

沖縄本島北部海域におけるナンヨウブダイの 資源量推定と資源管理（電灯潜りの資源管理）

海老沢明彦・金城清昭*

1. 目的

本調査は沖縄本島北部海域において、電灯潜り漁の資源管理型漁業を確立することを目的に実施している。そのために必要な、電灯潜りの対象種であるスジアラ、シロクラベラ、ヒブダイ、ナンヨウブダイ等の漁獲統計を収集し、より効果的、適切かつ現実的な管理手法と判断材料を提供することを目的とする。漁獲開始サイズを変更したときの資源量、産出卵数及び漁獲量の変化を予測するシミュレーションは、シロクラベラについては前年度報告書に（海老沢・金城，2002）、スジアラについては海老沢（2001）に報告済みであることからナンヨウブダイに焦点をあてて報告する。

2. 材料及び方法

体長測定は名護漁協、糸満漁協及び沖縄県漁連で実施した。ナンヨウブダイは名護漁協に水揚げされた個体を中心に整理した。年齢組成を求めるのに必要となる様々なパラメーターは海老沢・金城（2002）を用いた。年齢組成は真子・松宮（1977）の方法を改良した方法で推定した。前報の漁場区分は海老沢（1987）に従っていたが、その漁場区分と共同漁業権の漁場区分には不整合が見られている。電灯潜りは各自の共同漁業権漁場内で行われることから、共同漁業権の漁場区分（図1）を用いて体長組成は整理した。

3. 結果と考察

(1) 体長組成

漁場別一漁法別の体長組成を図2に示す。共同2号の漁場では、刺網による漁獲物はほぼ全て国頭漁協に、電灯潜りの一部分が名護漁協に水揚げされており、漁獲物の体長組成の全体像はつかめていない。電灯潜りでは30cm FL程度から漁獲が始まっているが、40cm FL以上が漁獲物の中心となっている

（図2a）。共同3号は漁獲量が最も多い漁場である。電灯潜り及び刺網とも20cm FL程度から漁獲が始まるが、刺網は28cm FL前後が漁獲サイズのピークで、35cm FL以下のサイズが漁獲物の大半を占めている。一方電灯潜りでは37cm FL程度が漁獲サイズのピークであるが、体長範囲は広く、大型の個体を中心に漁獲している。共同4号では刺網でも比較的大型のサイズまで漁獲しているが、電灯潜りの方がさらに大型の個体を漁獲している。共同5号では電灯潜り及び刺網とも漁獲尾数が非常に少なく、体長組成に特徴が現れていない。共同7号では、電灯潜りは30cm FLから57cm FL程度の広い体長範囲を一様に漁獲しているが、刺網は35cm FL以下の小型の個体を中心に漁獲している。漁法別の体長組成から本種の資源管理を考えた場合、電灯潜りよりも小型魚の漁獲が圧倒的に多い刺網について資源管理を実施したほうが効果的であると考えられる。しかし本事業では電灯潜りを対象に資源管理を実施することが前提であるため、電灯潜りでも比較的小型魚を多く漁獲している共同3号について資源解析を進めてみる。

