

サンゴ礁海域内海海洋牧場開発推進調査

大嶋 洋行

1. 目的

本調査は沖縄県が昭和63年度に策定したマリノベーション構想の一部として、平成元年度より、音響給餌ブイと人工魚礁設置による魚類（ハマフエフキ）の飼い付け漁場造成、及び人工種苗放流による海洋牧場の造成の可能性についての調査である。調査期間は平成元年度より平成5年度まで、元年度～3年度は（財）沖縄県農林漁業技術開発協会、渡嘉敷漁協との共同、4年度～5年度は渡嘉敷漁協との共同調査で実施している。なお、本調査の詳細については平成5年度の調査が終了後に総合報告書として取りまとめられるので、ここではこれまでの調査結果の概略について報告する。

2. 調査方法

2-1. 音響給餌ブイ設置海域

沖縄県渡嘉敷村渡嘉志久湾地先、水深24m（図-1）

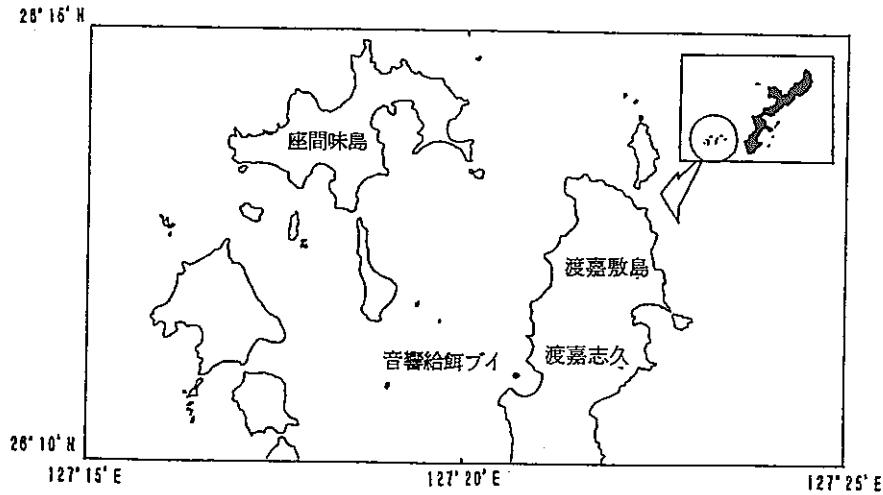


図-1 音響給餌ブイ設置位置

2-2. 事業経過

H. 元年 6-11月：ブイ設置予定地調査及び設計調査

12月：音響給餌ブイ設置（ゼニライトブイ社製）

周波数：300Hz, 配合飼料：コイ用6号

給餌回数：設置～H2. 10月 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18時 1Kg×7回

H2. 11月～ 6, 10, 14, 18時 1Kg×4回

H. 2年 7月：魚礁設置（8インチブロック270個、中層浮き魚礁8基）

9月：水中監視カメラ設置（ライトンコスモ社製；8mmビデオ）

H. 3年 1月：魚礁設置（30×40cmU字溝200個；渡嘉敷村単独事業）

- 11月：水温計設置（アレック電子社製）
- H. 4年 10月：並型魚礁設置（ピラミッド4基；約400空）
- 12月：魚礁設置（タイヤ+コンクリート魚礁；約200空）

2-3. 調査内容

1) 水中監視カメラによるビデオ撮影

給餌時間毎とその中間に1日7回(6、8、10、12、14、16、18時)に各70秒間で約300'を撮影収録した。

2) 潜水調査

水中監視カメラの補完調査としてSCUBAによる潜水調査を行った。

3) 漁獲試験

延縄、一本釣、追込網により実施した。漁獲物については生物測定を実施した。また、一部標識放流も実施した。

3. 調査結果

3-1. 調査システムについて

本調査においては音響給餌ブイと今回初の試みとして水中監視カメラを用い調査したが、当システムの作動状況等について以下に述べる。

• 音響給餌ブイ

給餌ブイは、給餌口シャッター開閉用モーター部への浸水による作動不良と太陽電池パネル破損（いずれも台風によると思われる）、飼料格納庫の過湿による餌詰まり、タイマー故障などのトラブルの発生があったが、定期的な作動確認を実施していたため現在までのところ大きなトラブルは発生していない。

• 水中監視カメラ

水中監視カメラは2週間毎に引き揚げバッテリー及びVTRテープ交換を行った。その結果、現在までのところ内部結露の発生、各部断線、ギア摩耗の他かなりの頻度で発生し、撮影できたのは調査期間の約6割であった。撮影の状態は、透明度により相当変化するが、おおむね良好で撮影時間全体の約9割でおおよそ半径20m以内の大型有用魚種（主にハマフエフキ）の撮影ができた。短所としては遠距離での種の判別が困難なこと、中表層魚の撮影ができないことであった。しかし、今回用いた水中監視カメラは長期連続観察が可能であり、荒天時の観察も可能であるうえ魚類を自然な状態で観察できるため、この種の調査に十分活用でき効果的であると考えられた。

