

浮魚礁漁場開発システム検討調査

田中伸和

平成4年度までのマリノフォーラム21の受託調査で、浮魚礁の導入によって期待される開発対象魚種を把握するとともに、魚礁設置海域と対照海域の魚群分布量の比較からその蛸集効果を明らかにした。さらに、漁場造成を行ううえで重要な基礎資料となる効果範囲について検討し、浮魚礁を用いた漁場開発システムの導入が有効と考えた。そして、その具体的な開発手法の一つとして、沈設型魚礁との組合せによる漁場の立体的な開発をあげた。

今年度は県単独調査事業としてこの漁場開発システムの有効性について検討するため、江津沖に設置している浮魚礁4基のうちの1基に沈設型魚礁を設置しその補完効果を調査した。また、効果範囲についてより明らかなものにするため調査を継続して実施するとともに、蛸集効果について魚礁の効果がおよぶ範囲とそれ以外の空間の魚群分布量の比較によって再度検討した。あわせて、浜田沖と江津沖の施設の設置状況、保守耐久性および蛸集魚についてモニタリング的な調査をおこなった。

調査方法

浜田沖、江津沖における調査実施状況について表1にまとめた。

両海域における施設の設置状況と保守管理は、吊り下げ式の水中TV（以下「水中TV」とする）による目視観察と通常型湿式魚群探知機（以下「魚探」とする）による探索とその反応水深から異常発生の有無を判断した。蛸集魚については水中TV調査時にあわせて観察した。

表1 調査実施状況

調査項目	調査海域	H5										H6			備考
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
施設の設置状況 (保守・管理、耐久性)	浜田沖	○		○				○					○	○	延べ5日
	江津沖	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	延べ21日
蛸集魚調査	浜田沖	○		○				○					○		延べ5日
	江津沖	○	○	○				○	○			○	○	○	延べ10日
補完礁設置	江津沖			○											6月10日
魚群量調査															
効果範囲・蛸集効果	江津沖	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	延べ11日
補完礁効果調査	江津沖				○	○	○	○		○	○	○	○	○	延べ8日

補完効果、効果範囲及び蛸集効果については、江津沖において8方位定線魚群分布調査により実施した。この調査では平成4年度と同様に図1に示す各4基の魚礁を結んだ線で囲まれた水域を魚礁区域とし、8方向に設けた各1kmずつの定線上を船速約4ノットで航走して得られた魚探記録から魚群分布量を求めた。魚探は周波数28KHZ、指向角21度で、感度3強に設定して調査した。

魚群分布量は、船速と魚探の紙送り速度とから記録紙上横方向の長さを距離(m)に換算し、これと魚群反応の深さから魚群反応面積(m²)として計算した。これを航走距離、水深および魚探の指向角から求

