

## 紀伊水道域における魚群分布

花岡 藤雄

### Distribution of Fish Schools in the Kii Suidō (Channel) Determined by Acoustic Surveys

Fujio HANAOKA

The Kii Suidō is one of the two major channels connecting the Seto Inland Sea through the Pacific Ocean. It comprises the migratory and drifting routes of the commercially important fishes, and their eggs, larvae and juveniles. Acoustic surveys of fish school in the Kii Suidō and there adjacent areas were conducted employing the four research vessels equipped with the echo sounders in November 1973 and June 1974.

Fish schools in November 1974 were most abundant in Kii Suidō and the western outside of this channel, and decreased in following geographical order, the Osaka Bay, the eastern outside of the Kii Suidō and the Harima Nada. Mackerels were dominant in the Kii Suidō and the outside of this channel and small *iwashi*, sardines, anchovies and round herrings, in the Osaka Bay and Harima Nada.

Vertical distribution of mackerel schools in the Kii Suidō agreed with the water mass above 34‰ in salinity in the intermediate layer of southern part of this channel, and that of *iwashi* with the water mass below 34‰ in upper layer of middle and northern parts of this channel.

Compared abundance indices of fish in November with that in June, there were little difference between both in total fish schools, but mackerels in November were above twice that in June, *iwashi* in June were larger than that in November.

紀伊水道は、豊後水道とともに瀬戸内海系水と外洋系水との混合域に当り、内海と外海にまたがって生活するイワシ類等の回遊路で、卵・稚仔魚の補給路でもある（浅見・他 1976）。

この水域では水道中央部及び東部を通過して外洋系水が流入することが多く、その勢力は春から夏にかけて強い。内海系水は主として西部沿岸域を通過して流出し、秋から冬にかけて卓越する（市栄1952）。この流れに加えて固有の南北方向の潮流がある（海上保安庁 1973）。これらの流れによって起る瀬戸内海系水と外洋系水との混合がひき起す紀伊水道の海洋構造の時空間変化、

並びにそれに伴う魚卵・稚仔魚及び魚群分布の変化を明らかにすることは漁業資源管理上重要なことである。1973年11月及び1974年6月に科学技術庁特別研究促進調整費による「紀伊水道に関する総合研究」が実施された。本報告ではこの協同研究によって得られた資料を用いて、イワシ類等の魚群分布と、それらが海洋環境とどのように関連しているかについて報告する。

本研究のため海上での調査に当たられた、徳島県水産試験場試験船とくしま、和歌山県水産試験場試験船きい、南西海区水産研究所調査船しらふじ丸及びこたか丸の乗組員並びに調査員の各位に厚くお礼申し上げる。本研究をまとめるに当って、ご指導とご校閲をいただいた外海資源部佐野蘊部長、同古藤力第一研究室長、及び種々ご助言をいただいた同小西芳信技官に厚くお礼申しあげる。

### 調査及び解析の方法

本研究のための海洋観測と魚群調査は、1973年11月11～16日と1974年6月13～22日に実施された。今回の調査に参加したしらふじ丸、こたか丸、きい、とくしまの魚群探知機は、漁船に広く用いられているもので、その型式や主要性能等は Table 1 に示すとおりである。1973年11月の調

Table 1 Echo-sounders on board of the research vessels.

Name of vessels	Gross tonnage	Echo-sounders		
		Type	Cycles	Depth range
SHIRAFUJI-MARU	93.7	FURUNODENKI-FUG	28KHz	0-100m
KOTAKA-MARU	47.5	FURUNODENKI-FHG	28KHz	0-100m
KII	34.8	SANKEN-NSE	28KHz	0-130m
TOKUSHIMA	76.5	FURUNODENKI-FUG	50KHz	0-100m

査は、徳島県蒲生田崎、和歌山県日の岬から淡路島南岸沖に至る紀伊水道内において、東西を横断する D, D', E, E', F, F', G, G' の8つの定線を、南北にほぼ2.5 哩間隔で設定した (Fig. 1)。この時の各調査船の航程は Table 2 に示すとおりで、とくしまは D→D', こたか丸は E→E', きいは F→F', しらふじ丸は G→G' を、日出から日没までの昼間に毎日1回ずつ、11日から16日まで連続6回 (但し、しらふじ丸は13日から16日まで4回) 調査した。1974年6月に

Table 2 Sequences of observations conducted by four research vessels, 11-16 November 1973.

Vessel	SHIRAFUJI-MARU	KII	KOTAKA-MARU	TOKUSHIMA
Nov. 11	—	st. F1→F6→F5'→F1'	st. E1→E5→E5'→E1'	st. D1→D5→D4'→D0'
"  12	—	st. F1→F6→F5'→F1'	st. E1→E5→E5'→E1'	st. D1→D5→D4'→D0'
"  13	st. G1→G6→G5'→G2'	st. F1→F6→F5'→F1'	st. E1→E5→E5'→E1'	st. D1→D→5D4'→D0'
"  14	st. G1→G6→G5'→G2'	st. F1→F6→F5'→F1'	st. E1→E5→E5'→E1'	st. D1→D5→D4'→D0'
"  15	st. G1→G6→G5'→G2'	st. F1→F6→F5'→F1'	st. E1→E5→E5'→E1'	st. D1→D5→D4'→D0'
"  16	st. G1→G6→G5'→G2'	st. F1→F6→F5'→F1'	st. E1→E5→E5'→E1'	st. D1→D5→D4'→D0'

Arrows denote order of observations.

