

東支那海とその隣接海域における表層性幼稚魚の分布について

小沢 貴和・塚原 博

(1971年2月3日受領)

On the Distribution of Pelagic Fish Larvae and Juveniles in the East China Sea and Its Adjacent Regions

Takakazu Ozawa and Hiroshi Tsukahara

The pelagic fish larvae and juveniles were collected in the East China Sea and its adjacent regions from May 16 to June 2, 1968 (R/V Hakuhō-maru Cruise KH-68-2, East China Sea and its adjacents). This report deals with the areal characteristics in the species composition of the samples and the similarity of composition between them.

Juveniles and larvae were collected mainly at night by surface towing, the former was taken with juvenile net (1.6 m diameter, mesh size 6×6 mm, 5 knots for 30 min.), and the latter with larva net (1.6 m diameter, mesh size in rear part 0.5×0.5 mm, 2 knots for 10 min.). Since the sampling of larvae was made only once in the East China Sea, the present results are mainly based on the collection of juveniles. The results obtained are as follows:

1. On the basis of distribution of dominant species, namely, *Engraulis japonica* and *Myctophum* spp., sampling area was tentatively divided into the following 3 sub-areas, among which the characteristics of samples are different. The southern Kyushu area (A): neritic species and oceanic species are mixed, with intermediate values between other two sub-areas in number of species and of individuals per haul, and in diversity of species composition. The East China Sea area (B): neritic species are dominant, with the least values in number of species and in diversity, but the largest in number of individuals per haul. The oceanic area off the Kuroshio current (C): Oceanic species are dominant, with the reverse values of sub-area B in respect to three items.

2. The similarity of species composition among samples was estimated with Morishita's index of similarity. The samples of juvenile in sub-areas B and C had no similarity, but those both in sub-areas A and B, and in sub-areas A and C showed an appreciable similarity. In the samples of larvae in sub-areas A and C, the same similarity was obtained when *Engraulis japonica* was excluded from the samples, but when it was included there was no similarity. Six species of the genus *Myctophum* are dominant in sub-areas A and C. Although the number of individuals per haul in sub-area A is larger than that in C, no difference in the distribution and the composition of the fishes belonging to the genus *Myctophum* exists between the sub-areas.

3. Judging from the above results, the association of larva and juvenile faunas among 3 sub-areas can be assumed as follows. The association between the East China Sea and the oceanic areas was scarcely appreciable. The fauna of the southern Kyushu area might be mixing one of the other two, but seems to be more intimately associated with the oceanic fauna.

(Laboratory of Fisheries Resources, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Shimo-Arata-cho, Kagoshima City, and Fisheries Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka City, Japan)

東京大学海洋研究所研究船白鳳丸による KH-68-第2
次航海 (1968年5月15日~6月8日, 東支那海およ
び隣接海域) の際に, 著者らは東支那海南東部と, これ

に隣接する太平洋海域で, 表層性稚魚と幼魚を2種のネットを用いて採集した。調査海域は重要魚類の産卵, 育化, 成育場で, 海況的に4つの水帯からなり, 今井(1958)

によれば各水帶特有の卵、稚仔魚の分布が想定されている。

従来、稚仔魚の分布に関する研究は、主として重要魚種が対象となり、時空間的変化を求めるものが多い。しかし一定の海域に出現する幼稚魚群集の構造的検討は少ない。著者らは、上記の海域において、出現幼稚魚の組成を求める、それらの類似性を検討して、この海域の幼稚魚群集の特徴について若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

幼稚魚の採集は、1968年5月16日から6月2日まで、2種のネットを用いて行なった。稚魚ネットは口径1.6mの円形鉄枠に取りつけた前半2/3は網目2.5×2.5mmもじ網、後半1/3は網目0.5×0.5mmバイレン製ネットであり、主に夜間、表層を船速2ノットで10分間採集した。また同型の鉄枠に取りつけた網目6×6mmのナイロン製の幼魚ネットにより、航海中毎夜21時頃、表層を船速5ノットで30分間採集した。採集海域と採集点はFig. 1に示した。稚魚ネットは21回曳網し、その採集点は黒潮流域に多い。幼魚ネットは全航路でほぼ均一に17回曳網した。採集魚は10%ホルマリン固定後、70%アルコールで保存し、各個体を種の段階で類別した。

