

文 献

- 1) 小川嘉彦・中原民男(1971):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.
- 2) 小川嘉彦・中原民男・藤井泰司(1971):沿岸漁場の特性に関する研究,第2報 動物プランクトンの水平分布と魚群分布・水産海洋研究会報,19.
- 3) 中原民男・小川嘉彦(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.
- 4) 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.
- 5) 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 動物プランクトンと魚群分布の日変動,水産海洋研究会報,21.
- 6) 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 魚場の海況季節変化と河川水の影響,水産海洋研究会報,23.
- 7) 渋谷寿夫(1960):理論生態学 理論社.
- 8) 西海区水産研究所(1968):沿岸重要資源委託調査実施要綱.
- 9) 中原民男(1973):第17回西海区水研ブロック漁海況予報会議シンポジウム報告書,西海区水産研究所.
- 10) 水産庁調査研究部(1973):日本近海主要漁業資源.
- 11) 中原民男(1968):対馬~見島漁場のアジ・サバ・マイワシ資源調査報告,山口県外海水産試験場.

3. 浮魚魚群の分布動態に関する研究 - I  
魚群の季節的出現

Studies on the distribution and behavior of pelagic fish schools. - 1

Seasonal occurrence of fish schools.

三井田 恒博・古田 久典 (福岡県福岡水産試験場)

Tsunehiro MIIDA and Hisanori FURUTA

(Fukuoka Prefectural Fisheries Experiment Station)

1. まえがき

浮魚は群れによる生活様式を生涯を通じて営んでいるが、その魚群の分布構造や動態を明らかにしていくことは、生態の解明や資源解析の上から重要な課題である。したがって、従来より浮魚魚

1).2).3).4).5)

群の分布生態に関する研究は行なわれてきたが、未だに十分とは言い得ない。筆者らは、福岡県筑前海域におけるマアジ、サバ、イワシ類の資源生物調査研究の一環として、これら魚群の分布生態についても検討を加えた。

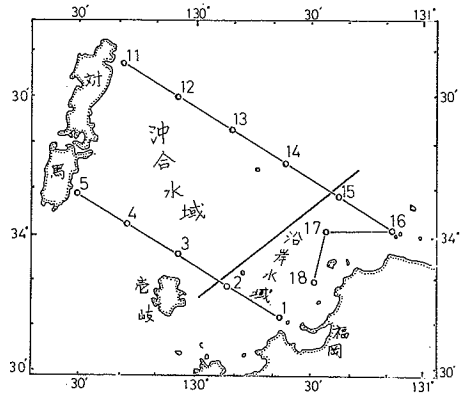
本報では、魚群探知機の調査結果から、対馬東水道海域ならびに筑前海域における浮魚群の季節的出現、分布状態などに関して報告する。

## 2. 資料と方法

調査線は第1図に示すとおり福岡県玄界島～対馬厳原間と対馬比田勝～福岡県白島～大島沖～相島沖の定線で、その長さは約138マイルである。この定線は福岡県福岡水産試験場が毎月月上旬1回定期的に行なっている海洋観測定線の一部である。

魚群に関する資料は、1971年1～12月の間各月上旬の海洋観測ごとに、調査船げんかい(85トン)が定線を航走中、絶えず魚群探知機(海上電機D1-G型)を作動して得た魚群反応記録である。記録は常に50KHz、200KHzの併記で行なったが、200KHzの記録映像の方を解析の対象とした。この記録映像から、なむら(反応の1つ1つ)ごとに出現間隔、出現の水深範囲、幅ならびに高さを読みとり、船速、深度レンジ、記録紙の紙送り速度などの相違を補正した。魚群量の表わし方については、幅と高さの積により断面反応面積を $m^2$ で求め、これを魚群量とした。なお、記録像の形状から魚種を客観的に判定することは困難であるので行なわなかった。

漁獲量資料は福岡統計情報事務所の水産統計資料によった。



第1図 調査航跡図

## 3. 調査の結果

### 1) 魚群の水平分布

調査線を観測点間ごとに区切って、各区分ごとの延べ航走距離と魚群量とを測定し、魚群量指数( $m^2/Km$ )として、1971年1～12月の各月ごとに第2図に図示した。さらに、10m層の等水温線分布も描いた。

