

海洋水産資源問題の現状と将来

Present Status and Future Problems
of Marine Product Resources

辻田時美*

摘要

海洋水産資源はFAO (Food and Agriculture Organization : 国連食糧農業機関) の世界食料問題に大きく期待されている資源であるが、バイオマス (biomass) が大きく高度回遊性の魚類集団ほどFAOの食料戦略にとっては大きな役割を果たす生物資源である。

一方では、国際管理が強く要求されるという海洋生物資源の実態から、漁業の問題として行政と水産業界の責任を問われるところである。

このような海洋水産資源には、その分布回遊動態 (distributional time - space dynamics) に多くの未知要因があり、そのために水産資源はブラックボックス的生物集団の感を強くしている。

ブラックボックスの中に行っている生物と環境の諸関係を重点において解明してゆかなければ、海洋生物資源の動的特性を明らかにすることは困難である。この資源の変動要因には、生態系の中におけるバイオマスの生産過程を環境と生物の連鎖過程 (sequential processes) としてとらえ、特に物理過程と生物過程の連結 (coupling) を見いだすことが今後の研究課題であろう。

このような海洋水産資源が内蔵している特性について2~3の例を述べ、それらの特性に関心を高めるとともに国際漁業資源としての高度回遊性魚類の資源変動の解明が強化される必要を提言したい。海洋漁業は全地球海洋の生態系が生産したバイオマスを途上国に配分する使命を持っており、水産業界は漁業者とそれぞれの生産活動の意欲のもとで人類の食料を保全し供給するという次元の高い目的をもって発展に努力すべきであろう。このような水産業こそが将来の海洋漁業の姿と思われる。

本稿は韓国水産学会 (会長 : 釜山水産大学教授 高冠瑞博士) の承認を得て転載した。

緒言

大韓民国の科学技術の躍進には大いに刮目されていますが、水産業及び水産学においてもまた同様に著しい発展がみられ、世界の注目するところでもあります。この度私は思いがけなく韓国水産学会から、1987年度秋期大会において講演するよう御招待を受けまして、大変光栄に思っています。浅学ではありますが、貴学会の御意志に深く感銘し、ここに御指示の課題について思考するところの一端を御報告致したいと思います。

*北海道大学名誉教授

1960年代には人類の危機を強調するいくつかの重要な警告が発表された。その大きな契機をなしたのは、人口現象に伴う次のような爆発的現象であった。即ち、

- I) population explosion (人口の爆発的増加)
- II) implosion (人口の爆発的都市集中)
- III) displosion (社会経済的屬性に伴う人口の異質化)
- IV) technoplosion (技術の躍進)

がよく知られている。

そしてまた、1960年代前半には人口の激増と食料不足が深刻に認識され、所謂FAO型食料危機の悲観論が提唱されたが、同じく1960年代の後半には、所謂“緑の革命 (green revolution)”又は“奇跡の米 (miracle rice)”と言われる研究開発の大プロジェクトが亜熱帯で進められたが、十分な成果が得られないまま途中で終り、依然として食料難や栄養失調が続いた。

ここで考えなければならないことは、この緑の革命だけでは人類の食料不足あるいは栄養失調の問題の解決には至らないのである。

すなわち、穀物 (炭水化物) においてはエネルギーの貯蔵は大きいが生物の生長、繁殖などに必要な蛋白質は不充分である。

このような特性から、栄養不足が原因となる人類の危機を救うには、即刻大量の蛋白質が必要とされる観点から畜産業に比較して迅速な再生産を行う動物群を対象とする漁業に対する期待が高まった。

このような認識のもとにFAOは改めて海洋水産資源の研究開発が緊急を要する、との認識に立って海洋環境の研究と水産資源の開発を地球規模に広げて推進する大きなアクションプログラムを作って、理念の現実化に努力している。

この発想は現在も貫かれていて、漁業は世界の社会、経済的底層におかれている人々を救済するためには極めて重要であると強調している (FAO, 1986. Strategy for Fisheries Management and Development, 26pp.)。この様に全地球的

規模で認識評価されるようになった海洋水産資源問題の現状を把握し、また将来を展望するためには、この海洋水産資源のバイオマスとしての特性について生態学的認識を深め、漁業を全地球的規模で評価する発想が必要と思われる。

そのためには、漁業という生産構造に深く関連している資源の生産と変動の諸過程を調査研究し、得られた情報からFAOの漁業戦略に秘められたヒューマンイズムの知的段階と国の経済を越えた次元で資源の問題を取り扱うような思考を基盤として、海洋水産資源が含んでいる開発の限界を示唆する要因を探り、またFAOの漁業戦略を支援する国家レベルの漁業将来を考える端緒を求めて、バイオマスの生産、分布変動の特性を中心に論議を進めることを試みた。

1. 海洋の生産力高低と資源生物の生産

大洋 (太平洋、大西洋、インド洋など) の生物生産力は巨視的には低緯度に低く高緯度海洋が高くなっている。

また、緯度の高低には関係なく生産力の特性は海洋構造との関係から湧昇域 (熱帯、温帯の海洋で鮮明)、大陸棚沿岸水域は基礎生産力が高いことは最近良く知られている事実であるが、海洋水産生物の生産とこれらの基礎生産力の高い海域との関連を理解するためには、海洋の生態系の中で進行している生産系の中にそれら水産生物 (資源) を構造的並びに機能的に位置付ける必要がある。即ち、栄養系の中でどの様な階層 (levelあるいはlink) に在るか、水産生物の生長段階に対応する栄養系の中の階層は生態系の中でどの様に時空的に変動するか、などの実態を明らかにしていく必要がある。

これらの生物資源の生産に関わる過程には、海洋生態系において分布回遊動態として解明が求められるべき多くの不確定要素が含まれており、海洋水産資源変動の特性がこの辺に存在する。

この様な関係の存在を理解するために、図1によって説明を試みた。

例えば、生産系 (Cushing, 1959 のモデル) の中で、各階層生物群の生産条件には上位階層に移る程、生物的要因の影響が大きく、下層物理的環境要因の作用が大きいことが知られている。このようなことから、栄養系の低位生物群 (餌生物群) に依存する水産生物資源即ち短い食物連鎖の魚類資源 (カタクチイワシ、マイワシ) のバイオマスは大きい、ということが出来る。従って、このような食物連鎖の短いカタクチイワシ、マイワシなどのバイオマスの大きい浮魚資源 (pelagic fish stock) の変動は物理環境の変動によって大きく影響されることが知られている。

海洋生態系の概念に基づいて生産力の高低を説明せんとする理論には Cushing (1959) の仮説があげられる。即ち、温帯から亜寒帯など高緯度では海洋環境に季節的変動が明瞭に起こっており、生物の生産循環過程にも季節変動が現れる。ブルーム (blooming) はその特徴を示す一つの生産現象であって、このような生産系を不均衡生産系 (unbalanced production system) と称して特徴を表し、これに対して亜熱帯、熱帯海洋の

低緯度で季節変動が小さいかあるいは殆ど見られない海洋の生産循環を定常生産系 (steady state production system) と称している。

不均衡生産系の海洋には大きなバイオマスの水産資源が生産され、この中で生活史を設定しているが、その資源の再生産とバイオマスを大きく維持するためには、その生活史戦略において大きな空間が要求され、広大な海洋を回遊分布することにより、大洋の広い範囲に漁場を形成している (例えばクロマグロ、キハダ、サンマなど)。

