

島根県栽培漁業センター調査報告

第 2 号

平成 11 年 1 月

島根県栽培漁業センター

島根県栽培漁業センター調査報告

第 2 号

平成 11 年 1 月

目 次

島根県沖におけるマダイのage-length key	安達二郎	1
1994年の隠岐島前湾周辺海域におけるマダイ資源量の推定	安達二郎	6
養殖および養成親魚ヒラメで発見された寄生虫 <i>Neoheterobothrium</i> sp.について	道根 淳	15
隠岐・島前海域海洋牧場推進事業調査	森協晋平・山田 正・若林英人・道根 淳・松本洋典	24

島根県沖におけるマダイの age-length key

安 達 二 朗

体長組成を手がかりに年齢組成を推定することは、加入や減耗などの資源特性の把握や資源量の推定にとって極めて重要なことである。

近年では年齢組成の推定にあたって、生物学的仮定を設けずに数学的に年齢組成を求める方法（真子・松宮、1977）が主流となっているが、一般的にはage-length keyを用いて体長組成を年齢組成に変換するのが正統的であろう。ただし、この場合は多くの標本の年齢と体長を調べ、直接的に年齢組成を求めるのであるが、そのためには精度向上のために膨大な標本測定が要求され、標本数が少ない場合には適用しにくい。このため、この報告では、その弱点を克服するため、いくつかの仮定を設けてage-length keyを作成した。ここで示すage-length keyとは「各年齢における体長組成」の意味である。

報告にあたり、著者のage-length keyに対する考え方について、有益な批評をしていただいた水産庁中央水産研究所、赤嶺達郎博士に心から感謝する。

1. age-length key作成にあたっての仮定

keyの作成にあたり、次の仮定を設けた。

- (1) マダイ各年齢の平均体長と分散（藤川・竹森、1993）から正規分布を仮定して体長分布を推定する。
- (2) $M=0.2$ （島根県、1990）から、 $S = e^{-0.2}=0.818731$ を仮定する。
- (3) 各年級群の加入尾数は、ほぼ等しいと仮定する。

以上の仮定から各体長階級における年齢組成が計算できるので、全体の年齢組成が推定できる。この場合、最も問題となるのは仮定の(3)で、加入群の多寡による影響を強く受ける場合、言い換えれば島根県沖マダイに卓越年級群が出現する場合には適用できない。しかし、森脇ほか（1997）によると、マダイ加入群の量的変動は比較的小さいと判断されるので、このage-length keyの適用は妥当であると考えられる。

2. マダイ漁獲物の最高年齢の推定

森脇ほか（1997）は浦郷漁港に水揚げされたマダイについて、漁業種類別に尾又長組成を示している。すなわち、季節別の刺網、釣、延縄、大型定置網、小型定置網の尾又長組成である。これらの尾又長組

成の最大尾又長を単純平均すると540mmになるので、これを最高年齢の尾又長と仮定し、藤川・竹森（1993）が推定した尾又長推定式、 $L_t = 582 \{ 1 - e^{-0.174(t-0.146)} \}$ （ただし、 L_t は年齢 t における尾又長mmである）の L_t に540mmを代入し、 $t = 15$ を求めた。すなわち、島根県沖のマダイ漁獲物の最高年齢を15歳とした。

3. age-length keyの作成

藤川・竹森（1993）の平均尾又長と分散から各体長階級における確率を計算し、次に1歳魚の資源尾数を、100万尾として、各体長階級における資源尾数を計算したものが表1～3である。表1をみると、尾又長80～140mmのマダイはすべて1歳魚、140～180mmでは、すべてが2歳魚であり、180～200mmでは、1歳魚が98.2%、2歳魚1.8%という割合になる。このような計算をすることにより、各体長階級における年齢組成が推定できる。

この方法は調査した年のデータのすべてが使用できるし、過去にさかのぼって年齢組成を推定できる長所がある。また表1～3には、1～3月がないが、島根県沖でのマダイの成長は12月で止まり、1～3月にかけては、ほとんど成長しないと考えられている（藤川・竹森、1993）ので、10～12月のもので代用できる。

〔参 考 文 献〕

藤川裕司・竹森昭夫（1993） 島根県沖マダイの尾又長組成における年齢別季節別の平均と標準偏差。

日本水産学会誌、59（12）、1985—1991.

真子渺・松宮義春（1977） 銘柄組成による年齢組成推定法、西海区水産研究所研究報告、50、1—8.

森脇晋平・若林英人・山田正・松本洋典・道根淳（1997） 隠岐島前湾周辺海域のマダイの生態と人工種苗放流効果。島根県栽培漁業センター調査報告、1、1—35.

島根県（1990） 平成元年度広域資源培養管理推進事業報告書。1—41.

表1 4～6月のage-length key (各年齢における体長組成)

資源尾数	1,000,000	818,731	670,319	548,811	449,329	367,879	301,194	246,597	201,897	165,299	135,335	110,803	90,718	74,273	60,810
年齢	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
体長(mm)															
60 - 80	0														
80 - 100	270,000														
100 - 120	700,000														
120 - 140	30,000														
140 - 160		65,498													
160 - 180		327,492													
180 - 200		360,243	6,703												
200 - 220		65,498	60,329												
220 - 240			201,096	10,976											
240 - 260			261,424	21,952											
260 - 280			120,657	87,811	4,493										
280 - 300			20,110	170,131	17,973										
300 - 320				164,643	58,413	7,358									
320 - 340				76,834	116,826	22,073	3,012								
340 - 360				16,464	125,812	55,182	9,036								
360 - 380					85,373	88,291	33,130	4,932							
380 - 400					31,453	91,970	57,227	17,262	4,038						
400 - 420					8,986	66,217	75,299	39,456	12,114	3,305	1,353				
420 - 440						29,430	66,263	59,183	30,285	11,571	4,060	1,108			
440 - 460						7,358	39,155	59,183	46,436	24,795	10,827	4,432	1,814	743	
460 - 480							15,060	41,921	50,474	38,019	23,007	11,080	5,443	2,971	1,284
480 - 500							3,012	19,728	34,322	39,672	32,480	23,269	12,701	8,169	4,797
500 - 520								4,932	16,152	28,101	31,127	27,701	20,865	14,855	9,730
520 - 540									6,057	13,224	20,300	23,269	22,680	18,568	14,594
540 - 560									2,019	4,959	9,473	13,296	16,329	15,597	14,594
560 - 580										1,653	2,707	5,540	7,257	8,913	9,730
580 - 600												1,108	2,722	3,714	4,797
600 - 620													907	743	1,284
計	1,000,000	818,731	670,319	548,811	449,329	367,879	301,194	246,597	201,897	165,299	135,334	110,803	90,718	74,273	60,810

表2 7～9月のage-length key (各年齢における体長組成)

資源尾数	951,229	778,800	637,628	522,046	427,415	349,938	286,505	234,571	192,051	157,238	128,735	105,399	86,293	70,651	57,844
年齢	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
体長(mm)															
60 - 80															
80 - 100															
100 - 120	19,025														
120 - 140	390,004														
140 - 160	494,639														
160 - 180	47,561	15,576													
180 - 200		171,336													
200 - 220		350,460	6,376												
220 - 240		210,276	38,258												
240 - 260		31,152	153,031	5,220											
260 - 280			229,546	20,882											
280 - 300			159,407	83,529	4,274										
300 - 320			44,634	146,173	21,371	3,499									
320 - 340			6,376	151,393	59,838	6,999									
340 - 360				83,527	111,128	27,995	2,865								
360 - 380				26,102	115,402	59,489	14,325	2,346							
380 - 400				5,220	76,935	83,985	37,246	9,383	1,921						
400 - 420					29,919	83,985	63,031	23,457	7,682	1,572					
420 - 440					8,548	55,991	71,626	49,259	21,124	6,290	2,575	1,054			
440 - 460						20,996	54,436	58,643	38,410	17,296	7,724	3,162	863	707	
460 - 480						6,999	28,651	49,260	48,013	34,592	18,023	8,432	4,315	2,120	1,157
480 - 500							11,460	28,149	40,331	39,310	28,322	18,972	11,218	6,359	3,471
500 - 520							2,865	11,729	23,046	33,020	32,184	26,350	18,984	12,717	8,677
520 - 540								2,345	9,603	17,296	23,172	24,242	21,573	16,955	13,304
540 - 560									1,921	6,290	11,586	15,810	16,396	16,250	14,461
560 - 580										1,572	3,862	6,324	8,629	9,891	10,412
580 - 600											1,287	1,053	3,452	4,239	4,628
600 - 620													863	1,413	1,734
計	951,229	778,800	637,628	522,046	427,415	349,938	286,505	234,571	192,051	157,238	128,735	105,399	86,293	70,651	57,844

表3 10~12月のage-length key (各年齢における体長組成)

資源尾数	904,837	740,818	606,531	496,586	406,570	332,871	272,532	223,130	182,683	149,568	122,456	100,259	82,085	67,206	55,024
年齢	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
体長(mm)															
60 - 80	0														
80 - 100															
100 - 120															
120 - 140															
140 - 160	117,629														
160 - 180	470,515														
180 - 200	289,548	7,409													
200 - 220	27,145	96,306													
220 - 240		266,694	6,065												
240 - 260		266,694	36,392												
260 - 280		96,306	115,241	9,932											
280 - 300		7,409	200,155	24,829											
300 - 320			169,829	79,454	8,131										
320 - 340			66,718	134,078	28,460	3,329									
340 - 360			12,131	134,078	69,117	13,315									
360 - 380				79,454	101,643	36,616	5,451								
380 - 400				24,829	101,643	69,901	21,803	4,463							
400 - 420				9,932	65,051	83,218	46,330	15,619	3,654	1,496					
420 - 440					24,394	69,903	65,408	35,701	14,614	4,487	1,225				
440 - 460					8,131	39,945	65,408	53,551	29,229	11,965	4,898	2,005	821		
460 - 480							13,315	43,605	53,551	43,844	26,922	14,694	7,018	3,283	1,345
480 - 500							3,329	19,077	37,932	43,844	37,392	24,491	15,039	9,029	5,376
500 - 520								5,450	17,850	29,229	34,401	30,614	23,060	17,239	11,425
520 - 540									4,463	14,614	22,435	25,716	24,062	20,521	16,129
540 - 560										3,655	8,974	14,695	17,044	17,238	16,129
560 - 580											1,496	4,898	8,021	9,850	10,753
580 - 600												1,225	3,008	3,283	4,704
600 - 620													1,003	821	1,345
620 - 640															550
計	904,837	740,818	606,531	496,586	406,570	332,871	272,532	223,130	182,683	149,568	122,456	100,260	82,085	67,206	55,024

1994年の隠岐島前湾周辺海域 におけるマダイ資源量の推定

安 達 二 朗

島根県栽培漁業センターでは、1976年から人工的に生産したマダイ種苗を、島前湾周辺海域に放流している（島根県栽培漁業センター、1976）。その結果、島前湾周辺海域で漁獲されたマダイは、天然マダイと放流マダイが混ざっており、その混獲率も推定されている（森脇ほか、1997）。

しかし資源研究の第一義的な目的は、資源量の絶対数としての推定である。したがって天然マダイと放流マダイの加入量や資源量を推定する必要があり、それらによって放流効果を論議すべきであろう。また放流効果調査とは、資源学的には天然魚の加入量に人工種苗がどの程度添加したのかを見積もることであると考えられる。このような考え方から1994年の島前湾周辺海域における天然マダイと放流マダイの資源量を推定したので報告する。報告にあたり、1994年度のマダイ調査担当者に心から感謝する。

材料と方法

解析に用いた資料は、浦郷漁業協同組合の水揚げ台帳に基づく1994年のマダイの漁法別・月別漁獲量（表1）と1994年に浦郷漁港に水揚げされたマダイの季節別・漁法別尾又長測定記録（表2）である。

表1 島前湾周辺海域におけるマダイ漁法別・月別漁獲量（1994年）

漁法 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
定置網	145	9	247	2,829	1,462	218	352	659	888	199	159	50	7,217
刺し網	95	107	151	469	498	283	92	43	76	158	74	93	2,139
一本釣り	108	71	120	570	660	809	193	379	568	253	583	96	4,410
延縄	28	0	48	0	0	88	195	1,412	664	61	46	18	2,560
つぼ網	12	8	20	19	2	29	55	0	1	6	0	0	152
計	388	195	586	3,887	2,622	1,427	887	2,493	2,197	677	862	257	16,478

単位：kg

表2 標本体長組成 (1994年)

季節 体長階級(㎝)	定置網・刺し網						一本釣り・延縄						つぼ網			
	4～6月		7～9月		10～12月		4～6月		7～9月		10～12月		1～6月		7～10月	
	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚
12.0～13.9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4
14.0～15.9	6	0	15	0	14	3	1	0	1	0	7	1	9	8	41	23
16.0～17.9	36	0	84	26	25	5	6	2	49	13	27	3	15	9	53	24
18.0～19.9	55	6	236	25	37	4	28	5	95	25	51	11	2	1	69	14
20.0～21.9	105	14	310	39	60	13	26	6	125	30	42	14	0	0	21	14
22.0～23.9	129	28	249	29	63	7	37	13	106	34	47	14	2	1	12	4
24.0～25.9	176	55	189	47	37	6	57	25	125	63	24	7	2	1	12	4
26.0～27.9	125	26	171	41	35	11	49	24	133	80	48	14	1	1	2	1
28.0～29.9	144	32	103	23	34	12	54	27	108	57	41	14	0	0	1	1
30.0～31.9	154	41	43	8	25	9	48	23	90	46	31	15	0	0	1	0
32.0～33.9	156	41	32	17	10	6	50	19	76	38	27	7	3	1	4	2
34.0～35.9	144	42	18	6	14	2	32	13	63	19	12	4	0	0	2	0
36.0～37.9	114	23	20	11	17	9	34	10	47	21	12	3	1	1	0	0
38.0～39.9	80	14	17	5	9	3	31	10	42	16	9	3	1	1	0	0
40.0～41.9	74	18	13	5	10	1	25	5	29	7	8	5	2	0	0	0
42.0～43.9	41	11	9	6	7	2	25	5	26	3	4	1	0	0	0	0
44.0～45.9	48	10	11	5	6	2	18	3	18	5	3	2	1	0	0	0
46.0～47.9	39	3	5	0	5	1	8	2	16	4	2	0	0	0	0	0
48.0～49.9	30	3	4	1	9	8	7	1	13	5	3	1	0	0	0	0
50.0～51.9	16	0	3	0	2	1	5	1	6	1	2	0	0	0	0	0
52.0～53.9	10	5	2	0	2	1	7	3	7	1	3	0	0	0	0	0
54.0～55.9	13	4	2	0	0	0	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0
56.0～57.9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	1,695	376	1,538	294	421	106	553	198	1,180	468	403	119	39	24	223	91

