

沖縄島北部海域ハマフエフキ禁漁区域の効果について

(資源管理型漁業推進調査および統合的沿岸管理)

海老沢明彦

1. 目的

沖縄島北部の今帰仁・羽地海域ではハマフエフキを対象に人工種苗の放流効果および天然幼魚の生態調査が1980年代から1990年代にかけて実施されてきた(金城, 1986-1992; 海老沢, 1995)。それらの調査からは①屋我地島西側に分布する広大な海草藻場にはハマフエフキの幼魚が分布すること, ②ハマフエフキの来遊量は年によって変動し, 最大と最少で約3倍の違いがあること, ③人工種苗を放流しても捕食による大きな減耗により, ほとんど生き残らないこと, ④対象海域ではハマフエフキの若齢魚に対する漁獲圧が非常に大きく, 1歳で大多数が漁獲されてしまうことなどが明らかとなった。そこで種苗放流(栽培漁業)から不合理な漁獲を減少させる方法(資源管理)へと漁獲量の増大を図る方向が転換し, 2000年から若齢魚が多く漁獲される場所をその期間保護区域に設定する資源管理が開始された。その管理効果については断片的な報告があるものの(沖縄県水産海洋研究センター, 2007), 体系的には取りまとめられていない。そこで本調査は, このハマフエフキ若齢魚保護区のハマフエフキに対する保護効果を検証した。またその保護区域がハマフエフキ以外の有用水産生物に保護効果を及ぼしているのか否かを, 漁獲統計を解析することで判断した。

2. 材料および方法

1) 保護区の概要 保護区は図1に示した今帰仁地先の1区画約2km²と屋我地島西側の1区画約2.25km²の2区画である。保護期間は8月1日から11月30日までの4ヶ月間で, 2000年から2007年まで毎年継続して実施されている。この区画内では期間中, 採貝を含む全ての漁業が禁止されている。

2) 魚種別漁獲量の抽出 対象海域は名護湾から大宜味村にかけて共同3号として名護漁協, 本部漁協, 今帰仁漁協および羽地漁協が共同で利用する共同漁業権内の漁場である。対象海域での漁獲物の大半は名護漁協のセリ市場へ出荷される。沖縄県水産海洋研究センターには名護漁協を含む県内のほぼ全ての漁協セリデータが1989年から集められおり(本永, 1989), 漁獲量の集計はこれを利用した。名護漁協のセリデータは

漁業者コードを所属漁協別に1000番単位で割り振っており, 所属漁協ごとに漁獲量を集計するのは容易である。保護区は今帰仁漁協から羽地漁協にかけての海域に設定されており, そこは本部漁協と名護漁協所属の漁業者(特に網漁業)はあまり利用していない。そこで今帰仁漁協と羽地漁協の漁業者の漁獲のみを抜き出し集計した。保護区域の設置前後での漁獲量, 漁獲量と水揚げ回数から算出した1日当たりの漁獲量

(CPUE: kg/day)の変化を調べる種類は, 今帰仁および羽地漁協の漁業者が比較的多く漁獲する28グループとし, 表1にセリ市場名称とその構成種を示した。

3) “たまん”の漁獲量集計 ハマフエフキは市場では“たまん”と称されているが, “たまん”には別種のシモフリフエフキが僅かに含まれること, 養殖されたハマフエフキも“たまん”として区別されずに扱われること, などから以下に述べる方法で天然のハマフエフキ漁獲量を集計した。名護漁協のセリデータから今帰仁漁協と羽地漁協所属漁業者の漁獲物を抽出するところまでは他魚種と同様に行った。その後養殖“たまん”の重量を, 出荷者コードを基に抽出し除外した(表2のB:今帰仁・羽地計(たまん)となる)。体長測定調査時に漁場聞き取りを行っている底延縄漁業者で, 今帰仁漁協あるいは羽地漁協に所属しない漁業者の分については, 聞き取り時の漁場が常に対象海域である漁業者については, その漁業者の全ての漁獲量を対象海域の漁獲量と水揚げ隻数に含めた(漁獲量は表2のBに加えられる)。“たまん”の漁獲量とCPUEは以上の



図1 禁漁区域の位置(海上保安協会発行水路図から)

表1 漁獲量とCPUEを解析した魚種の名護漁協セリ市場名称とその構成種

市場名称	構成種
たまん	ハマフエフキ、シモフリフエフキ
まくぶ	シロクラベラ
赤仁	スジアラ、コクハンアラ
かーえー	ゴマアイゴ
あいご	アイゴ、ハナアイゴ、スクも含む
かます	タイワンカマス、オオメカマス、オニカマス等
ぐるくま	グルクマ
がちゅん	メアジ
がーら	ロウニンアジ属、カイワリ属等
こち	コチ
あしちん	ドロクイ、リュウキュウドロクイ
むーち	ヒスジタマガシラ
かたかし	コバンヒメジ、オオスジヒメジ、ホウライヒメジ等
くちく	サザナミハギ
ちん	ミナミクロダイ、オキナワキチヌ、ヘダイ
いらぶち	ブダイ科魚類全般
しちゅう	イスズミ、ミナミイスズミ、テンジクイサキ
くれー	コショウダイ属
甲いか	コブシメ、トラフコウイカ
いか	アオリイカ2タイプ
のこぎりがざみ	アミメノコギリガザミ、アカテノコギリガザミ
わたりがに	タイワンガザミ
わらぐち	セミエビ
いせえび	カノコイセエビ、シマイセエビ、ゴシキエビ、ニシキエビ
たこ	ワモンダコ、シマダコ
うに	シラヒゲウニ(身)
さざえ	チョウセンサザエ
こま貝	マガキガイ(身)

方法で得られたデータを用いた。すなわちこの段階ではシモフリフエフキが含まれた漁獲量と CPUE になっている(表2のB:今帰仁・羽地計の部分)。ただし1989年と1990年は天然魚の漁獲量は得られているが(海老沢, 2001), 養殖ハマフエフキの情報が残されていないため水揚げ隻数を集計できなかった。そこで漁獲量とCPUEの推移については1991年以後のデータのみを用いた。

4) ハマフエフキの年齢別漁獲尾数の推定方法 体長測定はハマフエフキとシモフリフエフキを原則的に2回/週の調査頻度で、名護漁協セリ市場においてセリ開始前に実施した。調査時には、漁業者毎に区別して(漁場と漁法が特定される)水揚げされたハマフエフキおよびシモフリフエフキ全数の尾叉長を、1cmスケールが記録された耐水紙上でmm台を切り捨てcm単位で計測した。

対象水域から得られた月別のハマフエフキの体長測定重量(表2のA:体長測定重量)とシモフリフエフ

キの体長測定重量(それぞれ体長から計算)から“たまん”中のハマフエフキの割合を計算した(表2のC:ハマフエフキの割合)。B:今帰仁・羽地計(たまん)と、この“たまん”中のハマフエフキの割合からハマフエフキの漁獲量を計算した(表2のD:ハマフエフキ漁獲量)。時々対象水域で操業する底延縄漁業者の漁獲物で、体長データが対象水域の扱いとなった分(表2のE:対象海域での今帰仁・羽地以外の漁業者の体長測定重量)をD:ハマフエフキ漁獲量に加え、これを対象水域での全漁獲量とした(表2のF:推定漁獲量:即ち $F=D+E$ ただし $D=B \times C$)。ハマフエフキの体長組成から年齢組成への変換は、海老沢(2000)を基に毎月の計算体長と実際の体長組成モード位置のズレを補正する方法(海老沢, 未発表)で行った。体長測定重量(表2, A)と推定漁獲量(表2, F)から各月の重量測定率を計算し、年齢別体長測定尾数を年齢別漁獲尾数に引き伸ばした。年齢別資源尾数等はPope(1972)に従い推定した。1990年以前の漁獲量データは海老沢(2001a)を用いた。