紀伊水道の魚群分布

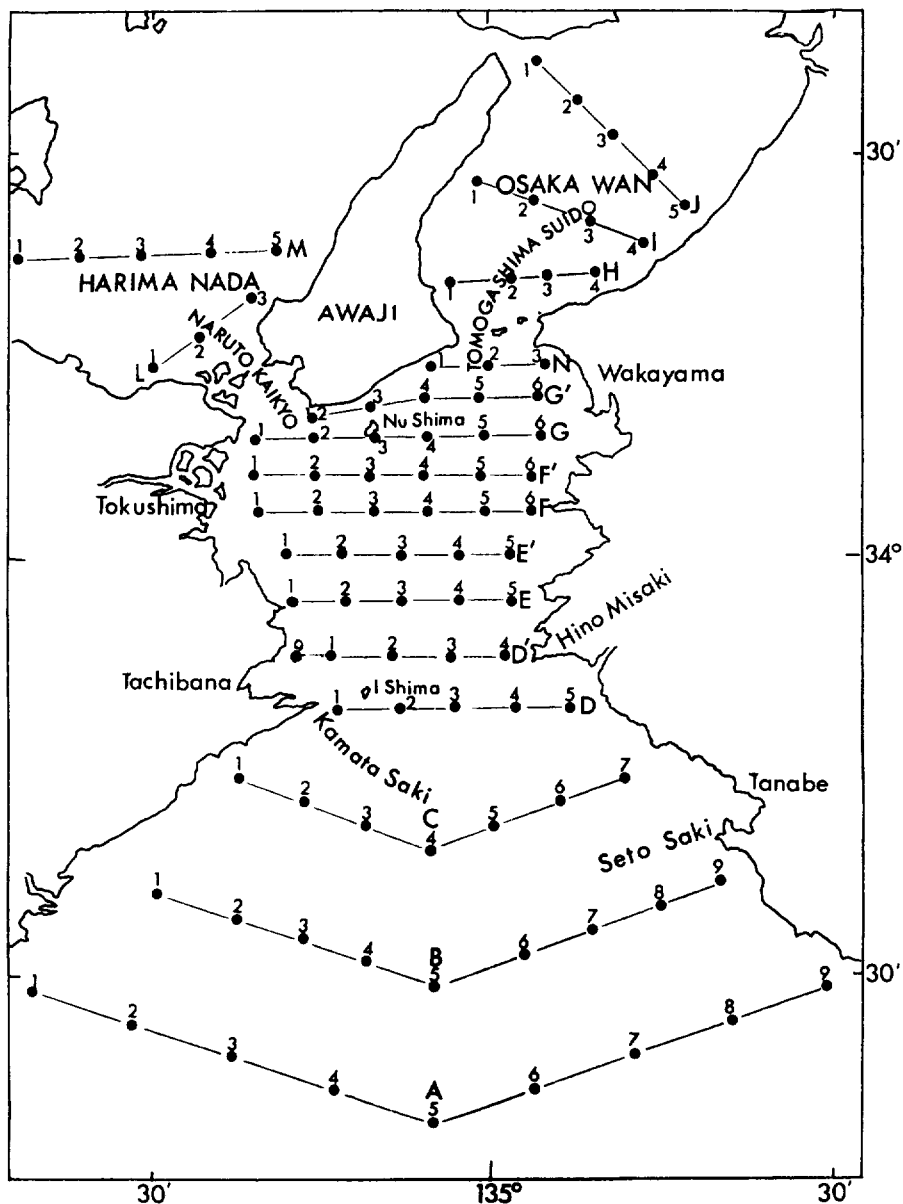


Fig. 1 Oceanographic stations occupied in November 1973 and June 1974.

おける各調査船の航程は Table 3 に示すとおりで、19日から22日の間に3回、1973年11月と同じ調査船が同じ定線を調査した。この他に6月13日から16日にかけては、紀伊水道の隣接海域である播磨灘 (M, L 線)、大阪湾及び友ヶ島水道南部 (H, I, J, N 線)、紀伊水道外域の西部 (A<sub>1-5</sub>, B<sub>1-5</sub>, C<sub>1-4</sub>)、同東部 (A<sub>6-9</sub>, B<sub>6-9</sub>, C<sub>5-7</sub>) 及び紀伊水道内のD, E, F, G 線を、上記の4隻の調査船がそれぞれ分担して1回ずつ調査した。

各調査定点においては、測深、各層水温・採水等の観測並びに、魚卵・稚仔魚及びプランクトンの採集を行った。各定点間を航走中は常時魚群探知機を作動させ、分布する魚群の記録を得る

Table 3 Sequences of observations conducted by four research vessels, 13-22 June 1974.

Vessel Date	SHIRAFUJI-MARU	KII	KOTAKA-MARU	TOKUSHIMA
June 13	st. M1→M5→L3→L1	st. A9→A6	—	st. A1→A5
" 14	st. G1→G5	st. B9→B6	st. J5→J1→I1→I4	st. B1→B5
" 15	st. F6→F2→E3→E5	st. C7→C5	st. H4→H1→N3→N1	st. C1→C4
" 16	st. D5→D1→E2→E1	—	—	—
" 19	st. G1→G6→G6'→G2'	st. F1→F6→F5'→F1'	st. E1→E5→E5'→E1'	st. D1→D5→D4'→D0'
" 20	st. G1→G6→G6'→G2'	st. F1→F6→F5'→F1'	st. E1→E5→E5'→E1'	st. D1→D5→D4'→D0'
" 22	st. G1→G6→G6'→G2'	st. F1→F6→F5'→F1'	st. E1→E5→E5'→E1'	st. D1→D5→D4'→D0'

Arrows denote order of observations.

ようにした。

魚群探知機の記録から魚群出現数，魚群量指数，遊泳水深等を求めた。魚群量指数は横田他(1953)の方法で，以下のように計算した。

$$si = Li \times Hi$$

$$S = \sum_{i=1}^n si = \sum_{i=1}^n (Li \times Hi)$$

$$\bar{s} = \frac{S}{n}$$

$si$  ;  $i$  番目の群れの魚群量指数

$S$  ; ある調査線または海域の魚群量指数

$\bar{s}$  ; その調査線上または海域における平均魚群量指数

$n$  ; その調査線上または海域の魚群の数

$Li$  ;  $i$  番目の魚群の長さ，記録紙上の長さから求めた実長 (溼)

$Hi$  ;  $i$  番目の魚群の厚さ，記録紙上の高さから換算した厚さ (m)

魚群の種類は主に記録紙上の形状から判断したが，漁船による漁獲物の情報も参考にした。魚群の分布に影響する環境の指標値として塩分値を用い，内海系水と外洋系水を判断した。

