

八重山海域におけるイソフエフキの資源生態調査 (資源管理型漁業推進調査)

海老沢 明 彦

目的

八重山海域の沿岸漁業の重要対象種であるイソフエフキを、永続的に利用しえるように資源管理型漁業を確立することを目的とする。資源管理計画を策定する上で必要な知見を水産試験場が平成7年度から9年度までの3年間で収集する。平成9年度末には八重山漁協、石垣市、竹富町と県が一体となって資源管理計画を策定し、本種の資源管理を実施していく予定になっている。

調査の内容と方法

1) 産卵期の移動生態調査

前年度と同様の方法で産卵親魚に発信機を装着しその後1週間程度(発信機の電池の寿命)の行動範囲を追跡した。

2) 資源解析による適正漁獲量の推定

資源解析を行うために必要な情報を収集し、八重山海域の年間の適正な漁獲量を推定する。

ア 漁獲量

沖縄県漁連の水揚量は水産試験場の漁獲統計収集システムで毎月得られている。八重山海域の漁獲物はその大半が八重山漁協を通じて県漁連に発送されるが、一部地元の冷凍業者を通して出荷される分もある。そこで八重山漁協、地元の冷凍業者を通して分を抜き出し集計した。地元消費分については資料収集の方法がないため含まれていない。

イ 体長測定

県漁連市場において八重山漁協、冷凍業者を通して出荷されたイソフエフキの体長測定を月6～8回程度の頻度で行った。体長測定時には漁法も併せて記録した。

調査結果及び考察

1) 産卵期の移動生態調査

調査方法は前年度と同様に3種の異なる周波数の発信器を用いて1回の調査で3尾の個体を識別し追跡した。調査は竹富島北西の通称“まさぐち”で4月と5月に、石垣島崎枝湾北側で6月におこなった(図1)。しかし全ての調査が発信器の動作不良により満足には行なえなかった(図2～図8、表1)。しかしその中の崎枝湾北側で行なった調査では前年の行動調査で得られた行動範囲より大きな移動(端から端まで約800m程度)を示した個体が見られた。