3. 結果

1) 有用水産生物の漁獲量と CPUE の変化

“たまん”の漁獲量(図2a)は1998年以前では1995年の約7tを除くと4.3tから6tの間を増減を繰り返しながら推移した。1999年に約9tへ増大した後2002年まではほぼ同量で推移し、2004年以後連続して減少し、2006年は5.9tとなった。CPUEは漁獲量の増減とほぼ一致し、1998年以前の約4kg/dayから2000年の5.8kg/dayへ増大、その後漸減し2006年には4.5kg/dayとなった。

“まくぶ”の漁獲量(図2b)は1989年の約2.9tが大でその後、1992年約2.7t、1999年約2.5tおよび2002年約2.4tと小刻みなピークを示したが、2004年以後約1.5-1.6tと最低を示した。CPUEは1989年から1994年にかけて3.6kg/dayと比較的安定して推移した後1997年にかけての減少(2.84kg/day)とその後増大(1999年3.7kg/day)、減少を繰り返し2006年は(3.97kg/day)1989年とほぼ同水準に増大した。

“赤仁”の漁獲量(図2b)は1989年から1999年にかけては、1991年(約2t)と1997年(約2.2t)等少ない年でも2t以上を示していたが、2003年以後急減し2005年まで1t以下であった。2006年は僅かに増大したが(1.4t)、それでも2002年以前と比較すると低水準であった。CPUEは増減を繰り返すが1999年の3.55kg/dayが最大で、その後減

表2 ハマフエフキの漁獲量と年齢別漁獲尾数の算出方法

	2005	Year total	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
年齢別体長測定尾数														
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		1573.7	0	0	91.9	48.9	57.4	73.2	242.1	280.6	197.1	198.1	187	197.3
2		2093.5	63.4	156.5	269.7	63.6	352.7	391.2	350.9	183.7	70.6	78.4	45.4	67.3
3		638.5	33.4	119	126.1	7.5	93.1	89.3	87.4	42.8	13	5.1	10.6	11.4
4		168.7	7	29.7	29.2	2.5	11.6	29.1	21.8	7.9	7.8	3.4	8.5	10.2
5		93.4	2.1	18.4	17	3	7.3	19.6	8.5	2.4	3.6	1.4	4.1	5.9
6		50.7	1.7	9.8	8.8	1.8	3.1	12.2	4.3	1.1	1.7	0.4	2.2	3.8
7		31	1.5	5.7	4.8	0.7	1.7	7.7	2.5	1.1	1.1	0.1	1.4	2.6
8		21.3	0.9	3.6	3	0.4	1.6	5.1	1.9	1	0.9	0	1.1	1.7
9		14.6	0.5	2.2	1.9	0.2	1.4	3.4	1.4	0.8	0.7	0	0.8	1.1
10		9.9	0.3	1.5	1.3	0.1	1.1	2.2	1.1	0.6	0.5	0	0.6	0.7
11		6.5	0.1	0.9	0.8	0.1	0.8	1.4	0.7	0.4	0.4	0	0.4	0.4
12		4.3	0.1	0.6	0.5	0	0.5	0.9	0.5	0.3	0.2	0	0.3	0.3
13		2.7	0	0.4	0.3	0	0.3	0.6	0.3	0.2	0.2	0	0.2	0.2
14		1.7	0	0.2	0.2	0	0.2	0.4	0.2	0.1	0.1	0	0.1	0.1
15		1.1	0	0.2	0.1	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.1
16		0.7	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0
17		0.4	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0
18		0.3	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0
19		0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20		0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A:体長測定重量(kg)			75.3	293.3	329.4	50.7	318.9	468.5	409.7	248.2	157.0	126.1	145.6	185.5
B:今帰仁・羽地計(たん)			318.8	527.0	880.6	320.8	867.7	725.3	870.0	581.2	358.3	443.0	274.1	293.5
C:ハマフエフキの割合			0.962	0.986	0.979	0.946	0.952	0.984	0.885	0.907	0.979	0.885	0.948	0.996
D:ハマフエフキ漁獲量(kg)			306.6	519.4	862.0	303.4	826.0	713.9	770.0	527.4	350.7	392.0	259.8	292.2
漁業者のハマフエフキ体長測定重量(kg)			0.0	95.2	0.0	0.0	12.7	137.6	17.8	32.1	0.0	0.0	18.9	13.1
F:推定漁獲量(kg)			306.6	614.6	862.0	303.4	838.7	851.5	787.8	559.5	350.7	392.0	278.7	305.3
G:重量測定率			0.246	0.477	0.382	0.167	0.380	0.550	0.520	0.444	0.448	0.322	0.522	0.607
	2005	Year total	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
年齢別漁獲尾数														
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		3,655	0	0	241	293	151	133	466	633	440	616	358	325
2		5,000	258	328	706	381	928	711	675	414	158	244	87	111
3		1,516	136	249	330	45	245	162	168	97	29	16	20	19
4		386	29	62	76	15	31	53	42	18	17	11	16	17
5		216	9	39	44	18	19	36	16	5	8	4	8	10
6		118	7	21	23	11	8	22	8	2	4	1	4	6
7		70	6	12	13	4	4	14	5	2	2	0	3	4
8		48	4	8	8	2	4	9	4	2	2	0	2	3
9		32	2	5	5	1	4	6	3	2	2	0	2	2
10		22	1	3	3	1	3	4	2	1	1	0	1	1
11		14	0	2	2	1	2	3	1	1	1	0	1	1
12		9	0	1	1	0	1	2	1	1	0	0	1	0
13		6	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
14		3	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
15		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

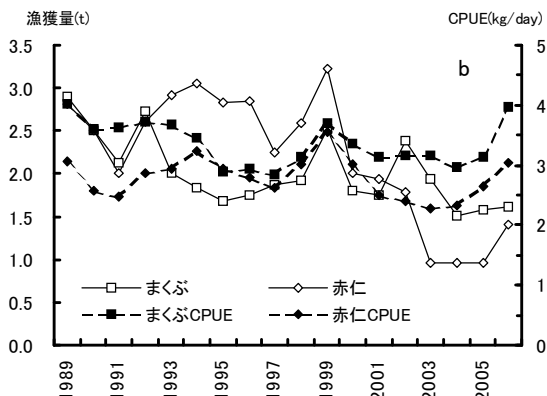
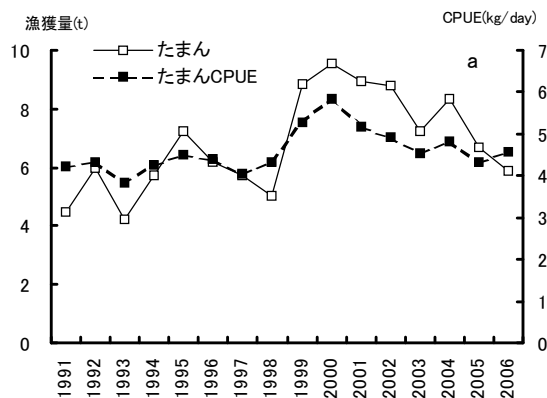


図2 a: たまご, b: まぐぶと赤仁の漁獲量とCPUE推移

少し 2003 年の 2.34kg/day が最低, 2004 年から 2006 年にかけては増大した。

“かーえー”の漁獲量(図 3a)は同属の“あいご”と比較すると, 量およびその変動が少なく, 1992 年の約 2.3t をピークに 1999 年にかけて漸減し, その後約 0.8t 前後で安定して推移した。CPUE は大きな変動は示さず, 漁獲量が漸減した 1992 年から 1999 年にかけては約 3.5kg/day を推移し, 漁獲量が低位で安定していた期間の 1999 年から 2003 年にかけて継続して減少し, その後ほぼ同水準を保って現在に至った。

