

豊後水道域における魚群分布

花岡 藤雄

Distribution of Fish Schools in the Bungo Suido (Channel) Determined
by Acoustic Surveys.

Fujio HANAOKA

The Bungo Suidō is one of the two major channels connecting the Seto Inland Sea to the Pacific Ocean. It comprises migratory and drifting routes of commercially important fishes, and their eggs, larvae and juveniles. In order to understand the behavior of fish schools, acoustic surveys were conducted employing four research vessels equipped with echo sounders for commercial fishing operation in March 1972. The four vessels cruised along eight lines set so as to cover the channel.

The echo sounders recorded dense accumulation of fish schools in boundary areas between the inland sea water and the offshore water identified as such by the salinity of or below 34.5‰ at 30m depth layer in the month when the southward movement of inland sea water prevailed. The vertical profiles of acoustic record showed that the fish avoided the inflowing offshore water of relatively high temperature above 18°C. Shape of the records indicates that anchovy, *Engraulis japonica* (HOULTUYN), and trigger fish, *Navodon modestus* (GÜNTHER), represented major components of the fish schools discovered therein.

Similar acoustic surveys were repeated in the same area in September 1972, when the southward flows were weakened the immigrant fishes from the open sea aggregated therein. At this occasion, the vessels covered five blocks instead of lines. The fish were found densely distributed in the inland sea water and in the coastal water again represented by 34‰ of salinity at 30m depth layer. Analyses of records implied that dominant species were anchovy, round herring, *Etrumeus teres* (DEKAY), mackerels, *Scomber japonica* HOULTUYN, and *S. australasicus* CUVIER, and trigger fish. The fish appeared aggregating again in the relatively cold coastal water below 24°C.

At the both occasions, the fish schools in densely distributed areas were found not only large in size but also narrow in distance between them. The tidal current were found affecting distribution of fish which decreased in the swift flow of about four knots in narrow strait.

豊後水道は紀伊水道とともに瀬戸内海系水と外洋系水との混合域にあたり、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(横田1953, 浅見1962, 能津1965)。

この水域では水道中央部及び東部を通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して流出し、とくに秋から冬にかけて卓越する。この流れに加えて固有の強い南北方向の潮流があり、春秋の最強時には北部の速吸瀬戸で4—5ノット、南部の鶴見崎—由良崎間で1—2ノットに達する(海上保安庁1967)。

潮流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豊後水道の海洋構造の時空間変化、及びそれに伴う魚卵・稚仔魚、魚群分布の変化は漁業にとって重要な関心事である。そのため、1971年4月から1973年3月にかけて、昭和46, 47年度科学技術庁特別研究促進調整費による「豊後水道海域における海洋環境と海洋生物生産機構の研究」が実施された。ここではこの協同研究で得られた資料を用いて、イワシ類等の1972年3月及び9月における魚群分布と、それらが潮流によって起る短期の変化について報告する。

本文に入るに先立ち、海上での調査に当られた愛媛県水産試験場試験船よしゆう丸、大分県水産試験場試験船速吸丸、遠洋水産研究所調査船俊鷹丸、南海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、調査員各位に厚くお礼申し上げます。この研究を進めるについて、西区水産研究所浅見忠彦企画連絡室長(当時当研究所外海資源部長)、当研究所尾形哲男内海資源部長(当時外海資源部長)、古藤力同第一研究室長には終始ご指導をいただいた。当研究所桑谷幸正所長、林繁一企画連絡室長、佐野蘊外海資源部長にはこの原稿を注意深く読んでいただいた。ここに記して厚くお礼申し上げます。

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1972年3月6—15日と9月7—15日に実施された。3月には大分県芹崎、愛媛県由良崎から速吸瀬戸の間に5湊間隔で6定線を設け、さらに伊予灘に向けて2定線を設定した(Fig. 1)。9月には伊予灘を除き豊後水道内で3月と同様の定点を設定した(Fig. 2)。今回の調査に参加した俊鷹丸、しらふじ丸、こたか丸、よしゆう丸、速吸丸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。

各調査船の航程を Table 2, Table 3 に示す。3月の調査では第1日(3月6日)に俊鷹丸、よしゆう丸の2隻が St. 11—16, しらふじ丸、速吸丸の2隻が St. 21—25 をそれぞれ2時間ずつの間隔で西から東に向けて調査した。第2日には俊鷹丸、速吸丸が、第3日にはよしゆう丸、しらふじ丸がそれぞれ上記の2定線を東から西に向けて調査した。第3, 4日には St. 31—35, St. 41—45 をやはり2隻ずつまず西側から、ついで東側から調査し、第5, 6日には豊後水道北部にある St. 51—55, St. 61—66 を調査するとともに俊鷹丸、よしゆう丸は第3, 4日伊予灘における2つの定線の調査を行なった。この方式によって同一定点における時空間変化を調べるよう企図したが、荒天等のため一部の船の運航が妨げられた(Table 2)。

9月の調査では34定点を Fig. 2 に示したA,B,C,D,E の5ブロックに分け、1日1ブロックず

豊後水道の魚群分布

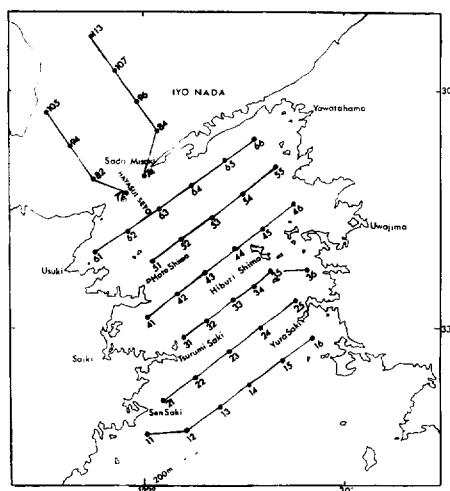


Fig. 1 Oceanographic stations occupied in March 1972.

