

人工魚礁の魚群集要因

宮内 正幸
 (研究部)

The Factor of Fish Aggregation in Artificial Reef

Masayuki MIYAUCHI*
 (Research Department)

筑前海域における人工魚礁設置事業は1955年度から始まり、'76年度からは沿岸漁場整備開発事業のもと公共事業として大規模な漁場整備事業が実施されるようになった。これらの事業を計画的・効率的に進めるためには、これら人工魚礁の効果を、科学的・定量的に把握することが必要不可欠である。そこで前報ではサイドルッキングソナーと計量魚群探知機を用いて福岡・粕屋地区大型魚礁（以下、福粕大型魚礁）設置海域における魚礁と魚群の分布状況を把握し、その結果、人工魚礁への魚群集要効果が高いことが示された。¹⁾しかし、4カ所ある福粕大型魚礁の間で魚種や魚群量に差が見られ、魚礁が高い生産性を有するための条件即ち魚群集要因の解明が1つの課題として残された。魚群集要因を明らかにすることは、これまでに提言されてきた集要因の検証になるとともに、今後の漁場造成を効率的に進めるためにも重要である。そこで、今回は人工魚礁への魚群集要因についての検討を行ったので報告する。

ト魚礁の組み合わせで構成され、その規模は概ね2,600～2,800空m³である（表1）。

筑中広域型増殖場は福粕大型魚礁から東に約2マイル離れたところに'94から'95年にかけて造成されており、礁構成は高さ6mの鋼製魚礁と2m角型コンクリート魚礁の組み合わせで、規模は約10,000空m³である（図1、表1、以下C礁）。

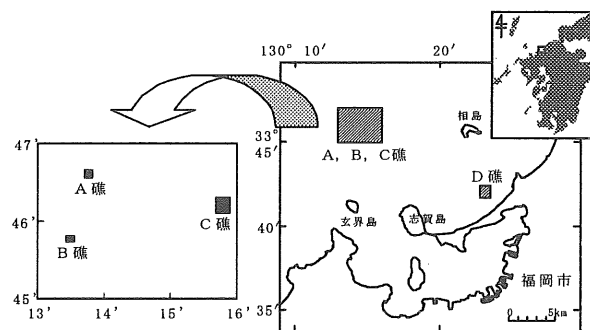


図1 調査海域図

方 法

1. 調査海域

調査海域としては福粕大型魚礁に加え、本魚礁近辺に造成された福粕大型魚礁と同じ構成礁を有し規模の異なる筑前中部地区広域型増殖場（以下、筑中広域型増殖場）を選定した。さらに、これらの魚礁・増殖場とは構成礁の材質が異なる間伐材利用魚礁も調査対象とした。

調査対象とした福粕大型魚礁は'93年と'95年に造成された2カ所（以下、A礁、B礁）で、福岡市玄界島の北約10km、水深40～45mの海域に設置されている（図1）。A、B礁は、高さ6mの鋼製魚礁と2m角型コンクリ

表1 魚礁の構成

	A礁	B礁	C礁
鋼製魚礁 縦10m×横10m×高さ6m	2基	2基	4基
2m角型コンクリート魚礁 縦2m×横2m×高さ2m	223個	204個	1,000個
規模（空m ³ ）	2,776	2,624	9,984

* 現福岡県栽培漁業公社

間伐材利用魚礁は'02年2月に福岡市奈多地先の水深20mの海域に2種類の魚礁が1基ずつ設置された(図1, 2, 以下D礁)。

2. 音響調査

調査海域内における人工魚礁の分布状況と魚群の分布状況を把握するため、A礁、B礁、C礁において'01年5,6,8,10月に調査船「げんかい(119トン)」の計量魚群探知機(SIMRAD社製EY-500, 70kHz)を用いた音響調査を行った。調査海域内において、基本的に0.025マイル(約40m)間隔で東西南北に定線を設定し、この定線上を船速8ノットで航行しながら音響データを収録した(図3)。この際、魚礁分布域においては、さらに詳細なデータを得るため、その間に定線を適宜加えた。後日、収録データを後処理システムEP500を用いて解析し、人工魚礁の分布状況を求め、更に、走航ノイズを除くため海面下10mから海底までの面積後方散乱係数(SA:単位海表面当たりの魚類現存量の指標, m²/ha)を水平方向0.025マイルごとに求め、魚群分布を整理した。