“あいご”の漁獲量(図 3a)は変動が非常に大きく 1989 年の約 7.7t から, 増減を繰り返しながら 1998 年の約 4t へと減少, その後 2004 年の約 7.8t へと継続して増大した後 2006 年の約 3.4t と最低量に至った。CPUE の変動は漁獲量の変動と概ね一致しているが, 2005 年から 2006 年にかけてはほぼ同水準を保ち, 漁獲量の減少とは一致しなかった。

“かます”の漁獲量(図 3b)は 1989 年の約 2.9t から 1991 年約 1.5t に減少した後, 1994 年約 2.6t に増大し, その後僅かな増減を繰り返しながら 2005 年約 0.5t と最低を示し, 2006 年は約 0.9t であった。CPUE の変動も概ね漁獲量の変動と一致しているが, 1991 年と 2006 年を比較すると, 漁獲量の減少ほど顕著には減少して

いない。

“ぐるくま”の漁獲量(図 3b)は 1990 年の約 6.6t が最大で, その後 1994 年 1.7t へと急減した。その後 1995 年約 3.3t, 1996 年約 2.9t と回復を示したが, 1997 年以後 1.5t 以下と低位で推移した。2006 年は約 0.5t と期間中最低であった。CPUE は 1989 年から 1997 年の間では漁獲量の変化とほぼ一致したが, 1998 年以後大きな変動も減少傾向も示してはいない。

“がちゅん”の漁獲量(図 3c)は 1991 年のピークから 1994 年にかけての減少と, 1996 年のピークから 1998 年にかけての減少があり, 2000 年以後は低い水準で推移した。CPUE も 1991 年と 1996 年に大きなピークを持ち, この 2 年と前後する年以外では大きな変化を示

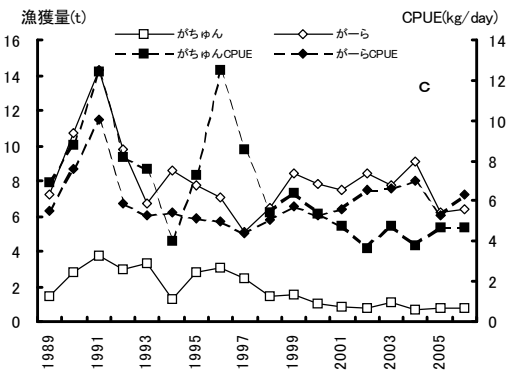
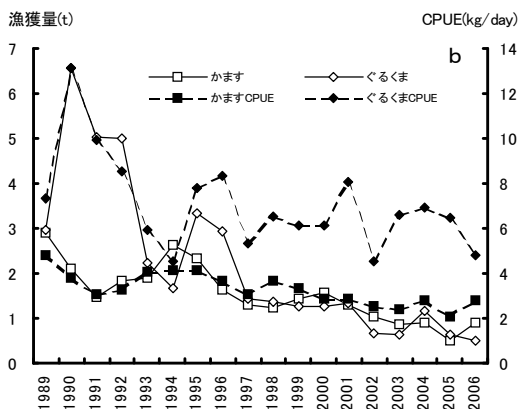
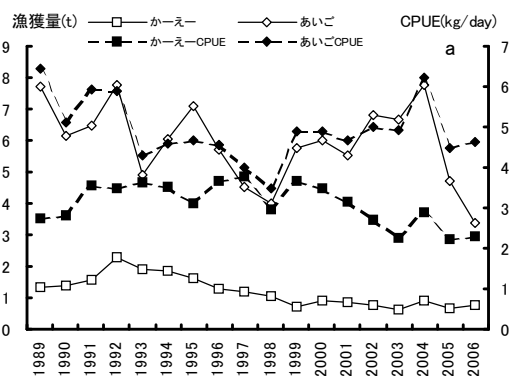


図3 a: かーえーとあいご, b: かますとぐるくま, c: がちゅんとがーらの漁獲量とCPUE推移

していない。

“がーら”の漁獲量(図3c)は1991年に14tと最大で1993年以後2006年まで平均約8tを推移した。CPUEも漁獲量が最大であった1991年に最大であったが、他の年は大きな変化を示さず、安定して推移した。

“こち”の漁獲量(図4a)は1992年に約1.9tと最大であったが、全体的に変動は少なく安定していた。CPUEも同様で1992年に僅かに大きかったが、期間中を通して極めて安定して推移した。

“あしちん”の漁獲量(図4a)は1989年(1t)から1994年(5.4t)にかけての急激な増大期、その後1997年(2.6t)から1999年(2.5t)にかけての減少期、ふたたび2004年(5t)にかけての増大期、2006年(2.8t)に

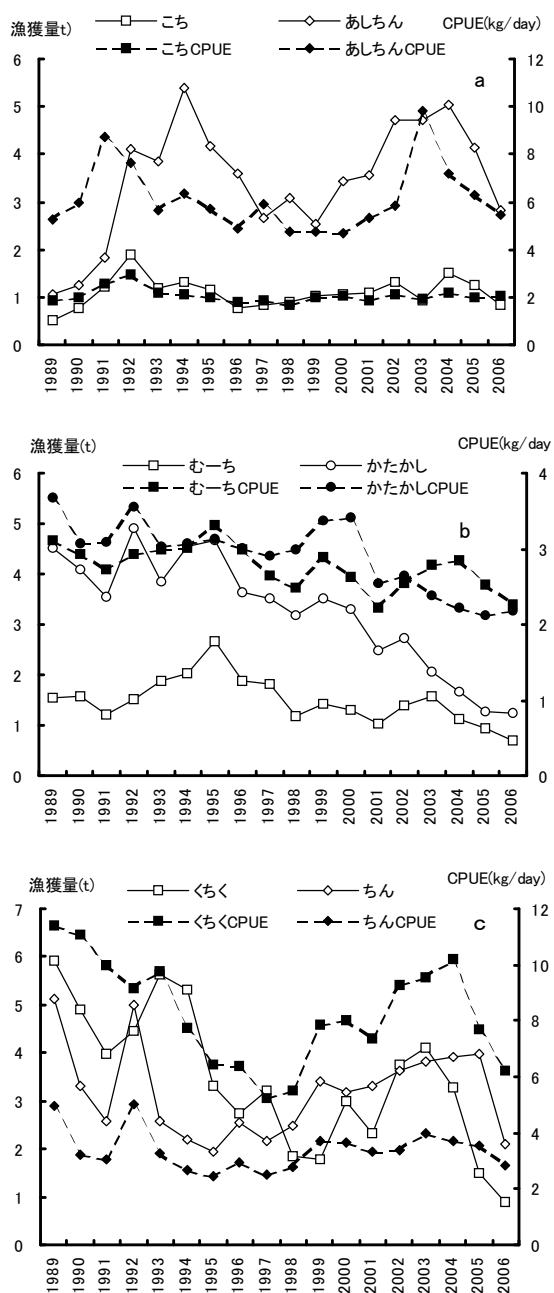


図4 a:こちとあしちん、b:むーちとかたかし、c:くちくとちんの漁獲量とCPUEの推移

かけての減少期と増減が極めて明瞭であった。CPUEは1991年と2003年に最大であった。

“むーち”の漁獲量(図4b)は1991年(1.2t)から1995年(2.7t)にかけて増大し、その後1998年(1.2t)にかけて減少した。その後僅かに増減を繰り返し2003年(1.6t)から2006年(0.7t)にかけて減少した。CPUEは小さい規模で増減を繰り返してはいるが、全体として減少傾向にある。