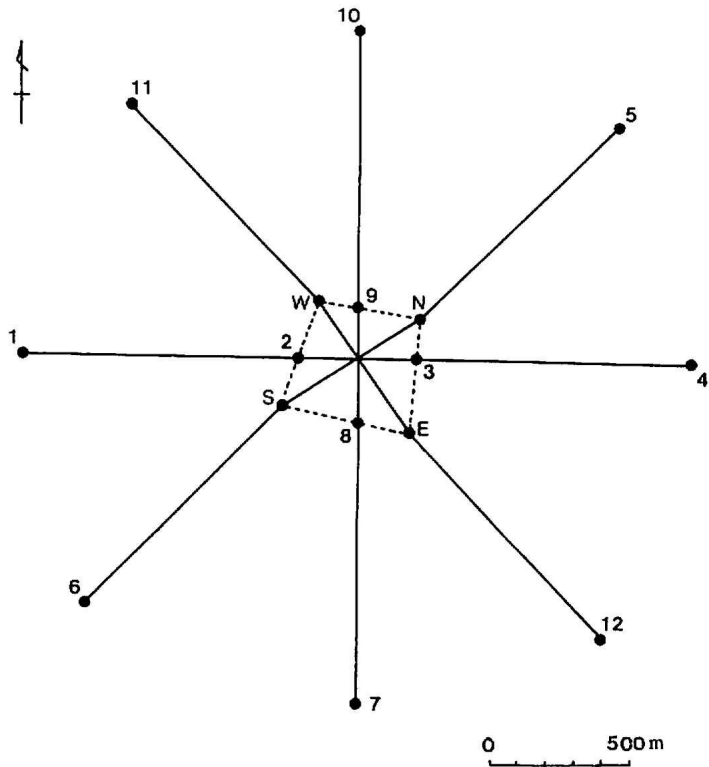


図1 8方位魚探調査の定点の配置

破線内は魚礁域

W, E, N, Sは魚礁設置位置

魚礁域から各定点までの距離は1,000 m

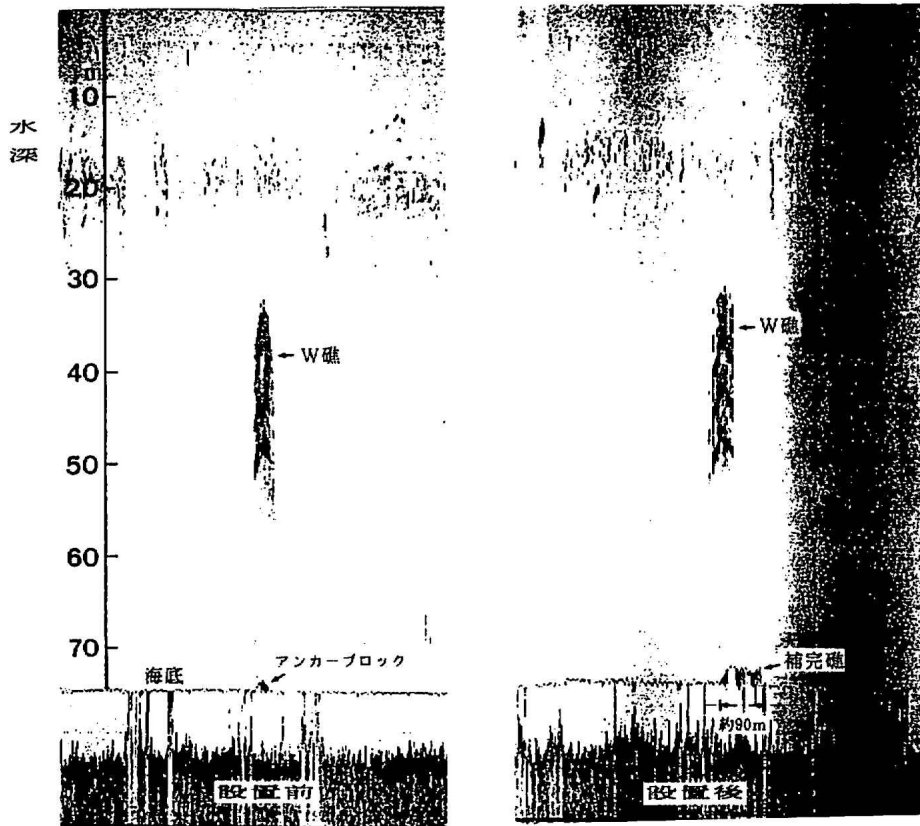


図2 補完礁設置前と設置後の魚探の記録

めた探査水量 (m³) で除し、探査水量 1 m³ 当りの魚群反応面積を算出し、これを便宜的に魚群分布量の指数 (以下「魚群量」とする) とした。

補完礁は平成 5 年 6 月 10 日に W 礁 (図 1 参照) の西～北西側へ設置した。沈設した魚礁は 2 m 角型コンクリートブロック礁 20 個である。図 2 に示した補完礁の設置状況の魚探記録からアンカーブロックの約 90 m 以内に 1 段ないしは 2 段に重なって設置されていることが判る。

調 査 結 果

1. 施設の設置状況と蛸集魚

(1) 施設の設置状況

魚探による施設の確認は、施設の魚探反応が当初の設計どおりの水深に記録されるか否かによっておこなった。反応水深に変化があることは、付着物が設計以上に過大に付着したり、また浮体が何らかの原因で損傷することで設計浮力が維持できずに施設が沈下したことを意味している。したがって、この方法は簡便にかつ迅速に施設の状況を把握する手段として有効と考えられる。

次に水中TVによる目視調査は、吊り下げ式であるため施設への接近が困難なことや観察時間が短いこと、さらに海中の透明度や海上の気象条件、海況条件などによって制約を受け、好条件下で調査できる機会は少ない。しかしながら、付着物の付着状況、施設の破損や切断など損傷の状況やその程度、および漁具などの絡みなどが直接観察できる有効な手段といえる。

以上の方法により、江津沖と浜田沖の施設の設置状況について、表 1 に示した各月に江津沖では延べ 21 回、浜田沖では延べ 5 回の調査を実施したが、施設の損傷や変形などの異常、漁具などの絡み・放置などによる魚礁機能の低下を引き起こすような状況、および付着物の過大による施設の沈下や潮流の抵抗の増大による係留索への悪影響などについて、危惧されるような現象は観察されなかった。

(2) 蛸集魚

当県沿岸での中層型浮魚礁に蛸集する魚類のうち、水中TV、釣による漁獲試験、一本釣標本船調査および潜水調査などのこれまでの実施した方法で把握できる蛸集魚については、平成 4 年度までの調査においてその全容はほぼ明らかにできたものと考えられる。これ以外には、例えばまき網漁業など、魚礁設置水域のかなりの空間を一度に補足できる調査手法の導入が必要と思われるが現段階での実施は困難な状況にある。そこで今年度は、これまで得られた知見との比較などモニタリング的な観点で調査を実施した。

調査は、江津沖では 7、8、11 月以外の各月に延べ 10 回、浜田沖では 4 月、6 月、10 月および 2 月に延べ 4 回実施した。観察された蛸集魚は江津沖、浜田沖とも種類、量とも少なく、江津沖では 6 月にイワシ類 (小羽) が表・中層に、ウマツラハギが魚礁周辺に濃密な群れを形成したほか、両海域ともイシダイの蛸集が目立った程度であった。

