%の確率で起こる。この場合、200億尾の目標を達成するためには約13億の親を残せばよい。

どれを選択するかは漁業者自身の判断によるが、できれば70.8%の確率を選択し、最低10億尾は残してほしい。漁業はギャンブルではないのだから、安定生産を期待するほうが賢明な選択であろう。これは従来リッカー型再生産曲線をもとにして提案していた数字と一致する。違うのは当歳魚の発生メカニズムの上にならって、天気予報のような確率予報のかたちにしたことである。漁期末に残存尾数が10億尾に近づいたら、来年に期待して、ぜひ終漁日の話し合いに入ってもらいたい、と漁業者には説明している。

なお、解禁日決定、終漁日決定の一連の経過を表1にまとめた。

5. 漁業管理の成果と提起された問題

1) 漁業管理の成果

イカナゴの漁業管理が本格的に始まってからは、少なくとも解禁日決定の失敗はなくなった。資源管理がすすみ水揚金額も比較的高い水準で安定してきている。資源管理についての漁業者の意識は深まり事態は望ましい方向に動きだしている。我々の調査・研究にもとづく現状分析、予測と現実の推移を見て、漁業者の多くは

現在の資源管理の方向に期待と信頼をよせつつある。

2) 漁業管理と漁業許可

漁業者が自分達で決めお互いに厳しく守り行動していくことを「とも詮議」と呼んでいる。とも詮議の決定はある場合には法律よりも効力が強い。とも詮議で決定された漁業管理の内容は、漁業許可の内容を制限することにもなる。漁業許可で決められた漁期内でも、とも詮議で決定された内容によってしばらく操業できない状況も生まれてくる。したがって、このような決定は民主的な手続きの下で行われなければならない。少なくとも自主的判断で操業を中止しなければ、誰も法的には強制できない。イカナゴ漁業では、知事から個人に対して許可が与えられるので、許可範囲内であれば操業の自由は個人にある。しかし、これでは資源の管理などできなくなる。それゆえに資源管理型漁業では誰もが納得できる資源論なり現状分析が必要であり、それにもとずいた漁業管理のルールづくりが不可欠である。イカナゴ漁業のような知事許可漁業でしかも広域的な回遊をする魚種を対象とした漁業の管理では、所属の異なる多数の漁船の人会操業の管理が問題となる。すなわち、一つの漁協の範囲を越え、さらには複数の県の間利害関係の調整が必要となる。共同漁業権内で行なわれるアワビ、サザエなどの磯根資源対象の漁業では、管理主体が一つの漁協であることが多いので、問題ははるかに単純である。移動の少ない磯根資源の管理が先行してきた理由である。

現在、利害調整の窓口は、愛知県では「愛知県シラス・イカナゴ船曳組合連合会」と「愛知県ばっち網漁業者組合」が、三重県では「三重県ばっち網協同組合」と「三重県船びき網協同組合」があたっている。これら漁業者代表の決定には内部的には意見の違いはあっても全員が従っている。日本では漁業権、漁業調整規則などの法律的内容はきわめて複雑である。一口に漁業秩序の再編といっても簡単にできるものではない。これらに手をつけてから漁業管理を行おうとすれば行き詰まってしまうであろう。しかし、「とも詮議」にもとづく漁業管理のとりくみは、これら現実の複雑なとりきめを乗り越え現実的成果を上げつつ前進している。

参考資料

- ・井上 明他(1967):イカナゴ漁業の生物学的研究,内海区水研報,25.
- ・糸川貞之(1976):伊勢湾産イカナゴの資源研究,三重県伊勢湾水試事業報告.
- ・石井克也(1986):伊勢湾産イカナゴの再生産関係と水揚金額からみたイカナゴ漁の解禁日の決定,沿岸重要資源調査成果報告書(東水研)
- ・向井良吉(1986):伊勢湾産イカナゴの分散過程について,同.
- ・愛知県・静岡県(1988,1989):漁業高度管理適正化方式開発調査事業報告書.
- ・愛知県(1990):漁業高度管理適正化方式開発調査事業最終報告書.
- ・船越茂雄(1990):イカナゴ漁業の資源管理,全国沿岸漁業振興開発協会現地研修会テキスト.
- ・船越茂雄(1991):伊勢湾のイカナゴの資源管理,(財)東京水産振興会.
- ・愛知県(1991):平成2年度広域資源培養管理推進事業報告書.
- ・三重県(1991):平成2年度広域資源培養管理推進事業報告書.