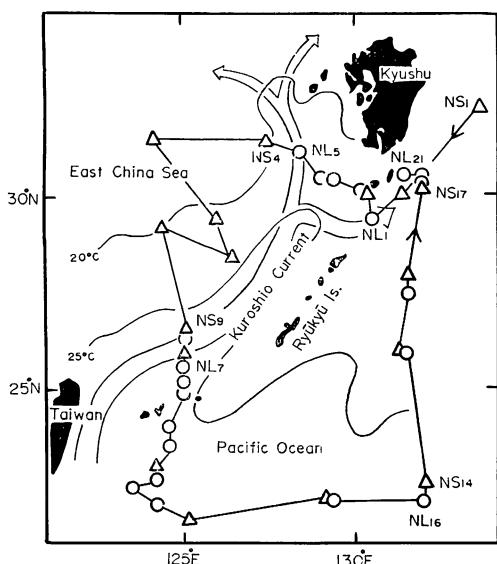


Fig. 1. Cruise track showing sampling stations, R/V Hakuho-maru Cruise KH-68-2, from May 15 to June 8, 1968. Arrows indicate the direction of cruise. Stations of juvenile net (NS₁₋₁₇) are indicated by triangles, and those of larva net (NL₁₋₂₁) by circles.

なおこの報告では、稚魚ネットで採集された後期仔魚期から若魚期までの発育期のものを一括して稚魚とした。また幼魚ネットで採集されたものには、稚魚期から成魚期までのものが含まれるが、幼魚として取り扱い、一部後期仔魚期であるウナギ亜目レプトセファルスも含まれる。幼稚魚の発育期の規定と名称は、内田・他(1958)の基準に従った。さらに、魚種名は松原(1955)に従ったが、これによる *Myctophum affine* は *M. nitidulum* とした。

結 果

幼魚ネットによる17回の採集で73種1,233個体、稚魚ネットによる21回の採集で112種6,216個体の幼・稚魚がそれぞれ得られた。その種類別出現状況について、採集4個体以上の種を、幼・稚魚別に個体数の多い順に配列してFig. 2に示した。順位の第1位から第3位までは、幼・稚魚とともにカタクチイワシ *Engraulis japonica*、ススキハダカ属 *Myctophum*、サンマ *Cololabis saira* であった。その他の共通種は、ススキハダカ属3種、シイラ *Coryphaena hippurus*、イダテントビウオ *Exocoetus volitans*、テンジクイサキ *Kyphosus cinerascens*、オキエソ *Trachinocephalus myops* である。幼魚の主要魚種である沿岸性のヒメジ *Upeneus bensasi*、マアジ *Trachurus japonicus*などが稚魚の主要魚種として出現しないのは、Fig. 1に示したように東支那海域での稚魚採集が1回にすぎなかったことによると思われる。Fig. 2に見られる採集個体数の順位は、幼魚ではほぼ一定の割合で減少傾向を示す。しかし、稚魚ではカタクチイワシが非常に多く、さらに第2位以下の減少傾向も幼魚の場合とは多少異なっている。各魚種の出現回数とその個体数との間には相関が認められず、個体数の多い種でもその出現回数は曳網回数の約半分であった。

次にこれらの資料から、特定の幼稚魚群集を含む水域を区別し、各水域の魚種組成の特徴とそれらの類似性を検討した。その方法として著者らは、個体数と出現回数の多い種を選び、それらの採集点の特徴を比較検討して調査水域の区分を試みた。用いた魚種はカタクチイワシ、ススキハダカ属6種、サンマ、マアジおよびシイラで、これらの出現結果を幼稚魚の区別なくFig. 3に示した。カタクチイワシは南九州近海から東支那海にかけて広く出現する。この水域内にサンマとマアジの採集地点も含まれる。ススキハダカ属6種は、Fig. 6に見られるように種による分布のかたよりはほとんど認められないで、一括して取り扱ったが、南九州近海から黒潮流域にかけて広く出現し、シイラの出現域もほぼこれと