マダイ尾又長の測定は、漁獲量が多い場合には、その一部分を無作為に抽出したものを、少ない場合には全数を対象としている。1994年の測定回数は延べ150回で、測定尾数は6,052尾である。ただし、定置網、刺網、一本釣りおよび延縄は1～3月、つぼ網は11～12月に欠測している。天然魚と放流魚の識別は鼻孔異常によった。

漁獲物年齢組成の推定は、標本体長組成を安達（1999）のage-length keyを用いて、標本年齢組成に変換し（表3）、漁獲量で引き伸ばして漁獲物年齢組成とした。得られた漁獲物年齢組成から対数回帰法で全死亡体数（Z）を推定し、資源力学的に天然魚と放流魚の資源尾数を推定した。

結果と考察

1. 標本年齢組成から漁獲物年齢組成への引き伸ばし

表4に、一つの例として1994年4～6月の定置網・刺網の標本年齢組成から漁獲物年齢組成への引き伸ばしを示した。その年順は以下のとおりである。

- (1) 標本年齢組成を標本相対年齢組成に変換する。
- (2) 年齢別の体重を求める。
- (3) 年齢別体重に年齢別相対度数を乗ずる。
- (4) それらの和が漁獲物の平均体重となる。
- (5) 漁獲重量を漁獲物平均体重で除して、漁獲尾数を求める。
- (6) 漁獲尾数に年齢別相対度数を乗じて年齢別漁獲尾数とする。
- (7) 放流魚については、年齢別漁獲尾数に放流魚の占める割合を乗じて、放流魚の年齢別漁獲尾数とする。

年齢別体重は尾又長成長式（藤川・竹森、1993）とマダイの尾又長と体重の関係（水産庁、1989）から求める。

このような計算を漁法別季節別に行い、整理したものが表5～7である。定置網・刺網（表5）および一本釣り・延縄（表6）の1～3月については、体長測定を行っていないので、便宜的に、それぞれ4～6月の標本年齢組成を用いて引き伸ばした。したがって、1994年の年間を通しての漁獲物年齢組成には、若干の偏りが入っている可能性もある。しかし表5～7を見てもわかるように、天然魚と放流魚が、周年にわたり、すべての漁法で漁獲されているので、その偏りが資源量推定における致命的な欠陥ではなからう。

表5～7に示した年間の天然魚と放流魚の年齢別漁獲尾数と集計すると、表8に示した1994年の年齢別推定漁獲尾数が得られる。総漁獲尾数は25,320尾で、その内17,959尾が天然魚であり、7,361尾が放流魚である。したがって放流魚の漁獲率は29.1%となる。また表5～7から天然魚と放流魚は、1歳魚として7～9月に加入し、完全加入するのは、表8から天然魚が2歳、放流魚が3歳であることがわかる。

表3 標本年齢組成 (1994年)

季節 年 齢	定置網・刺し網						一本釣り・延縄						つぼ網			
	4～6月		7～9月		10～12月		4～6月		7～9月		10～12月		1～6月		7～10月	
	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚
1	0	0	76	19	85	13	0	0	36	9	90	17	0	0	84	44
2	147	12	793	101	159	28	46	10	336	95	124	36	26	18	114	37
3	414	100	438	99	74	24	132	52	327	174	91	34	5	3	15	5
4	353	85	115	31	34	12	120	57	191	96	44	14	1	1	5	4
5	283	74	40	15	18	8	84	32	109	43	21	8	2	0	5	1
6	175	42	25	11	14	5	57	19	62	21	12	5	3	2	0	0
7	105	22	16	7	9	4	35	11	38	10	7	3	2	0	0	0
8	64	13	10	6	8	3	23	5	25	7	5	1	0	0	0	0
9	42	9	8	2	6	1	15	4	17	5	2	1	0	0	0	0
10	33	6	5	2	5	2	12	3	11	4	1	0	0	0	0	0
11	27	4	4	1	3	2	11	1	10	2	2	0	0	0	0	0
12	20	3	4	0	2	1	9	1	7	1	2	0	0	0	0	0
13	13	3	2	0	2	2	4	2	6	1	1	0	0	0	0	0
25	10	2	1	0	2	1	4	1	4	0	1	0	0	0	0	0
15	9	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
計	1,695	376	1,538	294	421	106	553	198	1,180	468	403	119	39	24	223	91

表4 1994年4～6月における定置網・刺し網の標本年齢組成から
漁獲物年齢組成への引き伸ばし

年 齢	標本年齢組成		放流魚の占める割合	標本相対年齢組成・fi	年 齢 別 体 重 (g) Wi	Wi * fi (g)	漁獲物年齢組成	
	天然魚+放流魚	放流魚					天然魚+放流魚	放流魚
2	147	12	0.08163	0.08673	116.1	10.1	615	50
3	414	100	0.24154	0.24424	289.8	70.8	1,731	418
4	353	85	0.24079	0.20834	528.8	110.1	1,477	356
5	283	74	0.26148	0.16696	807.5	134.8	1,183	309
6	175	42	0.24000	0.10324	1,108.1	114.4	732	176
7	105	22	0.20952	0.06194	1,412.8	87.5	439	92
8	64	13	0.20312	0.03775	1,709.8	64.6	268	54
9	42	9	0.21429	0.02477	1,980.6	49.1	176	38
10	33	6	0.18182	0.01946	2,236.4	43.5	138	25
11	27	4	0.14815	0.01592	2,468.1	39.3	113	17
12	20	3	0.15000	0.01179	2,683.7	31.7	84	13
13	13	3	0.23077	0.00767	2,861.7	21.9	54	12
14	10	2	0.20000	0.00589	3,012.9	17.8	42	8
15	9	1	0.11111	0.00531	3,151.9	16.7	38	4
計	1,695	376		1.00000		812.3	7,090	1,572

表5 1994年における定置網・刺し網の季節別漁獲物年齢組成と漁獲量

季節 年齢	1～3月		4～6月		7～9月		10～12月		計		
	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚
1	0	0	0	0	277	69	262	40	539	109	430
2	64	5	615	50	2,153	369	491	86	3,323	510	2,813
3	231	56	1,731	418	1,598	361	229	74	3,789	909	2,880
4	197	47	1,477	356	419	113	105	37	2,198	553	1,645
5	158	41	1,183	309	255	96	56	25	1,652	471	1,181
6	98	24	732	176	91	40	43	15	964	255	709
7	59	12	439	92	58	25	28	12	584	141	443
8	36	7	268	54	36	21	25	9	365	91	274
9	23	5	176	38	29	7	19	3	247	53	194
10	18	3	138	25	18	4	15	6	189	38	151
11	15	2	113	17	14	3	9	6	151	28	123
12	11	2	84	13	14	0	6	3	115	18	97
13	7	2	54	12	7	0	6	6	74	20	54
14	6	1	42	8	4	0	6	3	58	12	46
15	5	1	38	4	4	0	0	0	47	5	42
計	928	208	7,090	1,572	4,977	1,108	1,300	325	14,295	3,213	11,082
漁獲物の平均体重(g)	812.3		812.3		423.9		563.8				
漁獲量(kg)	753.8	168.9	5,759.2	1,276.5	2,109.8	469.7	732.9	183.2	9,355.7	2,098.3	7,257.4

表6 1994年における一本釣り・延縄の季節別漁獲物年齢組成と漁獲量

季節 年齢	1～3月		4～6月		7～9月		10～12月		計		
	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚
1					162	41	456	86	618	127	491
2	38	7	215	48	1,513	428	628	182	2,394	665	1,729
3	109	43	616	243	1,473	784	461	172	2,659	1,242	1,417
4	99	47	560	266	860	483	223	71	1,742	867	875
5	69	27	392	149	491	194	106	40	1,058	410	648
6	47	15	266	89	279	67	66	25	658	196	462
7	29	9	163	51	171	45	35	15	398	120	278
8	19	4	107	23	113	32	25	5	264	64	200
9	12	3	70	19	77	23	10	5	169	50	119
10	10	3	56	14	50	18	5	0	121	35	86
11	8	1	47	5	45	9	10	0	110	15	95
12	7	1	42	5	32	5	10	0	91	11	80
13	4	1	18	4	27	4	5	0	54	9	45
14	2	1	14	4	18	4	5	0	39	9	30
15	1	0	5	0	5	0	0	0	11	0	11
計	454	162	2,571	920	5,316	2,137	2,045	601	10,386	3,820	6,566
漁獲物の平均体重(g)	827.0		827.0		641.8		516.8				
漁獲量(kg)	375.5	133.9	2,126.2	760.8	3,411.8	1,371.5	1,056.9	310.6	6,970.4	2,576.8	4,393.6

表7 1994年におけるつぼ網の季節別漁獲物年齢組成と漁獲量

季節 年齢	1～3月		4～6月		7～9月		10～12月		計		
	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚+放流魚	放流魚	天然魚
1	0	0	0	0	130	68			130	68	62
2	90	63	115	79	176	58			381	200	181
3	16	10	22	13	24	8			62	31	31
4	4	4	4	4	8	6			16	14	2
5	6	0	9	0	8	2			23	2	21
6	10	7	9	6	0	0			19	13	6
7	4	0	4	0	0	0			8	0	8
8	0	0	0	0	0	0			0	0	0
9	0	0	0	0	0	0			0	0	0
10	0	0	0	0	0	0			0	0	0
11	0	0	0	0	0	0			0	0	0
12	0	0	0	0	0	0			0	0	0
13	0	0	0	0	0	0			0	0	0
14	0	0	0	0		0			0	0	0
15	0	0	0	0	0	0			0	0	0
計	130	84	163	102	346	142			639	328	311
漁獲物の平均体重(g)	306.7		306.7		179.2						
漁獲量(kg)	40.0	25.1	50.0	31.3	62.0	25.4			152.0	81.8	70.2

表8 隠岐島前湾周辺海域における年齢別推定漁獲尾数 (1994年)

年 級	年 齢	天 然 魚	放 流 魚
1993	1	983	304
1992	2	4,723	1,375
1991	3	4,328	2,182
1990	4	2,522	1,434
1989	5	1,850	883
1988	6	1,177	464
1987	7	729	261
1986	8	474	155
1985	9	313	103
1984	10	237	73
1983	11	218	43
1982	12	177	29
1981	13	99	29
1980	14	76	21
1979	15	53	5
計		17,959	7,361

2. 資源尾数の推定

表8に示した天然魚と放流魚の年齢組成(年齢群別漁獲尾数)を対数回帰モデルにあてはめ(天然魚は2歳以降、放流魚は3歳以降)、全死亡係数(Z)を計算すると、天然魚は0.353、放流魚は0.461が得られ、いずれも強い直線性($r=0.99$)を示した。このことは、推定した2つの全死亡係数(Z)が一定であることを示し、年々の生残率($S=e^{-Z}$)と加入量(R)も、ほぼ一定であることを示している。また全死亡係数(Z)が一定であることは、漁獲方程式： $\frac{dN}{dt} = -ZN$ 、 $\frac{dC}{dt} = FN$ (Nは資源尾数、Cは累積漁獲尾数、Fは漁獲係数)におけるZとFが常に一定であるという仮定を満たしている。したがって漁獲係数(F)は、自然死亡係数(M)が0.2と仮定されている(島根県、1990)ため、 $F = Z - M$ から、天然魚は0.153、放流魚は0.261となる。放流魚の漁獲係数が天然魚のそれよりも大きい結果が得られたが、このことは放流魚が卵稚仔期から幼魚期までを自然界とは異なった環境で飼育された経歴が現れているのかもしれない。以上のようにZ、M、Fという資源特性値が推定されたので、天然魚と放流魚の資源尾数を推定することができる。

資源尾数は $N = \frac{C}{QE}$ で計算される。ただしNは年齢別資源尾数、Cは年齢別漁獲尾数、Eは漁獲率、Qは各年齢魚の加入率である。加入率(Q)は土井(1975)の方法で求めることができる。天然魚の1歳魚の加入率は0.1664となるので、1歳の天然魚の資源尾数は、45,794尾となる。放流魚の場合、1歳魚の加入率が0.0819、2歳魚は0.4613となるので、1歳と2歳の放流魚の資源尾数は、それぞれ17,760尾、14,262尾と計算される。天然魚の2歳以降、放流魚の3歳以降の年齢別資源尾数は、加入率が1.0として計算される。それらの計算結果を表9に年齢別推定資源尾数として示した。漁獲率(E)は天然魚が0.129、放流魚は0.209である。

表9から1994年の島前湾周辺海域における天然マダイの資源尾数は、177,388尾、放流マダイの資源尾数は59,107尾と推定された。マダイ総資源尾数は、それらを合計した236,495尾であるが、そのうち放流マダイの占める割合は25%である。すなわち島前湾周辺海域におけるマダイ資源の $\frac{1}{4}$ は放流マダイ

であるといえる。もし島根県栽培漁業センターが人工種苗を放流していなかったら、このような結果は現れないはずである。したがって放流効果を放流魚が天然資源に添加する数で示すことであるならば、この25%という割合と推定された59,107尾という人工マダイの資源量は、確実に効果のあることを示している。また1994年の人工マダイの資源は、過去15年間の放流の蓄積されたものであるから、放流を続けるかぎり島前湾周辺海域では、年々、この程度の人工資源が蓄えられていくことになる。このことは放流魚の回収という直接効果の他に、親魚となった人工マダイの再生産効果が現れてくるであろうことを示唆している。今のところ再生産効果を示す方法はないが、もし今後、島前湾周辺海域のマダイ漁獲量が増加していくならば、その効果の現れとみなしても良いであろう。再生産効果の実証は、今後の研究に待ちたい。

表9 隠岐島前湾周辺海域における年齢別推定資源尾数 (1994年)

年 級	年 齢	天 然 魚	放 流 魚
1993	1	45,794	17,760
1992	2	36,612	14,262
1991	3	33,550	10,440
1990	4	19,550	6,760
1989	5	14,341	4,224
1988	6	9,124	2,220
1987	7	5,651	1,249
1986	8	3,674	742
1985	9	2,426	493
1984	10	1,837	349
1983	11	1,690	206
1982	12	1,372	139
1981	13	767	139
1980	14	589	100
1979	15	411	24
計		177,388	59,107

要 約

1994年の島前湾周辺海域のマダイ漁獲量と浦郷漁港でのマダイ測定記録から、マダイの資源量を推定した。得られた結果は次のとおりである。

- 1) 1994年に漁獲されたマダイは25,320尾と推定され、その内7,361尾が放流魚であった。混獲率は29.1%である。
- 2) マダイの完全加入は、天然魚が2歳、放流魚は3歳である。
- 3) 1994年のマダイ資源尾数は236,495尾と推定され、その内59,107尾が放流魚で、割合としては25%である。
- 4) これらの結果は、確実に放流効果のあることを示している。
- 5) マダイの放流を続けるかぎり、資源量は増大すると考えられ、世代間の効果である再生産効果も現れると考えられる。

〔参 考 文 献〕

- 安達二郎（1999） 島根県沖におけるマダイのage-length key. 島根県栽培漁業センター調査報告、2, 1-5.
- 土井長之（1975） 水産資源力学入門（5）. 日本水産資源保護協会月報、No.130、PP.13-18.
- 藤川裕司・竹森昭夫（1993） 島根県沖マダイの尾又長組成における年齢別季節別の平均と標準偏差. 日本水産学会誌、59（12）、1985-1991.
- 森脇晋平・若林英人・山田正・松本洋典・道根淳（1997） 隠岐島前湾周辺海域のマダイの生態と人工種苗放流効果. 島根県栽培漁業センター調査報告、1, 1-35.
- 島根県栽培漁業センター（1976） 放流技術開発調査. 昭和51年度島根県栽培漁業センター事業報告、33-44.
- 島根県（1990） 平成元年度広域資源培養管理推進事業報告書. 1-41.
- 水産庁研究部（1989） 我が国漁獲対象魚種の資源特性（Ⅱ）. 西海区水産研究所（下関）、14-16.

