

VII 人工種苗の放流と追跡

1 種苗放流

本調査が開始された1984年以降の5年間に、沖縄島北部の羽地海域と辺土名地先で約13万尾のハマフエフキ人工種苗を放流した。放流種苗は平均尾叉長76~124mmであった。標識法は腹鰭抜去を基調とし、腹鰭は一年ごとに左右交互に抜きわけた。また、放流場所の区別のために一部13mmH型タグを付して二重標識とした。放流時期は年によって異なったが、9月下旬から12月上旬の間で10~11月が多かった(表9, 図24)。

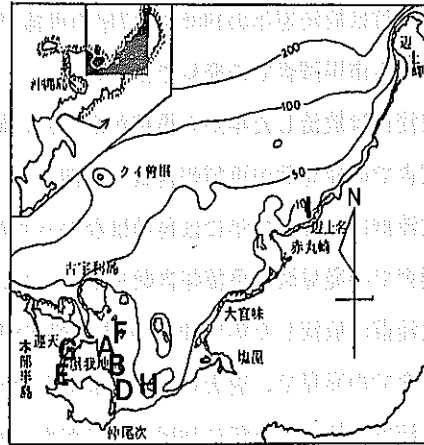


図24 放流点(図中A, B, D~I)

表9 ハマフエフキ人工種苗の放流状況

放流年月日	放流尾数	平均尾叉長(mm)	標識方法	放流場所*
1984				
9月27日	1,726	81	アンカータグ25mmE型(白色)	A
11月1日	1,578	85	同上	B
	556	53~79	右腹鰭抜去	B
小計	3,860			
1985				
10月8日	6,508	97	13mmH型タグ(白色)+左腹鰭抜去	D
10月29日	8,276	82	13mmH型タグ(青色)+左腹鰭抜去 (うち2,608は左腹鰭抜去のみ)	E
10月30日	13,495	92	13mmH型タグ(白色)+左腹鰭抜去 (うち8,733は左腹鰭抜去のみ)	D
	11,998	93	13mmH型タグ(赤色)+左腹鰭抜去 (うち7,044は左腹鰭抜去のみ)	F
小計	40,272		二重標識21,887 左腹鰭抜去18,385	
1986				
11月12日	3,473	95	右腹鰭抜去	G
12月5日	11,104	76	右腹鰭抜去	G
小計	14,577			
1987				
11月10日	4,222	124	13mmH型タグ(白色)+左腹鰭抜去	E
	39,870	102	左腹鰭抜去	E
小計	44,092			
1988				
11月16日	17,649	93	右腹鰭抜去	H
	2,064	93	13mmH型タグ(青色)+右腹鰭抜去	H
12月9日	7,926	87	右腹鰭抜去	I
	1,015	87	13mmH型タグ(白色)+右腹鰭抜去	I
小計	28,654			

*図24 参照

2 再捕状況

表10に1988年末現在の放流群別年別漁法別の再捕尾数を示した。

1984年放流群は放流翌年の1985年に7尾の再捕があったほかは、その後再捕はなかった。また、これらはいずれも市場調査での発見であった。

1985年放流群は放流した年から再捕があった。放流した年はすべて再捕報告であったが、翌年以降は市場調査での発見数が再捕報告数を上回った。

1986年放流群は放流した年には再捕はなかったが、翌年に12尾、2年目に14尾の再捕があり、2年目は市場調査での発見数が再捕報告数を上回った。

1987年放流群は放流した年に104尾の再捕報告があった。翌年に154尾の再捕があり、この内の61尾が市場調査での発見で、過去4年間で最も多かった。

1988年放流群は放流した年に38尾の再捕があった。ただし、これは羽地放流群についてだけである。辺土名放流群については、漁港内に放流して再捕を禁止したので基本的には再捕報告はないが、現実には遊漁者に釣獲されている。

表10 放流群別年別漁法別の再捕状況

放流年群	再捕年	再捕数	うち報告	漁法別再捕数					
				定置網	刺網	延縄	突き	遊漁	不明
1984年放流群	1984	0							
	1985	7	0	3	3	1			
	1986	0							
	1987	0							
	1988	0							
1985年放流群	1985	70	70	21	47			2	
	1986	15	7	2	10	1	1		1
	1987	11	3		10			1	
	1988	4	1	1	2	1			
1986年放流群	1986	0							
	1987	12	9	2	1			7	
	1988	14	5	2	8	2		2	
1987年放流群	1987	104	104	62	4			38	
	1988	154	93	17	59	18		60	
1988年放流群	1988	38	38	22	16				
放流した年の再捕		212	212	105	67	0	0	40	0
翌年以降の再捕		217	118	27	93	24	2	70	1
計		429	330	132	160	24	2	110	1