さらに調査海域に分布する魚種を推定するために、当海域を主に利用している釣漁業者に操業日誌の記帳を依頼した。解析した資料には'00,'01,'02年の3カ年の日誌を用い、いずれの年も3隻分のデータからA, B, C礁周辺の人工魚礁での漁獲実態を整理した。

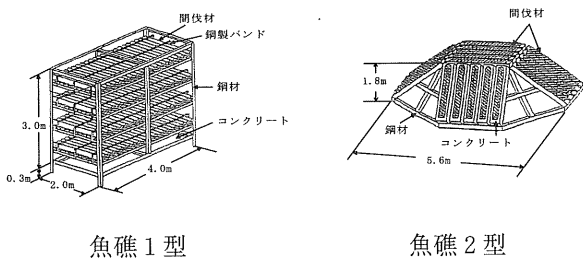


図2 間伐材利用魚礁の種類

3. 流況調査

調査海域内の流況を把握するため、上述した定線の始点及び終点でカラー潮流観測装置(FURUNO製, CI-60G)により流向・流速を測定し、さらに適宜調査点を設け、これらの平均値を調査海域内の代表値とした。

4. 多重合成

複数の情報間の関係を調べるときに、これらの情報を重ねて表示し、相互の相関を可視化する方法として多重合成(オーバーレイ)手法がある。そこで、人工魚礁の分布状況と魚群分布状況及び流況をこの多重合成手法を用いて表示し、各情報間の相関を可視化した。

5. 間伐材利用魚礁調査

D礁において、'02年3, 6月に水中テレビロボット(三井造船(株)製 RTV-200 MK-II EX)による調査を実施し、その映像から魚種と魚群量を目視で推定した。

結果

1. 音響調査

(1) 人工魚礁分布調査

計量魚群探知機の収録データからA, B, C礁の魚礁

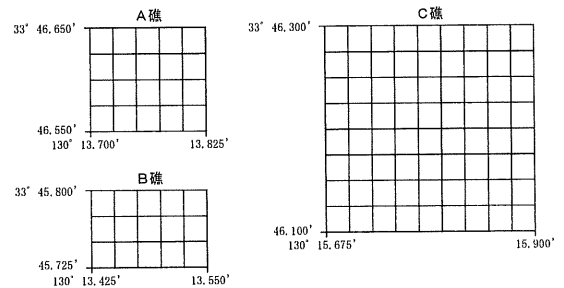


図3 調査定線

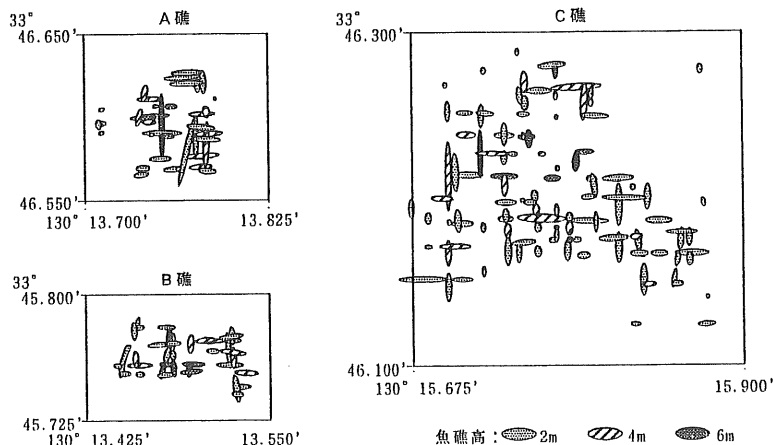


図4 人工魚礁分布

分布を求めた(図4)。A礁は南北に長く分布し、設置面積は11,800m²であった。B礁は東西に長く分布し、設置面積は9,100m²であった。A、B礁の約4倍の量の人工魚礁が投入されているC礁は三角形状に分布し、設置面積は66,500m²とA、B礁の約6倍の広がりがあった。