養殖および養成親魚ヒラメで発見された 寄生虫 *Neoheterobothrium* sp. について

道 根 淳*

1995年12月以降、日本海側で漁獲される天然ヒラメの鰓、口腔壁に養殖トラフグに寄生する *Heterobothrium tetrodonis* に似た大型寄生虫 *Neoheterobothrium* sp. の寄生が確認された*¹。島根県においても、1995年12月に天然ヒラメから、また1996年7月には初めて隠岐島前地域の養殖ヒラメから本虫が確認された*²。 *Neoheterobothrium* sp. は未知の大型寄生虫であり、生態など不明な点が多い。ここでは、隠岐島前地域における本虫の発生状況および生物的特徴を中心として取りまとめたので報告する。

材料および方法

養殖魚および天然魚における *Neoheterobothrium* sp. の寄生状況の推移

養殖魚については、1996年7月から1997年11月にかけて、隠岐島前地域のヒラメ養殖業者を対象に養殖ヒラメにおける *Neoheterobothrium* sp. の発生状況の聞き取り調査を定期的に行なった。

また天然魚は、1997年1月から10月にかけて、浦郷漁業協同組合に水揚げされるヒラメ（養殖魚は含まない）における *Neoheterobothrium* sp. の寄生状況を調査した。市場での *Neoheterobothrium* sp. の確認は、鰓蓋をめくり上げ、鰓、口腔内の目視観察により行なった。さらに鰓の貧血状況の目視観察も併せて調査した。市場調査は原則として週2回実施した。なお、天然魚と放流魚との判別は、無眼側の色素異常の有無で行なった。

Neoheterobothrium sp. 寄生ヒラメの精密調査および *Neoheterobothrium* sp. の産卵試験

1996年11月4日（12個体）、1997年8月6日（10個体）に隠岐島前地域の養殖ヒラメ、1996年12月12日（32個体）に当センターで親魚用として養成していたヒラメから *Neoheterobothrium* sp. の寄生が確認された個体、合計54個体を検体として用いた。供試魚は全長（mm）、体重（g）の計測および外部症状、剖検による内部症状の観察を行なったのち、卵を有する個体を用いて産卵試験を実施した。

Neoheterobothrium sp. の精密調査は、供試魚の鰓を全て切り出し、滅菌ろ過海水を入れたシャーレに取り出してから実体顕微鏡（×40）で鰓部における本虫の寄生部位の観察、寄生数の計数を行なった。その後、口腔内での寄生部位、寄生数の観察を行なった。供試魚より摘出した虫体は、スライドグラスにのせ、カバーガラスで軽く加圧した状態でピクリン酸アンモニウム・グリセリン液で固定し、形態観

* 現所属：島根県水産試験場

*¹ ㈱日本水産資源保護協会：魚類防疫センターニュース，33，p.51.

*² 平成9年島根県魚類防疫会議資料

察と計測を行なった。なお、供試魚のうち寄生虫の認められた魚の割合を寄生率とした。

また産卵試験は子宮内に卵が確認できた虫を選び、ろ過海水入りシャーレに1個体ずつ取り出し、産卵試験を行なった。室温で48時間飼育したのち、産卵状況を観察した。

細菌および他の寄生虫検査

供試魚の腎臓からBHI寒天培地、TCBS寒天培地およびSS寒天培地（ニッスイ）を用いて細菌を分離し、30℃、24時間培養を行なった。また鰓および体表粘液より*Neoheterobothrium* sp.以外の寄生虫の有無について検査を行なった。

結果と考察

養殖魚および天然魚における*Neoheterobothrium* sp.の寄生状況の推移

隠岐島前地域ヒラメ養殖業における*Neoheterobothrium* sp.の発生地域を図1に示す。現在、隠岐島前地域では5地区8業者（保々見地区2業者は1997年からは養殖を行っていない）が海面生け簀によりヒラメの養殖を行なっている。調査期間中、*Neoheterobothrium* sp.が寄生しているヒラメが確認されたのは保々見地区、日ノ津地区の2地区3業者であった。他の3地区5業者の養殖ヒラメからは本虫の寄生は確認されなかった。ヒラメにおける*Neoheterobothrium* sp.の寄生は、それまでは天然海域で漁獲されたヒラメで確認されていたが、今回初めて養殖ヒラメから*Neoheterobothrium* sp.の寄生が確認された。

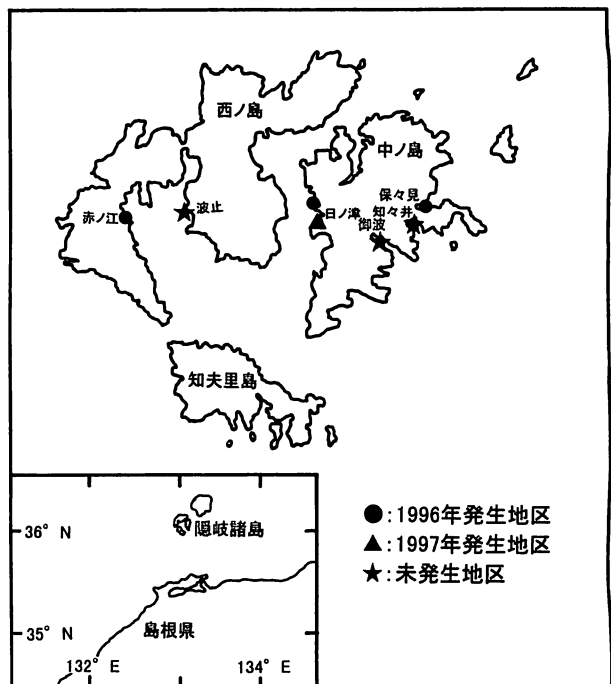


図1 隠岐島前地域ヒラメ養殖における*Neoheterobothrium* sp.の発生状況。

事例1. 保々見地区の場合

1996年7月中旬に養殖ヒラメとしては初めて本虫の寄生が確認された。魚体の大きさは500gであり、本虫確認時の水温は20℃であった。保々見地区の2業者は防波堤で囲まれた閉鎖的な港湾内で、隣り合わせに養殖施設を設置し、ヒラメ養殖を行なっていた。聞き取り調査によると、当初、斃死が続いていたため、ニフルスチレン酸ナトリウム（商品名：水産用エルバージュ10%顆粒 [上野製薬(株)]）による薬浴、塩酸オンキテトラサイクリン（商品名：水産用テラマイシン散 [ファイザー製薬(株)]）の投薬を実施したが、斃死が収まらないため鰓蓋をめくりあげたところ、偶然口腔内に本虫を発見した。さらに他のヒラメの口腔内を見たところ、ほとんどの個体で確認された。また、本虫が寄生していた個体では鰓の貧血が見られた。その後、この年購入した種苗は全滅し、1歳魚も夏季に多く斃死した。この斃死は冬季には収まり、本虫の寄生数も少なくなったということであった。持ち帰った検体で細菌分離検査

(BHI寒天培地、TCBS寒天培地およびSS寒天培地) および寄生虫検査を行なったところ、斃死の原因と考えられる細菌は分離されず、本虫以外の寄生虫も確認されなかった。このため、当時はトラフグに寄生する*Heterobothrium tetrodonis*と同様な害作用によりヒラメが斃死したものと診断した。

その後、保々見地区では出荷終了後、翌年以降も本虫が発生する可能性があると考え、自主的にヒラメ養殖を休業している。

事例2. 日ノ津地区の場合

日ノ津地区の業者では、秋季の水温下降期(1996年10月に初めて確認したが、以前から寄生していた可能性あり)と夏季の水温上昇期(1997年7月)の二時期に本虫の寄生が確認された。本虫寄生確認時の魚体の大きさは、全長164~300mm、体重41.1~284.3gの当歳魚であった。本虫の寄生率は1996年10月の場合が70.5%、1997年7月の場合が43.4%であり、多くの個体から本虫の寄生が確認された。また、高い割合で鰓の貧血も確認された。寄生確認当時の水温は1996年10月が20℃、1997年7月が25℃であった。1997年7月に寄生が確認された群では、その後、本虫の寄生がさらに広がり、80~85%のヒラメで本虫の寄生が確認された。

この業者は内海に面した開放的な湾に養殖施設を設置していたが、1996年10月に本虫の寄生が発生したため、1997年3月には本虫の寄生を避けるため養殖場所をそれまでの場所から二入り江分移動し、新しい場所で養殖を行っていた。

1996年発生時には、当歳魚を中心に多数の個体で寄生が見られたが、1歳魚のヒラメではあまり見られなかった。その後、冬季に魚体から本虫が見られなくなったため、1997年5月に栽培漁業センターから、6月に和歌山県民間業者からヒラメ種苗を購入し養殖を始めたところ、7月には購入したヒラメから本虫が確認された。本虫の寄生が確認されたヒラメについては、業者が1尾ずつスプーンの柄で虫体を取り除き、ニフルスチレン酸ナトリウムで薬浴を行なった後養殖を継続したが、当年11月には再び*Neoheterobothrium* sp.の寄生を確認している。

事例3. 栽培漁業センターの場合

1996年12月に、前年栽培漁業センターで種苗生産され、親魚用として養成していたヒラメから本虫が発見された。寄生が確認されたヒラメは、全長210~400mm、体重241.6~777.2gの1~2歳魚であり、本虫の寄生率は54.8%であった。また当時の陸上水槽の水温は16℃であった。陸上飼育しているヒラメの鰓貧血調査により41.7%(35個体)の個体から鰓貧血が確認され、鰓貧血を呈する個体のうち68.6%から本虫の寄生が確認された。

本虫発見時には陸上八角コンクリート水槽で飼育していたが、このヒラメは採卵を行なうため、10月上旬に海面生け簀から取り上げていた。海上で飼育している同群のヒラメを観察したところ本虫が口腔内から確認され、寄生率が60%と高かったことから、海上養成中に寄生を受けていた可能性が高いと考えられた。

以上の3事例より、養殖および養成ヒラメにおける本虫寄生確認時の海水温は16~25℃であり、養殖ヒラメではほぼ周年本虫の寄生が確認された。ただし、冬季の場合、口腔内に寄生はしているものの、

水温の高い時期のような伸縮運動があまり見られず、本虫の活性が低下するようであった。また、本虫が寄生している個体から高い割合で鰓貧血が確認されたが、本虫の寄生を受けていなくても鰓貧血を呈するヒラメも一部確認された。

今回の3事例より、養殖ヒラメにおいては本虫の寄生には季節性が見られなかった。但し、水温15℃前後から本虫の活動が活発化する傾向にあり、この水温帯を境にして本虫の発生率が高まるのではないかと推測された。

供試魚の症状

外観からは特徴的な症状は見られなかった。剖検では、鰓の褪色および腎臓の腫大、褪色が顕著であった。このほか肝臓に軽度の発赤が見られた。

寄生虫の寄生部位

図2に供試魚における本虫の寄生部位を示す。本虫の寄生部位は鰓、口腔壁であり、鰓と口腔壁の両方に寄生している場合が多かった。特に口腔壁の上部、食道入り口付近には多く寄生していた。宿主（ヒラメ）が大型であると多数の虫が寄生しており、口腔壁の1ヶ所に穴を開け、その部分にかなりの数の個体が房状に密集していた。また宿主が小型であると数個体しか寄生していなかった。

本虫の寄生部位は成長段階により異なり、仔虫では鰓弓中央付近の鰓弁および鰓耙（図3）に、成虫では口腔壁上部に寄生するものと考えられた。また、ヒラメ1尾当たりの寄生数は1～168個体であり、20尾以下の寄生が多かった（図4）。

圧平固定標本による虫体の大きさは、成虫が10.0～15.9mm×1.6～4.0mm、仔虫が5～7mmであった。成虫（図5）は左右相称の細長い紡錘形をしており、体末端の後固着盤にはほぼ円形の把握器が1列4対あった。成虫、仔虫とも水中では伸長し、成虫の場合、前部が3cm以上も伸長することがあった。先端部には1対の口内吸盤と口部が見られ、体中央には球形をした卵巣があり、そこから中

