

長井沖人工礁漁場における魚群分布について

清水 詢 道

On the distribution of fish schools at the artificial fishreef ground off Nagai, Kanagawa Prefecture.

Takamichi SHIMIZU*

Synopsis

The distribution of fish schools was studied using a fish finder at the artificial fishreef ground off Nagai, Kanagawa Prefecture. The fluctuation of the number of schools was mainly determined by the number of schools in the surface and middle layers. The negative binominal distribution was fitted to the distribution of fish amount index.

The larger schools tended to be at the ridge of continental shelf rather than in the areas around the reef groups. From the analysis of the distance between schools and the reef groups, the effective range of the reef group to attract fish schools was considered within 300m for the bottom layer schools.

は し が き

1954年に人工魚礁造成事業が国庫補助の対象となつて以来、全国各地で活発に事業が実施されはじめた。神奈川県海面では、1956年から東京湾本牧沖で実施された事業を最初として、現在までに約30ヶ所で漁場造成が実施されている(清水, 1979)。

漁場造成事業は、造成規模別に、1)並型魚礁:造成規模400m³以上、2)大型魚礁:同2,500m³以上、にわけられていたが、1976年から、沿岸漁場整備開発事業が実施されるようになって以後、人工礁漁場造成事業(造成規模25,000m³以上)が事業の中心となった。神奈川県では、三浦半島西部地区の長井沖において1977年に事前調査を実施し(神奈川県, 1978年)、1978年度から4ヶ年計画で造成が開始された。

筆者は、1978年度から造成海域において、魚群探知機を用いて魚群分布調査を実施し、人工礁漁場の集魚効果の把握につとめているが、現在までに多少の知見をえたのでここに報告する。

報告に先立ち、調査に多大のご協力を頂いた水試調査船うしおの松崎船長以下乗組員各位に心から感謝する。

材 料 と 方 法

調査海域は相模湾東部海域で、海底地形は北側に葉山海底谷、南側に三浦海底谷はいりこみ、等深線が西側にはり出した台地の形状をなしており、南北両側の斜面は、場所によっては100m等深線から、きわめて急傾斜になって落ちこんでいる。(図1)。

調査には、水試調査船うしお(17.99t)を用い、調査海域を南北方向に全域をカバーするように測線を設定して航走し、魚群探知機(産研, ASL-24; 湿式。20KHzを使用)で記録をとった。各測線の起点と終点において陸上物標を六分儀で測角することによって、船位を決定した。

魚群探知機の記録から、YOKOTA et al. (1953)の方法にしたがって、魚群の厚さ(L:m)、魚群の長さ(H:m)を、ノギスを用いて計測した。魚群探知機の指向角曲線は下向きの放物線になるため、水深が大きくなれば、記録される魚群の像は実際よりも大きく(厚く)なる。したがって異なる水深における魚群量を比較するためには、水深に対する補正が必要になる。調査海域では、造成に用いた魚礁単体の大きさがわかっているので、魚群の計

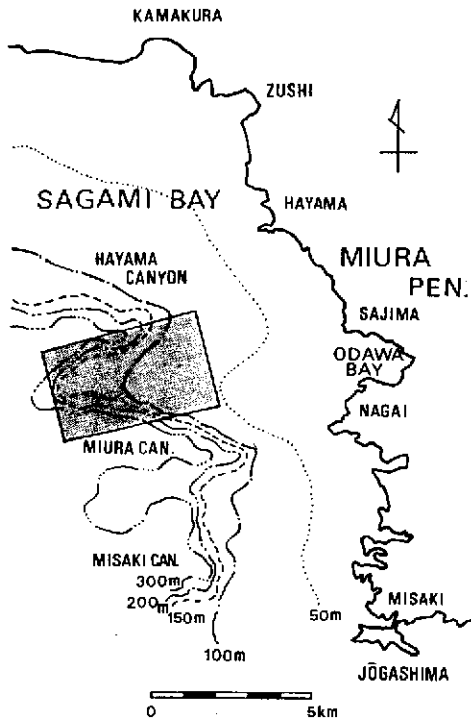
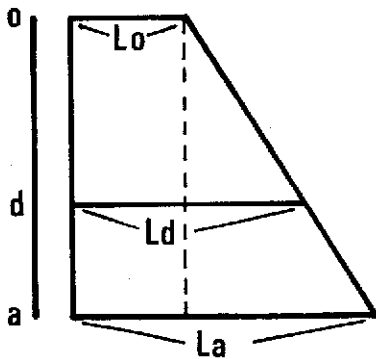