また、生活史の維持に必要な空間は魚類の種の進化生態学的に獲得した範囲 (生活領域) があって、これによって水産資源生物の分布回遊が決まっている。

しかしながら、バイオマスの大きな生物群の分布回遊において大きな空間を必要とする場合でも、再生産の場合あるいは有効な産卵場となっている海域は基礎生産力の高い湧昇域や沿岸水域であることは注目に値し、漁場資源変動の要因を探るための重要な課題が秘められている。

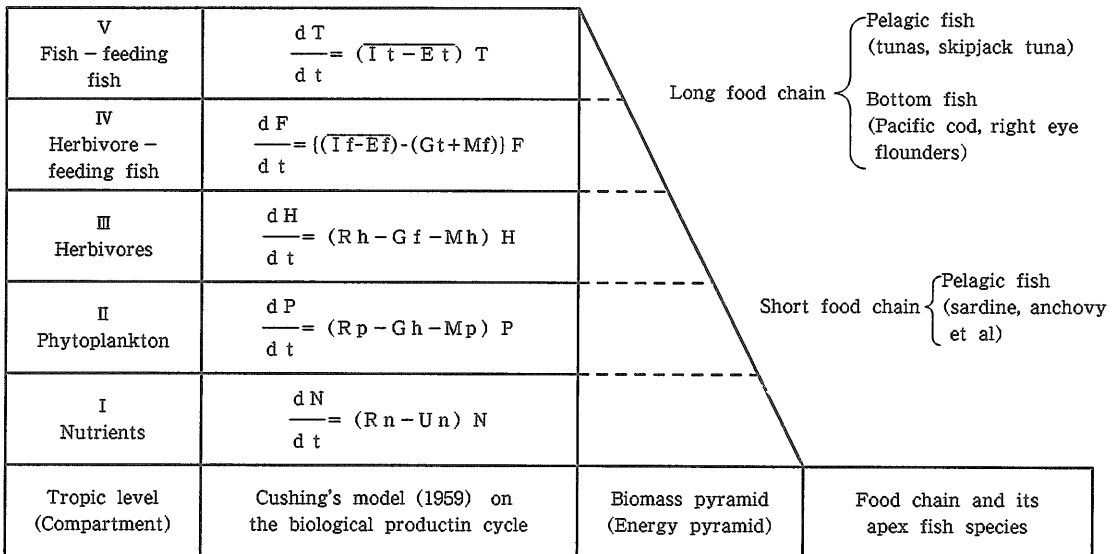


図1 Cushing (1959) による海の生態バイオマス生産構造モデル (Tsujita, 1986)

N - 海藻の栄養分の量、P - 海藻の量、H - 草食動物の量、F - 草食動物を食べる魚の量、T - 魚を食べる魚の量、R_n - 栄養分の日再生率、U_n - 栄養分の日消費率、R_p - 海藻の日再生率、G_h - 草食動物による海藻の日消費率、M_p - 海藻の日自然死滅率、R_h - 草食動物の日再生率、G_f - 草食動物を食べる魚による草食動物の日消費率、M_h - 草食動物の日自然死滅率、M_f - 草食動物を食べる魚の日自然死滅率、G_t - 食肉動物による魚の日消費率、t - 時間、I_f-E_f - 草食動物を食べる魚の移入と移出の間の均衡率、I_t-E_t - 魚を食べる魚の移入と移出の間の均衡率

2. 海洋水産資源の変動特性

水産資源の変動には長期と短期の変動のあることは一般に知られているが、長期的な変動は大気海洋の大循環過程で現れると考えられ、短期変動は局部的に低気圧の通過など一時的な大気の攪乱による大気・海洋間の相互作用による場合があげられる。何れの場合の変動要因も物理現象の連鎖過程と見ることができる。

例えば、長期変動に関してはほぼ全海洋的規模で知られている現象にエルニーニョ (El Nino) をあげることができる。

エルニーニョが起こったときの海洋条件として、どのような海の状態 (oceanographic regime) に変化が現れたか、ペルー (Peru) 沖の海況特徴を示すと次の様になっている (Cedispoti, L.A. et al., 1982)。

- I) 表層水温が一般的に高くなっている
- II) 表層 (50m~0m層) の栄養塩類溶容量が低下する
- III) 基礎生産力が小さくなる
- IV) カタクチイワシ漁業が不良となる
- V) グアノ集団が小さくなる

このエルニーニョ現象はペルー沖の湧昇 (upwelling) に変動が起こって、湧昇効果が小さくなったことを表しているが、このような湧昇は大気の変動が海洋に作用して上層の海流パターンを変化させることから起こる海洋状態の変化である。一方、同じ湧昇海域でも、カリフォルニア沿岸では湧昇が異常に強くなった結果としてマイワシ (*Sardinops caerulea*) の大不良を起こす一方ではカタクチイワシ (*Engraulis mordax*) の豊漁を来すという複雑な資源魚種交替が起こって、歴然たる生態系異常という事例がみられた。

カリフォルニア沿岸の湧昇域ではマイワシとカタクチイワシは何れも短い食物連鎖 (図1参照) の末端階層 (terminal link) をなしているが、1970年代を通してマイワシ資源が極端に減少したのに対してカタクチイワシの資源は増加した。

この現象はマイワシが攪乱によって減少しつつあるところに、餌生物の競合 (competition) (両種は同じプランクトン群 (planktonic assemblage) を捕食している) が複合し、加うるにカリフォルニア海流ではカタクチイワシの繁殖適水温は11℃と低く、これに対してマイワシの繁殖適水温は13℃以上とやや高いのであるが、1949年と1957年の間にカリフォルニア海流は表面水温が極端に低下していた。これは湧昇が異常に強かったことに原因があり、そのためにカタクチイワシの資源が大きく維持された、といわれている。

このように、利用資源の変動予測は、

- I) anthropogenic factor (漁獲)
 - II) competition (餌の捕食競争など)
 - III) environmental trend (環境変化の傾向)
- などが予測されるならば、これらの要因の複合作用として総観的な変動解析が可能と思われる。

海洋水産資源を保存する原則的自然条件として、

- I) 添加量 (recruitment) の適正な大きさ
- II) 個体数変動を調節する密度依存過程 (density - dependent processes)
- III) 餌生物の競合 (competition) の維持

の条件があげられることから、先に述べたカリフォルニア沿岸資源の減少原因には、漁獲圧、食物の競争及びマイワシ産卵受精期の水温低下という環境のもとでは、マイワシの資源増重のための原則条件は総て負の方向に働いている。

カタクチイワシ、マイワシ、サンマなど資源復元力 (renewability) が大きく、しかも短い食物連鎖 (図1参照) の資源は短命でもあるから、再生産の条件即ち繁殖 (breeding) の条件 (水温、餌生物の分布など) は重要な資源変動要因をなしている。また、これら浮魚の生活空間は海洋の表層にある場合が多く、従って気象の影響を受け易い。時化や低気圧の通過など気象条件が加わることによって海洋表層の攪乱が起こり、その結果として水温の急変や餌生物とのミスマッチなどグレーズング (grazing) に支障を来すような悪条件が生じる (図1,7,8参照)。