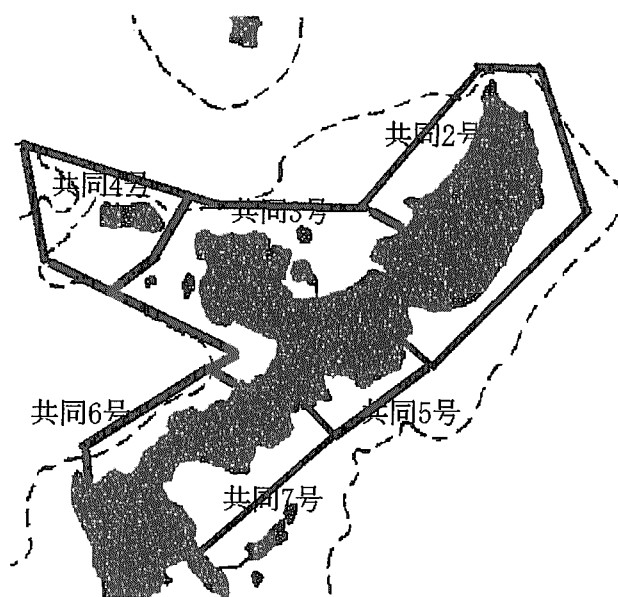


図1 沖縄本島北部地区の共同漁業権漁場図

*現在の所属：沖縄県栽培漁業センター

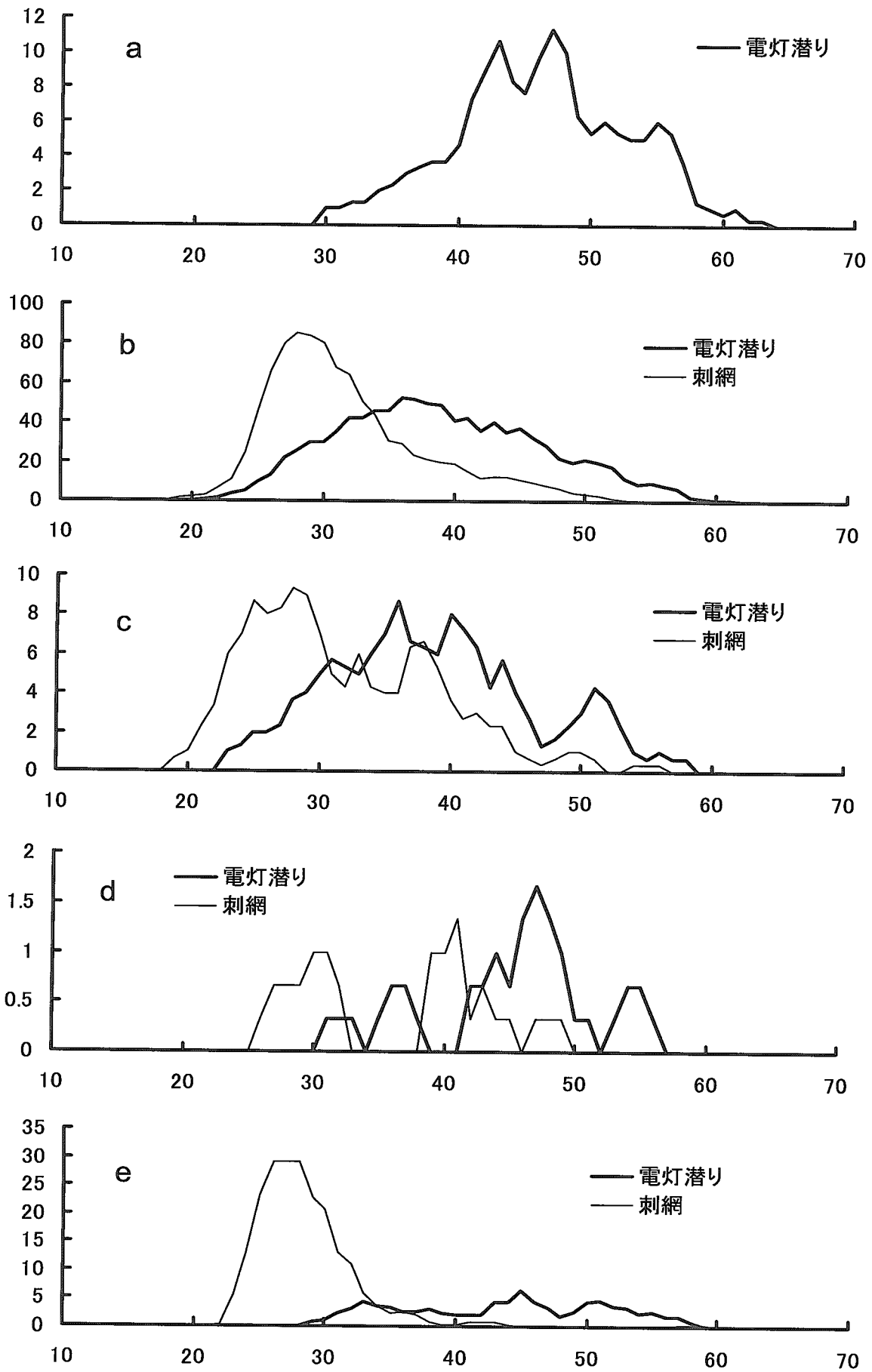


図2 ナンヨウブダイの漁場別、漁法別 体長組成 a-共同2号(国頭村、東村地先)
 b-共同3号(大宜味村、羽地、今帰仁村、本部町、名護市地先)、c-共同4号(伊江村周囲)
 d-共同5号(名護市東岸)、e-共同7号(宜野座村、金武町、石川市地先)

(2) 年齢組成

沖繩島北部海域においてナンヨウブダイの体長測定は1989年5月から実施している。しかし漁場の区分は共同3号と4号を併せた漁場区分になっている。共同3号と4号における体長組成は大きな違いはみられておらず、また共同4号内の漁獲尾数も少ないことから両者を併せても特に問題は無いものと考えられる。ナンヨウブダイは雌雄で成長が極端に異なり、雌雄の体色を区別し、別々に年齢組成を推定したほうが、推定精度が高くなると考えられている(海老沢他, 2002)。しかし市場において体色をInitialとTerminalに区別して測定しているのは2000年9月以後である。もし体長階級別のInitialとTerminalの比率が年によって大きく変動しなければ、現在の体長階級別の体色比を過去の測定データにあてはめ、分離することが可能となる。そこで2000年9月から2001年8月までの1年間と2001年9月から2002年8月までの間の1年間の、共同3号、4号漁場(今帰仁・羽地～本部, 伊江島, 名護湾海域)における体長階級別の体色比を比較した(図3)。その結果この2年の間では体色比に変化は見られず、ほぼ同一であった。そこでこの海域の2年分全てのInitial/Terminalの体長階級比式: Terminal rate at FL=1/(1+e^{6.97-0.172FL})を用いて過去の体長測定データをInitialとTerminalに振り分けた。海域は共同3号と4号漁場を併せた今帰仁・羽地～本部, 伊江島, 名護湾海域として扱った。表1に体色別年齢組

