

### 3 水産資源の生産力評価

— 基礎生産力との関連について —  
(要 旨)

辻 田 時 美 (北大水産学部)

#### 内 容

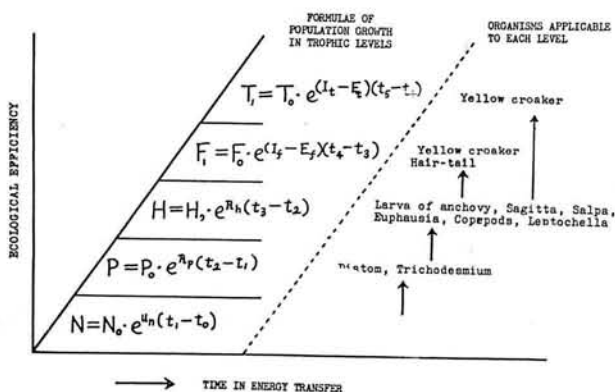
- § 1. 前 言
- § 2. 基礎生産力の測定と評価の問題
- § 3. 魚の生活周期と環境選択の問題
- § 4. 生物生産力分布の不連続性
- § 5. 基礎生産力から漁業生物生産力を  
評価するための海洋観測
- § 6. む す び

#### § 1. 前 言

海洋の基礎生産力に関しては近年測定方法の進歩により、また観測船の改良や隻数の増加、あるいは研究者の増加などによつて色々の海域で多くの測定値が得られるようになってきたが、この基礎生産力と漁業生物の生産力との関係がどのようになってきているか、そのメカニズムに関してはecosystem あるいはproduction system の概念としてproducer-consumer trophic system が考えられるが、これはそれぞれの trophic level の間ではprey-predator relationship という生物の行動による特性があるとの前提にたつものである。

しかし、このような海洋の生物生産の構造には幾つかの重要な不確定の問題がある。特にenergy flow だけを取上げてみた場合、これによつてecosystem の production を測定するとすれば、第1図の模式図に示したようにひとつのbiomas pyramid (この図の場合はキグチを頂点とする基礎生産を基底にとつたもの。) の中の各階層 (trophic level) の population の系列の中には、それぞれひとつ下の階層との間に理論式で示されるような集団関係があり、また各々の trophic level 間の ecological efficiency の決定という課題だけでなく、生産の場を考えた場合に、それぞれの trophic level の生物学的特徴、特に行動、遺伝的適応などの生態が明らかにされなければ、trophic level 間のprey-predator 関係は明らかにならないし、ましてやひとつの trophic level の生物の生産力からそれより上位の trophic level の生産力を推定しようとするような場合に、この level 間の生物学的関係、特に海洋における両者の時空的出現の同調が大きな問題である。

この問題は、先に述べた基礎生産力の海洋現場における高低と漁業生物生産力との相関を前



第1図 energy flow を中心にみたひとつの種集団  
(この図では東支那海のキグチ) を最上位とする  
biomass pyramid における各階層生物  
間の集団関係 (辻田, 1963)

提として、海洋の漁業生物生産力を推定しようとする最近の海洋蛋白資源開発構想のなかに、差当つて方法論的に大きな問題が感じられる。その問題となるところは、また原因はどこにあるのか探つてみよう。

## § 2. 基礎生産力の測定と評価の問題

基礎生産力の測定は近年急速に進歩し、色々の方法が行われているがそれぞれに測定方法の特異性があつて、測定結果が比較しにくい。また実際問題として測定された結果をみると単位が種々である。従つて海洋における基礎生産力高低の時空的比較ができない。

例えば、これまでの多くの基礎生産力測定において表示された単位は次の通り様々である。

euphotic zone について

$$\text{mg C/m}^2, \text{ mg C/m}^3, \text{ mg C/m}^2/\text{day}, \text{ mg C/m}^3/\text{day}$$

surface について

$$\text{mg C/m}^2, \text{ mg C/m}^3, \text{ mg C/m}^3/\text{hr}$$

また海洋のある地点で、ある時点における測定値が得られても、その値はあくまでも短い時点の測定値であつて、しかもその値をもつて拡がりの水塊の生産力を代表させようとするとき plankton の activity の日変化、あるいは拡散や移流の影響などの要因が働き、特