## 結 果

### 魚群の分布状況

#### 1. 紀伊水道及びその隣接域における魚群の水平分布

1974年6月13～16日に調査した紀伊水道とその隣接域の大阪湾，播磨灘及び水道外域における魚群の分布状況を Fig. 2 に示す。等塩分線は魚群の主分布層である30m層で示すのが妥当であるが，この層の観測値が欠除している水域があるため，表層の塩分値を用いた。等塩分線の分布からこれらの海域全般の海況をみると，水道外域では，東部から外洋系水とみられる34‰台の高かん水が水道南部域へ流入している。水道内では東部域が高かん水帯となっているが，西部域には33‰以下の低かんな沿岸水帯が存在し，沿岸域を南下している。このため，水道南部の蒲生田

紀伊水道の魚群分布

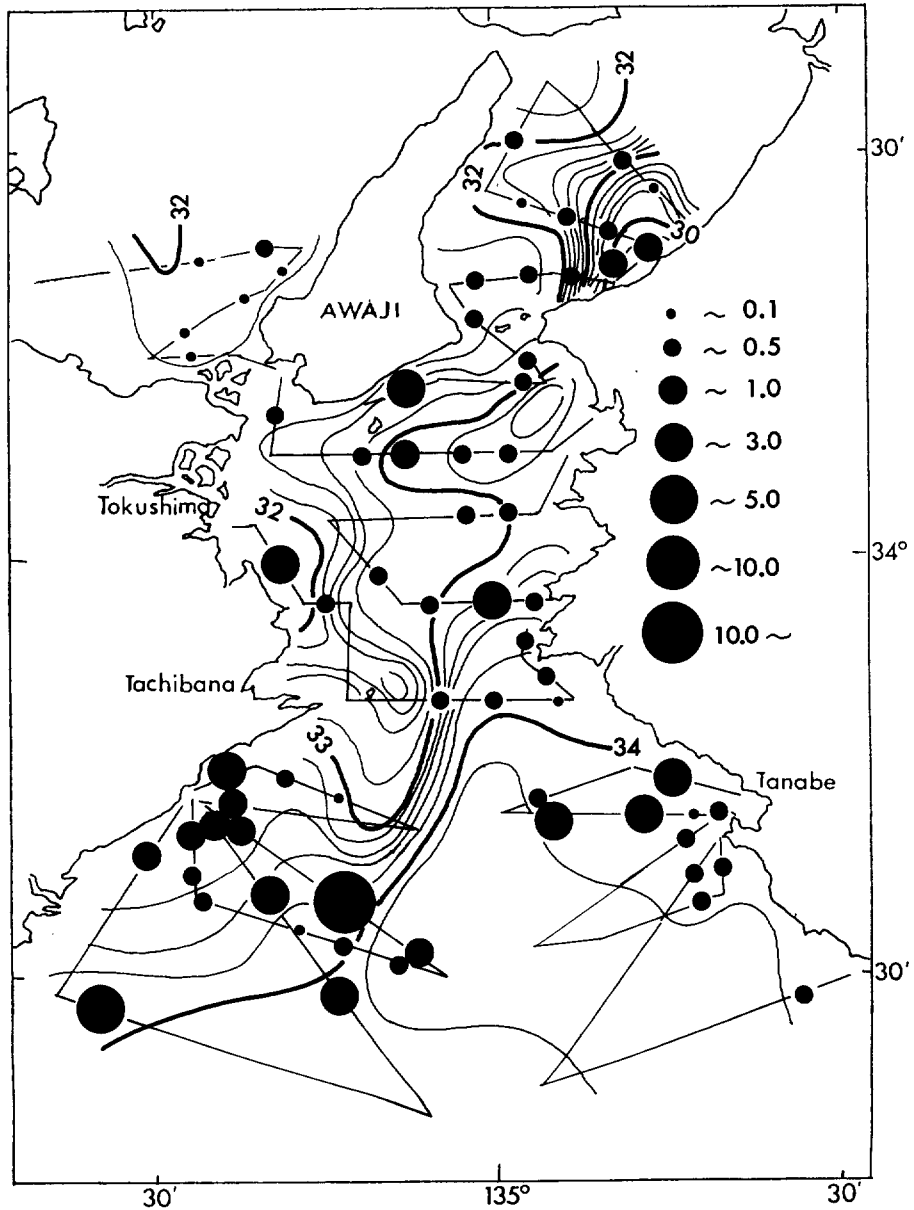


Fig. 2 Abundance indices of fish schools along interstation lines, 13-16 June 1974.

埼～日の岬の中間付近は東西方向の塩分傾度が大きく、沿岸水帯と外洋水帯との境界となっている。水道隣接域では、播磨灘で32‰台の低かん水帯が分布している。大阪湾では南東部の沿岸域から30～31‰の低かん水帯の張出しがみられ、沿岸から沖合にむけての塩分傾度が大きい。

魚群の分布をみると、水道外域では西部に多く、東部では少ない。これらは主としてサバ類群と推定され、33～34‰台の比較的高かん水帯に分布している。水道内では、高かん水帯の外洋水が影響している南東部域でサバ類群と推定されるものが主に分布し、西部沿岸の低かん水帯には主にイワシ類群と推定されるものが分布している。播磨灘における魚群の分布は少なく、大阪湾

ではイワシ類のシラス、カエリと推定される魚群がやや多く分布している。これら各水域について魚群の分布密度を比較するために、各水域別に出現した魚群量及び魚群数を10哩当りに換算して Fig. 3 に示した。Fig. 3 によると、魚群量は紀伊水道と水道外域西部で最も多く、次いで大阪湾、水道外域東部の順で、播磨灘で最も少ない。次に魚群数は、大阪湾でとくに多いのが目立っている。次いで紀伊水道、播磨灘、水道外域東部の順で、水道外域西部で最も少ない。

