

## 浮魚類の要素個体群の構造とその漁業生物学的意義

小川 嘉彦・中原 民男

(山口県外海水産試験場)

**Structure of Elementary Population of Pelagic Fish  
and its Fisheries Biological Implication**

Yoshihiko OGAWA and Tamio NAKAHARA

(Yamaguchi Prefectural Open-Sea Fisheries Experimental Station)

**Abstract**

The present paper aims at elucidating the elementary population of pelagic fish in viewpoint of both structure and fisheries biological significance. It is based on the data obtained by acoustic surveys and daily catch statistics of fishing fleets belonging to Minato port. The acoustic data were obtained through four survey cruises conducted in the southwestern Japan Sea from June to September in 1976. For the surveys, the length or depth of echo trace, distance between the traces, their numbers and other factors were measured on echograms obtained by 'Kaijodenki' MW-4 type fishfinder used at a frequency of 24 kHz, at every cruise. Examinations of catch data suggested that the most of the echo traces obtained were comparable to those of shoals or schools of sardine. Each echo trace was treated as a group of shoal level in the present study, because it was observed that a "shoal" was consisted of a number of "school", a group smaller than shoal, on several occasions.

Frequency distribution of distance between adjoining shoals presented two different modes at 0.25 miles and 2.5 miles. From this fact, shoals keeping distance exceeding 2 miles apart were classified into different groups: "elementary populations". In the survey sections, an elementary population has a horizontal extent ranging between a few miles and 10 miles or more (average, 5 miles; maximum, 24 miles) across and is consisted of a number of shoals (average, 11 shoals). A linear relation is evident between the sizes and the numbers of shoal in an elementary population. This suggests that density of shoal is maintained relatively constant at about 2.2 shoals per mile throughout elementary populations.

Examinations of daily catch statistics give evidence that an elementary population forms an actual unit as a target of daily fishing operations for fleets. Daily fishing conditions are, therefore, affected by time intervals of immigration of elementary population into a fishing ground and by sizes or numbers of the elementary populations. The immigrations commonly occur every few days. Significant correlations were found between annual yields from a fishing ground and the numbers of elementary population appeared in the fishing ground throughout a year. The correlation coefficients were 0.95 for anchovy and 0.83 for sardine at significance levels higher than 95%. It is worthwhile to point out that the strength of stock or population is directly correlated to numbers of elementary population contained in the stock or the population.

From fisheries biological viewpoints, the elementary population is an important unit not only as a target of commercial daily fishing operations but as a fundamental unit of long-term fluctuations at stock or population level. While an elementary population contains shoals in it as elements, the elementary populations themselves constitute elements of stock or population. Concerning fluctuations at stock or population level, the elementary populations play a vital role as "elementary process" for the fluctuations. It is also considered that the elementary population may be an ecologically smallest unit for pelagic fish species to realize their mode of life in the sea.

## 1. 緒言

成群性の強い浮魚類の‘魚群’については魚群探知機の映像記録に基いた研究が少なくない(例えば、横田, 1953; 神浦, 1958, 1966; 浅見・神浦, 1966; 青山・見元, 1970 など)。魚群探知機による調査では、実際の海洋現場における魚群の分布を、探索断面内で正確に知ることが出来るという利点がある一方、魚種やその大きさの判別が厳密には不可能であるという欠点を伴う。しかし、そうした欠点は、特に調査海域が漁場と一致している場合には、調査時の漁獲状況や漁獲物の生物測定からの判断によってある程度まで補うことが出来るので、魚群量の測定、あるいは魚群構造の解明には、魚群探知機は現在最も有効な測器であると言えよう。魚群探知機を用いた魚群構造についての従来の研究によれば、いくつかの“なむら”、“単群”あるいは“School”を含む“魚群”もしくは“Shoal”をひとつの基本的構造と考えていると理解される。

一方、LEBEDEV (1967) は多くの魚類について“要素個体群 (Elementary Population)”を基本的な構造と考え、要素個体群はいくつかの Shoal を含み、Shoal はさらに小さい単位としての School を含むものであるとしている。浅見・神浦 (1966) の“Shoal”は LEBEDEV (1967) の言う“要素個体群”である可能性も考えられるが、青山・見元 (1970) の言う“Shoal”は LEBEDEV (1967) の“要素個体群”以下のレベルの‘群’で、むしろ LEBEDEV (1967) の言う“Shoal”と一致しているように思われる。佐藤 (1965) は“魚群”の上のレベル、“系統群”の下のレベルとして両者の中間に“回遊群”を考え、模式的に集合様式を示しているが、そこでは主として生物種の発育段階、生活年周期の側面が強調されていて“回遊群”の具体的な構造等については必ずしも明らかにされていない。

このように、‘魚群’の構造については、現在用いられている用語すら必ずしも統一されていないのが実情で、わけても魚群構造のもつ漁業生物学的意義を検討したものは多くないように思われる。このことは、魚群研究の問題点の少なくともひとつとして、魚群探知機を用いるというような単なる手続きとしての「方法」に問題そのものがあるのではなく、むしろ、どのように魚群をとらえるかという点をも含めて、「方法論」全体の中にそれがあることを暗示しているように思われる。筆者らは、1970年以降、日本海西南海域の沿岸漁場で、魚群探知機による調査も含めて一連の調査を続けてきた(小川・中原, 1971a, b, 1972, 1974a, b; 小川他 3, 1973; 小川他,

