

資源管理型漁業推進調査 (ハマフエフキの資源管理)

海老沢明彦

1. 目的

今帰仁・羽地海域ではたまん (ハマフエフキ) の若齢魚の漁獲圧が大きく、資源の利用上あまり合理的とは言えない状態での漁業が続けられている。そこで現状のたまん資源の利用状態に何らかの対策をほどこし、資源をより合理的に利用できるようなルール作りを行うため、平成 10 年度から資源管理型漁業推進調査を導入し各種の調査を実施してきた。平成 10 年度の報告でこの海域における過去 15 年間の漁獲量、年齢別漁獲尾数、年齢別資源尾数など漁獲統計資料を整理した。平成 11 年度ではそれに新たな 1 年間の漁獲統計を加え、それを基に漁業の形態を変化させた場合の資源の変動状況をいろいろシミュレートし、最も適当そうな資源の管理手法を探索した。

2. 材料及び方法

1) 用いた統計データ

漁獲量、年齢別漁獲尾数、年齢別資源尾数は前報 (海老沢, 2000) で得た 1998 年までのデータに、1999 年に得られた分を加えて用いた。表 1 にタマンの漁獲量の推移を示す。平成 11 年は過去最大の漁獲

量の 8.2t が対象海域から漁獲された。表 2 に年齢別漁獲尾数を、表 3 に年齢別資源尾数を示す。漁獲量が過去最大となったのは 1998 年生まれ群が過去最高の資源尾数であり、これをねらって漁獲圧力が増大した結果である。年齢別資源尾数で 1999 年生まれ群はまだ完全加入以前の段階であり、数量予測ができないので、作為的に少ない加入量を想定した。

2) シミュレーションの方法

この海域におけるタマンは平均して約 40,000 尾程度の資源尾数である (表 3)。1999 年の年齢組成を基に毎年の加入量を 15 年間の平均である 15,000 尾と想定した。1999 年の年齢組成から表 3 の年齢別漁獲尾数及び自然死亡 ($M=0.125$) による減耗を差し引いて得られた 2000 年の年齢組成 (網掛け数字の部分) をシミュレーション開始の年齢組成とした (表 4)。年齢に対応した体重は、年齢更新時ではなく漁期中間の体重 (年齢+0.5 から計算) を用いた。漁獲死亡係数 F は一般的には高齢魚では F がそのまま、若齢魚では F より小さな値がかかるが、コホート解析による年齢別 F は 1 歳から 3 歳程度で最も大きく、それより高齢では小さくなっている (海老沢, 2000)。これはこの海域では若齢のタマンが漁獲の主対象となっているためであり、それをある

表 1. 今帰仁・羽地海域における月別タマン漁獲量 (kg)、放流: 栽培漁業技術開発事業調査、収集: 漁獲情報収集管理事業からの資料

	1985	1987	1988	1989		1990		1991		1992		1993		1994	1995	1996	1997	1998	1999
	放流	放流	放流	収集	放流	収集	放流	収集	放流	収集	放流	収集	放流	収集	収集	収集	収集	収集	収集
Mar	-	-	355.7	246.9	330.8	455.3	498.7	138.7	293.1	490.2	-	213.3	399.9	258.2	334.9	234.2	185.3	219.8	387.3
Apr	-	-	511.1	389.7	561.2	391.5	459.1	250.1	410.5	292.6	-	287.0	454.3	221.9	405.2	225.2	361.7	233.9	303.8
May	536.5	-	409.0	443.0	1048.5	335.7	515.2	243.4	566.2	379.3	-	282.0	781.6	363.1	680.2	544.9	387.6	352.4	489.0
Jun	231.0	-	323.4	559.3	841.3	261.7	349.8	153.2	389.2	133.3	-	384.1	546.0	373.4	298.8	270.4	464.8	406.2	520.8
Jul	773.0	-	532.6	536.4	850.8	390.4	473.9	325.8	577.1	270.3	-	217.4	374.0	159.9	407.2	510.1	526.2	506.9	750.2
Aug	816.0	-	582.8	561.3	626.9	372.9	416.1	308.2	378.2	248.3	-	403.3	627.9	281.3	533.8	896.6	1084.5	499.0	934.1
Sep	633.5	-	517.5	379.9	381.9	512.9	533.9	303.7	428.7	593.1	-	556.2	621.4	365.5	1125.3	528.3	-	285.3	954.7
Oct	1045.0	-	1164.6	615.2	650.8	474.0	474.0	968.3	919.1	860.2	-	409.8	521.3	1112.5	726.9	659.1	677.3	608.8	1078.3
Nov	755.0	-	509.2	379.4	341.3	235.7	291.2	701.9	705.4	492.8	-	-	-	794.2	486.3	300.8	317.6	277.2	779.9
Dec	515.0	-	624.7	512.1	435.0	400.0	415.5	417.3	494.0	859.4	-	394.2	419.8	531.8	513.2	351.1	568.2	519.3	1193.2
Jan	-	378.2	396.7	240.3	245.8	206.5	318.1	447.1	-	264.5	296.2	400.3	-	334.0	284.3	275.3	238.1	206.8	478.0
Feb	-	242.0	399.2	251.7	264.9	172.1	196.1	373.7	-	269.3	319.3	237.3	-	320.2	168.1	202.6	160.0	278.4	322.6
Total			6306.5	5115.2	6579.2	4208.7	4941.6	4631.4		5153.3		3784.9		5116.0	5964.2	4998.6	4951.3	4394.0	8191.9