“かたかし”の漁獲量(図4b)は1989年から1995年にかけて平均約4.3tであったが、その後毎年減少し2006年(1.2t)に最低となった。CPUEは1989年から2000年までは僅かな増減は認められるものの特に減少は示していなかった。しかし2001年にかけて急減し、その後漸減している。

“くちく”の漁獲量(図4c)は1989年から1994年にかけて4t-6tを推移したが、その後1999年(1.8t)にかけて急減、2003年(4.1t)にかけて増大したが再び急減し2006年(0.9t)に最低となった。CPUEは1989年から1997年にかけての減少期、2004年にかけての増大期、2006年にかけての減少期とその増減が極めて明瞭であった。

“ちん”の漁獲量(図4c)は1989年と1992年にそれぞれ約5tと最も多く、その間の1991年(2.6t)にかけての減少、1995年(2t)にかけての減少を示した後2005年(4t)にかけ徐々に増大した。しかし2006年(2.1t)には最低量(1995年)と同程度まで減少した。CPUEは1989年と1992年に漁獲量のピークと一致して大きな値であった。その後は大きな変化ではないが2003年にかけての漸増、2006年にかけての漸減が認められた。

“いらぶち”の漁獲量(図5a)は対象海域で漁獲されるグループでは最も量が多い。その漁獲量は1991年(26t)から1994年(36t)にかけての増大、1998年(22t)への減少、2002年(32t)への増大、2006年(12t)への急減と比較的大きな規模で増減を繰り返した。

CPUEは漁獲量の変動とほぼ一致しており1994年、および2002-2003年に最も大きな値であった。2006年のCPUEは1996-1997年の水準よりは僅かに大きかった。

“しちゅう”の漁獲量(図5b)は1.1t(1998年、2006年)から2.6t(2002年)の範囲で増減を繰り返している。2004年から2006年にかけては減少しているが、期間全体では減少は認められていない。CPUEの増減は漁獲量の増減とほぼ一致している。1999年以後のCPUEは比較的高い水準を推移している。

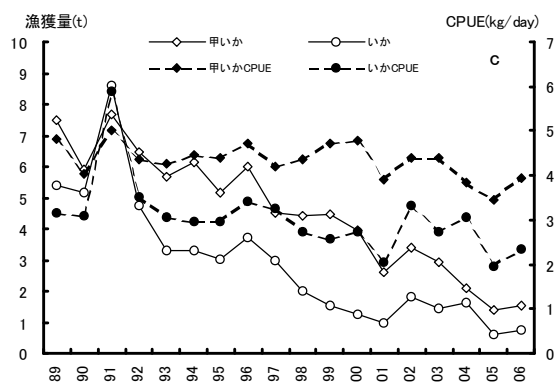
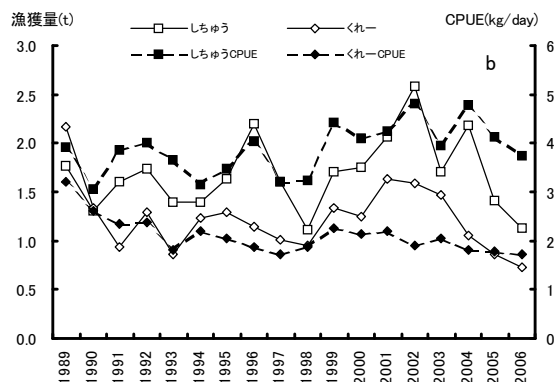
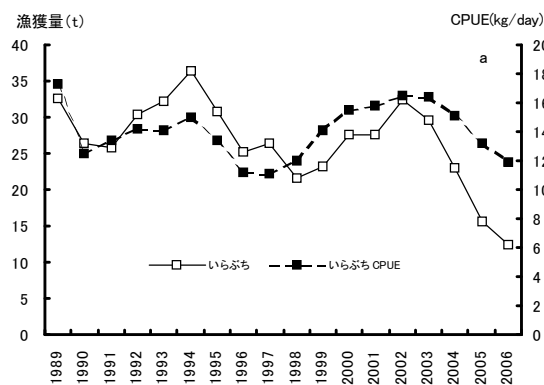


図5 a: いらぶち、b: しちゅうとくれ、c: 甲イカとイカの漁獲量とCPUEの推移

“くれ”の漁獲量(図5b)は1989年(2.2t)から1991年(0.9t)にかけて減少した後2000年まで大きな増減は認められていなかった。2001-2003年に約1.5tと増大した後2006年(0.7t)にかけて減少した。CPUEは1989年から1993年にかけて減少した後安定して推移した。

“甲いか”の漁獲量(図5c)は1989年(7.5t)と1991年(7.6t)に最大であったが、その後継続して減少し、2005-2006年には約1.5tとなった。しかしCPUEは漁獲量ほど顕著な減少は示しておらず、1989年から2003年にかけてはほぼ同水準で推移、2004-2006年は期間中では比較的低い水準であった。

“いか”の漁獲量(図5c)も甲いかと同様に1991年

(8.6t)から継続して減少し、2005-2006年は約0.7tと最低であった。CPUEは最大であった1991年以外2004年まで、2001年を除くと大きな変動あるいは減少は認められていなかった。しかし2005-2006年は2001年と同水準で低かった。

“のこぎりがざみ”は魚種コードが“わたりがに”と区別されるようになった1992年以後のデータを用いた。その漁獲量(図6a)は1992年(1.8t)から1997年(0.74t)にかけての減少、1999年(1.3t)にかけて増大、および2005-2006年(0.6t)にかけて漸減した。CPUEは1992年から1995年にかけて急減し、その後1997年までほぼ一定であった。1998年、1999年と僅かに増大した後漸減した。現在のCPUEは1995-1997

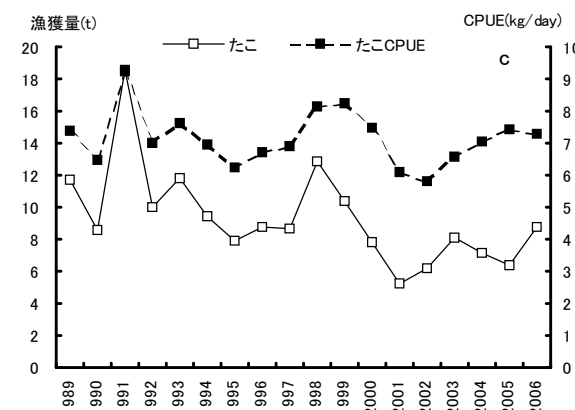
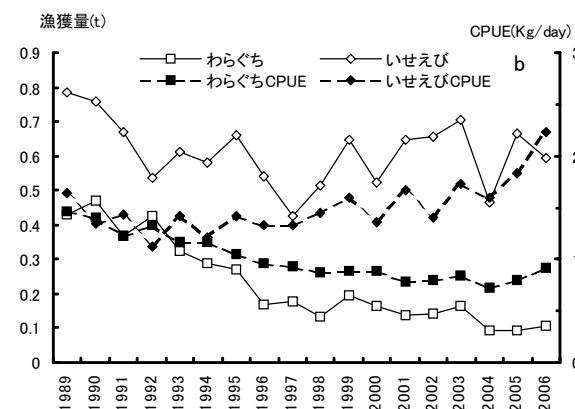
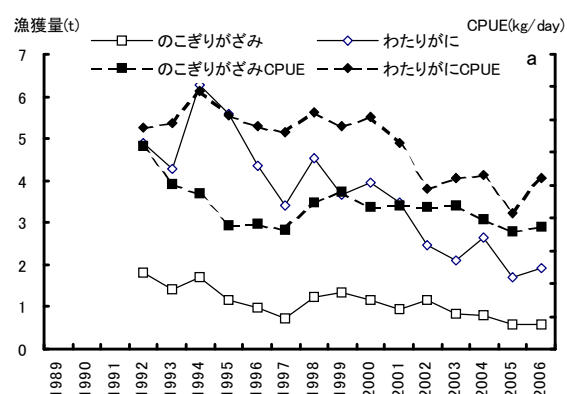