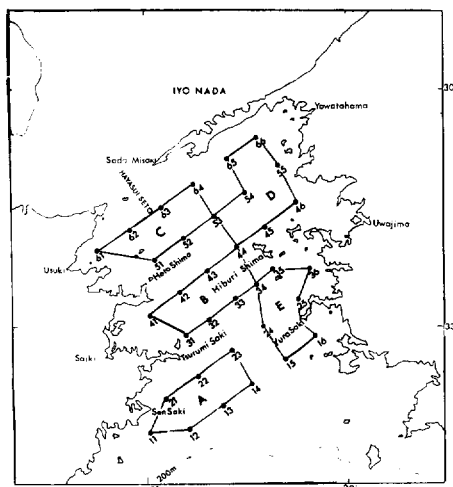


Fig. 2 Oceanographic stations occupied in September 1972.

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

Name of vessels	Gross tonnage	Echo-sounders		
		Type	Cycles	Depthrange
SHUNYŌ-MARU	185.9	SANKEN-TL-32	28KHz	0-100m
SIRAFUJI-MARU	93.7	KAIJŌDENKI-B	24KHz	0-160m
KOTAKA-MARU	47.5	FURUNODENKI-FHG	28KHz	0-100m
YOSHŪ-MARU	68.0	KAIJŌDENKI-B	24KHz	0-160m
HAYASUI-MARU	69.8	KAIJŌDENKI-FGS	14KHz	0-160m

Table 2 Sequences of observations conducted by four research vessels, 6-15 March 1972.

Date	Vessel	SHUNYŌ-MARU	SHIRAFUJI-MARU	YOSYŪ-MARU	HAYASUI-MARU
Mar. 6		st. 11→12→13 →14→15→16	st. 21→22→23 →24→25	st. 11→12→13 →14→15→16	st. 21→22→23 →24→25
" 7		st. 16→15→14 →13→12→11	—	—	st. 25→24→23 →22→21
" 8		—	st. 25→24→23 →22→21	st. 16→15→14 →13→12→11	—
" 9		st. 31→32→33 →34→35→36	st. 41→42→43 →44→45→46	st. 41→42→43 →44→45→46	st. 31→32→33 →34→35→36
" 11		st. 36→35→34 →33→32→31	st. 46→45→44 →43→42→41	st. 46→45→44 →43→42→41	st. 36→35→34 →33→32→31
" 12		st. 61→62→63 →64→65→66	—	—	—
" 13		st. 66→65→64 →63→62→61	—	st. 51→52→53 →54→55	—
" 14		st. 72→82→94 →105	st. 51→52→53 →54→55	st. 55→54→53 →52→51	st. 61→62→63 →64→65→66
" 15		—	st. 55→54→53 →52→51	st. 74→84→96 →107→113	st. 66→65→64 →63→62→61

Arrows denote order of observations.

Table 3 Sequences of observations conducted by four research vessels, 7—15 September 1972.

Vessel	SHIRAFUJI-MARU	KOTAKA-MARU	HAYASUI-MARU	YOSYŪ-MARU
Sept. 7	st.33→32→33→32 →33→32→33	st.62→63→62→63 →62→63→62→63	st.51→52→51→52 →51→52→51→52	st.42→43→42→43 →42→43→42→43
" 10	st.43→44→34→33 →32→31→41	st.34→44→43→42 →41→31→32	st.41→42→43→32	st.34→33→32→31 →41→42→43
" 11	st.63→64→53→52 →51→61→62	st.51→61→62→63 →64→53→52	st.61→62→63→64 →53→52	st.53→52→51→61 →62→63→64
" 12	st.44→45→46→55 →66→65→54→53	st.54→53→44→45 →46→55→66→65	st.46→55→66→65 →54→53→44→45	st.66→65→54→53 →44→45→46→55
" 13	st.16→25→36→35 →34→24→15	st.24→15→16→25 →36→35→34	st.36→35→44→34 →24→15→16	st.36→25→16→15 →24→34→35
" 15	st.21→11→12→13 →14→23	st.23→22→21→11 →12→13	st.11→12→13→14 →23→22	st.13→14→23→22 →21→11

Arrows denote order of observations.

つ調査した。このうち St. 34, 44, 53 の3点は2つのブロックに含まれるので各ブロックの観測点は7—8点である。各ブロックについて4隻の調査船が観測開始点をずらして4点ずつ同時に調査を行なった (Table 3)。この方式によって各観測点で2時間間隔で4回の観測を行なうよう船を運航し、その間の魚群分布の変化に及ぼす潮流の影響をみた。この他に潮流の速い速吸瀬戸に近い St. 62—63 及びその南側の St. 51—52, St. 42—43, St. 32—33 の各2点間を、9月7日の9時から16時までの7時間にわたり、各調査船が1時間毎に連続調査した。

各定点においては測深、各層水温・採水等の観測及び魚卵・稚仔魚、プランクトンの採集を行なった。各定点間を航走中は常時魚群探知機を作動させた。

魚群探知機の記録から魚群量指数、魚群の間隔、遊泳水深等を求めた。魚群量指数は横田他 (1953) の方法で下記のように計算した。

$$s_i = L_i \times H_i$$

$$S = \sum_{i=1}^n s_i = \sum_{i=1}^n (L_i \times H_i)$$

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

s_i ; i 番目の群れの魚群量指数

S ; ある調査線上又は海域の魚群量指数

\bar{s} ; その調査線上又は海域における平均魚群量指数

n ; その調査線上又は海域の魚群の数

L_i ; i 番目の魚群の長さ、記録紙上の長さから求めた実長 (漣)

H_i ; 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)

魚の種類は記録紙上の形状から判断した。魚群の分布に影響する環境の指標値としては水温を用いる場合が多い。しかし豊後水道では内海系水と外洋系水との間の温度差が小さく、等温線の水平分布では両水塊の境をはっきり区別できない。ここでは魚群の主分布層である30m層の塩分を用い