年は暦年， 1988年末現在

漁法別には刺網による再捕が最も多く、次いで定置網、遊漁、延縄の順であった。また、1987年放流群の翌年の再捕は、他の放流群に比べて延縄によるものが多かった。

どの放流群も放流した年の再捕はすべて報告であったが、翌年以降の再捕の約半数は市場調査での発見であった。

市場調査での発見数と混獲率から推定した放流魚の推定水揚げ数と、再捕報告数との合計から求めた累積推定再捕率を表11と図25に示した。

1984年放流群の放流後4年目の累積推定再捕率は0.18%、1985年放流群は3年目で0.33%、1986年放流群は2年目で0.34%、1987年放流群は1年目で0.81%、1988年放流群はその年に0.13%であった。累積推定再捕率は年々向上して、1987年放流群は過去の放流群の同期の2.5~5倍の再捕率であった。

表11 放流群別の累積推定再捕率

放流年群	再捕年	累積再捕率(%)*
1984年放流群	1984	0
	1985	0.18
	1986	0.18
	1987	0.18
	1988	0.18
1985年放流群	1985	0.17
	1986	0.24
	1987	0.30
	1988	0.33
1986年放流群	1986	0
	1987	0.12
	1988	0.34
1987年放流群	1987	0.24
	1988	0.81
1988年放流群	1988	0.13

* 再捕報告数と、市場調査での発見数と混獲率から推定した推定水揚げ数の合計(年は暦年、1988年末現在)