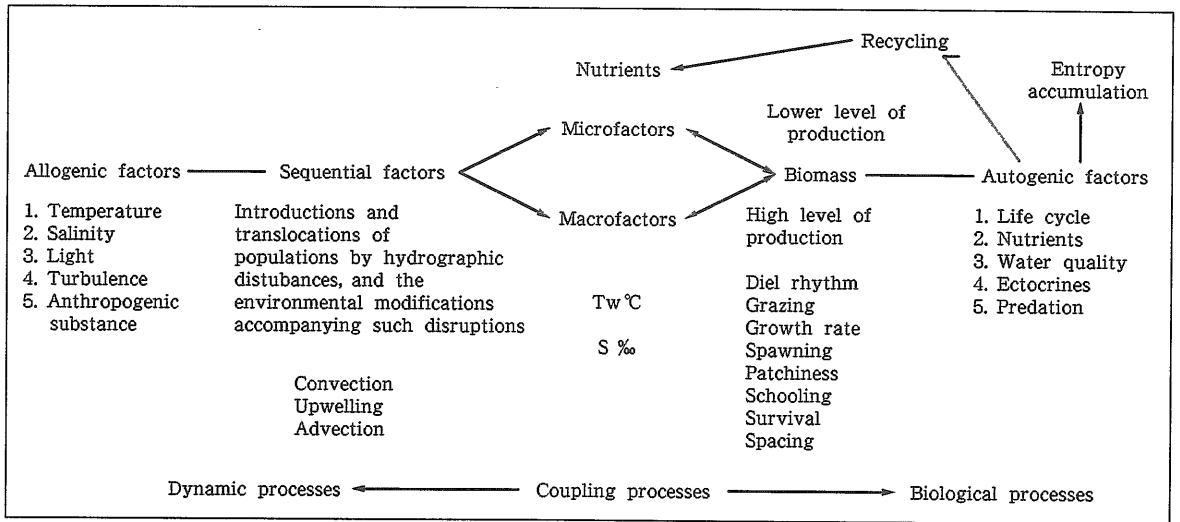


図2 海洋生態系の動的組織での魚集団を含むバイオマスの状態表示 (Tsujiita, 1983)

底魚類は一般に長い食物連鎖の種が多く、食物となる餌生物は種多様性が大きく、しかも物理的環境は比較的安定した生息場所であるから、このような生物的、物理的環境特性は資源安定度に影響する。

また最近北太平洋で巨大なバイオマスと漁獲量で国際的に注目されているスケトウダラ (*Theragra chalcogramma*) は semipelagic (あるいは pseudodemersal) と呼ばれるように、北日本、ベーリング海など大陸棚の海域では、その生活空間は広く、また遊泳層も深く、成魚は大陸棚外の水域でも索餌生活を営むことが判ってきて、ベーリング海の中央海盆付近に漁場が形成されることから、米、ソ連の200海里規制区域から外れた狭い海域が現在国際的な競合の海域となって注目を集めている。

3. 海洋水産資源は生態系の機能（エネルギー流動）の過程で生産される

生態系は一種の生産機械（productive machine）と称され、無機物質とエネルギーを最終産物まで運び届ける。

海洋の生態系を物理環境と生物現象の時空間変動過程で組み合わせ、この系（力学系）の中で生物生産（biomass production）が起こる時空間過

程の位置づけを試みると、いくつかの環境要因の作用連鎖過程を経て生物生産が起こる。即ち、生産と分解が進行している生態系内部力学過程で進行している物質循環過程に、非可逆的なエネルギー流動の部分、即ち基礎生産力から魚類生産までの系が組み込まれている（図2）。これは理論的には Cushing (1959) の理論でも理解される。

このような生態系の物理—生物過程の連鎖系の中で水産資源が生産されていることから、資源変動の要因の複雑性が知られると同時に、資源評価の方法に批判が出てくる理由が理解される。

北太平洋の底魚類の資源評価の場合でも、例えばスケトウダラやカレイ類の国際的漁獲配分を決定するための科学的資源水準の判定のためには、指定資源が生態系のシミュレーションモデルにおいて関連する生物的、物理的情報処理によって評価されるようになってきた。INPFC（国際北太平洋漁業資源委員会）では既にこの方法で資源動態の論議が行われている。

4. 魚群の回遊と国際漁業資源

海洋における生物は個体が大きくなる程、その時空間分布のスケールは大きくなる（図3）。漁業はバイオマスの集積と発散という魚類の生活史過程で起こるもので、これを具体的に理解するには、

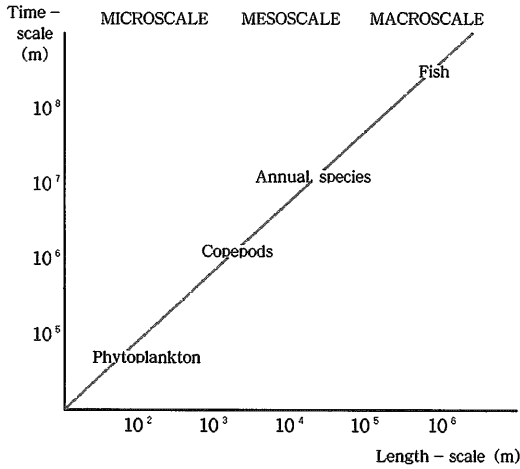


図3 大洋での不調和な長さや時間尺度の間を関係を示した総括図 (Platt and Denman, 1980)

魚群の回遊に関してHarden Jones (1968) によって確立された中・高緯度海洋における三角回遊モデル (triangle of migration) によって多くの場合に説明が出来るが、マグロ、カツオのように熱帯・亜熱帯の低緯度海洋を主な分布範囲とする魚類ではWilliams (1972) が研究報告したように旋回型回遊モデル (gyral migration model) を作って説明される魚種もある。

三角回遊モデルは産卵場と栄養水域 (nursery ground) との間にみられる卵稚仔の漂流 (drift)

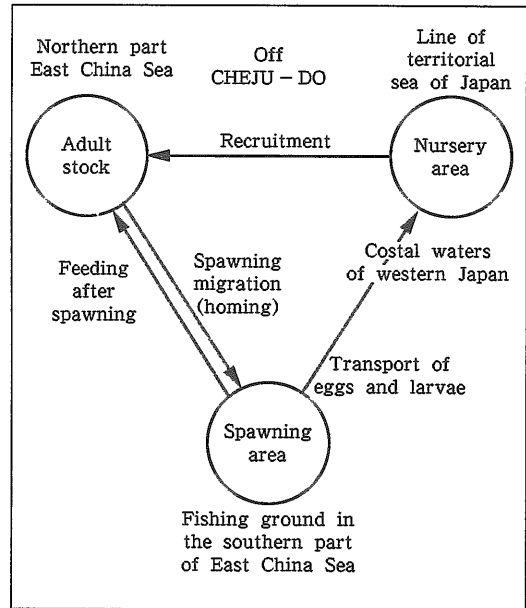


図4 東シナ海と日本西部水域のマアジの回遊移動 (Tsujiata, 1979)

を基本にして、その三角の頂端の未成魚が栄養水域から移行してきた成体の索餌場 (adult feeding ground) となるように構成し、この成魚索餌場から年毎に成魚が産卵場に向かって回遊し、そして再び成魚索餌場に戻る、という考えに基く回遊方式を表した生活史の模式図である。

