

2 結果

表3のとおり、中間育成の歩留りは平均69.1%で例年に比べ高かった。飼育管理がしやすかったためと思う。4区の成績が悪かったのは、2回の沖出しを同じ生簀にしたため、後から入れた種苗の減耗が大きかったためであろう。

3 平成元年度～6年度の総括

5年度までは漁協に委託し、6年度は栽培漁業センター地先の中間育成場で実施した。飼育が適切であれば、約100日間で2cmの種苗が10cmに成長し、歩留りは70%が見込まれる(表4)。

表4 年度別中間育成結果

	平成元年	2年	3年	4年	5年	6年
収容尾数	118,500	239,000	226,200	80,000	308,600	102,000
大きさ	22.3	27.5	24.2	56.7	21.6	19.8
放流尾数	67,090	78,432	101,138	56,650	108,230	70,457
大きさ	95	98	96	91	91	99
生残率	56.6	32.8	44.7	70.8	35.1	69.1
飼育日数	114-130	69-120	59-113	64-66	59-163	81-101
平均	121	113	86	65	98	98

Ⅲ 人工種苗の放流と追跡

1 1994年の放流状況

1994年のハマフエフキ人工種苗の放流は全数(70,457尾)の右腹鰭を抜去し、1週間程度の傷治療期間の飼育を行い、栽培センター中間育成場地先に放流した(表4)。放流現場では自動給餌機を用いて放流1ヶ月間程度毎日給餌を行った。

2 1994年の放流魚の再捕状況と天然魚の漁獲状況

放流魚の再捕状況と天然魚の漁獲状況を調査するため例年同様名護漁協、国頭漁協で市場調査を行った。名護漁協は月5回～9回程度の頻度で、国頭漁協は地元の協力者に依頼したためほぼ全数近い調査率であった。また再捕報告も5件程あった。表5に名護漁協に水揚げされたハマフエフキのうちで国頭西岸海域、羽地海域、本部～名護湾海域で漁獲された分について示した。表6には国頭漁協に水揚げされたハマフエフキのうちで国頭西岸海域から漁獲された分を示した。なお表5、表6の調査日水揚げ量は体長測定を行ったハマフエフキを体長-体重関係式($BW=0.02522 \times FL^{2.913}$) (海老沢、1988)をもとに算出しているため、市場の検量値計とは異なっている。国頭漁協における重量調査率が全数測定しているにもかかわらず夏場に30%～50%と低い値を示しているのは、セリ山に

ハマフエフキとハマフエフキ以外の魚（イソフエフキ等）が抱き合わさって作られ、ハマフエフキ扱いとなる割合が増加するため、ハマフエフキの純粹の漁獲量は調査日水揚げ量がより正確な数値となる。

表5 名護漁協での放流海域からの月別水揚げ量、年級群別水揚げ量と再捕の状況

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
セリ開帳日数													
調査日数	7	5	8	7	9	8	8	8	8	7	9	7	91
月の水揚げ量(kg)	500.4	637.1	1002.8	804.7	877.5	765.7	498	727	704.1	1500.4	1357.1	1468.1	10842.9
調査日の水揚げ量	198.4	146	159.7	245.9	514.2	361.8	414.8	302.7	333.2	701.6	567.3	466	4411.6
測定尾数	300	156	151	281	536	537	506	549	531	1743	1078	711	7079
月の推定水揚げ尾数	757	681	948	920	915	1136	607	1319	1122	3727	2579	2240	17399
重量調査率	39.6	22.9	15.9	30.6	58.6	47.3	83.3	41.6	47.3	46.8	41.8	31.7	40.7
1993年群全体(実数)	0	0	0	0	5	166	117	262	292	1425	776	420	3463
1993年群放流魚(実数)	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2	2	0	9
混獲率					0.00	0.00	0.00	0.38	1.37	0.14	0.26	0.00	0.26
1992年群全体(実数)	179	89	74	139	278	226	196	192	139	191	176	175	2054
1992年群放流魚(実数)	2	0	0	1	0	0	0	2	1	1	2	0	9
混獲率	1.12	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00	0.00	1.04	0.72	0.52	1.14	0.00	0.44
1991年群全体(実数)	70	27	26	54	84	43	83	57	44	84	61	57	690
1991年群放流魚(実数)	1	1	5	1	4	0	0	1	2	0	2	3	20
混獲率	1.43	3.70	19.23	1.85	4.76	0.00	0.00	1.75	4.55	0.00	3.28	5.26	2.90
1990年以前群(実数)	51	40	51	88	169	102	110	38	56	43	65	59	872
1990年群放流魚(実数)			1			1							2
1989年群放流魚(実数)				1			1			1	1		4
1988年群放流魚(実数)		1					1						2
1987年群放流魚(実数)													0
1986年群放流魚(実数)													0