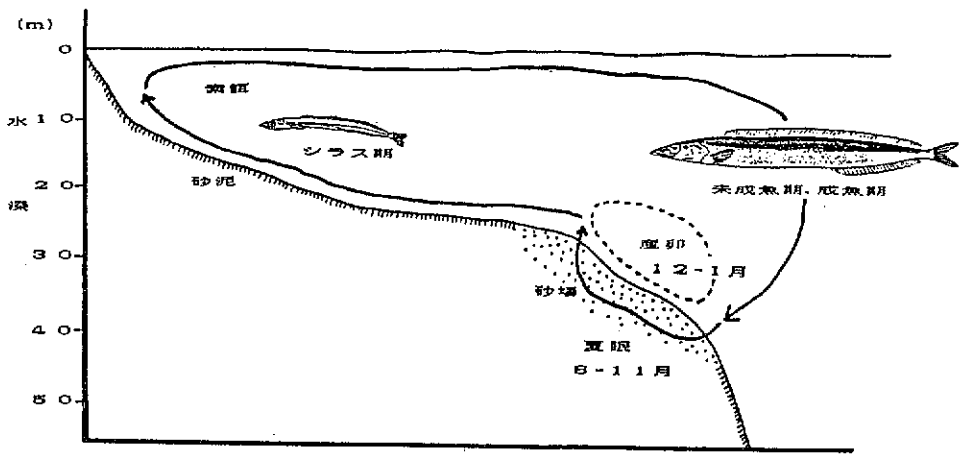


図1.イカナゴの産卵、索餌、夏眠

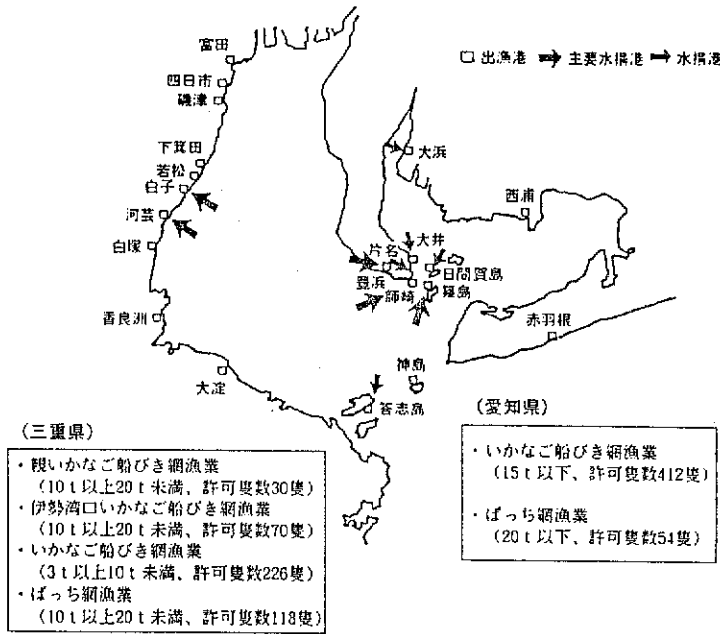


図2.イカナゴ漁業と出漁港、水揚港