図1 調査海域図



$$L_d = \frac{d}{a}(L_a - L_0) + L_0$$

図2 深度補正の模式図

L_0 : 水深 0 m の時の物体の長さ (既知)

L_a : 水深 a m の時の物体の長さ (既知)

測とあわせて魚礁単体の記録像も計測し、設置水深において何倍に記録されているか、を求めた。さらに、指向角曲線を第一近似として直線で近似し、任意の水深における倍率を推定した (図2)。図2において、 L_0 を既知の魚礁の大きさ、 L_a を水深aにおける魚礁のみかけの大きさ (計測値、既知) とすると、任意の水深dにおける倍率Dは、

$$D = L_d/L_0 = \frac{d}{a \cdot L_0} (L_a - L_0) + 1, \text{であらわされる。}$$

この方法で求めた各水深における倍率Dの逆数を補正係数とし (表1)、 $L \times H \times$ を魚群量指数とした。魚群が長い場合には、魚群の中心の水深の補正值を用いた。

調査は、1979年4月13日から80年3月24日まで、5月6月を除いて毎月1回、計10回実施した。

表1 各水深ごとの記録像の倍率 (D) と補正係数 (1/D)

depth (m)	D	1/D
5	1.23	0.81
15	1.70	.59
25	2.16	.46
35	2.62	.38
45	3.09	.32
55	3.57	.28
65	4.03	.25
75	4.49	.22
85	4.96	.20
95	5.42	.18
105	5.88	.17
115	6.35	.16
125	6.81	.15
135	7.28	.14
145	7.74	.13

結果

魚礁群の分布

図3に1978年度に投入した魚礁単体の分布を示した (この各々の位置は、魚群探知機に記録されたもので、配置計画とはいくらかちがっている)。この単体は図に示したようにA-Dの4つの魚礁群にわけて投入されたものである。ここで、A・Bは高さ7.5mのコンクリート組立魚礁計25基 (A: 7基, B: 18基)、C・Dは高さ10.5mのプラスチック組立魚礁計11基 (C: 6基, D: 5基) を用いてある。AとBは約300m, CとDは約150m離れており、A・BとC・Dは約1,000m離れていた。

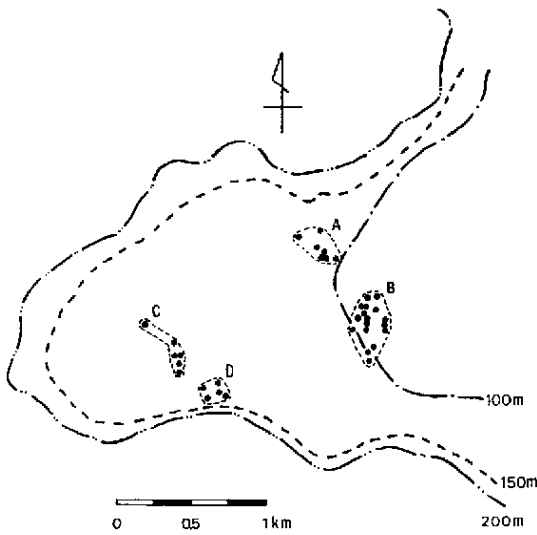


図3 魚礁群の分布

魚群数・魚群量

10回の調査で記録された魚群は218群であった。これらを、表・中層群（魚群中心の水深が表面から全水深の2/3まで）と、底層群にわけると、表・中層群は96群、底層群は122群記録された。図4に、魚群数と測線1本あたり魚群数を示した。魚群数は5 - 54（平均21.8）の範囲にあり、表・中層群では1 - 30（平均9.6）、底層群では2 - 24（平均12.2）の範囲にあった。魚群数の多か