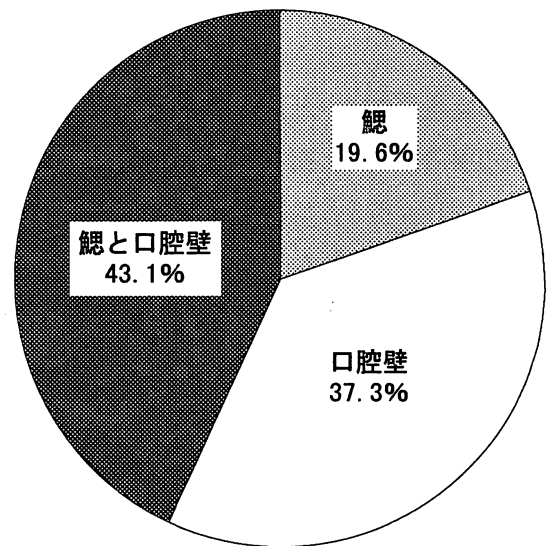


図2 供試魚における*Neoheterobothrium* sp.の寄生部位。供試魚は51尾。

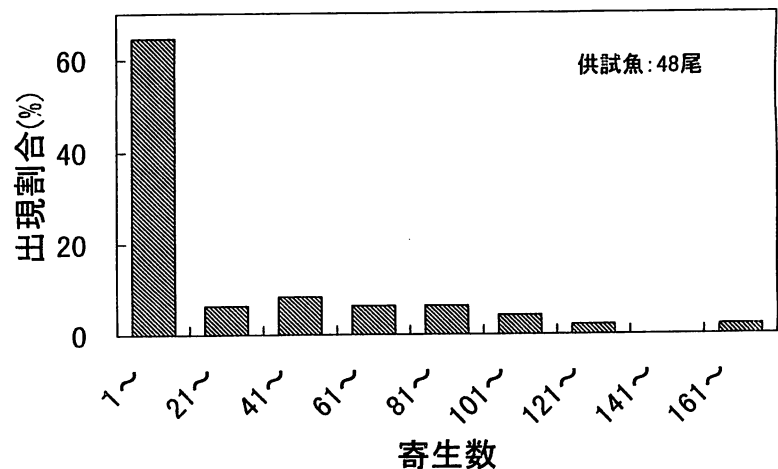


図4 供試魚1尾当たりの*Neoheterobothrium* sp.の寄生数。鰓と口腔内に寄生していたものについて計数を行なった。

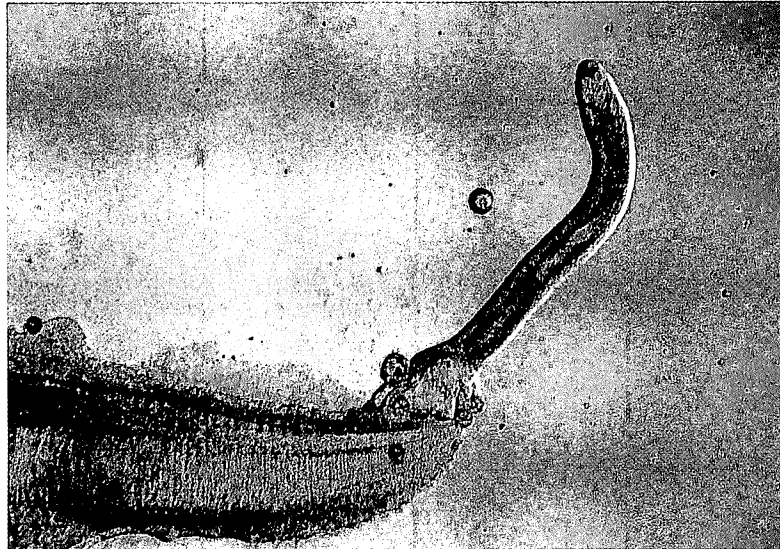


図3 ヒラメの鰓弁に寄生していた*Neoheterobothrium* sp.の仔虫

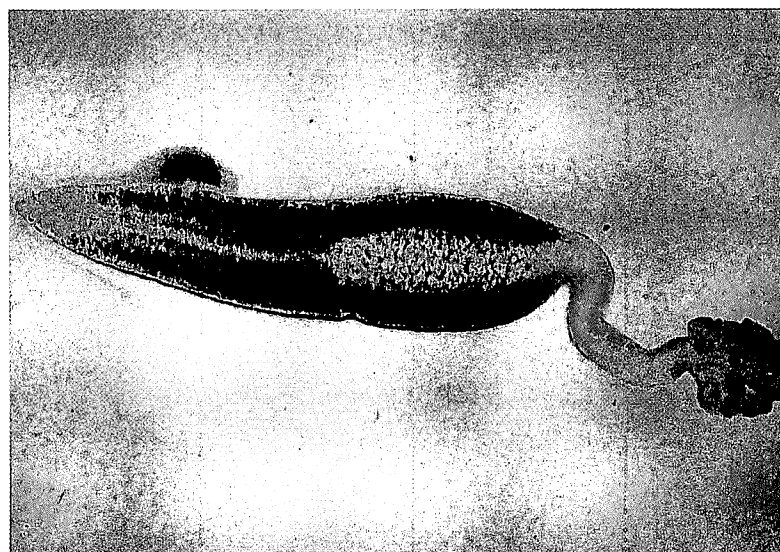


図5 ヒラメの口腔内に寄生していた*Neoheterobothrium* sp.の成虫

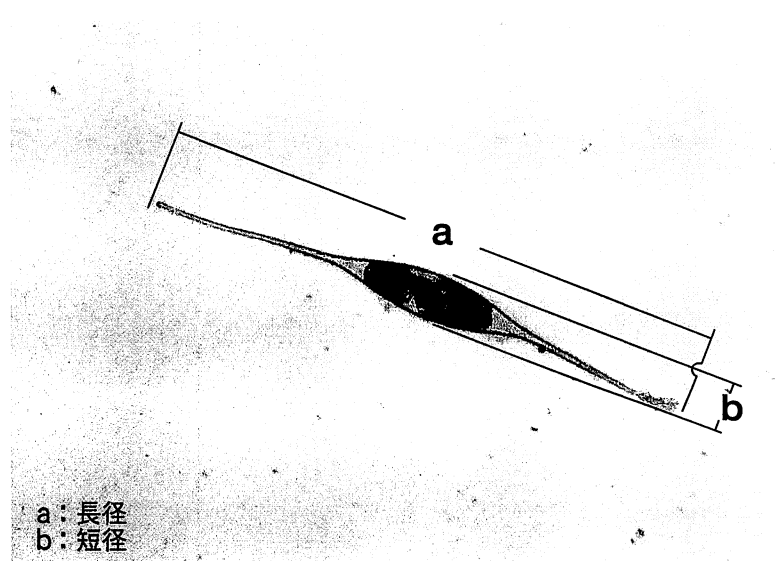


図6 *Neoheterobothrium* sp.の成虫より産出された卵

中央部を先端に伸びる管状の子宮、その中にある螺旋状の輸精管が確認できた。また、卵巣下の網目状になっている精巣も確認できた。

本虫寄生時の体色は、宿主が軽い貧血状態のときはこげ茶色をしているが、鰓が白くなるような極度の貧血状態になると白くなり、卵巣が薄赤く見える。このことから、本虫は鰓、口腔内に寄生し、吸血しているものと考えられた。また、鰓の貧血度合いは本虫の寄生数と相関しなかった。つまり、本虫1尾の寄生だけでも重度の貧血状態にあるヒラメや多数の寄生にも関わらず軽度の貧血状態のヒラメも見られた。これらのことから、貧血の主因を本虫の寄生で説明するのは困難であった。

細菌および他の寄生虫検査

各寒天平板培地を用いて細菌分離を行なった結果、斃死の原因と考えられる細菌は検出されなかった。また、本虫以外の寄生虫の寄生状況を検査した結果、鰓から一度だけ*Caligus* sp. (1個体)が確認されたが、この他の寄生虫は確認されなかった。

産卵数と卵の特徴

卵を有する個体を用いて産卵試験を実施したところ全ての個体から産卵を確認できた。産卵様式は*Heterobothrium tetrodonis*と異なり、卵は1個ずつ単独で産み出され、両端が尖った紡錘形をしていた。さらに、先端の尖った部分を拡大して観察すると、鍵状であった(図6)。卵の大きさは長径が5.0~7.1mm(平均:6.1mm)、短径が0.5~0.8mm(平均:0.6mm)であった。虫体1個体当たりの産卵数は1~159個であり、平均58.6個であった。さらにふ化幼生を得るために継続飼育を行なったが、24時間後には卵殻が崩壊した。小川(私信:1997)によれば、産卵試験は通常、虫体を寄生部位の肉質部と一緒に切り出し行なうのが一般的な方法であり、今回の方法では正常な産卵形態を取らなかったと考えられる。また、そのため虫体は異常産卵を行ない、卵殻の弱い卵が産み出され、飼育中に卵殻が崩壊した可能性が示唆された。*Dactylogyrus vastator*の場合、虫体が宿主に寄生した状態と魚体から離された状態とでは、産卵状況が異なる(江草:1978)ことが確認されており、今回の場合も宿主から離された状態での産卵試験であったことから、虫体1個体当たりの産卵数が過少に産み出されている可能性が高いと考えられる。

卵の形態として、*Heterobothrium tetrodonis*の卵はフィラメントでつながり、数珠状で生け簀網に絡むため生け簀内に滞留しやすく、感染が広がりやすいと考えられる。しかし、本虫の卵は先端が鍵状になっているものの単独で産み出されており、*Heterobothrium tetrodonis*の卵同様、生け簀内に留まりやすいのかどうか疑問である。しかし、聞き取り調査の結果、養殖期間中に本虫寄生ヒラメの割合が同一生け簀内で高くなっていることから、網・ロープに付着している海藻類などに先端部の鍵により引っかかり、その後ふ化幼生が生け簀内に滞留している可能性が高いと考えられる。

以上のように、この部分については試験が不十分なため、明確な結果を得ることはできなかった。今後、生活史を明らかにし、本虫の感染を防ぐためには産卵の再試験や生け簀内での卵の確認や仔虫の動態の観察など行なっていく必要がある。

天然海域における*Neoheterobothrium* sp.の寄生状況

図7に浦郷漁業協同組合に水揚げされたヒラメにおける*Neoheterobothrium* sp.の寄生状況を示す。天然魚では3月に1個体のみ確認されたが、放流魚では3月を中心とする2月から5月および10月に確認され、本虫の寄生は天然魚より放流魚に多く見られた。またこの結果は、他の海域で確認されている時期より数ヶ月遅れて確認された点で従来の報告とは異なった。島根県の場合、初めて天然海域で発見されたのは12月に沖合底びき網漁業によって漁獲されたものであり、この漁業における漁獲ピークは11～2月の冬季に見られ、それ以外ではヒラメの漁獲は少ないため確認できない。これに対し、浦郷漁業協同組合に水揚げされるヒラメの場合、ほとんどのものが島前湾内での小型定置網漁業、刺網漁業によって漁獲されており、漁獲ピークは小型定置網漁業が3～5月、刺網漁業が5～6月と、沖合底びき網漁業での漁獲ピークとかなりのズレがある。つまり、本虫が確認された時期が異なったのは漁法による漁獲ピークの違いにより出現を始めて確認した時期が異なると考えられる。図8に市場に水揚げされたヒラメの体長別寄生状況を示す。本虫が確認されたヒラメの大きさは、天然魚で全長28cm、放流魚で全長21cm、31～35cm、46cmであり、放流魚のサイズのほうがやや大型であった。

天然海域においては春季に多く見られ、夏季になるとほとんど見られなくなる傾向にあり、さらに天然魚より放流魚での本虫の寄生率が高く、各年級から発見された。これは、上述した養殖魚の寄生状況とは逆の傾向を示しており、寄生時期の違いが生息環境の違いによるものか、水温との関係によるものなのか不明である。また聞き取り調査によると、島前湾では、以前天然魚が漁獲されていたが乱獲により減少し、その後種苗放流が行なわれるようになってからは放流魚の漁獲される割合が高くなったということであった。つまり島

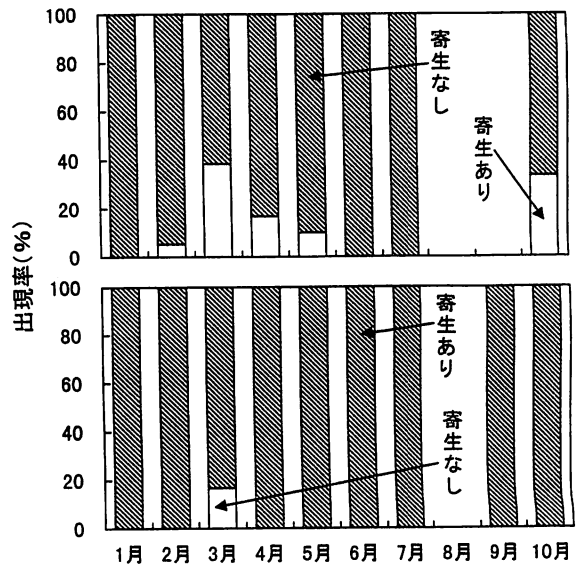


図7 浦郷漁業協同組合に水揚げされたヒラメにおける*Neoheterobothrium* sp.の寄生状況。
上段は放流魚、下段は天然魚を示す。
図中の斜線部は*Neoheterobothrium* sp.の寄生が確認されたもの、白抜き部分は*Neoheterobothrium* sp.が寄生していなかったものを示す。

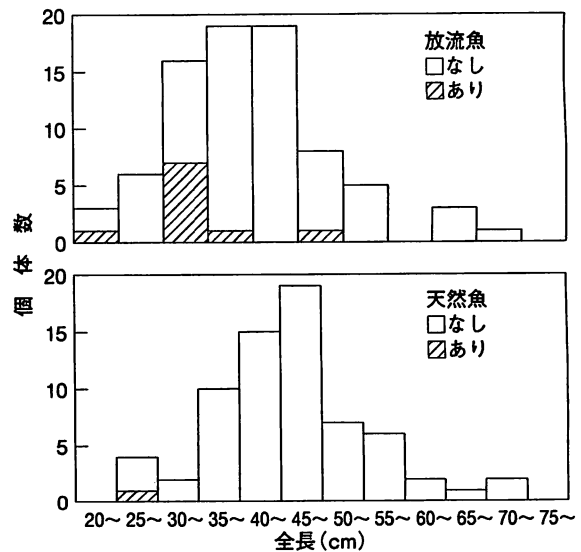


図8 浦郷漁業協同組合に水揚げされたヒラメにおける体長別*Neoheterobothrium* sp.の寄生状況。
上段は放流魚、下段は天然魚を示す。
図中の斜線部は*Neoheterobothrium* sp.の寄生が確認されたもの、白抜き部分は*Neoheterobothrium* sp.が寄生していなかったものを示す。