表2 今帰仁・羽地海域におけるたまんの年齢別漁獲尾数(3月から翌年2月までを1年とする)

Age	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0	63	32	48	34	50	52	82	58	16	115	16	187	21	83	10
1	7,507	4,306	3,373	8,849	4,088	3,030	8,611	6,048	7,002	8,310	6,409	1,977	7,447	2,436	11,155
2	2,360	3,851	2,678	1,995	3,726	3,367	1,819	4,285	3,967	3,233	5,225	3,880	2,560	3,319	4,006
3	973	899	1,608	805	1,131	1,095	778	472	889	778	1,221	1,104	1,617	765	1,227
4	360	498	607	467	546	335	430	262	209	259	460	393	671	353	562
5	113	281	281	246	261	146	215	153	106	112	200	184	305	191	251
6	58	163	160	149	138	76	120	72	73	64	104	90	167	118	112
7	33	101	105	91	85	45	76	37	51	42	52	53	104	75	60
8	17	63	69	51	55	26	49	23	32	25	27	34	68	46	37
9	8	36	44	27	35	13	31	15	17	15	14	21	48	59	25
10	5	20	29	16	23	8	18	8	9	8	10	12	31	18	15
11	4	11	16	9	13	5	12	5	4	4	6	7	19	10	9
12	2	6	9	5	7	2	8	2	2	2	3	5	12	7	5
13	1	3	5	2	4	1	4	1	1	1	1	3	7	3	2
Total	11,504	10,270	9,032	12,746	10,162	8,201	12,253	11,441	12,378	12,968	13,748	7,950	13,077	7,483	17,474

表3 今帰仁・羽地海域におけるたまんの年齢別資源尾数

Age\Year	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0	12,179	10,291	19,304	12,271	8,477	19,533	16,300	17,212	21,491	17,888	9,759	18,169	13,034	25,260	10,100
1	16,650	10,689	9,052	16,990	10,797	7,433	17,189	14,307	15,135	18,951	15,678	8,597	15,858	11,483	22,214
2	5,440	7,642	5,387	4,819	6,681	5,688	3,714	7,080	6,945	6,779	8,918	7,815	5,730	6,999	7,846
3	2,643	2,584	3,126	2,239	2,380	2,396	1,857	1,569	2,224	2,402	2,945	2,961	3,252	2,651	3,058
4	1,336	1,419	1,436	1,248	1,219	1,037	1,085	907	941	1,126	1,389	1,452	1,576	1,350	1,621
5	713	841	784	697	663	563	600	554	555	634	751	793	912	761	860
6	445	523	478	428	384	340	360	328	345	390	454	474	527	519	492
7	280	338	309	272	238	209	228	205	221	236	284	303	334	309	347
8	172	216	204	174	154	130	142	130	146	148	169	202	217	197	202
9	107	136	131	115	106	85	90	80	93	99	107	124	146	128	131
10	67	87	86	75	76	60	62	51	56	66	73	81	89	84	86
11	47	54	58	48	51	45	46	38	37	41	51	55	21	50	57
12	31	38	38	36	34	33	35	29	29	29	32	39	42	36	35
13-	25	26	28	25	27	24	27	24	24	24	24	26	30	26	25
Total	40,137	34,883	40,421	39,436	31,287	37,576	41,736	42,513	48,242	48,813	40,634	41,091	41,768	49,853	47,074
Weight	11,754	12,921	12,427	11,097	10,947	9,937	9,717	9,965	10,873	11,699	13,321	13,091	13,536	12,917	14,484