1975; 中原・小川, 1972, 1973; 中原他, 1972) が、その過程で漁場に来遊する‘魚群’の基本的単位は、LEBEDEV (1967) の“要素個体群”に該当するスケールでの‘魚群’であるらしい点に気付き始めた。例えば、ひとつの‘魚群’は数日にわたって漁獲対象となること(小川・中原, 1974b) など、青山・見元 (1970) の言う“Shoal”のスケールでは説明できず、実際の‘魚群’分布(中原他, 1972; 小川・中原, 1972) も漁獲対象となる‘魚群’は“Shoal”よりも大きいスケールの‘群’であることを示している。

それを“要素個体群”と呼ぶか否かは別として、実体として現在基本的単位とされている“Shoal”よりスケールの大きい‘群’が現実存在していると考えられること、しかもそれが実際の漁獲対象の単位となっていると考えられる点は重要であると思われる。さらに、自然の構造的な階層性(岩崎・宮原, 1972; 小川, 1975)を考えるなら、その‘群’の構造と生物学的意義の解明は、きわめて必要なことと思われる。

以上の観点から、筆者らは主として1976年に行なった魚群探知機による調査結果を中心に、利用し得る資料を解析し、要素個体群の実在性とその構造、および生物学的意義についても検討を試みたので、その結果を報告する。

## 2. 資料と方法

調査には山口県外海水産試験場調査船黒潮丸(149総トン, 850馬力)を用い、1976年5月~11月の間延6回にわたり Fig. 1 に示す海域で実施した。魚群探知機による調査は全て日出以降日没までの昼間に実施した。各航海毎の調査期間と航走距離を Table 1 に示す。荒天等の予期し得ぬ事情から5月と11月は探索定線を完全にカバー出来ず、十分な断面が得られなかったので、これら2航海から得た資料は参考とするにとどめた。用いた魚群探知機は、黒潮丸に装備した海上電機株式会社製の MWD-4 型魚群探知機(周波数, 24 kHz; 指向角 [半減半角], 前後左右 12°; 発振回数, 70.3 回/分; 紙送り速度, 25 mm/秒)である。

得られた記録紙上の映像は、各映像について横田 (1953) の方法に準じて、映像の長さ (Shoal-length), 高さ (Shoal-height), 映像間の距離などを読み取った。映像の長さの出現範囲は大きく、資料の範囲では数 m から最大では 2,000 m を越える。大きな映像では、その中にさらにいくつかの“群”を区別できそうなものがあり、LEBEDEV (1967) の“School”に該当するもの存

Table 1. Outlines of echo surveys conducted in 1976. Only the data derived from four cruises between June and September were used for examinations in the present paper, because surveys in May and November could not be accomplished perfectly owing to bad weather conditions or engine troubles unexpected.

Periods of Survey	May 18-19	June 8-10	July 5-6	Aug. 4-6	Sept. 1-3	Nov. 10
Distance of survey line (miles)	120	191	209	209	205	67

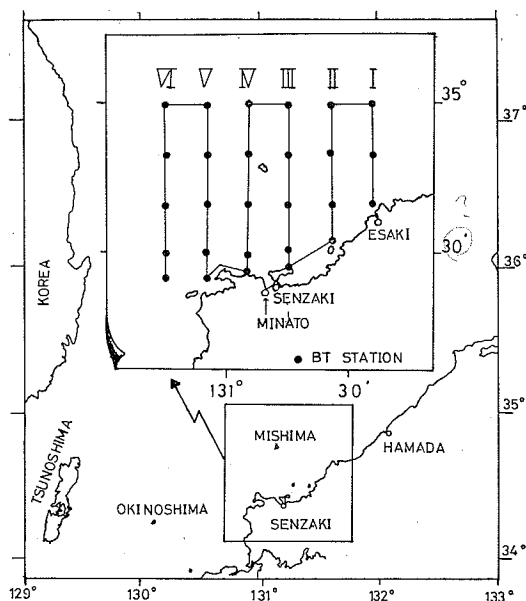


Fig. 1. Location of echo survey lines. They were occupied four times from June to September in 1976. The survey was made during the daytime throughout the four cruises, using the 'Kaijodenki' MWD-4 type fishfinder at a frequency of 24 kHz on board the R/V 'Kuroshio-maru' (149 tons, 850 PS).

在も示唆されるが、それが常に存在するとは限らなかったこと、また存在する場合においても全てについて明確に区別出来るとは限らなかったこと、の2つの理由から、映像記録は時にいくつもの School を含む場合のあることも考慮して、ここでは個々の映像を Shoal と呼ぶことにする。そして、この Shoal を解析の基本単位とした。

今もし、いくつかの Shoal がある一定範囲内の距離を保って分布しており、それがひとつの要素個体群を構成しているとする、Shoal 間の距離の頻度分布には2つのモードが出現するであろうと期待される。期待される2つのモードのうち小さい方のモードは Shoal 間の距離のそれであり、大きい側のモードは Shoal の集りとし

ての要素個体群間の距離のモードに該当する。そこで、得られた記録に基づき、Shoal 間の距離を各航海毎の各断面についてまず機械的に測定し、その頻度分布を求めた。この作業を基礎に要素個体群を区分し、その「大きさ」、要素個体群内の「Shoal 数」を計測し、その分布を調べた。ここで「大きさ」と「Shoal 数」とは要素個体群を一直線で横断した時に得られる断面内の「大きさ」もしくは「Shoal 数」であって実際の大きさ、あるいは実際の Shoal 数とは若干異なるものである。また、予想される要素個体群の水平スケールからすれば、Fig. 1 に示した2つ以上の探索線でひとつの要素個体群を横断し、それを別個の「群」として計測している場合も一部起っている可能性を否定できないが、現在のところそれを区別する方法がないので、それぞれの断面内で要素個体群のまとまりとみなし得るものは別個の群として処理してある。