魚群量は全般的に各月とも沖合水域に多く沿岸水域に少なく分布している。これと水温分布とを対比してみると、相対的に魚群量の濃密な沖合水域は高温水域であり、魚群量の稀薄な沿岸域は低温水域となっている。高温水域は壱岐、対馬間から沖島周辺にかけて北東―南西へ帯状に延びているが、この水域が対馬暖流北東流の流路に当たっているところである。

2) 魚群量の季節的变化

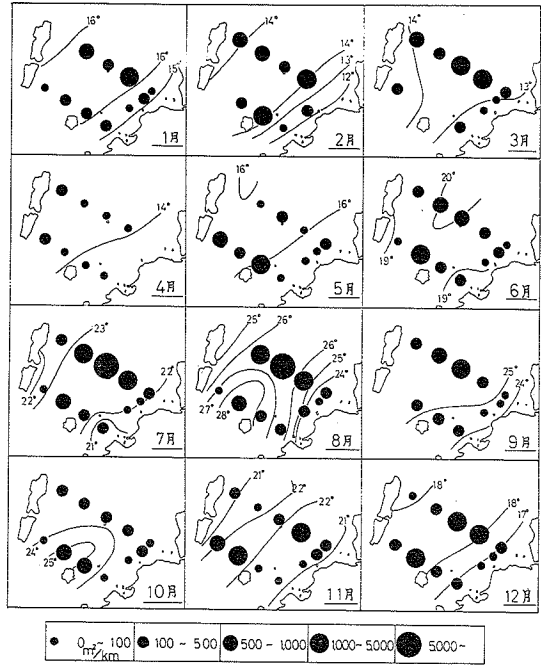
j) 魚群量の季節的变化

魚群量指数の月別変化を沖合水域と沿岸水域とに分けて第3図に示した。沖合水域とは St. 2~5 ならびに St. 11~15 の調査線、沿岸水域とは St. 1, 2 ならびに St. 15~18 の調査線のことをそれぞれ言う。前者は対馬暖流北東流の流域を中心とした暖流水の影響を強く受けている海域であり、後者は筑前海の80m以浅の棚状地で、相対的に沿岸水性の強い海域である。

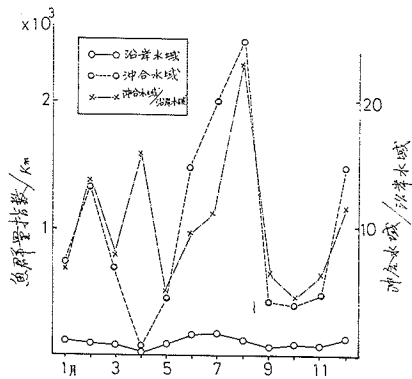
魚群量指数は、年間を通して沖合水域の方が沿岸水域よりかなり高く、前者は後者の最低(5月)で約5倍、最高(8月)で約23倍、年間平均で約10倍となっている。この比率は沖合水域の魚群量指数の増減にほぼ対応して変化している。

魚群量指数の月別変化をみると、両水域とも夏季(6~8月)と冬季(12~2月)に高く、春季(3~5月)と秋季(9~11月)に低い変化傾向を示している。沖合水域の魚群量指数は最低が4月の6.4 m<sup>2</sup>/Km, 最高が8月の25.86 m<sup>2</sup>/Kmであり、その年間数差は25.22 m<sup>2</sup>/Kmで大きい。沿岸水域においては、最低が4月の6.4 m<sup>2</sup>/Km, 最高が7月の17.0 m<sup>2</sup>/Kmであり、その数差は10.6 m<sup>2</sup>/Kmで、暖流水域の場合に比べてかなり小さい。

さらに、第4図に1Km当りの魚群量(魚群量指数)となむら数との季節的变化をダイアグラムによって示した。



第2図 魚群量分布と10m層水温分布 (1971年1~12月)