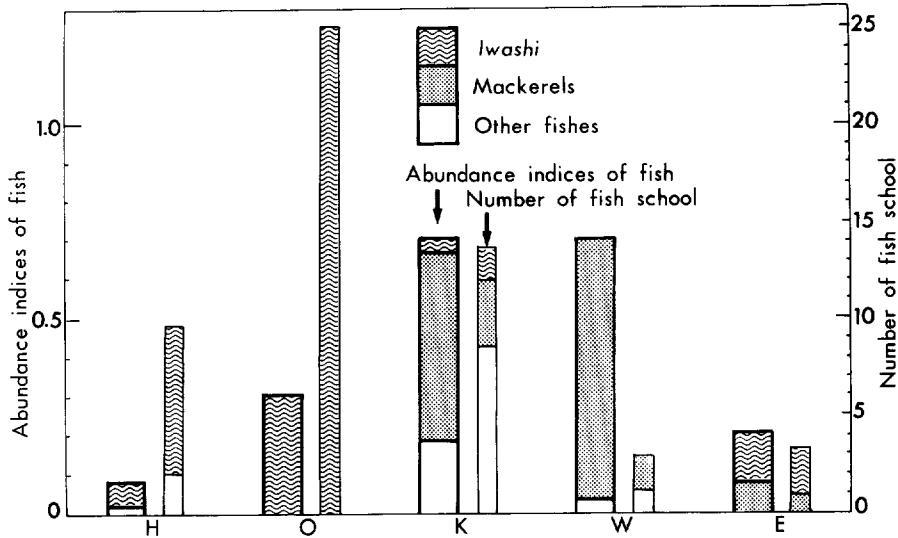


Fig. 3 Abundance indices of fish and number of fish school per ten miles in five areas, 13-16 June 1974. (H; Harima Nada, O; Osaka Bay, K; Kii Suidō, W; western outside, E; eastern outside)

## 2. 紀伊水道における魚群の鉛直分布

紀伊水道の南北方向における魚群の鉛直分布を Fig. 4 及び Fig. 5 に示す。この鉛直分布図は、東西方向に横断する D~G' の 8 本の各定線のなかで、ほぼ中央部に当たる 2 点間の魚群量を用いて、これを南北方向に連ねたものである。図中の魚群の大きさは、2 点間の魚群量で示した。一方等塩分線は各 2 点の平均塩分値で示した。

Fig. 4 は1973年11月14日調査のものである。これによると、外洋水とみられる34%以上の高かん水が南部 (D) の中底層から流入し、34%等塩分線は中北部 (F') の中下層に達している。そして F'~G 付近で低かんな沿岸水と接し、この付近で南北方向の塩分傾度が大きくなっている。魚群は、高かんな外洋水の影響が強い南部の D, D' の上中層にサバ類と推定される大きな群れが分布している。その北側の E~F の上中層のやや低かんな水帯にはイワシ類と推定される小型の群れが分布している。南部の D~D' 及び北部の G' 付近の中底層には、サバ類、イワシ類以外の魚群が分布している。この魚群は漁船の漁獲物情報からみて、タチウオが主体であると推定される。Fig. 5 は1974年6月19日調査のものである。Fig. 4 の11月に比較して上中層における鉛直方向の塩分傾度が大きい。E 付近では沿岸から流出してきた低かん水が上層に分布している。34%以上の高かん水は11月と異なり南部の上層部には存在せず、約30m層以深の中底層から

紀伊水道の魚群分布

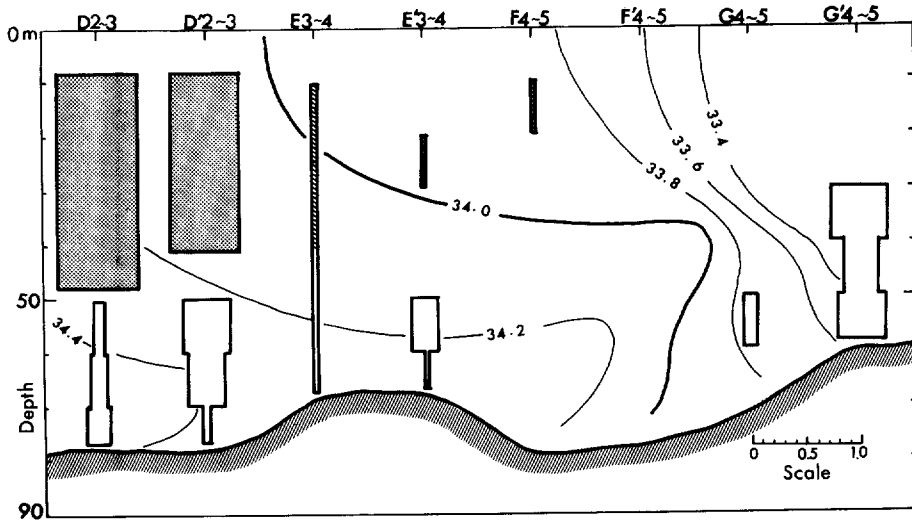
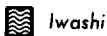



Fig. 4 Vertical distribution of fish school and isohaline (%) from northern to southern parts in the Kii Suidō, 14 November 1973. (Scale; Indices of fish abundance)

-  Iwashi
-  Mackerels
-  Other fishes

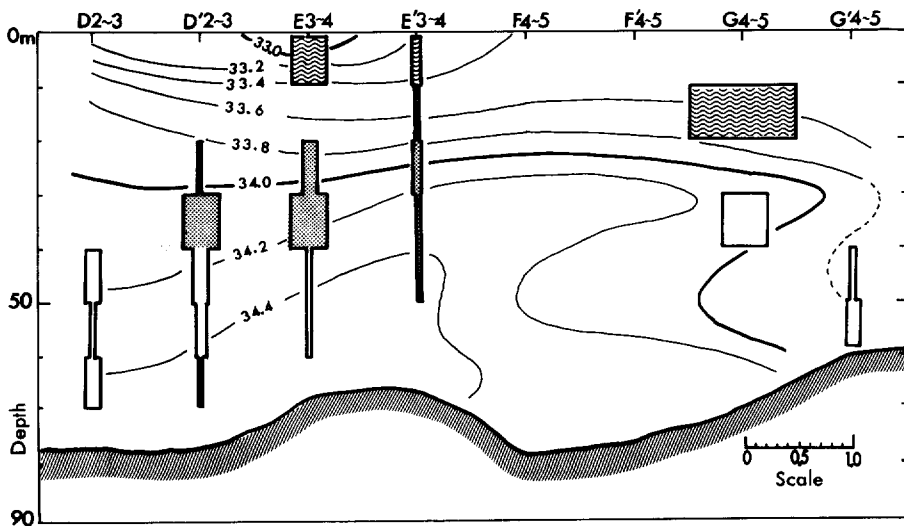


Fig. 5 Vertical distribution of fish school and isohaline (%) from northern to southern parts in the Kii Suidō, 19 June 1974. (Scale; Indices of fish abundance)