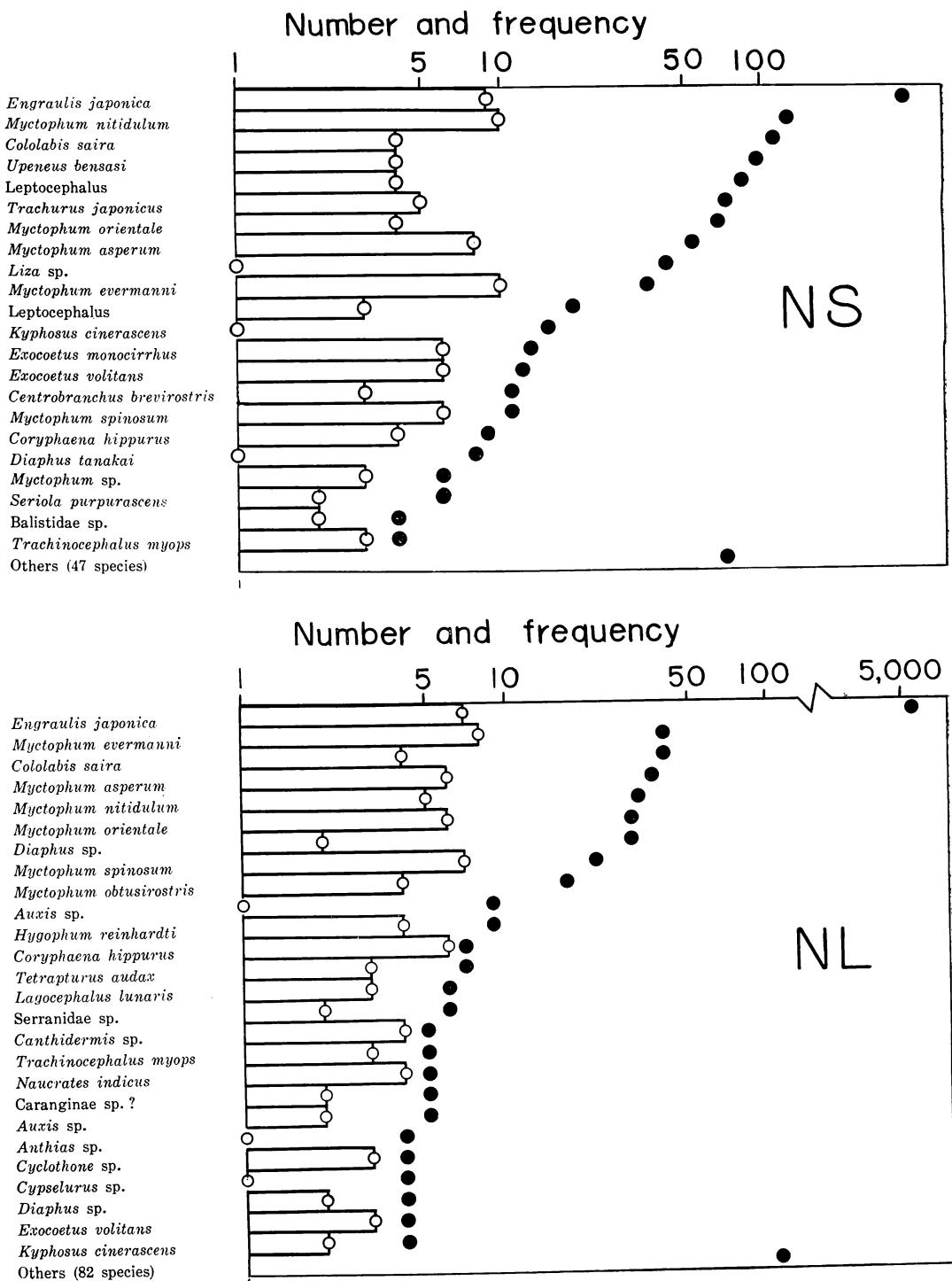


Fig. 2. Number of individuals (black circle) and frequency of occurrence (white circle).
NS and NL: samples of juveniles and larvae, respectively.

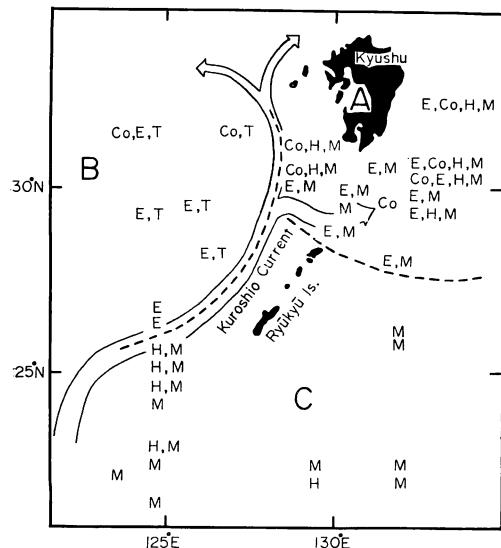


Fig. 3. Division into sub-areas A, B and C, by distribution of dominant species. Broken lines denote the boundary of sub-areas. E, *Engraulis japonica*; Co, *Cololabis saira*; M, *Myctophum* spp. (6 species); T, *Trachurus japonicus*; H, *Coryphaena hippurus*.