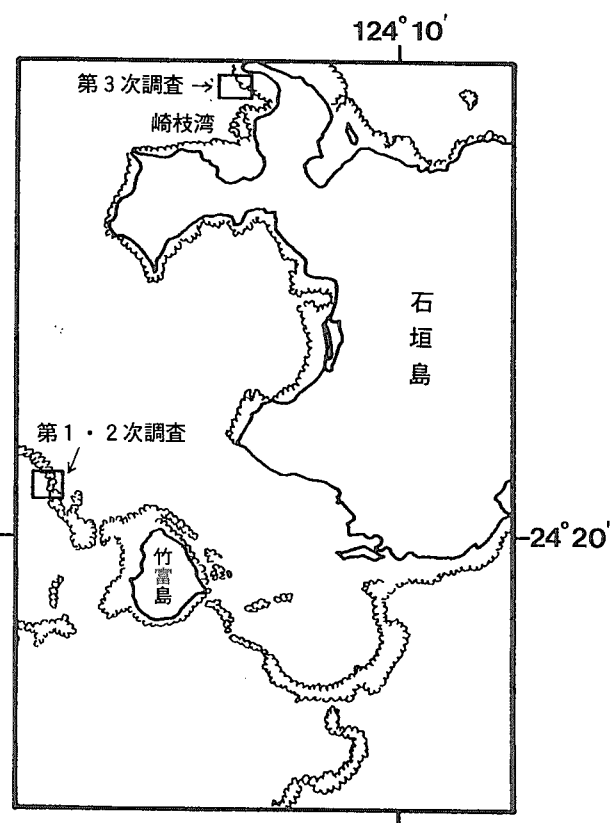


図1 調査海域

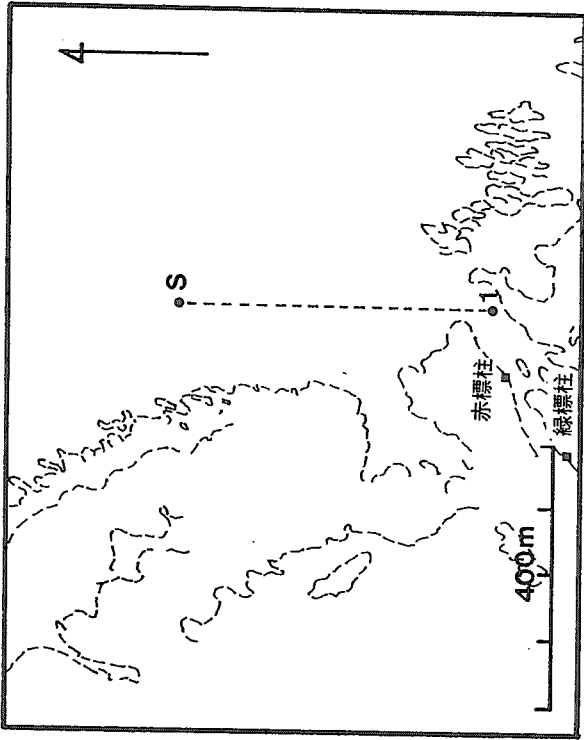


図2 竹富島北西海域 28.8cm F L 個体の移動経路

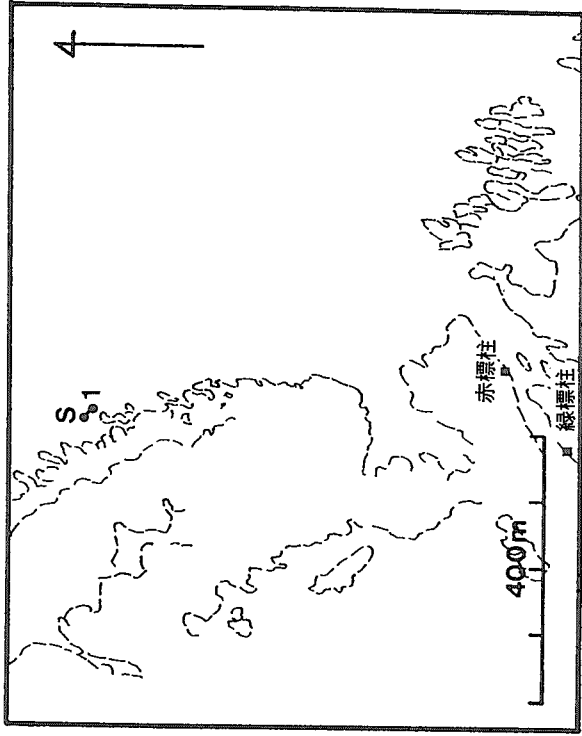


図3 竹富島北西海域 26.0cm F L 個体の移動経路

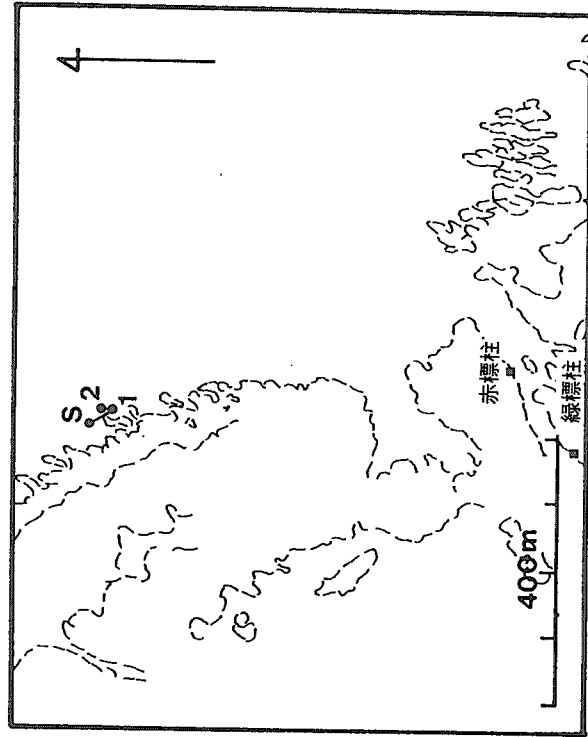


図4 竹富島北西海域 26.2cm F L 個体の移動経路

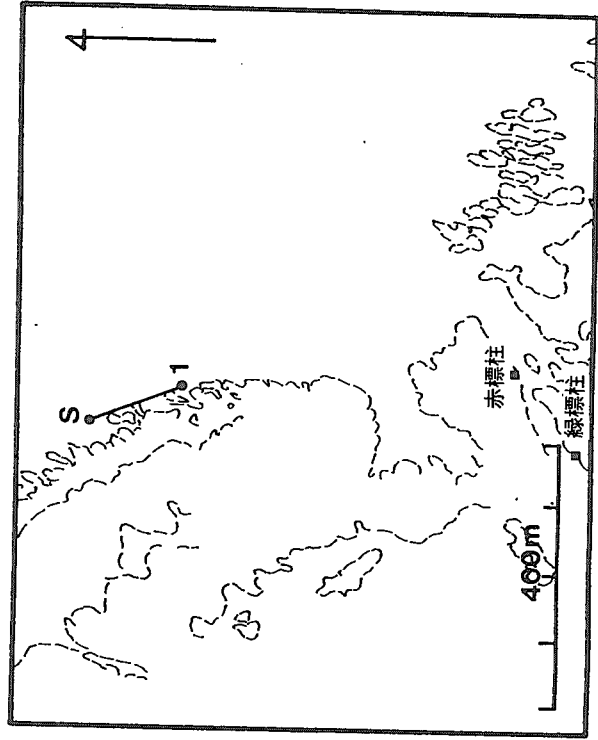


図5 竹富島北西海域 25.0cm F L 個体の移動経路

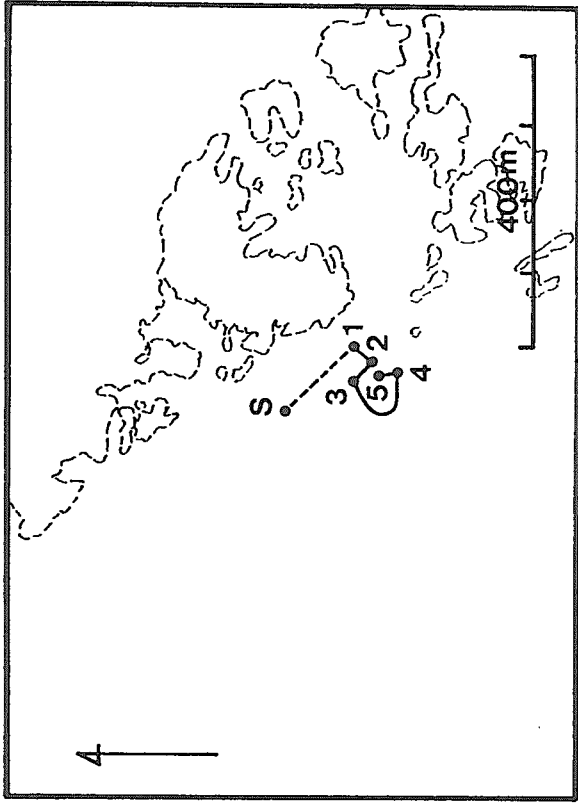


図7 崎枝湾北側海域 19.5cm F L 個体の移動経路

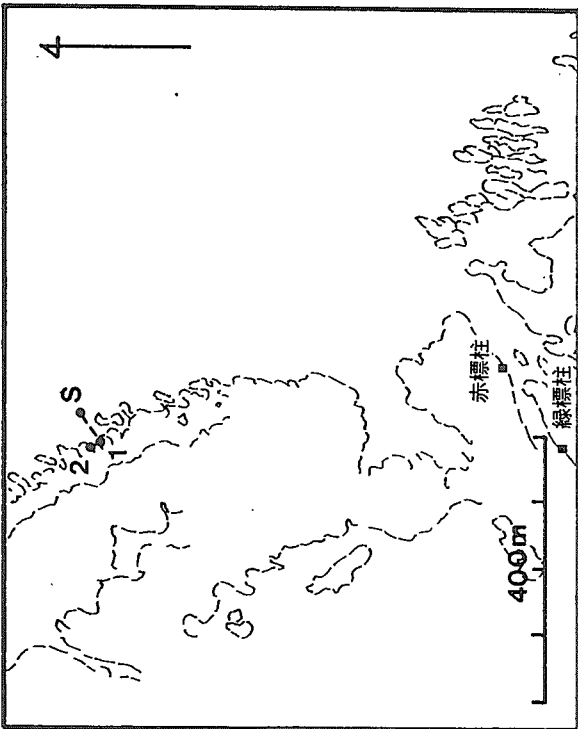


図6 竹雷島北西海域 25.0cm F L 個体の移動経路

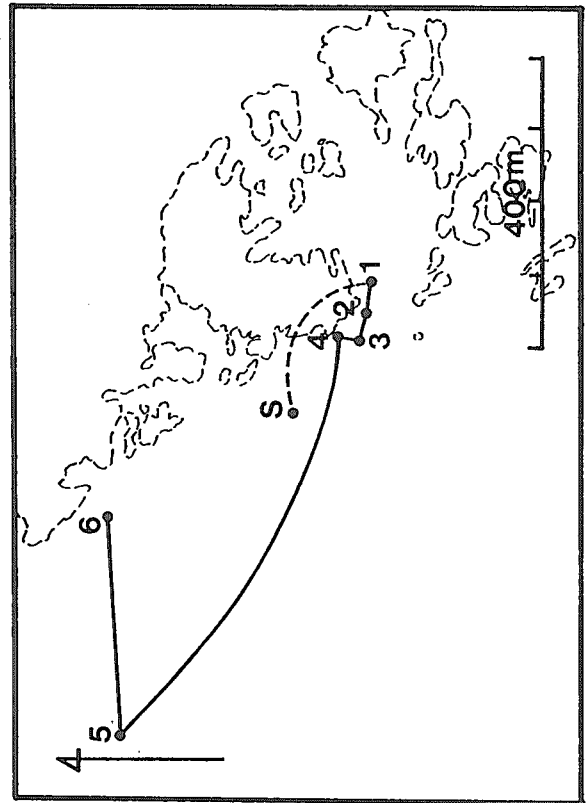


図8 崎枝湾北側海域 22.1cm F L 個体の移動経路

表1 移動生態調査追跡結果

図中番号	年月日	時刻	水深(m)	魚体長 (FL)	
図2 S	4/22/96	22:10	22.0	28.8 cm	
	1 4/23/96	10:34	6.5		
	1 4/23/96	11:47			
図3 S	5/7/96	15:15	11.2	26.0 cm	
	1 5/7/96	15:52	11.5		
図4 S	5/7/96	15:15	11.2	26.2 cm	
	1 5/7/96	16:10	11.5		
	2 5/8/96	13:40			
図5 S	5/7/96	15:15	11.2	25.0 cm	
	1 5/7/96	16:30	14.6		
図6 S	5/11/96	11:02	15.0	25.0 cm	
	S	14:47	14.6		
	S	16:30			
	S	5/12/96	9:33		