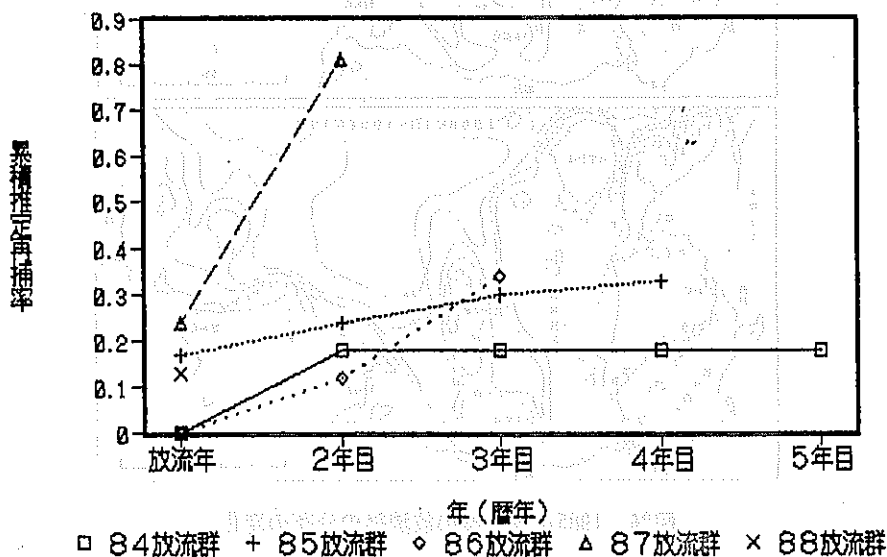


図25 放流群別の累積推定再捕率の変化

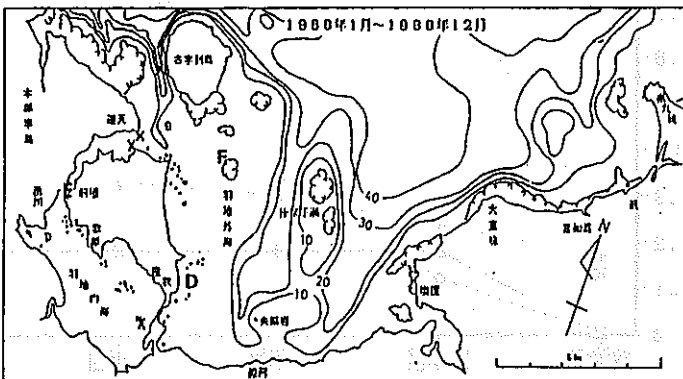
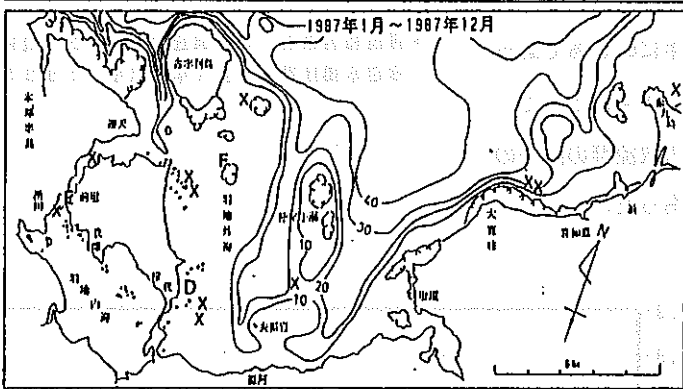
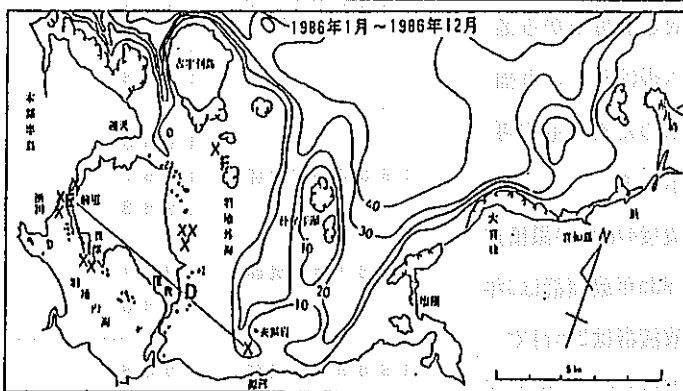
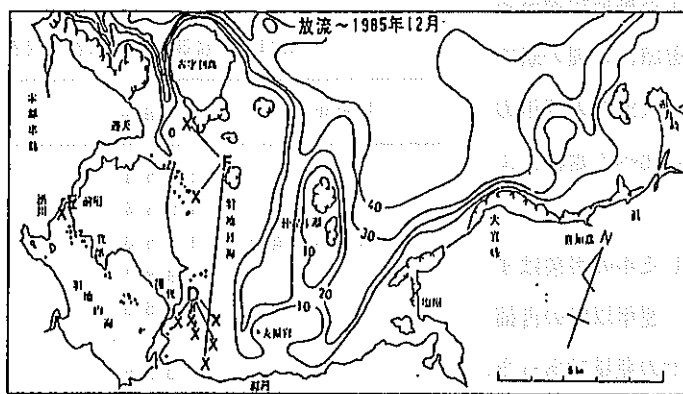