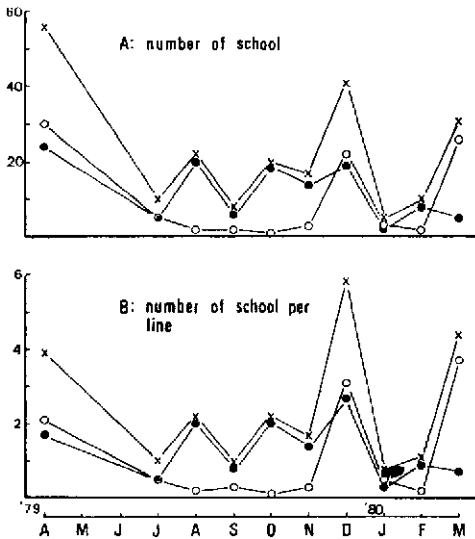


図4 魚群数の変動

A : 魚群総数 B : 測線1本あたりの魚群数
 x : total ○ : 表, 中層群 ● : 底層群

った79年4月, 12月, 80年3月では, いずれも表・中層群の数が底層群を上まわっていたが, その他の月では表・中層群の数は少なかった。表・中層群と底層群を比較すると, 両者には平均値の有意差はみとめられなかったが, 変動係数では, 表・中層群は底層群のほぼ2倍の値を示した。このことは, 測線あたりの魚群数についても同様で, 平均値には有意差はみとめられなかったが変動係数では表・中層群は底層群のほぼ2倍であった。すなわち, 魚群数の多少及び変動をきめる主要因は, 表・中層群である, と考えられた。

図5に魚群量指数の頻度分布を示した。季節の変動についてはデータが少ないために明らかではないが, 全体で見れば, 表・中層群と底層群の大きさにはほとんど差がみとめられず, いずれも負の2項分布に似た分布を示した。また, 両者ともに, 指数100 - 200に小さいモードがみとめられた。