3-2. 飼い付け漁場造成調査

3-2-1. 音響給餌ブイ設置による魚類の増集経過

給餌ブイが設置される以前から現在までの経過について以下に示す

• 設置前(H元. 8月調査) 写真-1

当海域は周辺サンゴ礁域から近いところで200m以上離れており、海底は砂質底であるた

め、設置前はヒメジ類が散見される程度であった。

・設置1ヶ月後(H2.1月) 写真-2

この頃からメイチダイ類が10数尾みられるようになり、他にシンカー周辺にシロブチハタが2-3尾、係留チェーン周辺にハタテダイ類が20尾程度蛸集するようになった。また、地元漁業者によればハマフエフキの40-50尾の群れも時折見られるようになったという。

・設置6ヶ月後(H2.6月) 写真-3

ハマフエフキ(3-4kg級)の100尾以上の群れがよく観察されるようになった。その他メイチダイ類、シロブチハタに加えヒメジ類、ハナアイゴが10数尾見られるようになった。

・設置10ヶ月後(H2.10月) 写真-4、5

魚類相は6ヶ月後とほぼ同様であったが、7月に設置したブロック魚礁にヨスジフエダイの当才魚が100尾以上着底した。この頃に水中監視カメラが設置され、毎日の魚種の蛸集状況が観察できるようになり、ハマフエフキの群れはほぼ毎日撮影されていた。

・設置1年1ヶ月後(H3.1月) 写真-6

蛸集魚類相に大きな変化はないが、中層魚礁の人工海藻にアオリイカが10数尾蛸集し、2-3ヶ月滞留し産卵がみられた。ヨスジフエダイは数の減少は見られず、成長が認められた。

・設置1年10ヶ月後(H3.10月) 写真-7

ヨスジフエダイ当才魚の着底が認められた。前年とほぼ同じ時期、同じサイズであったが、数は1,000尾以上と推定された。1才魚はこの頃から多少減少したが、依然滞留が認められた。また、今年はタカサゴ類の当才魚が多くみられヨスジフエダイの10倍程度の数が蛸集していることも普通であった。他に、メイチダイ類、ハタ類の当才魚も着底しているのが散見された。この頃からハマフエフキ(大型魚)の出現がやや減少した。

・設置2年10ヶ月後(H4.10月) 写真-8

人工種苗放流後の状況

3-2-2. 蛸集魚種について

表-1に給餌ブイに蛸集した主要な魚種を確認方法別に示したが、主要36種中漁獲調査で25種、潜水調査及び水中監視カメラで27種が確認できた。

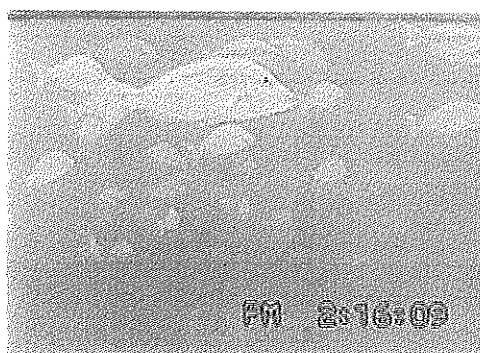
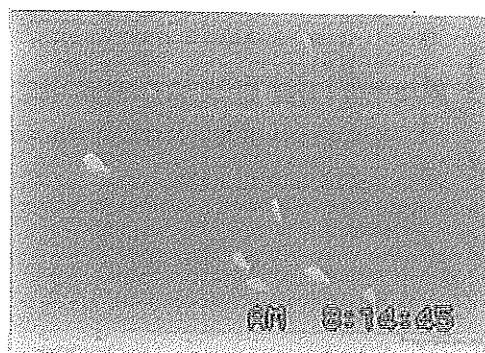
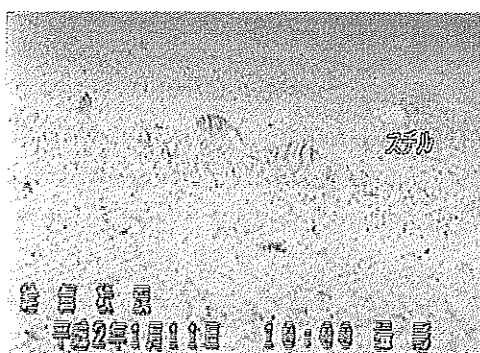
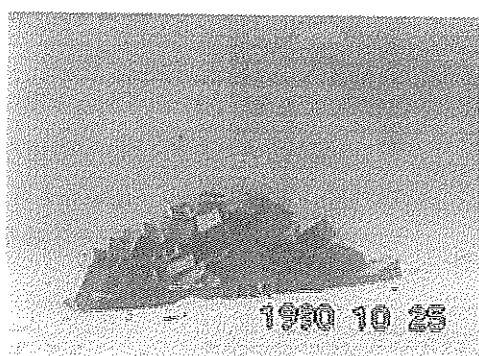
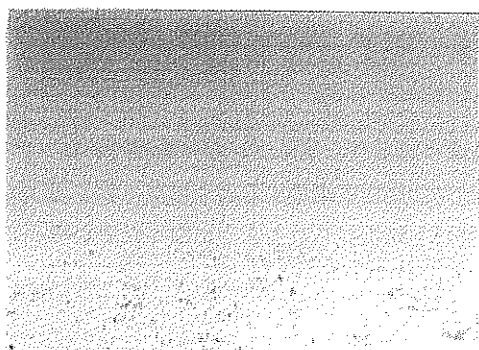