-  Iwashi
-  Mackerels
-  Other fishes

水道内へ流入し、北部のG付近の中底層に達している。魚群は、サバ類と推定されるものがD', E付近の、中層の塩分34%台の高かんな水帯に分布しているが、11月に比べて少ない。イワシ類と推定されるものは、E, E'及びGの、上層のやや低かんなところに分布しており、11月に比べて多い。その他のタチウオ主体と推定される魚群は、南部のD~E及びG, G'の高かんな中下層にみられる。

魚群の分布とその短期変化

紀伊水道内で調査した1973年11月の6回、1974年6月の3回について各回毎の魚群分布を、イワシ類群（主に上～中層に分布）、サバ類群（主に中層に分布）、及びその他の魚群（主に底層近くに分布し、タチウオが主体と考えられる）の3つに大別して Fig. 6～Fig. 11 に示した。また、各回の魚群量の日変化を Fig. 12 に示した。

魚群分布の概要；1973年11月11～16日間の6回の調査を、11～12日、13～14日、15～16日の3つに区分して図示した。したがって魚群量及び等塩分線の値は2日間の平均をとった。Fig. 6 にイワシ類主体の魚群分布を示した。等塩分線は30m層である。魚群は34‰等塩分線から北西側の低かんな水域に分布し、この調査期間における分布域の大きな変化はなかった。Fig. 7 にサバ類主体の魚群分布を示した。等塩分線は30m層である。イワシ類主体の魚群に比べて量的に多

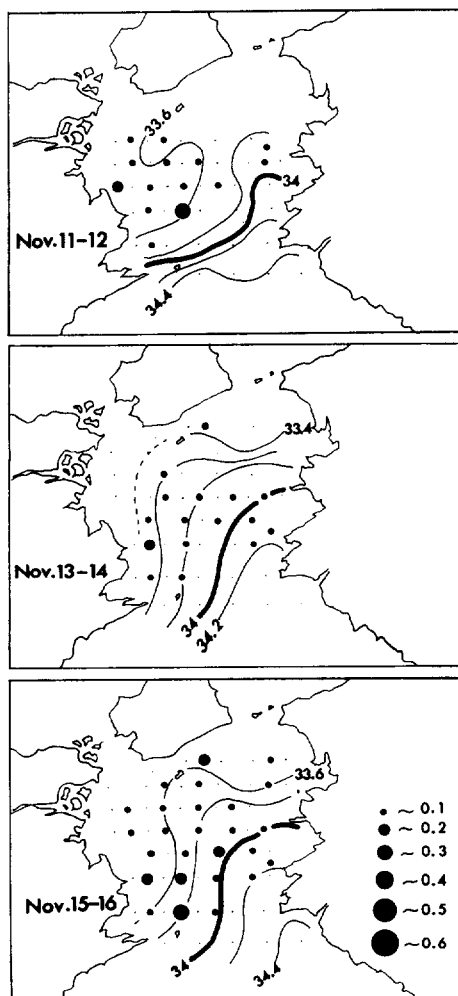


Fig. 6 Distribution of *iwashi* fish school on each day in Kii Suidō, 11-16 November 1973. (Isohaline is 30m layer)

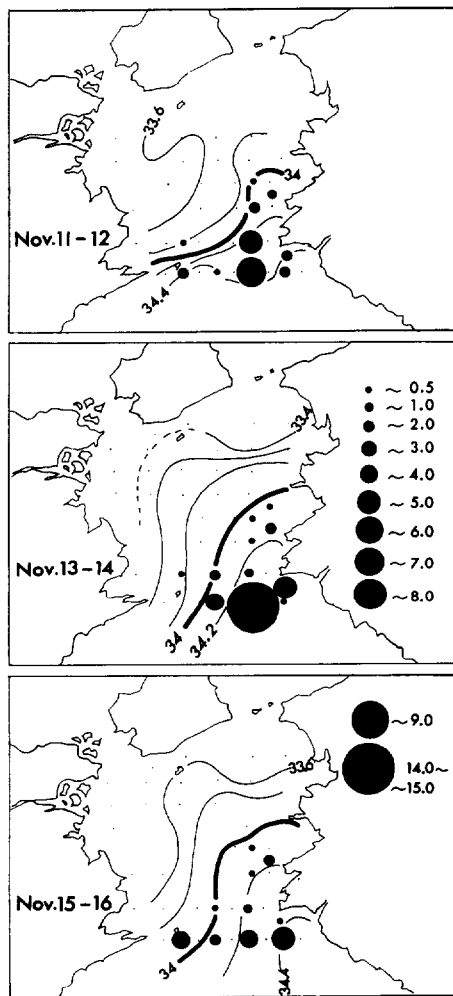


Fig. 7 Distribution of Mackerels fish school on each day in Kii Suidō, 11-16 November 1973. (Isohaline is 30m layer)



紀伊水道の魚群分布

く、分布域も34‰等塩分線より高かんな水道南東部域となっている。Fig. 8 にその他の魚群の分布を示した。等塩分線は底層である。この等塩分線の分布をみると、水道中央線にそって34‰以上の高かん水が南から北上しており、魚群はこの高かん水帯のなかに多く分布している。