て水塊を区分した。

結 果

1. 魚群の水平分布

3月における魚群の水平分布を映像が鮮明であった俊鷹丸としらふじ丸の魚探記録を用いて述べる。ただし伊予灘東側はよしゆう丸の記録による。Fig. 3 によると魚群は豊後水道南部鶴見崎沖でもっとも多く、次いで速吸瀬戸北側、佐田岬南側に多い。魚群の少ない海域は豊後水道南部の St. 11—14, St. 21—23, 日振島周辺の中中部域 St. 33—36, St. 43—46, St. 52—55 である。魚群が多い鶴見崎沖は水道の西側を南下する内海系水と南から差し込む外洋系水との境界域とみられ、魚群の主分布層である30m層の塩分は34.4—34.5‰である。これに対して外洋系水とみられる34.6‰等塩分線は豊後水道南西部から北東方向に差し込み、それに続く34.5‰等塩分線は中央部を北上する傾向を示しているが、これらの等塩分線で示される水帯の中では魚群は少ない (Fig. 3)。

9月における魚群の水平分布は、しらふじ丸、こたか丸、速吸丸、よしゆう丸による資料を用いて検討した。Fig. 4 には同一の定点間を4隻の調査船が1—2時間の間隔をおいて通過して得た

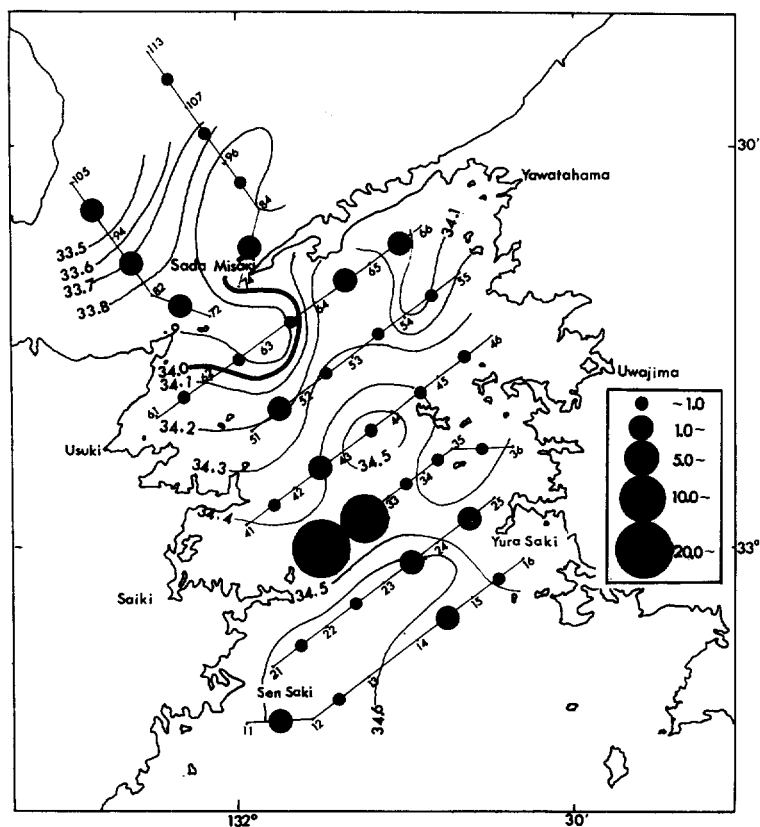


Fig. 3 Abundance indices along interstation lines, 6—15 March 1972.

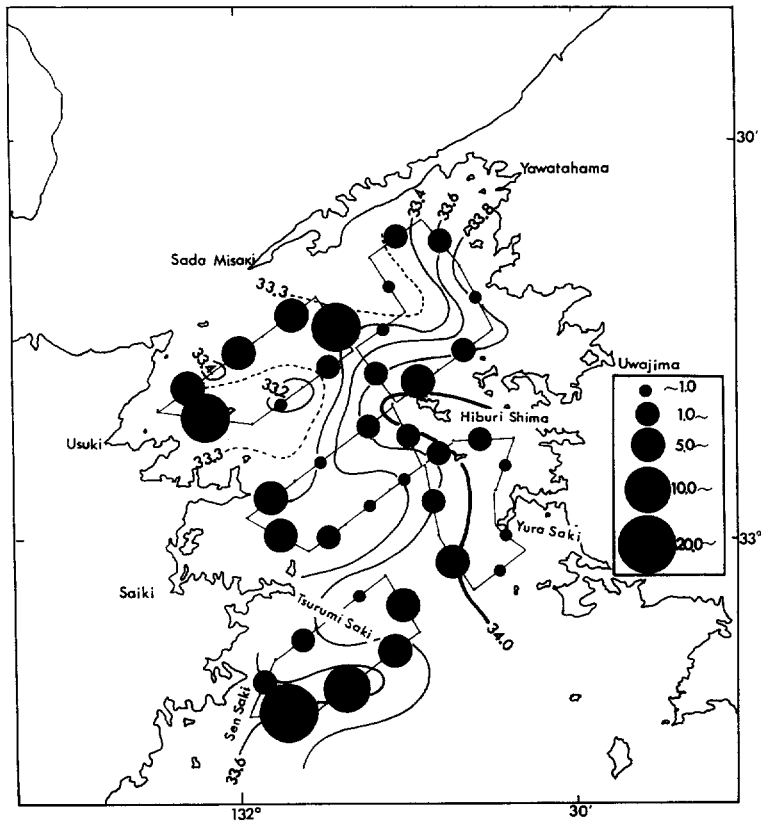


Fig. 4 Abundance indices along interstation lines, 10-15 September 1972.