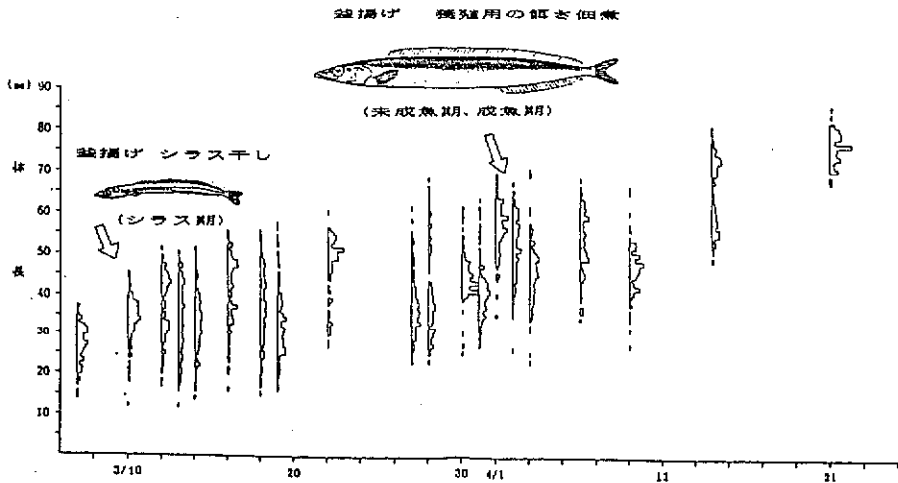


図3.イカナゴの成長と利用形態

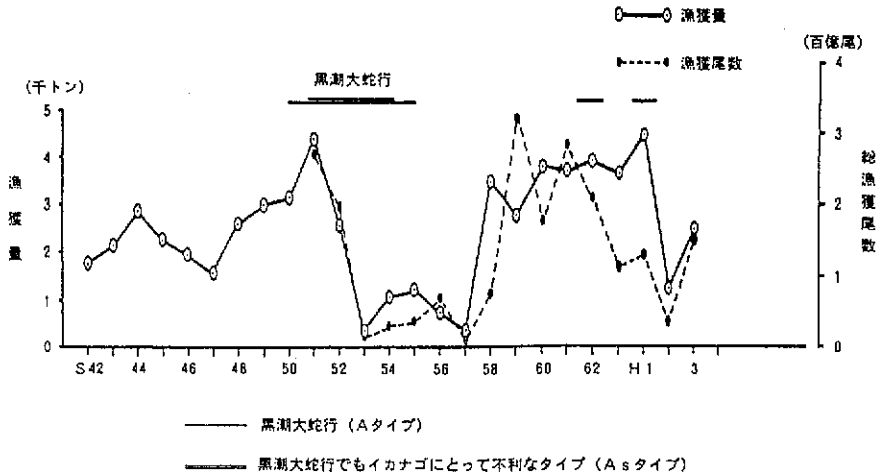


図4. 漁獲量と漁獲尾数の経年変化 (愛知県)