(2) 魚群分布調査

東西南北の定線において水平方向0.025マイルごとにS_Aを求め、調査海域内の魚群の水平分布を月別に調べた(図5)。そして、各調査海域内の魚礁の存在する区

画を魚礁区とし、魚礁区におけるS_Aの範囲を求めるとともに平均値を求めた(表2, 図6)。A礁の魚礁区は、8月に特に大きな魚群が観察されたが、B礁の魚礁区では月による大きな差は見られなかった。また、C礁の魚礁区では、6月に大きな魚群が観察された。

また、これら平均S_A値をA、B、C礁の魚礁設置面積で補正して、各礁における魚種別魚群現存量を算出した。操業日誌を整理したところ、A、B、C礁周辺的人工魚礁では、5月は主にマアジとメバルが、6月は主にマアジとイサキが、8月は主にイサキとマダイが、そし

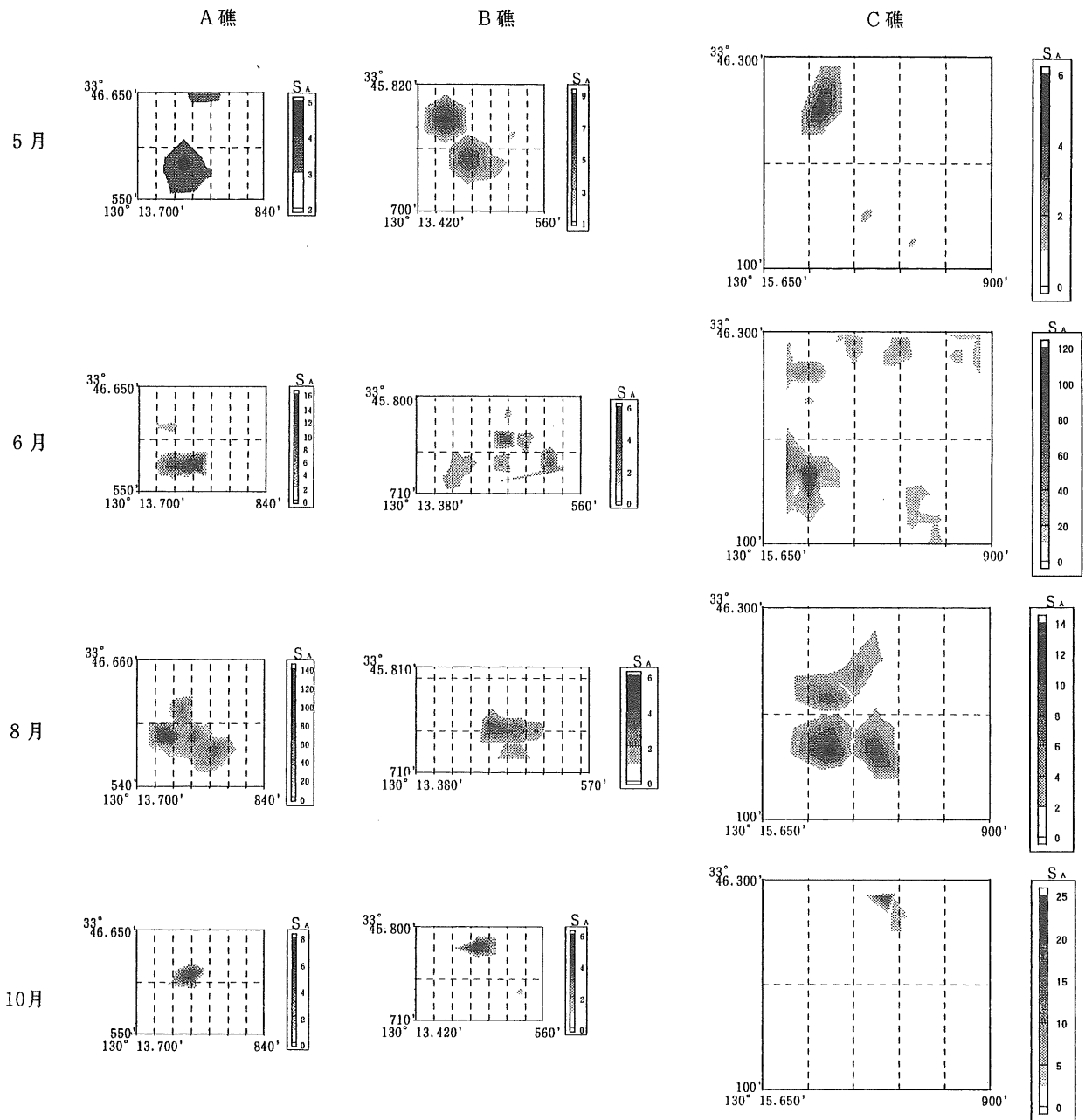


図5 魚群水平分布

て10月は主にマダイが漁獲されていたことから、これらを現存魚種とみなした(図7)。そして、各礁魚礁区の平均 S_A を操業日誌から求めた尾数比で按分し、魚種別の S_A を求めた。また、閉鱗魚で一般的に用いられる $TS=20\log BL-67.4$ (TS(ターゲットストレングス)は魚1尾当たりの反射強度、BLは操業日誌から得られた全長を使用)の式を用いて魚種ごとのTSを計算し、 $\sigma=4\pi\cdot 10^{TS/10}$ で実数値の σ に変換した。²⁾そして、魚種ご