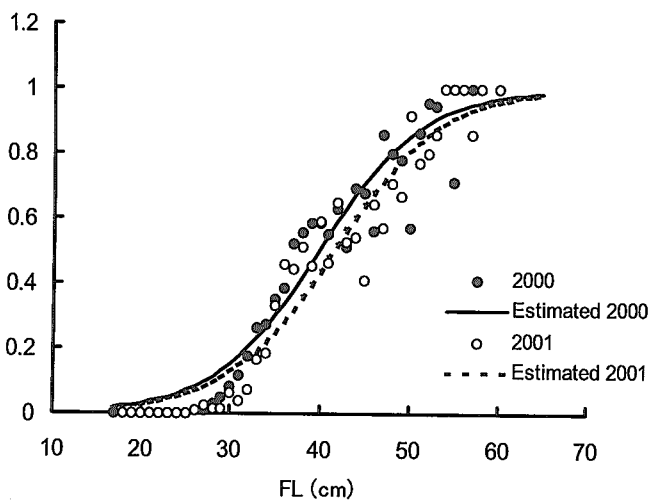


図3 今帰仁・羽地～本部, 伊江島, 名護湾海域におけるナンヨウブダイのオスの体色(Terminal phase)の出現する割合

成を示す。表1に示されているのは年齢別測定尾数であり、年齢別の漁獲尾数ではない。ブダイ類は市場においてセリ販売される場合は、ほぼ全ての種がイラブチャーという名称で取り扱われている。従って漁種別の漁獲量を推定することは困難である。しかし1994年から2001年にかけての市場調査は常に同じペース(2回/週)で実施しており、調査時には水揚げされたナンヨウブダイは全数体長測定を行っている。1990年, 1991年及び1993年の調査率(調査日数/セリ市開帳日数)はそれぞれ94/292, 99/292, 100/290と1994年以後ともほぼ同じ調査率であった(金城他, 1991, 1992; 安井他, 1994)。従って表1に示された年齢別測定尾数は、一定の調査率(0.33)を基に引き伸ばし、年齢別漁獲尾数を推定することが可能な数値であると考えられた。表2に年齢別測定尾数と調査率を基に推定した年齢別漁獲尾数を示す。

(3) オスとメスの出現率, 生残率等

2001年の年齢組成を雌雄別(体色別)プロットした(図4)。オスは3歳から9歳程度まで個体数の減少はあまり顕著でなく, 10歳から14歳にかけて急激に減少している。一方メスは3歳をピークに比較的一定の割合で減少した。この結果としてオスは8歳から11歳にかけてメスより個体数が多くなった。オスの3歳から9歳にかけて個体数の減少が顕著でないこと理由は, 漁獲などにより減少したオスの個体数に相当する分, メスからオスへ性転換による補充があることが原因と考えられる。一方10歳以後の急激な減少は, オスの寿命は13歳程度であり(メスは18歳程度)死亡率が大きくなること, メスからオスへ性転換による補充が終了していること, などが原因と考えられる。従って年齢の増加に伴う雌雄合計の個体数の減少は一様ではなく, 9歳頃までは比較的緩やかに, 9歳以上では急激に減少した。このようにナンヨウブダイは死亡率が年齢によって変化する種類として扱う必要がある。この死亡率の変化の一般的な状態を調べるため, 1990年から2001年にかけての年齢別個体数の平均値を図5にプロットした。5歳から8歳にかけての傾きは-0.391, 9歳から13歳にかけての傾きは-0.888となった。漁獲死亡

表1 今帰仁・羽地～本部、伊江島、名護湾海域から漁獲され体長測定されたナンヨウブダイの体色別年齢組成

	1990		1991		1992		1993		1994		1995	
	Initial	Terminal	Initial	Terminal	Initial	Terminal	Initial	Terminal	Initial	Terminal	Initial	Terminal
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	7	1	8	2	20	3	7	5	5	1	44	7
2	226	86	279	48	595	91	464	98	256	84	638	78
3	599	136	310	85	456	74	630	100	543	128	292	89
4	281	62	178	53	161	50	207	54	281	71	188	55
5	112	46	93	60	86	65	85	55	134	84	101	57
6	47	38	52	60	50	64	46	53	70	74	50	58
7	24	35	28	43	29	56	26	44	38	52	27	46
8	13	26	15	26	17	40	15	35	21	38	15	27
9	7	13	8	12	10	21	9	23	11	27	8	13
10	4	4	4	5	6	7	5	8	6	12	4	6
11	2	1	2	1	3	1	3	2	4	3	2	2
12	1	0	1	0	2	0	2	0	2	1	1	1
13	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
15	0		0		0		0		0		0	
16	0		0		0		0		0		0	
17	0		0		0		0		0		0	
18	0		0		0		0		0		0	
Total	1324	447	980	397	1436	472	1498	477	1373	575	1371	438

	1996		1997		1998		1999		2000		2001	
	Initial	Terminal	Initial	Terminal	Initial	Terminal	Initial	Terminal	Initial	Terminal	Initial	Terminal
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	9	3	3	1	3	1	8	2	2	0	0	0
2	492	99	394	89	229	61	281	53	274	30	180	23
3	603	86	589	153	398	115	292	82	442	154	683	143
4	175	57	330	66	241	61	174	70	247	104	271	88
5	87	61	135	64	118	59	124	80	130	92	117	77
6	50	56	62	57	56	56	68	80	66	79	69	55
7	28	50	31	46	29	46	39	75	34	61	44	44
8	16	36	17	30	16	35	23	58	18	47	27	43
9	9	20	9	16	9	16	13	35	10	28	15	37
10	5	9	5	5	5	4	8	16	5	12	8	22
11	3	3	3	1	3	1	4	4	3	5	4	9
12	2	1	1	0	1	0	2	1	2	2	2	3
13	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
15	0		0		0		0		0		0	
16	0		0		0		0		0		0	
17	0		0		0		0		0		0	
18	0		0		0		0		0		0	
Total	1480	481	1580	529	1109	454	1038	555	1234	615	1423	544