図26 1985年放流群の放流後の分布の変化

図中のD, E, Fは各々放流点を示す。

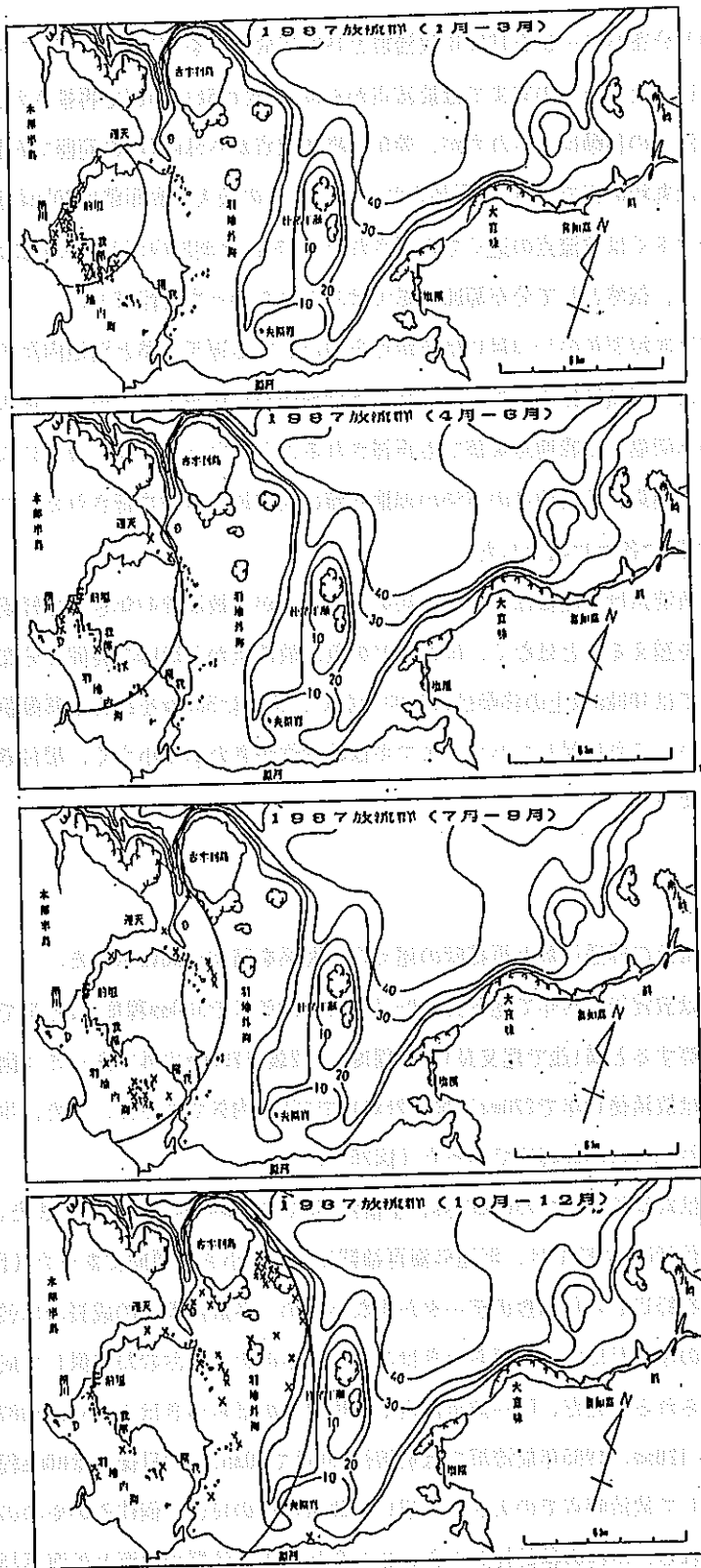


図27 1987年放流群の放流後の分布の変化

図中のEは放流点を示す.

3 移動と分布

放流魚の移動と分布パターンを1985年放流群と1987年放流群を例に図26～27に示した。

1985年放流群は放流した年の末までは放流点から5km程度の狭い範囲で再捕された。翌年には羽地内海から羽地外海への移動はみられたが、前年同様放流点から5km以内の範囲で再捕された。次の年には大宜味沖や赤丸崎の東で3個体が再捕され、このときの最大移動距離は20km程度であった。しかし、以前と同様に多くは放流点の近くで再捕された。3年目は羽地内海と運天水路および古宇利島の西側で再捕があり、依然として分布範囲の拡大はみられなかった(図26)。

1987年放流群は放流翌年の1～3月には放流点を中心とする運天水路と羽地内海の西側で再捕された。その後徐々に分布域は拡大して、7～9月には羽地内海に広がるとともに、運天水路の入口、羽地外海の大宇利島南側、屋我地島東側でも再捕されるようになった。10～12月になると分布はさらに拡大して、大宇利島と屋我地島の東沖の羽地外海の浅海域で多数再捕された。この群の分布は放流後から1年余の間に徐々に拡大した。

以上のように放流魚は放流後徐々に分布域を拡大するが、放流後47年近くを経過してもその最大移動距離は20kmを越えることはなく、ほとんどの魚が放流点から数kmの範囲に分布していた。一方、マダイ人工種苗では100km以上の移動は例外的でなく、まれに500kmを越える移動例があり、きわめて移動性が大きい。これに対してハマフエフキは移動性がきわめて小さく、根付き魚的な地先型の漁業資源と言えよう。

4 成長

放流群別に放流後の経過日数と再捕時の尾叉長の関係を図28～30に示した。

1985年放流群は放流後約17年で尾叉長220～240mm、27年目で300mm程度、2年半では350mmを越えた。また、生後に換算すると満1歳で尾叉長150mm程度、満2歳で290mm内外であった(図28)。

1986年放流群は放流後17年で220mm程度、27年目で320mm内外であった。また、生後満1年では180mm内外、生後満2年では260mm程度であった(図29)。