との S_A をこの σ で割ることで、1ヘクタール当たりの尾数密度を求めた。これに、魚礁設置面積を乗じ、各魚種の平均体重を乗じて魚群現存量を算出した。この試算の結果、A礁の現存量は120~5,440kg、B礁の現存量は110~180kg、C礁の現存量は260~7,520kgであった(図8)。魚礁設置面積の小さいA、B礁では月により観察された魚群量に差があったが、設置面積の大きいC礁では、A、B礁に比べ安定して魚群が観察された。

表2 A, B, C礁の魚礁区における月別 S_A

	5月	6月	8月	10月
A礁	2.04~4.40 3.01	0.09~ 14.01 1.52	0.22~116.16 25.63	0.04~6.88 0.42
B礁	1.25~6.06 2.46	0.04~ 5.38 0.80	0.58~ 4.03 1.10	0.01~5.77 0.55
C礁	0.24~5.03 0.52	0.05~102.96 7.51	0.68~ 12.35 2.07	0.01~4.13 0.16

上段：観察された範囲、下段：平均値

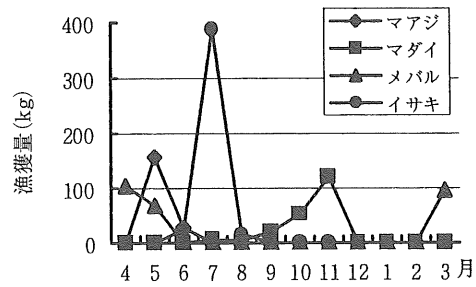


図7 A, B, C礁周辺の人工魚礁における漁獲実態('00~'02)