一方、要素個体群の漁業生物学的意義、とりわけ種個体群もしくは系統群の資源変動の中で果す役割についても検討するため、漁船の能力、操業形態が相対的に安定していたとみなされる 1968—1974 年の7年間について湊地区 (Fig. 1) の棒受網によるカタクチイワシの日別漁獲統計資料を検討した。近年カタクチイワシが急減した後、漁船のエンジンの高速化等、漁獲努力量の増加が認められているが、マイワシについても増加の兆がみられはじめた 1971 年以降 1977 年までの7年間について、同じ湊地区の統計資料によって検討した。これら日別漁獲統計では、日別の出漁隻数が明らかにされており、かつ漁業は、いわゆる「日帰り操業」(実際には夕刻から翌早朝まで夜間の操業)であるので、漁獲努力の量としては出漁隻数で考え、「魚群」の補給される時間間隔を DELURY (1947) および小川・中原 (1974) によって調べた。

なお、調査海域 (Fig. 1) を主漁場として操業する湊地区船団の漁獲統計からみる限り、1976 年の魚群探知機による調査で得られた映像はほとんどマイワシによるものであったと判断される。しかし、すでに指摘したように、「魚群」の質の判別が不可能であることが、この種の調査の大きな欠点であることは認めなければならない。

ここで用いた全ての資料と、それを得るために採った全ての手続きとは、極くありふれたもので、それぞれ長所と同時に限界を有する性質のものであるが、ここでは特に、漁業の直接の対象としての‘魚群’に焦点をあて、その構造的階層性、および漁業生物学的意義を明らかにすることをめざして解析を試みた。

### 3. 結果と考察

#### (1) Shoal 間の距離

得られた断面のうち、各月共よくそろっている経度  $130^{\circ}55'E$  線に沿う緯度  $34^{\circ}25'N$  から  $35^{\circ}00'N$  までの 35 哩の間の記録をいくらか模式的に Fig. 2 に例示した。この断面は Fig. 1 に示した測線 V に該当する。他の断面についてもまったく同様であるが、記録紙上の映像はランダムに現われるのではなく、少なくとも“経験的感覚”の上では、ある一定範囲内の間隔で相対的に

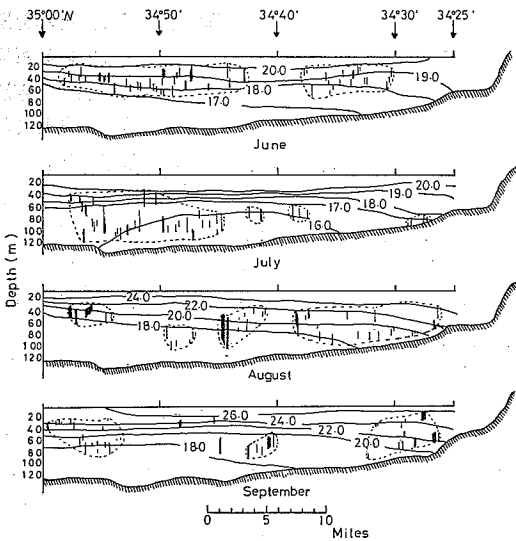


Fig. 2. Schematic representation of distributions of shoals and elementary populations in a typical echo survey section along the line  $130^{\circ}55'E$ . This section corresponds to ‘Section V’ in Fig. 1. Each of vertical lines in the figure indicates a shoal, and each group encircled in a dotted line shows an elementary population classified on the basis of statistical treatment shown in Fig. 4. A linear relation is evident between sizes of elementary population and numbers of shoal contained in the elementary population (see Fig. 7). Vertical temperature distributions were also shown on the basis of BT observations at stations shown in Fig. 1.

“連続”して出現し、しばらく距離をおいて再び類似のパターンが出現する、というのが一般的である。Fig. 2 には BT 観測の結果から水温分布の概略も断面内に併せ示してあるが、断面内の垂直の線はそれぞれ映像記録としての Shoal を示し、線の太さで Shoal の大きさを模式的に表示してある。Fig. 3 には測定した Shoal の長さの頻度分布を示す。Shoal の長さは小さいもので数 m、最大のものでは 2,000m を越える。平均的には Shoal の大きさは数 10m で、その高さは長さの 1/2 から 1/4 程度の範囲にある。平均値はそれぞれ 53.0m と 18.4m

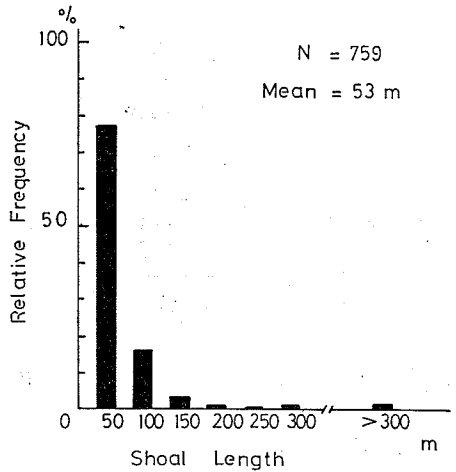


Fig. 3. Relative frequency distribution of shoal length.