* 生まれた年の10月頃の資源尾数、他の年齢は3月の年齢更新時の資源尾数

年齢以上は一定として計算するのは不具合である。そこでコホート解析で得られた年齢別 F を1985年から1998年までの間平均し、最も大きな値を示した2歳のそれを1、他の年齢ではその平均値に対応して調整した(表4の左側から4列目: Relative Fのコラム)。各年齢群別利用率(Utilization)はRelative Fとadjusterをかけた値とし、各年齢群に加わるFiはFとUiをかけた値とした。i 年齢群の漁獲尾数 $C_i = (F/Z) \cdot N_i (1 - e^{-Z})$ 、このi年齢群が翌年にi+1年齢群として残る個体数 $N_{i+1} = N_i \cdot e^{-Z}$ 、 $Z = F + M$ として、体長制限を行う場合は左側から5列目のAdjusterのコラムを年齢別に調整し、漁獲

努力量を制限する場合は2000年から2004年のブロック上部にあるZを調整し、漁獲量を調整する場合は同様にZを予定の漁獲量となるよう調整した。

3. 結果

1) 漁獲努力量を変更する場合

漁獲を全くしない場合 ($F=0$ 、 $Z=0.125$)、資源量は直線的に増大し、5年後には約70t程度となる(図1a)。Fを半分にした場合 ($Z = 0.125 + (0.85 - 0.125) / 2 = 0.49$)、漁獲量は4年間は現状より少なくなるが、5年目にはほぼ同程度となり、資

表 4 シミュレーションの基になった年齢組成

Linf 57.76
 k 0.3093
 t0 -0.04186
 a 0.00002522
 b 2.913
 recruit 15000

Age	length	weight	Relative e F	adjus ter	Utilizati on
0.5	8.9	0.01	0.01	1	0.01
1	21.9	0.20	0.72	1	0.72
2	31.4	0.58	1.00	1	1.00
3	38.4	1.04	0.72	1	0.72
4	43.6	1.50	0.54	1	0.54
5	47.4	1.91	0.44	1	0.44
6	50.1	2.26	0.40	1	0.40
7	52.2	2.54	0.38	1	0.38
8	53.8	2.75	0.36	1	0.36
9	54.7	2.92	0.36	1	0.36
10	55.5	3.05	0.31	1	0.31
11	56.1	3.14	0.26	1	0.26
12	56.8	3.21	0.21	1	0.21
13	56.9	3.27	0.14	1	0.14
14	57.1	3.31	0.10	1	0.10
15	57.3	3.33	0.10	1	0.10

1999		catch in		Catch in	
Number	Biomass	number	biomass	number	biomass
10,100	149.1	38	0.6		
22,214	4,503.5	11264	2,283.5		
7,846	4,558.3	4009	2,329.3		
3,058	3,190.6	1233	1,286.7		
1,621	2,437.3	523	786.1		
860	1,646.7	236	451.6		
492	1,111.6	123	277.0		
347	880.2	84	213.4		
202	556.2	47	128.8		
131	382.6	30	87.8		
86	262.0	17	52.3		
57	179.1	10	30.6		
35	112.5	5	15.6		
25	81.7	2	8.1		
47074		20051.3	17621.2	7951.4	