第3図 魚群量指数の月変化

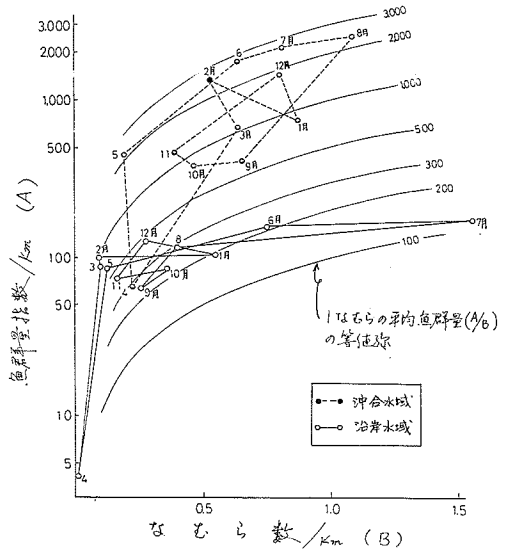
魚群量指数の高い、夏季(6~8月)と冬季(12~2月)が春季(3~5月)と秋季(9~11月)に比べてなむら個体数も多く、1なむら当たりの魚群量も大きい。すなわち、季節的な魚群量変化をみる限りにおいては、なむらの個体数ならびに1個体当たりの魚群量の大きさがともに、各月の魚群量の大きさを決める要素となっている。この傾向は特に沖合水域において顕著である。暖流水域におけるなむら個体数/Kmならびに1なむら当たりの平均魚群量はそれぞれ最高時の8月が1.08個体/Kmと2.586m<sup>2</sup>/Km、最低時の4月が0.22個体/Kmと6.4m<sup>2</sup>/Kmであって、それらの年数差はきわめて大きい。また、沿岸水域においては、それぞれ、最高時の7月が1.56個体/Kmの17.0m<sup>2</sup>/Kmで、最低時の4月が0.01個体/Kmと4m<sup>2</sup>/Kmである。

さらに、沖合水域と沿岸水域とにおけるなむら個体数/Kmを比べてみると、全般的には沖合水域の方が多いが、6月と7月は逆に沿岸水域の方が多くなっている。これを年間平均で比べると、0.61/0.39≒1.5倍である。一方、1なむら当たりの魚群量は常に沖合水域の方がはるかに多く、年間平均で沿岸水域の約3.6倍となっている。すなわち、沖合水域の魚群量豊度が高いのはなむら個体数/Kmが多いことよりも、1なむら当たりの魚群量が多いことの方がより大きく起因している。

ii) 魚群量と漁獲量について

今回の調査は対馬東水道を月1回、航走距離138マイルという時空間的スケールの粗いものであるし、しかも、実際の魚群は常に移動、離合集散をくり返しているであろうから、ここで得られた情報には、実際の魚群量の季節的変化を把握する場合にかなりの任意誤差が含まれていることを覚悟しなければならない。

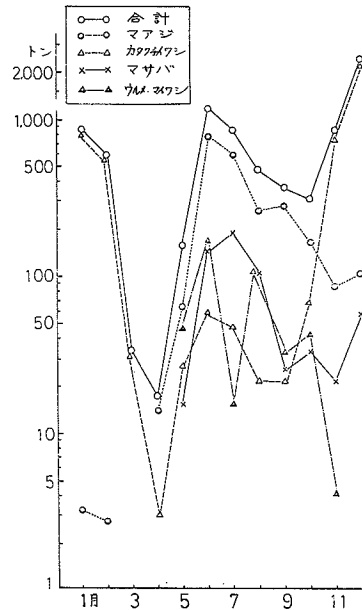
一方、漁獲量においても海のなかの資源から漁獲効果に至るまでの過程で、いろいろな要素が作用しているから、漁獲量の状態は実際の魚群量の変動傾向を表示するものではない。したがって、魚探による魚群量と漁獲量との相関関係を単にみるだけではそれほどの意義は認められないが、基礎的な両者の情報を対比することによって、海洋における魚群の動態に関する知見が得られれば幸いである。



第4図 魚群量指数となむら数のダイアグラム

第5図に福岡県筑前海域における1971年1～12月のアジ、サバ、イワシ類漁獲量を示した。これら浮魚総漁獲量の経年変化をみると、それぞれ、6月と12月に極大、5月と10月に極小が認められる。6月をピークとする夏季の極大は、マアジを主体としたサバ、ウルメイワシ、マイワシの漁獲量の増加に、12月をピークとする冬季の極大は、カタクチ漁獲量の増加にそれぞれ由来している。春季と秋季の極小はマアジとカタチイワシ漁獲量増減の交代期にあたっている。このような漁況の変動は、マアジ資源が低下したここ数年において認められている傾向である。