に microdistribution の理論でも説明されるように、plankton の patch 状分布の問題にも絡んで plankton の分布の不連続性の問題からも批判がなされる。このように幾つかの不合理なことが指摘されるが、また第 2 次生産者においては日週活動など一層複雑な生物的要素が介入してくる。

このような観点から、plankton の不連続分布が原因となつて介入してくる測定方法の不合理は、これを解消することは非常に困難と思われるが、改善の方法が無いわけではない。

### § 3. 魚の生活週期と環境選択の問題

漁業資源の生産力はその生物集団の population growth と再生産機構によつて決まるが、この間に産卵から denatant へ、更に contranatant というように、生物の特性が変化しつつ自律的な habitant preference の行動によつて population consequence が形成され、大きな時間空間的要素から成り立っている habitat と環境の関係が形成されている。

このようなことから判るように、ecosystem の上位階層の生物になる程種々の環境に対する時間的空間的依存性は大きくなる。即ち、habitat が自律的に拡大されるに従つて life history におけるあらゆる stage を含めて production process の研究がなされなければ ecosystem と生産のメカニズムは正しく理解されないのであろう。

このようにして、trophic level の上位にある生物の種集団が、その生活週期において環境水塊とどのような時空的関係を生ずるかは、次の 2 の条件から理解される。

#### 1. 魚類の自律的運動

##### 1) migration

orientation 又 rhythm を伴い、水塊の間の front を乗越えて移動するから、population と環境との関係には幾つかの水塊の特性が関与する。

##### 2) vertical movement

thermocline の突抜けなどがみられるが、これは biological rhythm の結果とみられる。

#### 2. population consequence の形成

生長の段階によつて habitat preference が起る結果としてみられる。

このように、生長の段階によつて魚は habitat preference を行いながら、population consequence には生体の運動が加わり、その運動には移動と滞留があるから、population consequence には時間空間的要素が重要になつてくる。

例えば、

#### 1. 産卵場から栄養水域 (nursery ground) へ

- 1) pink salmon fry は生長とともに淡水を離れて汽水や更に沿岸水に移行する。
- 2) マアジ、カタクテイワシ、マサバなどは外洋水域で産卵されて後沿岸水域に入る (後再

び外洋水に移行する)

2. nursery area 内部での季節的移動
3. nursery area からの逸散
  - 1) salmon smoltが外洋へ
  - 2) マアジ、マサバなどの幼魚が外洋へ
  - 3) カタクチイワシ成魚が外洋へ
4. 回帰回遊 homing
5. 産卵回遊
  - 1) マアジが黄海から東支那海の陸棚前線黒潮域へ
  - 2) 日本海のマサバが山陰近海へ
  - 3) 太平洋のマサバが伊豆諸島の黒潮域へ
  - 4) サンマの系群のひとつが黒潮域へ

### Jack mackerel

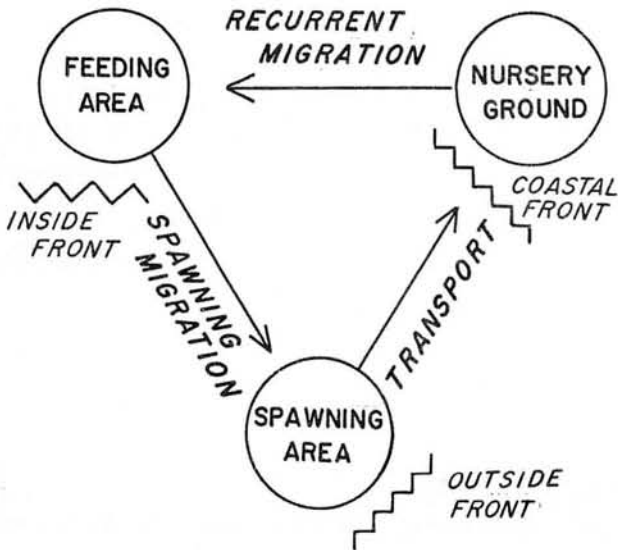


Diagram of population consequence for the jack mackerel in the East China Sea and the waters off western Japan