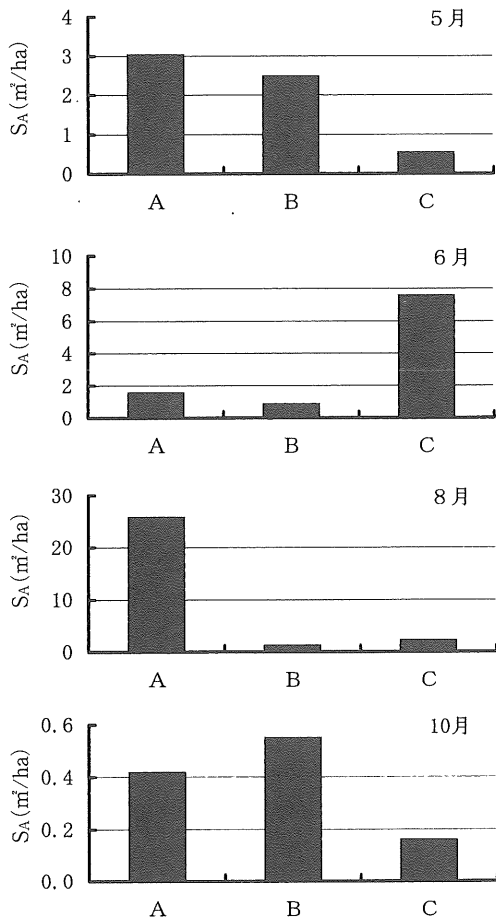


図6 各魚礁区における月別 S_A

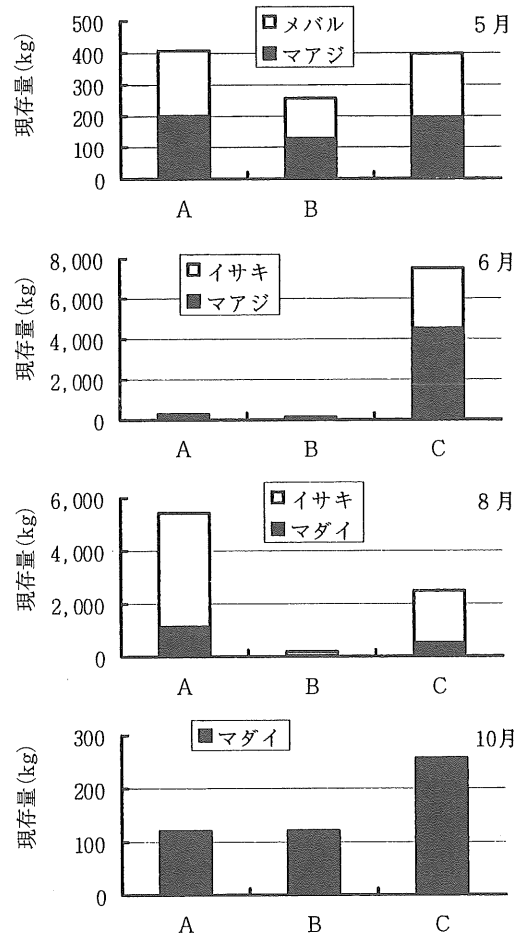


図8 各礁魚礁区における魚群現存量

2. 流況調査

調査海域内の流況は、5、6、8月が北東の流れで、10月が南西の流れであった（表3）。流速は5月が0.35～0.55ノット、6月が0.32～0.71ノット、8月が0.63～0.76ノット、10月が0.28～0.58ノットであった。

3. 多重合成

人工魚礁の分布状況，魚群の分布状況，流況を重ね合わせて表示し，それらの相関を月別に整理した（図9）。

表3 月別礁別の流況

	5月	6月	8月	10月
A礁	0.35 47.4°	0.51 60.3°	0.76 47.0°	0.58 221.1°
B礁	0.45 44.3°	0.32 62.1°	0.76 52.3°	0.50 227.4°
C礁	0.55 47.9°	0.71 56.2°	0.63 40.4°	0.28 234.1°