1987年放流群は放流後17年で230mm内外、生後満1年で180mm内外であった。また、この群の羽地内海再捕群は放流後300日以降では、羽地外海再捕群に比べて小さい傾向にあった(図30)。

放流後長期間を経過した再捕魚のデータが少ないため、各放流群間の成長の比較は難しいが、各放流群の再捕時の尾叉長に多少のばらつきはみられるものの、おおむね類似した成長パターンを示していると考えられる。ただ、同一放流群内での尾叉長のばらつきは大きく、1987年放流群では放流17年目で100～120mm、1985年放流群では放流後450日で60mm、820日後では80mm程度の差がみられた。この理由として放流時点での大きさの違い、餌量環境の良否、個体そのものの素質の違いなどの要因が考えられる。本種の移動性が小さいことや1987年放流群の内海と外海再捕群に大きさの違いがみられたことなどから、生息域の餌量環境条件は今後注目すべきことであろう。さらに良好な餌量環境の海域に分散できるような放流場所とその条件の把握など今後の技術開発の課題は多い。

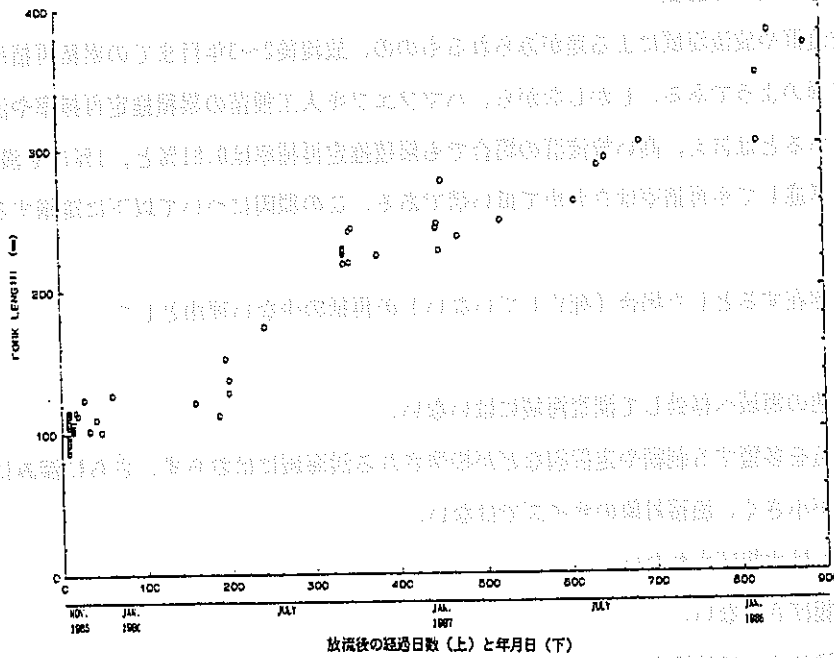


図28 1985年放流群の放流後の経過日数と尾叉長の関係

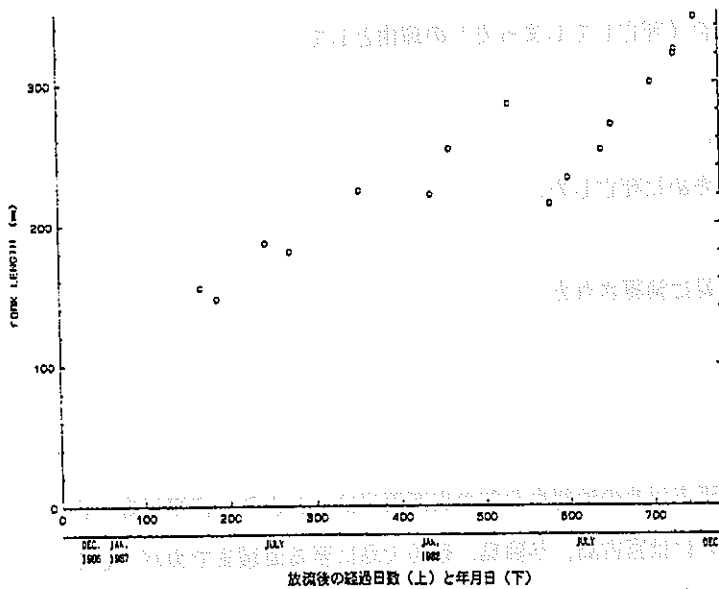


図29 1986年放流群の放流後の経過日数
と尾叉長の関係

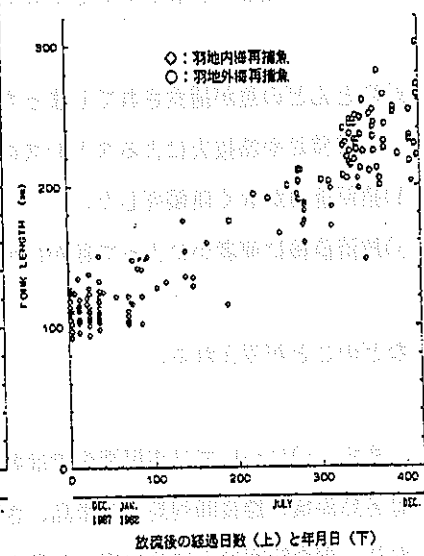


図30 1987年放流群の放流後の
経過日数と尾叉長の関係

5 放流後の減耗に関する論議

マダイでは放流群や放流海域による差がみられるものの、放流後2~3年目までの累積再捕率は1%を超えるのが普通のようなものである。しかしながら、ハマフエフキ人工種苗の累積推定再捕率や混獲率は年々向上しているとは言え、高い放流群の場合でも累積推定再捕率は0.81%と、1%にも満たず、報告もれなどを考慮しても再捕率はきわめて低い値である。この原因について以下に論議する。

まず放流魚が存在するとした場合（死亡していない）の再捕の少ない理由として

- a) はるか遠くの他の海域へ移動して調査海域にはいない。
- b) 本種の1~2歳魚を多獲する刺網や定置網などが操業される浅海域にはおらず、さらに深みにいる。
- c) ほとんどの魚が小さく、漁獲対象のサイズではない。
- d) 放流魚は市場へは水揚げされない。
 - ① 選択的に水揚げされない。
 - ② もっぱら遊漁によって漁獲される。
- e) 調査海域の天然群の資源量が計算よりもはるかに膨大で、かつ漁獲率がきわめて小さい。