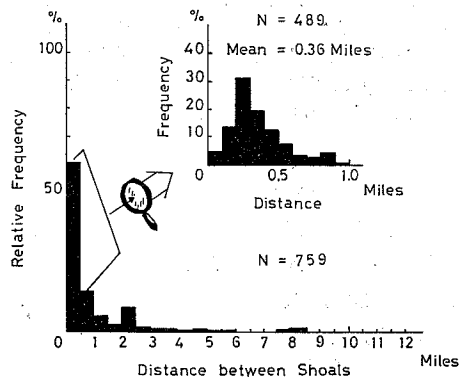


Fig. 4. Relative frequency distribution of distance between adjoining shoals. Two modes were found at 0.25 miles and at 2.0 miles. From this, shoals situated at the distance less than 2.0 miles apart from each other were regarded to be included in a single group, an elementary population.

であった。ただし、高さについては残像を含むので必ずしも正確な値ではなく、およその高さを示すものと考えらるべきである。

Fig. 4 に Shoal 間距離の頻度分布を示す。0.5 哩間隔で処理した場合には、一見負の二項分布に類似の分布型を示し、半数以上が 0~0.5 哩の区間に入る。しかし、よく観ると、2.0~2.5 哩のところ小さいながら明らかにモードが現われている点が注目される。すなわち、Shoal 間距離の頻度分布には 2 つのモードが認められる。0~1.0 哩の区間についてさらに細かく 0.1 哩間隔で処理してみると、Fig. 4 中に併せ示したように、0.2~0.3 哩のところモードを持つ分布を示す。

このように Shoal 間距離の頻度分布に 2 つのモードが出現するという事実は、探索航走した時“映像がある一定範囲内（ここで小さい方の側のモードを考えると約 0.25 哩となる）では相対的に連続して現われ、しばらく距離（ここで大きい側のモードを考えると約 2.25 哩となる）をおいて類似のパターンが出現する”という前述の船上での経験ともきわめてよく一致している。このようなパターンは、Fig. 2 の映像の分布型からもある程度うかがい知ることが出来る。Shoal 間距離の大きい側のモードは小さなものであるけれども、仮に要素個体群が複数の Shoal を含んで、ある一定以上の距離を相互に保ちつつ分布していると考えると、限られた断面内では Shoal 間隔の測定数が要素個体群のそれより必然的に多くなる。それ故、要素個体群間隔のモードの山はむしろ小さくなるのは当然で、Shoal 間距離の頻度分布にモードが 2 つ現われるという点に意味があると言える。

この区分に従えば、要素個体群間の距離は断面でみる限り、2 哩から 11 哩余の間にあり、平均はおおよそ 4 哩と算定される。ここでは、Fig. 4 をもとにして Shoal 間距離が 2 哩以上の Shoal は別のグループ、2 哩未満の Shoal は同一のグループと考えていくと、いくつかの Shoal を含む大きな‘群’の存在が考えられる。Fig. 2 にはそうしたグループを点線で囲んで示してある。

### (2) 要素個体群の大きさ

前項の考察からその存在が推定され Shoal より大きい群をここで正式に‘要素個体群’と名づけることにする。要素個体群はその中に複数個の Shoal を含むものとして区分したが、一方、実際の断面内では Shoal が、‘単群’として現われる場合がいくつか認められる（例えば、Fig. 2 の 9 日の断面参照）。そうした記録は Shoal が要素個体群を構成せず、文字通りの‘単群’として実際の海洋中に存在し得ることを示すものであるのか、あるいは

は測線が要素個体群の縁辺を切ったために偶然そのような映像として記録が得られたのか、映像記録の上だけでは判断できない。しかし、例数が少ないことから考えると後者の場合である可能性の方が強い。

このことから明らかなように、断面を形成する測線は常に要素個体群の中心部を切って走っているとは限らず、かつ LEBEDEV (1967) が航空機観察の結果から明らかにした Azov 海 Anchovy の要素個体群の形状が文字通りの“Amoebiform”であって、円や楕円による単純なモデル化は現実的でないことを考え併せると、ここでいう“大きさ”は必ずしも意味の明確なものではない。

ここでは“大きさ”として断面に現われた要素個体群の水平距離、すなわち、Shoal 間距離 2 哩未満を保つ Shoal 群の両端の水平距離を測定し、その頻度分布を Fig. 5 に示す。要素個体群の大きさの範囲は 1 哩内外（前述の‘単群’を含む）から 25 哩とかなり大きな変異を示すが、平均の大きさはおよそ 5 哩である。要素個体群のおよその水平スケールとして数哩からせいぜい 10 数哩の大きさが妥当な値として推定される。

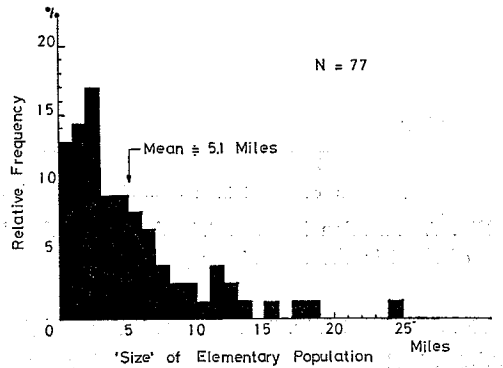


Fig. 5. Relative frequency distribution of 'size' ('length') of elementary population.