	S	10:28			
	1 5/13/96	9:20	-		
	1	12:15			
	2 5/14/96	9:25	-		
	2	13:15			
	2				
図7 S	6/23/96	15:55	-	19.5 cm	
	1 6/24/96	10:26	19.8		
	1	11:30			
	1	12:24			
	1	13:23			
	2	13:57	26.5		
	3	14:40	26.5		
	4	15:04	24.5		
	4	15:50			
	5	16:10	24.5		
	5	16:37			
図8 S	6/23/96	15:55	-	22.1 cm	
	1 6/24/96	10:07	11.3		
	2	11:02	12.0		
	3	12:01	18.5		
	3	13:21			
	4	13:04	10.0		
	4	14:03			
	4	14:38			
	4	15:13			
	4	15:52			
	4	16:20			
	4	16:40			
5 6/25/96	15:25	40.0			
6	15:50	10.0			

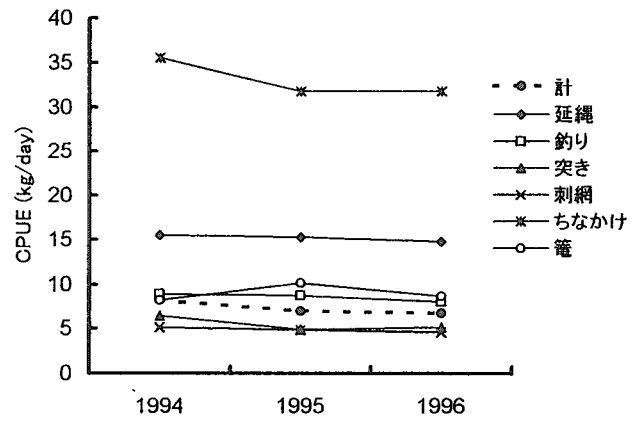


図9 漁法別CPUEの年変化

2) 資源解析による適正漁獲量の推定

ア 漁獲量

イソフエキの産卵期は3月下旬から始まるので3月～2月をイソフエキの1年として扱ったほうが便利である。表2に1989年3月から1997年2月までの間の月別漁獲量を示す。年計は1994年が最高で約47t、1996年は約40tであった。1994年～1996年間の漁法別のCPUEの変化を図9に示す。籠(てい)以外の全ての漁法で漸減傾向が見られている。

イ 体長測定

図10に漁法別の体長組成を、図11に全漁法込みの月別体長組成を、図12に1994年～1996年の漁法別体長組成の年計を示す。漁法別の体長組成は前年と同様に籠が小型魚を延縄が大型魚を漁獲している。月別体長組成には1996年5月～8月に見られた25cm前後の大型群のモードが1996年には見られなかった。漁法別の体長組成の年変化では釣り、突きに顕著な小型化が認められている。