表2 今帰仁・羽地～本部、伊江島、名護湾海域で漁獲され、体長測定されたナンヨウブダイの年齢組成と体長測定調査率をもとに推定した年齢別漁獲尾数

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2001 電灯潜り
測定個体数													
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	8	10	23	12	7	50	12	4	4	9	2	0	0
2	312	327	687	563	340	716	591	483	289	334	304	203	29
3	735	395	530	730	671	381	690	742	513	374	596	825	263
4	343	230	210	261	352	243	232	396	302	243	351	359	214
5	159	153	151	140	218	158	149	198	178	203	222	194	149
6	85	112	114	99	144	108	106	119	112	147	145	125	99
7	59	71	85	70	89	73	78	77	75	114	95	88	73
8	39	41	57	50	58	42	52	47	51	81	65	70	61
9	20	21	30	32	38	21	29	25	25	48	38	52	48
10	8	9	13	13	19	10	14	10	8	23	18	30	28
11	3	4	4	4	7	4	6	4	3	9	8	13	12
12	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	5	4
13	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1
14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	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
Total	1,771	1,375	1,907	1,975	1,947	1,808	1,961	2,108	1,562	1,592	1,848	1,966	981
推定漁獲尾数													
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	25	31	69	36	20	151	36	13	12	27	6	0	0
2	935	982	2,060	1,688	1,020	2,147	1,772	1,450	868	1,002	912	610	88
3	2,206	1,184	1,590	2,191	2,014	1,142	2,069	2,226	1,539	1,123	1,789	2,476	788
4	1,030	691	631	782	1,055	728	695	1,187	906	730	1,052	1,076	641
5	476	459	452	419	654	475	447	595	533	610	665	581	446
6	256	337	342	296	433	323	318	356	335	442	436	374	298
7	176	214	256	209	268	218	233	230	226	343	286	265	219
8	116	122	172	149	175	125	155	140	152	243	195	210	184
9	59	62	91	95	115	64	88	76	74	145	113	157	144
10	23	28	38	40	56	30	43	31	25	69	53	91	84
11	8	12	13	13	20	13	18	11	9	26	24	39	36
12	3	3	5	5	7	5	7	5	5	9	10	14	13
13	1	2	2	3	3	2	3	2	3	5	3	5	3
14	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1	2	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	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
Total	5,313	4,126	5,721	5,924	5,842	5,424	5,884	6,324	4,687	4,776	5,544	5,899	2,944

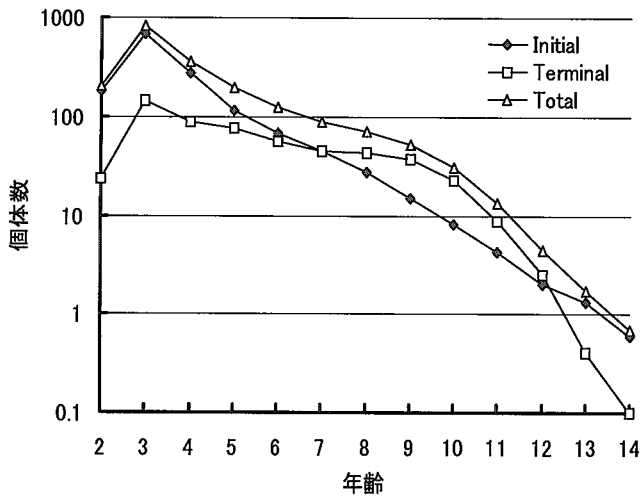


図4 ナンヨウブダイの体色別（雌雄別）の年齢組成のプロット

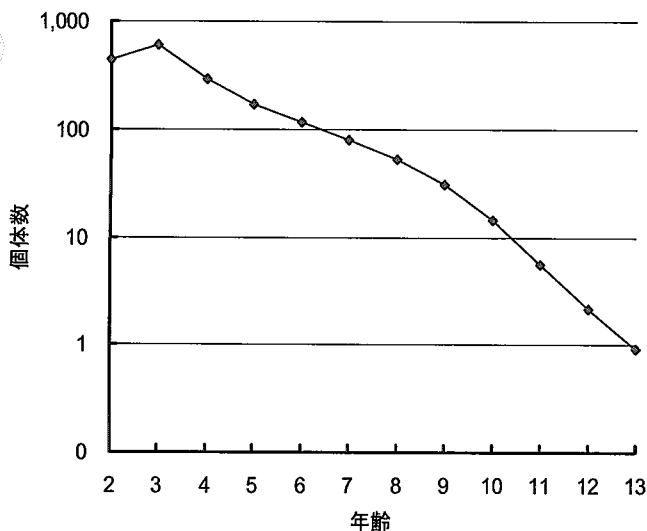


図5 ナンヨウブダイ年齢組成の1990年から2001年までの平均値のプロット

係数は5歳以上では年齢によりあまり大きな変化はないと考えられ、この差0.497は自然死亡係数の差であると考えられる。

(4) 自然死亡係数

琉球列島域ではイソフエフキの場合は寿命23年で $M=0.125$ を(海老沢, 1998), スジアラは寿命21歳程度で、1歳で $M=0.3$, 2歳 $M=0.2$, 3歳から19歳まで $M=0.1$, 19歳以上で $M=1.2$ として扱っている(海老沢, 2001)。そこでナンヨウブダイについても1歳で $M=0.3$, 2歳 $M=0.2$, 3歳から8歳までは $M=0.1$, 9歳で0.3, 10歳0.5, 11歳以上では $M=0.6$ とした。