一致する。上記以外の魚種もカタクチイワシ型かスキハダカ属型のいずれかの分布域をとる。ただし、トビウオ科 Exocoetidae, ウナギ亜目レプトセファルスなど少數の種では上記のいずれにも属さない分布の特徴を示している。この結果から、東支那海とその隣接海域における表層性幼稚魚の分布は、沿岸性のカタクチイワシと外洋性のスキハダカ属6種を指標種として特徴づけられるので、この水域を

- 1) カタクチイワシ・スキハダカ属混獲域: 南九州水域 (Fig. 3, A),
 - 2) カタクチイワシ採集域: 東支那海 (B),
 - 3) スキハダカ属採集域: 黒潮外洋水域 (C)
- の3水域に区分した。南九州水域と黒潮外洋水域との境界は黒潮流域の沖合にあり、これら両水域と東支那海とは黒潮および対馬暖流によって規定されると推定した (Fig. 3)。

このようにして区分された各水域における幼・稚魚の種組成を Fig. 4 に示した。そのうち、東支那海での稚魚採集は1点のみであるので、その組成は検討しなかった。まず幼魚の組成を見ると、南九州水域では外洋性のスキハダカ属5種、ウナギ亜目レプトセファルス2種と沿岸性のカタクチイワシが主要魚種で、外洋性と沿岸性種が同時に出現する。東支那海ではカタクチイワ

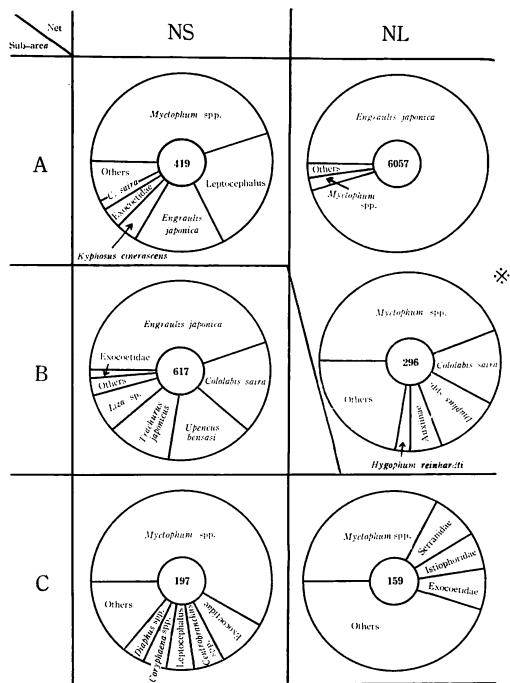


Fig. 4. Comparison of species composition of samples collected with juvenile net (NS) and larva net (NL) from sub-areas, A, B and C (cf. Fig. 3). Number in each smaller circle represents total number of individuals. * Frequencies excluding *E. japonica* from larva samples in sub-area A.

シ、サンマなどが多く採集された。黒潮外洋水域では外洋性種が優占し、スキハダカ属6種が58%の個体数比率を占め、次いでトビウオ科6種、ブタハダカ属2種 *Centrobranchus* spp. などが出た。次に稚魚の組成は、同じ水域でみると幼魚とかなり異なっているが、2水域間の組成傾向としては幼魚と類似している。すなわち、南九州水域では沿岸性のカタクチイワシの個体数が非常に多く、95%を占めているが、次いで外洋性のスキハダカ属6種、ハダカイワシ属2種 *Diaphus* spp. が多く出現する。黒潮外洋水域ではスキハダカ属6種、スズキ科5種 *Serranidae*などを主要種とし、その他出現個体数の少ない魚種が45%を占める。

以上のように、Fig. 3 で区分した各水域では出現魚種間に明瞭な特徴が認められる。次に、これらの特徴を量的に表わすため、種類数と個体数の関係（魚種組成の多様性）について検討した。さらに、3水域における幼・稚魚相の類似性（魚種組成の類似性）を求め、各魚類相の関連性を検討した。