この三角回遊モデルの例として東シナ海のマア

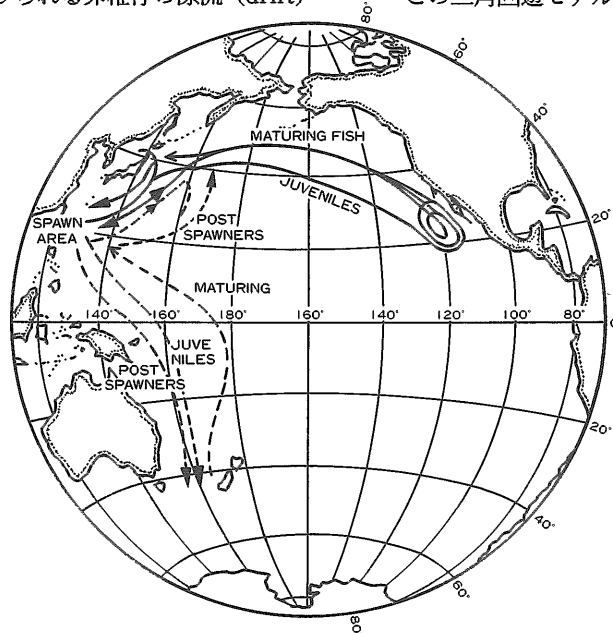


図5 太平洋でのクロマグロの移動モデル (Bayliff and Calkins, 1979)

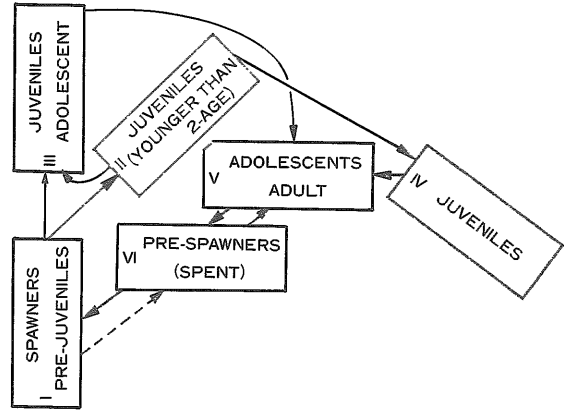
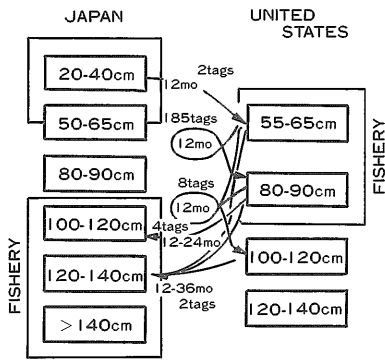


図6 Flittner (1966) による北太平洋でのクロマグロの移動の概略表示。枠の中の数字は体長の範囲を示す、枠の外の数字は回収した金具の数と回遊していた期間 (Yamanaka, 1982)

ジ (*Trachurus japonicus*) について説明すると (辻田, 1979) (図4)、朝鮮半島南部水域から西日本周辺海域の資源として重要なマアジは東シナ海の中央部で産卵され、その卵稚仔は黒潮や対馬暖流によって輸送されて前記両国の沿岸水域に入っ、これらの水域を栄養水域として生長し、未成魚となって済州島 (Cheju - do) 南部沖合いに移動して成魚索餌に移る。このような生活に見られる分布回遊動態はマサバ、サンマなどでも説明される。そして、その過程で国の領海の内外に分布し、その外側では国際漁場が形成される。東シナ海中央を中心に発生補給源を持つこのマアジは国際漁業資源である。

また、これより高度の回遊性を持っているクロマグロ (*Thunnus thynnus*) はフィリピン、台湾沖の黒潮源流域で再生産が行われ沖縄から日本列島南部近海を栄養水域とし、その後若令期 (juveniles) になると一部は北半球ではカリフォルニア、メキシコ沖へ、他の一部は南半球のニュージーランド海域へと回遊し、その後北半球移動群も南半球移動群も産卵のためフィリピン海域に向かって回帰回遊 (homing) を行う。この生活史パターンを回遊モデルとして考えると、産卵場と栄養水域の間にみられる卵稚仔輸送過程を基底として共有しながらこの三角回路の頂点 (apex) は2つになっている三角回遊モデルという特異な回遊方式が生活史戦略の中に組み込まれている

(図5,6 参照)。

この場合も、幼生期までは日本列島、沖縄列島などの沿岸水域は栄養水域となっているが、若令期以後は大回遊に移って国際的な漁場の利用資源となる。

このような例からいえるように、分布動態からみて大きな空間を必要とする水産資源では、多くの高度回遊性魚類の中に再生産の場を大洋の西岸にとっている魚類が見られる。

5. 海洋水産資源評価の動向と問題

近代生態学の発展の中で、海洋生態学、特に生態系の概念を構成する重要な契機をもたらしたのはLindeman (1942) といわれている。

海洋における生態系のエネルギー流動について基本的、具体的に論じてLindeman型のエネルギー流動方式を応用して、生態系の栄養系と生態学的効率を用いて魚類生産の計算が試みられるようになった。これは、海洋生産力の試算、または資源量の理論的推定地を求める幾つかの試みであったが、当時としては積極的な発想で、FAOなど全球的規模で食料問題を考える立場の人々に取っては一つの明るい情報となった。

Schaefer (1965) やRyther (1969) などの計算は良く知られているが、この方式で海洋蛋白質の生産力を論じたけれども理論値に大きな幅があ

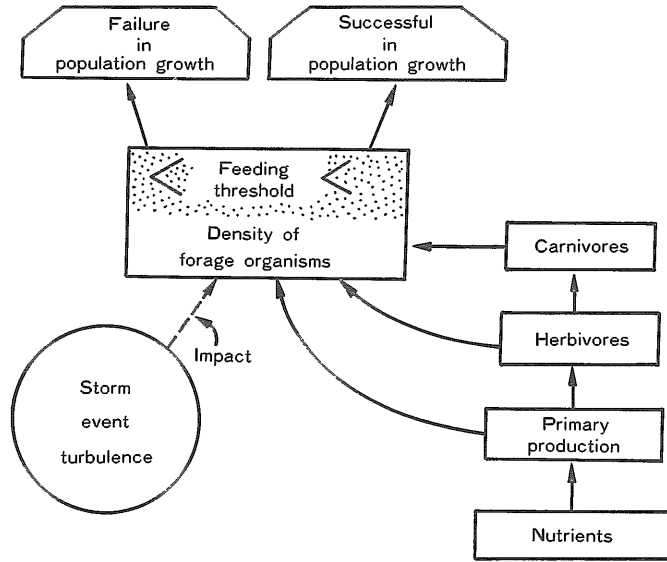


図7 日本近海の遠洋魚の動的集団による集団成長の生産システムと密度効果の飼料生物間の関係案 (Tsujiata, 1983)

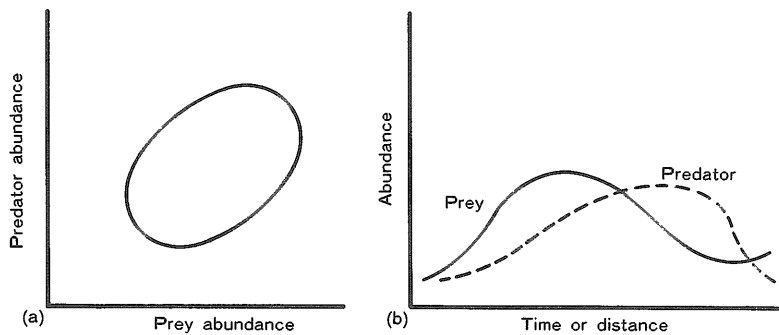


図8 時間または距離による捕食動物と餌の豊富なき時の変動の例図 (Parsons, 1980)