上段：流速（ノット）、下段：流向

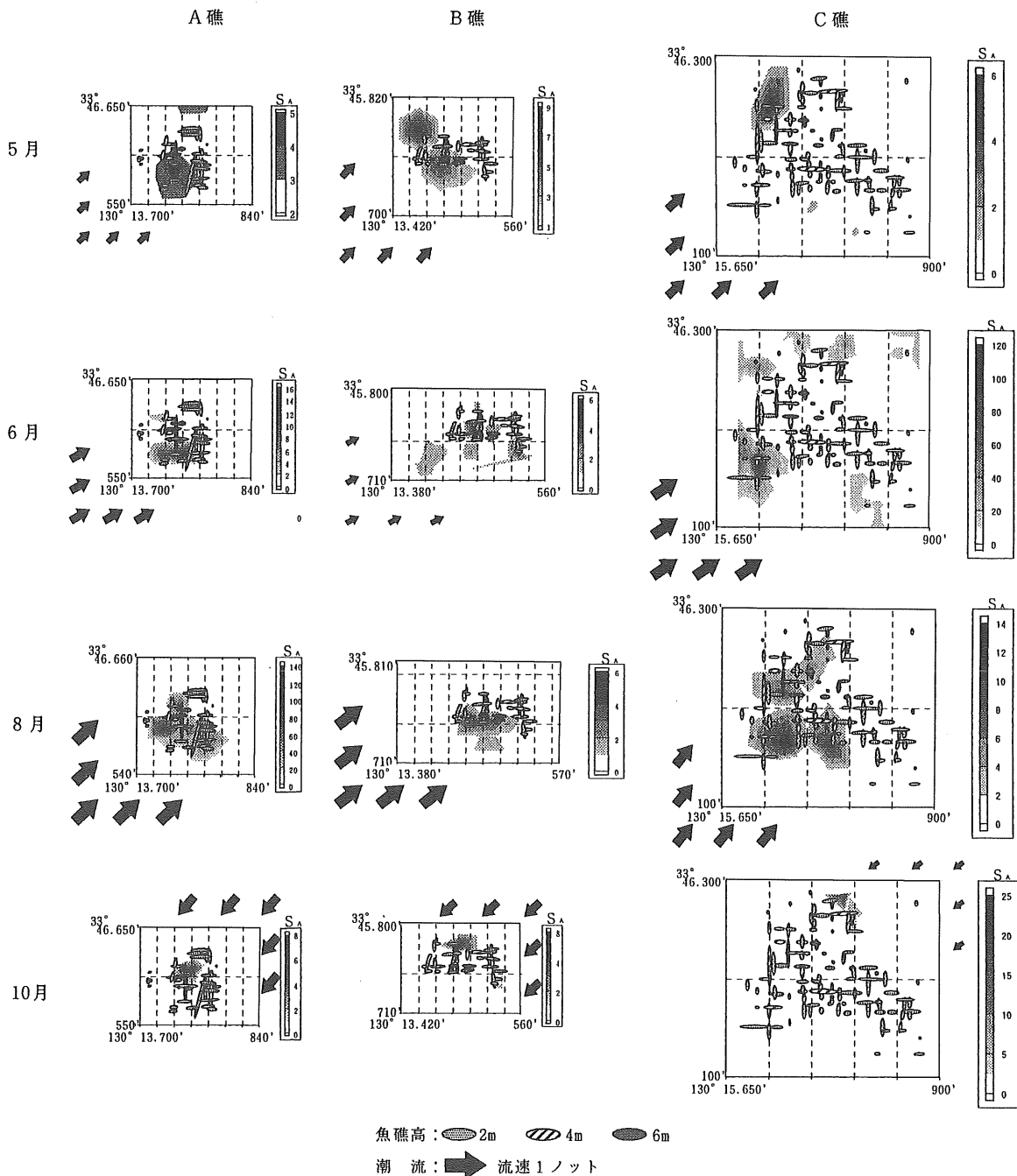


図9 魚礁分布・魚群分布・潮流の関係

人工魚礁の分布と魚群の分布の関係を見てみると、魚群は高さのある魚礁周辺で高い S_A 値が観察される傾向にあった。そこで、A、B、C各礁において水平方向0.025マイルごとに求めた S_A を、その区画の魚礁の有無別・高さ別に整理すると、高さ2mのみの魚礁より高さ4m、6mといった高さのある魚礁や複数の高さの魚礁が組み合わせられた区画において S_A が高い傾向にあった(図10)。