表-1 音響給餌ブイ周辺に出現した主要魚種

出現魚種	確認方法	現存量	配合摂餌	備考
ブイの下部(表層)				
オヤビッチャ	潜	○	?	ブイ設置当初から定着している
ミナミイヌズミ(若令魚)	潜	△	?	同上
ツムブリ(小型魚)	潜, 漁	△	×	夏季~冬季
魚礁(ブイ魚礁及びブイのシンカー付近)				
*ロウニンアジ	V	+	?	91年10月頃より出現
*カスマアジ	V	+	?	91年11月種苗放流後出現
*ヨスジフエダイ	潜, 漁, V	◎	◎	90, 91年共に10月頃着底後定着
*ロクセンフエダイ	漁	+	?	ヨスジフエダイに混じる
*ニセクロホシフエダイ	漁	+	×	
*ヒメフエダイ(当才魚)	潜, 漁, V	△	?	
*シロブチハタ	潜, 漁, V	○	◎	ブイ設置当初から定着している
*ツチホゼリ	潜, 漁, V	+	?	小型魚数尾が定着している
*スジアラ	潜	+	×	
ミツボシクロズメダイ	潜, 漁, V	○	◎	魚礁設置後定着している
フタスジリュウキュウスズメ	潜	△	?	同上
ハタタテダイ	潜, 漁, V	△	×	
ミカツキツバメウオ	潜, V	△	?	
*タカサゴ(当才魚)	潜, V	◎	?	91年1月から定着している
モンツキハギ	潜, 漁, V	+	×	夏季以降増集, 91年は数が多い 魚礁設置後定着している
魚礁(中層魚礁)				
*ハマフエフキ	潜, 漁, V	◎	○	90年6月頃以降常にみられる
ムレハタタテ	潜, 漁, V	◎	×	ブイ設置当初から多い
*アオリイカ	潜, 漁, V	△	×	91年1月-3月まで
その他周辺海域				
*ハナアイゴ	潜, 漁, V	○	◎	90年6月頃以降多い, 91年少ない
*メイチダイ	潜, 漁, V	○	△	ブイ設置後1か月頃から定着
*サザナミダイ	潜, 漁, V	○	○	同上
*カンランハギ	潜, V	◎	?	90年夏季以降頻繁にみられる
*モンツキアカヒメジ	潜, 漁, V	◎	△	91年夏季以降急増
*タカサゴヒメジ	漁, V	△	△	
*マルクチヒメジ	潜, 漁, V	+	×	
*リュウキュウヒメジ	漁	+	?	
*シマアジ(当才魚)	潜, 漁	○	○	91年夏季以降出現
*ナンヨウカイワリ	潜, 漁, V	△	△	
*キヘリモンガラ	漁, V	+	×	
メガネハギ	潜, 漁, V	△	△	
*イソモンガラ	潜, 漁, V	+	×	
*ハリセンボン	V	+	?	
ヤッコエイ	漁, V	+	×	

計 36種

27, 25, 27(; 確認方法別出現種類数)

注1) 魚種の*印は有用魚種

注3) 現存量

注2) 確認方法

◎: 50-100尾以上の群れがみられることがある

潜: 潜水調査

○: 10-50尾の群れがみられることがある

漁: 漁獲(釣, 追込網, 延縄)

△: 多くとも10尾程度しかみられない

V: 水中VTR撮影

+: まれにみられる程度

注4) 配合摂餌: 漁獲物調査, 潜水調査, 水中監視カメラ調査の総合評価

◎: 配合飼料をよく摂餌するのがみられる

○: 配合飼料の摂餌がみられる

△: 配合飼料を摂餌するのが確認できる

×: 配合飼料の摂餌がみられない

? : 不明

3-2-3. 蛸集魚の滞留状況について

蛸集魚の滞留状況については、水中監視カメラによる観察と標識放流により調査した。なお、放流再捕状況については表-2に示した。

表-2 標識放流実施状況

魚種	放流尾数	再捕及び備考
メイチダイ	4	内1尾は60日後潜水で確認
ハナアイゴ	2	
モンツキアカヒメジ	2	
シロブチハタ	1	63日後再捕
ツチホゼリ	2	監視カメラに常時撮影されている
ハマフエフキ	9	監視カメラにより一尾撮影されている。
ヨスジフエダイ	23	監視カメラに常時撮影されている