4個の魚群量指数から1隻当り平均値を示した。その結果魚群は豊後水道南部芦崎沖の St.11-14 から北東方向にかけて34.0‰等塩分線に沿って多く分布し、速吸瀬戸南方の St. 53-64-62, 臼杵湾口の St. 51-61-62, 及び佐伯湾口の St. 31-41-42 にも多く分布している。水道南部の東側沿岸域の34.0‰以上の高かん域では魚群は少ない。又、St. 33-43-52 を結ぶ線上及び佐田岬半島南方の St. 54-46 を結ぶ線上の比較的低かん水の張出しているところでも少ない。全般的には3月の調査時に比べて多い。

2. 魚群の鉛直分布

3月における魚群の鉛直分布を定線別に Fig. 5 に示す。魚群は18℃以上の外洋系水中には現れず、St. 11-13 では17-18℃の75m前後に認められ、その東側の St. 14-16 では16-17℃の40m層付近に分布していた。St. 22-25 間では比較的浅い10-30m層に見られている。この調査で魚群が最も多く、内海系水と外洋系水との境界域とみられる St. 31-33 では、15-15.5℃の50-60m層のやや深いところに分布している。その東側の St. 34-36 では14-15℃の30-40m層に多い。St. 41-46 間では14-16℃の10-20m層付近、St. 51-55 では13-14℃の20-40m層付近で魚群が記録された。速吸瀬戸に近く潮流の影響を最も強く受ける St. 61-66 の定線では、その南側の

豊後水道の魚群分布

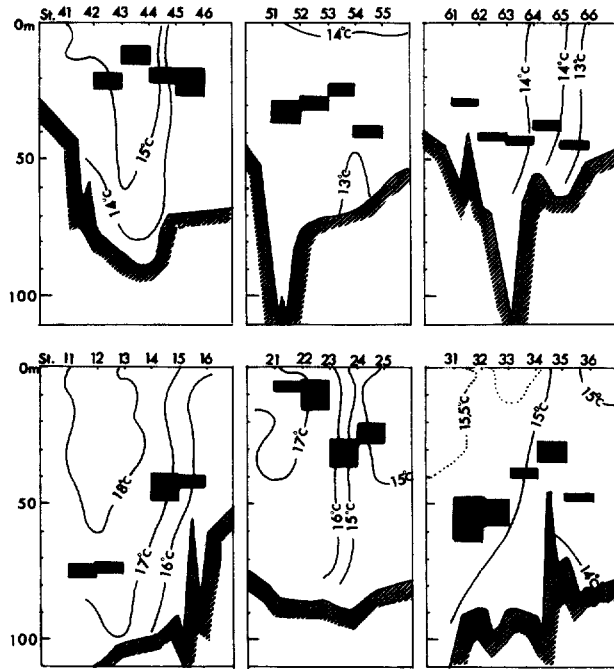


Fig. 5 Vertical distribution of fish-school along six interstation lines, 6-15 March 1972.

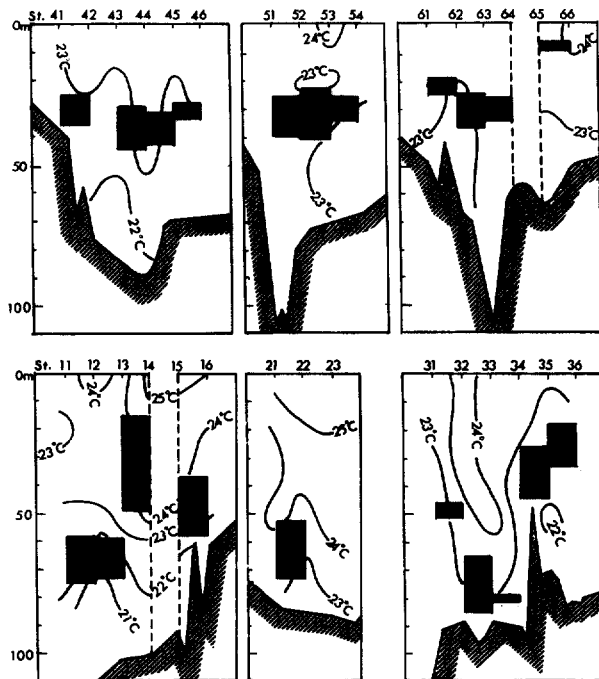


Fig. 6 Vertical distribution of fish-school along six interstation lines, 10-15 September 1972.

2 定線に比べてやや深く30—50m層に分布していた。以上の観察から、魚群の分布層は鉛直混合の顕著な場所で深い傾向を示している。

9 月は Fig. 2 に示したような各ブロック別の調査方式をとったので、3 月のように東西方向線上の全定点間は調査されなかった。調査された定点間について、東西方向の魚群の鉛直分布を示すと Fig. 6 のとおりである。

魚群は全般に水温24℃以下のところに分布している。最南部の St. 11—16 間のうち St. 11—13 では23℃以下の60—70m層に、St. 13—14 では24℃前後の20—50m層に、St. 15—16 では24℃以下の40—60m層に分布している。St. 21—23 では23—24℃の50—70m層に分布し、24℃以上のところには認められない。St. 31—36 間では23℃等温線にそって、St. 31—32 で50m層、St. 32—34 で60—80m層、St. 34—36 で20—50m層に分布し、24℃以上のところには認められない。St. 41—46 及び St. 51—54 ではいずれも23℃前後の20—40m層付近に分布している。速吸瀬戸に近い St. 61—64 でも23℃前後の20—40m層に分布し、その東側の St. 65—66 では23—24℃の10m層にみられる。全般的に3月に比べて分布する層が広い。