前湾では、放流魚は放流後あまり大きな移動を行わず、湾内に留まっている可能性が高いと推測される。このため餌料環境・生息環境などの環境条件が外海と異なり、ある条件が整った時本虫の寄生率が移動の大きい天然魚より湾内に留まりやすい放流魚において高くなる傾向があるのではないかと推察される。

また市場調査において、本虫の寄生と共に鰓の貧血も確認された。図9に浦郷漁業協同組合に水揚げされたヒラメの体長別鰓貧血状況を示す。放流魚では全長21~48cm（1~3歳魚）の範囲で鰓貧血個体が見られ、特に全長30~39cmサイズ（2歳魚）で多く見られたが、天然魚では広い範囲（全長28~70cm）で数個体ずつかつ大型個体（全長60,70cm）で鰓貧血個体が見られた。放流魚では本虫の寄生数と鰓貧血の程度に相関がある

ように思われるが、天然魚では明らかにそのような傾向は見られなかった。また鰓貧血個体の出現率は放流魚の方が高い傾向が見られた。さらに天然魚においては大型のものでも鰓貧血が見られたが、放流後1年以上と考えられる群から鰓貧血個体が多く出現している傾向が見られた。井上・三輪（1998）^{*3}はヒラメの貧血症について、病理組織学検討の結果、原因として造血組織に感染するウイルスによるものと推測し、報告した。養殖場においては別々の機関より種苗を購入したにも関わらず、本虫の寄生（鰓貧血あり）および鰓貧血症状のみを示すものが見られた。このことから本虫の寄生および鰓貧血については種苗同士による水平感染が疑われるが、感染源がいつの段階で何により感染したかといった経路が今のところ解明されていない。

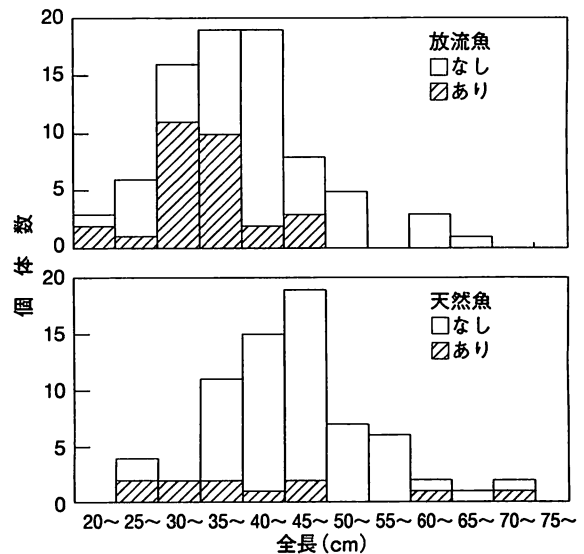


図9 浦郷漁業協同組合に水揚げされたヒラメの体長別鰓貧血状況。
 上段は放流魚、下段は天然魚を示す。
 図中の斜線部は鰓の貧血が確認されたもの、
 白抜き部分は鰓の貧血が確認されなかったものを示す。

*3 井上潔・三輪理：平成10年度日本魚病学会春季大会講演要旨集、p.22.

〔 文 献 〕

小川和夫（1983） 5.単生虫病，魚病学〔感染症・寄生虫病篇〕，草周三編，恒星社厚生閣，東京，306-308.

山本賢治・高木修作・松岡学（1984）伊予灘に発生した単生類の鰓寄生によるカタクチイワシのへい死について．魚病研究，19(2)，119-123.

全国漁連海面魚類養殖業対策協議会他（1998）トラフグ養殖管理指針，57pp.

江草周三（1978）付録1.吸虫症，魚の感染症，恒星社厚生閣，東京，451-487.

隠岐・島前海域海洋牧場推進事業調査

森脇晋平・山田 正・若林英人・道根 淳*・松本洋典
(隠岐・島前海域マダイ資源研究チーム)

1. はじめに

島根県隠岐諸島・島前海域に音響馴致システムを利用したマダイ対象の海洋牧場の施設整備が平成6年度に完了した。このシステムは音響馴致施設、音響給餌ブイ、保護育成礁、餌料培養礁、越冬礁とから成り立っている。

この海洋牧場システムでは、音響を利用して放流したマダイ魚群を制御し、放流魚の生残率および周辺海域への滞留率の向上を図ることを目的としている。具体的には人工種苗を中間育成時に音響馴致施設において音響を用いた条件付けによる「学習」を行い、その後音響給餌ブイ周辺海域へ放流し、人工魚礁の整備された漁場への馴化を徐々に行わせることによって資源添加率の向上に寄与することを目指している。

本調査事業は海洋牧場周辺海域のマダイ資源の有効利用方法及び運営・管理の手法を検討するため、平成7～9年度にかけて実施された。ここでは音響馴致されたマダイの生残・滞留状況を評価することに重点をおいて調査をした結果を報告する。

2. 資料と方法

調査対象海域は島根県隠岐諸島・島前周辺である(図1)。漁獲量の資料は浦郷漁協の水揚げ統計を用いた。

音響馴致魚の放流はすでに平成元年から開始されている。平成元年に県単独事業による簡易式の音響給餌施設が栽培センター地先と赤崎鼻沖に設置され、それに対する調査結果資料も一部使用した。その後図1に示した位置に国庫補助事業による音響給餌施設が平成6年3月に、音響馴致用の中間育成筏が平成7年3月にそれぞれ設置され、音響馴致されたマダイが放流されている。平成元年以降これまで718,500尾の馴致魚が放流された(表1)。

種苗生産施設から音響馴致施設に搬入したマダイ稚魚に300Hzで5秒間隔の水中放音と給餌とを4～8回/日繰り返すことによって音響による条件付けをおこなった。1回当たりの給餌量は4～32Kgである。マダイ稚魚は馴致開始後1週間から遅くとも2週間で音響に完全に反応するようになる。平成8年からは音響馴致魚にALC標識を付して放流した。平成8年度は種苗生産段階の全長約13mmの時に

*現所属：島根県水産試験場

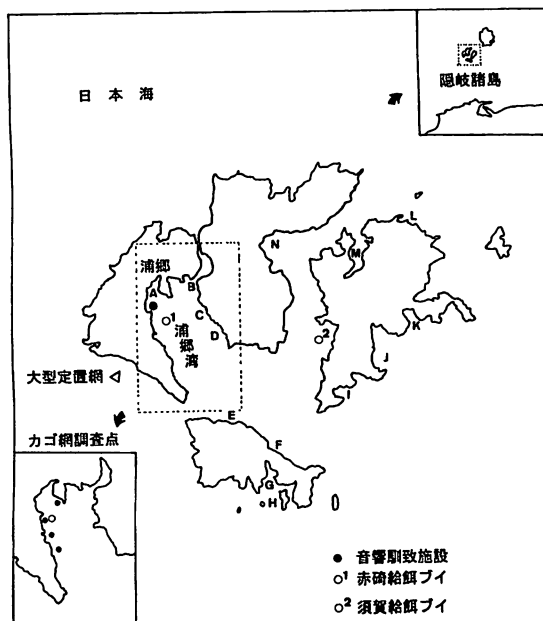


図1. 調査海域と各施設の設置場所。
A～Nは無馴致群の放流場所を示す(表4、7参照)。周辺の漁場位置は島根県栽培漁業センター(1997)を参照のこと。

キューバにより同一の専門潜水士があたり、月1回の頻度で目視により魚種と尾数を記録した。観察時間は調査点当たり約20分である。また平成8年度には音響馴致施設から馴致マダイの一部を直接放流し、その後の蛸集状況を音響馴致施設上から目視観察した。

漁獲試験や市場調査で得られた魚体については尾叉長、体重の測定をおこなうとともに、鼻孔隔皮の欠損状況を観察した。さらに各魚体から耳石を採取し、検鏡することによってALC標識した音響馴致魚の判別を行った。

ALC50ppm溶液へ24時間浸漬することによって標識付けを実施し、9年度は全長18.8mm時にALC30ppm溶液へ24時間浸漬した。その後音響給餌による中間育成を放流サイズまで行った。放流の詳細は表1に示した。

平成7年度に音響給餌ブイからの放流直後の分散移動状況を調べるため及び漁獲対象とならない小型魚の採集を行うためにカゴ網(60cm×40cm×20cm)による漁獲試験を実施した。調査点は図1に示した4点で、1点当たり5カゴ投入し、1晩経過したのち引き上げた。調査期日は表2に示したとおりである。餌として凍結マイワシを用いた。このカゴ調査と併行して赤崎ブイ直下へ放流したマダイ群の分散状況を潜水目視により観察した。手法は以下に記した毎月の潜水調査と同じである。

音響給餌ブイ直下における蛸集魚の種組成や量的変動を把握するため潜水調査を行った。潜水にはスキューバにより同一の専門潜水士があたり、月1回の頻度で目視により魚種と尾数を記録した。観察時間は調査点当たり約20分である。また平成8年度には音響馴致施設から馴致マダイの一部を直接放流し、その後の蛸集状況を音響馴致施設上から目視観察した。

表1 音響馴致マダイの放流実績

放流期日	放流尾数	尾叉長(mm)	放流場所・備考
平成元年10月12日	48,000	80	
2年10月1日	29,000	100	
3年10月24日	70,000	100	うちアンカータグ30,000
4年10月22日	43,500	92	アンカータグ30,000 右腹鰭抜去13,500
5年11月8日	80,000	98~105	腹鰭抜去
6年9月18日	40,000	85	赤崎沖35,000 須賀沖5,000
7年10月3日	74,000	87~97	赤崎ブイ64,000 須賀ブイ10,000
8年10月2,4日	220,000(ALC)	93	馴致施設120,000 須賀ブイ100,000
9年10月2日	114,000(ALC)	86	馴致施設76,000 須賀ブイ38,000
計	718,500		

平成元年～5年の放流場所はすべて赤崎沖である(図1の①付近)。

3. 結果と考察

1) 漁獲量の変動

調査海域におけるマダイの資源動向を把握するために、浦郷漁協に水揚げされた漁業種類別の年度別漁獲量（図2、付表1）をみると、漁獲量は昭和60年～平成6年までは10トン弱から15～16トンの間を変動していたが、平成7年以降増加に転じ、平成9年には約46トンに達した。漁業種類別にみると定置網での増加が著しく、刺網での増加がそれに続いている。

定置網による漁獲量の増加に関連して、浦郷漁協での定置網着業統数に変化はないことおよび定置網漁業の受動的漁獲特性を考慮すると、上述の漁獲量の増加はこの海域のマダイ資源の増大を示唆している。

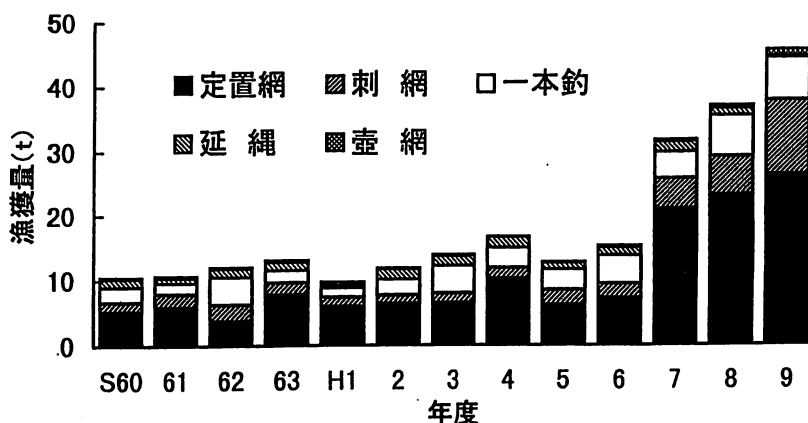


図2. 浦郷漁協におけるマダイの年度別漁獲量。

2) 既往資料の整理

音響馴致魚の分布：音響馴致魚の分布域を明らかにするために平成5年度に実施された釣り調査（島根県栽培漁業センター1996）により再捕された馴致魚の赤崎給餌ブイからの距離別の頻度分布を図3に示した。調査対象群は音響馴致された当歳魚で調査は11月から翌年2月にかけて実施され、標識放流個体の約90%は年内に再捕された。得られた結果によると再捕された馴致魚の割合は給餌ブイから1km以内が最も高く、3km以遠になるとほぼ一定となって全体の数%を占めるにすぎないことがわかった。これから馴致マダイの分布範囲は主に音響給餌ブイから半径2km以内であると推定される。この結果は大分県上浦海域の調査事例と比較してほぼ同程度である（大分県水産試験場1990）。

再捕率の比較：馴致した群はそうでない群に比べて放流地点への定着が高いことが予想される。そこで標識放流した当歳魚マダイ群について放流の翌年（4月1日から11月30日まで）に再捕個体数を小型定置網（つぼ網）と刺網について、音響馴致していない放流年（昭和60～63年）と音響馴致した放流年（平成3～4年）とに区分して調べた。なお小型定置網はすべて内湾域に設置されており、刺し網の漁場は内湾部及び外海沿岸域である。また放流場所は馴致群は赤崎給餌ブイ周辺であり、無馴致時代の放流場所は内湾部を主体とした沿岸域である（島根県栽培漁業センター1997；表1、図6）。

