

て水温、塩分、酸素などの条件を与えて影響の実験（死亡率の測定）を行う。この実験には response surface 法を用いるのが最も良い手段である。

この方法は特に水温のみならず塩分の作用も同時に測定され、更に水温塩分の複合作用の結果として生残曲線が得られる。

第3番目に必要なことは漁獲物組成特に年級組成の経年変化と、海洋表層の海洋観測データの統計的処理である。

このようにみえてくると、北方亜寒帯の底魚資源変動の要因解析のためには、まだ必要とする条件が出来ていないと言えることが出来る。

しかし、日本の近海では少しずつ調査研究の条件が整備されつつあるが、特に実験研究が進んでいない。

2-2. 底魚の個体数変動研究の方法論

魚類の個体数変動を支配するもっとも基本的な要素は、加入量の変動である。魚類の個体数変動様式には、特徴的な二つのタイプがある。第一は加入量変動の大きなタイプである。これをタイプⅠとなづける。第二は加入量変動の小さなタイプである。これをタイプⅡとなづける。タイプⅠはさらに二つのサブタイプに分けることができる。サブタイプAは長い周期の加入量変動をするもので、マイワシやニシンがこれに属する。サブタイプBは不規則な加入量変動をするもので、サンマやイカナゴがこれに属する。タイプⅡには、マグロ類や異体類が属している。

一般的にタイプⅠの魚類は密度独立的な個体数変動を行い、タイプⅡの魚類は密度依存的な個体数変動を行うとされる。したがって、変動要因として前者の場合には環境が、後者の場合には親魚の密度が重要とされる。しかし具体的な問題となると、変動要因の解明は大へんにむずかしい問題である。

近年、生物の個体数変動様式の二つの選択ということが問題になっている。これは r -selection, K -selection といわれるもので、 r および K は Logistic 式

$$dN/dt = rN \frac{(K-N)}{K}$$

の r および K である。 r すなわち内的増加率を大きくする方向に進化したものを r -strategist といい、 K すなわち環境の収容力を大きくする方向に進化したものを K -strategist という。前者では種間関係がゆるく、生活資料のより大きな部分を再生産の方に用いるが（種族維

3. prey-predator 関係と減耗

近年食物連鎖、あるいは食物網の研究が注目されてきて、資源変動の生態学的研究が論じられるようになった。

生物社会の構成員とみられる性質の強い底魚類では、種集団の回遊分布モデルの特性如何によっては、prey-predator 関係を知ることは重要な課題であることが少しずつ証明されてきた。

殊にスケトウタラなど個体群の数量が大きい魚では、種間は勿論種内においても prey-predator 関係が発生する場合もあることが知られたが、このようなことは生長の段階による生所の分離が時空間的に明瞭に見られない漁場で起る。

北方水域における環境特性の解明には、底魚の食性の研究は無視出来ない。

川崎 健（東北大学農学部）

持)、後者では種間関係が鋭く、生活資料のより大きな部分を非再生産の方に用いる（個体維持）。 r -strategist および K -strategist の特徴を、PIANKA (1970) は第1表のように示した。

第1表 r -および K -selection の特徴, PIANKA (1970)

	r -selection	K -selection
環境	変動性が大きく予測不能	かなり安定, 予測可能
死亡	いばしば破滅的で, 方向性がない密度独立的	方向性があり, 密度依存的
生残り	生涯の初期に死亡が大きい	生涯の末期に死亡が大きい, 生涯を通じて死亡率が一定
個体数	変動し, 非平衡的, 通常環境の収容力をかなり下回る。群集は飽和しない。生態学的真空。分布のひろがり年々変動する	かなり安定, 平衡, 環境の収容力いっぱい, またはそれに近い。群集は飽和する。分布のひろがり必ずしも変動しない
種内・種間関係	変動し, ゆるいことが多い	通常鋭い
選択の方向	1. 発育が早い 2. r が高い 3. 成熟が早い 4. からだが小さい 5. 1回生殖	1. 発育がおそい, 競争力が大きい 2. 生活資料をぎりぎりまで利用 3. 成熟がおそい 4. からだが大きい 5. 多回生殖
寿命到達点	短い, 通常一年未満 生産性	長い, 通常一年以上 効率性