った。例えば、Schaeferの計算では全海洋の魚類生産力は180(百万トン)から1400(百万トン)と大きな幅を持たせた値が得られたが、もっとも確からしい数値としては200(百万トン)が妥当であろうと論じた。

また、一方でRytherはSchaeferよりは更に実際に海洋の基礎生産力によってそれぞれ違った値を示すことに着目して、対象海域を大洋の沖合い部分、沿岸水域及び湧昇域の3つに区別して別々に計算した結果、各々の計算値の合計として240(百万トン)という魚類生産量の推定がなされた。これらの値は勿論、生態学的効率や海域の広さの決め方で大きな差が生じることは理解される

が、FAOなどは全海域の蛋白質生産量の予測として具体的に数値を用いて、その人類食料供給戦略の参考とした。

しかし、このような理論値の計算には先に述べたLindemanの線形食物連鎖(linear food chain)説が基礎となっているのであるから、食物連鎖そのものの研究が進めば、それによる批判も生まれてより現実な値が得られるであろう。しかし、我々は海洋の基礎生産力の研究、食物連鎖、食物網の研究あるいはグレージングの研究などを進めてこの種の計算と理論を組み立て、その一つの段階として海洋の蛋白質生産量を推算出来たことに大きな科学的成果を感じる。

その後、この思考と計算方法は食物連鎖という栄養系の中の構造を通して移動する物質（エネルギー）の流れが線形をとるかどうかが、実験と論議が続いている。

Marshall and Orr (1952) はコペポータ (copepoda) の卵生産はダイアトーム (diatom) など植物プランクトンの個体数の増加に従って増大する、という実験結果を得ているが、Cushing (1958) は植食性動物プランクトンの繁殖率 (herbivore reproduction rate) と植物プランクトン増殖率との間に直線関係 (linear relation) は見られないと論じている。

また、Riley (1956) は沿岸水域や海洋棚水域においては、漁業生産 (commercial fish yield) とプランクトンの生産力との間には密接な関係は

見られないと論じ、また、Sette (1955) は熱帯太平洋においてはリン酸塩などの栄養塩類や動物プランクトン及びマグロの分布との間には明瞭な相互関連があることを認めながらも、その関係は非線形であることを明らかにしている。

先に述べたように、資源変動に大きく影響する3つの要因の中で、このような栄養系の中の階層と深い関係を有する要因は添加量である。そして、この添加量の変動には、資源生物の生長初期 (幼稚仔期) における餌生物 (forage organism) の量的分布 (分布密度) の大小、あるいは幼稚仔が大きく作用する (図7,8参照)。

この餌生物の分布回遊動態において、資源生物の再生産期における減耗過程は図7で説明するように、特にグレーディング過程において起こるプラ

表1 世界の海洋別,FAO漁業水域における近年の漁獲量¹⁾と大陸棚²⁾の単位水域漁獲量

海洋と水域 (FAO notation no.)	近年の漁獲量 (× 1,000t)			大陸棚 水域面積 ³⁾ (× 1,000k m ²)	棚面積当りの 漁獲量 ⁴⁾ (t/k m ²)
	1980	1981	1982		
Pacific Ocean					
Northwest (61)	18,759	19,486	20,585	2,770	7.03
Western Central (71)	5,809	6,109	5,939	3,120	1.96
Southwest (81)	380	396	403	1,340	0.30
Northwest (67)	1,961	2,356	2,185	2,100	1.12
Eastern Central (77)	2,422	2,607	2,370	450	5.79
Southeast (87)	6,228	6,843	7,841	387	17.68
(Sub - total)	(35,559)	(37,797)	(39,323)	(10,167)	(3.72)
Atlantic Ocean					
Northwest (21)	2,867	2,825	2,824	1,260	2.24
Western Central (31)	1,791	1,898	2,131	1,370	1.39
Southwest (41)	1,273	1,253	1,541	1,950	0.64
Northwest (27)	11,798	11,648	10,719	3,155	3.69
Eastern Central (34)	3,440	3,218	3,196	480	6.70
Southeast (47)	2,171	2,387	2,372	410	5.82
Mediterranean, Black (37)	1,654	1,703	1,881	511	3.33
(Sub - total)	(24,994)	(24,932)	(24,664)	(9,136)	(2.73)
Indian Ocean					
Western (51)	2,091	2,007	2,022	790	2.54
Eastern (57)	1,459	1,513	1,540	2,210	0.68
(Sub - total)	(3,550)	(3,520)	(3,562)	(3,000)	(1.17)
Antarctic Ocean (48, 58, 88)	592	569	648	-	-
World total	64,695	66,818	68,197	22,303	2.97 ⁵⁾

1) 資料：FAO統計年報

2) 200m水深

3) 主としてGulland (1971) による

4) 1981の漁獲量

5) 南氷洋からの漁獲量を除く

ンクトンの斑点 (patch) 形成と物理条件 (力学的過程) の連結作用に注目したい。

また、栄養系の各階層の生物群にはそれぞれ特有の生産条件があって、図1,7の中でも知られるように、上位階層の生物群程自律的活動、例えば一日回遊 (circadian migration) のような生物的要因が大きく分布動態に影響し、下層生物群程物理的条件が分布回遊動態に作用する、というように栄養階層生物群はそれぞれに特徴を持った変動をするから、このような栄養系の中に組み込まれて生産される水産資源の量バイオマスを推定しようとするれば、その対象種集団に直接利用される餌生物 (trophic link) の集合 (assemblage) の動的変動特性を取り入れて資源量推算をせざるを得ない。

基礎生産から魚類生産までの栄養系における生

産過程で、餌生物の生産、分布密度とこれを捕食する魚類生産との動的関係は図1,7で説明されたように非線形的関係が起り得る生態系の内部構造を表している。このようなことが水産資源推定の場合に不確定要因とされる生物生産過程の重要な問題点であって、この現象の中には時空間的に見て大スケール (large scale) にもあるいは小スケール (micro scale) にも生物現象と物理環境との連結が起こっていて、これが海洋水産資源というブラックボックスの中味の一端であろうと思われる。