2. 効果範囲

平成 4 年度において、魚礁からの距離と距離ごとの魚群量の変化から魚礁の影響範囲を 400 m 程度と推定した。しかし、これに使用できた魚群分布量の比較的多い資料は 6 回と少なく、十分に検討することがで

きなかった。このため、今年度も同様の調査を継続して実施し、データを増やして効果の範囲について検討した。

8方位定線魚群分布調査により得られた航走線上の魚群量を100mごとに求め、その結果を調査回次別に表2に示した。延べ12回の調査のうち、魚群反応の無かった第1回次(4/13)および海域全体の魚群量が1.0以下と相対的に少なかった第8回次(10/19)と第11回次(2/8)以外の9回の調査について、魚礁域からの距離と魚群量の変化を図3に示した。この図は、調査回次ごとの全航程の魚群反応から得られた魚群量を1とした場合の各区間における魚群量の相対値の変化を示している。この値は各調査回次における各区間の魚群量の大小を判断する目安になるものと思われ、1以上の区間は魚群の分布が相対的に多かった区間といえる。以下にその概要を述べる。

表2 平成5年度江津沖における魚礁区域からの距離別魚群量

($\times 10^{-4}$)

魚礁区域からの距離	1回次 H5-4/13	2回次 5/20	3回次 6/8	4回次 7/2	5回次 8/5	6回次 9/6	7回次 9/27	8回次 10/19	9回次 12/16	10回次 H6-1/10	11回次 2/8	12回次 3/2
魚礁区域	0.0	1.4	6.7	6.2	5.9	3.2	2.0	1.6	4.0	2.3	2.3	2.0
0~100m	0.0	0.4	7.1	0.9	10.6	3.7	0.0	1.7	5.5	6.5	3.6	6.1
~200m	0.0	0.6	11.2	0.2	36.0	3.6	0.0	0.4	1.9	2.7	0.0	2.7
~300m	0.0	0.0	6.8	0.2	8.9	4.5	0.0	0.0	1.3	2.2	0.0	1.1
~400m	0.0	2.8	8.9	2.1	16.1	3.6	2.9	0.5	0.0	3.4	0.0	1.1
~500m	0.0	9.7	5.1	1.3	4.1	3.9	7.4	1.5	1.2	1.9	0.0	0.2
~600m	0.0	1.9	3.5	0.2	0.0	26.1	0.0	0.0	0.8	0.7	0.0	0.5
~700m	0.0	1.0	3.4	2.1	1.9	6.6	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0
~800m	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	0.0	0.0
~900m	0.0	0.0	3.7	0.0	7.1	16.6	9.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
~1000m	0.0	1.0	3.4	0.9	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.3
海域全体	0.0	1.6	5.8	1.8	7.9	6.7	2.0	0.6	1.6	2.0	0.7	1.4

注) 海域全体の魚群量は総魚群反応面積を総探査水量で除したものの

- 第2回次調査(5月20日) 400~500mの区間をピークに、300~400mと500~600mの区間で比較的大きな魚群が分布する。
- 第3回次調査(6月8日) 400mまでは魚群量の相対値は1より大きな値で推移し、魚群量は比較的高い水準にあるといえるが、全体的に魚礁区域から離れるにしたがい漸減傾向を示す。
- 第4回次調査(7月2日) 魚群量の相対値が1を超える区間は300~400mと600~700mにみられるが、魚礁区域以外では魚群の分布はいずれも小さいといえる。
- 第5回次調査(8月5日) 魚群量の相対値は100~200mの区間でもっとも高い値を示すが、400mまでは1より大きく、魚群量は比較的高い水準にある。これ以遠では800~900mの区間でやや高い値を示すものの低い水準で経過している。全体的に魚礁区域から離れるにしたがい漸減傾向を示す。
- 第6回次調査(9月6日) 魚群量の相対値は魚礁区域から離れた500~600mと800~900mの区間で比較的高い値を示すが、魚礁区域から500mにかけては低い値で推移する。
- 第7回次調査(9月27日) 前調査回次とよく似た分布パターンを示している。即ち、魚群量の相対値は魚礁区域から離れた500~600mと800~900mの区間で比較的高い値を示すが、300m以内では魚礁区域以外での魚群の分布はみられない。