- f) 市場調査で放流魚と天然魚の区別ができない。抜去した腹鰭が完全に再生し、また標識痕も完全に治癒している。

などのことが考えられる。

また、放流魚が存在しないとした場合（死亡してしまった）の理由として

- g) ほとんどの魚が捕食されてしまった。
- h) 標識装着や鰭抜去によるストレスのために死亡した。
- i) 摂餌能力がなく飢餓死した。
- j) 放流直後に何者かによって秘かに大量に漁獲された。

などのことが考えられる。

まず、a)については市場調査では名護市以北の沖縄島北部の東西両岸はもとより、伊平屋島・伊是名島海域、慶良間列島や久米島、さらには宮古島、与論島、奄美大島に至る海域までカバーしており、調査範囲は十二分に広いと考えられる。また、市場調査率もセリの開設日数の三割を上回っており、調査の精度に問題はない。

b)については調査海域の沖合の深みでは、底延縄・深海刺網・一本釣りなどの漁業が行われており、ここにいれば漁獲される可能性はある。また、本種の生息水深の限界が80mであることから、こ

これらの漁業の操業海域よりもさらに深いところ(100m以深)に分布する可能性は低い。

c)については飼育実験や実際の再捕魚の成長から、まったく成長しないとは考えにくい。また、尾叉長100mm以下でも放流直後に限れば再捕はみられる。

d)のうち①については、選択的に水揚げされない理由はj)の場合だけで、ほかの理由は見あたらない。なお最近、調査海域から調査セリ市場への漁獲物の集積度はかなり高く、自家消費やわずかな浜売りを除いては、ほとんどが市場に集積されている。また、②については遊漁による再捕は現実に少なからずある。1987年放流群の場合、放流後から翌年の3月頃までは遊漁による再捕が多数を占めたが、それ以降はもっぱら漁業による再捕であった。本種の1歳魚期以降は遊漁では漁獲されにくいと考えられる。放流魚のほとんどすべてが遊漁で漁獲されるとは考えられない。

e)については本種は移動性が乏しく、海域外への逸散量や海域外から加入量が小さいと考えられること、ある年級群の年齢ごとの漁獲尾数が年齢ごとにコンスタントに減少することなどからコホート解析から得られた資源量は信頼できる値である。

f)については標識実験の結果から腹鰭抜去の有効性は確認されており、飼育下では再生せず、天然環境では完全に再生するとは考えられない。さらに脱落痕についても、標識魚には腹鰭抜去を併用して二重標識してあるので標識が脱落しても天然魚と区別できないことはない。また、市場調査は担当職員が当たっているの見落としなど精度上の問題もない。