### (3) 要素個体群中の Shoal 数

Fig. 6 に断面内での要素個体群の中の Shoal 数の頻度分布を示す。平均 Shoal 数は 11 群であるが、分布型から明らかなように著しく小さい方に偏っている。仮に測線が円形の要素個体群の中心を切って走っており、加えてその中の Shoal 間隔が一定であったと単純に考えると、断面で計測された“Shoal 数” 11 群に対応する「実際の Shoal 数」は 95 群内外と試算される。しかし、こうした試算は両者の相違についておおまかな概念的関連を与え得るに過ぎない。

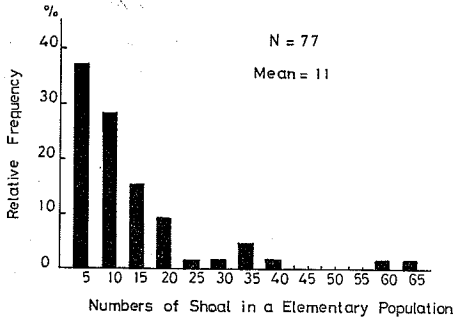


Fig. 6. Relative frequency distribution of 'numbers' of shoal in an elementary population.

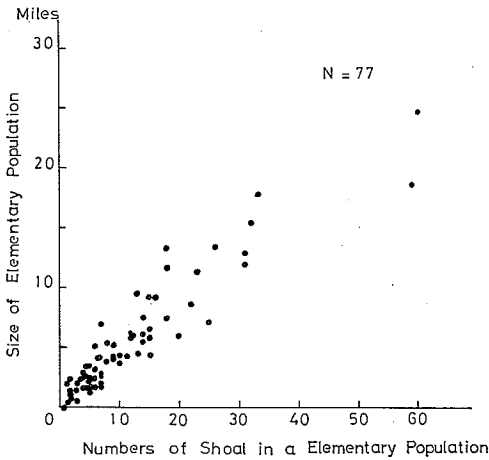


Fig. 7. Relation between 'sizes' and 'numbers' of shoal in the elementary populations.

Fig. 6 を前述の Fig. 5 と対比して観ると、要素個体群中の Shoal 数が多くなる程、要素個体群のスケールは大きくなることが予想され、実際、記録紙の上からもそうした傾向がうかがえる (Fig. 2)。そこで両者の関係について調べた結果を Fig. 7 に示す。今、要素個体群の“密度”を“Shoal 数”/“大きさ”として考えると、Fig. 7 の比例関係は、要素個体群の密度はその大きさによらずかなり安定しているらしいことを示唆している。平均の密度は 2.2 Shoals/mile である。Fig. 5 で示した大きさの平均約 5 哩は、Fig. 6 で示した Shoal 数の平均 11 群にはほぼ該当するものであることが、この Fig. 7 の関係から明らかである。一方、平均 Shoal 数 11 群は、仮に円形に分布した先の単純なモデル要素個体群であると考え、これに Fig. 4 で示した平均 Shoal 間間隔 0.36 哩をふり当てると、このモデル要素個体群の直径は約 4

哩と見積られる。Fig. 5 で示したように、要素個体群の平均的水平スケールは 5 哩であったから、実際の要素個体群が単純な円形ではないこと、また要素個体群内の Shoal 間間隔にもかなり大きな変動の幅があること、を考慮すれば、両者は概略的スケールとしてよい一致を示していると考えてよいであろう。

このように、個別に機械的に統計処理した結果の間に矛盾がないという事実は、結果が実体としての要素個体群のそれぞれの側面をかなりよく反映していることのひとつの証拠であると考えられる。

(4) 漁獲対象群としての要素個体群

漁場内の魚群量と漁獲量とが比例することは漁業者にはよく知られた経験的事実であるが、両者の関係について検討した結果を Fig. 8 に示す。この記録は山口県外海水産試験場調査船若潮丸に装備された古野電気株式会社製 F-812B 型魚群探知機 (使用周波数, 22 kHz) によって江崎沖海域から得られた (小川・中原, 1972) ものであるが、今回改めて整理しなおして提示してある。ここで、魚群量 School Counts は、記録紙上の映像から横田 (1953) に従ってその面積を算出して日別に集計

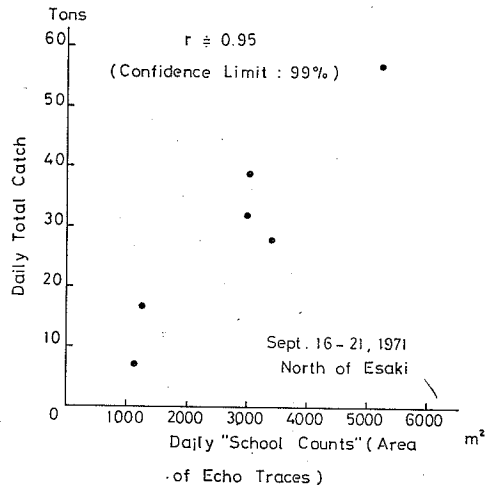


Fig. 8. Relation between daily 'school counts' (areas of echo trace on echograms of YOKOTA, 1953) and daily catch modified after OGAWA and NAKAHARA (1972) on the basis of echo surveys conducted between September 16 and 21, 1971, in coastal waters north of Esaki in the southwestern Japan Sea. The 'Furunodenki' F-812B type fishfinder was used at a frequency of 22 kHz on board the R/V 'Wakashio-maru' during the surveys.