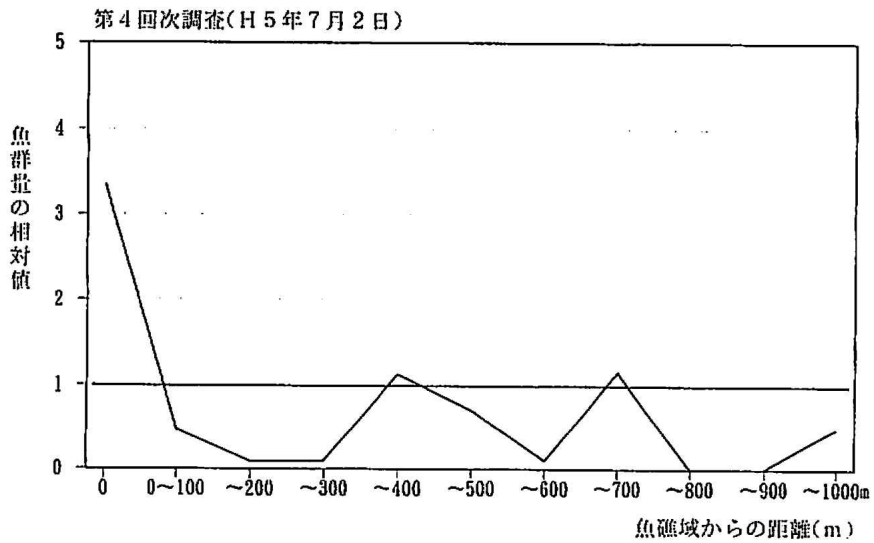
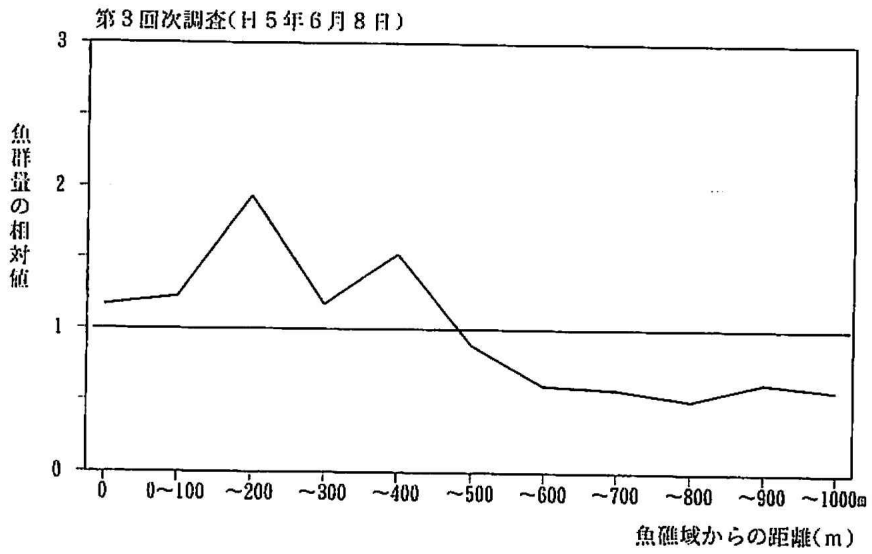
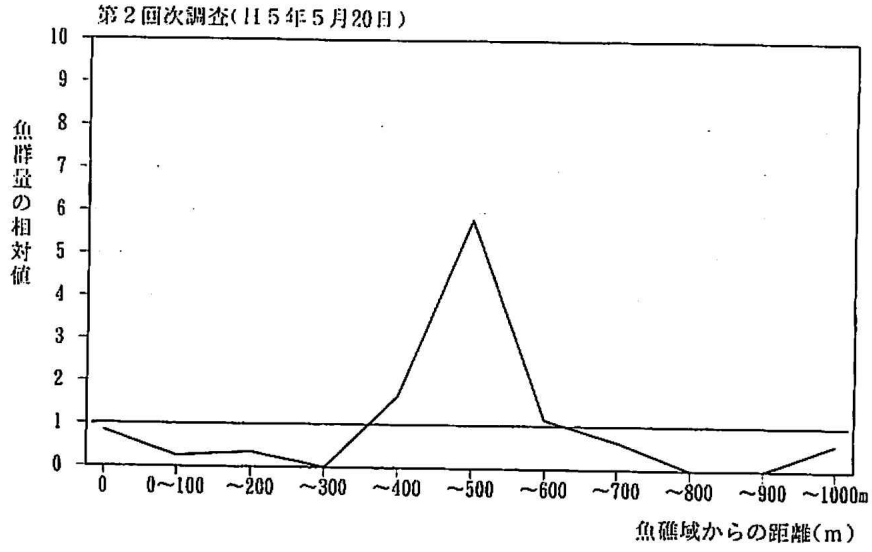