図6 a: ノコギリガザミとワタリガニ、b: わらぐちといせえび、c: たこの漁獲量とCPUEの推移

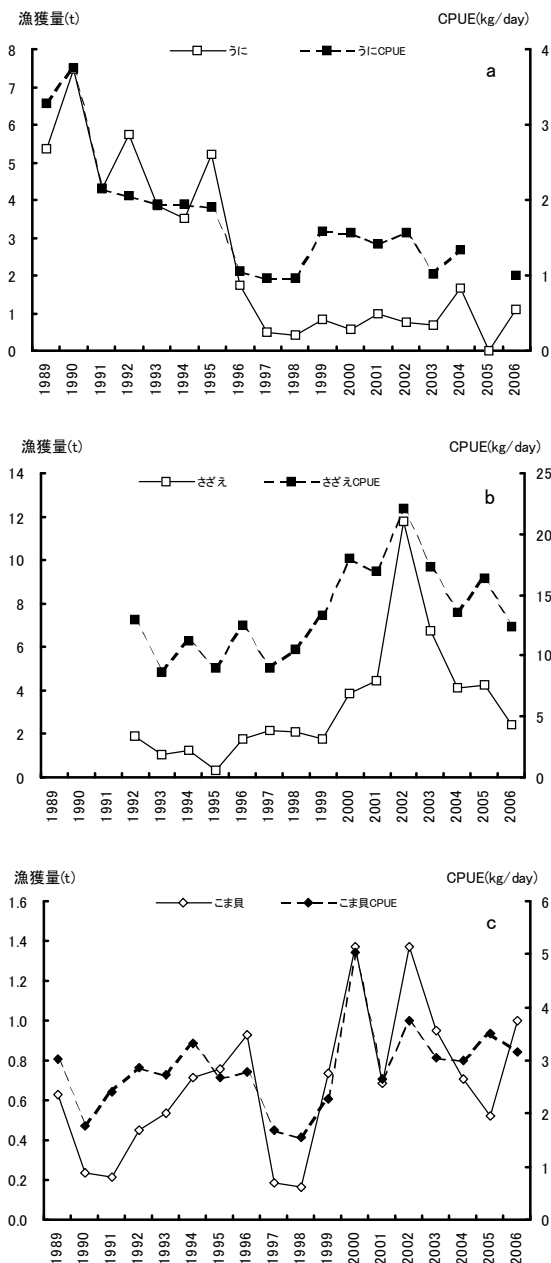


図7 a:うに、b:さざえ、c:こま貝の漁獲量とCPUEの推移

年とほぼ同水準である。

“わたりがに”の漁獲量(図 6a)は1994年(6.3t)が最大で、その後増減を繰り返しながら減少し2005—2006年は約1.3tであった。CPUEは1992—2001年では1994年が僅かに大きい値ながら大きな変化は認められず、2002年に急減したまま現在に至っている。

“わらぐち”の漁獲量(図 6b)は1990年(0.5t)から2006年(0.1t)にかけて漸減した。CPUEも漁獲量の推移とほぼ同様であるが、その減少は1998年まで続き、1998—2006年はほぼ同水準で推移した。

“いせえび”の漁獲量(図 6b)は1989年(0.8t)が最大、1997年(0.4t)が最低で、増減を繰り返してはい

るが減少傾向は認められていない。CPUEは1989—1997年では大きな変化はなく、1998—2006年では増大傾向が認められた。

“たこ”の漁獲量(図 6c)は最大18.6tであった1991年を除くと、1989—1999年は平均約10tで推移したが、2001年に最低(5.3t)となった。その後増減を繰り返し2006年は8.8tであった。CPUEは1991年に最大で、その後1995年にかけて減少、1998—1999年にかけて増大、2002年にかけて減少、2005年にかけて増大した。

“うに”の漁獲量(図 7a)は1989—1995年では最低の1994年でも3.5tであったが、1996年に1.7tに急減し、1997—2003年は1t以下、2004年1.7t、2005年0t、2006年1.1tとなった。ウニの漁獲量の大きな変動は値崩れ防止のための生産調整(1996年以後)、資源減少のための全面禁漁(2005年)などが大きな要因である。また名護漁協への出荷以外に今帰仁漁協での直接販売も多く、それらの数値はここには含まれていない。したがって漁獲量、CPUEとも資源量を反映してはいない。

“さざえ”の漁獲量(図 7b)は1992—1999年では2t以下の低い水準であったが、2000年から増大し2002年(11.8t)に最大、その後急激に減少し2006年は2.4tであった。CPUEの変動は漁獲量の変動とほぼ一致し、1992—1999年にはほぼ同水準、その後増大し2002年に最大となり、そして減少した。

“こま貝”の漁獲量(図 7c)も比較的大きく変動し、1990—1991年の最低(0.2t)から1996年(0.9t)にかけて増大した後急減し、1997—1998年が再び最低

(0.2t)、2000年(1.4t)にかけて急増し、その後も大きな幅で増減を繰り返した。CPUEの変動は漁獲量の変動とほぼ一致し、1990年および1997—1998年が最低、2000年が最大であった。

2) 保護区設定前後での CPUE の変化について

漁獲量と CPUE の推移からは多くの種(グループ)で増減が認められた。漁獲量は資源量を純粋に反映している数値ではないので、保護区設定と前後して CPUE がどのように変動したのかを表 3 にまとめた。保護区設定前に有意な減少傾向が認められたのは魚類では“まぐろ”、“あいご”、“くちく”、および“くれー”の4種(グループ)、甲殻類で“わりぐち”1種であった。保護区域設定後に有意な減少傾向が認められたのは、魚類では“たまん”、“かーえー”、“かたかし”、“いらぶち”、および“くれー”の5種(グループ)、甲殻類では“のこぎりがざみ”と“わたりがに”の2種であった。増加傾向が認められたのは後期の“いせえび”

表3 前期(1999年まで)と後期(2000－2006年)でのCPUEの比
(期間内の増減傾向と前後期間の比較結果)

魚種	期間内		前後期間
	前期	後期	
たまん		減少傾向	増大
まくぶ	減少傾向		
赤仁			
かーえー		減少傾向	減少
あいご	減少傾向		
かます			減少
ぐるくま			
がちゅん			減少
がーら			
こち			
あしちん			
むーち			減少
かたかし		減少傾向	減少
くちく	減少傾向		
ちん			
いらぶち		減少傾向	
しちゅう			増大
くれー	減少傾向	減少傾向	
甲イカ			減少
いか			
のこぎりがざみ		減少傾向	
わたりがに		減少傾向	減少
わらぐち	減少傾向		減少
いせえび		増加傾向	増大
たこ			
さざえ			増大
こま貝			増大
うに		解析不適	

だけであった。前期と比較して後期の CPUE が増大していたのは魚類では“たまん”と“しちゅう”，甲殻類では“いせえび”，軟体動物では“さざえ”と“こま貝”であった。後期の CPUE が減少していたのは，魚類では“かーえー”，“かます”，“がちゅん”，“むーち”，および“かたかし”の 5 種（グループ），軟体動物では“甲イカ”，甲殻類では“わたりがに”と“わらぐち”の 2 種であった。