したもので、それを日々の小型旋網による漁獲量と対比させてある。

前項までの結果として平均的モデルを考えれば、ごく一般的な要素個体群として、水平スケールで5漕、Shoal間間隔 0.36 でおよそ95群の Shoal を含む“群”が考えられるが、さらにこの要素個体群内の各 Shoal はいずれも算出された平均の Shoal の長さ (53.0m) と高さ (18.4 m) の大きさのものであると仮定すると、この要素個体群の‘魚群量’は 92,644m<sup>3</sup> と見積られる。

型の異なる測器によって別個に計測された結果を単純に比較することは必ずしも正確な方法ではないが、それでも見積られた値を、Fig. 8 の魚群量と漁獲量の関係に對比してみるなら、ひとつの平均的な要素個体群が漁場を通過する数日の間漁獲圧力にさらされ、かつ続けて数10トンの漁獲があげられたとしても、この要素個体群は十分そのような漁獲に見合うスケールの群であることがわかる。実体として現在基本的単位とされている Shoal よりスケールの大きい‘群’が存在し、かつそれが漁獲対象となる‘群’であると考えられることの重要性については、すでに「緒言」において指摘したが、この‘群’は要素個体群に該当すると考えられると矛盾なく説明出来る。

(5) 個体群の構成要素、あるいは個体群変動の素過程としての要素個体群

前項から、要素個体群は漁業の直接の対象となる単位をなす群であることが考えられた。このことに誤りがなければ、漁場に来遊する年々の要素個体群の数によって、年々の漁獲量はある程度規定されるであろうことが予想される。この点について検討した結果をカタクチイワシについて Fig. 9、マイワシについて Fig. 10 に示す。要素個体群の漁場への年間来遊数と年間総漁獲量の間には、カタクチイワシの場合で有意水準 99%、マイワシの場合で有意水準 95% の高い相関が認められる。

このことは、要素個体群が直接漁業の対象になっている群であることの別の証拠であるとみなされる。

一方、すでに述べたように、Fig. 9 および Fig. 10 に示した期間は、カタクチイワシの資源量全体が減少し、反面マイワシ資源全体が増加し、浮魚群集の中でいわゆる「卓越種の交替」が起きた時期に該当している。すなわち、年々の漁獲量の変動は、資源量の変動を直接反映していると考えてよい。この観点から改めて Fig. 9 と Fig. 10 を観ると、2つの図は、資源量の変動は要素個体数の変動と深く関連し合っていることを示していることに気付く。つまり、資源量の変動は個体群もしくは系統群の

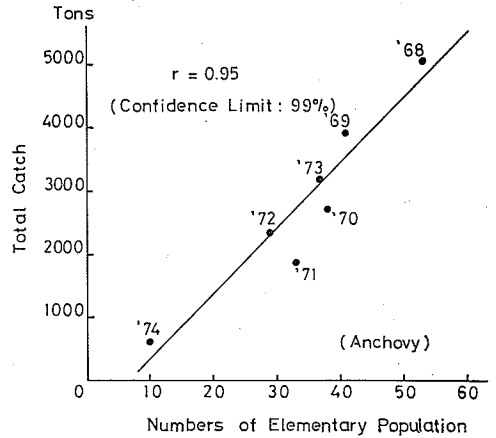


Fig. 9. Relation between annual anchovy catch in a fishing ground and numbers of elementary population of anchovy immigrating into the fishing ground throughout a year.

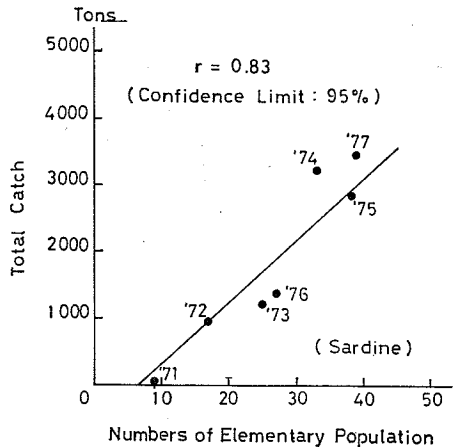


Fig. 10. Relation between annual sardine catch in a fishing ground and numbers of elementary population of sardine immigrating into the fishing ground throughout a year.

中に含まれる要素個体群数の変化によっていると考えられる。岩崎・宮原 (1972) の自然の階層構造にならって言えば、カタクチイワシ、あるいはマイワシの個体群もしくは系統群をひとつの“構造”として捉える時、要素個体群はその“構造”の文字通りの“要素”を成すものであり、資源量変動の素過程をになう具体的な単位をなしているものと考えられる点で注目される。

(6) 若干の論議

主としてマイワシであったと判断される 759 個の魚群探知機の映像記録の解析結果と日別漁獲統計は、要素個

体群 (LEBEDEV, 1967) の実在を示していると思われる。計測の行なわれたマイワシについて言えば、要素個体群は数凧から10数凧(平均で約5凧, 最大では20凧を越える)の水平スケールを有し、複数の Shoal から構成されている Shoal よりは一段高いレベルの‘群’である。