ウ 資源解析

○ 年齢組成の推定

表2 くちなぎの月別水揚量 (kg)。月の区分は産卵期を基に分けてある。

月/年	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989
3	2,843.6	2,447.5	2,929.3	2,230.1	4,059.8	2,213.4	2,036.7	2,776.5
4	5,168.3	7,098.3	7,326.9	5,342.1	5,031.3	3,924.8	5,705.9	5,620.7
5	3,792.0	3,943.8	7,139.5	8,249.2	5,804.2	6,457.5	7,261.6	4,354.6
6	3,550.0	2,893.3	3,109.0	2,986.7	3,176.6	4,083.9	5,065.4	3,379.7
7	4,026.8	4,154.8	6,183.1	5,563.0	4,496.0	2,938.1	5,355.8	2,779.4
8	4,110.6	3,432.8	3,765.4	3,998.4	3,008.7	3,852.8	747.9	3,100.8
9	2,460.2	3,658.2	3,281.2	3,222.7	2,882.4	2,201.1	2,701.5	2,773.6
10	3,107.3	3,300.1	2,967.1	2,562.3	2,116.7	2,151.9	3,112.6	2,938.6
11	2,406.8	3,616.8	2,887.1	2,791.2	2,880.1	1,845.5	2,515.6	2,227.0
12	3,569.7	2,692.3	3,429.2	3,299.5	3,462.5	2,749.5	2,974.1	2,960.1
1	2,460.0	1,909.7	2,173.4	2,416.1	1,589.4	1,968.3	2,577.3	2,225.8
2	2,498.0	2,101.0	2,079.1	2,091.9	2,391.5	1,912.1	2,254.4	2,772.5
年計	39,993.3	41,248.6	47,270.3	44,753.2	40,899.2	36,298.9	42,308.8	37,909.3
4-5 月計	8,960.3	11,042.1	14,466.4	13,591.3	10,835.5	10,382.3	12,967.5	9,975.3

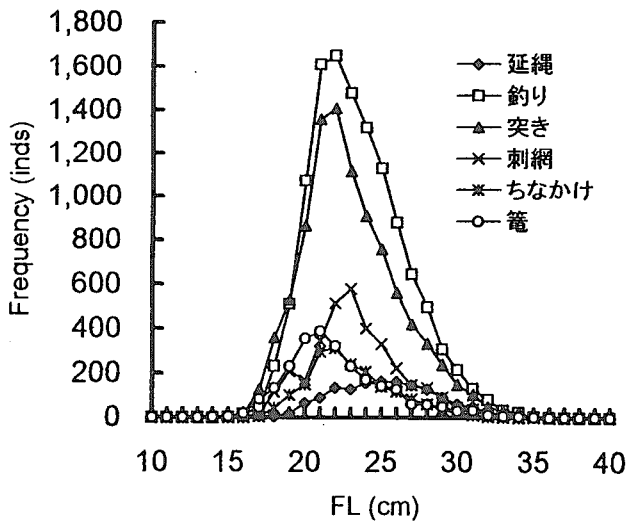


図10 漁法別体長組成

1991年～1992年にかけて収集した標本から作成した体長-年齢変換表を基に、1990年から1995年までの間の体長組成を年齢組成に変換した(図13)。その結果標本の採集期間中の年の豊年級群(例えば8、9、15歳)は前後の年には年齢が異なっているはずであるが、全ての年にこれらの年級群の影響による年齢組成の攪乱が見られている。本来体長-年齢変換表は採集した年のみに当てはめ得るものである。そこで次のような方法で体長組成を年齢組成に変換した。