表6 国頭漁協での放流海域からの月別水揚げ量、年級群別水揚げ量と再捕の状況

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
セリ開帳日数	23	22	27	26	23	25	26	26	24	25	24	25	296
調査日数	23	21	27	26	23	25	26	25	24	25	24	25	294
月水揚量(kg)*	70.2	38.5	12.7	79.9	376.8	762.3	562.4	615.7	539.6	371.7	153.4	146	3729.2
調査日水揚量(kg)	67.6	33	12.2	69.3	318.3	235.8	284.5	452.6	289.4	263.6	139.8	136.2	2302.3
測定尾数	114	60	26	144	507	323	391	577	567	502	301	159	3671
月の推定水揚げ尾数	114	60	26	166	600	1044	773	785	1057	708	330	170	5834
重量調査率	96.3	85.7	96.1	86.7	84.5	30.9	50.6	73.5	53.6	70.9	91.1	93.3	61.7
1993年群全体(実数)	0	0	0	0	0	6	3	111	270	308	201	53	952
1993年群放流魚(実数)	0	0	0	0	0	6	0	6	12	2	7	3	36
混獲率						100.00	0.00	5.41	4.44	0.65	3.48	5.66	3.78
1992年群全体(実数)	75	41	23	111	366	196	237	227	214	121	84	66	1761
1992年群放流魚(実数)	0	6	1	0	3	1	6	5	4	0	3	1	30
混獲率	0.00	14.63	4.35	0.00	0.82	0.51	2.53	2.20	1.87	0.00	3.57	1.52	1.70
1991年群全体(実数)	15	13	2	29	95	86	113	155	64	51	12	23	658
1991年群放流魚(実数)	0	3	0	0	1	2	0	1	0	1	2	0	10
混獲率	0.00	23.08	0.00	0.00	1.05	2.33	0.00	0.65	0.00	1.96	16.67	0.00	1.52
1990年以前群(実数)	24	6	1	4	46	35	38	84	19	22	4	17	300
1990年群放流魚(実数)													0
1989年群放流魚(実数)											1		1
1988年群放流魚(実数)													0
1987年群放流魚(実数)						1							1
1986年群放流魚(実数)													0

* 月水揚げ量はハマフエフキ以外の魚も含んでいる

名護漁協における放流海域からのハマフエフキの年間漁獲量は10.8トン、国頭漁協からは2.3トンとなった。名護漁協の10.8トンは過去最高値であるが、放流海域の拡大に伴い漁獲量集計範囲を当初は辺土岬～羽地海域であったものが南端を伊江島一名護湾まで拡大したこと、1990年以後加入量が高いレベルで安定していることがこの原因であると考えられる。

名護漁協において1993年群は天然群は5月（生後1年1ヶ月）から漁獲が始まり12月までの間に推定約8,500尾漁獲（測定実数値/重量調査率=3,463/0.407）された。放流群は8月から再捕が始まり12月までで発見数9尾、推定22尾再捕された。1992年群は天然群、放流群それぞれ推定で5,050尾、22尾漁獲された。1991年群は同様に天然群、放流群それぞれ1,695尾、49尾の漁獲となった。国頭漁協では調査率がほぼ100%であるため、漁獲尾数は表6のとおりとなる。1993年群は天然群、放流群とも6月から漁獲が始まり、12月までの間にそれぞれ952尾、36尾漁獲された。

図1～図3に国頭漁協、名護漁協に水揚げされたハマフエフキの海域別の月別体長組成の推移を示す。国頭西岸海域、羽地海域では1歳魚、2歳魚が漁業の主体となる類似した状態となっているが、本部・名護湾海域は漁獲尾数は少ないもののより大型魚が漁獲の対象となっている。月別の体長組成の推移は例年と同様のパターンとなっている。