(5) Cohort解析による年齢別資源尾数

上記の自然死亡係数と表2の年齢別漁獲尾数を基に3歳魚のTerminal Fを0.4, 0.5, 0.6及び0.8とおき、年齢別資源尾数と各年齢群の雌雄の割合、年齢別体重を基に計算した資源重量を図6aに示す。どのTerminal Fの場合でも1989年から1997年にかけて、資源重量は漸増傾向にあり、1998年以後はTerminal Fの値によって増大(TF=0.4), 平衡(TF=0.5), 微減(TF=0.6), 減少(TF=0.8)となった。どのTerminal F値が現状に一致するのかを調べるため、CPUEの推移を併せて示した(図6b)。ただしここに示したCPUEは体長測定を行った電灯潜りと刺網の漁船隻数とそれらの漁船が漁獲したナンヨウブダイの測定体長から換算した重量を基にしている。電灯潜りと刺網でCPUEの変動の幅とピーク値の得られた年が異なっているが、傾向として1990年から1997/1998年頃にかけてCPUEは増大し、その後減少に向かっていると判断できる。2001年におけるCPUEの水準は1990年の水準よりは大きいことから、Terminal F値が0.6における資源の推移と比較的一致する。従ってTerminal Fの値は0.6が適当であると判断できる。表3にその時の年齢別資源尾数と年齢別Fを示す。

(6) 漁業の形態を変化させたときの漁獲量と資源量の変動の予測

シミュレーションの方法はハマフエフキと基本的には同じ方法である(海老沢, 2001)。全ての年齢に一定のFがかかるのではないため、Cohort解析で得られた年齢別のFの1990年から2000年までの、各年齢群の平均値の3歳魚に対する割合をPartial Fとし、この割合で各年齢群にかかるFは調整した(表4)。自然死亡係数MはCohort解析で用いた値を、2002年の年齢組成はCohort解析で得られた2001年の年齢組成を用いた。年齢別のメスの割合は表1で得られている体色別の年齢組成の1990年から2001年までの平均値を用いた。各年齢群とも雌雄の区別なく漁獲圧は加わり、漁獲された個体、あるいは海中に生存する個体は年齢別のメスの割合を基に雌雄に分離し漁獲重量、資源重量を計算した。若齢魚の漁獲圧力を調整する場合はadjustorの値を変化させ、漁獲死亡係数は $F \times \text{adjustor} \times \text{Partial F}$ で計算した。

表3 今帰仁・羽地、本部～名護湾及び伊江島海域におけるナンヨウブリの年齢別資源尾数と資源重量及び年齢別漁獲係数F

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
0	24,748	22,480	18,158	24,900	23,091	18,803	16,377	18,722	19,776	19,214	21,091	20,526
1	10,400	13,582	12,337	9,965	13,665	12,673	10,320	8,988	10,275	10,853	10,545	11,575
2	6,454	7,683	10,035	9,080	7,352	10,107	9,258	7,614	6,647	7,602	8,017	7,807
3	5,437	4,438	5,402	6,353	5,907	5,096	6,333	5,977	4,922	4,657	5,317	5,739
4	3,175	2,821	2,889	3,376	3,664	3,430	3,525	3,762	3,290	2,989	3,146	3,110
5	2,177	1,894	1,896	2,014	2,310	2,312	2,410	2,529	2,275	2,115	2,010	1,846
6	1,231	1,517	1,277	1,285	1,424	1,468	1,640	1,756	1,722	1,551	1,334	1,187
7	733	870	1,052	830	882	877	1,022	1,181	1,250	1,240	983	793
8	422	496	584	709	553	543	585	703	850	916	795	618
9	249	272	333	365	500	333	372	382	503	625	597	534
10	165	134	148	168	189	272	192	200	217	309	338	346
11	46	83	60	60	71	71	141	83	97	112	134	163
12	18	19	37	23	23	24	30	64	37	47	43	56
13	9	8	8	16	9	8	9	11	32	17	19	16
14	3	4	3	3	7	3	3	3	4	15	6	8
資源尾数	55,267	56,300	54,219	59,149	59,648	56,019	52,216	51,974	51,898	52,262	54,376	54,323
資源重量(t)	17.3	17.7	19.4	20.1	20.5	20.5	21.8	22.1	21.4	21.7	21.0	19.9