3-2-4. 配合飼料摂餌状況

配合飼料摂餌状況については漁獲物の胃内容物調査、潜水調査、水中監視カメラにより行った。胃内容物調査結果は表-3に示したが、胃内容物から配合飼料が確認できたのは調査した34種261個体中12種60個体であった。調査個体数の多いもので配合飼料の摂餌が認められなかった魚種はヤッコエイとムレハタタテであった。摂餌していた割合が高かったのはシロブチハタ、シマアジ、ヨスジフエダイ、ミツボシクロスズメダイ、ハナアイゴで、調査個体中50-100%であった。摂餌量についても前述の魚種が多く、調査個体中に占める配合飼料摂餌個体数の割合が高い魚種は、摂餌量も多いという結果であった。

潜水調査及び水中監視カメラ調査も合わせてみた配合飼料の摂餌状況は表-1に示したが、胃内容物調査で確認できた魚種は潜水、水中監視カメラの映像でもほとんど確認された。胃内容物調査において配合飼料の摂餌が確認できなかった魚種のうちカンランハギについては漁獲できなかったため胃内容物の確認はできなかったが、水中監視カメラの映像からはよく摂餌している様子がみられた。また、ブロック魚礁に着底してまもない頃の小型のヨスジフエダイは、配合飼料が魚礁付近に落下したときのみ摂餌行動がみられ、魚礁から離れた場所へ飼料が落下したときには摂餌に向かうことはしないことが潜水調査、水中監視カメラ調査で確認された。

表-3 胃内容物調査結果

魚種	調査個体数	配合飼料摂餌尾数	配合飼料摂餌量/魚体重*100
ヤッコエイ	10	0	
*シロブチハタ	7	5	0.2-3.8
*ツチホゼリ	2	0	
ニジハタ	1	0	
*ユカタハタ	1	0	
*シマアジ	3	3	2.5-3.4
*ツムブリ	5	0	
*ナンヨウカイワリ	10	2	0.1-0.2
*オジサン	1	0	
*モンツキアカヒメジ	3	1	1.3
*マルクチヒメジ	1	0	
*タカサゴヒメジ	9	1	0.1
*リュウキュウヒメジ	3	0	
*ヨスジフエダイ	60	31	0.1-13.5
*ロクセンフエダイ	3	0	
*メイチダイ	8	2	0.1-0.2
*サザナミダイ	5	2	0.9-1.3
*ハマフエフキ	32	1	0.1
*ニセクロホシフエダイ	3	0	
*タマメイチ	1	0	
*タカサゴ	1	0	
ハタタテダイ	1	0	
ムレハタタテ	50	0	
ミツボシクロスズメダイ	3	3	0.6-5.2
*ヒラニザ	1	0	
*モンツキハギ	1	0	
*ハナアイゴ	10	7	1.0-2.7
カモハラトラギス	1	0	
モンガラカワハギ	1	0	
メガネハギ	2	1	1.6
*イソモンガラ	1	0	
*キヘリモンガラ	3	0	
ミナミアカエソ	1	0	
センニンフグ	1	0	
計	261	60	

注) : *印は有用種

3-2-5. 漁獲試験結果

表-4に給餌ブイでの操業結果と他漁場での操業結果を示した。これをみると給餌ブイ周辺での漁獲量が一般漁場と比較して明らかに良好となったが、給餌ブイ周辺では試験操業しか行われていないのに対し、他漁場では高度に利用されている漁場であるため一概には比較できない。今後、当漁場で、年間どれくらいの生産量が見込まれるのか調査する必要がある。

表-4 漁獲試験結果(延縄)

海域・調査年度	渡嘉敷島周辺(1988)	渡嘉敷島周辺(1989)	給餌ブイ周辺(1990-1991)
操業回数	42	47	29
延べ釣針数	3,986	4,425	1,552
釣獲尾数	54	39	91
有用漁尾数	38	30	74
釣獲率	1.35%	0.88%	5.86%
有用釣獲率	0.95%	0.68%	4.76%
漁獲重量	41.1k	38.7k	143.0k
釣針100本当たり			
漁獲重量	1.03k	0.88k	9.21k

注) 渡嘉敷島周辺(1988-1989)は水試調査船"くろしお"による操業試験データ

3-3. 人工種苗の放流追跡調査

人工種苗の放流は平成3年度から実施し、平成3年度はハマフエフキ、平成4年度はハマフエフキとスジアラ(日本栽培協会八重山事業場生産)で実施した。なお、放流魚は中間育成中すべて音響馴致を行った。