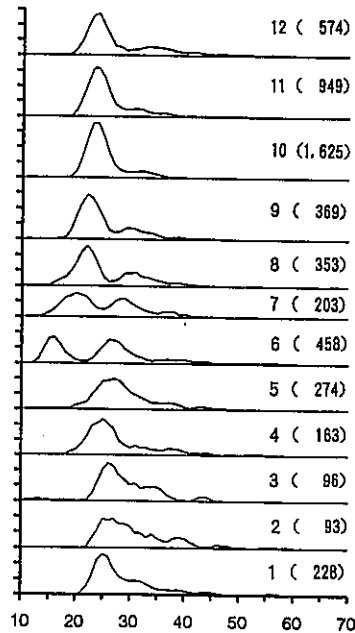


図-1 羽地海域で漁獲されたハマフエフキの月別体長組成

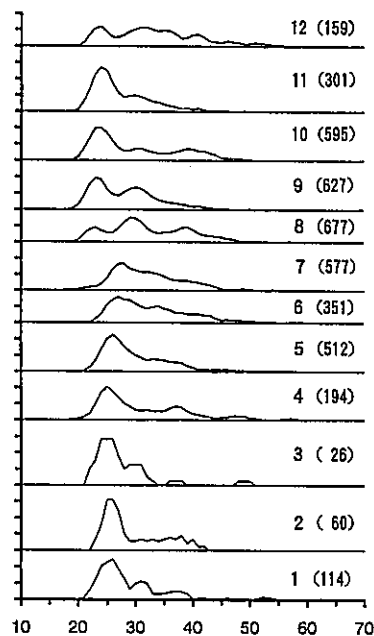


図-2 国頭西岸で漁獲されたハマフエフキの月別体長組成

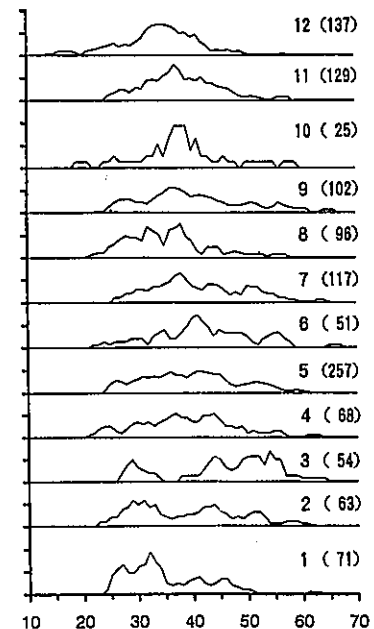


図-3 本部・名護湾海域で漁獲されたハマフエフキの月別体長組成

3 放流群別累積再捕の状況

表7に放流事業が開始して以来の年別放流数及び市場調査率（重量調査率）から得られた推定再捕尾数及び天然魚の推定漁獲尾数を示す。1994年は1987年以後の年と比較して1歳群、2歳群の再捕が少ない。これは1992年、1993年の放流が若齢魚を多獲している古宇利島周辺で行われなかったことが

1つの原因である。しかし1993年の放流は辺土名漁港で約25,000尾行ったにもかかわらず国頭漁協での再捕数が少ない。この点についての原因は今のところよく判らない。再捕報告が1990年以後減少しているが、市場に水揚げされたある漁業者の養殖ハマフエフキの何割かが腹鰭抜去魚であったことから、放流後に再捕報告されないまま生簀に収容されたようで、放流魚を再捕しても報告しないことが報告の減少している一因と考えられる。