以上のように放流魚が生存しているが再捕されない(発見できない)と言う可能性は否定的である。したがって、放流魚の多くは生存しておらず、そのために再捕が少ないと考えた方が妥当性がある。

放流魚が生存していない理由として、i)については飢餓実験の結果から飢餓のみによる急性的な死亡は否定的であり、またj)についても現実にあるとは思えない。h)については体外装着型の標識がかなりのダメージになっていることが、標識実験や潜水観察で明らかになっている。腹鰭抜去については標識実験ではまったく問題がないが、片腹鰭の欠損が自然での生活で支障がないとは断言できない。しかし、捕食者からの逃避能力の面から片腹鰭の欠損には問題がないように思える。g)については網生簀で投餌を受け、しかも害敵を知らない環境で育った魚が、いきなり自然環境に放り出された時にどれだけの逃避能力があるかは実測できないが、多様な動物群集の熱帯の海ではさまざまな捕食者の存在は想像に堅くない。

以上考えられる可能性を消去していくと、被捕食や標識によるストレス(結果としては被捕食死亡)による死亡が再捕の少ない理由(減耗要因)としてあげられる。ただし、このような死亡は放流後の自然に順化していない短期間に限って起こると考えられる。

6. 放流手法に関する論議

表12に1984～1987年放流群について放流群ごとの放流状況、種苗の質の良否(種苗性)およびそ

表12 放流群ごとの放流状況、種苗の質、再捕の良否などの特徴の比較

放流群	放流数	サイズ (mm)	放流時期	標識方法	放流場所	異形魚率	種苗の質	再捕状況
1984年群	3,860	53-85	9-11月	25mmE型 アンカータグ 小型魚は右腹鰭抜去	この群の天然 幼魚(当歳)の 生息域	-	不良	翌年に7尾再捕のみ 直標識法が内9尾 累積推定再捕率0.16%
1985年群	40,272	82-97	10月	半数は13mmH型 タグと左腹鰭抜去の 二重標識、残り半数は 左腹鰭抜去	・半数はこの時期 の天然幼魚の生息域 ・1.2万はこの時期の 1歳魚の生息域 ・8千は当歳魚の越冬域 (兼放流場下)	-	優良	放流年内に70尾 翌年に15尾 翌々年に11尾 なお翌年以降の再捕 魚でタグ標識魚は、 すべて越冬域放流分 累積推定再捕率0.33%
1986年群	14,577	76-95	11-12月	右腹鰭抜去	当歳魚の越冬域	55.7-77.1%	不良	放流翌年に12尾の再捕 翌々年に14尾、内9尾 は市場調査での発見 累積推定再捕率0.34%
1987年群	44,092	102-124	11月	左腹鰭抜去 内4千尾は13mm H型タグで二重標識	当歳魚の越冬域 (兼放流場下)	18.1%	優良	放流年内に104尾 翌年に154尾、内91尾は 市場調査での発見 累積推定再捕率0.81%

の後の再捕状況についてまとめた。

1984年放流群については放流数が少ないので除外する。

1985年放流群の放流数は4万尾を越え、標識作業時の感触から種苗の質は良好であったが、3年目の累積推定再捕率は0.33%と低かった。この群の放流場所は、放流時期(秋季)の天然当歳魚の生息域、同じく秋季の天然1歳魚の生息域、当歳魚の越冬域の3カ所に分散して放流した。放流翌年以降の再捕魚のうち標識魚はすべて当歳魚の越冬域放流群で占められた。

1986年放流群の放流数は1万5千尾弱、異形魚率は55.7~77.1%と高く、種苗の質は悪かった。放流場所は当歳魚の越冬域であった。この群の累積再捕率は2年目で0.34%であった。

1987年放流群の放流数は4万4千尾、異形魚率は18.1%で前年群に比べて良好で、標識作業時の感触も良かった。この群は前年と同様にすべて当歳魚の越冬域に放流した。この群の累積推定再捕率は1年目で0.81%で、かつてなく高い値であった。