第1表をみればわかるように、タイプⅠは r -strategist 的であり、タイプⅡは K -strategist 的である。しかし、くいちがう部分も沢山ある。たとえば抱卵数が数千のイカナゴ(1965年~1974年の漁獲量の CV=44.7%)がタイプⅠ的であり、数十万のヒラメ(CV=9.9%)がタイプⅡに属している、といった具合である。もっとも対照的な例はカタクチイワシとマイワシである。前者は CV=9.5%で変動が小さく、後者は147.1%で大変動をする。抱卵数はどちらも数千~数万程度であり、また似通った環境にすんでいるが、前者はからだ小さく寿命が短く r -strategist 的であり、後者はからだ大きく寿命が長く K -strategist 的である。それにもかかわらず、個体数変動様式はまったく逆である。

タイプⅠの魚類とタイプⅡの魚類の特徴として重要なものに、私は生態的地位をあげたいと思う。すなわち生物群集内における位置である。具体的には食物にたいする関係(栄養段階)および同位種にたいする関係である。タイプⅠの魚類は、一般に栄養段階が低い。イカナゴは動物プランクトン食性であり、マイワシは植物プランクトン食性である。(しかしクロマグロは魚食性である)。これにたいしてタイプⅡの魚類は、一般に栄養段階が高い。ヒラメは魚食性であり、ミナミマグロは主として魚類、頭足類を食べている。(しかしカタクチイワシは動物プランクトン食性である)。

同位種にたいする関係では、タイプⅠのものは種内の個体間関係が緊密で集団として(群れまたは群れの集まりとして)行動し、異種の個体が直接ふれ合うことが少ない。したがって、一定の水面のひろがりの中で間接的な種間関係を構成している。タイプⅡの魚類は種内の個体間関係はルーズで、繁殖期以外は集団として行動せず、摂餌期には異種の個体が混りあって分布して、直接的な種間関係を構成している。

タイプⅠの魚類では餌生物量の変動が大きく、また他魚種との間に餌の直接的な食べ分けがないから、種個体群そのものについての制限要因がある場合にはひじょうにきつく、ある場合にはひじょうにゆるやかになる。この場合の個体数変動は、マクロな環境変動(非生物学的および生物的)によって支配される。つまり、密度独立的な要因が強く支配する。タイプⅡの魚類では餌生物量の変動が小さく、他魚種との間で直接的に餌を食い分けていて、種個体群にたいする制限要因がつねにきびしくはたらく。この場合の個体数変動は、ミクロな種間関係によって支配される。つまり密度依存的な要因が強く支配する。一般に底魚の場合には、魚種毎の食物の選択は、

種選択的ではなくて生活型選択的である。すなわち食物の生活型は、pelagic, epifauna, infauna の3グループにくくられ、それぞれの生活型の食物を、複数の種が食い分けているのである。

PIANKA の r -selection では群集は飽和せず K -selection では飽和することになっているが、これは正しくない。タイプⅠでもタイプⅡでも群集は飽和しているが、飽和の仕方がことなるのである。たとえば、日本近海の暖水性プランクトン食性動物のイワシ類、サバ類、アジ類、サンマ、イカ類はタイプⅠの種類であるが、その総生産量は漁獲努力量の急増にもかかわらず、1965年~1974年の10年間で234~294万トンで変動が小さい。しかし魚種別の変動はひじょうに大きい。つまり、群集は飽和しており、その中で魚種交代が起こっているのである。これにたいして、タイプⅡの種類ではもっとミクロに飽和しており、魚種どうしがたがいに牽制しあって、それぞ

第2表 魚類の個体数変動の二つのタイプの特徴点

	Type I	Type II
環 境	変動性が大い、不規則変動、温帯、亜寒帯水域、表層水域	変動性の小さい、規則的変動、熱帯、亜熱帯水域、中層・底層水域
加 入 量	変動が大い、密度独立的、不規則変動 (Subtype A) 周期的変動 (Subtype B)	変動の小さい、密度依存的
生 長 量	変動が大い、密度依存的	変動が小さい
死 亡 量	初期(卵期~幼魚期)死亡率の変動が大い、密度独立的	初期死亡率の変動が小さい、密度依存的
発 育 (成 熟)	早 い (A) } 密度 おそい (B) } 依存的	おそい
寿 命	短 い (A) 長 い (B)	長 い
食性段階	低い、植物プランクトン食性または動物プランクトン食性	高い、動物プランクトン食性または魚食性
種内関係	緊密、成群性が強い	ゆるい、成群性が弱い
同位種間 関係	同じ空間にすぎない、間接的	同じ空間にすむ、直接的
群集構造	単純	複雑
からだの 大 き さ	小さい	大きい
到 達 点 例	種族維持 サンマ、イカナゴ (A) マイワシ、ニシン (B)	個体維持 メバチ、ヒラメ
漁 獲 の 影 響	自然変動のかけに くられてしまいあら われない	強くあらわれる