図3 魚礁域からの距離と相対的な魚群量の変化
0は魚礁区域内

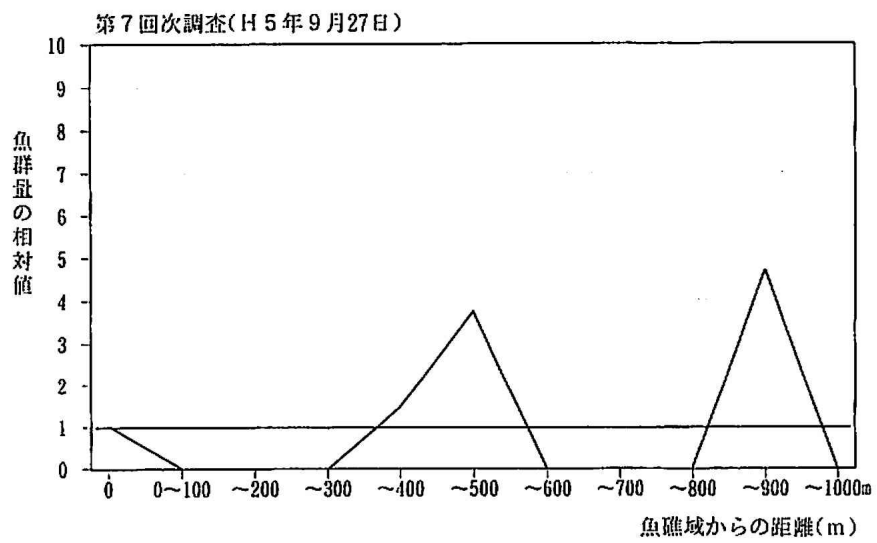
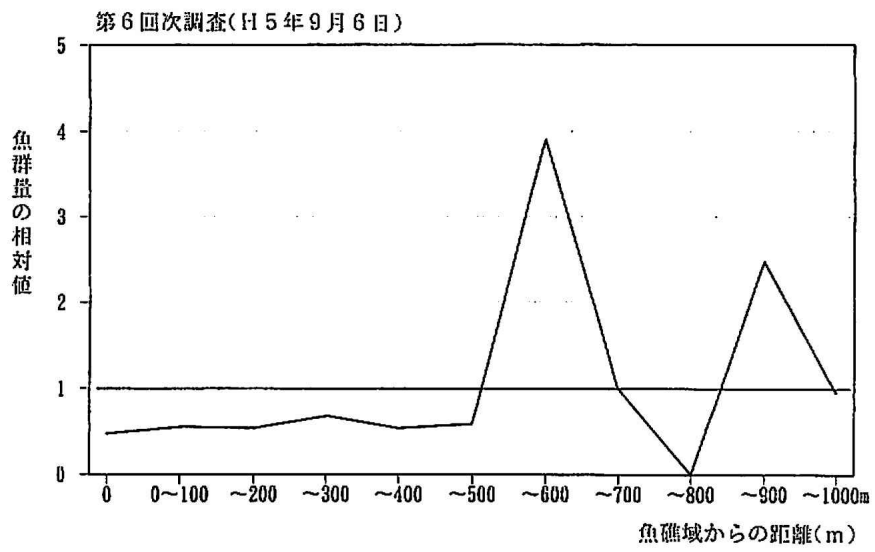
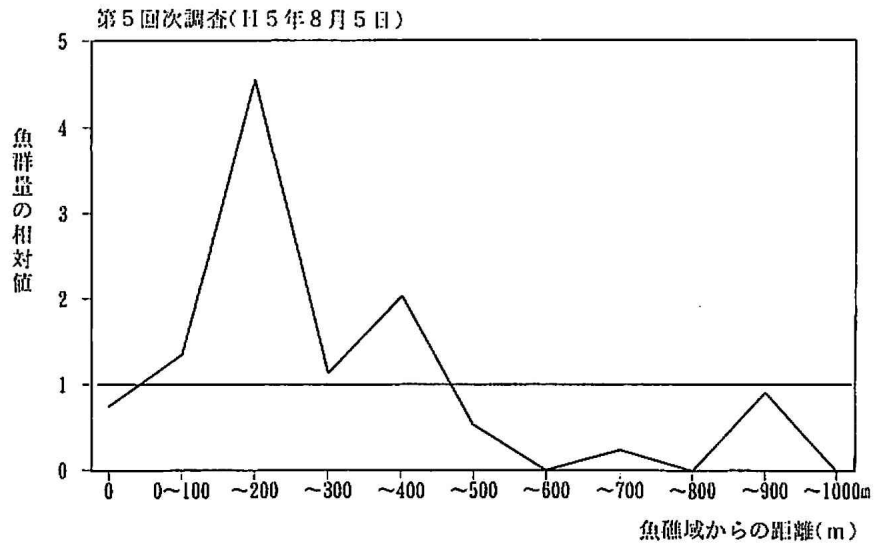