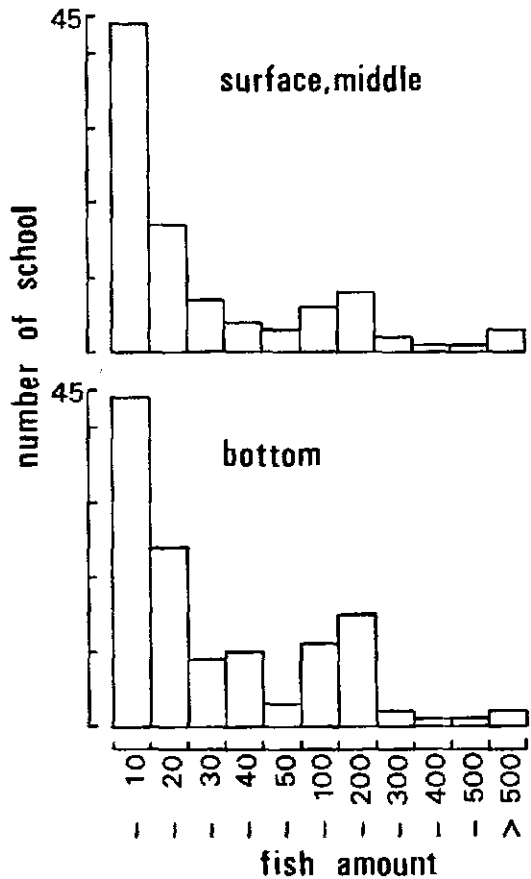
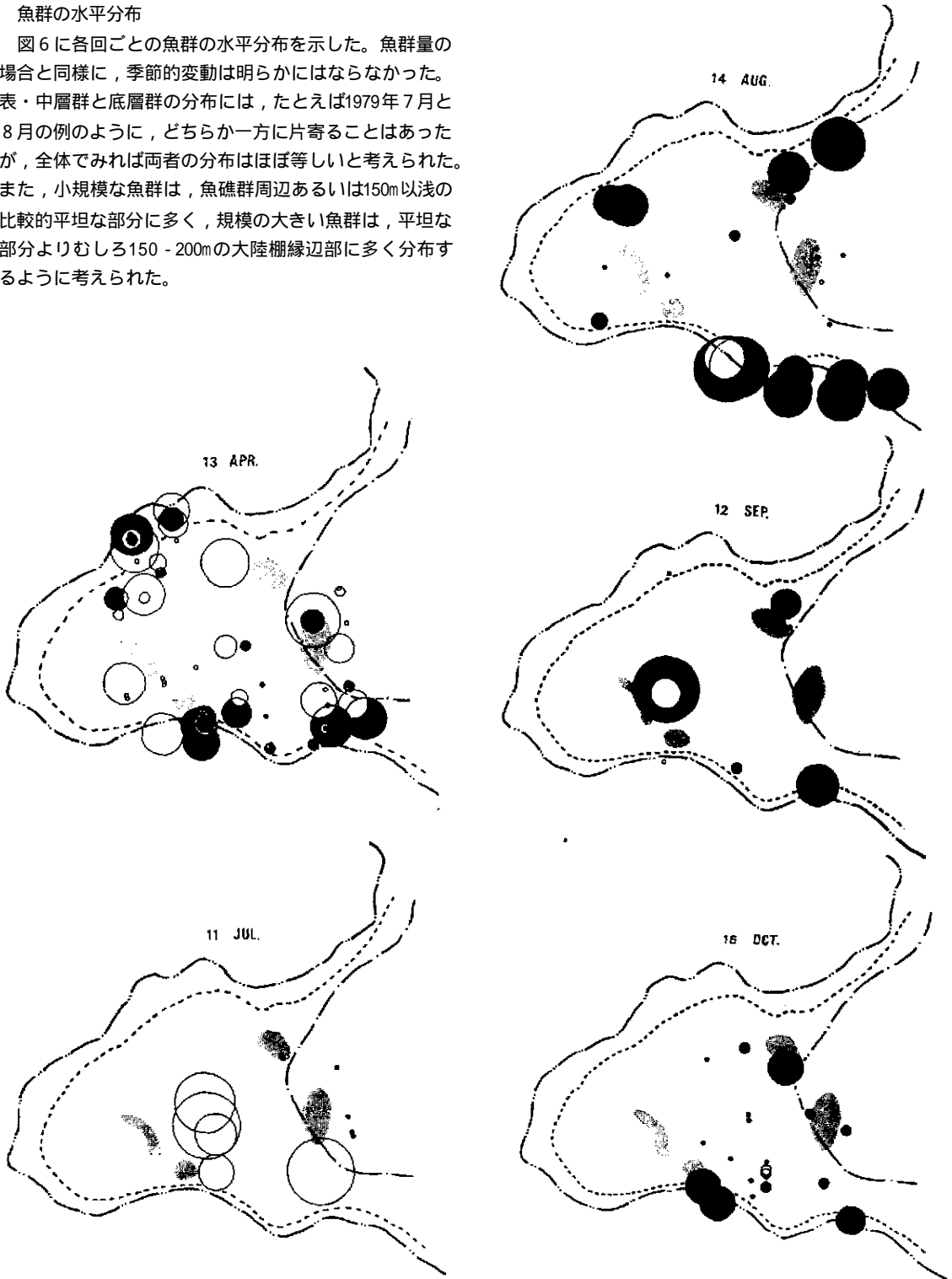


図5 魚群量指数の頻度分布

魚群の水平分布

図6に各回ごとの魚群の水平分布を示した。魚群量の場合と同様に、季節的変動は明らかにはならなかった。表・中層群と底層群の分布には、たとえば1979年7月と8月の例のように、どちらか一方に片寄ることはあったが、全体で見れば両者の分布はほぼ等しいと考えられた。また、小規模な魚群は、魚礁群周辺あるいは150m以浅の比較的平坦な部分に多く、規模の大きい魚群は、平坦な部分よりむしろ150 - 200mの大陸棚縁部に多く分布するように考えられた。