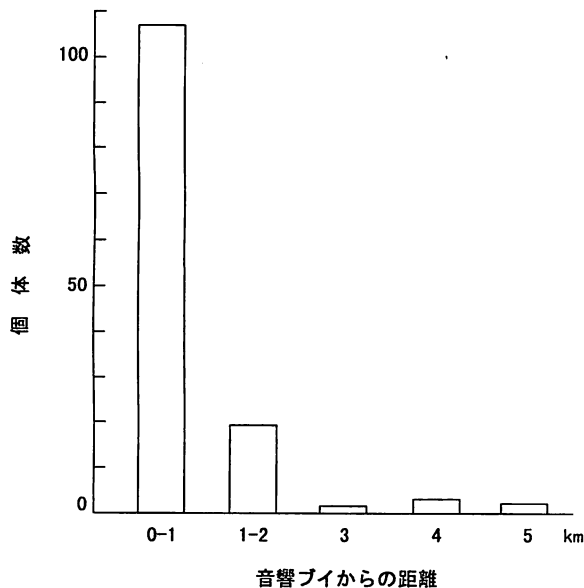


図3. 馴致マダイの音響給餌ブイからの距離別漁獲個体数。

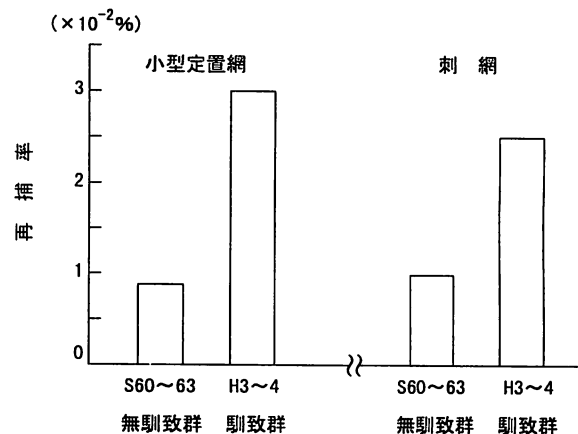


図4. 越冬後の次年に再捕される馴致群と無馴致群との再捕率の比較。

得られた結果を整理して取りまとめると、図4に示すように馴致が行われるようになってからの再捕率はそれ以前に比べて2.5～3倍に上昇して顕著な差を指摘できる（付表2）。

3) 放流直後の分散

放流直後の音響馴致マダイの行動・分散状況を明らかにするため平成7年度の赤埼給餌ブイ直下への放流群について、潜水観察とカゴによる漁獲調査を実施した。

放流直後の潜水観察：平成7年10月3日に赤埼給餌ブイ直下に放流した64,000尾の音響馴致マダイ群について、潜水観察によりその後の蛸集状況を観察した（図5）。放流後10日目ころからやや減少がみられはじめ、放流後20日目ころからは顕著な逸散がはじまり、数百尾程度に減少した。ただ、給餌ブイの発信音に反応して数千尾程度の集合がみられていることからブイの近傍には蛸集していると判断できる。その後放流後40日目ころまでは数百尾の群が観察されたが、当歳放流群は12月以降観察できなかった。

一方、須賀ブイでも同様の調査を実施したが、放流直後から激しい逸散があり、赤埼ブイのような滞留は認められなかった。これは給餌ブイ周辺にブリ（ハマチ）の大群が発見されたことから、放流マダイの滞留になんらかの影響を与えた可能性がある。

平均移動距離：平成7年度に実施したカゴ調査から得られたデータをもとにして放流後のマダイの放流点からの平均移動距離を計算した。平均移動距離は次式によって求めた。

$$D_p = \Sigma (D_i \times Y_i) / \Sigma Y_i$$

ただし、 Y_i ＝各点における再捕尾数、 D_i ＝放流点から各再捕点までの距離

得られた平均移動距離（ D_p ）の経時変化（表2）をみると、調査期間中を通じて値は大きくなる傾向にある。放流後20日目に数値が上昇し、放流点からの分散が活発化している。潜水観察によってもこのころから目立った逸散を観察している（図5）。その後、107日目に最も大きな値を得ており、この時期潜水観察でも当歳放流群は観察されていない。

表2 平成7年度に実施したカゴ調査から得られた平均移動距離の変化

調査期日	経過日数	Dp:平均移動距離(km)
10月 5日	2	0.69
7日	4	0.61
10日	7	0.37
14日	11	0.64
23日	20	0.82
31日	28	0.78
11月14日	42	0.54
12月14日	72	0.60
1月18日	107	0.97

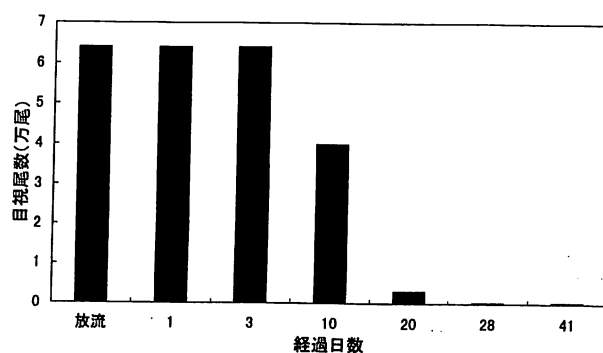


図5. 音響給餌ブイに放流された馴致マダイの潜水目視調査による分散過程。

平成5年に実施した釣獲試験(3-2参照)、平成7年に実施したカゴ網による漁獲と潜水目視観察の同時調査から音響馴致マダイの給餌ブイ周辺における放流後の行動分散状況を検討した結果は以下のとおりである。i) 放流後10日目までは顕著な移動はみられず、ii) 放流後20日目ころから約2カ月まではブイ直下からは逸散するものの、iii) 音響ブイから半径2Km以内の周辺海域に分散して生息していると判断した。iv) その後約100日目以降では再び逸散傾向が強まるが、これは水温降下とともに越冬行動によると推測される。なお冬季は摂餌行動が不活発であるため漁獲による試験調査では十分な資料を得ることはできなかった。

4) 潜水観察調査

潜水観察により給餌ブイ直下に蟄集するマダイの目視尾数(図6~7、付表3~5)を季節的にみると、マダイはほとんど周年にわたって観察されるが、尾数は6月ころから12月ころに多い。特に7~10月に目視尾数が多くなる傾向があり、これらは15~20cm台の魚群が主体となっている。また調査した2海域を魚体の大きさに注目して対比してみると、赤埼ブイ周辺では15cm以下の相対的に小型のマダイが目視されたのに対して、須賀ブイ周辺では15cm以下の小型魚は少なく、赤碓ブイ周辺に比較して大型のマダイが集合している傾向がある。

一方経年的に出現したマダイの大きさを検討すると、ふたつのブイ周辺海域とも年を経るにつれて小型のマダイから大型のマダイへと目視される魚体の大きさが変化している傾向を指摘することができる。このことは音響馴致されたマダイが給餌ブイ周辺に滞留・回帰していることを示唆している。

5) 中間育成(音響馴致)施設での放流後の観察

放流技術の向上を図ることを目的にして音響馴致を行った中間育成施設での放流を行い、音響馴致魚の行動を目視観察した。

従来から給餌ブイ直下への直接放流は大型魚による駆逐など課題があった。そこでひとつの試みとして赤埼給餌ブイ放流分については音響馴致中間育成施設の仕切網を開放して放流した。そして、しばらく中間育成施設で音響給餌し、水温の低下とともに深所へ移動する際に給餌ブイに蟄集することを期待

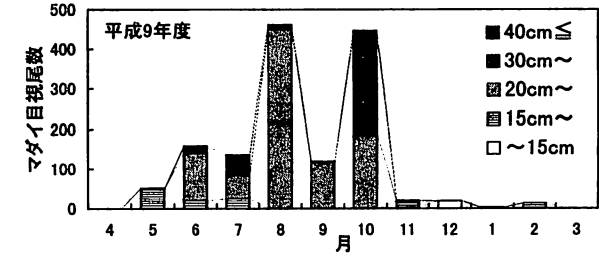
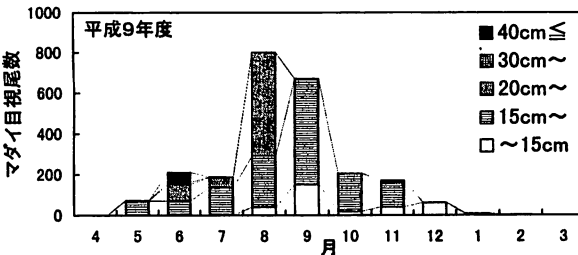
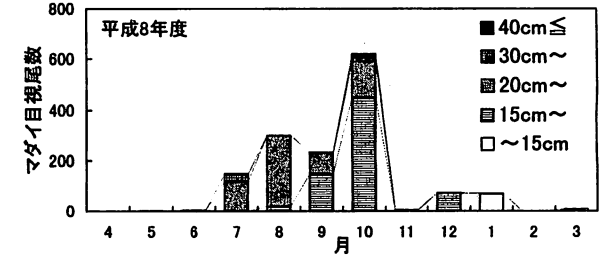
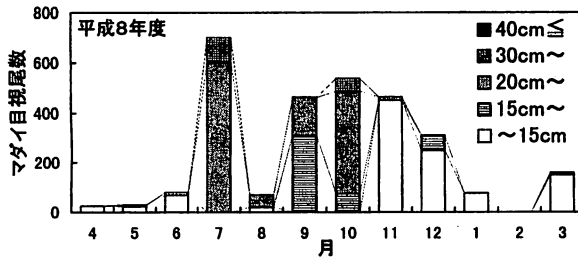
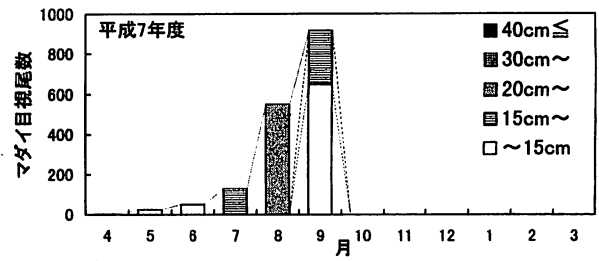
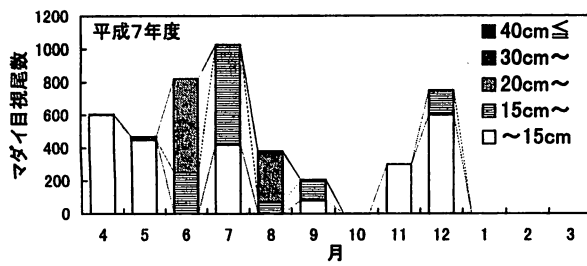


図6. 赤崎給餌ブイ直下における潜水目視調査結果。図中の階級数値は目視によるマダイの体長を示す。

図7. 須賀給餌ブイ直下における潜水目視調査結果。図中の階級数値は目視によるマダイの体長を示す。

した。観察記録を表3に示したが、中間育成施設で放流されたマダイは、その周辺で音響による条件づけが強化されたのちその一部が給餌ブイに移動していることが潜水観察で確認できた。

一方、中間育成施設周辺海域では12月中旬まで放音給餌に対して数百尾の蛸集がみられた。冬季には蛸集はみられなかったが、翌年の4月には再び数百尾、5月には1,000尾、6月には10,000尾、7月には10,000尾以上の蛸集が目視観察で確認できた(表3)。

このように音響馴致したマダイの一部は越冬後も翌年の春から夏にかけて放流海域周辺に留まる傾向が強いと判断できる。次節ではその量的な課題を検討する。

6) 平成8年度の音響馴致魚群の放流と追跡

ALCで標識した音響馴致マダイとそうでないマダイとの滞留・生残状況を比較するために、調査海域周辺に放流された人工産マダイを対照群として用いて追跡調査を行った。それらの放流実績を表4に示した。

次に、これら馴致群と無馴致群の滞留・生残状況を比較するために、平成8年放流群を対象にして平成8年10月から平成10年6月まで合計446個体を漁獲試験および市場調査により採集した。これらを表5のように4種類に分類し、月毎に整理した(表6)。

このうち①と②はALC標識が確認できることから音響馴致魚と判定できる。③は鼻孔隔皮欠損魚であることから人工種苗魚であり同時にALC標識が認められないことから無馴致群と判断した。④は天然魚と推定される。この④のグループのなかには人工種苗魚のうち鼻孔隔皮の欠損が発生しない個体が混入していることが考えられる。この年の無馴致群の鼻孔隔皮欠損魚の発生率は88.0%であった(表4)

表3 平成8年度に馴致施設で放流した群の観察記録

期 日	放流後	蛸 集 ・ 行 動 の 状 況
10月 2日	0 日目	12万尾を中間育成施設で放流。
8日	6	給餌中でなくてもかなり見える。給餌中は蛸集する。
10日	8	蛸集良好。
16日	14	蛸集良好。発音までは筏棧橋の下に広く分散する。
21日	19	赤埼ブイ潜水観察で10cmマダイ120尾確認。
22日	20	蛸集良好。
11月13日	42	給餌時に1～2万尾蛸集。
17日	46	1万尾程度蛸集。
20日	49	赤埼ブイ潜水観察で10cmマダイ450尾確認。
27日	56	0.5～1万尾蛸集。
12月 6日	65	500尾蛸集。
9日	68	ほとんど集まらない。
11日	70	赤埼ブイ潜水観察で10cmマダイ250尾確認。
12日	71	200～300尾蛸集。
16日	75	数百尾蛸集。
1月 7日	97	蛸集なし。
9日	99	300尾蛸集。
17日	107	赤埼ブイ潜水観察で10～15cmマダイ77尾確認。
23日	113	蛸集なし。
2月 2日	123	//
5日	126	//
18日	139	//
4月上旬	約190	音響給餌で200～300尾蛸集。
5月上旬	220	// 1,000尾程度蛸集。
6月上旬	250	// 10,000尾程度蛸集。
7月上旬	280	// 中層に10,000尾以上蛸集。

ので、鼻孔隔皮欠損のみられない人工種苗魚は放流尾数26万尾の12%約3万尾であり、④のなかにはこれらのなかから再捕されたものが混じっている可能性がきわめて高いが、ここではそれを分離することはできない。

標識装着尾数は、音響馴致のALC標識魚群22万尾（表4）に対して、対照群の無馴致群は人工産種苗26万尾（表4）のうちの鼻孔隔皮欠損魚群22.88万尾（26万尾×0.88）であると推計した。これらのふたつの群の再捕率（再捕尾数／放流尾数）を対比してみると、

$$\textcircled{3} / 228,800 : (\textcircled{1} + \textcircled{2}) / 220,000 = 1 : 2.49$$

となり、2.49倍ほど音響馴致群が無馴致群に比較して多く再捕されているといえる。

しかし、ここでは馴致群と無馴致群との越冬後の生残や滞留状況の差異を明らかにするのが目的であるので、越冬前の数値は除く必要があること、また放流後のマダイの分散と調査漁場の範囲及び放流場所を考慮すべきであることを考え合わせ、対象期間と標識装着対象群を次の5つのケースに分けて無馴致群に対する馴致群の比率を検討した（表7）。