図3 つづき

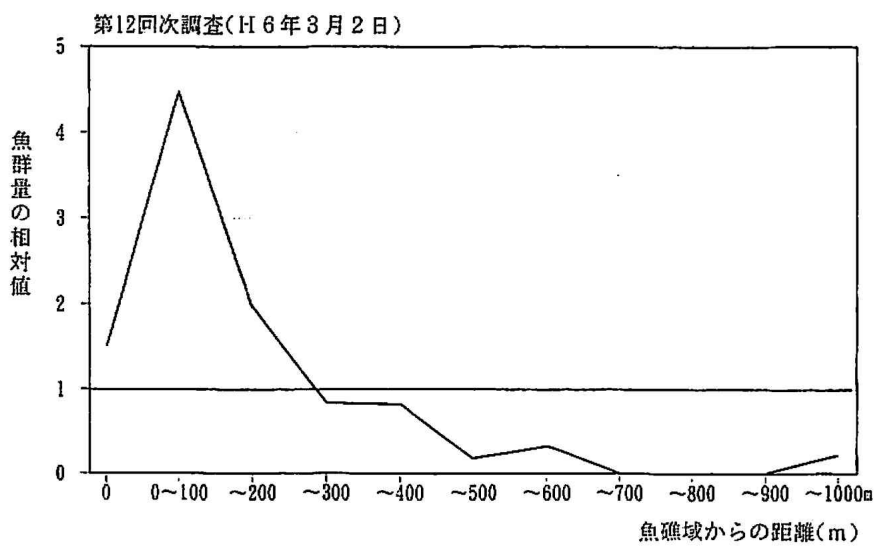
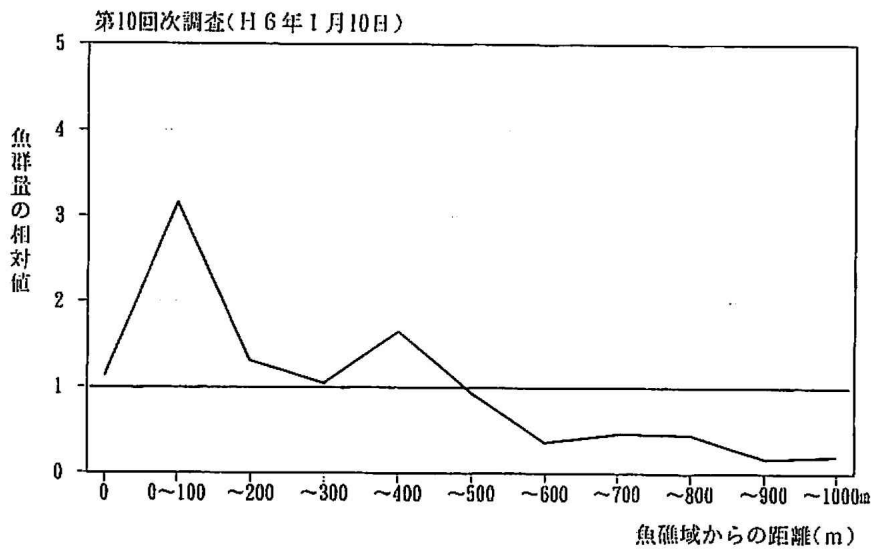
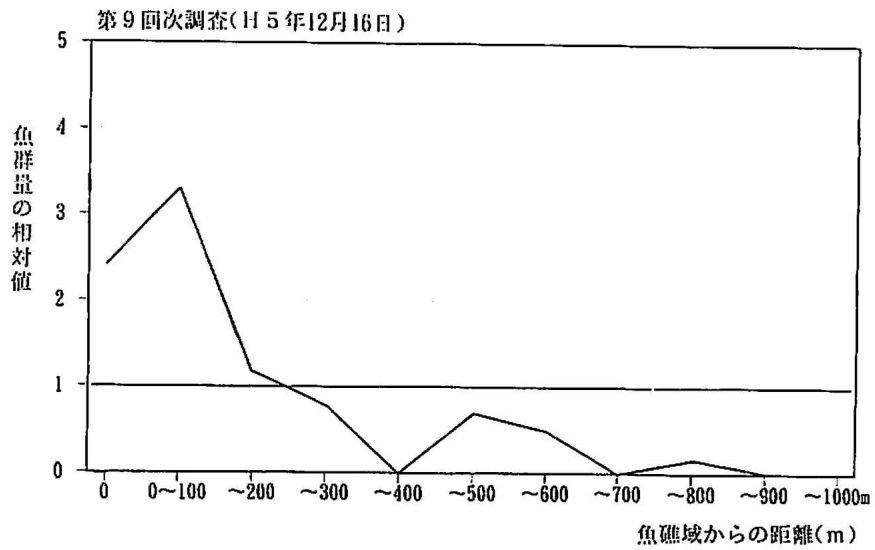


図3 つづき

- 第9回次調査（12月16日） 魚群量の相対値は100m以内の区間でもっとも高い値を示し、200mまでは1より大きく比較的高い水準にある。しかし、400mにかけて減少し、500～600mの区間でやや高い値を示すものの、いずれも1以下の低水準で推移する。全体的に魚礁区域から離れるにしたがい漸減傾向を示す。
- 第10回次調査（1月10日） 魚群量の相対値は100m以内の区間でもっとも高い値を示し、300～400mの区間にかけては1より大きく比較的高い水準にある。しかし、600mにかけて減少し、これ以遠ではいずれも1以下の低水準で推移する。全体的に魚礁区域から離れるにしたがい漸減傾向を示す。
- 第12回次調査（3月2日） 魚群量の相対値は100～200mの区間にかけては1より大きく比較的高い水準にあるが、300mにかけて急激に減少し、これ以遠ではいずれも1以下の低水準で推移する。全体的に魚礁区域から離れるにしたがい漸減傾向を示す。

以上の調査回次別の魚群の分布パターンは平成4年度の結果と同様、2つのタイプに分けられた。一つは、魚礁区域から離れるにしたがい減少傾向を示すタイプで、第3回次、第4回次、第5回次、第9回次、第10回次、および第12回次の調査でみられた。このタイプでは魚群量は300～400mまたは100～200mの区間までが多く、それより離れた区間の魚群量は低い水準にある。もう一つのタイプは、第2回次、第6回次、および第7回次の調査でみられたもので、魚群の分布は魚礁域から離れた区域にあり、魚礁から400m以内の魚群量は相対的に低い水準にある。この場合、400～500mもしくは500～600mの区間と800～900mの区間で多く、単峯型か、両方に分布する2峯型を示す。