2000		catch in		Catch in	
Number	Biomass	number	biomass	number	biomass
15,000	221.4	53	0.8		
8,877	1,799.7	3423	694.0		
9,730	5,652.8	4752	2,760.7		
3,180	3,328.3	1223	1,275.8		
1,548	2,328.9	473	710.7		
942	1,803.4	244	467.4		
538	1,218.3	127	286.1		
319	810.3	73	185.5		
227	626.4	50	136.8		
134	382.8	29	85.0		
87	266.5	16	50.2		
60	187.9	10	30.2		
41	132.3	5	17.3		
26	86.0	2	8.0		
20	65.2	1	4.3		
40741		18916.1	10481.9	6712.9	

M		Z	
catch	biomass	catch	biomass
0.125	0.85	0.125	0.85
0.705	6.713	0.705	6.713
5.988.6	18,916	6,449.7	23,405.3

2001		catch in		Catch in	
Number	Biomass	number	biomass	number	biomass
15,000	221.4	43	0.6		
13,197	2,675.5	4,268	865.3		
5,150	2,982.2	2,144	1,245.3		
4,808	5,016.1	1,545	1,612.1		
1,857	2,791.8	470	707.2		
999	1,912.6	213	408.6		
643	1,452.2	124	280.8		
378	957.8	71	180.0		
228	621.5	40	111.3		
163	474.8	29	84.3		
96	293.5	15	45.1		
65	202.9	8	26.6		
45	146.0	5	15.5		
32	105.3	2	8.0		
21	70.6	1	3.7		
42,680		19,934.4	8,980	5,594.5	

2002		catch in		Catch in	
Number	Biomass	number	biomass	number	biomass
15,000	221.4	43	0.6		
13,197	2,675.5	4,268	865.3		
7,657	4,448.4	3,187	1,851.4		
2,545	2,655.2	818	853.4		
2,798	4,207.6	709	1,065.9		
1,198	2,294.8	256	480.2		
682	1,540.2	132	297.8		
451	1,143.6	85	214.9		
267	734.6	48	131.6		
161	471.1	29	83.6		
116	354.8	18	54.6		
71	223.5	9	29.3		
49	157.7	5	16.7		
36	116.2	3	8.8		
26	86.5	1	4.6		
44,255		21,331.1	9,610	5,988.6	

2003		catch in		Catch in	
Number	Biomass	number	biomass	number	biomass
15,000	221.4	43	0.6		
13,197	2,675.5	4,268	865.3		
7,657	4,448.4	3,187	1,851.4		
3,783	3,947.4	1,216	1,268.7		
1,481	2,227.2	375	564.2		
1,808	3,458.5	386	738.8		
818	1,847.9	158	357.3		
478	1,212.9	90	227.9		
319	877.1	57	157.1		
191	556.8	34	96.8		
116	352.0	18	54.1		
86	270.2	11	35.4		
54	173.6	6	18.4		
38	125.5	3	9.5		
29	95.4	2	5.1		
45,053		22,490.0	9,853	6,252.7	

2004		catch in		Catch in	
Number	Biomass	number	biomass	number	biomass
15,000	221.4	43	0.6		
13,197	2,675.5	4,268	865.3		
7,657	4,448.4	3,187	1,851.4		
3,783	3,947.4	1,216	1,268.7		
2,202	3,311.1	558	838.8		
956	1,830.7	204	391.1		
1,233	2,785.1	238	538.4		
574	1,455.3	108	273.5		
338	930.2	61	166.6		
228	664.8	40	118.0		
137	416.1	21	64.0		
85	268.1	11	35.1		
65	209.9	7	22.3		
42	138.2	3	10.4		
31	103.1	2	5.5		
45,528		23,405.3	9,967	6,449.7	