3) ハマフエフキの保護区域設定にともなう年齢別漁獲尾数，漁獲死亡計数 F の変化

ハマフエフキの年齢別漁獲尾数の推移を表 4 に，こ

の年齢別漁獲尾数を基に自然死亡係数 $M=0.125$ を用いてコホート解析で年齢別資源尾数，年齢別漁獲死亡計数を推定し表 5 に示した。加入量が最も大きかったのは（0 歳魚の資源尾数）1998 年の約 32,000 尾，最も小さかったのは 1995 年の約 7,500 尾であった。年齢別資源尾数から計算した資源重量は多少の変動はあるが 1998 年までは約 15t で推移し，1999 年 21t，2000 年 24t と増大，2001 年 22t から 2006 年約 17t へと徐々に減少した。この資源量の推移は概ね図 2a の CPUE の推移と一致した。年齢群別漁獲量の変化を図 8 に，各年級群の年齢別漁獲尾数を図 9 に示した。図 8 に示した漁獲量はハマフエフキの産卵期に合わせ，3 月から 2 月までを 1 年としているため，図 2a の漁獲量とは僅かに異なる。保護区設定前の 1999 年までは 1 歳魚と 2 歳魚の合計が全体の 50%以上を占めた（図 8）。1 歳魚の漁獲量の変動幅は大きく，1 歳魚の漁獲が多い年の翌年は 2 歳魚の漁獲も多かった。保護区設定前の 1999 年の漁獲量増大は，1 歳魚（1998 年産まれ群）の割合が非常に多かったことが原因であった。2000 年の漁獲量の増大も 1998 年産まれ群が 2 歳となり，これが大きな割合を占めたためであった。2000 年以後では全体に対する 1 歳魚の割合が著しく減少し，2 歳魚の漁獲量の変動幅が 1998 年以前と比較して少なくなった。また 3 歳魚以上の漁獲量が 1999 年以前と比較して多くなった。年級群別年齢別漁獲尾数でみると（図 9），資源管理開始以前で 1 歳時の漁獲尾数と 2 歳時の漁獲尾数がほぼ同水準であったのは，1991 年産まれ群（図 9a），および 1,2 歳魚の漁獲尾数それぞれが著しく少なかった 1995 年と 1997 年産まれ群だけで（図 9b），その他の年級群では 1 歳時の漁獲尾数が 2 歳時の漁獲尾数より多かった。資源管理開始後では（図 9c），1999 年産まれ群を除く全ての年級群で 2 歳時の漁獲尾数が 1 歳時の漁獲尾数より多かった。また 1－4 歳魚の漁獲尾数が資源管理開始以前では各年級群毎で大きく変動していたが，管理

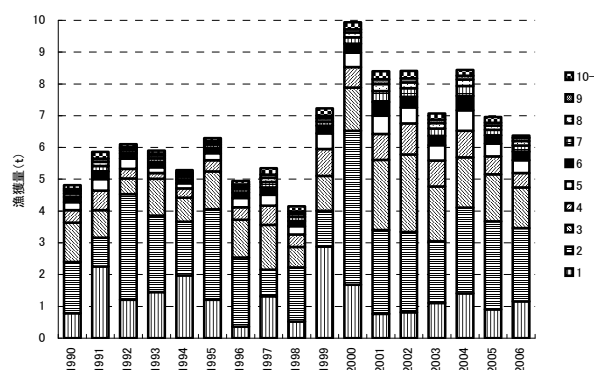


図8 ハマフエフキの年齢群別漁獲量の年変化

表4 対象海域におけるハマフエフキの年齢別漁獲尾数の推移

[illegible]

—116—

	年齡	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	0	10,940	10,315	20,021	11,570	7,875	21,888	14,462	15,391	20,120	15,759	7,473	15,376	9,770	31,739	20,769	14,733	12,723	15,323	17,033	14,820	17,024	15,482
	1	17,042	9,623	9,100	17,642	10,204	6,918	19,289	12,762	13,575	17,756	13,893	6,595	13,400	8,621	27,895	18,325	13,002	11,228	13,522	15,031	13,078	15,024
	2	4,487	7,306	5,137	4,672	7,021	5,418	3,185	8,667	6,924	6,082	8,445	7,480	4,470	6,479	5,716	13,637	9,856	8,597	7,053	8,051	8,299	8,108
	3	2,491	2,164	3,436	2,166	2,514	2,569	1,778	1,346	2,264	1,918	2,477	2,700	3,020	2,550	2,893	3,181	4,211	4,327	3,452	3,097	2,635	2,627
	4	1,291	1,241	1,287	1,205	1,121	960	1,081	775	728	870	983	1,057	1,279	1,350	1,683	1,525	1,588	1,690	1,541	1,436	1,197	901
	5	641	783	737	664	631	533	597	556	492	522	590	640	688	746	943	948	942	885	866	840	725	693
	6	427	487	470	418	371	326	346	340	325	342	381	406	420	437	532	583	610	547	529	522	413	437
	7	277	327	303	281	240	213	222	204	225	221	252	265	287	276	313	367	395	353	340	339	270	254
	8	179	212	204	174	160	139	146	129	146	151	161	183	192	187	197	227	250	220	212	213	180	172
	9	112	138	134	112	97	88	93	82	93	96	110	119	132	124	130	139	148	141	130	129	119	114
	10	71	88	88	72	63	47	57	49	58	61	69	82	86	85	85	89	87	81	83	77	73	75
	11	46	56	57	46	41	29	29	28	34	39	44	51	59	53	58	55	55	47	45	48	44	43
	12	26	35	37	28	26	18	17	11	18	23	27	32	36	36	35	36	33	29	24	24	29	26
	13	17	20	25	20	16	11	10	5	6	13	17	20	23	21	23	19	22	18	15	12	14	17
	14	8	13	14	13	12	7	7	2	2	4	9	12	15	14	13	13	10	12	8	8	6	7
	15	4	6	9	7	8	5	4	1	0	1	3	7	8	9	9	6	7	5	6	4	4	3
	16	1	3	4	5	4	3	3	0	0	0	0	2	5	6	6	4	3	4	2	4	2	2
	17	0	1	2	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	3	3	2	2	2	2	1	3	1
資源量(kg)	15,429	15,955	15,940	15,274	14,879	12,637	13,401	14,096	14,240	14,582	16,275	14,988	15,540	15,755	20,881	23,939	21,867	20,523	18,730	18,999	17,131	16,855	
	0	0.003	0.000	0.001	0.001	0.005	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.013	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
	1	0.722	0.503	0.542	0.796	0.508	0.651	0.675	0.487	0.678	0.618	0.494	0.264	0.602	0.286	0.591	0.495	0.289	0.340	0.393	0.469	0.353	0.350
	2	0.604	0.629	0.738	0.495	0.880	0.989	0.737	1.217	1.159	0.773	1.015	0.782	0.436	0.681	0.461	1.050	0.698	0.787	0.698	0.992	1.025	0.754
	3	0.572	0.394	0.923	0.534	0.838	0.741	0.705	0.490	0.832	0.544	0.726	0.622	0.680	0.291	0.515	0.570	0.788	0.907	0.752	0.826	0.948	0.728
	4	0.375	0.396	0.537	0.522	0.618	0.350	0.540	0.330	0.206	0.264	0.304	0.305	0.415	0.234	0.449	0.356	0.460	0.544	0.481	0.559	0.421	0.457
	5	0.150	0.384	0.443	0.457	0.535	0.307	0.438	0.411	0.238	0.191	0.247	0.297	0.329	0.212	0.356	0.315	0.420	0.390	0.381	0.585	0.382	0.398
	6	0.142	0.351	0.389	0.428	0.429	0.261	0.402	0.287	0.260	0.181	0.236	0.222	0.293	0.209	0.246	0.266	0.421	0.349	0.320	0.535	0.362	0.365
	7	0.141	0.349	0.429	0.442	0.424	0.255	0.413	0.214	0.273	0.193	0.196	0.198	0.305	0.213	0.197	0.259	0.459	0.388	0.343	0.506	0.325	0.382
	8	0.136	0.338	0.472	0.462	0.469	0.270	0.453	0.204	0.292	0.195	0.176	0.198	0.314	0.234	0.223	0.305	0.450	0.404	0.368	0.461	0.331	0.388
	9	0.121	0.327	0.500	0.447	0.591	0.306	0.511	0.216	0.292	0.203	0.170	0.206	0.323	0.250	0.263	0.340	0.480	0.408	0.401	0.449	0.339	0.403
	10	0.116	0.312	0.522	0.433	0.655	0.352	0.575	0.253	0.280	0.212	0.183	0.204	0.356	0.254	0.314	0.354	0.491	0.467	0.412	0.428	0.391	0.416
	11	0.138	0.275	0.579	0.450	0.705	0.416	0.856	0.306	0.245	0.223	0.187	0.231	0.355	0.299	0.354	0.395	0.498	0.572	0.474	0.401	0.420	0.448
	12	0.122	0.241	0.520	0.428	0.744	0.421	1.007	0.432	0.257	0.194	0.178	0.196	0.379	0.317	0.460	0.374	0.472	0.539	0.550	0.458	0.413	0.449
	13	0.132	0.231	0.518	0.329	0.764	0.364	1.555	0.722	0.279	0.190	0.243	0.191	0.383	0.340	0.487	0.512	0.431	0.672	0.462	0.488	0.586	0.472
	14	0.241	0.249	0.624	0.382	0.866	0.456	1.513	1.794	0.700	0.281	0.201	0.213	0.327	0.327	0.626	0.508	0.617	0.535	0.632	0.540	0.812	0.527
	15	0.204	0.201	0.532	0.354	0.717	0.335	2.167	1.393	-	1.428	0.485	0.233	0.262	0.333	0.645	0.621	0.506	0.797	0.353	0.625	0.836	0.535
	16	0.768	0.290	0.744	0.384	0.902	0.404	1.761	-	-	-	-	1.285	0.425	0.377	0.749	0.769	0.386	0.736	0.531	0.248	1.071	0.506
	17	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554