3. 群れの大きさとその間隔

魚群探知機に記録された個々の群れの大きさは多様である。3月に調査した各定点間における群

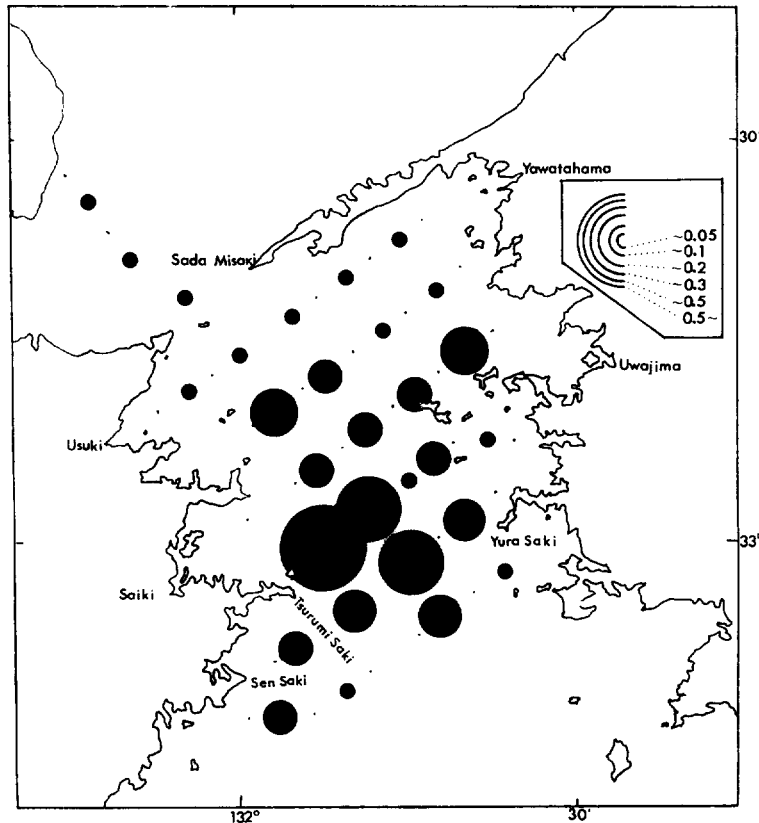


Fig. 7 Average size of fish-schools along interstation lines, 6—15 March 1972.

豊後水道の魚群分布

れの大きさの平均値を Fig. 7 に示す。魚群が多く分布している鶴見崎沖の St. 31—33 でとくに群れが大きい。記録形からみてこの主体はウマヅラハギと判断された。魚群の少ない北部域の佐田岬半島南側から速吸瀬戸にかけては、カタクチイワシと判断される小さな群れが分布していた。

9月の調査では豊後水道南部の芦崎から由良崎を結ぶ線の St. 11—14—23, St. 15—24, St. 15—16—25 に大きな群れが分布しているのが目立っている。又、速吸瀬戸南方の St. 62—63—64, St. 64—53—52 でも比較的大きな群れが多い。佐田岬南東沖の St. 54—65—66, St. 45—46 やその周辺域では小さな群れが分布している (Fig. 8)。大きな群れが分布している水域のなかで、水道南部のものはサバ類、ウルメイワシを主体とするもの、速吸瀬戸南部のものはウマヅラハギを主体とするものと判断された。小さな群れが分布するところではカタクチイワシと判断された。

群れ相互の水平距離は、3月には水道中央部付近で広く、佐田岬半島南側から速吸瀬戸周辺にわ

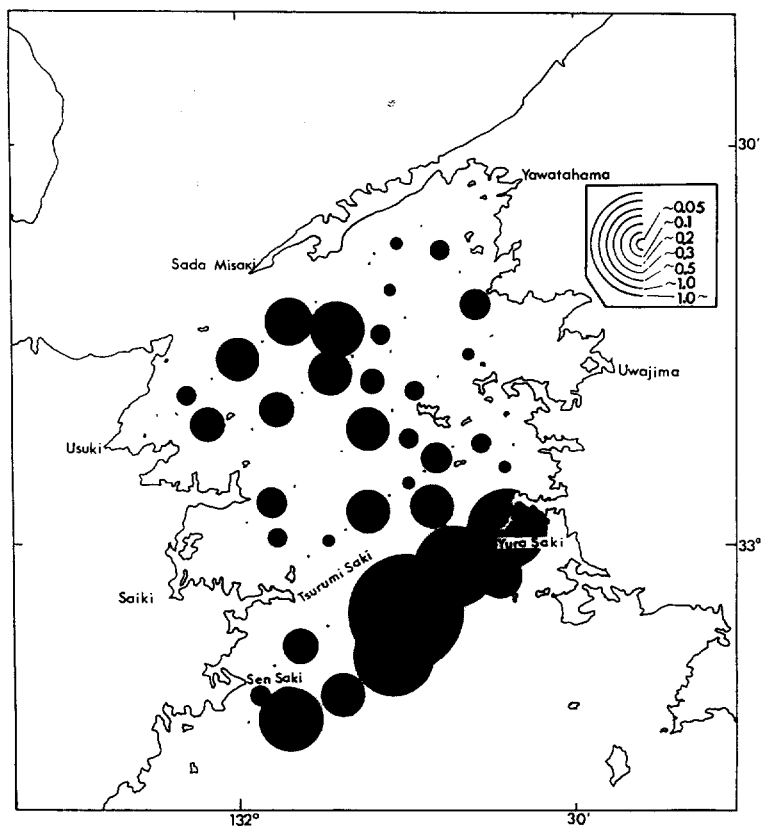


Fig. 8 Average size of fish-schools along interstation lines, 10—15 September 1972.