表7 現在までの放流魚の推定再捕尾数と調査海域全体の天然魚の推定漁獲尾数

生年	放流場所	放流数	再捕	84	85	86	87	88	89	90	91	92*	93	94	合計	回収率		
1984	羽地	3,860	名護 (N)	0	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0.25		
			国頭 (K)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			報告 (H)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1985	羽地	40,272	N		0	21	21	8	0	0	0	0	0	0	133	0.330		
			K		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			H		70	7	3	1	0	1	1	0	0	0	0			
天然魚(Nt)				3862			1263											
1986	羽地	14,577	N			0	9	24	3	3	2	3	3	0	63	0.432		
			K			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			H			0	9	5	0	0	0	0	0	0	2			
Nt				3623			3369			1592								
1987	羽地	44,092	N				0	163	174	39	14	16	6	0	692	1.569		
			K				0	0	9	3	1	0	0	1	0			
			H				104	149	8	4	1	0	0	0	0			
Nt				9788			5767			2464								
1988	羽地	19,713	N				0	18	28	5	10	6	5	156	0.544			
			辺土名	8,941				0	16	21	2	0	0	0		0		
			H				38	2	2	2	2	0	0	1		0		
Nt				4278			4656			1526								
1989	羽地	47,386	N						246	294	78	35	10	1011	1.535			
			辺土名	18,484						102	157	16	5	1		0		
			H							58	7	2	0	0		0		
Nt				49			2823			2756			?					
1990	羽地	57,783	N						0	219	381	65	5	692	0.942			
			辺土名	682						0	0	8	0	0		0		
			許田	14,970						1	9	4	0	0		0		
Nt				60			9346			?								
1991	羽地	58,000	N							0	272	251	49	799	0.791			
			辺土名	17,000							0	129	61	10		0		
			許田	26,000							4	23	0	0		0		
Nt				?			6468			2353								
1992	塩屋	26,000	N								0	58	22	292	0.562			
			辺土名	26,000								0	178	30		0		
			H									0	1	3		0		
Nt										9056			6807					
1993	辺土名	25,350	N									0	22	59	0.055			
			許田	15,000									0	36		0		
			塩屋	62,160										0		1		
1994	本部	70,457	N										0	0	0			
			K											0		0		
			H													0		

* 1992年は天然魚の漁獲尾数等不明

1984年に放流が始まって以後の累積の再捕は1989年が最も多く1,011尾で回収率は1.5%、1987年は692尾で1.6%、1990年が692尾、0.9%となった。

天然魚の年級群の大きさは1986年、1988年及び1989年が加入の少ない年となっている（金城1990）が1990年以後1歳魚の漁獲尾数は高い水準にあり、加入が順調に起こっていると判断で

きる。従って放流魚の天然魚に対する割合（混獲率：表8）は放流1年後の漁獲でみると0.2%~12%、放流2年後の混獲率も0.5%~16%と大きく変動しているが、天然魚の加入の少なかった1989年生まれ群で1年後12%、2年後16%と大きな値となった以外は低い水準であった。

4 年級群解析から考えられた放流後の生残尾数

放流後の生残尾数を計算して、放流後の減耗がどのくらい大きいのかを計算してみる。金城（1989）は名護漁協に水揚げされたハマフエフキの1984年級群についてのコホート解析を行い自然死亡係数 M 、最終年齢の漁獲死亡係数 F_t の組み合わせによって初期資源尾数（1.0歳時）を14,176尾~33,650尾の範囲にあると報告している。この解析では5月から4月までを1年として年齢別漁獲尾数を計算しているが、一連の報告書はすべて1月~12月を1年として漁獲資料が取りまとめられている。そこで1月~12月を1年として扱うとすると表8における年級群別漁獲尾数（天然魚）の1歳時（例えば1988年級群ならば1989年）の漁獲尾数は1989年6月頃から12月までの半年分の漁獲尾数であるから（表5参照）1歳群は完全加入とは見ることができず、2歳を完全加入年齢としないといけない。そこで2歳と3歳の漁獲尾数がそれぞれの資源量に比例しているとすれば（漁獲努力量も大きな変動はみられないため同じとして扱う）2歳~3歳間の生残率は1985年、0.33；1986年、0.47；1987年、0.43；1988年、0.33；1991年、0.36となる。平均的な数値として生残率0.38とすると全減少係数 Z は0.967となる。金城のコホート解析において自然死亡係数 M を0.1から0.4の範囲で変化させて計算しているが1歳~3歳における M は0.3~0.4程度と想定でき（ $M=0.35$ としよう）、 $Z=0.967=0.95$ であるから $F=0.6$ となる。 F_t もこの程度とすれば初期資源尾数は18,000~21,000尾程度となる。この推定には国頭漁協に水揚げされる分を含んでいないので、これを含めると1984年級群の1.0歳魚の資源尾数は30,000尾前後と推定される。1984年級群は加入の多い年級で、1990年級群から1993年級群も同じ水準であったと考えられることから、1990年級群~1993年級群も調査海域には1.0歳魚で30,000尾程度いたと考