以上の放流群ごとの放流状況とその後の再捕状況を比較すると、1985年放流群と1987年放流群は放流数はほぼ同じであったがその後の再捕率に倍以上の差がみられ、さらに放流翌年の再捕数には10倍の差がみられた。

また、1986年放流群は放流数が少なく、種苗の質も悪かったが、累積推定再捕率は1986年放流群と同程度であった。また、放流翌年以降の再捕は1985年放流群と同数であった。

この3群の放流状況の違いは、1986年と1987年放流群がすべて当歳魚の越冬域に放流されたのに対して、1985年放流群は20%程度が当歳魚の越冬域に放流されただけであったこと、1985年放流群の二重標識の割合が他に比べて高かったこと、放流時期に1ヶ月程度のずれがあったこと、1987年放流群の場合は他に比べて放流サイズがやや大きかったことの点があげられる。

これらのことから現時点での望ましい放流条件は、当歳魚の越冬域にあたる水深10~20m内外の泥底斜面域に、腹鰭抜去のみの標識法で、比較的大型種苗を放流することであり、この条件下では翌

年に良好な再捕結果が得られることになるはずである。

また、本種は移動性の小さい地先型の漁業資源と考えられることから、放流手法としては一ヶ所集中の大量放流方式よりも、海岸線にして10km程度の範囲を一つの単位とした10万尾レベルのスポット的な放流手法が望ましいと考えられる。また放流直後の減耗防止対策として、放流後から成長にともなって自然逸散するまでの間に捕食圧の低い海域に滞留させ、同時に自然順化させるような技術の開発が必要である。そのためには音響馴致や飼付けなどによる放流後の積極的な管理手法の適用を検討すべきであろう。

本誌に示す1尾の成魚の体長は約10cm、尾長は約5cm、尾高は約2cm、尾幅は約1cm、尾厚は約0.5cm、尾重は約0.5g、尾の肉質は硬く、尾の味は苦味がある。

瀬戸内海産魚類の尾の大きさの比較 (1尾)

尾長 (cm)	尾高 (cm)		尾幅 (cm)		尾厚 (cm)		尾重 (g)		尾の肉質	尾の味
	上	下	上	下	上	下	上	下		
1.0	0.20	0.15	0.50	0.40	0.10	0.08	0.10	0.08	硬	苦
1.5	0.30	0.20	0.70	0.50	0.15	0.12	0.15	0.12	硬	苦
2.0	0.40	0.25	0.90	0.60	0.20	0.15	0.20	0.15	硬	苦
2.5	0.50	0.30	1.10	0.70	0.25	0.18	0.25	0.18	硬	苦
3.0	0.60	0.35	1.30	0.80	0.30	0.20	0.30	0.20	硬	苦
3.5	0.70	0.40	1.50	0.90	0.35	0.22	0.35	0.22	硬	苦
4.0	0.80	0.45	1.70	1.00	0.40	0.24	0.40	0.24	硬	苦
4.5	0.90	0.50	1.90	1.10	0.45	0.26	0.45	0.26	硬	苦
5.0	1.00	0.55	2.10	1.20	0.50	0.28	0.50	0.28	硬	苦
5.5	1.10	0.60	2.30	1.30	0.55	0.30	0.55	0.30	硬	苦
6.0	1.20	0.65	2.50	1.40	0.60	0.32	0.60	0.32	硬	苦
6.5	1.30	0.70	2.70	1.50	0.65	0.34	0.65	0.34	硬	苦
7.0	1.40	0.75	2.90	1.60	0.70	0.36	0.70	0.36	硬	苦
7.5	1.50	0.80	3.10	1.70	0.75	0.38	0.75	0.38	硬	苦
8.0	1.60	0.85	3.30	1.80	0.80	0.40	0.80	0.40	硬	苦
8.5	1.70	0.90	3.50	1.90	0.85	0.42	0.85	0.42	硬	苦
9.0	1.80	0.95	3.70	2.00	0.90	0.44	0.90	0.44	硬	苦
9.5	1.90	1.00	3.90	2.10	0.95	0.46	0.95	0.46	硬	苦
10.0	2.00	1.05	4.10	2.20	1.00	0.48	1.00	0.48	硬	苦