これら浮魚を対象とする主要漁業はまき網、浮敷網およびあぐり網である。これらの漁期は、それぞれ、まき網—5～12月、浮敷網—4～12月、あぐり網—10～2月であり、前二者の盛漁期が夏季に、後者が冬季にある。漁獲物組成についてみると、まき網がマアジ、サバ、ウルメイワシなどを、浮敷網がカタクチイワシ、ウルメイワシ、マアジ、サバなどを、あぐり網がカタクチイワシをそれぞれ漁獲している。漁場については、まき網が筑前海全域で、浮敷網が北九州沿岸域（30～60m）で、あぐり網が浅海内湾域（30m以浅）で操業している。このように、漁業には資源、漁場の利用面において人為的な選択性が加わっているから、海洋中の資源量と漁獲量とは一義的な対応関係は示されないであろう。しかし、漁業がこれら浮魚を漁獲対象として成り立っている以上、両者は全く無関係ではあり得ないはずである。



第5図 筑前海域におけるアジ・サバ・イワシ類漁獲量の月別変化（1971年1～12月）

この漁獲量変化と第3図の魚群量変化とを比べてみると、両者ともに夏季と冬季に極大、春季と秋季に極小の傾向が認められ、ほぼ類似した季節の変動を示している。

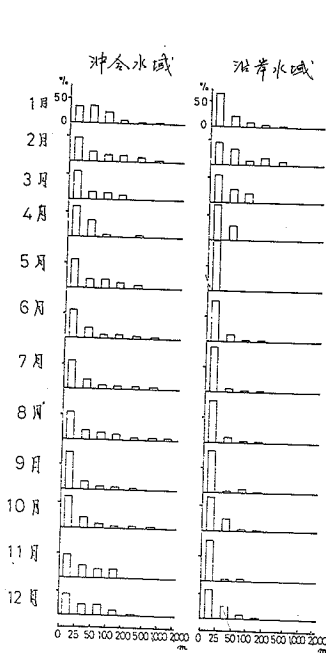
### 3) 魚群の分布構造

#### i) なむらの構造

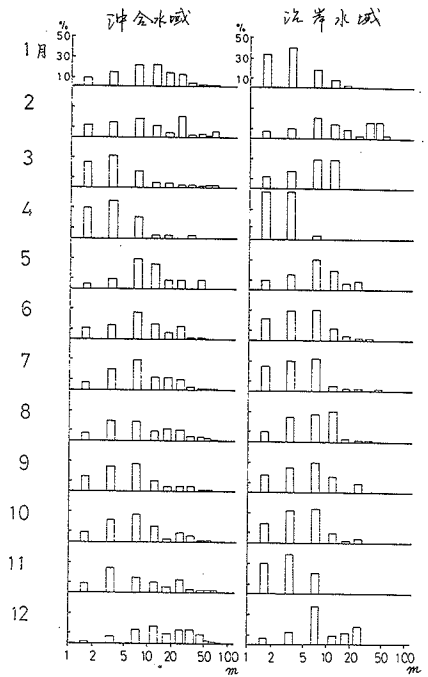
なむら幅、高さおよび大きさ（断面積）の各月頻度分布を第6、7、8図に示した。

なむら幅は沖合、沿岸水域ともに周年にわたって25m以下のものが多く、その分布型は指数型に近い。その季節変化をみると、必ずしも明瞭な傾向は認められないが、魚群量の多い夏季と冬季には、幅の長いなむらが出現し、その分布曲線は右側に長く尾を引いた型を

示している。また、沖合水域と沿岸水域との分布を月ごとに比べてみると、周年にわたって沖合水域の方が幅の長いなむらの出現が相対的に多く、右側の長い分布曲線を示している。