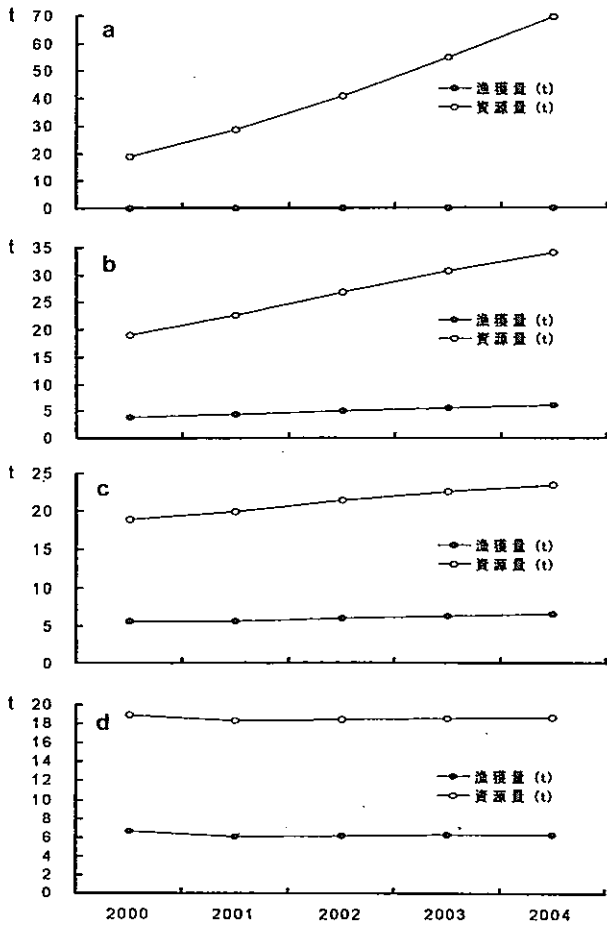


図1 漁獲努力量を変更した場合の漁獲量と資源量の変化の様子 (○は資源量、●は漁獲量をあらわす)
 a: 全く漁獲しない場合、b: 漁獲努力量を50%に削減した場合、
 c: 漁獲努力量を80%に削減した場合、e: 現在のまま漁業を継続した場合

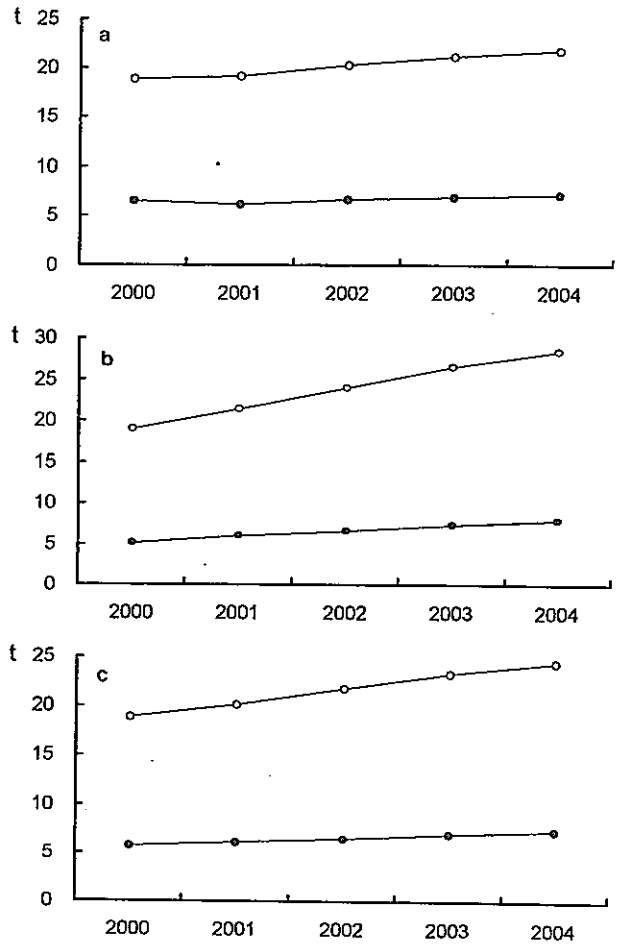


図2 全体の漁獲努力量を変えず若齢魚の漁獲規制を行った場合の漁獲量と資源量の変化の様子 (○は資源量、●は漁獲量をあらわす)
 a: 1歳魚にかかるFを50%に削減した場合、b: 1歳魚のFを30%に、2歳魚のFを50%に削減した場合、c: 1歳魚のFを50%に、2歳魚のFを70%に削減した場合

資源量は5年後は34t程度に増大する(図1b)。Fを90%に減少させる場合 $\{Z=0.125 + (0.85-0.125) \times 0.9=0.705\}$ は最初の3年間の漁獲量は僅かに減少するが、その後現在の水準と同レベルまで増え、資源量も23t程度に増大する(図1c)。現在の漁業をそのまま継続すると資源量は約18t程度、漁獲量は6t程度で推移する(図1d)。