また、潮流と魚群の分布の関係を見てみるとA、B、C礁とも5、6、8月は北東の流れに対し魚群は礁分布の南西側に多く、10月は南西の流れに対し魚群は礁分布

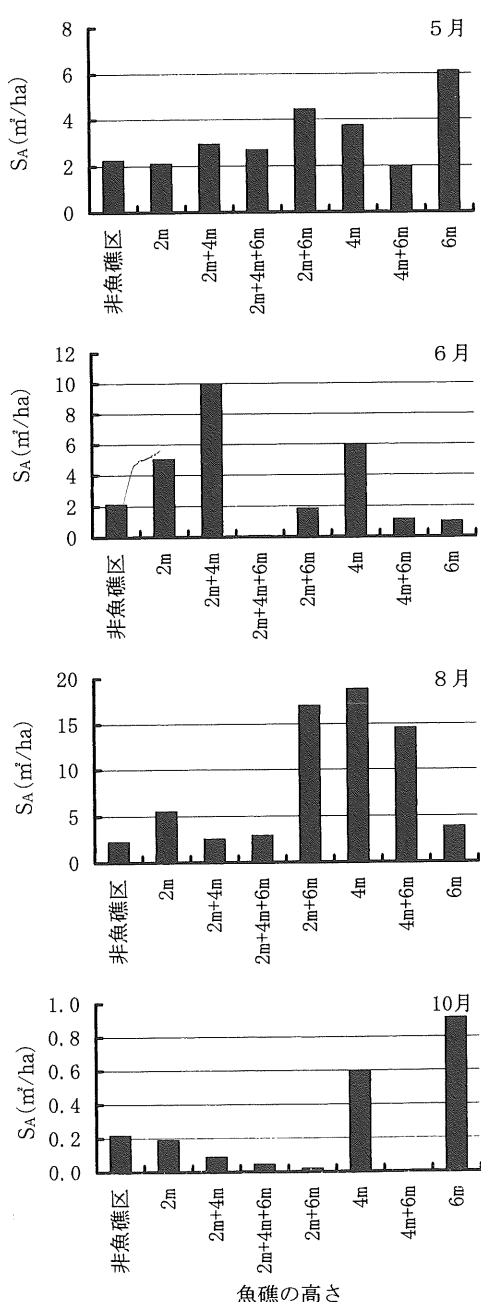


図10 月別魚礁高別 S_A の比較

の北東側に多く見られた。つまり、いずれの場合も礁の潮上側に魚群が蝟集しているのが観察された。さらに、流速と S_A の間には明瞭な関係はなかったものの、特に大きな魚群が観察されたのは流速の速い時であった(図11)。

4. 間伐材利用魚礁調査

'02年3月に水中テレビロボット調査を実施したところ、魚礁1型では数百尾程度のメバルの群が確認された。6月の調査では、魚礁1型で数百尾程度のメバルの群と1,000尾程度のマアジの群が確認された。魚礁2型でも同程度のマアジの群が確認され、メバルも1型ほどではないが確認された。

考 察

今回調査したA礁、B礁は礁構成・規模とも同じであるが、各礁に蝟集している魚群量は、A礁の方が高い傾向にあった。その原因の一つと考えられる設置環境を見てみると、お互いは約1マイルしか離れておらず、設置水深、海底地形ともほぼ同じである。また、流況もほぼ同じであり、今回の調査からははっきりしたことは確認できなかったが、魚礁の配置や設置後の経過年数等が関係しているのかもしれない。

また、C礁はA、B礁と礁構成は同じであり、規模が約4倍で、お互いは約2マイル離れている。そして、設置水深、海底地形はほぼ同じである。魚群は規模の大きなC礁の方がA、B礁より安定して観察され、規模が大きく設置面積が広いことは、より多くの魚群を留めておくことができるものと考えられ、魚礁配置に広がりを持たせることは有効と考えられた。スズキでは礁面積が大きいほど漁獲量が多く、マダイでは魚礁単体分布の広さが有効であるという報告もある^{3,4)}。

しかし、広範囲に魚礁が投入されていても、C礁の南東に広がっている2mの魚礁群のように、どの調査月に

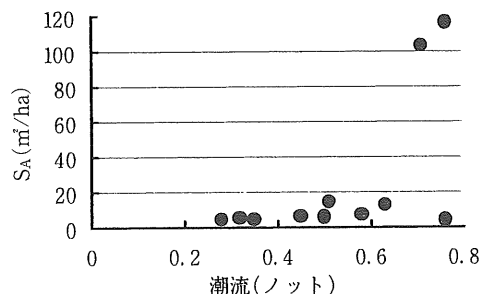


図11 流速と各魚礁区で観察された S_A の最大値との関係

も魚群がほとんど観察されないものも存在している。そこで、魚礁の高さ別に S_A を比較してみると、高さ2mの低い魚礁のみよりも高さ4m, 6mといった高さのある魚礁や複数の高さの魚礁を組み合わせた区画において魚群が多い傾向にあり、2mのみの単調な配置よりも、いろいろな高さの魚礁を組み合わせ、起伏に富んだ配置にすることが必要と考えられた。