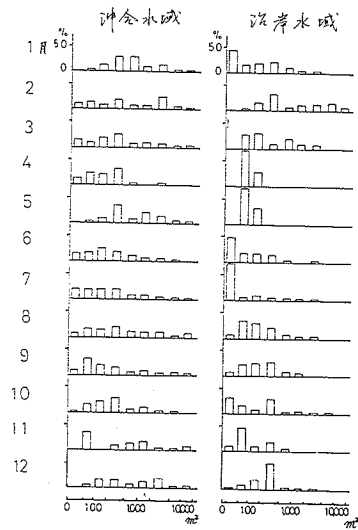
第6図 なむら幅の頻度分布



第7図 なむら高さの頻度分布

なむらの高さの分布は対数正規型と指数型に近似し、一般に、魚群量の多い時期はなむらの高さの長いものの出現が多く対数正規型を、少い時期は指数型を示す。また、沖合水域の方は、対数正規型に近い分布を示すことが多く、沿岸水域は指数型が多い。すなわち、なむらの高さは沖合域の方が高いものの出現が多い。

なむらの魚群量の分布は全体的に対数正規型に近いが、それよりやや小さい方にかたよっており、



第8図 なむら魚群量の頻度分布

前者の型は沖合水域に多く、後者は沿岸水域に多く出現している。すなわち、沖合水域の方

が幅、高さともに長いものの出現が多いために、当然、大きい魚群量の出現も多い。

ii) なむらの分布

7) オダムが紹介したDiceの方法によって魚群の分布型をみるために、若干の検討を行なってみる。この方法については、すでに浅見、神浦、青山らがカタクチイワシについて応用し、それが強い塊状分布を示すことを報告している。その方法は、個体間隔の平方根の頻度分布を書き、それが対称であるか、対称形でなく大きい方に歪んだ形をしているのか、または小さい方に歪んでいるかにより、それぞれ機会分布、均等分布、塊状分布を判別できるというものである。

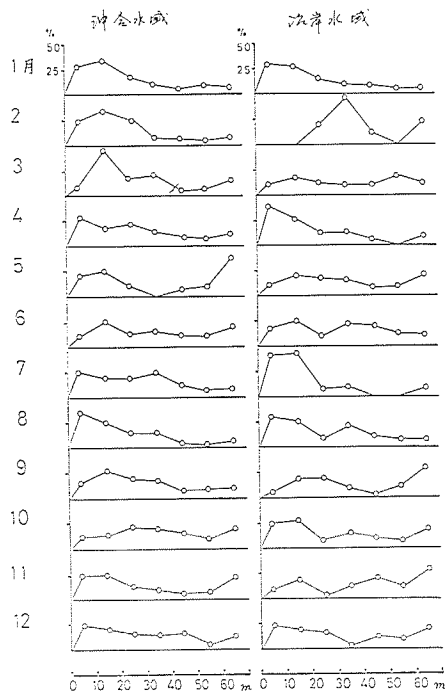
記録紙上で相隣るなむらの反応像の間隔を読みとり、その分布を月別に第9図に示した。横軸はDiceにならって間隔(m)の平方根変換値をとってある。この図をみると、ほとんどのものが塊状分布型をなしていると言える。しかし、魚群量の少ない沿岸水域では月によっては機会的分布に近くなっているものも認められるが、これは標本数が少いために起こった見かけ上の現われ方かも知れない。また、きわだった季節変化は認められていない。

この分布図はすべての浮魚類を含んでいるため、個々の魚種のもつ魚群構造の特徴が全体像のなかに埋没されてしまったのかも知れない。

iii) なむらの分布深度

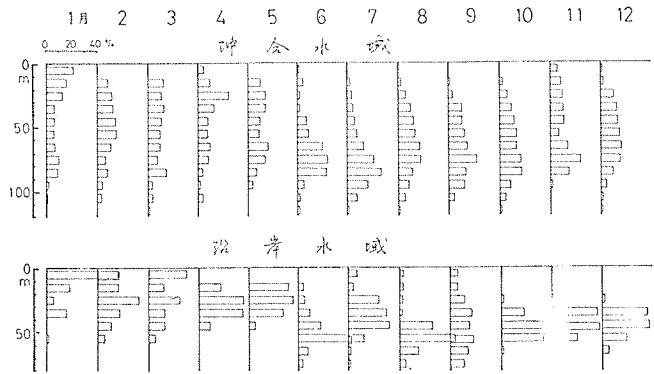
魚群の分布水深を示す方法として、魚探記録を次のように整理した。水深を10mごとの層に分割し、各層内にあるなむら数を計数した。1つのなむらが複数の層にまたがっている場合は重複して計数した。こうして集計された結果を月別に%分布にして第10図に示した。