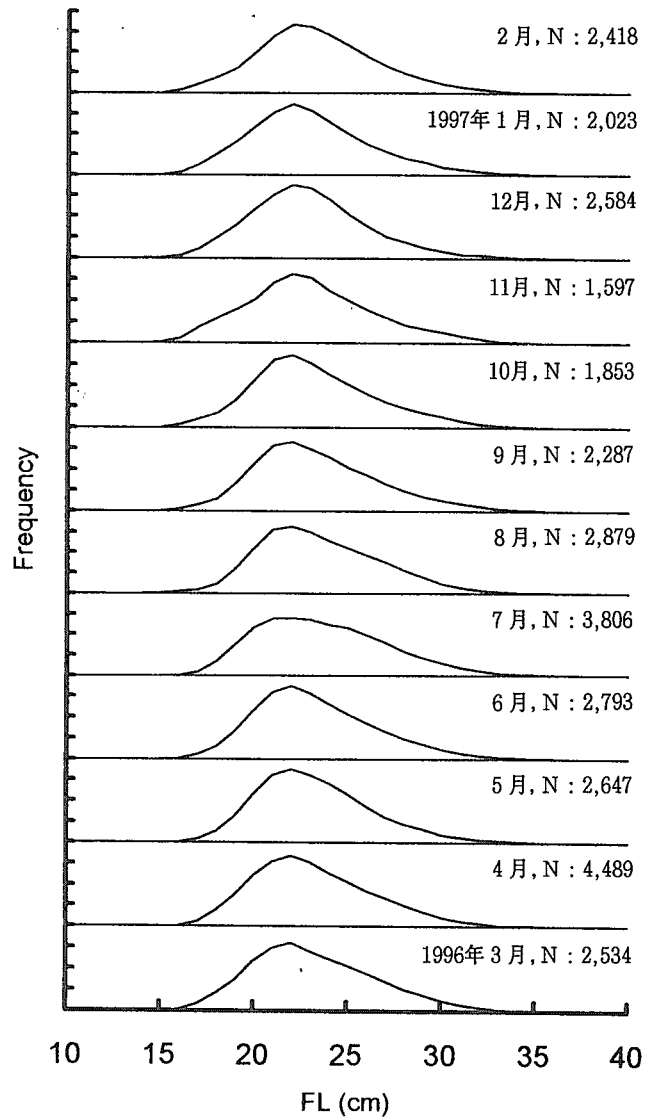


図11 月別体長組成

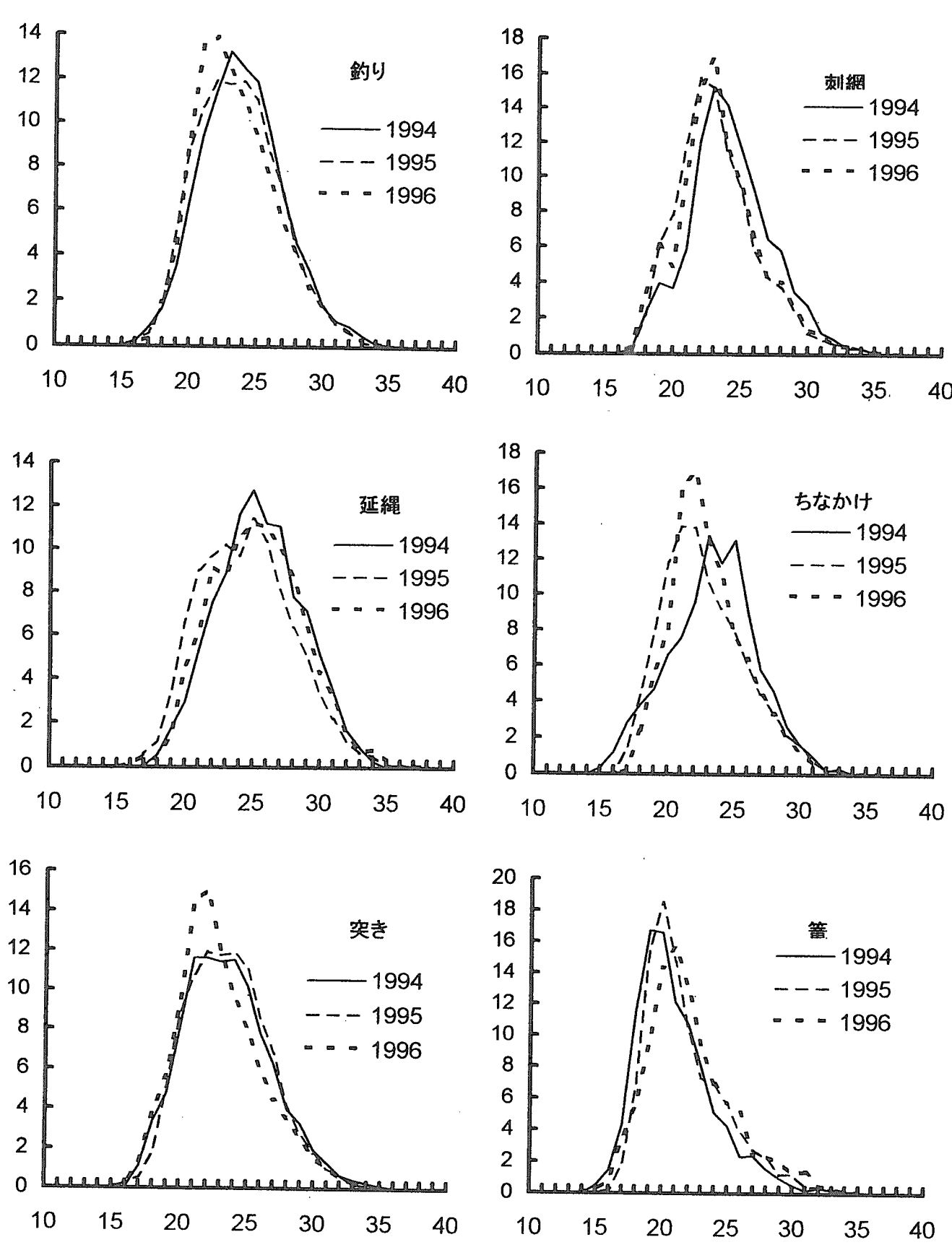


図12 漁法別体長組成年計の年変化

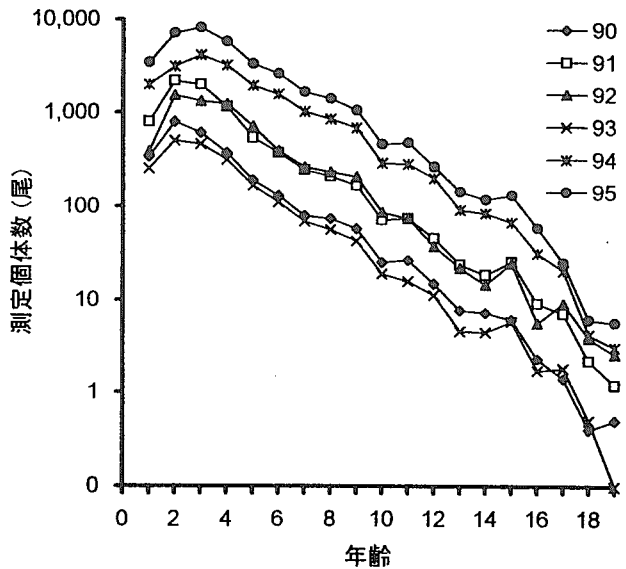


図13 体長一年齢変換表を基に変換した年齢組成

まず年齢別体長組成の各年齢の平均体長とその分散を求める。各年齢群は一定の生残率で減少していくものとする。そこで初期値として適当な生残率(全減少係数 Z_0)をあたえて、年齢組成を計算し各年齢群に対して平均体長と分散から体長一年齢変換表を作成する。これを基に体長組成を年齢組成に変換する。その結果得られた年齢組成から全減少係数 Z_1 を計算し、この Z_1 に基づく体長一年齢変換表を再び作成し同様の計算で Z_2 を得る。10回程度の繰り返し計算でほぼ Z は収束する。この収束した Z が求める全減少係数で、その年齢組成が目的の年齢組成となる。イソフエフキで実際に得られている

年齢別平均体長、分散とある Z から体長組成を作成し、この方法で Z を求めると10回以内の繰り返し計算で初期値 Z_0 から当初に与えた Z に収束した(図14)。従ってこの方法は標本の採集年と体長測定を行なった年が異なっているときでも、それなりの Z と年齢組成が得られる方法と考えられる。年齢組成の推定は以上の方法を用いて行なった。

イソフエフキの産卵期は3月下旬から6月下旬あるいは7月上旬までであるから、3~6月、7~10月、11~2月をまとめ1年を3期に分けた。体長組成、年齢別の平均体長、分散なども各3期にまとめて扱った。1995年3月~1996年2月及び1996年3月~1997年2月の間に行なった体長測定はそれぞれ36,554尾11,578kgと31,910尾9,949kgとなった。その間の漁獲量はそれぞれ41,248.6kg、39,993.6kgであったから重量調査率は28.1%、24.9%になり、推定水揚げ尾数は130,085尾、128,152尾となった。体長組成を基に年齢別漁獲尾数に変換した結果を表3に示す。全減少係数 Z は1994年0.3885、1995年0.4113及び1996年0.4271となった。1994年の Z が小さいのは大型魚の漁獲が多かったことが原因である(海老沢、1997)。

○ 自然死亡係数 M の推定

今 $Z = F + M$ の Z が得られている。資源解析に必要な自然死亡係数 M は Z より必ず小さい値であり、当然 $M < 0.4113$ になる。そこで M を図15に示す範囲で変化させ、それに対応する F から($F + M =$