ケースⅠ：期間は越冬後の平成9年3月から12月、馴致群は赤埼ブイ放流群、無馴致群は浦郷湾放流群（対象とする空間スケールを狭く考えた場合）。

ケースⅡ：期間はⅠと同じ、馴致群は赤埼ブイと須賀ブイ放流群、無馴致群は内湾域の放流群。

ケースⅢ：期間はⅠと同じ、馴致群はⅡと同じ、無馴致群は全域の放流群（対象とする空間スケールをⅠに比べ広くした場合）。

表4 平成8年度に実施した音響馴致群と無馴致群の放流実績

期 日	尾 数	尾叉長(mm)	場 所	鼻孔隔皮欠損魚発生率
無馴致群				
9月10日	15,000	80~90	M	
	10,000	80~90	G	
9月11日	10,000	80~90	A	
	10,000	80~90	B	
9月17日	45,000	90~100	L, K, J	
9月18日	15,000	90~100	I	
	45,000	90~100	E, F, H	
9月19日	40,000	90~100	N	
	70,000	90~100	C, D	
計	260,000			88.0%(N=100)
音響馴致群 (ALC標識)				
10月2日	120,000	93	赤埼ブイ	
	100,000	93	須賀ブイ	
計	220,000			50.0%(N=100)

場所は図1を参照

表5 再捕魚の分類

項 目	耳石ALC蛍光	鼻孔隔皮	
①	+	-	音響馴致した人工魚
②	+	+	〃
③	-	-	無馴致の人工魚
④	-	+	天然魚及び鼻孔隔皮(+)の人工魚

耳石ALC蛍光 + : 蛍光あり ; - : 蛍光なし

鼻孔隔皮 + : 有 (正常) ; - : 欠損 (鼻孔連結)

ケースⅣ : 期間は放流1年を経過した平成9年10月から翌年6月、標識対象群はⅢと同じ。

ケースⅤ : 期間は平成10年3月から6月、標識対象群はⅢと同じ (2回目の越冬後)。

これらの結果を表7に整理して示した。放流群のうちの標識装着対象群の選定によっても数値は変化するが、1~2回目の越冬後とも馴致群の再捕は無馴致群のそれに比べ2~3倍高い数値を示した。特に1回目の越冬後(ケースⅠ~Ⅲ)の数値は馴致群の越冬期間中の生残が、2回目の越冬後での数値(ケースⅤ)は馴致群の逸散防止がそれぞれ関与したものである。

ここで越冬前の数値をケースⅥに示したが、その比率は1.34であり、越冬後のそれに比べ低い。このことは越冬後では馴致群の無馴致群に対する比率が上昇したという事実を示しており、音響馴致をすることによって越冬後の生残と滞留を高めるという効果があることを支持している。

ところで、再捕されたALC標識魚の鼻孔隔皮欠損魚の出現率は① / (①+②) = 55.2%であった。音響馴致用にALC標識を付した群の鼻孔隔皮欠損魚の発生率は50.0%であり(表4)、放流前の出現率と再捕時のそれとの間に有意差はみられなかった(0.90 < p < 0.95)。このことは人工種苗のうち鼻孔隔皮欠損魚と鼻孔隔皮のある魚との生残率には少なくとも2歳までは差がないことを示唆している。

表6 平成8年度放流群の再捕・判別調査結果

分類\期日	平成8年10月	11月	12月	平成9年1月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
①ALC+, 鼻孔隔皮-	2	64	4	3	1	3	17	11	3	4	11	4	3	4
②ALC+, 鼻孔隔皮+	1	45	11	2	1	4	19	9	3	2	6	3	3	3
③ALC-, 鼻孔隔皮-	0	48	11	6	2	3	9	7	1	3	5	3	1	3
④ALC-, 鼻孔隔皮+	0	19	3	2	0	2	6	2	2	1	0	13	5	7
個体数(計)	3	176	29	13	4	12	51	29	9	10	22	23	12	17
平均尾叉長(mm)	94.0	109.6	124.1	117.3	129.3	152.3	144.7	137.0	156.9	153.0	161.2	169.0	156.5	169.8
標準偏差(mm)	3.6	11.9	13.0	13.9	11.4	11.2	13.6	10.7	11.5	9.3	13.0	15.5	10.3	17.6

分類\期日	平成10年1月	2月	3月	4月	5月	6月	計
①ALC+, 鼻孔隔皮-	4	1	0	2	1	2	144
②ALC+, 鼻孔隔皮+	0	0	0	0	5	0	117
③ALC-, 鼻孔隔皮-	1	2	3	1	0	0	109
④ALC-, 鼻孔隔皮+	1	1	4	8	0	0	76
個体数(計)	6	4	7	11	6	2	446
平均尾叉長(mm)	199.8	181.0	180.0	184.3	215.5	231.5	
標準偏差(mm)	13.2	6.7	15.3	7.2	9.1	19.1	

ALC+ : ALC蛍光あり ALC- : ALC蛍光なし 鼻孔隔皮+ : 鼻孔隔皮あり 鼻孔隔皮- : 鼻孔隔皮欠損(鼻孔連結)。

①~④は表5に対応する。

表7 馴致群と無馴致群の再捕比率の比較

ケース	期 間 (平成)	馴致魚放流尾数	再捕尾数	無馴致魚放流尾数	再捕尾数	両群の再捕比率	放流群の対象範囲		備 考
		(1)	(2)	(3)	(4)	(4)/(3):(2)/(1)	馴 致 群	無馴致群	
I	9年3月～12月	120,000	114	79,200	37	1 : 2.03	赤崎ブイ	A～D(浦郷湾)	
II	9年3月～12月	220,000	114	175,000	37	1 : 2.16	赤崎、須賀ブイ	A～F, M, N(内湾域)	
III	9年3月～12月	220,000	114	228,800	37	1 : 3.20	赤崎、須賀ブイ	A～N(全域)	
IV	9年10月～10年6月	220,000	14	228,800	35	1 : 2.40	赤崎、須賀ブイ	A～N(全域)	
V	10年3月～6月	220,000	4	228,800	10	1 : 2.40	赤崎、須賀ブイ	A～N(全域)	
VI	8年10月～9年1月	120,000	132	79,200	65	1 : 1.34	赤崎ブイ	A～D(浦郷湾)	越冬前

(3)の数値は無馴致群の放流尾数(表4)×0.88(鼻孔隔皮欠損率)。

A～Nは図1、表4に対応する。

7) 調査結果のまとめ

平成7～9年度にかけて音響馴致したマダイの生残率・滞留率の評価すなわち放流効果を明らかにすることを目的にして種々の視点から調査検討を行った結果をまとめると以下のようなになる。

- a) 調査の主対象海域である隠岐島前周辺で漁獲されるマダイの経年変動は平成7年以降増加傾向にあり、資源の増大によるものと推察できる。
- b) 音響馴致魚は給餌ブイから放流後2カ月までは1km以内に分布密度が高い。
- c) 標識放流の結果から越冬後翌年の4月から11月までに再捕される率は音響馴致放流が開始されてから2.5～3倍に増大した。
- d) 潜水観察の結果によると音響給餌ブイ直下には周年マダイの蛸集がみられ、特に7月～10月に多い。また年々大型魚が増加している傾向を認めることができ、マダイ群の滞留・回帰を示唆している。
- e) 中間育成用の音響給餌ブイに放流したマダイは越冬後の翌春～夏に放音に反応して蛸集した。
- f) ALC標識した音響馴致魚は無馴致魚に比較して2～3倍の再捕があった。

これらの諸結果をふまえ以下のように考察を加えた。

音響馴致魚の放流は、放流直後のマダイの環境への順応を容易にし初期の逸散や減耗の防止に対して有効であると考えられている(海野他1992、高場1997)。大分県上浦海域で音響馴致マダイの魚群制御効果を検討した上城(1991)は、放流時期別の再捕率及び音響馴致放流を実施していない海域における再捕率を比較することによって滞留効果を認めている。また福江島玉之浦湾において実施された音響馴致マダイの分布調査からも同様な滞留効果が認められている(秋永他1989、平川他1989)。今回の調査からも上記のb)、d)、e)に示したように音響馴致魚の滞留効果を明確に指摘できた。

音響馴致魚を放流した「効果」を定量的に検討した事例として、音響馴致魚を放流した年級群とそうでない年級群との再捕率の差を調査した大慶・田島(1997)は石川県七尾湾で音響馴致をしない年代とした年代との再捕率の相異から、1.28～5.7倍の再捕率増大を「効果」としている。また広島県奥ノ内海域における結果では音響馴致により越冬後の再捕尾数は従来に比べ3.0～8.0倍高くなり、放流初期の分散が防止され環境への順応があったため生残率が向上したものと考えている(高場他1994)。今回の隠岐・島前海域における調査結果では上記c)に示したように2.5～3倍の再捕率の上昇がみられ、島前海域の結果は七尾湾のその範囲内にあるが、奥ノ内のそれよりはやや低い数値を得た。

一方、同一海域に馴致群と無馴致群とを同時期に放流してその後の再捕率を比較検討した事例としては、今回この島前海域で行われた調査が数少ない検討結果であろう。得られた結果f)は馴致時代とそうでない時代の再捕率の比較の結果c)とほぼ同程度であった。いずれにしても、隠岐・島前海域に放流された音響馴致魚は無馴致魚に比べ2.5～3倍程度再捕率の向上を認めることができた。これを音響馴致の「効果」と考えると音響馴致放流は有効であると判断できる。しかしながら「効果」のメカニズムについてはまだ明らかにしなければならない点もある。

ここで一つの試みとして、この調査で得られた結果から最初の越冬期の前後での肥満度の変化を馴致群と無馴致群とで対比してみた(図8)。まず越冬前に注目すると肥満度は馴致群が無馴致群に比べて有意に高く、エネルギーの蓄積状況は馴致群の方が良好であることを示している。次に越冬前後を対比すると、両群とも越冬後は肥満度の平均値は低下しているが、馴致群の低下に比べ無馴致群の低下には

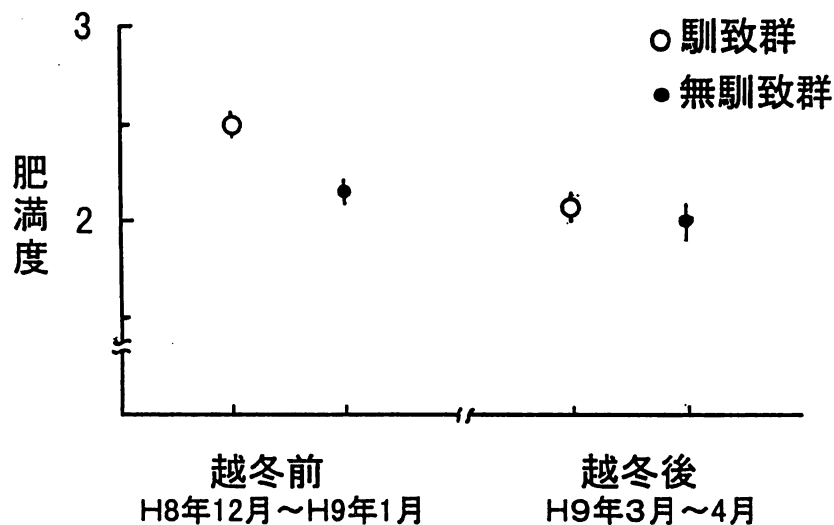


図8. 馴致魚と無馴致魚の越冬前後における肥満度の変化。縦線は平均(丸印)に対する95%信頼区間を示す。

有意な差はなかった。馴致群にみられた越冬後の肥満度の低下は蓄積脂質やタンパク質の消費による一般にみられる現象であろう。マダイ当歳魚の肥満度を調査した島本・渡辺(1994)は越冬期間中における肥満度の著しい低下を報告している。他方、無馴致群の肥満度が変化しなかったのは、越冬期に低水温に対して抵抗力の少ないと考えられる肥満度の低い個体が選択的に死亡するため見かけ上平均値の低下が抑えられたためであると判断することが可能である。淡水魚のコイでは肥満度の低い個体の耐寒性は非常に小さく、飢餓時の平均寿命も短くなることが明らかになっている(ニコルスキー1965)。これらのことは越冬前に肥満度の高い馴致群は無馴致群に比べ越冬期における自然死亡が少ないことを示唆している。音響馴致による給餌により越冬前に効率よく摂餌しているという事実は冬季の減耗を減少させるという点においても有効であると判断した。

しかしながら、音響馴致マダイの放流直後の減耗の低下・滞留性の増大・天然海域への順応性向上など「効果」に寄与している実態の研究例は多くない。今後事例を積み重ねることにより検討すべきであろう。

〔参 考 文 献〕

- 秋永高志・立石 賢・桑岡亦好・山本純弘・堀井豊充・徳永武雄(1989) 音響馴致によるマダイの滞留効果. 長崎水試研報、15、39-45.
- 平川栄一・町田末広・細見光宏・秋永高志・堀井豊充・山本純弘(1989) 玉之浦湾における音響馴致マダイの分布. 長崎水試研報、15、53-59.

- 上城義信 (1991) 音響馴致システムによる魚群制御. 水産工学、28、65-70.
- ニコルスキー (1965) 魚類の1日の生活リズム、越冬、冬ごもり 魚類生態学 (改訂第1刷 たたら書房) pp.225-230.
- 大分県水産試験場 (1990) 平成元年度海洋牧場開発促進事業報告書、pp.70.
- 大慶則之・田島迪生 (1997) 石川県における海洋牧場“餌付け型栽培漁場管理技術”について. 海洋牧場国際シンポジウム石川1996開催報告書、191-196.
- 島本信夫・渡辺 淳 (1994) 瀬戸内海東部海域におけるマダイの食性とその季節変化. 日水誌、60、65-71.
- 島根県栽培漁業センター (1996) 平成4・5年度事業報告、23-34.
- 島根県栽培漁業センター (1997) 調査報告 第1号 pp.35.
- 高場 稔・海野徹也・米司 隆・伏見 徹 (1994) 広島県奥ノ内における音響馴致マダイの摂餌と分布. 水産増殖、42、253-259.
- 高場 稔 (1997) 広島県におけるマダイの港内放流と飼付け. さいばい、83、15-21.
- 海野徹也・大津正淳・中川平介・高場 稔 (1992) 人工種苗マダイの天然海域放流に対する音響馴致の影響. 水産増殖、40、383-387.