6. 漁業生産の近況

前節において海洋水産資源 (海洋蛋白質) の推計に関する二、三の論点について述べたが、これ

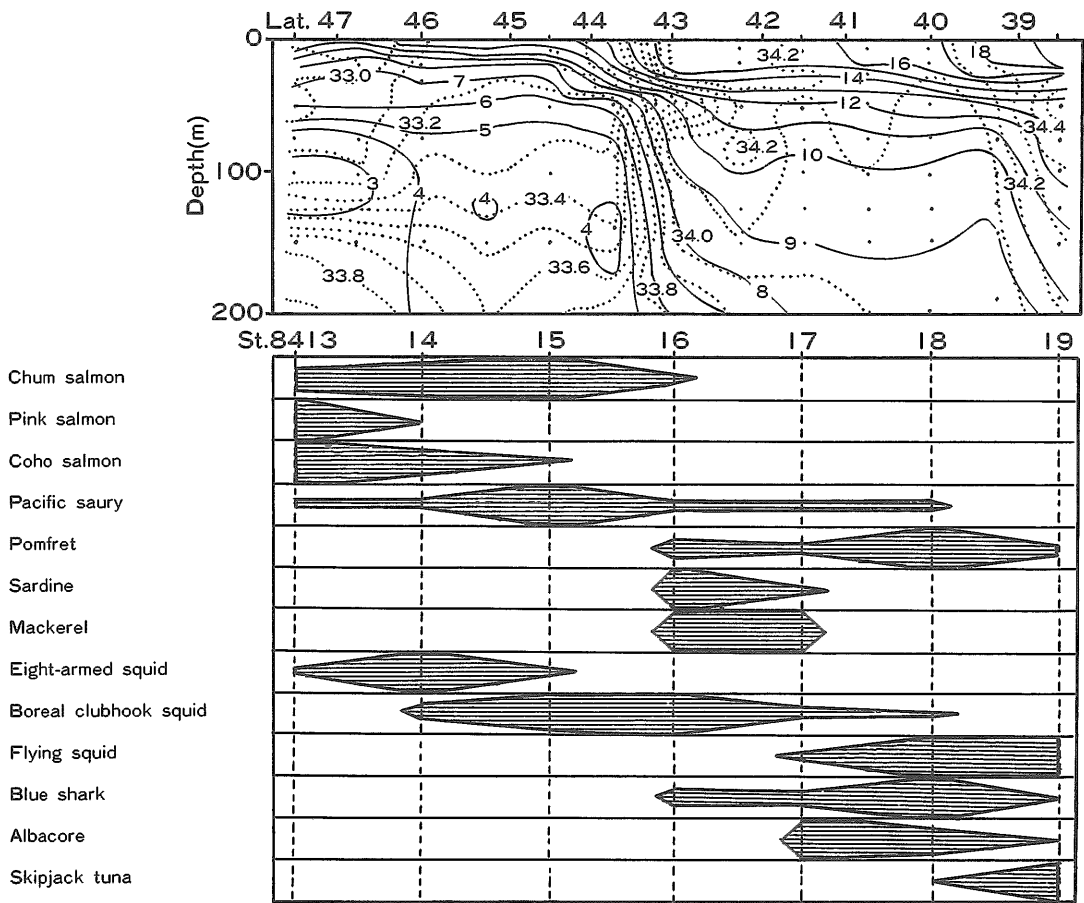


図9 太平洋南部から亜北極の境界へ補給される夏分布の主要な遠洋魚種類の集合 (Shimazaki, 1985)

を漁業生産量と資源量バイオマスとの関係を考える基礎情報となるに相違ないと判断したのである。

実際の漁業ではFAOの統計によると表1に見られるように、世界の大陸棚海洋では6,500万トン(1980)から1982年に6,800万トンと増加の傾向にある。その大きな背景にあるのが太平洋であり、中でも北西太平洋とこれに次ぐ北東太平洋である。注目したいのは先に述べたように大洋の北部(高緯度海洋)ほどバイオマス生産力が高くなっているが、漁獲量においてもこの傾向を表して北高南低ということができる。このことは北太平洋を例にとってみると、図9に示すように、特に春から夏にかけて多くの高度回遊性魚類が南方から北上して、亜寒帯海洋を餌場とする生活史戦略を持っているからである。

また千国(1982)によれば、大陸棚上の海域で北西太平洋と北東大西洋の両漁場における底魚類と浮魚類の漁獲量の比は概ね50:50と推算されている。この例から見ても、北方海洋にバイオマスの分布が片寄っている、と見る事ができる(表2参照)。

北東アジアの大陸棚では東シナ海、黄海が中心漁場となっているが、表3に示すように底魚類の漁獲量は1976年以来急減して1981年には100万トン、漁獲量の国別順位は中国、韓国、日本とな

っている。

特に重要なキグチ(yellow croaker)の漁獲量は図10,11に示すように1960年前後をピークと

表3 黄海と東シナ海の1956-81年間の国¹⁾別底魚類漁獲量(×1,000t)

年	日本 ²⁾	韓国 ³⁾	中国 ⁴⁾	合計 ⁵⁾
1956	324	↑	↑	↑
1957	337			
1958	352			
1959	357			
1960	368			
1961	375	?	?	?
1962	331			
1963	345			
1964	302	↓		
1965	325	117		
1966	334	135		
1967	338	150		
1968	326	122		
1969	304	137	↓	↓
1970	279	178	581	1,038
1971	257	171	607	1,035
1972	219	216	665	1,100
1973	221	247	734	1,202
1974	219	341	775	1,335
1975	210	257	624	1,091
1976	185	229	557	971
1977	206	185	484	875
1978	198	192	481	871
1979	199	240	556	995
1980	199	262	596	1,057
1981	184	293	614	1,091

表2 棚面積当りに基く漁獲量と遠洋漁獲量の構成要素による潜在評価限界

海 洋	棚面積当りの漁獲量(t/k m ²)	遠洋漁獲量の構成要素(%)	潜在評価 ¹⁾ (×10 ⁶ t)
Southeast Pacific	17.7	80-90	12-14
Northwest Pacific	7.0	40-45 ²⁾	20-22
Eastern-Central Atlantic	6.7	65-70	8-12
Southeast Atlantic	5.8	62-65	4-5
Eastern-Central Pacific	5.8	78-80	10-12
Northeast Atlantic	3.7	50-55	14-16
Mediterranean, Black Sea	3.3	59-68	1.5
Western-Central Pacific	2.0	30-40	?
Northeast Pacific	1.1	4-7	2.5-3.3
Southwest Atlantic	0.6	35-40	3.1-3.8

1) Gulland (1971) と FAO (1983) による
2) 甲殻類を除く

資料: (Chikuni, 1985)

- 1) 無いデータは北朝鮮による漁獲によるもので、3国による漁獲量に付加して以下に言及した理由により実際に過小評価されたらしい。
- 2) 沖合トロール漁業だけ含み、浅い海に沿った日本の沿岸の沿岸トロール漁業によるのとその他の設備による漁獲は含まれない。
- 3) 全ての漁業設備による底魚類の漁獲を含む、しかし国の統計値を明示していない様々な底魚類の漁獲を除く。
- 4) 漁獲量は大小のキグチと太刀魚の3つの大きな種類しか含まず、カワハギと肉付きの良いくるまえばは後の年代に分けて処理されたい。
- 5) 表は単に加算されている。底魚類の地域からの漁獲量の合計は3)と4)に記述した理由により表よりも相当多い。台湾の漁獲量は、中国から名目上報告された種類別漁獲量のなかでの種類の分類構成がなく困難で大きく異なるので含んでいない。