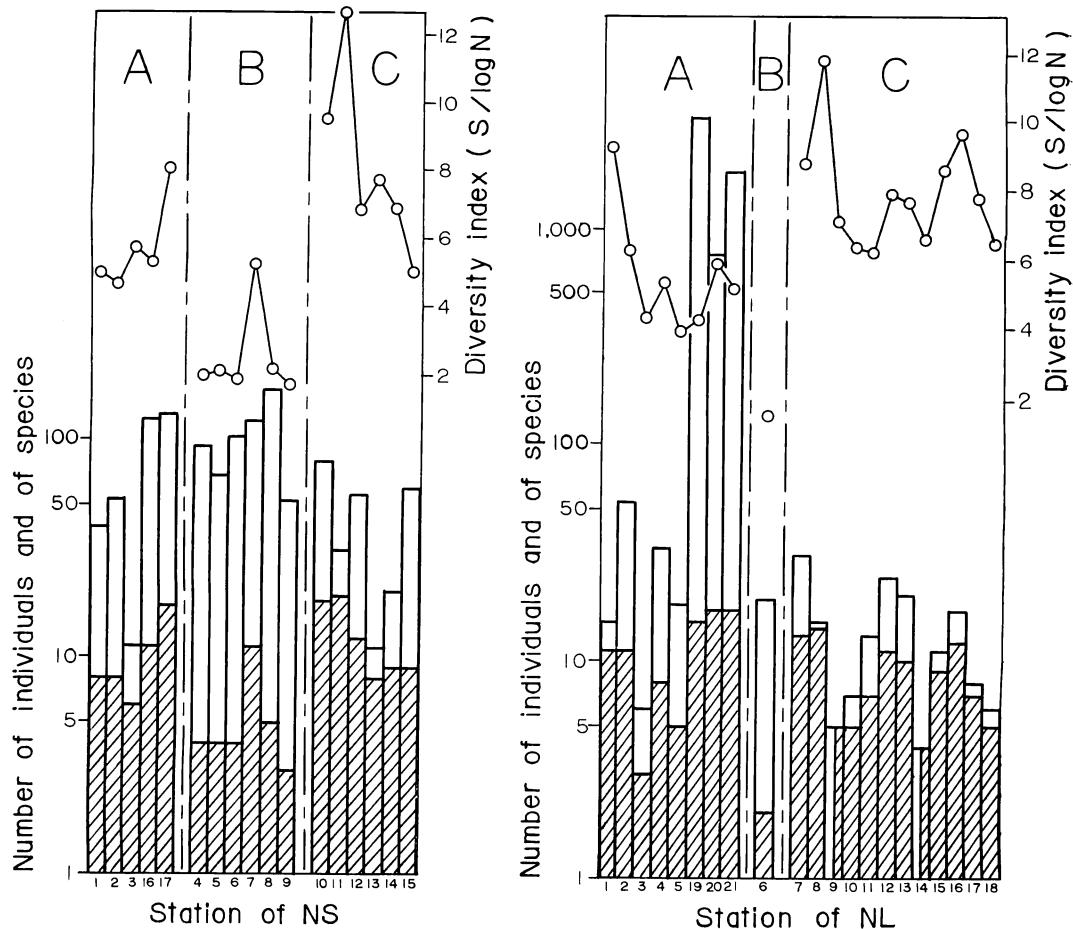


Fig. 5. Number of individuals and of species, and diversity index at each station, which is constructed according to sub-areas A, B and C in Fig. 3. NS and NL: sampling of juveniles and larvae, respectively. White plus shaded histogram, and N: number of individuals. Shaded histogram, and S: number of species. White circle: diversity index after Odum (1967: 46).

魚種組成の多様性：各採集点における種類数と1曳網当たりの個体数について、水域別にFig. 5に示した。これによると、幼・稚魚ともに黒潮外洋水域では個体数に比して種類数が多く、逆に東支那海域では少なく、南九州水域では他の2水域の中間の傾向が認められた。この傾向を指数によって表わすため、Margalef (1960) の式 $S - 1/\log eN$ を変形した多様性指数 (Diversity Index) D. I. = $S/\log N$ (Odum, 1967) を用いた。

この式の S, N はそれぞれ採集物中の種類数と個体数である。高い D. I. 値は魚種相の複雑さを、低い値は単純さを表わす。幼・稚魚別に採集点ごとの D. I. 値を Fig. 5 に、水域全体での値を Table 1 に示した。幼・稚魚とも、黒潮外洋水域では高い D. I. 値、東支那海域

Table 1. Number of individuals per haul and of species, and diversity index on sample of each sub-area. Juveniles (NS) and larvae (NL) were separated.

sub-area		A	B	C
No. of individuals	NS	69.8	102.8	39.4
	NL	757.1		13.2
No. of species	NS	33	20	40
	NL	50		73
Diversity index	NS	12.59	7.17	17.44
	NL	13.22		33.17
Diversity index*	NS	12.58	7.51	
	NL	19.83		

* Specimens of *Engraulis japonica* were excluded from the samples in calculation of the index.