このように、魚礁区域に近いところに魚群が多く分布し離れるほど漸減する場合には、400mを境にしてそれを越えた水域で低い水準となる。逆に、400mを超えた水域での水準が高い場合には魚礁寄りで少ない傾向が明瞭に現われていることから、平成4年度で推定したように、魚礁の効果範囲はほぼ400mとすることができるものと思われる。しかし、この範囲は流れの強弱やその方向などと密接に関連して変化するであろうし、魚種によっても変わると考えられ、今後の検討課題として残された。

3. 蝸集効果

平成4年度で魚礁域と対照域の魚群量の比較によって蝸集効果を論じた。ここでは前項で明らかにした効果のおよぶ範囲を指標として、その範囲以内と以外の魚群量の差を比較することによって蝸集効果について検討した。

ここで用いた資料は平成4年度と5年度において江津沖と浜田沖の調査によって得られた24回の資料で、効果のおよぶ距離と考えられる400m以内とそれ以遠についてそれぞれ魚群量を求めた。図5にそれらを対比して示す。

魚群量は平成4年8月5日、平成4年10月8日、平成5年5月20日および平成5年9月6日の江津沖の調査において400m以遠で高い値を示したが、これら以外の20回の調査では400m以内のほうで高い値を示した。この両者の魚群量の差について検定した結果、危険率5%で有為な差が認められ、効果範囲が400mとすることの有効性が確認されたといえる。また、この魚群量が生物量の比に近いとすれば、400m以内とそれ以遠を比較してその差が蝸集効果と考えられ、前者の平均魚群量が6.56、後者のそれが4.29であったことから、この効果量は約1.5倍と見込まれた。