3-3-1. 平成3年度

1) 平成3年度放流状況

種苗放流は放流海域の状況からみて食害生物(大型ヒラアジ類、大型ハマフエフキ、イカ類)が多いため、当才魚と一才魚を用い3種のサイズで実施した。またそれぞれの放流群で音響馴致期間は異なる。

- 91.11.5 当才魚 815尾(体長範囲 80-130mm<図-2>、馴致期間:60日、標識:左腹鰭抜去)
放流方法:渡嘉敷港で中間育成したものを活魚船に積み込み給餌ブイへ運搬し、現地で小割生簀に移し一斉放流した。追跡調査は、放流直後は潜水観察、翌日からは監視カメラにより実施した。
- 92.1.22 1才魚 428尾(体長範囲 230-300mm<9月;図-3>、馴致期間:76日、標識:右腹鰭抜去)
放流方法:渡嘉敷港で中間育成したものを活魚船に積み込み給餌ブイへ運搬し、現地で活魚槽からタモで2-3尾づつ放流した。追跡調査は、放流直後は潜水観察、翌日からは監視カメラにより行った。
- 92.3.31 当才魚 800尾(体長範囲 120-190mm<図-4>、馴致期間:176日、標識:左腹鰭抜去)
放流方法:渡嘉敷港で中間育成したものを活魚船に積み込み給餌ブイへ運搬し、現地で活魚槽からタモで2-3尾づつ放流した

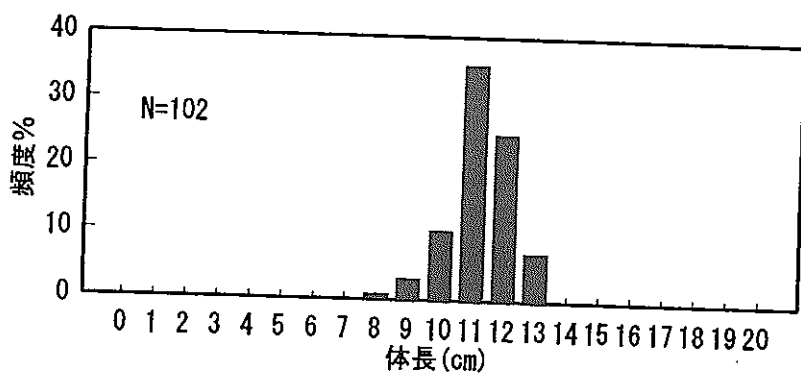


図-2 放流魚体長組成 (ハマフエギ; 91/11/5 放流群)

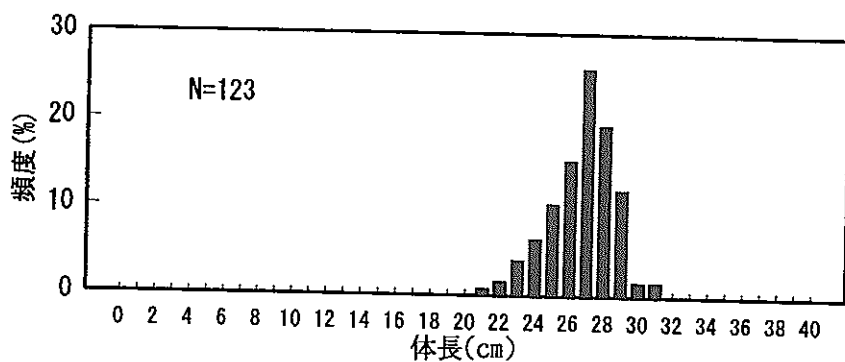


図-3 放流魚体長組成 (ハマフエギ; 92/1/22 放流群)

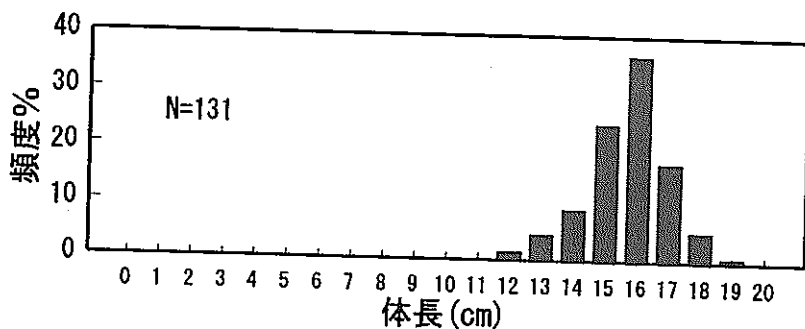


図-4 放流魚体長組成 (ハマフエギ; 92/3/31 放流群)