では低い値、南九州水域では中間の値を示し、3水域の魚種組成はそれぞれ特徴ある多様性をもつことが明らかになった。さらに、幼魚よりも稚魚の値が各水域で高く、稚魚の組成は幼魚に比してより複雑であった。

魚種組成の類似性：採集物の種組成の類似性を表わす指数として、Morishita (1959) は採集個体数の大きさに影響されない指数 (Index of similarity, C_λ) を提案した。それは、まず2つの採集物の値を Simpson (1949) の式に従って

$$\lambda_1 = \sum_{i=1}^{\infty} n_{1i}(n_{1i}-1)/N_1(N_1-1),$$

$$\lambda_2 = \sum_{i=1}^{\infty} n_{2i}(n_{2i}-1)/N_2(N_2-1)$$

とおく。ここで N_1, N_2 は採集物 1, 2 における全個体数で、その中の i 種の個体数は n_{1i}, n_{2i} で示される。これらの値から

$$C_\lambda = 2 \sum_{i=1}^{\infty} n_{1i}n_{2i}/(\lambda_1 + \lambda_2) N_1 N_2$$

が求められる。 C_λ は比較する2水域の採集物が同一群集に属すれば 1 に近く、2つの採集物のあいだに共通種がなければ 0 となる。

また Simpson の λ は Measure of diversity と呼ばれ、前述の D. I. と同じく個体数と種類数との関係を示す指数であり、0 から 1 までの範囲をとり、1 に近い値は種組成の単純さを、0 に近い値はその複雑さを表わす。

著者らは、これらの指数 (C_λ, λ) を用いて3水域の種組成の類似性を検討した。採集物の類似性は優占種によって左右される可能性が大きいので、優占種であるカタクチイワシを除いた値も算出し、除かない値と比較検討した。

水域全体での値を、カタクチイワシを除いた値 (λ') と共に Table 2-1 に掲げた。南九州水域の稚魚の λ は 0.905 で、単純な種組成であることを示すが、 λ' は 0.066 で複雑な種組成を示し、カタクチイワシの出現個体数の影響が大きい。しかし、他の λ と λ' の値は、D. I. の

Table 2-1. Values of diversity, λ , for samples of juveniles (NS) and larvae (NL) in each sub-area. λ' denotes the values for samples excluded *Engraulis japonica*.

sub-area	A	B	C
λ	NS	0.149	0.271
	NL	0.905	0.030
λ'	NS	0.175	0.230
	NL	0.066	

逆としての値をよく示し、カタクチイワシの影響も大きくない。これら λ, λ' をもとにして各水域間で C_λ を算出し、Table 2-2 に示した。まず幼魚ネット採集物についてみると、南九州水域は東支那海および黒潮外洋両水域との間で、それぞれ 0.372, 0.404 の C_λ が求まり、かなりの類似性がみられた。東支那海と黒潮外洋水域間では、 C_λ は 0.001 で全く類似性が認められない。採集物からカタクチイワシを除いて検討した場合、南九州水域と東支那海域間の C_λ は、0.027 と小さくなり類似性がみられなくなるが、他の水域間ではほぼ同じ値であった。

次に稚魚については、まず南九州水域の採集において、NL_{1~5} と NL_{19~21} (Fig. 1) の採集日時に約半月の差があるので、両者の類似性を検討したが、 C_λ は 0.534 で必ずしも高いとは言い難い。しかし、各水域間の C_λ よりは大きく、また 0.5 以上であるので、同一群集からの採集と仮定した (考察および Table 4 参照)。次に黒潮外洋水域の採集物の多くは、他の水域と同じく夜間に採集されたものであるが、一部昼間採集の NL_{9~11,14} が含まれている。しかし昼間の採集物を除いた各指数值は、D. I. = 21.19, λ = 0.039, C_λ = 0.002 で、除かない値 (Table 1, 2) との差は極めて小さいから昼間採集物の影響は配慮しなかった。これらの資料によって、南九州水域と黒潮外洋水域の C_λ を求めると 0.002 で、幼魚での値とは逆に非常に小さく、全く類似性が見られない。と

Table 2-2. Values of the index of similarity, C_λ . Values with dash denote the ones for samples excluded *Engraulis japonica*.