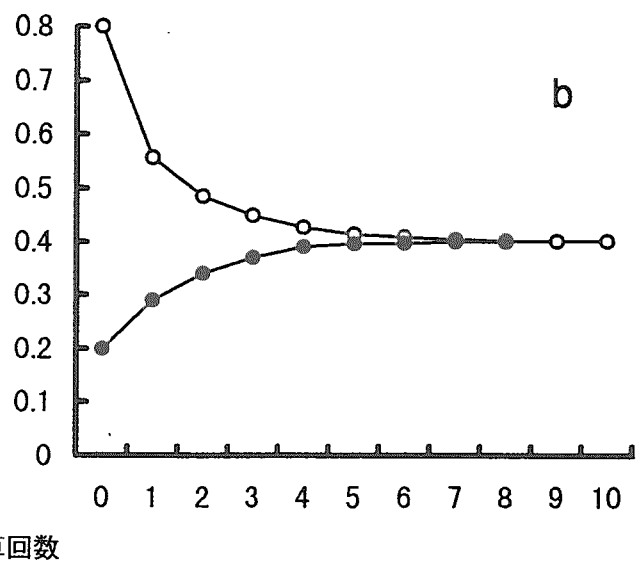
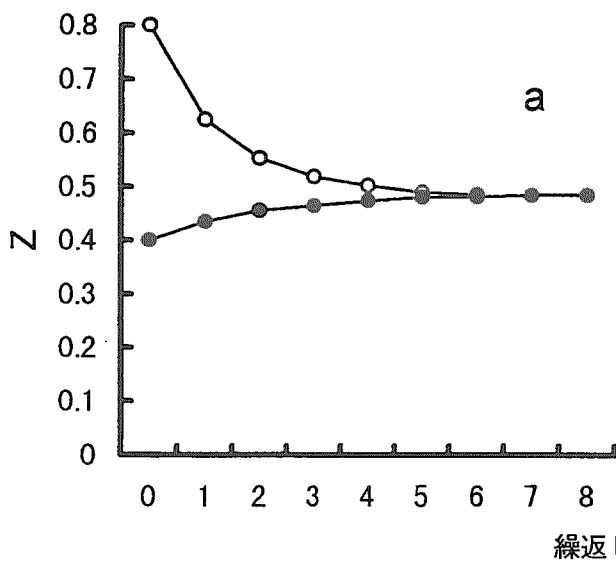


図14 初期値 Z_0 から Z へ収束する様子、aは $Z=0.5$ の年齢組成から体長組成を作成した場合、bは $Z=0.4$ の年齢組成から体長組成を作成した場合

表3 推定年齢別漁獲尾数(3月-2月)

Age/Year	1994	1995	1996
0	0	0	0
1	13,111	12,428	11,624
2	23,883	30,784	30,183
3	24,728	27,171	29,777
4	20,796	20,122	20,127
5	14,883	13,710	12,864
6	9,901	8,943	8,232
7	6,473	5,790	5,315
8	4,269	3,781	3,465
9	2,843	2,491	2,269
10	1,908	1,647	1,486
11	1,293	1,094	977
12	877	727	640
13	596	483	419
14	405	321	274
15	275	213	179
16	187	141	116
17	127	94	76
18	86	62	49
19	59	41	32
20	39	27	21

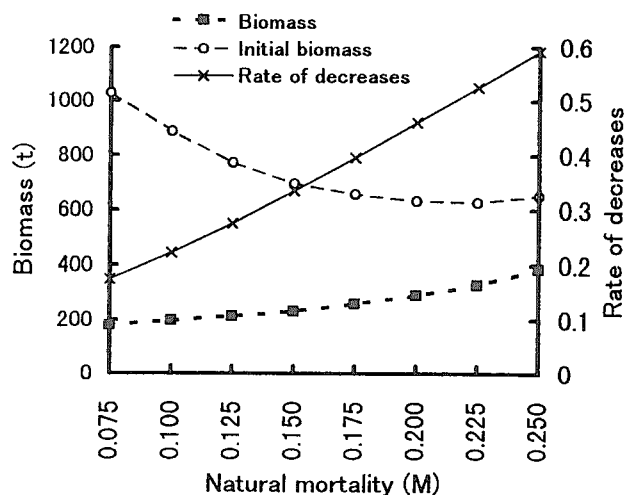


図15 1995年の全減少係数 $Z=0.4113$ 、年間漁獲量41.5tを満たすべき自然死亡係数 M と初期資源量の関係

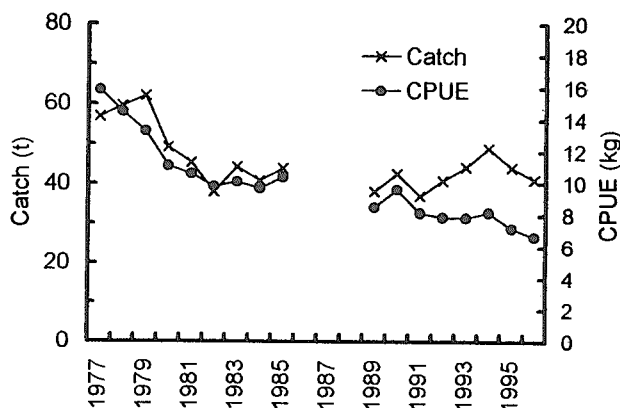


図16 県漁連における年間漁獲量とCPUEの変化

0.4113)、年間漁獲量41.5tを満たす資源量、初期資源量をシミュレートした。 M を決定するためには、現在の資源の状態が初期の資源状態からどの程度減少しているか判ればよい。そこで県漁連におけるイソエフキの年間漁獲量と1回水揚げ当たりの漁獲量(CPUEとして扱う)を図16に示す。1977年と比較して現在のCPUEは1/2程度まで減少している。それ以前の資料は無いが、その当時はダイナマイト漁などが全盛の時代があり、また1977年以後の急激なCPUEの減少を考えると現在は初期の資源状態の1/4程度まで減少しているものと考えられる。その場合には $M=0.125$ 前後が適当な値となる。

○ 年齢別の推定資源尾数

$M=0.125$ 、1995年の漁獲量41.5tを平衡漁獲量と仮定して計算した年齢別の資源尾数を表4に示す。八重山海域には約213t、782,000尾の資源量があることになる。しかし漁法別体長組成に見られる近年の小型化、漁法別CPUEの減少傾向を考えると平衡漁獲量は41.5tより少ないことは明らかである。またこの漁獲量は県漁連へ出荷された分のみで島内で消費された分を含んでいない。これらの問題点は平成9年度の調査の中で改善していくこととして、ここでは平衡漁獲量をとりあえず41t程度と仮定して以下の解析を行なった。