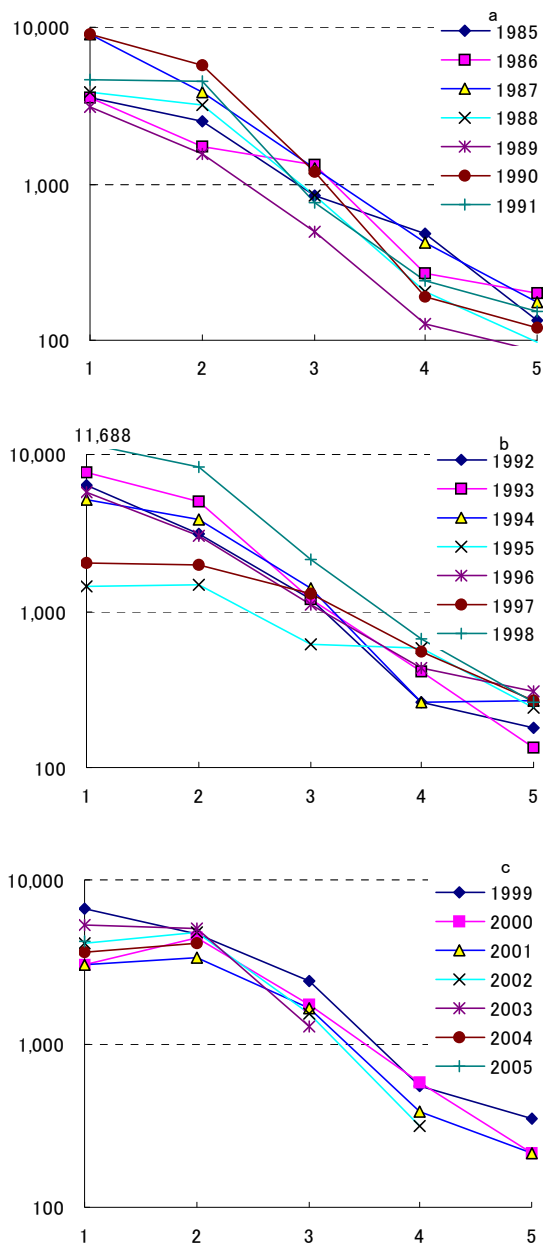


図9 各年級群の年齢別漁獲尾数の変化 a, 前期; b, 中期; c, 後期 資源管理の影響はcの後期から。縦軸: 年齢別漁獲尾数, 横軸: 年齢

開始後ではその変動幅が小さくなった。5歳魚の漁獲尾数は管理開始後では1999-2001年産まれ群だけ得られているが、それらは管理前と比較すると高い水準であった。

資源管理に伴い、1歳魚への漁獲死亡計数Fは次のように変化した。資源管理開始前の1999年までの間ではFは1996年と1998年が最も小さく約0.3で、それ以外の年では0.5-0.8の範囲であった(図10)。管理開始の2000年に約0.5, 2004年約0.47で、2001-2003年, 2005-2006年は0.4以下であった。1歳魚の資源量が多い場合に、これを狙った操業が行われるためFは増大する。従って単にFの推移だけで、管理効果を判断することは出来ない。そこで1歳魚の資源尾数と

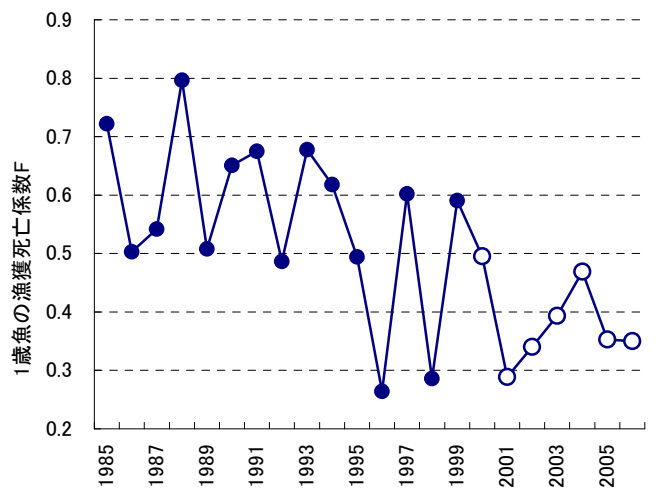


図10 1歳魚の漁獲死亡計数Fの年変化、○が資源管理実施の年

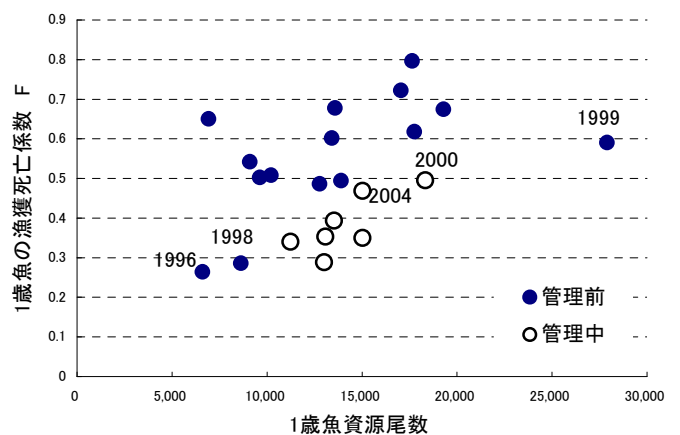


図11 管理開始に伴う1歳魚の資源尾数と漁獲死亡係数Fの変化

そのFを図11にプロットした。資源管理中の○は同水準の1歳魚資源尾数の●より著しく下位に位置していること、すなわち資源管理前と比較して1歳魚のFが小さかったことが解る。○群と1996年, 1998年および1999年のプロットは一つの直線上に位置している。資源尾数が前2年は著しく小さい年, また1999年は著しく大きな年であったことから、この3年は資源管理開始前の通常の漁業下のFと一致しなかったと思われる。ハマフエフキの保護区はハマフエフキ1歳魚に対する漁獲圧を減少させ、その結果漁獲量が増大したと判断できる。