2) 若齢魚の漁獲規制を行った場合

全体の漁獲努力量を変えずに、1歳魚にかかるFを半分に減少させると (adjusterを0.5にする) 1歳魚の漁獲尾数が現状の55%程度に減少し、漁獲量は1年目は減少するが2年目以後僅かに増大、資源量も僅かに増大する(図2a)。1歳魚にかかるFを0.3、2歳魚にかかるFを0.5にした場合は漁獲量は最初の2年は現状より僅かに減少するが、3年目以後増大し、資源量も5年後には28t程度となる(図

2b)。1歳魚にかかるFを50%に、2歳魚のFを70%に減少させる場合も最初の2年は漁獲量は減少するが、3年目以後増大し、資源量は24t程度に増大する(図2c)。

3) 漁獲許容量 (TAC) を設定した場合

TACを5tに設定した場合資源量は増大し5年後には30t程度となり、この時のFは現状の45%程度まで低下する(図3a)。TACを6tにした場合は資源量は5年後で22t程度と僅かに増大し、この時のFは80%程度に低下する。

4) 漁獲努力量を80%に減少させ、さらに若齢魚の漁獲規制を組み合わせた場合

全体のFを80%程度に減少させ、かつ1歳魚のFを0.5に低下させた場合(図4a)、1歳魚のFを30%に、2歳魚のFを50%に減少させた場合(図4b)、

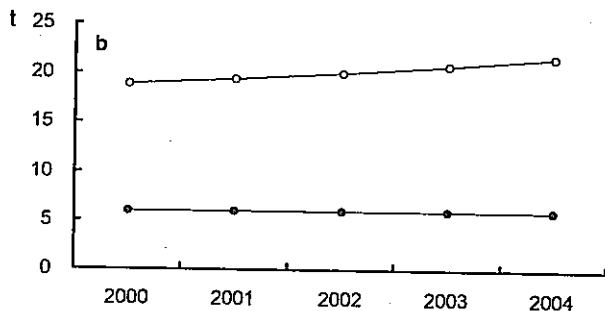
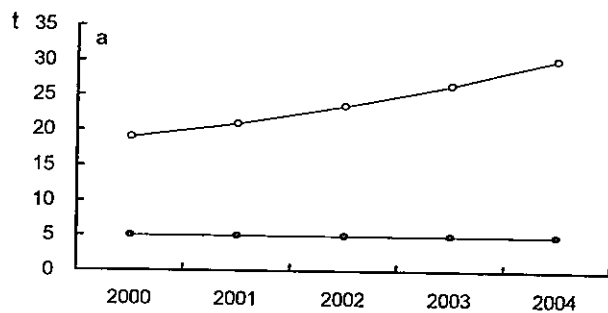


図3 漁獲量に上限(TAC)を設定した場合の資源の変化の様子
(○は資源量、●は漁獲量をあらわす)
a: 年間漁獲量を5tに制限した場合、b: 年間漁獲量を6tに制限した場合

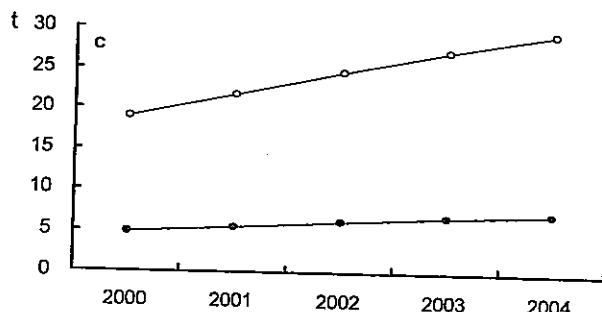
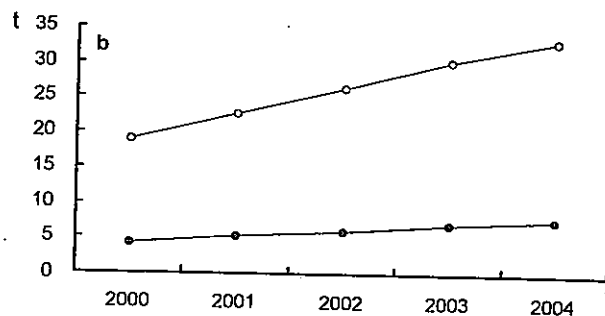
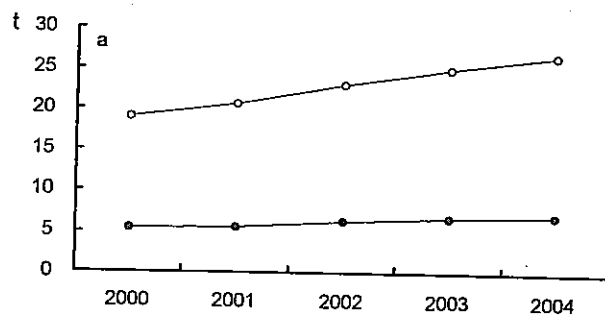