表8 放流群の天然群に対する混獲率（%）

年級群	年級群の豊度	1歳時	2歳時	3歳時
1985	豊		0.547	0.633
1986	悪	0.248	0.712	0.188
1987	豊	1.67	3.17	1.7
1988	悪(87の1/2)	0.795	1.05	0.459
1989	最悪(88 1/2)	12.3	16.4	-
1990	豊	2.34	-	-
1991	豊	-	4.82	2.51
1992	豊	2.61	0.764	
1993	豊	0.613		

えて良いであろう。この期間の1歳魚の放流魚の混獲率は2.3%~2.6%程度であるが、2歳魚の混獲率が1歳時より大きい値を示すことが多いので、放流魚と天然魚が1歳時には均等に混ざっていないということが考えられる。この点を考慮にいれ、1991年放流群の2歳時の混獲率4.8%をもちいると放流魚は1.0歳時には1,500尾程度が生き残っていたことになる。すなわち60,000尾~70,000尾の種苗放流を行っても2%程度しか翌年までの間に生き残っていないことになる。

5 放流技術開発事業調査最終年としてのまとめと反省（平成元年度~6年度の総括）

本調査は1984年に開始され1988年度に総括報告書がとりまとめられた。その間に放流を外敵生物の少ない漁港内あるいは泥地の深み等に行うことによって再捕尾数が大幅に増大するようになった。しかしそれでも累積再捕率がマダイ等と比較して低い原因を考察しており、その理由として最も可能性が大きいことは、「放流直後の自然に順化していない短期間に大量の減耗が生じている」としている。このことは漁港、泥地の深み等の外敵の少ない環境といってもサンゴ礁域と比較して少ないだけで、5万~10万尾前後の放流種苗数を無効化するのには十分多い外敵数があるということの意味している。

放流を生物環境の単調な（外敵生物の少ない環境）水域に放流することは、放流魚が餌料生物を得るのに困難な面があり、そのため人工的に給餌を行うのがより良いと考えられる。そこで1989年以後音響給餌器を用いた中間育成、放流後の管理を行ったが、漁港で行った場合放流後に長期間滞留することから遊漁からの保護対策が必要となってくる。

標識方法は外装標識よりは腹鰭抜去方式が良く、放流後何年経っても天然魚との区別が可能であることが判った。しかし腹鰭を抜去するためには放流サイズを小型化することができない。小型サイズに大量に行えるALC標識等は市場調査での外観からの発見が困難であり、かつ混獲率が非常に低い現状ではサンプル抽出検査等も現実的でない。こういった悪循環から、結局小型サイズの放流は実行することは無く、適切な放流サイズは検討することなしに終わった。しかし放流サイズを小型化することは、小型化した分多くの種苗を放流できるという前提がなければ特に急いで検討を必要とするテーマでは無いとも思える。

天然魚と比較して放流種苗に最も欠如している能力が、外敵から逃避する能力である。中間育成期間中にどのようにしてこの能力を放流魚に学習させるか、この問題が今後の放流事業の最も大きな研究の焦点となるべきである。

またこの放流技術開発事業の調査地は羽地海域と限定されていたことから、北は国頭村辺土名、南は名護市許田までと、沖縄島北部西海岸に限定されていた。この海域は沖縄島では比較的になたがが多く残されている海域で生物組成も多様であることが想像される。しかし海域によってはこのような生

物環境の条件はかわってくるため、放流場所を沖縄南部、中城湾、金武湾等様々な所で行い生残のよい海域を探索するといったことが、今後必要になるものと考えられる。

文 献

海老沢明彦（1988）：沖縄島周辺における漁獲統計収集の方法について－Ⅱ、昭和61年度沖縄水試事業報告、110-132.

金城清昭（1989）：調査海域でのハマフエフキの漁業実態、昭和63年度栽培漁業技術開発調査報告書及び栽培漁業技術開発調査総括報告書、ハマフエフキ・タイワンガザミ、沖水試資料(109), 69-74.

金城清昭（1990）：天然幼魚の生態調査、平成元年度栽培漁業技術開発調査報告書、ハマフエフキ・タイワンガザミ、沖水試資料(111), 30-39.