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.003	0.003	0.007	0.004	0.002	0.014	0.004	0.002	0.001	0.003	0.001	0.000
2	0.175	0.152	0.257	0.230	0.166	0.268	0.238	0.236	0.156	0.157	0.134	0.090
3	0.556	0.329	0.370	0.450	0.444	0.269	0.421	0.497	0.399	0.292	0.436	0.600
4	0.417	0.298	0.261	0.279	0.361	0.253	0.232	0.403	0.342	0.297	0.433	0.450
5	0.261	0.294	0.289	0.247	0.353	0.243	0.217	0.284	0.283	0.361	0.427	0.400
6	0.247	0.266	0.330	0.277	0.385	0.263	0.228	0.240	0.229	0.356	0.420	0.400
7	0.290	0.299	0.295	0.307	0.385	0.304	0.274	0.229	0.211	0.344	0.365	0.430
8	0.339	0.299	0.369	0.249	0.405	0.277	0.327	0.236	0.208	0.327	0.298	0.440
9	0.323	0.305	0.383	0.359	0.311	0.252	0.321	0.264	0.187	0.314	0.247	0.410
10	0.192	0.308	0.400	0.360	0.476	0.155	0.335	0.221	0.159	0.338	0.227	0.400
11	0.285	0.212	0.346	0.350	0.489	0.280	0.189	0.204	0.129	0.366	0.274	0.370
12	0.282	0.269	0.208	0.329	0.481	0.363	0.399	0.107	0.204	0.288	0.374	0.380
13	0.192	0.390	0.443	0.252	0.585	0.443	0.585	0.354	0.122	0.493	0.235	0.450
14	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330

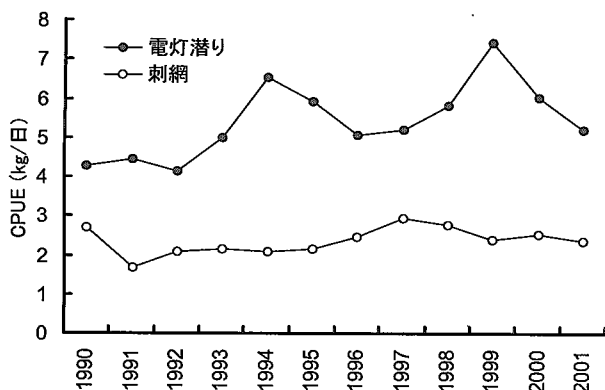
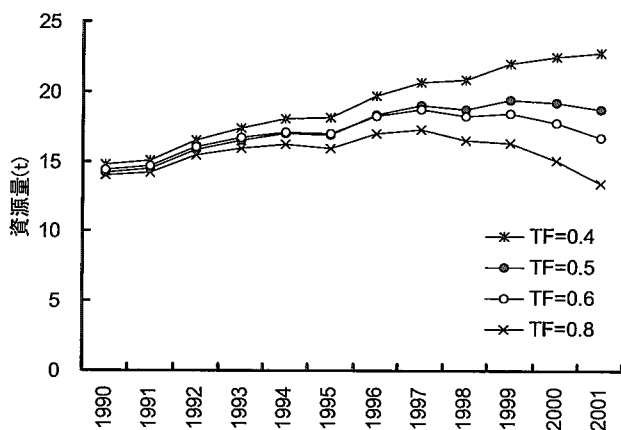


図6 Cohort解析で得られたナンヨウブダイの Terminal F値別推定資源量と(a)、その期間のCPUEの変化(b)

翌年の年齢組成 (表4右端のコラム: 2003年) は2002年の年齢組成に漁獲死亡と自然死亡による減耗を差し引いて1歳加齢させ、0歳魚の加入尾数は1990年から2000年の平均値20,526尾を基に20,000尾として扱った。2003年の年齢組成について表4と同様の計算を行い漁獲尾数、資源尾数、資源重量等を計算させた。計算は2008年まで行った。

○ 漁獲死亡係数は変わらず、加入量が増加した場合

Fは現状の0.6のまま、毎年の加入尾数が30,000尾から15,000尾まで変化したときの資源量変化の様子を図7aに示した。全てのケースで2003年は資源量が減少し、2004年以後、加入尾数30,000尾では資源量は増大、25,000尾では平衡状態、20,000尾以下では減少してしまうことが判る。1990年以後の最大の加入尾数でも25,000程度であり、この加入尾数が連続して続く場合に資源量は平衡状態となることから、Fを減少させるなど、何らかの資源管理が必要である。

○ 漁獲死亡係数Fを変更する場合

Fを現状の0.6から0.1ステップで0.3まで減少させた場合の、資源量と漁獲量の変化の様子を図7b及び図7cに示す。Fを0.5に減少させても資源量は減少し、Fを0.4に減少させると資源量は平衡状態、Fを0.3に減少させると資源量は増大すると予測された。漁獲量はFを0.5、0.4及び0.3に減少させると、1年目はそれぞれ約5.5t、4.5t及び3.5tへと減少するが、Fを減少させない場合は2年目以後の漁獲量の減少が顕著であることから、相対的に差は少なくなり5年目からは全てのケースの漁獲量は同程度になると予測された。

○ 電灯潜りで3歳魚以下を全く漁獲しない場合

電灯潜りでは2歳魚の14%、3歳魚の32%を漁獲している。そこでadjustorを調整して2歳魚の漁獲尾数を14%、3歳魚の漁獲尾数を32%減少させた。現在と同じFでは資源量は減少するが、何もしない場合と比較すると減少の度合いは少ない (図7d)。Fを0.5とすると資源量はほぼ平衡状態となり、F=0.4では資源は増大する。何もしない場合はF=0.4で平衡状態であったから、小型魚の漁獲を減少させるのは効果的な資源管理であると考えられる。しかし漁獲量は同じFで何もしない場合と比較すると1年目はそれぞれのFで0.5t程減少する (図7e)。