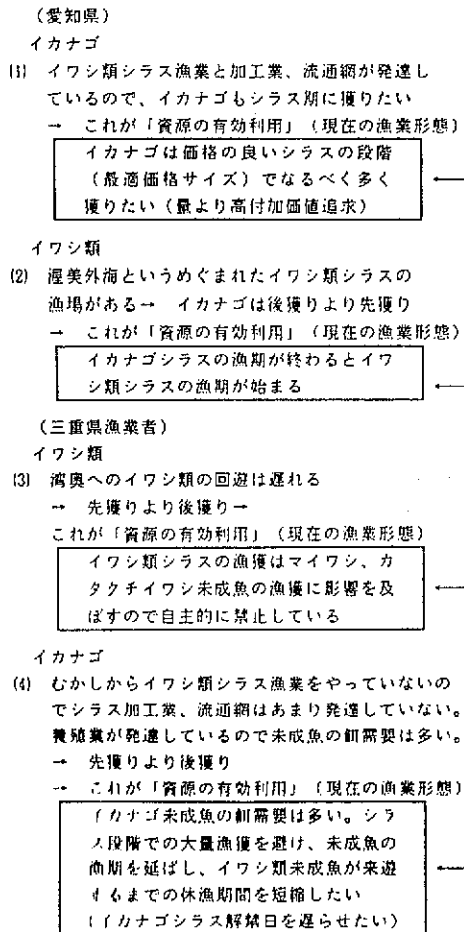


図5. 愛知県、三重県のイカナゴ資源管理の対立点と背景

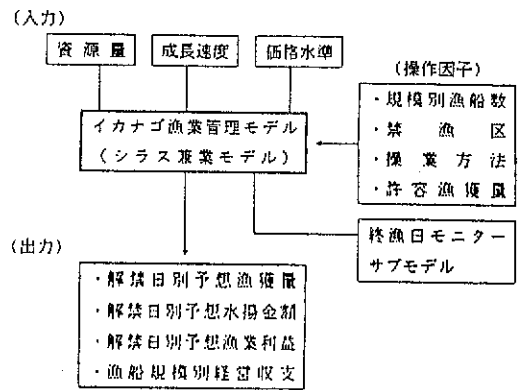


図7. イカナゴ漁業管理モデルの入出力

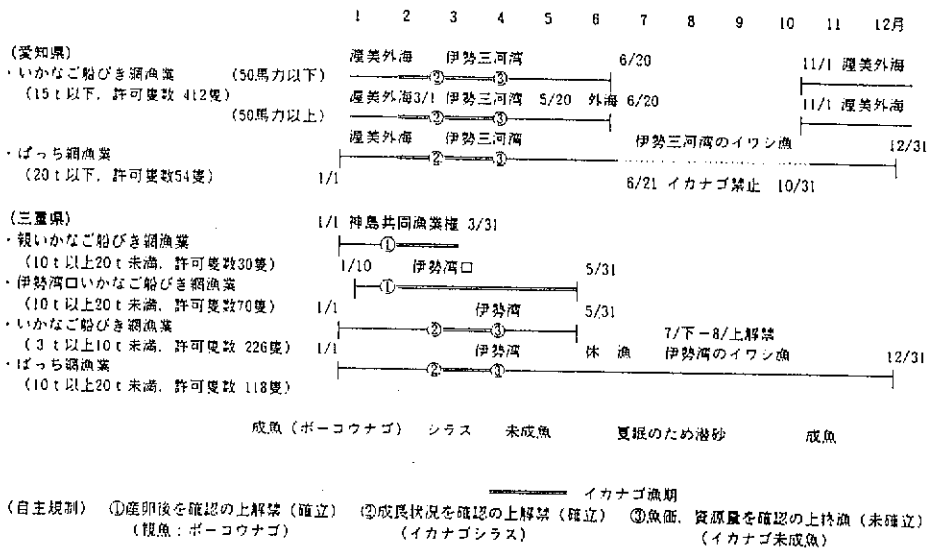


図6. 愛知県、三重県のイカナゴ漁業の概要と現在の漁業管理の状況

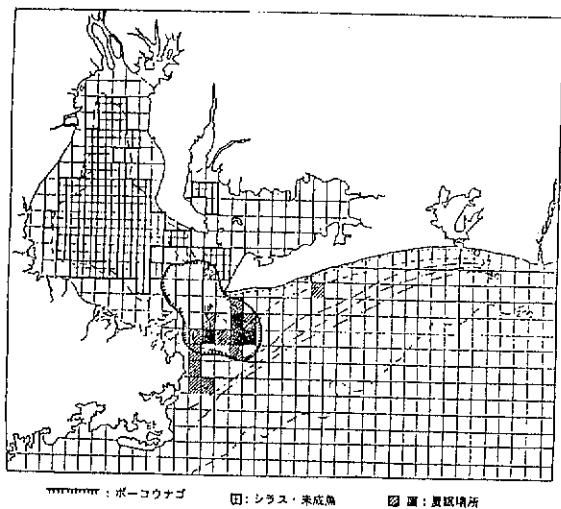


図8. 漁場

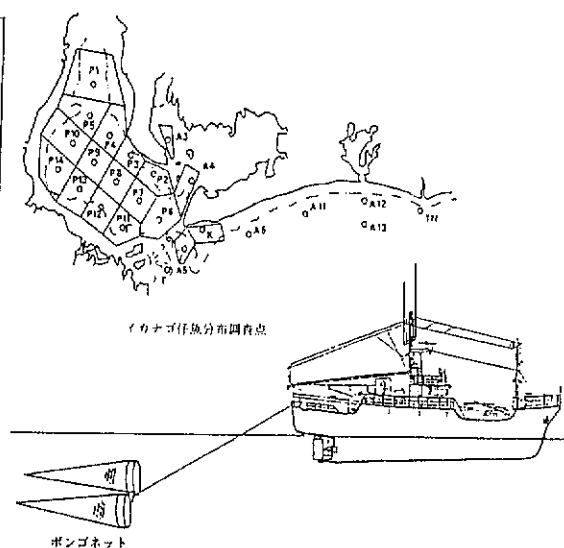


図9. イカナゴ仔魚調査海域と採集方法

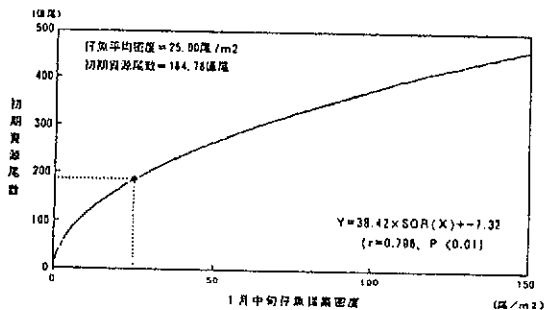


図10. 仔魚採集密度による当歳魚発生尾数の推定

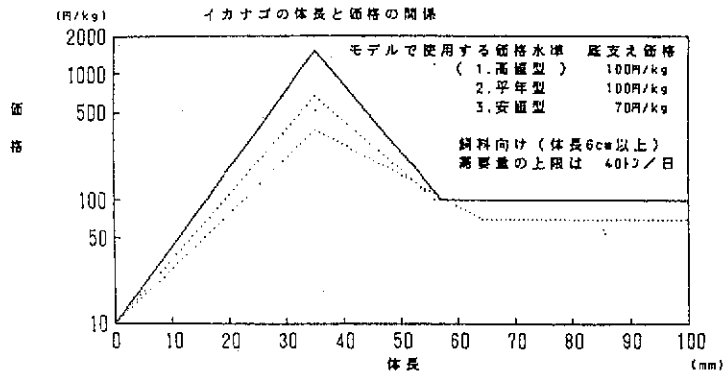


図11. 高値、平年、安値型と3つに類型化された価格式

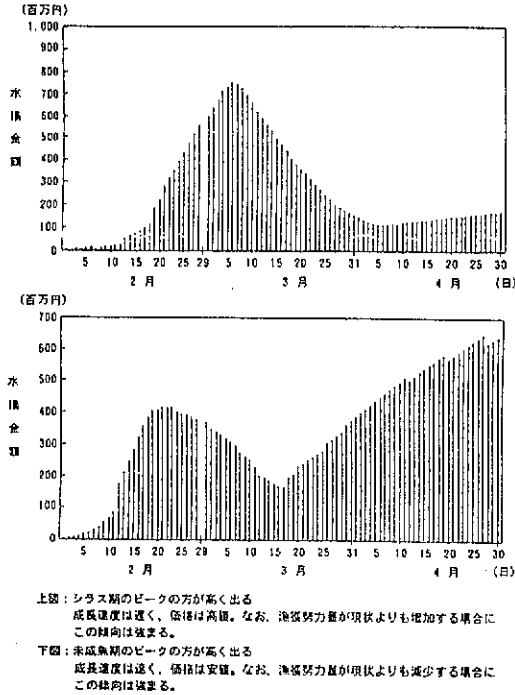


図12. 解禁日別予想水揚げ金額の試算