第2図 西日本海域、東支那海を中心とするマアジの集団系列模式図

このようにして、ひとつの種集団はその生活史を同じひとつの水塊に膠着して生活し、生涯を終るものではなくて、生長の段階に応じて幾つかの環境水塊を選択する。このために front の乗越えなどの環境が現われる。

従つて、それぞれの魚種の population consequence には独特の pattern がみられるわけである。例えば東支那海から西日本に棲息するマサジについては第2図に示すように、また太平洋のマサバについては第3図に示すように、それぞれに pattern があり、一般に tropic level が高い程その生物の自律的運動性は高くなり、環境の選択性は強くなる。



Population Consequence of Mackerel, *Pneumatophorus japonicus japonicus* in Sea Area north-east to Japan

第3図 太平洋マサバの集団系列模式図  
斜線の部分は産卵場

#### § 4. 生物生産力分布の不連続性

基礎生産力の空間分布の不連続性については先に述べた (§ 2.) 通りであり、また魚類などの生産系の上位階層にある生物の生産には幾つかの水塊の作用が関与することは population consequence の形成によつて知られる。

ひとつの生物の種集団が増重と再生産を続けていくためには、生活週期に応じて幾つかの水塊の中を次々に経過していくのであつて、魚は水塊の基礎生産力の高低に誘引されるものではなく、またその高低を選択して回遊するものではない。即ち魚が行う habitat preference のような回遊の動機は水塊の基礎生産力ではなくて、自律的な生体の内部環境の変化に起因すると思われる。

このようなことから、漁業生物の生産力はその魚の population consequence の空間構造にあづかる幾つかの水塊の基礎生産力の総和との関連を求めて評価すべきであろう。

#### § 5. 基礎生産力から漁業生物生産力を評価するための海洋観測

基礎生産力は plankton の光合成力を測定することによつて一般的に求められるが、他面ではこの光合成の際に生ずる酸素量を測定することによつて plankton の基礎生産活動の傾向を知ることができる。

このためには海中で生物学的過程で発生した酸素と、大気との間で出入りする酸素量とを分

離できるような海洋観測を実施すればよい。そこで必要なことは酸素の生物学的変化率を求めることである。

いま移流と横方向の拡散を無視できると仮定すれば、ある地点における酸素 $O_2$ の時間的变化は次式で与えられる。

$$\frac{\partial O_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \cdot \frac{A_z}{\rho} \cdot \frac{\partial O_2}{\partial z} + R$$

但し、 $A_z$ は鉛直拡散係数、 $\rho$ は海水の密度、 $z$ は鉛直方向で下に向つて正をとるものとする。Rは酸素の生物学的変化率。

ある海域で定期的に海洋観測を実施して同時に各層の酸素を定量すれば、R以外の要素は実測と計算で与えられるから、結局上の式を用いてRに相当する酸素量が求められる。このようにして得られた酸素の時間的変化(季節変化など)をたどつておれば、海中で生産が進んでいるか、あるいは負の生産(分解)状態にあるかなどのが推定される。但し、この手段による時は時と場所によつては水平方向の移流や拡散の項を入れねばならないことも起るであろう。

この方法を日本近海に応用して、日本周辺の定型的な海洋観測に新しく酸素の測定を定常業務として加えるとともに、海洋観測点を再配列してグリット法式で今後の観測がなされるよう、現在のわが国の沿岸、近海海洋観測を改善すべきである。

このような方法で日本周辺の海洋観測をしておけば、日本近海の重要資源の環境要素としての基礎生産の動向が常時とらえられ、海洋の生態学的な状態として基礎生産と分解の釣合い状態をmonitoringすることができる。

## § 6. む す び

以上において基礎生産力から漁業生物生産力を推定しようとする場合に考えられる色々の問題を論じた。特に重要なことは基礎生産と漁業生物生産の場が本質的に違うものであり、その原因は栄養階層の上位にある魚類の生物学的特性、即ち回遊移動などpopulation consequenceの構成する要因となる生長段階によるhabitat preferenceと、発生初期にみられる海流による輸送などが重要な働きをしている。またecological efficiencyが充分明らかでないなど漁業生物の生産力には多次元的な要素が含まれている。

このような問題点を理解することなしに、基礎生産力から漁業生物の生産力を評価することは一考を要する。