小型魚の漁獲制限を資源管理の方法とする場合、実際に小型魚を多く漁獲しているのは刺網であり、電灯潜りだけでは管理効果は大きいものではないと考えられる。しかし刺網で2歳魚、3歳魚の漁獲を減少させても、4歳魚以上は電灯潜りが中心に漁獲することから、刺網の漁業者は資源管理による利益をあまり受けないことになる。従って管理効果は大きいものではなくても、電灯潜りで2歳魚、3歳魚の漁獲を減少させることは充分意義のあることと考えられる。

表4 シミュレーションの基本値

Age	FL(cm)		BW (kg)		adjus	Partial F tor.	M	%female	Number recruited		Year F	2002 Stock	2002 Catch	Number in Catch		Weight in Catch		Number in Stock		Biomass in Stock		2003 Stock						
	female	male	female	male					female	male				female	male	female	male	female	male	female	male		female	male	female	male	female	male
	0	1	0.000	0.069					1.000	0.6				0.000	1	20,000	0	0	0.0	0.0	20,000		0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
1	14.8		0.069	0.069	0.816	0.3	0.009	1	11,575	38	7	2.1	0.5	9450	2125	647.8	145.7	9450	2125	647.8	145.7	10,976						
2	22.2	32.6	0.238	0.764	0.837	0.2	0.486	1	7,807	1,254	205	249.8	156.4	6533	1274	1554.5	973.6	6533	1274	1554.5	973.6	8,543						
3	27.8	36.1	0.472	1.044	0.813	0.1	1.000	1	5,739	1,806	338	692.5	353.2	4664	1075	2200.0	1122.2	4664	1075	2200.0	1122.2	5,262						
4	32.0	39.4	0.724	1.363	0.776	0.1	0.801	1	3,110	814	182	457.2	248.3	2414	696	1747.7	949.2	2414	696	1747.7	949.2	3,481						
5	35.2	42.5	0.964	1.718	0.623	0.1	0.730	1	1,846	446	168	268.1	288.9	1150	696	1109.2	1195.4	1150	696	1109.2	1195.4	2,042						
6	37.6	45.5	1.176	2.104	0.484	0.1	0.726	1	1,187	285	147	162.5	309.7	574	612	675.5	1287.9	574	612	675.5	1287.9	1,247						
7	39.3	48.2	1.354	2.516	0.387	0.1	0.740	1	793	194	75	101.4	299.1	306	486	415.0	1223.7	306	486	415.0	1223.7	803						
8	40.7	50.8	1.499	2.951	0.324	0.1	0.747	1	618	152	49	73.9	303.8	200	418	299.8	1232.4	200	418	299.8	1232.4	534						
9	41.7	53.2	1.614	3.403	0.311	0.3	0.732	1	534	118	37	59.2	276.8	166	368	268.0	1253.8	166	368	268.0	1253.8	414						
10	42.4	55.5	1.705	3.868	0.370	0.5	0.711	1	346	68	25	42.9	166.2	128	218	217.8	843.4	128	218	217.8	843.4	296						
11	43.0	57.7	1.775	4.344	0.518	0.6	0.700	1	163	30	15	28.0	63.7	85	79	150.3	342.0	85	79	150.3	342.0	158						
12	43.4	59.7	1.829	4.825	0.687	0.6	0.740	1	56	11	7	13.7	16.5	38	17	70.0	84.2	38	17	70.0	84.2	68						
13	43.7	61.6	1.870	5.309	0.840	0.6	0.918	1	16	4	3	6.0	3.2	14	3	25.4	13.7	14	3	25.4	13.7	23						
14	44.0	63.4	1.902	5.793	0.862	0.6	0.813	1	8	2	2	2.9	1.4	7	1	13.7	6.7	7	1	13.7	6.7	6						
15	44.2		1.925		1.000	0.6	0.813	1	4	1	0	1.6	0.0	4	0	7.7	0.0	4	0	7.7	0.0	3						
16	44.3		1.943		1.000	0.6	0.813	1	2	0	0	0.8	0.0	2	0	3.9	0.0	2	0	3.9	0.0	2						
17	44.4		1.957		1.000	0.6	0.813	1	1	0	0	0.4	0.0	1	0	2.0	0.0	1	0	2.0	0.0	1						
18	44.5		1.967		1.000	0.6	0.813	1	0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0						
											3,812	1,412	2,163	2,488	45,736	8,068	9,408	10,674										