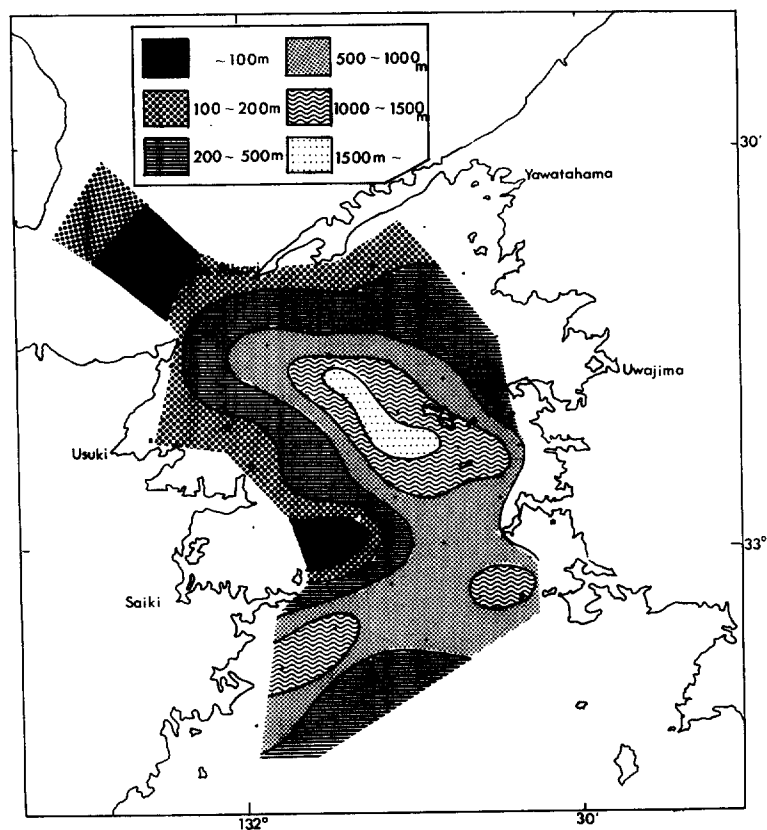


Fig. 9 Distance between fish-schools, March 1972.

たる水域と西部沿岸域で狭い (Fig. 9)。とくにカタクチイワシとみられる速吸瀬戸北側の群れと、ウマヅラハギとみられる鶴見崎沖の群れの間隔は100m以下であった。

9月には速吸瀬戸南側の一部のウマヅラハギとカタクチイワシとみられる群れ、佐伯湾口のウマヅラハギ主体の群れ、由良崎付近のカタクチイワシ、ウルメイワシ混合の群れ等が100—200mと比較的狭い間隔で分布し、水道中央部や南部で1,000—1,500mと最も広い間隔で分布しているのがみられる。中央部のものはウルメイワシ、カタクチイワシ等が混在する群れ、南部のものはサバ類、ウルメイワシ主体の群れである (Fig. 10)。3月に比べて9月における水道全域での群れの間隔は広狭の差が小さい。

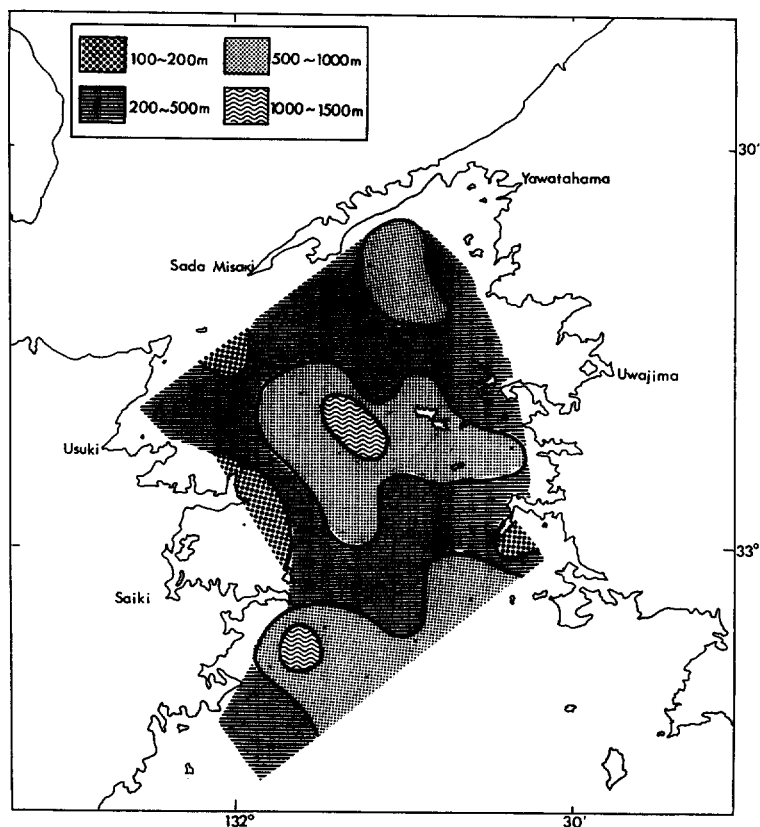


Fig. 10 Distance between fish-schools, September 1972.

4. 9月における潮流による魚群分布の変化

9月7—15日には、2点間の1時間毎連続調査又はブロック毎の同時調査を実施して、潮流と魚群分布との経時的变化を調べた。

9月7日に速吸瀬戸に近い St. 62—63 の間を9時から16時にかけて連続調査した。速吸瀬戸の潮流は9時10分の憩流から南流に移り、12時41分に4.1ノットの最強を示し、15時41分に憩流に戻った。この間1時間毎に出現した魚群を記録した。この魚群の大部分はカタクチイワシである。魚群量は9時10分の憩流をすぎた9時30分から10時の間に最大を示し、潮流が強くなるにつれてゆるやかに減少し、その最強時をすぎた13時30分から14時の間に急激に減少した (Fig. 11)。

9月10—13日、15日の5日間に調査した A, B, C, D, E の5ブロック毎に、日間差を無視して北流時から憩流時に至る間の魚群分布の変化を調べた。北流最強時前後における魚群量の分布を Fig. 12 に示す。魚群は鶴見崎南方の St. 11—12—13 間及び34%等塩分線に沿った中、南部域、速吸瀬戸南部の St. 62—63—64—53 間、佐伯湾口域の St. 31—41—42間に多い。北流から憩流に達した頃の魚群量分布を Fig. 13 に示す。魚群は鶴見崎南方の St. 11—12 間、St. 13—14—23 間、