れの変動は小さいのである。

タイプⅠの魚類では加入量の自然変動が大きくて漁獲の影響はしばしばかげにかくれてしまうが、漁獲がひじょうに強くなった段階で、親魚の減少が加入量の減少に結びつくようになる。タイプⅡの場合には加入量の変動が小さく、漁獲の影響は直ちに強くあらわれる。したがって、具体的な研究においては、ある魚種がどちらのタイプに属するかをまず見定めて、主要な変動要因を抜き出し、それについて解析的に研究する必要がある。以

上のことをまとめると第2表のように整理される。

以上タイプⅠとタイプⅡに機械的に分けて論を進めたが、この両者はそれぞれタイプⅠ的、タイプⅡ的といった方が正確で、二つのグループに分れながらもその間は連続的であり、また条件によっては相互移行的であると考えるべきであろう。ある年代においては加入量が安定してタイプⅡの特徴を示していたある魚種が、周囲の条件の変化の結果加入量変動が大きくなり、タイプⅠへ移行することは、そう珍しいことではない。

3. 総合討論

安井: 1. 資源評価について、2. 資源変動に関わる環境の問題について、3. 当面の資源調査研究の問題について、この三つの問題について討論したい。

1. 資源評価について

佐藤(重): 北海の資源評価について、単一の系統群として扱っているとのことであったが、いくつかの系統群があるのなら、分けてやったらいいのではないか。

飯塚: 分けるべきものは分けてやるのは当然で、スケトウタラについては分けてやっている。昨日、モデルとして話したのはイカナゴで、これは単一のポピュレーションとして扱った。

佐藤(重): イカナゴの漁場は狭くて、獲ると脇から加入があって、溜るとまた獲るといように聞いている。次々に漁場を通過するものを獲っているのではないか。

飯塚: そのようなこともいわれているが、研究がそこまで進んでいない。そこで、今は一つとして扱っているに過ぎない。

佐藤(重): 入って来るものを調べなければならないだろう。

: 西カムのコガネガレイ・カニなどでも同様なことがある。そのような場合の資源量評価の方法を作ることが必要であろう。

飯塚: イカナゴは、川崎さんのいうタイプAに属する種で、加入量変動が資源量変動であると考えていて、加入量一定とは考えていない。加入量そのものを捉えようという考え方である。

佐藤(重): 新しいダイナミクスモデルを作ろうというのならわかる。

川崎: 既往モデルは加入量一定という仮定で作られている。新しいモデルを作ろうとするのか。

飯塚: 加入量変動の実態を入れてやろうとしている。

安井: スケトウタラなど底魚類でも、年級変動の大きいものもある。バイオロジーと密着させながら資源量評価を行うべきであろう。

スケトウダラについて、いろいろやっておいでになる函館水試室蘭分場の方ががですか。

田中: 資源評価までいっていない。漁獲量水準がどの位までに達するだろうかという予想をしているが、暗申模索の段階である。

安井: そちらで発行している漁況予測によれば、資源状態についても予測しているではないか。

田中: ①年々の年級群の成長の良否、②漁期前の各年級群の密度、③各年級群の性比(♂先熟)、この三つの柱で、一定面積内の量の指数化を試み、その年の資源水準を判断している。

三上: 1年目までの成長の良否から推定する。成長がよいと生残りが悪いし、成長が悪いと生残りがよい。次に索餌期の単位面積あたり密度から、分布密度を推定する。また、漁期前・漁期中の Gonad の状態、餌のとり方などから産卵期の遅速を推定し、これらを総合的にみて、その年の産卵期の資源の状態を予測している。

田中: 2歳までは年級群をよくつかめる。早いものは3歳から産卵する。単位面積あたり1トン以上漁獲される水域を指標とし(委託調査船による底びき網操業結果より)、その広がりや位置及び分布密度から、産卵期には年々どんな密度でどこに現われるか、昨年と同じ努力ならどの位とれるだろうかなどを判断する。

三上: 道南太平洋漁場では、産卵群を対象とした刺し網主体であるので、主群の魚体の大きさも予測し、どの位の網目を使えばよいかも予報している。

安井: スケトウダラの年齢については、4歳くらいまでは判別できるが、それ以上はむづかしいというのが通