4. 考察

ハマフエフキ保護区の有用生物に対する保護効果について

現在の沖縄海域の水産資源は十分に利用されているため、年齢組成が若齢主体となっている(海老沢, 2001a; 海老沢, 2001b)。そのため資源量は加入量変動

の影響を大きく受け、大きな年級群が発生するとその後しばらくの間は資源量が増大し、反対に小さい年級群が発生すると資源量は減少する。この点を保護区の保護効果判定の際には考えておく必要がある。

保護効果があった場合としては次の4つのケースが考えられる：①前期減少傾向－後期減少傾向なし（“まくぶ”，“あいご”，“くちく”，および“わらぐち”），②前期減少傾向－後期増加傾向（該当なし），③前期減少傾向なし－後期増加傾向（“いせえび”），④前期と比較して後期増大（“たまん”，“しちゅう”，“いせえび”，“こま貝”，および“さざえ”）。“まくぶ” CPUE の1989年から1997年にかけての減少は1989年と1992年産まれ群が小さい年級群であったこと，1998年から1999年にかけての増大は1996年産まれ群が大きな年級群であったことが原因である（海老沢，2002）。2004年から2006年にかけての増大はハマフエフキの保護区とは別途に実施している資源管理（1kg以下の“赤仁”と“まくぶ”漁獲禁止）の効果が現れ始めたことが原因と推察される。従って“まくぶ”では保護区域とは無関係にCPUE減少が停止したと判断できる。“あいご”のCPUE減少がストップしたことと，保護区域設定の因果関係はよく判らない。保護区域周辺で刺網漁業する場合，ハマフエフキとシモフリアイゴが混獲される場合が多い（海老沢，未発表資料）。従って両種の生息域は重なり，ハマフエフキの保護区域がシモフリアイゴも同時に保護している可能性は高い。しかしシモフリアイゴはハマフエフキと比較して小型種なため，特にある一時期を保護することで漁獲量が増大することはないと考えられる。その他の表面上CPUEが増大，あるいは減少停止した種類については，生活史の情報および年齢組成等漁業上の重要な情報が全く無いため，それらの変動と保護区域の因果関係について判らない。

ハマフエフキの保護区は，ハマフエフキの生活史に密接に結びついて設定されている。ハマフエフキが浮遊期を経て着底する場所は，リュウキュウスガモ，ボウバアマモ等海草藻場である。屋我地島西側には広大な海草藻場が発達し（当真，1981），そこに着底したハマフエフキ幼魚は若齢期を海草藻場と周辺域で生活する（金城，1998）。浅海域の漁業が発達した地域では，その期間での漁獲による減耗が非常に大きく，この今帰仁・羽地海域も同様であった（海老沢，2001a）。ハマフエフキの保護区はその海草藻場の外側の，特にハマフエフキ1歳魚が多く漁獲されていた場所である（海老沢，未発表資料）。ハマフエフキはその後の成長

に伴い生息域を拡大し，海草藻場とその周辺域での分布密度は低下する（金城，1998）。ただし人工種苗当歳魚の放流結果からは本部半島を越えて名護湾で採捕された個体は非常に少数であったことから（金城，1990a），天然魚でもその生息域の拡大範囲は小さく，1歳時に保護された個体が，その後対象海域外へ逸散することはほとんど無いと推察される。コホート解析からはハマフエフキの1歳魚に対する漁獲圧は，保護区設定と前後して大きく低下していることが判った。またその結果として対象海域でのハマフエフキの漁獲量は安定的に増大した。このように生活史を十分に考慮して保護区域が設定されたことが，他の種類と比較して明瞭な保護効果を発揮し，漁獲量が増大した原因と判断できる。この点からも重要種の生活史の調査・研究は大きな産業的な意義を持つ。

文 献

- 海老沢明彦．1995．人工種苗の放流と追跡．平成6年度栽培漁業技術開発事業調査報告書 ハマフエフキ・タイワンガザミ，4-10．沖縄県水産試験場．
- 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書，76-81．
- 海老沢明彦．2001a．資源管理型漁業推進調査（ハマフエフキの資源管理）．平成11年度沖縄県水産試験場事業報告書，81-86．
- 海老沢明彦．2001b．琉球列島域におけるスジアラの資源状態（水産資源調査）．平成11年度沖縄県水産試験場事業報告書，73-80．
- 海老沢明彦・金城清昭．2002．“電灯潜り”の資源管理（複合的資源管理型漁業推進調査．平成12年度沖縄県水産試験場事業報告書，106-115．
- 金城清昭．1986．ハマフエフキ天然幼魚の生態調査．昭和60年度栽培漁業技術開発事業調査報告書 ハマフエフキ・タイワンガザミ，25-38．沖縄県水産試験場．
- 金城清昭．1987．ハマフエフキ天然幼魚の生態調査．昭和61年度栽培漁業技術開発事業調査報告書 ハマフエフキ・タイワンガザミ，25-41．沖縄県水産試験場．
- 金城清昭．1988．ハマフエフキ天然幼魚の生態調査．昭和62年度栽培漁業技術開発事業調査報告書 ハマフエフキ・タイワンガザミ，24-36．沖縄県水産試験場．
- 金城清昭．1989．ハマフエフキ天然幼魚の生態調査．昭和63年度栽培漁業技術開発事業調査報告書 ハ

- マフエフキ・タイワンガザミ, 25-36. 沖縄県水産試験場.
- 金城清昭. 1990a. 人工種苗の放流と追跡. 平成元年度栽培漁業技術開発事業調査報告書 ハマフエフキ・タイワンガザミ, 12-21. 沖縄県水産試験場.
- 金城清昭. 1990b. ハマフエフキ天然幼魚の生態調査. 平成元年度栽培漁業技術開発事業調査報告書 ハマフエフキ・タイワンガザミ, 30-41. 沖縄県水産試験場.
- 金城清昭. 1991. ハマフエフキ天然幼魚の生態調査. 平成2年度栽培漁業技術開発事業調査報告書 ハマフエフキ・タイワンガザミ, 34-43. 沖縄県水産試験場.
- 金城清昭. 1992. ハマフエフキ天然幼魚の生態調査. 平成3年度栽培漁業技術開発事業調査報告書 ハマフエフキ・タイワンガザミ, 34-42. 沖縄県水産試験場.
- 金城清昭. 1998. 沖縄島沿岸におけるハマフエフキの着底と成長に伴う移動. 日水誌, 64 : 618-625.
- 本永文彦. 1989. 市場情報収集解析システムの開発— 1. 漁業種類, 魚種コードの作成. 昭和62年度沖縄県水産試験場事業報告書, 91-108.
- 沖縄県水産海洋研究センター. 2007. 沖縄県水産海洋研究センターニュース第5号.
- Pope, J. G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull., 9:65-74.
- 当真武. 1981. 琉球列島（沖縄島以南）の海草藻場面積と主要組成. 昭和54年度沖縄県水産試験場事業報告書. 167-176.