さらに魚群の分布と潮流との関係を見てみると、魚群は潮上側に集まる傾向にあり、大きな魚群は流速が速い時にもみ現れた。これまでも魚群の分布と潮流との関係については、魚群は流速が増すにつれて潮上側に多く分布するといった報告やイサキ群の分布位置は魚礁の潮上側に偏るといった報告がある。^{4,5,6)}しかし、なぜ魚群が魚礁の潮上側に集まるのか、ということについては明確な言及はなされていない。尾上は、餌料生物との位置関係が考えられるが、その考えは餌料生物として重要な位置を占めるある種の動物プランクトンは魚礁の潮下側に集まるということによって否定され、現状では生理的に潮上を好むのではないかと推測するにとどめざるを得ない、としている。⁷⁾今回の調査結果からもその理由については明らかなことは分からないが、魚群が魚礁の潮上側に集まるのは明らかなことなので、魚礁設置場所の流況に合わせた配置をすることが重要と考えられた。例えば、潮が当たる面積を増やすために魚礁を流向と直角に細長く配置することは有効と考えられる。

次に礁の素材を検討してみると、間伐材を利用したD礁では、設置後1ヶ月でメバルの集まりが観察され、魚群集要効果の発現が早かった。間伐材魚礁は耐久性に問題があるものの、コンクリート製や鋼製魚礁と組み合わせることで、効果の発現を早め、その効果を持続できる可能性が示された。

今回の調査では、魚礁の高さや広がり具合、潮流が魚群の集要要因として考えられ、間伐材は効果の発現が早いことが分かった。しかし、設置水深が深いA, B, C礁では、魚礁に集まっている魚種の確認が困難で、魚種別の集要要因にまで言及することはできなかった。深水域における魚種の確認方法については、釣りや刺網、水中テレビロボットの使用などが考えられるものの、絶対的なものではない。魚種別の集要要因については今後の課題としたい。

要 約

- 1) 人工魚礁への魚群集要要因の解明を目的に、福岡市玄界島沖の魚礁設置海域において魚礁分布状況、魚

群分布状況、流況を調査し、福岡市奈多地先の間伐材利用魚礁において魚群集要状況を調査した。

- 2) 規模の大きな魚礁設置域において魚群現存量が多いことから、魚群を魚礁設置域に留めておくためにも、魚礁を広い範囲に設置するのは有効と考えられた。
- 3) 単調な配置の所より、複数の高さの魚礁を組み合わせた場所で魚群が多い傾向にあり、いろいろな高さの魚礁を組み合わせ、起伏に富んだ配置にすることが必要と考えられた。
- 4) 魚群は潮上側に集まる傾向にあり、魚礁設置場所の流況にあわせた魚礁の配置を行うことが重要と考えられた。
- 5) 間伐材利用魚礁は効果の発現が早く、コンクリート魚礁・鋼製魚礁と組み合わせることで、効果の発現を早め、効果を持続させることが可能と考えられた。

文 献

- 1) 宮内正幸・秋元聡：福岡・粕屋地区大型魚礁設置海域における漁場評価。福岡県水産海洋技術センター研究報告，第11号，105-109(2001)。
- 2) 宮野鼻洋一：音響手法，「TAC管理下における直接推定法」(浅野謙治編)，恒星社厚生閣，東京，2000，pp. 19-27
- 3) 桑谷正幸：スズキを対象とする魚礁の総合的研究。京都府水試，8号，1-129(1962)。
- 4) 桑野雪延：人工魚礁の漁獲効果に関する調査報告。長崎水試，1-50(1965)。
- 5) 利涉義宣・田中夏積・佐藤俊輔・瀬戸口明弘・平本紀久雄・渡辺寅治郎：昭和41年度大型魚礁効果認定特別調査報告。千葉水試報，7号，1-38(1967)。
- 6) 利涉義宣・田中夏積・佐藤俊輔・瀬戸口明弘：昭和43年度大型魚礁効果認定特別調査報告。千葉水試報，16号，1-18(1969)。
- 7) 尾上静正：魚礁での魚群の集要位置に及ぼす流況の影響。大分県水試調研報，NO.12，56-68(1985)。