NS			NL	
A	B	C	A	C
A	0.372	0.404	A	0.002
B	0.027'	0.001	C	0.432'
C	0.436'	0.003'		

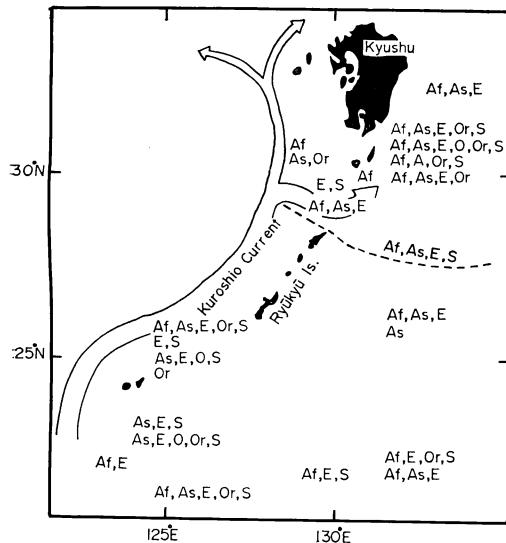


Fig. 6. Distribution of the fishes belonging to the genus *Myctophum*. Af, *Myctophum nitidulum*; As, *M. asperum*; E, *M. evermanni*; O, *M. obtusirostris*; Or, *M. orientale*; S, *M. spinosum*.

ころが、優占種のカタクチイワシを除けば C_λ は 0.432 となり、幼魚と同じくかなりの類似性が認められる。このように南九州水域と黒潮外洋水域間の類似性は、カタクチイワシの出現に大きく影響を受けている。

調査水域に出現したススキハダカ属 6 種は、南九州、黒潮外洋両水域に出現し、カタクチイワシに次いで採集個体数が多かった (Fig. 2)。これら特徴的な外洋性のススキハダカ属について、その分布と組成の類似性を検討した。各種の出現地点を幼・稚魚の別なく表わした Fig. 6 によると、同一水域内および水域間においても、明瞭な分布の差異は認められないが、1 収網当たりの個体数は、Table 3 に示したように幼・稚魚とも南九州水域の分布密度がより高いと推察される。さらに両水域間の C_λ を Table 3 (右) に示した。幼・稚魚とも C_λ は 1 に近く、ススキハダカ属 6 種の組成には差が見られなかつた。この結果から Fig. 3 に示した A, C 水域の境界

は、本属 6 種の分布には認められない。

以上の結果、東支那海と黒潮外洋水域は、それぞれ特徴的な種組成を示し、それらの類似性は極めて小さかつた。南九州水域の種組成は、東支那海と黒潮外洋の両水域の混合組成と考えられる。さらに優占種のカタクチイワシやススキハダカ属 6 種の出現状態からみると、南九州水域は黒潮外洋水域とより関連が強いと推定される。

考 察

この調査海域において、相川 (1936) は珪藻類の分布状況から、九州西岸海域、支那沿岸区域、支那東海本土側区域、黒潮区域の区分を行なった。今井 (1958) は魚卵、稚仔魚の出現分布が宇田・他による海洋構造の区分、すなわち九州沿岸水帶、大陸沿岸水帶、暖流水帶、中間水帶と密接な関係があるとしている。これらの区分は、幼・稚魚の出現と種組成からみた本研究の南九州、東支那海、黒潮外洋の 3 水域との関連性とは中間水帶を除いてほぼ一致する。なお、中間水帶は暖流水帶と大陸沿岸水帶との間に形成される両水塊の混合域で、この調査の採集点の中で NS₇, NS₉ (Fig. 3) が、当時の海況 (長崎海洋気象台, 1968) から中間水帶に属すると思われる。これらの地点を著者らは東支那海域に含めたが、その魚種組成を精査すると、沿岸性種とともに外洋性のトビウオ類とレブトセファルスが認められた。さらに、NS₇ の多様性指数 (D. I.) は東支那海域の他の値よりもかなり大きく (Fig. 5), 両地点はかなり異なった種組成を示しており、幼稚魚の分布からみた中間水帶の存在が推定される。