○ 年間漁獲量を変化させたときの資源の変動状態

年間漁獲量を30t、35t、40t及び45tに変化させたときの資源の変動を表5に示す。年間漁獲量が30tでは5年後には資源量で36%、産出卵数で50%増加する。年間漁獲量45tでは5年後には資源量で13%、産出卵数で17%減少する。

表4 1995年3月～1996年2月の間のくちなぎの年齢別漁獲尾数

年齢	体長(cm)	体重(kg)	利用率	資源尾数	資源重量(kg)	漁獲尾数	漁獲重量(kg)	推定尾数
1	18.7	0.139	0.225	215,500	29,922.6	12,646	1,756.0	12,471
2	21.1	0.203	0.71	178,314	36,283.1	30,898	6,287.1	30,892
3	23.1	0.270	0.9	128,415	34,648.0	27,494	7,418.1	27,267
4	24.8	0.334	1	87,584	29,270.2	20,558	6,870.5	20,192
5	26.1	0.394	1	58,050	22,888.6	13,626	5,372.6	13,757
6	27.2	0.449	1	38,475	17,268.1	9,031	4,053.3	8,975
7	28.2	0.497	1	25,501	12,680.2	5,986	2,976.4	5,810
8	28.9	0.540	1	16,901	9,119.8	3,967	2,140.7	3,792
9	29.5	0.576	1	11,202	6,453.8	2,629	1,514.9	2,500
10	30.0	0.607	1	7,425	4,509.5	1,743	1,058.5	1,650
11	30.4	0.634	1	4,921	3,119.2	1,155	732.2	1,096
12	30.8	0.656	1	3,262	2,140.2	766	502.4	725
13	31.1	0.675	1	2,162	1,459.0	507	342.5	482
14	31.3	0.691	1	1,433	989.4	336	232.3	285
15	31.5	0.704	1	950	668.2	223	156.8	214
16	31.6	0.714	1	629	449.7	148	105.6	142
17	31.8	0.723	1	417	301.8	98	70.8	85
18	31.9	0.731	1	276	202.1	65	47.4	60
19	31.9	0.737	1	183	135.1	43	31.7	39
20	32.0	0.742	1	121	90.1	29	21.2	25
21	32.1	0.746	1	80	60.1	19	14.1	—
22	32.1	0.750	1	53	40.0	13	9.4	—
23	32.2	0.753	1	35	26.6	8	6.2	—
24	32.2	0.755	1	23	17.7	6	4.2	—
25	32.2	0.757	1	16	11.8	4	2.8	—
26	32.2	0.758	1	10	7.8	2	1.8	—
合計				781,939	212,763	131,999	41,729	130,459

○ 体長制限も併せて行なう場合の資源の変動状態
 漁獲サイズを20cm以上にし、それ以下の個体は海に放流した場合の資源の変化を表6に示す。年間漁獲量をそれぞれ30t、35t、40t及び45tと変化させたときの5年後の資源の変化は制限しない場合と比較してもあまり大きな変化はなく、効果的な方法とは言えないようである。

○ 資源管理の方向性と目標漁獲量

資源を管理する上で最も効果のあるのは漁獲量規制である。現在のイソフエフキの漁業は産卵期から夏場にかけて多獲しており、産卵親魚を保護する上でも産卵期の漁獲量を減少させ、年間漁獲量を減少させることが最も効果的であると考えられる。そのためには産卵期に産卵集群をねらった漁業を一切行なわないことが理想的ではあるが、とりあえずは八

重山海域にある主な産卵場とその周辺海域を数カ所、主産卵期である4月と5月に禁漁とすることが適当であろう。産卵期におけるイソフエフキの移動範囲は最大でも1km前後の範囲であるから、禁漁区域の広さは産卵場を中心に2km四方程度の広さを確保する必要のあるものと考えられる。

この禁漁によって4月、5月の漁獲量が他の月と同程度の3t前後まで減少したとすると、過去の例では、1996年36t、1995年36t、1994年38.7t、1993年37.2t、1992年36tと、年間漁獲量は36t～38t程度まで減少することになり、資源は回復に向かうと予測される(表2)。しかしこの予測にはいくつかの仮定も含まれているため、当面(5年間程度)は禁漁による漁獲量の減少と、資源の変動の状況をみるべきであろう。その状態によって禁漁区域の数の増減を検討していくのが適当ではないだろうか。

表5 現在の年齢組成から漁獲量を変化させたときの、各漁獲量に対する5年間の資源の変動の状況

年間漁獲量		現在	1年後	2年後	3年後	4年後	5年後
30t	F+M	0.4113	0.307	0.292	0.28	0.27	0.261
	漁獲量 (t)	41.7	30.3	30.3	30.1	30.1	30.1
	資源量 (t)	212.4	228.0	243.7	259.1	274.0	288.3
	相対資源量	1.00	1.07	1.15	1.22	1.29	1.36
	相対産出卵数	1.00	1.09	1.20	1.30	1.40	1.50
35t	F+M	0.4113	0.348	0.337	0.326	0.317	0.309
	漁獲量 (t)	41.7	35.0	35.1	35.0	35.1	35.1
	資源量 (t)	212.4	221.7	231.1	240.4	249.4	258.1
	相対資源量	1.00	1.04	1.09	1.13	1.17	1.22
	相対産出卵数	1.00	1.06	1.12	1.18	1.24	1.30
40t	F+M	0.4113	0.395	0.391	0.387	0.383	0.379
	漁獲量 (t)	41.7	40.1	40.1	40.1	40.1	40.0
	資源量 (t)	212.4	214.9	217.3	219.8	222.3	224.7
	相対資源量	1.00	1.01	1.02	1.03	1.05	1.06
	相対産出卵数	1.00	1.01	1.03	1.05	1.06	1.08
45t	F+M	0.4113	0.448	0.46	0.473	0.488	0.504
	漁獲量 (t)	41.7	45.0	45.0	45.0	45.1	45.1
	資源量 (t)	212.4	207.4	202.1	196.6	191.0	185.2
	相対資源量	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.87
	相対産出卵数	1.00	0.97	0.94	0.90	0.86	0.83