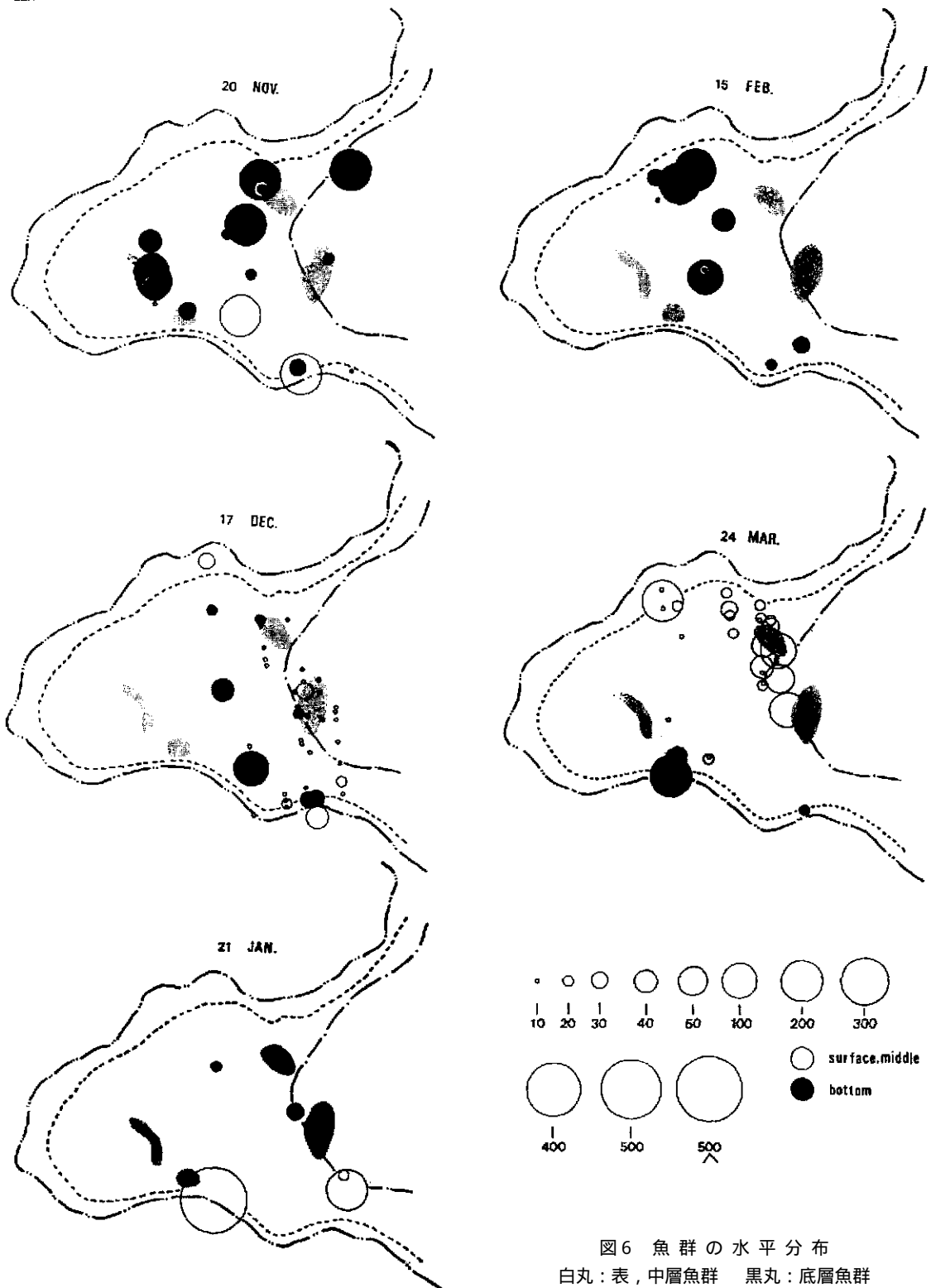


図6 魚群の水平分布
白丸：表，中層魚群 黒丸：底層魚群

魚礁群と魚群の距離

魚礁群の集魚効果を考察するために、魚礁群と魚群の距離について検討した。この距離は、各々の魚群の中心と、もっとも近い魚礁群の外縁を計測して求めた。

図7に魚礁群と魚群の距離の頻度分布を示した。表・中層群、底層群ともに、距離0 - 50mの頻度がもっとも高く、魚礁群を中心に魚群が分布していることが示された。特にこのことは底層群で、0 - 300m付近までいちじるしく、集魚効果であると考えられた。表・中層群では、600 - 650mにごく小さいモードがみとめられたものの、距離が遠くなるにつれて頻度は減少したが、底層群では450 - 500mにモードがみとめられた。このモードに相当する魚群の位置を検討すると、これらの魚群はほとんどが大陸棚縁辺部に中心をもつもので、したがって魚礁群に蜻集したというよりむしろ本来の海底地形によるものと考えの方が妥当であろうと思われた。