2) 放流後の動態

① 第1回放流

第1回目の放流は通常の放流サイズである。放流直後の観察では放流魚は放流と同時に真下に向かい魚礁周辺を回っていた。最初は3群ほどに別れていたが30分もすると1群にまとまりU字溝魚礁周辺ではほぼ定着した。翌日からは監視カメラの映像で追跡したが、放流後4日間は100尾以上の群れが確認でき、ほぼ当初の数量が滞留していたものと思われる。しかし、5日目から7日目に大型のヒラアジ類が出現し、その後確認できる放流魚は20-30尾ほどに急減し、この状態が放流後20日目頃まで続いた。この頃から大型ヒラアジ類がまた出現し、それ以降確認できる放流魚は数尾程度となった(図-5)。放流魚の減少の要因は監視カメラでもカスミアジが魚を襲う映像がみられたことやヨスジフエダイが何かに追われている映像がよくみられたことから大型ヒラアジ類による分散、食害と思われる。また、魚礁のボリュームが小さかったことで放流魚の逃げ場が不足していたことも減耗要因かと思われる。

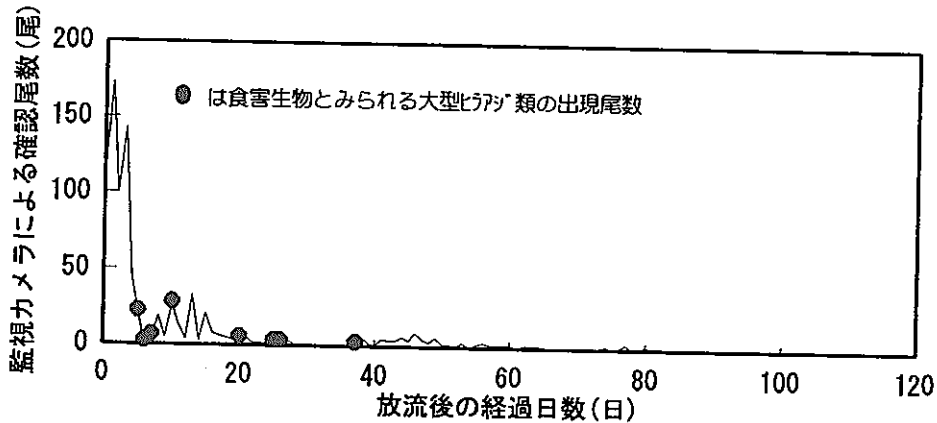


図-5 ハマフエキ(FL80-130mm)種苗放流後の滞留状況

② 第2回放流

第2回目の放流は通常の放流サイズより相当に大きく食害による減耗はほとんどないと考えられるサイズである。放流直後の観察では放流魚は前回同様に放流と同時に真下に向かい魚礁周辺を回っていた。時折魚礁を離れて逸散するようにもみえたが、しばらくすると魚礁にもどり、30分後にはほぼ全数U字溝魚礁周辺ではほぼ定着した。翌日からの調査は監視カメラの映像で追跡したが、放流後7日目までは100尾内外の群れが確認できた。その後しばらく時化によると思われる濁りが出て、監視カメラの視野が悪くなったため、数の確認が困難になり見かけ上数が減少した。しかし、20日目には64尾の放流魚が確認されている。その後は徐々に数が減少し、60日後頃からは数尾単位の確認数となった。大型種苗の減少傾向は小型種苗とは異なり、急激な減少はみられず徐々に逸散する傾向にあった(図-6)。またこの放流群は放流直後に2尾の再捕があり、1尾は放流3日後に放流地点の北側1km、15日後には渡嘉敷港で再捕され、放流直後から給餌ブイを離れた群れも一部あると考えられた。

③ 第3回放流

第3回目の放流は第1回目の放流したものと同一年級群であるが中間育成期間が長かったためサイズはかなり大きかった。また、音響馴致期間も約半年と3回の放流群の中で最も長い。

放流直後に船上から観察したところ放流魚は前2回と同様に放流と同時に真下に向かうのが観察された。この時は水中監視カメラが故障していたため追跡調査はほとんどできなかった。なお、放流後約2ヶ月経過した平成4年5月21日にカメラの撮影を再開したがこの時点では放流魚がほとんど確認できなかった。