1974年6月19、20、22日の3回の調査のうち、イワシ類主体の魚群分布を Fig. 9 に示した。等塩分線は30m層である。等塩分線の分布をみると、34‰以上の高かん水帯が水道南東部から北上し、北部まで達している。水道西側は33‰台の低かん水帯が張出し、東西方向の塩分傾度が大きい。魚群は34‰等塩分線よりも低かんな西側に多い。19日には北東部沿岸にも多い。Fig. 10 にはサバ類主体の魚群分布を示した。等塩分線は30m層である。魚群は主に34‰以上の高かんな水帯に分布している。Fig. 11 にはその他の魚群の分布を示した。等塩分線は底層である。34‰以上の高かん水帯は30m層よりも北上勢力が強く、水道北部にまで達している。魚群は主にこの

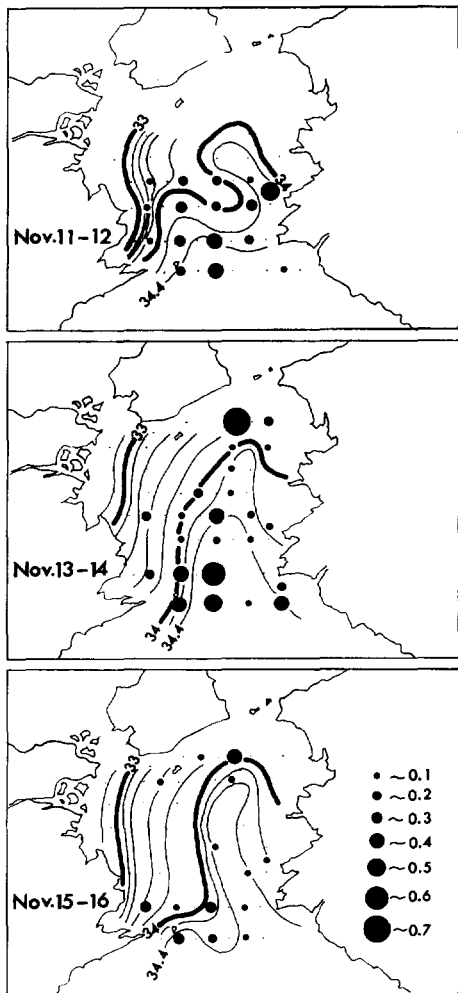


Fig. 8 Distribution of other fish school on each day in Kii Suidō, 11-16 November 1973. (Isohaline is bottom layer)

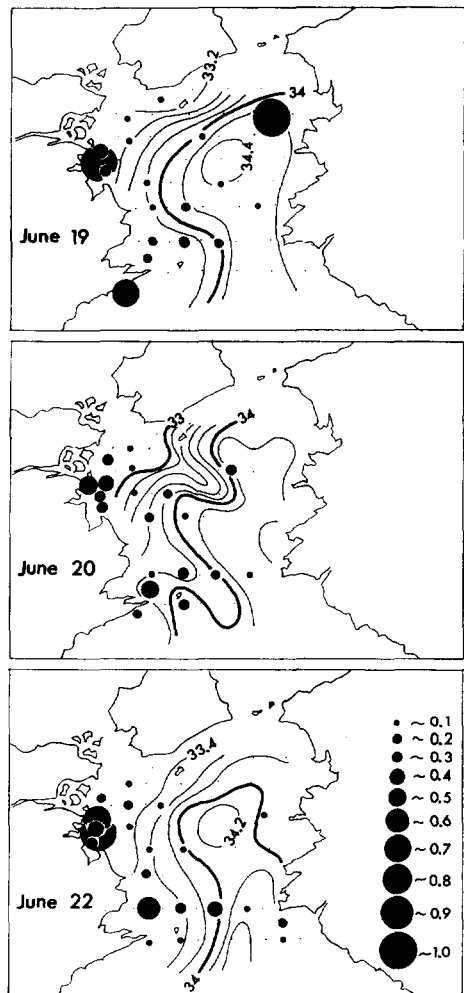


Fig. 9 Distribution of iwashi fish school on each day in Kii Suidō, 19-22 June 1974. (Isohaline is 30m layer)

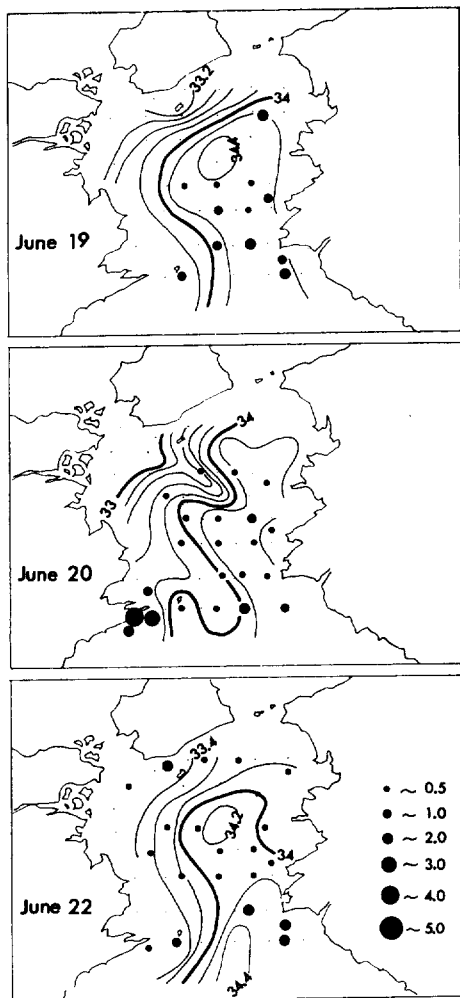


Fig. 10 Distribution of Mackerels fish school on each day in Kii Suidō, 19-22 June 1974. (Isohaline is 30m layer)