得られた結果の主要な点について、他海域でなされたイワシ類魚群についての魚群探知機による調査結果と対比してみると、神浦 (1958) の言う“Colony”および青山・見元 (1970) の言う“なむら”はいずれも School に該当し、神浦 (1958) の“Shoal”および青山・見元 (1970) の“魚群”はここでの Shoal に当るものと思われる。青山・見元 (1970) の示した“魚群”の間隔のスケールはここでの Shoal 間隔のそれにきわめてよく一致している。神浦 (1958) も青山・見元 (1970) もここで言う Shoal 以上のレベルの群については直接何もふれていないが、浅見・神浦 (1960) の言う“Shoal”は数凧 (8~10 凧) の水平スケールのもので、相当大きい‘群’を“Shoal”と呼んでいる点が注目される。また、青山・見元 (1970) の調査結果のうち、1968 年の結果では“魚群”の幅の分布に数凧のところモードがひとつ認められており、先の浅見・神浦 (1966) の“Shoal”や青山・見元 (1970) の“魚群”は、ここで言う要素個体群をも時に含めたものである可能性が強い。要素個体群の構造は、単に大きさのみならず、群内での Shoal 間隔、Shoal の分布様式、含まれる Shoal 数など細かい点

では種によっても異なるであろうし、また同一種であっても発育段階や生活年周期の相違によっても異なるであろうが、いくつもの Shoal を構成要素としてその中に含む Shoal よりは一段高いレベルの‘群’が存在することは、前述の浅見・神浦 (1966) の結果からしても疑う余地はないと思われる。

ここでは Shoal がいくつかの School を含む場合もあったことから、この‘群’を LEBEDEV (1967) に従って“要素個体群”と呼んだが、本質的に重要な点は、たとえそれをどう名付けるにせよ、実体として水平スケールで数凧から10数凧に及ぶ‘群’が存在し、かつその‘群’こそが漁業の対象として日々の漁況変動に直接関与する単位であるばかりでなく、‘群’としては一段高いレベルの資源 (Population もしくは Stock) の変動の素過程を直接になう単位である、という点にある。Population 又は Stock—Elementary Population—Shoal の間の関係は、従って小川 (1975) が示した相対的に高次と低次の階層構造間の関係としてとらえられる (Fig. 11)。

しかし、魚群探知機を用いて現場で行なわれた‘魚群’についての従来の研究の多くは統計的分布型に議論が集中しており、群構造の階層性や各階層相互間の諸関係の実体やその漁業生物学的意義については今なお十分に検討されていないように思われる。一方、従来の資源研究ないしは漁業生物学的の研究の中でも、そうした点の検討はまだ十分行なわれていないように思われる。とりわけ

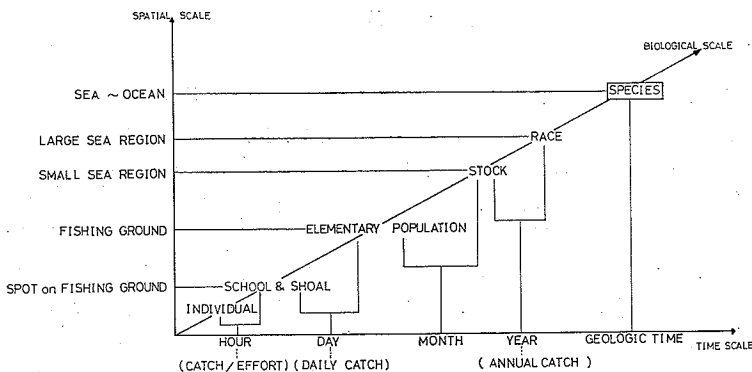


Fig. 11. Schematic representation of levels of grouping of fish species and corresponding temporal and spatial scale which should be covered when a biological investigation is conducted.

When an investigation is planned, for instance, aiming at establishing authentic understanding of elementary population, the elementary population must be studied on a scale of a fishing ground for several months or more. At the same time, shoal as elements of the elementary population and stock or population as a structure which elementary populations constitute must be studied at lower or higher levels of temporal and spatial scale respectively.



佐藤 (1961) 以後のいわゆる“生活の実体”学派の研究の中でさえ、佐藤 (1965) の模式図があるのみで生物種の階層構造の実体については十分究明されていないように見受けられる。例えば、太平洋産のカタクチイワシについて研究した近藤 (1969) は、体長組成等を基に年間10~17群程度の加入を考えている。その場合、「第1群」「第2群」といった名称が与えられているのみで、その‘群’の構造や意義については必ずしも明確にされていない。要素個体群としては区別し得ても体長が類似していることは実際にあり得ることなので、体長を含めて単に漁獲物の形態的測定のみに基づいて群を区別する手法は、実際の海洋中の魚類の階層構造を反映させ得るとは限らない、という点で注意を要する問題である。

ただ、川崎 (1977) は渋谷 (1960) の「単位形態」について言及し、批判的立場から、成群性の強い魚類を対象生物とした場合には、‘魚群’が魚類の「単位形態」であろうと考えている点が注目される。この“批判”にもいくつか問題があると思われるが、「単位形態」のもともとの意味一種の生活様式の実現されるために必要な個体の生活の最小の組み合わせを魚類、とりわけ成群性の強い浮魚類について、渋谷の考察しなかった個体群生態学的立場から考えた場合、それは要素個体群レベルの魚群であると考えてのが妥当であると思われる。

しかし、ここで用いたデータに照らして言えば、現状ではそこまで論議するのは問題であろう。ここではようやく要素個体群のイメージをおぼろ気に構成し得た程度であって、今後さらに具体的な現場調査に基づいて、その実像と生物学的意義を明らかにしていく必要があると思われる。方法論的見地からは、岩崎・宮原 (1972) の提起した「構造と要素」、「自己運動と素過程」の概念、渋谷 (1960) の提起した「単位形態」の概念は、今後の魚群研究にとっても重要なものを含むと考えられる。