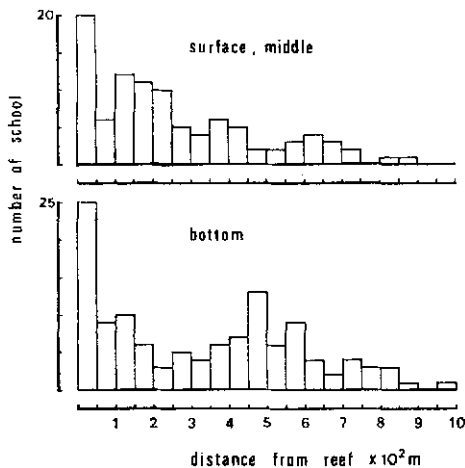


図7 魚礁群と魚群の距離の分布

魚群の規模を魚礁群からの距離別に検討した(図8)。表・中層群、底層群ともに水平分布の項でふれたように、魚礁群に近いところでは小規模な魚群の頻度が高かった。距離400mまでの両者の分布はほぼ等しかったが、400mをこえると魚群量分布のパターンは明らかに異なっていた。すなわち、魚群数も魚群量も明らかに底層群の方が大きかった。図5にあらわれた魚群量指数100 - 200のモードは魚礁群からの距離にかかわらず出現していたが、底層群では500m以遠にこの規模の魚群は67%が出現しており、図7とあわせて考えると、魚礁群の効果よりも本来の海

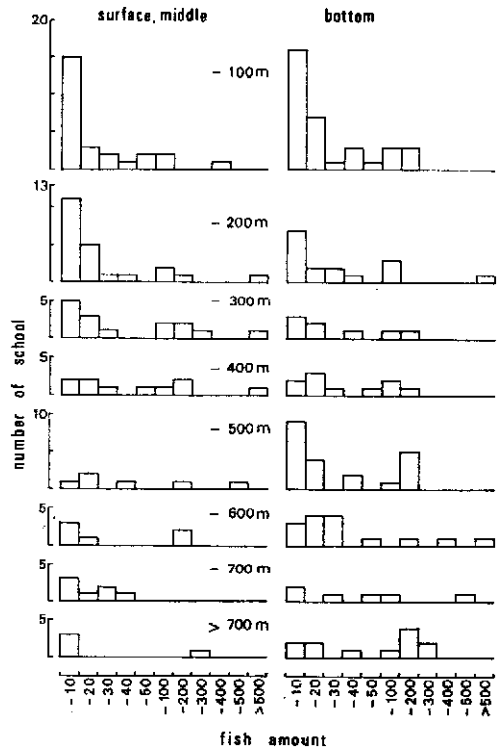


図8 魚礁群からの距離別にみた魚群量指数

底地形の影響と考えられた。このことは、表・中層群では必ずしも明瞭ではなく、むしろ魚礁群に近い部分での出現が多かった。表・中層群で600 - 650mにみられた小さいモードは、指数10以下の小規模の魚群が主体であった。

考 察

人工魚礁の効果範囲については、これまで主に底魚について漁獲試験によって調査されてきた。これらの結果は魚種、漁法によって異なるが、魚礁総合研究会(1976)は、漁獲を通してみた場合の影響範囲は魚礁から60m前後までと判断してよいのではあるまいか、と述べている。浮魚については、徳島水試(1973)は、アジ・サバ・イナダはクラゲ型中層魚礁では礁の潮上200 - 300mの範囲内を移動する、と述べている。本報に示した結果では、底層魚では礁から300mまでは集中分布が適合すると思われるから、前述した漁獲の効果範囲とは異なるが、300mまでは集魚効果があると判断してよい、と考えられる。表層 - 中層魚については底層魚ほど明らかではないが、集魚効果の範囲はもう少し広く考えてよさそうである。しかし、底層魚にみられたように、もともとの海底