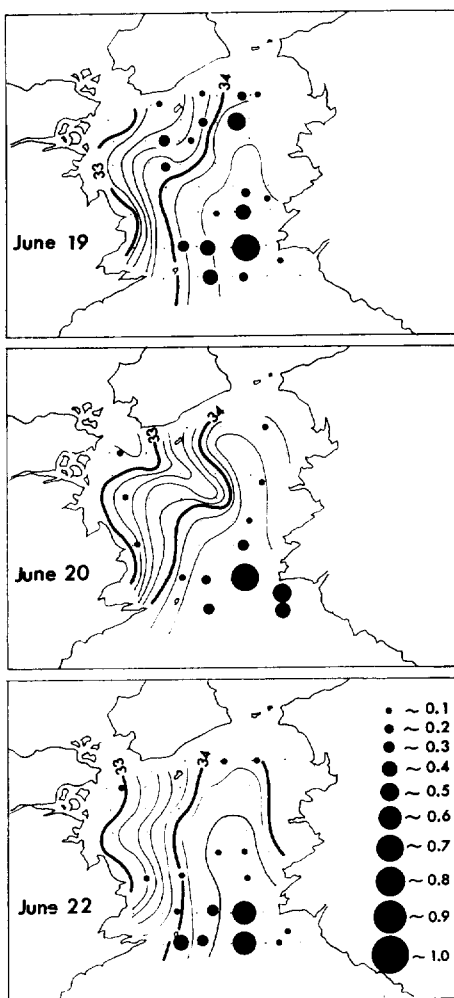


Fig. 11 Distribution of other fish school on each day in Kii Suidō, 19-22 June 1974. (Isohaline is bottom layer)

高かん水帯中に分布している。

**魚群量の日変化**；Fig. 12 に示した日別の魚群量は、各調査日毎に水道全域で記録された魚群量を、調査した定線の数（8本または6本）で除した平均値である。Fig. 12 によると、11月11～16日の6日間においては、全魚群量、イワシ類主体の魚群量及びサバ類主体の魚群量とも日変化は少ない。しかし、その他の魚群では調査初期の11日及び後期の15、16日に比べて、中期の12～14日の魚群量は約3倍と多くなっている。6月における3日間の調査では、すべての魚種とも日変化は小さい。

紀伊水道の魚群分布

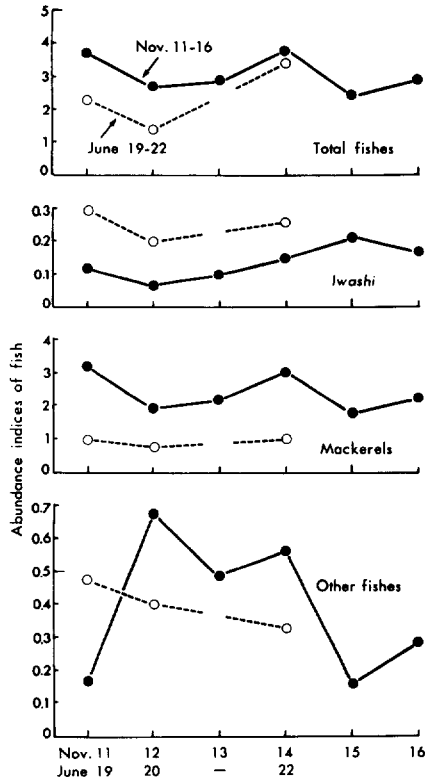


Fig. 12 Daily changes of abundance indices of fish in the Kii Suidō, November 1973 and June 1974.

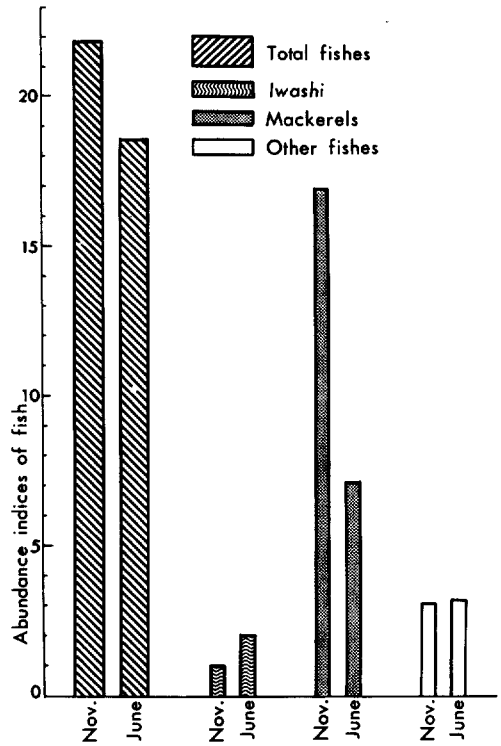


Fig. 13 Comparison of abundance indices of fish in November 1973 and June 1974 in the Kii Suidō.

魚群量の季節的な変化

初冬季に当る1973年11月と、初夏に当る1974年6月の調査時における魚群量を Fig. 13 に示した。この魚群量は、それぞれの調査時期の1回調査当りの平均魚群量である。これによると、全魚群量では11月の方が6月よりやや多い程度であるが、魚種別にみると、最も多いサバ類主体の魚群量が、11月は6月の2倍以上多くなっているのが特徴的である。魚群量の少ないイワシ類主体の群では6月の方が多く、その他の魚群では11月、6月ともほぼ同程度の魚群量となっている。

考 察

紀伊水道及びその隣接海域を含めた1974年6月の調査によると、水道外域及び水道内の東部域に外洋性のサバ類魚群が多い。これらのサバ類は、外海域で発生したものが外洋系水の影響の強い水道外域や水道内の東部に来遊したものと考えられる。サバ類に比べて沿岸性のカタクチイワシやマイワシ等の群は、水道西部の沿岸水帯に分布している。大阪湾ではカタクチイワシのシラスまたはカエリと推定される群が、低かん水の張出しが強い沿岸域に分布している。これは一般

にイワシ類のシラス期には、河川水の影響が強い低かんな沿岸域に集る傾向が強い（浅見1962, 神浦1966）ことによるものと考えられる。各水域における魚群量と魚群数の出現状況（Fig. 3）をみると、主として水道外域に分布するサバ類魚群は、魚群量が多いにもかかわらず魚群数は少ない。このことは、外海域に分布するサバ類は個々の群れが大きく、集群性が強いことを示唆するものである。これに対して分布している魚群の大部分がイワシ類のシラス、カエリと推定される大阪湾では、魚群量が少ないにもかかわらず魚群数が非常に多い。つまり、小さな群れのものが数多く分布していることを示すものである。豊後水道及びその周辺域においても、外洋系水の影響が強い南部の魚群は群れが大きく、北部の沿岸水域ほど小さい（花岡1983）と報告しており、紀伊水道周辺域でもこれと同じ傾向であるといえる。