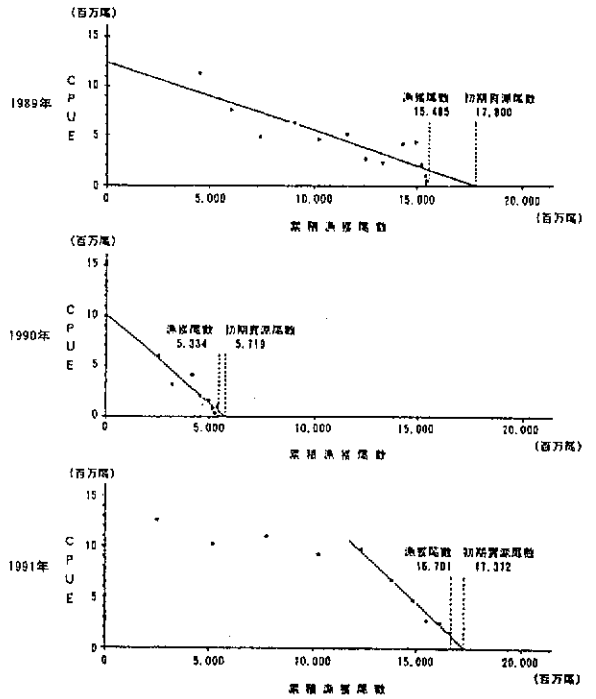


図13. 残存資源尾数のモニタリング

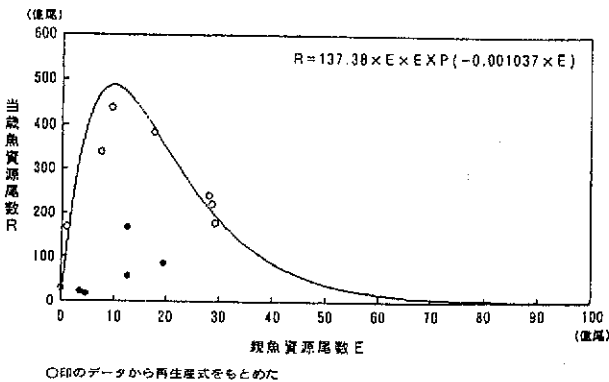


図14. 再生産曲線

当歳魚発生尾数
親の尾数

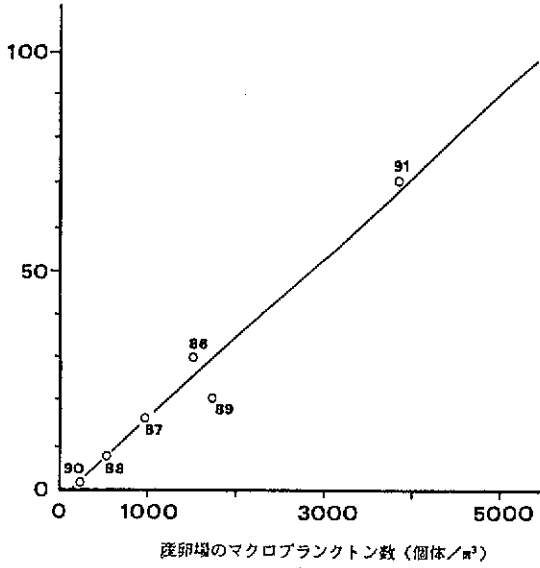


図15.産卵場のマクロプランクトン数と当歳魚生存率の関係

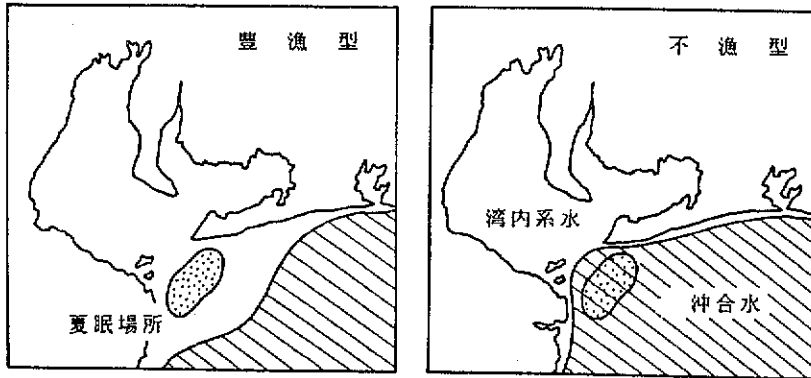


図16.豊漁型、不漁型の海況

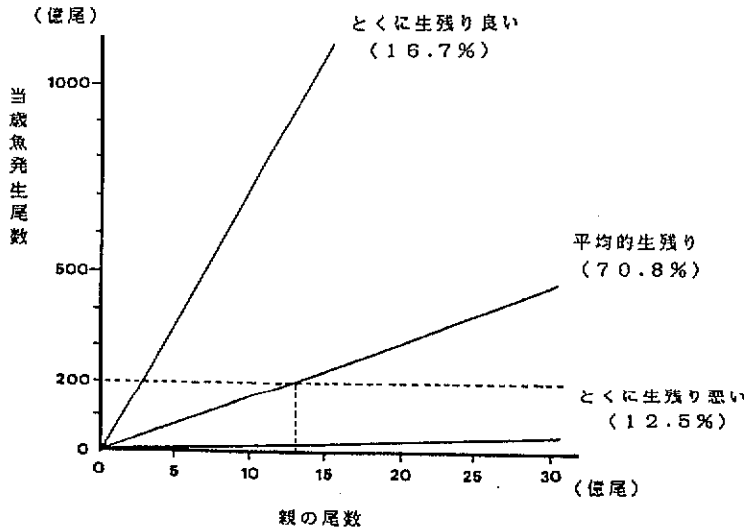


図17.親の尾数と当歳魚発生尾数の関係

表1. イカナゴ当歳魚の解禁日決定、終漁日決定の一連の経過

時期	12月下旬-1月下旬	2月上旬-中旬	2月中旬	2月中、下旬	2月下旬-3月上旬	3月下旬	
調査および協議会名	水産試験場調査船による漁期前仔魚分布調査	調査結果説明会と試験びき日の決定(資源管理の考え方、モデルの紹介)	伊勢、三河湾の解禁日協定	伊勢、三河湾の解禁日協議(名古屋、津で交互に開催)	解禁	終漁日の協議(開催場所のルール化はできていない)	