図4

全体の漁獲努力量を80%に削減し更に若齢魚の漁獲規制を行った場合の漁獲量と資源量の変化の様子 (○は資源量、●は漁獲量をあらわす)
a: 1歳魚にかかるFを50%に削減した場合、b: 1歳魚のFを30%に、2歳魚のFを50%に削減した場合、c: 1歳魚のFを50%に、2歳魚のFを70%に削減した場合

及び1歳魚のFを50%に、2歳魚のFを70%に減少させた場合(図4c)のそれぞれのケースで、なにもしない場合と比較すると最初の2年間の漁獲量は減少するが、3年目で同水準となり4年目以後漁獲量は増えた。資源量も全てのケースで比較的顕著に増大した。

4. 考察

それぞれのケースについて5年間の総漁獲量と、5年後の資源量に注目して表5にまとめた。5年間の漁獲量を現状より増大させるには全体のFを現状のままにして、若齢魚の漁獲規制を行うことが最も効果的であること、資源量の回復に注目するならば若齢魚の漁獲規制と並行して全体のFを少し減少させることが効果的なことが判る。反対にTACの導入、

及び全体のFを減少させることはあまり効果的でない。例えば全体のFを50%に削減した場合5年間の漁獲量は約25tで5年後の資源量は34tであるが、全体のFを80%に削減した上での若齢魚の漁獲規制(F: 1歳30%、2歳50%)では、ほぼ同じ資源水準に回復する上に5年間で合計30tの漁獲が可能である。また年間漁獲許容量(TAC)を6tとした場合5年間で30tの漁獲で、5年後には約22tの資源水準であるが、ほぼ同じ資源水準を達成できる1歳50%の漁獲規制では5年間で33tの漁獲が可能である。すなわち対象海域における効果的な資源管理の手法は、若齢魚の漁獲を確実に減少させることができる方法になる。その方法として考えられるのは、①刺網の網目規制、②釣りでの制限体長の設定と再放流の励行(制限以下のサイズの場合)、③若齢タマンが多く分布する場所の禁

表 5 管理の手法による漁獲量、資源量の違い

管理の手法	5年間で の総漁 獲量(t)	5年後の 資源量 (t)
漁獲努力量規制		
漁獲せず	0.0	69.4
Fを50%に	24.8	34.0
Fを80%に	29.9	23.4
現状のまま	31.5	18.6
若齢魚の漁獲規制		
1歳魚のFを50%に	33.1	21.8
1歳魚のFを30%に、2歳魚のFを50%に	32.8	28.3
1歳魚のFを50%に、2歳魚のFを70%に	32.7	24.3
若齢魚と努力量の両方を規制 (全体のFを80%に減少させた上)		
1歳魚のFを50%に	30.9	26.6
1歳魚のFを30%に、2歳魚のFを50%に	30.1	33.1
1歳魚のFを50%に、2歳魚のFを70%に	30.2	29.2
総漁獲量規制(TAC制)		
年間 5t	25.0	30.1
年間 6t	30.0	21.6

漁区域設定、④ 若齢タマンは漁獲しない方が収入が増えるという意識を漁業者に啓蒙 … などがある。しかしこれらは地域の漁業形態によって実現可能、不可能が考えられるため、地域の漁業者自らが選択する必要がある。

文献

海老沢明彦 (2000) : ハマフエフキの資源管理、平成 10 年度沖縄県水産試験場事業報告、76-81.