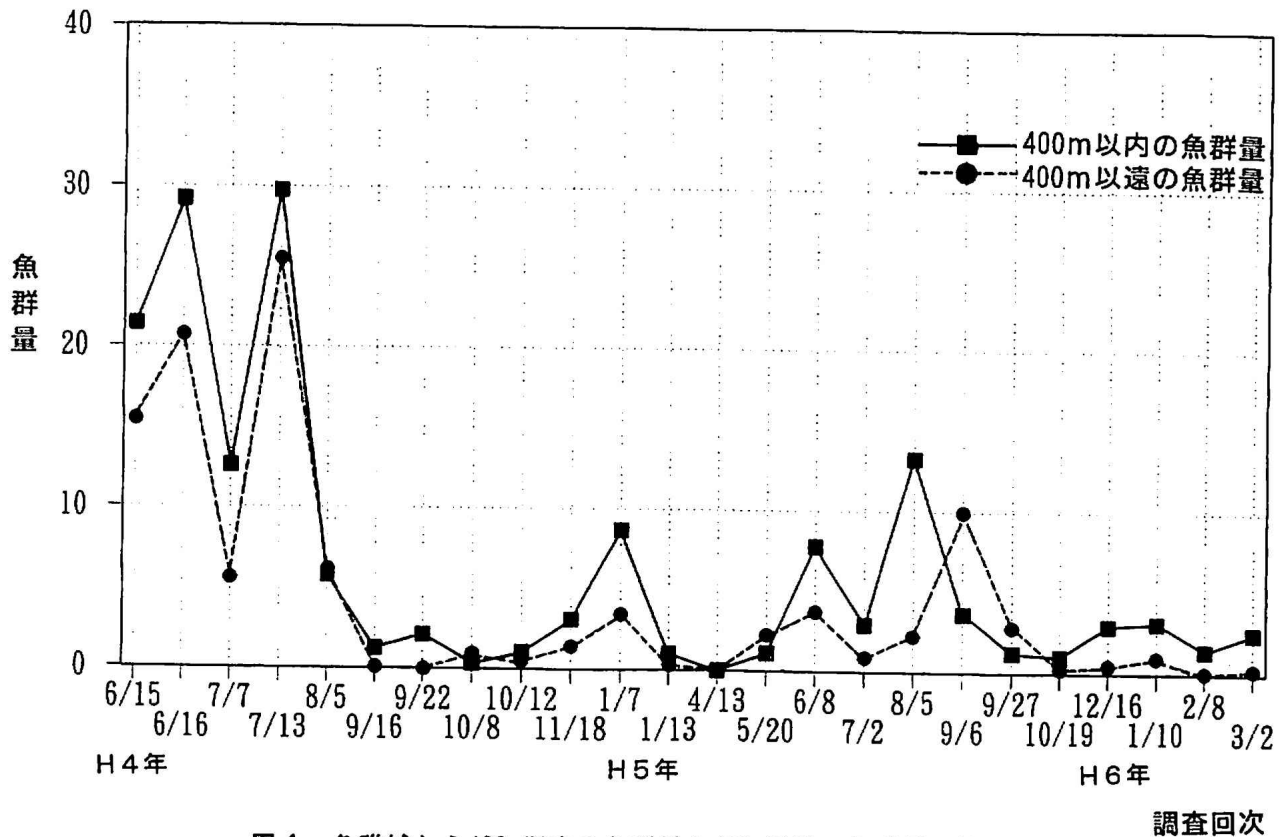


図4 魚礁域から400m以内の魚群量と400m以遠の魚群量の比較

4. 補完礁の効果

江津沖のW礁に設置した補完礁の効果を検討するため、8方位魚探調査によって得られた隣接するN礁、S礁、E礁の魚群量を比較した。しかし、図1の各魚礁の配置から判るようにW礁とN礁、S礁とは約350mと接近しており、魚群が両方の魚礁から影響を受けると考えられ、この3基のうち約580mともっとも離れて設置されているE礁を比較対照魚礁として用いた。また、魚群量の解析にはW礁とE礁の直上を航走しているst11、stW、stE、st12の定線を用い、各魚礁から200m以内の魚群量を比較した。補完礁は平成5年6月10日に設置されたのでそれ以降の9回の調査により得られた魚群量を対比して図5に示した。

両魚礁における魚群量は平成5年8月5日、平成5年9月6日、平成6年2月8日の3回の調査でE礁がやや上回ったが、他の調査回次ではW礁がはるかに大きな値を示していた。しかし、この両者の魚群量には統計的に有為な差は認められず、この結果からは補完礁の設置効果は明らかでなく、中層型浮魚礁と沈設型魚礁との組合せによる漁場開発手法の有効性の検討には至らなかった。

このことについて、魚群の分布が流況により左右されるとすれば、NWからSE方向の1定線上の魚群量の比較は魚群の分布実態を網羅していなかったかもしれない。また、浮魚礁の効果範囲が400mと推定されることから、隣接している他の浮魚礁の効果とオーバーラップしてその影響が雑音として作用していた可能性も考えられる。さらに、沈設型魚礁が補完礁として有効に機能し、効果を発現するのに十分な規模ほどの程度のものが必要か検討されなければならないし、解析に用いた資料数が不十分であったことも問題点としてあげられ、今後も継続して調査を実施していく必要があると思われる。

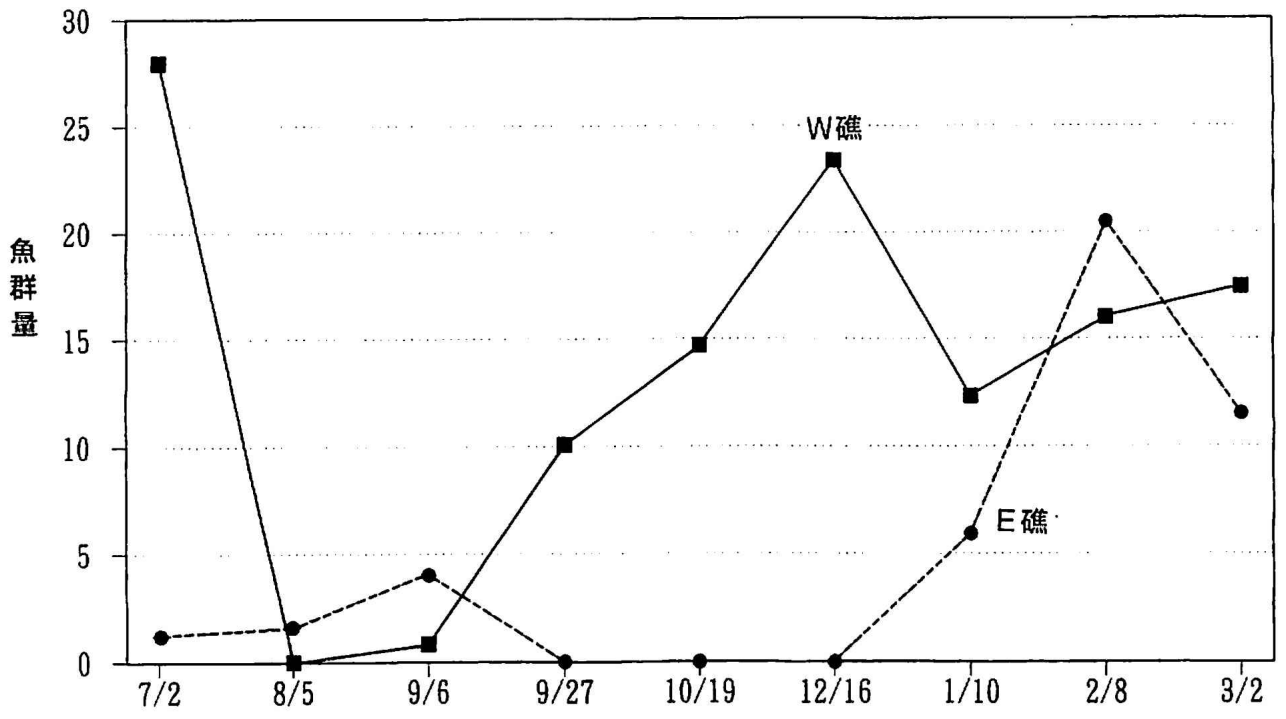


図5 補完礁を設置したW礁と設置していないE礁の
200m以内に分布する魚群量の比較

調査回次