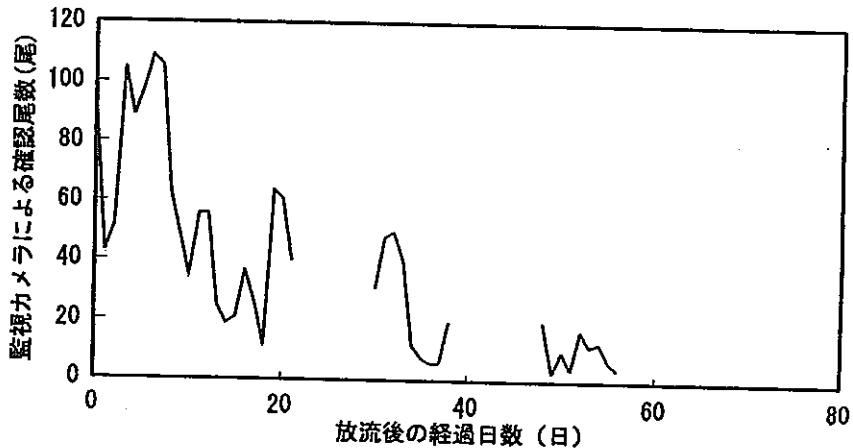


図-6 ハマフエフキ大型種苗の放流後の滞留状況

3-3-2. 平成4年度

1) 平成4年度放流状況

平成4年度はハマフエフキに加えズミアについても種苗放流を実施した。また、10-12月に魚礁約600空m²が増設されて前年度に比較して放流環境はかなり変化した。

① ハマフエフキ

・ 92.12.17 2,422尾(体長範囲 105-131mm<図-7>、馴致期間:36日、標識:右腹鳍抜去)

放流方法: 渡嘉敷港で中間育成したものを活魚船に積み込み給餌ブイへ運搬し、現地で活魚槽からタモで2-3尾づつ放流した。追跡調査は、監視カメラにより実施した。

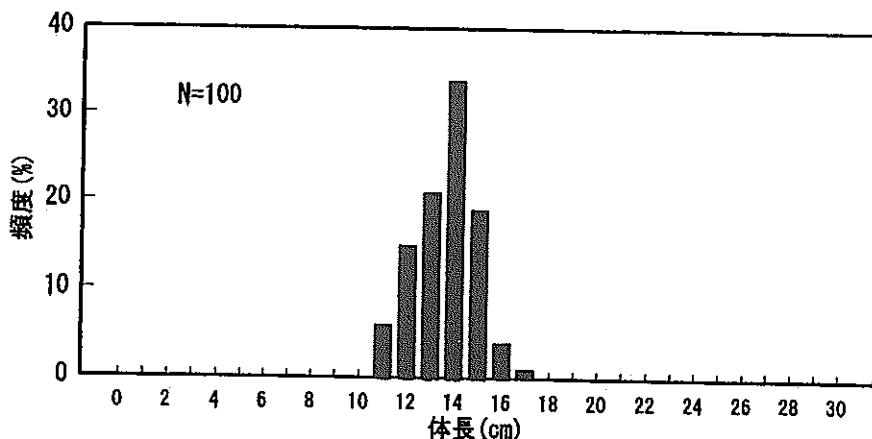


図-7 放流魚体長組成 (ハマフエフキ:92/12/17)

② スジアラ

・92.12.17 180尾(体長範囲 97-116mm<図-8>、馴致期間:36日、標識:右腹鰭抜去)

放流方法:ハマフエフキいっしょに活魚船に積み込み給餌ブイへ運搬し、同様に放流した。追跡についても同様に実施した。

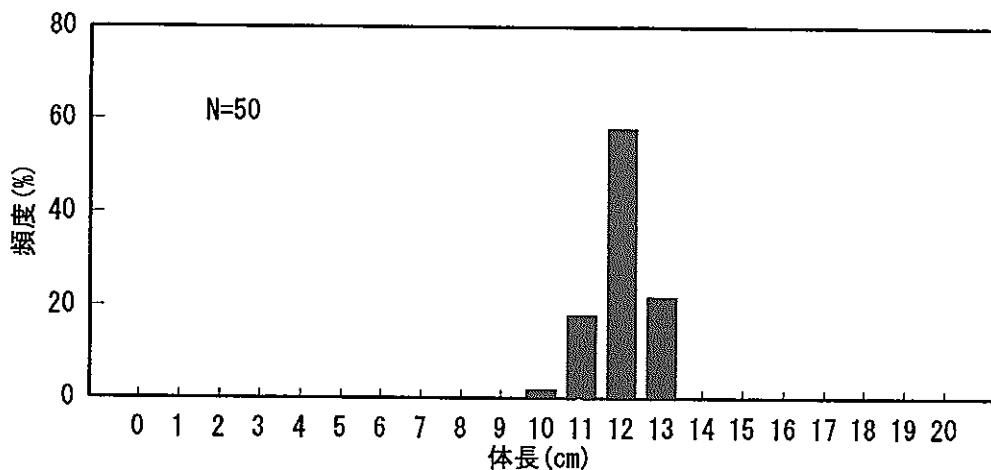


図-8 放流魚体長組成 (スジアラ:92/12/17)