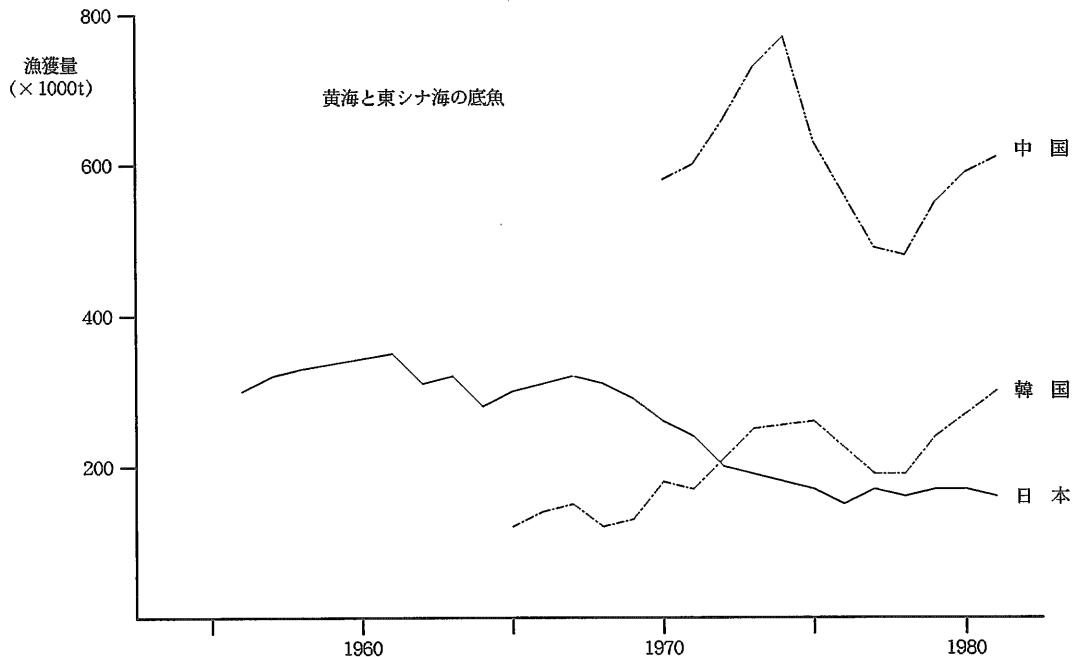


図10 黄海と東シナ海の国別の底魚の漁獲量

中国と韓国の漁獲は全部の種類を含んでいない (Chikuni, 1985)

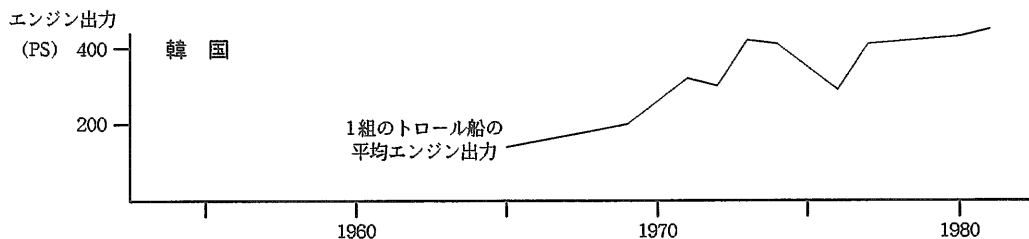
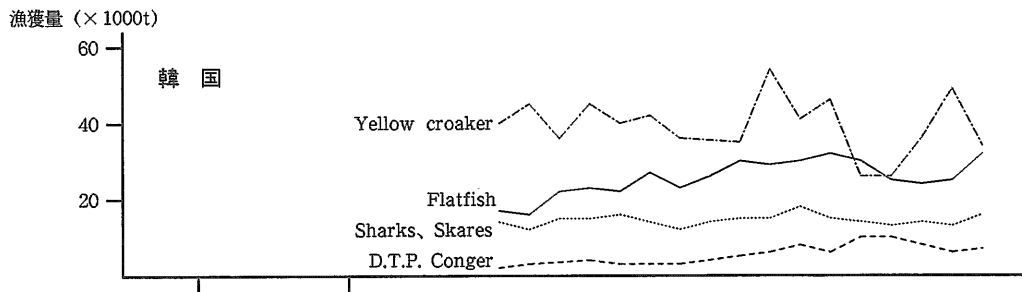
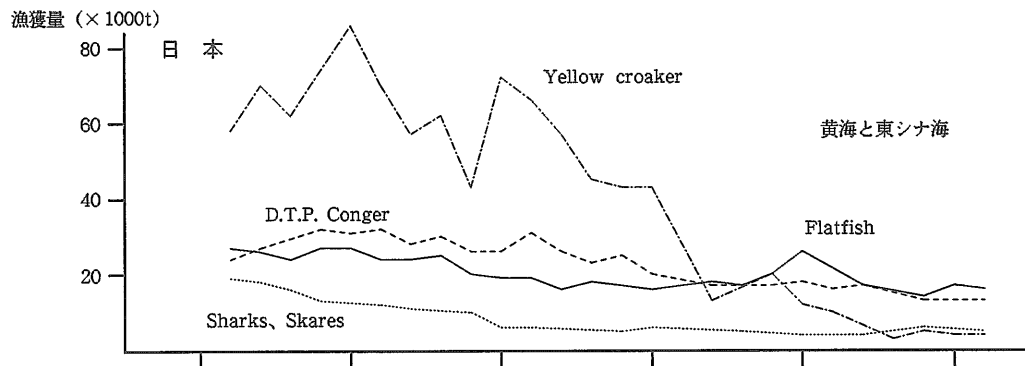


図11 黄海と東シナ海における日本と韓国の主要な底魚類の比較

韓国の1組のトロール船の漁船出力の推移も示す (Chikuni, 1985)

して日本側では激減しているが、韓国の東シナ海トロール漁業は1965年から本格化してキグチの漁獲量は1965年の12万トンから増加し続けている。

一方、問題のスケトウダラにおいては表4に見られるように、近年は国際的に規制が強化されて124万トン前後でほぼ横ばい状態である。

このような東シナ海、黄海のキグチ及びベーリング海のスケトウダラ漁業資源は国際資源として

早くから管理されているが、漁獲圧は加わるばかりで（漁船の大型化、副漁具、補助漁具の進歩など漁獲性能の強化による）、漁獲量は横ばいかまたは減少傾向すら見られる。

漁獲圧の赤信号は魚体の小型化、あるいは漁獲におけるC.P.U.E.の低下となって現れるばかりでなくて、漁場が狭くなったり、分布の中心が移動したり、魚群密度に変化が起こるなど、しばしば述べてきた分布回遊動態の諸相に起こる。

表4 東ベーリング海¹⁾のスケトウダラの年別漁獲量 (t)

年	日本	ソ連	韓国	台湾	ポーランド	西ドイツ	アメリカ	US-JV ²⁾	合計
1958	6,924	-	-	-	-	-	-	-	6,924
1959	32,793	-	-	-	-	-	-	-	32,793
1960	26,097	-	-	-	-	-	-	-	26,097
1961	24,216	-	-	-	-	-	-	-	24,216
1962	58,765	-	-	-	-	-	-	-	58,765
1963	103,353	-	-	-	-	-	-	-	103,353
1964	171,921	-	-	-	-	-	-	-	171,921
1965	229,259	-	-	-	-	-	-	-	229,259
1966	261,680	-	-	-	-	-	-	-	261,680
1967	550,131	-	-	-	-	-	-	-	550,131
1968	701,085	-	1,200	-	-	-	-	-	702,285
1969	830,997	27,295	5,000	-	-	-	-	-	863,292
1970	1,231,298	20,420	5,000	-	-	-	-	-	1,256,718
1971	1,513,995	219,840	10,000	-	-	-	-	-	1,743,835
1972	1,616,483	213,896	9,200	-	-	-	-	-	1,839,579
1973	1,471,135	280,005	3,100	-	-	-	-	-	1,754,240
1974	1,250,609	309,613	26,000	-	-	-	-	-	1,586,222
1975	1,065,038	216,567	3,438	-	-	-	-	-	1,285,043
1976	987,033	179,212	85,331	-	-	-	-	-	1,251,576
1977	774,413	63,467	45,227	944	-	-	-	-	884,051
1978	782,994	92,714	62,371	3,040	-	-	-	-	941,119
1979	749,112	58,880	83,658	1,952	20,162	-	-	-	913,764
1980	796,191	2,155	107,608	4,962	40,340	5,967	-	10,479	967,702
1981	767,575	-	104,942	3,367	48,391	9,580	-	41,938	975,793
1982	747,031	-	150,525	4,220	-	1,625	-	52,622	956,023
1983	671,903	-	170,007	-	-	10,038	912	146,467	999,327
1984	699,721	12,268	167,887	-	46,900	8,304	6,727	230,314	1,172,121 ³⁾
1985	643,070	1,504	160,983	-	22,696	-	39,084	370,257	1,237,594