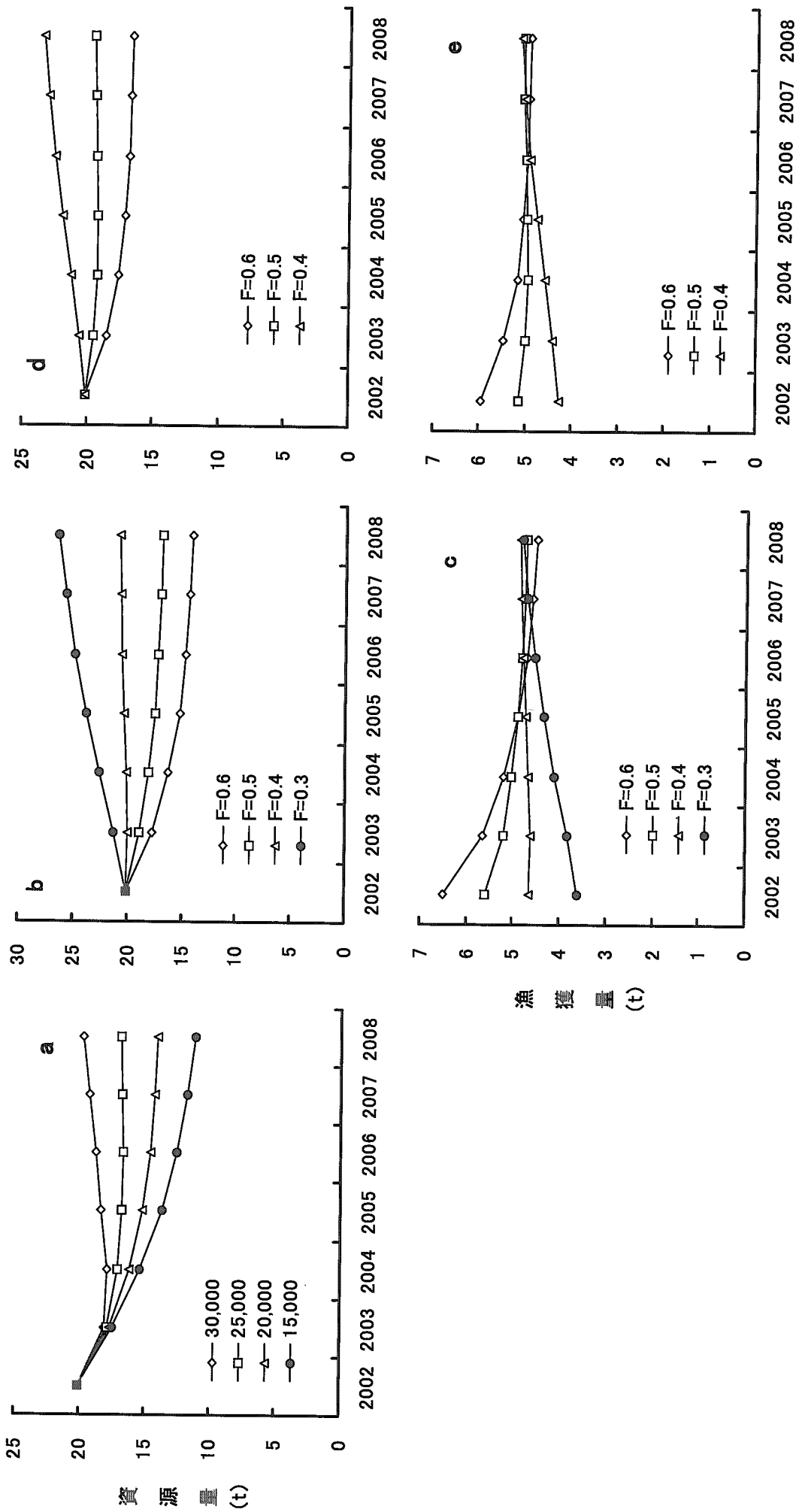


図7 漁業の形態を変化させた時の資源量と漁獲量の変化の予測。 a-漁獲死亡係数は現状(0.6)で、加入量を変化させた時の資源量の変化、 b-漁獲死亡係数を変化させた時の資源量の変化、 c-その時の漁獲量の変化、 d-漁獲尾数を1歳魚を86%に、2歳魚を68%に減少させ、さらに漁獲死亡係数Fを変化させた時の資源量の変化、 e-その時の漁獲量の変化

文 献

- 海老沢明彦. 1987. 沖縄島周辺における漁獲統計収集の方法について(概要). 昭和60年度沖縄県水産試験場事業報告書. 74-78.
- 海老沢明彦. 1998. 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). 平成8年度沖縄県水産試験場事業報告書. 62-72.
- 海老沢明彦. 2001. 琉球列島域におけるスジアラの資源管理(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. 2001. 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・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.
- 海老沢明彦・金城清昭・安井理奈. 2002. ナンヨウブダイ(げんなーいらぶちャー)の成長と成熟年齢. 平成13年度普及に移す技術の概要. 139-140. 沖縄県農林水産部試験研究推進会議・沖縄県農林水産部.
- 金城清昭・藤本裕・多和田真周・川端芳宣. ハマフエフキ(沖縄島北部海域). 1991. 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. 9-43. 沖縄県水産試験場.
- 金城清昭・多和田真周・與那嶺盛次・木村基文. ハマフエフキ(沖縄島北部海域). 1992. 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. 11-42. 沖縄県水産試験場・沖縄県栽培漁業センター.
- 真子渺, 松宮義晴. 1977. 銘柄組成による年齢組成推定法. 西海区水研報. 50:1-8.
- 安井理奈・多和田真周・勝俣亜生・仲村伸次. ハマフエフキ(沖縄島北部海域). 1994. 平成5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. 11-26. 沖縄県水産試験場・沖縄県栽培漁業センター.