紀伊水道内の南北方向における塩分の鉛直分布（Fig. 4, Fig. 5）をみると、高かんな外洋系水が南部の中底層から水道内へ流入し、低かんな沿岸水は上層に分布している。これは山田・他（1977）が、DIN（全無機態チッソ）の分布から外洋系水が底層から水道内へ流入し、沿岸水は表層から流出していると報告していることとよく合致するものである。このような海洋環境のなかで魚群の鉛直分布は、外洋性のサバ類は水道南部の中層に多く、とくに11月は6月に比べてより南部に多く分布する特徴がみられる。これは紀伊水道周辺海域におけるサバ類の季節的な移動回遊（日本水産資源保護協会1974）のなかで、11月は水温下降期の初冬季に当るため、瀬戸内海や水道中北部に分布していた魚群が南下して、外洋系水の影響の強い南部域に集群したものと考えられる。沿岸水の影響の強い上層にはイワシ類の魚群が分布し、なかでも6月に多い。この頃の漁船による漁獲物情報から、これらの魚群はその年の冬春季に発生したマイワシ当歳魚が主体と考えられ、春、夏季にかけてこの沿岸に来遊したものと考えられる。タチウオが主体とみられるその他の魚群は、高かんな南部の中底層に多いが、低かんな北部の中底層にも多いことから、塩分の高低が分布に及ぼす影響はあまり大きくないと考えられる。また、この調査を実施した1973年11月におけるタチウオとみられる魚群の分布様相と、タチウオ底曳漁船の漁場形成場所がよく一致している。

11月の6日間及び6月の3日間のなかでの魚群量の日変化は、イワシ類やサバ類の魚群では小さく、この程度の短期間では紀伊水道内外への移動は少ないことが推定された。しかし、11月におけるタチウオを主体とするその他の魚群の日変化は前2者に比べて大きく、水道内外への移動が短期間に行われていることを示唆するものといえよう。

初冬季に当る11月と、初夏季の6月に出現した魚群量（Fig. 13）をみると、両者ともサバ類の占める割合が大きい。これは1965年以降、四国周辺海域で増加が著しくなったサバ類資源の状態（南西水研1975）を反映しているといえよう。11月と6月を比較してみると、6月に比べて11月の魚群量が多いのが目立っている。これは前にも述べたように、初冬季になって南下したものが水道南部に集群したためとみられる。イワシ類の魚群量は、11月、6月とも少ないが、両者を比較すると6月の方が多くなっている。6月の魚群はマイワシ当歳魚とみられ、春季から夏季にかけて水道沿岸域に来遊したため、量的に11月を上回ったものと考えられる。タチウオを主体とするその他の魚群では、11月、6月ともほぼ同じ魚群量である。紀伊水道域で最も多くタチウオ

## 紀伊水道の魚群分布

を漁獲する底曳網による1973, 1974年のタチウオ漁獲量の季節変化(和歌山水試1976)をみると、主漁期は5月～11月で夏季に漁獲量の山があり、この調査時期に当る11月と6月の漁獲量はほぼ同じである。魚群量もこのことを反映していると考えられる。

## 摘 要

1973年11月及び1974年6月に魚群探知機を用いて、紀伊水道及びその周辺域における魚群の分布状況を調査した。その結果を要約すると次のとおりである。

1974年6月に調査した紀伊水道及びその隣接海域における魚群分布は、紀伊水道及びその外域の西部で多く、次いで大阪湾、水道外域東部、播磨灘の順であった。紀伊水道とその外域ではサバ類主体、大阪湾と播磨灘ではイワシ類が主体であった。

紀伊水道内における魚群の鉛直分布をみると、34%以上の高塩分が存在している水道南部の中層ではサバ類が多く、それ以下の低塩分が存在する水道中北部の上層ではイワシ類が多かった。

1973年11月に6日間及び1974年6月に3日間ずつ調査した結果、この短期間での魚群量の日変化は、イワシ類及びサバ類では小さく、その他の魚種においては6月に小さかったが、11月では大きかった。

11月と6月の魚群量を比較すると、全魚群量では両者において大差はないが、魚種別ではサバ類の魚群量が11月には6月の2倍以上であった。イワシ類では6月の方が11月よりも大きい値を示した。

## 文 献

- 浅見忠彦, 1962; 太平洋南区のカタクチイワシ *Engraulis japonica* (HOULTUYN) に関する研究. 南水研報, 16, 1—55.
- 浅見忠彦・小西芳信・中沢すみ子, 1976; 魚卵・稚仔の分布とその変化. 内外水交換機構の生物生産力に与える影響解析, 科学技術庁, 30—39.
- 花岡藤雄, 1983; 豊後水道域における魚群分布. 南西水研報, 15, 13—27.
- 市栄 誉, 1952; 紀伊水道の海況(1951年). 中央気象台海洋報告, 2(3), 35—60.
- 海上保安庁, 1973; 昭和48年潮汐表第1巻.
- 神浦藤雄, 1966; 魚探記録からみたカタクチ群の大きさと出現状況について. 南水研報, 23, 31—42.
- 南西海区水産研究所外海資源部, 1978; 南西海区長期漁況予報の検討資料.
- 日本水産資源保護協会, 1974; 徳島県新長期総合開発の水産資源および漁業・養殖業に及ぼす影響に関する調査報告書.
- 和歌山県水産試験場, 1976; 最近の紀伊水道タチウオの資源状態について. 昭和50年度底魚資源調査経過報告, 昭和50年3月南西海区水産資源調査担当者会議資料.
- 山田 久・坂本久雄・久岡 実, 1977; 紀伊水道域における海況の短期変動に関する研究. 南西水研報, 10, 33—52.
- 横田滝雄, 1953; 日向灘豊後水道のイワシ類の研究. 南水研報, 2, 128—231.