なむらの分布深度には一見していくつかの特徴が示されている。すなわち、沖合水域についてみると、魚群の分布は全体を通して20~90mに多く、20m以浅の表層と90m以深の底層には少ない。また、分布の中心は夏季に深く、冬季に浅くなる傾向にあるが、特に、海洋水が安定した成層状態となる夏季においては、第一躍層下60~90mに顕著に認められる。夏季に分布の中心が比較的シャープにみられるのに対して、海水の鉛直混合が促進さ



第9図 なむら間隔の頻度分布

れ、鉛直的に同一水塊で占られる冬季においては、魚群の深度分布はなだらかな形で示される。沿岸水域においては、沖合水域に比べると水深が浅いために、一般に魚群の分布深度が浅くなっているが、その季節的な変化をみると、



第10図 魚群の深度別頻度分布

明瞭な区分けができる。すなわち、魚群の分布深度は、1～3月で40m以浅、4～5月で10～40mと、冬季から春季にかけては比較的上層にあるが、夏季(6～9月)には20～60mとやや深くなる。秋季(10～12月)になると30～60mに集中し、他の時期の場合と比べて特徴的な集約型をみせている。以上のことから推して魚群の深度分布は海況ならびに魚種の交替によって変化するものであろう。

#### 4. 魚群の分布と構造についての総括

沖合水域の魚群量が沿岸水域のそれに比べて周年にわたりきわだって多いことから次のようなことが想定される。すなわち、浮魚魚群は対馬暖流の消長に対応して、北上南下の季節的な分布回遊をなすが、その通路は対馬暖流域にあり、各地先の沿岸水域へは移動の過程でその一部が配分されているに過ぎないであろう。そして、このように魚群量の豊富な暖流水域においては、魚群の分布構造をみても、なむらの幅、高さ、量ともに大きく、また、その分布の塊状化も顕著である。

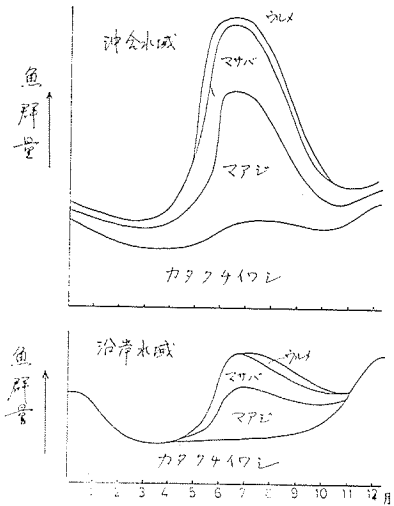
今回の調査結果と魚種漁獲量の経年変化ならびに過去の知見を基にして、対馬東水道～筑前海域における浮魚類の分布様式について整理すると、第11図のように模式的に示されよう。すなわち、この海域における浮魚類の構成は周年にわたってカタクチイワシが存在し、これに夏季をピークとしてマアジ、サバ(主としてマサバ)、ウルメイワシなどが加わって成り立っている。カタクチイワシ魚群量は他の魚種に比べて最も多いが、この海域で発生し、他海域に去る過程、他海域で発生し、この海域へ来遊し、また去る過程などが組み合わさって保持されている。筑前海沿岸域で利用しているカタクチイワシは沖合水域の存在量の一部にすぎないが、秋季から冬季にかけては索餌集団として浅海、内湾域へと接岸するため、沿岸水域の魚群量は他の時期よりも相対的に濃密になる。マアジ(当才魚、1才魚主体)は春季に対馬暖流に乗って北上し、この海域に補給されるが、6月以降において魚群量が豊富となり、本格的に漁獲対象となる。この北上補給は夏季まで継続される