南九州水域における最初の採集地点 (NL_{1~5}) と最終の地点 (NL_{19~21}) では、採集の時間差に約半月のずれがあり、NL_{19~21} では半月前に比してカタクチイワシが多かった。これらの事実が、魚種組成と黒潮外洋水域との類似性に与える影響を検討するため、次のような処理を行なった。Table 4 に示したように、NL_{1~5} の稚魚に NL_{19~21} の中にて個体数の少ないものを順次加え、種類数、1 収網当たりの個体数、多様性指数 (D. I. と λ) と

Table 3. Number of individuals per haul (left) and C_λ (right) for the fishes of the genus *Myctophum*.

Sample	A. NS	C. NS	A. NL	C. NL	A. NL	C. NS
No. of indiv.	31.33	22.80	16.33	6.50	A. NS	0.896

A. NL	C. NS
A. NS	0.896
A. NL	0.700

A. NS and A. NL, C. NS and C. NL: samples in sub-areas A and C, separated into juveniles (NS) and larvae (NL), respectively.

Table 4. Changes of species composition with increase of larva samples in sub-area A.

Samples	No. of indiv.*	No. of species	Diversity index		C_λ^{**}
			D. I.	λ	
NL _{1~5}	26.2	30	14.29	0.190	0.024
NL _{1~5,20}	146.2	40	13.59	0.722	0.005
NL _{1~5,20,21}	389.7	45	13.10	0.851	0.004
NL _{1~5,19~21}	757.1	50	13.22	0.905	0.002

* Number of individuals per haul.

** C_λ for sample of sub-area C.

C_λ を算出して、それらの変化を調べた。その結果、最も有意な変化を示したものは、1曳網当たりの個体数と λ である。 C_λ の相対的変化は大きいが、その値は 0 以下 2 行にみられるので有意とは言えない。1曳網当たりの個体数の変化は、半月の間に稚魚相は変化しなかったと仮定すれば、NL_{19~21} はカタクチイワシの密度の高い場所を曳網したことになる。この個体数の増加が λ に反映し、 λ は 0.190 から 0.905 となり、1に近い単純な種組成を示したが、同じ関係を表わす D. I. は殆んど変化しなかった。このように、指数によってはその変化が大きいため、南九州全域の代表値は求められないが、Table 4 に示した値はいずれも Tables 1~3 における黒潮外洋水域の稚魚の値と比較して有意であると思われる。このような方法で検討した結果、幼・稚魚の種組成にみられる各種の指數は、著者らの 3 水域間について有意な差を示すことが認められた。

謝 辞

本研究に用いた幼魚は、東京大学海洋研究所の沼知健一博士の採集物によった。こころよく採集標本を提供された同氏に厚くお礼を申し上げる。また、調査の機会を与えられた同研究所の多賀信夫教授、および調査にご協力下さった白鳳丸の白沢高康船長ならびに乗組員各位に感謝の意を表する。

引用文献

- 相川広秋. 1936. 浮游生物定量調査報告-4. 第二次北太平洋並に日本海一齊調査に依る浮游生物調査報告. 水産試験場報告, 7: 153-182, 40 figs.
- 今井貞彦. 1958. 九州南西海域に出現する魚卵、仔・稚魚の概況. 対馬暖流開発調査報告書, 第二輯: 76-78.
- Margalef, R. 1960. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. Perspectives in marine biology. Univ. California Press: 323-349, 10 figs.
- 松原喜代松. 1955. 魚類の形態と検索 (I, II). 石崎書店, 東京, pp. iv + xi + 1-789, figs. 1-289; pp. v + 791-1605, figs. 290-536.
- Morishita, M. 1959. Measuring of interspecific association and similarity between communities. Mem. Fac. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.), 3(1): 65-80.
- 長崎海洋気象台. 1968. 西日本海況旬報, 第 735 号.
- Odum, E. P. 1967. 生態学 (水野寿彦訳). 築地書館, 東京, vii + 224 pp, 39 figs.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. Nature, 163: 688.
- 内田恵太郎・道津喜衛. 1958. 対馬暖流水域の表層に現われる魚卵・稚魚概説. 対馬暖流開発調査報告書, 第二輯: 3-65.
- (鹿児島市下荒田町 鹿児島大学水産学部資源学教室・福岡市箱崎 九州大学農学部水産学科)