地形の影響があると考えられるので、どこまでが効果範囲であるかは明らかではない。集魚効果範囲が漁獲効果範囲より広いであろうことは予測される。

魚群探知機による調査では魚種を確認することは不可能である。永田（未発表）は、同じ海域において漁獲試験を実施し魚種を確認している。魚群探知機調査と必ずしも時期が一致していないので、両者の結果をただちに結びつけることはできないが、全体で見るとマサバ、クロシビカマス、マアジ、ユメカサゴ、ムツ等が多い、という結果がえられている。両者の時期を可能な限り一致させることによって、魚群探知機の記録像から魚種の推定をすることもある程度可能になるであろう。これは現実の課題として今後の調査にいかすべく検討されている。魚群探知機調査のもうひとつの問題点は、記録像と実際の尾数あるいは資源量がまだ結びついていない点である。これには深度補正の問題も関係あるが、やはり漁獲試験の結果と対照することによってデータを蓄積していくべき問題であろう。SHIBATA (1971), SHIBATA et al (1971)等は、記録像から魚群量を求める方法を提出しているが、魚種による群密度の差もあるので、いずれにしても今後のデータの蓄積が必要である。深度補正については、本報告では第一近似として直線を用いて補正したが、各水深において長さ既知の物体の記録像を数多く計測することによって正確な放物線を求めることを考えている。

人工魚礁による漁場造成を実施する場合、最終的に問題になるのは造成漁場の生産効果である。生産効果は造成によって期待される生産増を推定し、これを実証することによって把握されるものであるが、生産増の推定をする前に、造成漁場の集魚効果が考察されていなければならない、と考えられる。集魚効果の考察は、これまでの事業あるいはそれに伴う研究の展開の中でとかくみおとされがちであった。魚礁を設置すればその周辺に魚が集まるというのは疑いのない事実であるが、この経験的事実のみをたよりにして、魚礁を設置しさえすればそこはただちに漁場（生産が十分あげられる）になると考えるのは、明らかに思考の短絡である。何が、いつ、どのくらい集まるかあるいは集まりうるか、という検討なしには生産効果を推定するのは本来不可能である。これまでに行われてきた単位体積あたりの生産量の数値を新しく造成する漁場体積に乗じて生産増加量を予測する方法は、数値計算としては可能であるものの、対象としている資源が現在の漁獲の状態（強度）ではありあまるほど存在し、新しい漁場にも現在と同じ量の努力量の投入が可能であること、つまり資源にも、漁獲する人間の側に

も十分な余裕がある、と仮定しなければ成立しない。たとえば神奈川県（1978）は、人工礁漁場造成にあたって59,131m³の造成を行うことにより、207tの生産増加を予測している。そのうち、マダイの増加量は11tとみつめられているが、1975年の同じ地区のマダイ漁獲量の実績は14tであるから、実に78%の増加をみこんでいることになる。これは他の対象種であるブリ類、マアジ、ヒラメ等についても同様の増加がみこまれている。これは、対象地区の漁業の実態から考えると可能な数字であると判断できない。対象資源の動向を把握し、集魚効果を正しく考察しなければ正しい予測はうまれないであろう。このような観点から、筆者は魚群分布調査によって魚礁における集魚の実態を把握しようと試みているが、本報で示したようにごくわずかの現象がわかったにすぎない。この調査は現在も継続しているので、より多くのデータを加えながら実態を正確に把握していかなければならないであろう。

文 献

- 魚礁総合研究会（1976）：人工魚礁の理論と実際（ ）基礎篇．日本水産資源保護協会，水産増養殖叢書，26，118pp．
- 神奈川県（1978）：三浦半島西部地区人工礁漁場造成事業調査報告書．，234pp．
- SHIBATA, Keishi (1971) : Studies on Echo Counting for Estimation of Fish Stocks-I. Overlap Counting and Reading of Stype Echo Counter. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., Vol. 37, No. 8, 711-719.
- SHIBATA, Keishi, Tsuneo AOYAMA, Koichi MIMOTO and Hideyuki NISHINOKUBI (1971) : Studies on Echo Counting for Estimation of Fish Stocks-II. An Example of Field Survey. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., Vol. 37, No. 9, 825-830.
- 清水詢道（1979）：神奈川県における人工魚礁について．相模湾資源環境調査報告書 - ．神奈川県水産試験場同相模湾支所．257 - 260．
- 徳島県水産試験場（1973）：培養魚礁造成に関する研究 - ．クラゲ型魚礁の生産効果について．栽培技研，1，27 - 32．
- YOKOTA, Takio, Toshio KITAGAWA and Tadahiko ASAMI (1953) : Basic Study of Fish School Research by Fish Finders. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. Vol. 19, No. 4, 341-375.