調査および協議会参加者	漁業者	愛知県水産試験場、行政(調整担当)漁業者の参加(現在では約100名参加)	愛知県漁業者(三重県もほぼ同じ日に行う)	愛知県、三重県漁業者代表、両県水試、漁業調整担当者	愛知県、三重県のイカナゴ漁船出漁	愛知県、三重県漁業者代表、両県水試	
目的	水産試験場のボンゴネット調査では全長10mm以上の仔魚が採集されないので実際の漁業で使う網を用いて仔魚の採集を行う。	資源評価、成長、分布状況を参考に伊勢三河湾内の試験びきの日程案を決める。その後、三重県漁業者代表と協議し、決定する(電話連絡など)。試験びき日程案は、仔魚調査、仮の試験びきなどで得られたデータやイカナゴ漁業管理モデルで計算された最適解禁日(価格×水揚げ量を1つの目安にして決定する)	海域別分布密度、サイズについての情報収集を行う。得られた情報をもとに再度最適解禁日について協議する(イカナゴ漁業管理モデルによる計算など)。	最大利益をもたらし解禁日の決定(価格×水揚げ量を最大にする漁獲開始日)	漁業全体としては、加入群から最大の利益を得ることを目的とする。 個別漁家としては、その年の初めての漁となるため短期間に獲り多くの魚を獲り、良いスタートをきたい。	翌年、十分な量の当歳魚の発生を確保するために一定量の親魚資源を確保する。 (現状)再生産曲線からみて10億尾の資源を確保することを提案しているが、さらに検討が必要である。	
備考	伊勢・三河湾、娯楽外海の広い海域に調査点を設け、ボンゴネットの斜めびき調査を行う。これによって当歳魚発生量、成長速度など解禁日決定のために必要な情報を収集する。	(現状) その年初めの本格的な漁業とあって、漁業者の期待は強く、早く情報を集めたいとの気持ちから「なるべく早く試験びきを行いたい」との意見が出す。	(現状) 関係漁協所属漁船による試験びき。「利益は追求しない」「あくまで調査」との方針の下に各漁協から1-2カ所の漁船を出し、試験びきを行う。	(現状) 愛知県はなるべく早く、三重県はなるべく遅く、との意見が対立する。両県が好む商品サイズは、漁業形態、流通形態、価格形成の違いを反映して異なる。	(現状) 漁船数が多いのと、イカナゴの成長速度が速いため、シラヌ期の操業日数は2週間かそれより短い。短期決戦型の操業となるために漁家の間の水揚げ額の格差はきわめて大きい。	(現状) 愛知県は4月から外海域のシラヌ漁業に操業転換するが、三重県はシラヌ漁業を自主的に禁止しているため、引続きイカナゴ成長群を確保したい。そのため強さなければならぬ買戻屋数について両県漁業者の合意ができていない。	