#### 4. 要旨

魚群探知機による調査から得られた映像記録をはじめ関連する諸データは要素個体群 (Elementary Population) の実在を支持する。要素個体群は、通常言われる魚群 (Shoal) より一段高いレベルの群で、その構成要素として複数個の Shoal を包括するものである。その水平スケール数哩から10数哩 (平均約5哩, 最大20哩余に達する) で相対的に安定した群である。要素個体群はその中に含まれる Shoal の密度も安定しており、断面内の平均値では 2.2 Shoals/mile である。

要素個体群は漁獲の対象として直接日々の漁況変動に

関与する単位として重要であるばかりでなく、さらにそれよりも一段高いレベルの‘群’としての Population もしくは Stock の変動の素過程になう単位でもあるという点で漁業生物学的にきわめて重要な‘群’である。

謝辞: 本報の主題を含む広範な問題について討議し、有益な助言と貴重な批判を与えられた京都大学教授川合英夫博士はじめ、水産物理学研究室のスタッフ各位、ならびに学生諸兄に心から感謝する。1978年6月16日のこうした討論が、直接本報を整理する動機となった。また LEBEDEV の要素個体群について、筆者らを啓発され、原著の英訳版を学ぶ機会を与えていただいた長崎大学助教授東幹夫博士の御好意と常日頃からの暖かい御指導に深謝する。さらに、資料整理と作図に御協力にいただいた福田厚子嬢にもお礼申し上げる。

#### 文 献

- 青山恒雄, 見元孝一 (1970) 魚群探知機によるカタクチイワシ群の分布機構の解明と分布量の推定. 橋湾をモデルとした海況および魚群分布調査報告 (西海区水研), 93—118.
- 浅見忠彦, 神浦藤雄 (1966) 沿岸域における魚群調査について. 漁業資源研究会議報, 5, 47—53.
- DELURY, D. B. (1947) On the estimation of biological population. *Biometrics*, 3, 145—167.
- 岩崎允胤, 宮原将平 (1972) 現代自然科学と唯物弁証法. 大月書店, 470 pp.
- 神浦藤雄 (1958) 魚群探知機の記録よりみたイワシ類の分布構造について. 南海区水研研報, 7, 30—36.
- 川崎 健 (1977) 漁業資源研究と群集理論. 海の生物群集と生産, 恒星社厚生閣, 365—428.
- 近藤恵一 (1969) カタクチイワシの資源学的研究. 東海区水研研報, 60, 29—81.
- LEBEDEV, N. V. (1967) Elementary Population of Fish. Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1969, 224 pp.
- 中原民男, 小川嘉彦 (1972) 沿岸漁場の特性に関する研究. 第4報 植物プランクトンおよび Copepoda nauplius の季節変動. 水産海洋研究会報, 21, 22—29.
- 中原民男, 小川嘉彦 (1973) 沿岸漁場の特性に関する研究. 第7報 漁況変動からみた魚群の集合様式についての一考察. 水産海洋研究会報, 23, 8—20.
- 中原民男, 小川嘉彦, 藤井泰司 (1972) 沿岸漁場の特性に関する研究. 第3報 漁場内での浮魚魚群の分布様式と補給逸散の動態. 水産海洋研究会報, 20, 146—152.
- 小川嘉彦 (1975) 海洋環境のとらえ方. 海洋生物資源環境, 海洋学講座 15, 東京大学出版会, 6—11.
- 小川嘉彦, 中原民男 (1971a) 沿岸漁場の特性に関する研究. 第1報 動物プランクトンの季節変動と旋網

- 漁況. 水産海洋研究会報, **19**, 215—222.
- 小川嘉彦, 中原民男 (1971b) 沿岸漁場の特性に関する研究. 第2報 動物プランクトン水平分布と魚群分布. 水産海洋研究会報, **19**, 223—231.
- 小川嘉彦, 中原民男 (1972) 沿岸漁場の特性に関する研究. 第5報 動物プランクトン魚群分布の日変動. 水産海洋研究会報, **21**, 30—42.
- 小川嘉彦, 中原民男 (1974a) 沿岸漁場の特性に関する研究. 第8報 物理的環境の評価のためのモデル. 水産海洋研究会報, **24**, 13—16.
- 小川嘉彦, 中原民男 (1974b) 沿岸漁場の特性に関する研究. 第9報 漁況および海況変動の現象のスケール. 水産海洋研究会報, **25**, 1—13.
- 小川嘉彦・中原民男・安達二朗・松山康明 (1973) 沿岸漁場の特性に関する研究. 第6報 漁場の海況季節変化と河川水の影響. 水産海洋研究会報, **23**, 1—8.
- 小川嘉彦, 中原民男, 田中良治 (1975) 沿岸漁場の特性に関する研究. 第10報 水塊構造とその変動. 水産海洋研究会報, **27**, 1—15.
- 佐藤 栄 (1961) 水産資源研究の理論と実践における諸問題. 水産科学, **29**, 1—28.
- 佐藤 栄 (1965) 魚の生活の研究. ミチューリン生物学研究, **1**, 27—50.
- 渋谷寿夫 (1960) 理論生態学. 理論社, 226 pp.
- 横田滝夫 (1953) 日向灘・豊後水道のイワシ類の研究. 南海区水研研報, **2**, 251 pp.