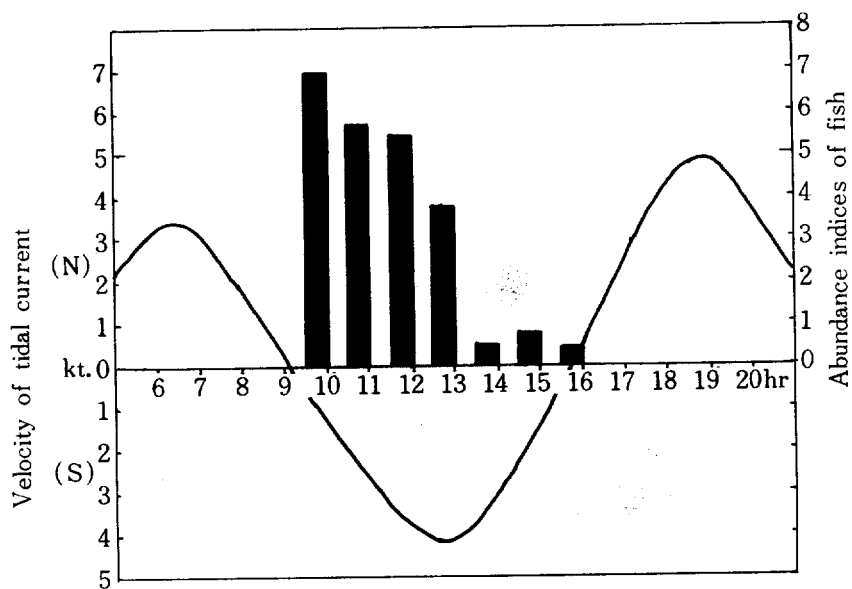


Fig. 11 Velocity of tidal current at HAYASUI-SETO (strait) and abundance index of fish between st. 62-63, 7 September 1972. Curve denotes velocity of tidal current and bars denotes abundance indices of fish.

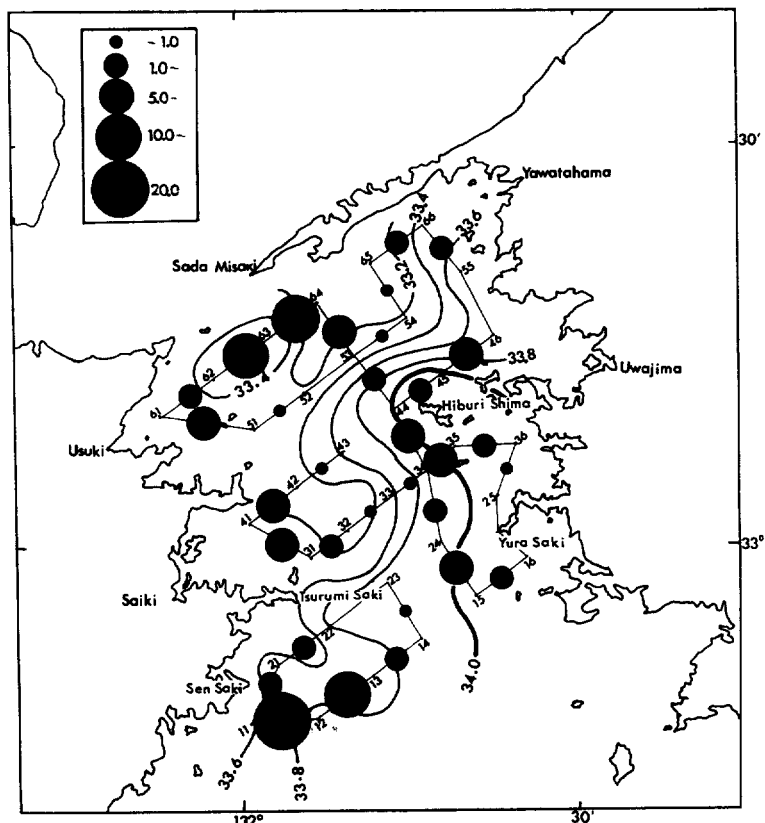


Fig. 12 Abundance indices of fish at the maximum northward tidal current, 10-15 September 1972.

豊後水道の魚群分布

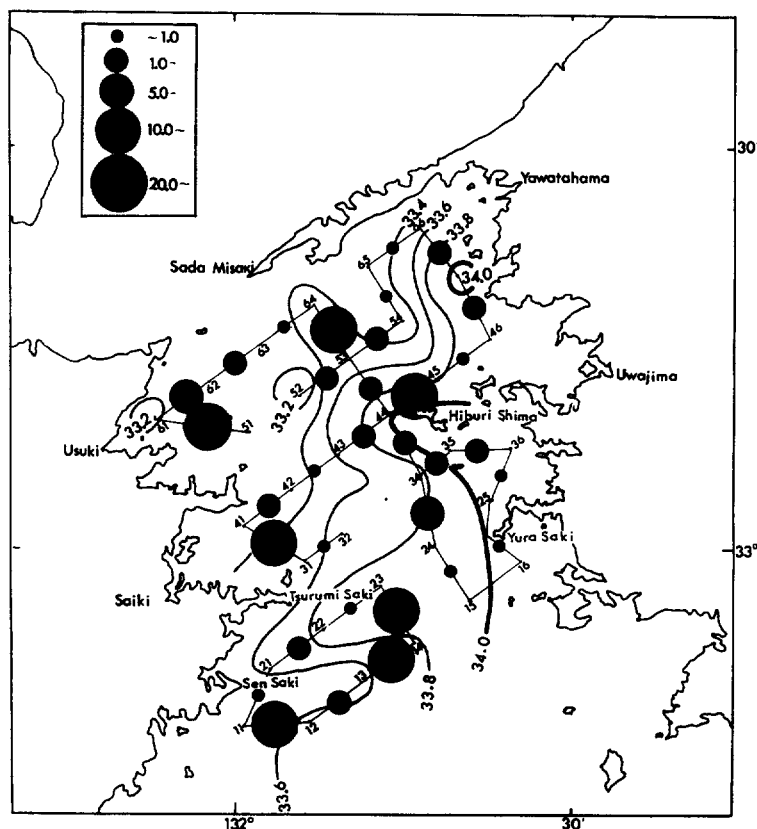


Fig. 13 Abundance indices of fish at the slack water, 10—15 September 1972.