表6 現在の年齢組成から漁獲量を変化させたときの、各漁獲量に対する5年間の資源の変動の状況、(20cm未満を漁獲禁止とした場合)

年間漁獲量		現在	1年後	2年後	3年後	4年後	5年後
30t	F+M	0.4113	0.321	0.304	0.289	0.277	0.267
	漁獲量 (t)	41.73	30.07	30.13	30.10	30.14	30.16
	資源量 (t)	212.76	228.74	245.15	261.50	277.34	292.50
	相対資源量	1.00	1.08	1.15	1.23	1.30	1.37
	相対産出卵数	1.00	1.09	1.20	1.30	1.41	1.51
35t	F+M	0.4113	0.366	0.352	0.338	0.327	0.316
	漁獲量 (t)	41.73	35.06	35.11	35.03	35.13	35.01
	資源量 (t)	212.76	222.51	232.80	243.32	253.54	263.57
	相対資源量	1.00	1.05	1.09	1.14	1.19	1.24
	相対産出卵数	1.00	1.05	1.12	1.18	1.25	1.32
40t	F+M	0.4113	0.417	0.411	0.404	0.397	0.39
	漁獲量 (t)	41.73	40.01	40.05	40.07	40.07	40.02
	資源量 (t)	212.76	215.74	219.32	223.20	227.17	231.17
	相対資源量	1.00	1.01	1.03	1.05	1.07	1.09
	相対産出卵数	1.00	1.01	1.03	1.05	1.08	1.11
45t	F+M	0.4113	0.478	0.49	0.5	0.512	0.524
	漁獲量 (t)	41.73	45.07	45.08	45.01	45.08	45.08
	資源量 (t)	212.76	208.02	203.75	199.91	196.07	192.25
	相対資源量	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90
	相対産出卵数	1.00	0.96	0.93	0.90	0.88	0.85

表7 くちなぎの月別漁獲金額 (円)

月/年	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989
3	3,744,660	3,468,045	4,584,037	3,722,533	6,003,303	3,210,088	3,303,769	4,158,533
4	6,107,707	7,274,001	8,663,195	6,548,233	5,617,223	5,047,120	7,603,079	5,828,918
5	4,249,390	4,333,532	7,460,266	8,010,664	5,887,556	6,717,964	6,910,693	4,389,677
6	3,234,605	3,615,144	3,710,828	3,758,454	3,706,037	3,705,214	5,281,574	3,627,418
7	3,838,104	3,956,844	6,216,889	5,746,400	4,612,925	3,423,102	5,240,939	2,908,082
8	4,629,913	3,691,339	4,906,798	4,607,623	4,184,443	4,646,364	1,151,869	3,747,061
9	2,923,819	3,796,343	3,398,598	3,573,104	3,818,166	2,697,080	3,313,187	3,113,540
10	3,136,842	2,989,599	3,092,504	2,544,570	2,948,848	2,546,644	3,043,736	3,119,094
11	2,695,600	3,408,768	3,131,101	2,938,977	3,317,245	2,506,816	2,582,830	2,528,196
12	3,945,658	2,687,729	3,785,960	4,381,837	4,113,068	3,146,060	3,536,810	3,313,468
1	3,514,927	2,541,697	3,156,478	3,588,880	2,726,316	2,803,460	3,586,475	3,576,825
2	3,373,351	2,789,798	3,123,323	3,079,194	3,680,738	2,883,332	3,200,113	4,192,947
年計	45,394,576	44,552,839	55,229,977	52,500,469	50,615,868	43,333,244	48,755,074	44,503,759
4-5月計	10,357,097	11,607,533	16,123,461	14,558,897	11,504,779	11,765,084	14,513,772	10,218,595

○ 資源管理から予測される経済的効果

産卵期は大量に漁獲されるため価格が大幅に下落することがある。そこで県漁連の4月～5月における月別漁獲量と平均単価の関係を調べたところ負の相関が認められ (図17)、以下の関係式が得られた。

$$\begin{aligned} \text{単価 (円)} &= 1330 - 0.04418 \times \text{漁獲量 (kg)} : r^2 \\ &= 0.4125 \end{aligned}$$

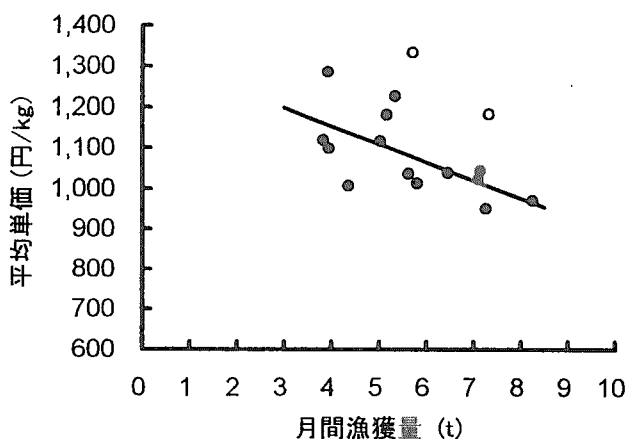


図17 4月と5月における月別漁獲量 (t) と平均単価 (円) の関係 (○は回帰から除いて扱った)

4月、5月の月間漁獲量を3tとすると平均単価は約1,200円となり水揚げ金額は360万円x2月の720万円と予測される。これは1989年以後どの年の4月5月の水揚げ金額よりも少ないことになるが (表7)、年間漁獲量が減少するため資源状態は回復にむかい、5年後には現在より20%程度資源が増大する。これに対して月間漁獲量を現状の6t程度とすると平均単価は約1,060円となり、4月、5月の2ヶ月間で約1,270万円の水揚げになるが、これは最初の6tを720万円で売ることに対して残りの6tを550万円 (kg単価915円) で安売りしていることになる。この時の年間漁獲量は42t～44t程度で、5年後には現在より資源量が5%～10%程度減少する。これは資源を減少させながら安売りするという、資源のムダ使いをしていることを意味する。資源管理を行う場合と行わない場合では、5年後の資源量には30%程度の差が出てくることになり、資源管理を行うことによって生じる一時的な所得の減少は、将来的には資源の回復により取りもどせるだろう。

文献

海老沢明彦 (1997) : 八重山海域におけるイソフエキの資源生態調査 (資源管理型漁業推進調査、平成7年度沖縄県水産試験場事業報告書、p109-118。