が、秋季に入るとほとんどのマアジ群は南下、回遊に移る。しかし、1才魚以上の一部は沖合水域でそのまま越冬する。マアジ資源が比較的安定していた1966年以前には、漁獲量の経年変化は7月(北上期)と10月(南下期)とにそれぞれピークのある二峰型が示されたが、マアジ資源が低水準となった近年においては前半の北上期のピークしか認められなくなっている。このようなマアジ漁獲量のパターンの変化は、海中の魚群存在量の変化状態を反映したものであろう。マサバの出現パターンは現在のマアジのそれと同様である。マイワシ、ウルメイワシは小中羽が春季から秋季に出現するが、冬季にはほとんど存在しないようである。

### 5. 要 約

- 1) 1971年1～12月の魚群探知機の記録より、魚群量、魚群の分布、構造などの季節的变化について論じた。
- 2) 魚群量は周年にわたって、沖合水域が沿岸水域よりも多く、魚群量指数 ( $m^2/Km$ ) の年平均値で比べると、沖合水域は沿岸水域の約10倍である。
- 3) 魚群量指数、なむら数ともに、夏季(6～8月)と冬季(12～2月)に極大、春季(3～5月)と秋季(9～11月)に極小の季節的变化を示しており、浮魚漁獲量の変化とほぼ対応している。夏季の漁獲量増はマアジ、サバなどの増加によるものであり、冬季のものはカタチイワシの増加によるものである。
- 4) なむら幅の頻度分布は周年にわたって指数型に近いが、沖合水域の方が幅の長いなむらの出現が相対的に多い。
- 5) なむらの高さの頻度分布は沖合水域で対数正規型に近く、沿岸水域で指数型が多い。
- 6) なむらの魚群量(断面積)の頻度分布は全体的に対数正規型に近いが、それよりやや小さい方にかたよっており、前者は沖合水域に多く、後者は沿岸水域に多い。
- 7) Diceの方法にならったなむらの間隔の頻度分布から、海中における魚群の分布は塊状分布を基本として成り立っていることが推定される。
- 8) 魚群は周年にわたって20～90mに多く出現し、その分布の中心は夏季に深く、冬季に浅くなる傾向にある。このような魚群の深度分布の季節変化から、魚群の分布は海況ならびに魚種の交代によって変化していることが想定される。
- 9) 浮魚魚群は対馬暖流の消長に対応して北上南下の季節的な分布回遊をなすが、その通路は対馬暖流域にあり、各地先の沿岸水域へは移動の過程で、その一部が配分されているに過ぎない



第11図 浮魚魚群の出現模式図

と推定される。

- 10) この海域における浮魚類の構成は周年にわたりカタクチイワシが主体をなし、これに夏季をピークとしてマアジ、サバ、ウルメイワシなどが加わって成り立っている。

## 文 献

- 1) 神浦藤雄 1957: 魚群量の季節的変動および分布について, 南海区水研報, 5
- 2) \_\_\_\_\_ 1958: 魚群調査における各魚種の混在状況について, 同上, 7
- 3) \_\_\_\_\_ 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, 同上, 9
- 4) 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
- 5) 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, 橘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
- 6) 山本忠 1956: 単位漁獲量の特性について, 農林水産調査資料6. 農林省統計調査部統計課
- 7) オダム 1956: 生態学の基礎, 朝倉書店・京都大学生態学研究グループ訳

## 4. 浮魚魚群の分布動態に関する研究 — II 昼夜変動と移動速度

Studies on the distribution and behavior of pelagic fish schools. — 2

Vertical migration and migrating speed.

三井田 恒 博 : 古 田 久 典 (福岡県福岡水産試験場)

Tunehiro MIIDA and Hisanori FURUTA

(Fukuoka Prefectural Fisheries Experiment Station)

### 1. まえがき

群をなしている魚は夜間になると集群性をゆるめ、小群に分散するかあるいは単独になることが知られている。青山ら<sup>1)</sup>は橘湾におけるカタクチイワシの群構造について、魚探反応の変化から昼間の密集型と夜間の分散型に分離して考察を加えている。

筆者らは、一昼夜の碇置測流観測を実施したが、この間、魚探の連続反応記録を得ることができた。本報ではこの資料を整理し、浮魚の群構造の一昼夜変化ならびに浮魚の移動速度に関して報告する。

### 2. 調査方法