日振島北の St. 44—45 間、その北の St. 53—64間、臼杵湾口の St. 51—61—62 間及び佐伯湾口の St. 31—41 間に多い。

考 察

Fig. 3, Fig. 4 によって3月と9月における魚群分布量を比較すると、3月に比べて9月に多くしかも水道の北部にまで多く分布している。このことは豊後水道域における魚群が、初冬季から初春季にかけては外海域に移動するものが多いため減少し、夏季には外海域から来遊するため増加するという季節的な傾向を示していると考えられる。魚群の分布について神浦 (1958, 1966) は、日向灘のイワシ類は沿岸水帯と沖合水帯との境界付近や、水温傾度の大きい場所に多く集合する傾向が強いと報告している。今回の豊後水道における調査のなかで3月の魚群分布をみると、鶴見崎沖に多く集群しているのが目立っている。水道西部沿岸域では冬季を中心に内海系水の南下流が卓越するが、3月においてもこの勢力が強く鶴見崎付近が外洋系水との境界となり、ここに魚群が多く集ったものと考えられる (Fig. 3)。9月における魚群分布はほぼ水道全般にわたって多く、3月の

ように局部的に多く集群する傾向はみられない。このことは、9月は夏季を中心とした外海域からの来遊群がまだ水道域に滞留し、内海系水の流出も弱い時期であるのでとくに偏った分布域は形成されないものと考えられる (Fig. 4)。

魚群の鉛直分布は、3月の調査では鉛直混合の盛んな場所ほど深い傾向を示し、また水道北部よりも南部で深い層に分布している (Fig. 5)。9月の調査では水道南部の25℃以上の高温域には全く分布せず、24—25℃の間にも極めて少ない。全般に22—23℃の間に多く、この水温がこの時期における適温の範囲と考えられる。又、3月に比べて上下の分布の幅が広いが、これは群れの厚さが大きいサバ類、ウルメイワシ、及びウマヅラハギ等の魚群が多いためと考えられる (Fig. 6)。Fig. 4に示した9月における30m層塩分分布では、外洋水は水道南東部から差し込んでいると判断される。これに対して Fig. 6に示した水温の鉛直分布では、水道中央部から外洋水が北上していることを示唆している。このように30m層の塩分の水平分布からみた外洋水の入り込みが、水温の鉛直分布にも示されるとは限らない。水塊の区別とそれに伴う魚群の影響について、温度、塩分を合せて再検討する必要がある。

個々の群れの大きさは、外洋系水の影響の強い水道南部域ほど大きい傾向がみられた (Fig. 7, Fig. 8)。群れの大きさは、神浦 (1966) によると伊予灘、豊後水道、日向灘のカタクチイワシは、外海域の日向灘で最も大きいものが出現すると報告している。又、Fig. 3, Fig. 4のなかで魚群量が多くないにもかかわらず Fig. 7, Fig. 8のなかで群れの大きなものが示されているところ、例えば水道南部の St. 13—14—23, St. 15—16—25 等では、出現した群れの数は非常に少なく定点間の魚群量としては小さいが、大型の群れが分布していることを示すものである。

各群れ間の距離の大小は魚群集合の度合を示すものである。Fig. 9, Fig. 10に示したように、沿岸域ほど各群れ間の距離は小さく密集しており、外洋系水の影響の強い沖合ほど各群れ間の距離は大きく粗に分布している。

速吸瀬戸に近い St. 62—63において、魚群は憩流時には多かったが、4ノット前後の強流になると急激に減少している (Fig. 11)。このことは、カタクチイワシのような小型の浮魚類では4ノット前後の強い流れには耐えられなくなり、移動してしまう可能性を示唆している。

摘 要

1972年3月及び9月に魚群探知機を用いて、豊後水道域における魚群の分布及び潮流による影響について調査した。その結果を要約すると次の通りである。

魚群は、内海系水の南下が強い3月には内海系水と外洋系水との境界付近に多い。内海系水の南下が弱く、外海域から来遊した魚群が多く滞留している9月には、境界域等に局部的な集群をする傾向はみられない。鉛直分布をみると、鉛直混合の盛んな場所で深い傾向がみられる。9月には水温25℃以上のところには全く出現せず、22—23℃のところによく分布する。

群れの大きさは、3月には内海系水と外洋系水との境界域で大きい。9月には外洋系水の影響が強い水道南部域で大きい。群れ間の距離の計測結果から、沿岸域では密に、沖合域では粗に分布す

豊後水道の魚群分布

る傾向がみられた。

潮流が魚群の分布に与える影響をみると、潮流の速い水道北部の速吸瀬戸付近で、憩流後南流が4ノット前後になると魚群は急激な減少を示した。

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.
- 花岡藤雄, 1972: 土佐湾及びその周辺海域における沿岸浮魚類の分布様式—Ⅲ, 魚探による魚群調査からみた海域間の比較. 昭和47年度日水学会秋季大会発表資料.
- 海上保安庁, 1967: 豊後水道及付近潮流図第6213号.
- 海上保安庁, 1972: 昭和47年潮汐表第1巻. 201—205.
- 科学技術庁, 1973: 豊後水道海域における精密海洋観測総合研究報告書. 115—212.
- 科学技術庁, 1975: 豊後水道海域における精密海洋観測総合研究報告書. 1—82.
- 神浦藤雄, 1958: 魚群探知機の記録よりみたイワシ類魚群の分布構造について, 南水研報, 9, 76—83.
- 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.
- 能津純治, 1965: 豊後水域におけるカタクチイワシ *Engraulis japonica* (HOULTUYN) の漁業生物学的研究. 大分水試調研報, 3, 1—137.
- 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.