2) 放流後の動態

- ・放流後の滞留状況:カメラ故障のため放流後10日毎に潜水調査を実施したが、ハマフエフキ、スジアラともに約2ヶ月間はほぼ全数の滞留が認められた。これは種苗放流前に大規模な魚礁の増設を行ったことと放流直前に刺網による食害魚除去を試みたことによる効果があったのかと思われる。しかし、その後徐々に逸散した。
- ・逸散原因:放流直前よりしばらくの間監視カメラ故障のため詳細は不明であったが、放流2ヶ月後に再開したビデオ撮影では大型ヒラアジ類の接近が確認された。このことが逸散の原因と考えられた。

3-3-3. 各放流群の再捕状況

再捕に関する情報は、当地の場合市場の開設がないこと、当地区以外の漁業者による漁獲が多いことが予想されたので、市場調査は実施せず、すべて再捕報告による情報である。平成4年度末までの再捕状況は、平成3年度放流群の当才魚放流群が2尾、1才魚放流群が8尾で、回収率は各々0.1%と1.9%であった。平成4年度放流群については再捕報告はなかった。放流尾数も少なく、再捕報告も放流翌年までの状況だけではあるが、回収率は平成3年度放流の当才魚で0.3%、1才魚で1.9%となり、沖縄北部海域で実施しているハマフエフキの種苗放流結果に比較すると当才魚ではほぼ同程度、1才魚では高回収率となった。

3-3-4. 移動

平成4年度末までの再捕位置を図-9に示した。平成3年度1才魚放流群は再捕された8尾中5尾が放流した渡嘉敷島西海岸で再捕され3尾が東海岸で再捕された。当才魚放流群は再捕された2尾とも東海岸で再捕された。また、再捕報告はいずれも渡嘉敷島からで渡嘉敷島以外の慶良間諸島及び当海域を利用する他地区からの報告はなかった。

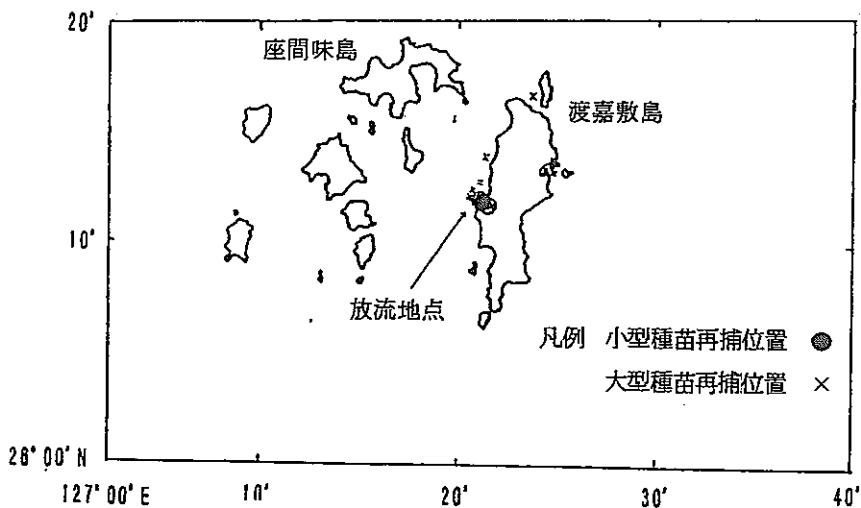


図-9 放流魚再捕位置

5. 要 約

- ・沖縄県渡嘉敷村渡嘉志久地先において音響給餌ブイと水中監視カメラによって天然魚の集魚調査と人工種苗の放流効果を調査した。
- ・音響給餌ブイは調査期間中おおむね良好に作動した。
- ・水中監視カメラは調査期間の6割の撮影率であった。
- ・天然魚の蝟集は半年位でほぼ一定量に達した。
- ・蝟集した魚類で主要な有用種はハマフエフキ、ヨスジフエダイ、モンツキアカヒメジ、タカサコ類であった。
- ・蝟集魚の滞留状況は、ハタ類、ヨスジフエダイについてはほぼ移動しないものとみられた。
- ・給餌された配合飼料をよく摂餌するのはシロブチハタ、ヨスジフエダイ、シマアジ、ミツボシクロズメダイであった。
- ・音響給餌ブイ周辺での試験操業では他漁場に比較すると高い釣獲率であった。
- ・平成3年度の種苗放流はハマフエフキ2,043尾を行った。
- ・放流追跡調査では当才魚放流群では数日以内に逸散した。
- ・逸散原因は大型 ヒラギ 類の出現によるものと考えられた。
- ・平成4年度の種苗放流はハマフエフキ2,422尾、スジアラ180尾を行った。
- ・放流後の動態は放流漁場で刺網による食害魚除去と魚礁の増設を行ったこともあり、ほぼ全数が約2ヶ月間滞留した。
- ・放流魚の回収状況は平成3年度当才魚で0.3%1才魚で1.9%であった。
- ・放流魚の再捕報告は渡嘉敷島からだけで他地区からの報告はなかった。