(Chikuni, 1985)

- 1) 日本の漁獲データはベーリング海の漁業の全てのタイプを含んだINPFC海域1と2を結合した値である。この資料は、1958 - 1976年はForrester他(1978,1985)により報告され、1977 - 1980年はINPFCの統計年本、1981 - 1985年は遠洋魚と物と労働のデータファイルによる。他の国の漁獲データは、1964 - 1983年がBakkala他(1984)による報告、1984, 1985年が北太平洋漁業管理会議(1986)による。
- 2) アメリカの漁業船と外国の加工業者の間の合弁事業
- 3) ポルトガルの48tを含む

むすび

海洋水産資源の生産が海洋生態系の機能の過程で起こることを述べ、資源量の推定や変動要因の解明が困難なる理由を生態系の機能と構造の中に探り求める必要を論じた。特に変動要因を添加量の過程に焦点を当てた場合、生物的現象と物理環境の連結なる現象の把握が必要であり、これは将来の資源変動研究の進歩を方向付ける研究方法となるであろう。

生態系の生産という思考は、まだ必ずしも定着したものではないが、国際的には北海（North Sea）において展開され、INPFCでは現実に資源評価の方法として採用され、これまでの単一種資源解析が批判される一方で多魚種資源解析の方法が国際的に推進されて、いわゆる漁業生態学が従来の資源解析に移行しつつある。

このような思考に基づけば、高度回遊性の海洋水産資源の変動予測或は資源評価のためには広大な海洋空間の生態系を設定せねばならない。

即ち、資源問題は当然の事であるが連続した海洋空間の国際問題となる必然性を持っている。水産資源管理は生態系の生産物である地球規模の食料管理に結び付いており、漁業は海洋蛋白質を世界の民族に配分する手段としての意義を持っている。

従って、各国が独自で発展させている水産増養殖漁業は狭義に考えると漁民対策的、自国主義的な生産活動の感が深い。

謝 辞

この講演を終るに当たり、韓国水産学会会長高教授並びに翻訳と通訳の労に当たられた国立釜山水産大学曹圭大博士、李珠熙博士の両先生に深謝し、併せて韓国水産学会の御発展をいのります。

文 献

1. Bayliff, W.H. and T.P. Calkins, 1979. Information pertinent to stock assessment of northern bluefin, *Thunnus thynnus*, in the Pacific Ocean. Trop. Tuna Comm., Internal Rep., 12, 78 pp.
2. Codispoti, L.A., R.C. Dugdale and H.J. Minas, 1982. A comparison of the nutrient regimes off Northwest Africa, Peru, and Baja California. Rapp. P. - v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 180, 184 - 201.
3. Collette, Bruce B. and Cornelia E. Nauen, 1983. Scombrids of the world: an annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos, and related species known to date. FAO Fish. Synop., 125 (2), 137 pp.
4. Chikuni, S., 1985. The fish resources of northwest Pacific. FAO Fish. Tech. Pap., (266), 190 pp.
5. Cushing, D.H., 1955. Production and a pelagic fishery. Fishery Invest. (Lond.) Ser. II, 18 (7), 104 pp.
6. Cushing, D.H., 1959. On the nature of production in the sea. Fishery Invest. (Lond.) Ser. II, 22, 40 pp.
7. Cushing, D.H., 1982. Climate and fisheries. Academic Press, London, 373 pp.
8. FAO, 1986. Strategy for fisheries management and development. FAO Rome, 26 pp.
9. Jackson, R.J. and W.F. Royce, 1986. Ocean forum: an interpretative history of the International North Pacific Fisheries Commission. Fishing News Books Ltd., 240 pp.
10. Harden Jones, F.R., 1968. Fish migration. Arnold, London, 325 pp.
11. Laevastu, T. and H.A. Larkins, 1981. Marine Fisheries ecosystem: its quantitative evaluation and management. Fishing News Books Ltd., Farnham, England, 162 pp.
12. Parsons, T.R., 1980. Zooplanktonic production.

- In Fundamentals of aquatic ecosystems, eds. Barnes,R.K. and K.H.Mann, Blackwell Scientific Publications,Oxford, 46 – 66.
13. Platt,T. and K.Denman, 1980. Patchiness in phytoplankton distribution. In The physiological ecology of phytoplankton, ed. Morris,I.,Blackwell Scientific Publications, Oxford, 413 – 431.
14. Riley,G.A., 1956. Oceanography of Long Island Sound, 1952 – 1954. IX. Production and utilization of organic matter. Bull. Bingham Oceanogr. Coll., 15, 324 – 344.
15. Robinson,M.A.,1984. Trends and prospects in world fisheries. FAO Fish. Circ., (772), 25 pp.
16. Roper, C.F.E. and M.J.Sweeney, 1984. Cephalopods of the world : an annotated and illustrated catalogue of species of interested to fisheries. FAO Fish. Synop., 125 (3), 277 pp.
17. Ryther, J.H., 1969. Photosynthesis and fish production in the sea. Science 166, 72 – 6.
18. Schaefer,M.B., 1965. The potential harvest of the sea. Trans.Am.Fish.Soc., 94 (2), 123 – 8.
19. Steele,J.H.,1974. The structure of marine ecosystem. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 128 pp.
20. Steele,J.H., 1981. Some varieties of biological oceanography . In Evolution of physical oceanography, eds. Warren,B.A. and C.Wunsch, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 376 – 383.
21. Wanger,F.H.,1969. Ecosystem concepts in fish and game management. In The ecosystem concept in natural resource management, ed. Van Dyne,C.M., Academic Press, New York and London, 259 – 307.
22. Walsh,J.J., J.C.Kelley, R.C.Dugdale and B.W. Frost, 1971. Gross features of the Peruvian upwelling system with special reference to possible diel variation. Inv. Pesq., 35 (1), 25 – 42.
23. Walsh,J.J., J.C.Kelley, T.E.Whiteledge, J.J. MacIsaac and S.A. Huntsman, 1974. Spin-up of the Baja California upwelling ecosystem. Limnol.Oceanogr., 19 (4), 553 – 572.
24. Williams,F.,1972. Consideration of three proposed models of the migration of young skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) into the Eastern Pacific Ocean. Fishery Bull., 70 (3), 741 – 762.
25. 辻田時美、1979. 日本周辺海洋の魚群回遊モデル. 月刊・海洋科学、11 (1)、63 – 71.
26. 辻田時美、1983. 海洋 biomass の生産・分布・変動と環境.月刊・海洋科学、15 (5)、254 – 264.
27. 辻田時美、1986. 海洋生態系バイオマスの生産と分布特性.月刊・海洋科学、18 (4)、196 – 202.
28. 西川康夫、木川昭二、本間 操、上柳昭治、1978. マグロ類、カジキ類および近縁種仔稚魚の分布図.(日本) 遠洋水研,S.Series 99 pp.
29. 山中 一、1982. 太平洋におけるクロマグロの生態と資源.水産研究業書 34号,日本水産資源保護協会, 東京, 140 pp.