付表1 浦郷漁協における年度別、漁業種類別のマダイ漁獲量

年度	S60	61	62	63	H1	2	3	4	5	6	7	8	9
定置網	5.4	6.0	3.9	7.9	6.0	6.5	6.5	10.2	6.2	7.3	21.0	23.1	26.2
刺網	1.4	2.0	2.5	1.8	1.3	1.2	1.4	1.6	2.2	2.1	4.7	5.9	11.5
一本釣	2.2	1.6	4.1	1.9	1.4	2.4	4.2	3.1	3.1	4.4	4.2	6.4	6.5
延縄	1.3	0.8	1.3	1.2	0.4	1.6	1.5	1.7	1.0	1.2	1.6	1.0	0.3
壺網	0.2	0.3	0.2	0.3	0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.5	0.9
合計	10.5	10.6	12.0	13.1	9.7	11.8	13.9	16.7	12.8	15.2	31.7	37.0	45.5

壺網とは小型定置網である。

単位：トン

付表2 馴致群と無馴致群との再捕状況の比較

放流年	標識放流尾数	翌年（4/1～11/30）の再捕尾数		放流場所
無馴致魚				
		小型定置網	刺網	
昭和60年	39,900	0	0	島根県栽培漁業センター調査報告第1号参照
61	50,000	4	9	
62	18,000	1	1	
63	30,000	8	5	
合計	137,900	13 (0.009%)	15 (0.011%)	
馴致魚				
平成3年	30,000	18	7	本文の表1参照
4	30,000	2	8	
合計	60,000	20 (0.033%)	15 (0.025%)	

標識方法はどちらの群ともアンカータグ標識。

()は再捕率。

付表3 平成7年度潜水調査結果

期日	場所	マダイ	尾数	主な他魚種	尾数	場所	マダイ	尾数	主な他魚種	尾数		
4/14	赤埼	15cm	600	音に反応し 150から600に 増加(マダイ)		須賀	15cm	2				
		30cm	6									
5/17		10cm	450	ハマチ(10m深)			12cm	20-25				
		25cm	18									
6/26		20cm	570	メバル			10-15cm	50	マアジ	500		
		15-20cm	250								20-25cm	2
7/19		15cm	420	マアジ(中層)			15-20cm	130	メバル幼魚			
		15-20cm	600									
		30cm	5									
8/24		15cm	72	イワシ幼魚			25cm	550				
		20-25cm	300									
		30-35cm	8									
		50cm	1									
9/21		10cm	80				5-10cm	650				
		15cm	120								15cm	266
		25cm	6									
10/ 3		放流	64,000				放流	10,000				
10/ 4		底部に多数					15cm	175				
							5-30cm	3				
							放流魚確認できず					
10/ 6		底部に多数					マダイ確認できず					
10/ 9		4-6日と同程度					5cm	1				
10/13		10/9よりやや減少					10cm	2				
10/23		急激に減少 300尾程度 音発信で2,000~ 3,000に増加					5cm	1				
10/31			200~300	マアジ多数			5cm	2				
							20cm	1				
11/13			200~300	マアジ少なくなる			マダイ確認できず					
12/ 1		10cm	600				12cm	1				
		15cm	150									
2/12		マダイ確認できず					マダイ確認できず					
2/29		〃					〃					
3/20		〃					〃					

付表4 平成8年度潜水調査結果

期日	場所	マダイ	尾数	主な他魚種	尾数	場所	マダイ	尾数	主な他魚種	尾数
4/12	赤崎	10-15cm	25	メバル15-20cm	300	須賀			イシダイ 8-10cm	11
				イシダイ 20cm	250					
				カレイ類 30cm	50					
5/ 9		10cm	23	マアジ10cm	250	10-15cm	2			
		15-20cm	6	イシダイ15cm	160					
		20cm	1	メバル10cm	80					
6/ 9		10cm	70	メバル15cm	80	10cm	4			
		15cm	10	マアジ15cm	70					
7/ 9		20cm	600	イワシ類10cm	500	20-25cm	120	イワシ類	2,000	
		30cm	100	メバル15cm	350	30cm	30			
		60cm	1							
		10cm	20							
8/6		10cm	20	マアジ15-20cm	600	15cm	20	マアジ 8cm	200	
		20cm	50	メバル15-20cm	220	20cm	280			
9/4		15cm	310	カワハギ 5cm	180	15cm	150	イシダイ 5cm	250	
		20cm	150			20cm	80	ウマズラハギ 5cm	200	
		30cm	2			30cm	4			
10/1		15cm	75	イシダイ15cm	200	15cm	450	ウマズラハギ15cm	600	
		20cm	350	カワハギ15cm	75	20cm	140			
		25cm	60			30cm	15			
		30cm	50			40cm	15			
		40cm	1							
10/21		10cm	120	マアジ20cm	250	25cm	450	イシダイ12cm	250	
		15cm	11	イシダイ12cm	90	35cm	7	カワハギ10cm	120	
		20-25cm	170	カワハギ10cm	80	50cm	1	ウマズラハギ 8cm	100	
		30cm	6							
		40cm	2							
11/20		10cm	450	イシダイ15cm	250	20cm	4	イシダイ10-15cm	650	
		20cm	11	ウマズラハギ15cm	180	30cm	1	ウマズラ10-15cm	150	
		50cm	1					ハギ		
12/11		10cm	250	イシダイ10cm	120	10cm	1	イシダイ20cm	150	
		15-20cm	60	ウマズラハギ10cm	120	15cm	70	メバル 8-12cm	120	
						25cm	4			
1/17		10-15cm	77	メバル10cm	250	10-15cm	70	ウマズラハギ 10-15cm	110	
				ウマズラハギ15cm	300	15-20cm	2	カワハギ 8-10cm	160	
3/18		10cm	150	メバル15cm	850	15cm	1			
		20cm	8	マアジ20cm	1,000	25cm	7			
		30cm	1							

付表5 平成9年度潜水調査

期日	場所	マダイ	尾数	主な他魚種	尾数	場所	マダイ	尾数	主な他魚種	尾数
5/4	赤埼	15-20cm	70	マアジ15-20cm	350	須賀	15-20cm	51	ウマズラハギ 10-15cm	65
		20-25cm	2	メバル10-15cm	150		25cm	1	マアジ15-20cm	250
6/2		10-15cm	70	マアジ25-30cm	1,000		15-20cm	20	イシダイ20-25cm	70
		20-25cm	80	イシダイ20cm	200		20-25cm	70	メバル3-5cm	600
		30cm	10				25-30cm	50		
		60cm	50				30-35cm	15		
7/10		15cm	135	メバル15-25cm	450		15cm	25	イシダイ15cm	450
		25cm	50	イシダイ20cm	300		25cm	60	25cm	200
		35cm	2				35cm	50		
							60cm	1		
8/21		10cm	40	イシダイ15-20cm	740		25-30cm	450	イシダイ8-10cm	650
		15cm	250	ウマズラハギ20cm	127		30-40cm	12	10-20cm	140
		20cm	400	メバル5-8cm	80				ブリ80cm	8
		25cm	110							
		50cm	1							
9/24		15cm	150	イシダイ20cm	550		20cm	80	イシダイ8-10cm	400
		20cm	350				25cm	35	メジナ8-10cm	110
		25cm	170				35cm	4		
		60cm	1							
10/23		10cm	18	イシダイ5-10cm	150		20-25cm	160	イシダイ15-20cm	120
		10-15cm	47				25-30cm	25	30cm	80
		15-20cm	140				40cm	250		
11/25		8-10cm	40	マアジ15cm	140		8cm	2	イシダイ10cm	250
		15cm	120	イシダイ15cm	70		15cm	16	メバル6-8cm	110
		20cm	9				20cm	2		
12/19		10-15cm	60	マアジ20-25cm	170		10-15cm	19	イワシ類5cm	600
		20cm	1	10cm	450					
1/28				イシダイ10cm	250					
				ウマズラハギ5cm	450					
		15cm	7	メバル10cm	900		15cm	2	イワシ類5-10cm	1500
2/16		20cm	1	マアジ8-10cm	800		20cm	1	ウマズラハギ10cm	150
		15cm	2	メバル10cm	1,500		15cm	13	イワシ類5cm	250
3/17		15cm	1	メバル12-15cm	2,500		25cm	1	イワシ類3cm	1,500
				マアジ10cm	250		15cm	6		

付表6 平成8年度放流群の再捕マダイの生物測定調査結果
 +、-は表5に対応する。

番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)	番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)
1	平成8年 10月14日	97	24	+	+	つぼ網(珍崎)	41		119	35	+	+	
2		89	18	-	+		42		124	38	-	+	
3		96	21	-	+		43		123	41	+	+	
4	11月8日	116	36	-	+	つぼ網(珍崎)	44		89	14	-	+	
5		114	32	+	+		45		100	23	-	-	
6		107	29	-	+		46		115	33	+	+	
7		117	34	-	-		47		109	27	-	+	
8		115	34	-	-		48		115	33	-	+	
9		117	36	-	-		49		122	39	-	+	
10		125	47	-	+		50		122	40	-	+	
11		110	30	-	+		51		114	34	-	-	
12		118	42	-	+		52		120	39	-	-	
13		114	37	+	+		53		121	38	-	-	
14		110	29	-	+		54		114	34	-	+	
15		116	33	+	+		55		111	30	+	+	
16		111	28	-	+		56		116	31	-	+	
17		113	32	+	+		57		120	34	-	-	
18		101	22	+	+		58		118	37	+	+	
19		123	40	-	+		59		121	42	-	-	
20		123	41	+	+		60		103	26	-	-	
21		114	32	-	+		61		100	23	-	-	
22		119	37	-	-		62		124	40	-	-	
23		116	35	+	+		63		104	25	-	+	
24		109	26	-	+		64		114	33	-	+	
25		115	30	-	+		65		100	22	-	+	
26		103	24	-	-		66		94	19	+	+	
27		98	19	-	-		67		116	31	-	+	
28		115	33	+	+		68		120	36	-	-	
29		112	35	+	+		69		122	44	-	+	
30		110	28	-	+		70		111	29	-	-	
31		116	35	-	-		71		106	26	-	-	
32		115	34	-	+		72		101	24	-	-	
33		118	28	-	-		73		112	32	-	-	
34		123	42	-	+		74		110	28	-	-	
35		126	44	-	+		75		116	39	+	+	
36		110	31	+	+		76		97	21	-	+	
37		110	28	-	+		77		111	29	+	+	
38		108	30	-	+		78		107	29	-	+	
39		116	36	-	+		79		100	21	+	+	
40		93	16	+	+		80		111	32	-	+	

付表 6 (続き)

番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)	番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)
81		108	31	-	-		122		138	59	+	-	
82		97	22	+	+		123		105	29	+	+	
83		115	34	-	+		124		104	28	-	-	
84		120	42	-	+		125		97	24	+	+	
85	11月 9日	127	49	-	-	つぼ網(珍崎)	126		104	25	-	-	
86		114	29	-	-		127		103	23	-	+	
87		110	30	+	+		128		102	23	+	+	
88		119	38	+	+		129		102	23	+	+	
89		115	38	-	+		130		110	30	+	+	
90		125	46	+	-		131		96	21	+	+	
91		128	47	+	+		132		98	23	-	+	
92		103	28	+	+		133		90	17	+	-	
93		95	21	+	-		134		95	21	-	+	
94		103	26	-	+		135		102	23	-	+	
95		122	41	+	+		136		98	24	-	+	
96		130	48	-	-		137		97	22	-	+	
97		104	25	-	+		138		92	18	+	+	
98		106	30	-	+		139		98	22	+	-	
99		114	30	-	+		140		89	18	+	-	
100		115	38	-	+		141		105	27	-	+	
101		107	30	-	+		142		104	27	-	+	
102		108	27	-	-		143		107	34	+	+	
103		86	16	-	-		144		97	19	-	-	
104		90	18	+	-		145		92	17	+	-	
105		116	35	+	+		146		82	14	-	-	
106		137	63	-	-		147		80	12	-	-	
107		116	36	-	+		148		94	18	-	+	
108		139	62	+	-		149		98	24	-	-	
109		124	42	+	-		150		84	13	+	-	
110		125	47	-	-		151		98	21	+	-	
111		105	29	+	+		152		100	24	+	-	
112		103	23	-	-		153		100	24	+	-	
113		105	26	-	+		154		90	15	-	-	
114		106	27	-	+		155		79	11	-	-	
115		99	24	+	+		156		85	14	+	-	
116		100	21	-	-		157		84	13	-	-	
117		107	27	+	+		158		99	23	+	+	
118		101	26	-	+		159		90	14	-	-	
119		115	32	-	-		160		96	19	-	-	
120		119	34	+	-		161	11月20日	129	50	+	+	つぼ網(珍崎)
121		126	42	+	-		162		125	47	-	+	

付表6 (続き)

番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)	番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)
163		120	43	+	+		204		127	47	-	-	
164		116	34	+	+		205		115	36	+	+	
165		140	66	+	+		206		114	34	+	+	
166		107	33	-	+		207		112	35	+	+	
167		113	30	-	-		208	平成9年	118	41	+	+	
168		124	41	-	-		209	1月10日	120	37	-	-	カゴ調査 (赤崎ブイ付近)
169		115	33	+	+		210		132	52	-	-	
170		123	41	-	+		211		124	43	-	+	
171		115	38	-	-		212		126	38	-	-	
172		105	24	-	+		213		120	42	-	+	
173		103	27	-	+		214	1月13日	144	51	-	-	カゴ調査 (桂島~赤崎)
174		110	32	-	+		215		132	42	+	-	
175		113	32	-	+		216		109	30	-	+	
176		112	29	+	-		217		114	30	+	+	
177		114	33	-	+		218		106	33	+	+	
178	11月29日	135	54	-	-	カゴ調査(湾内)	219		104	21	-	-	
179		118	37	+	+		220		94	14	-	-	
180	12月25日	124	52	+	+	カゴ調査 (赤崎ブイ付近)	221	1月14日	100	26	+	-	カゴ調査 (波止沖)
181		134	65	+	+		222	3月13日	144	58	-	+	カゴ調査(赤崎)
182		116	37	-	-		223		130	48	-	-	
183		122	42	-	-		224		131	44	+	+	
184		125	39	-	-		225	3月14日	112	22	-	-	カゴ調査 (赤崎ブイ付近)
185		106	28	-	+		226	4月4日	158	72	-	+	刺網
186		105	25	-	-		227		152	86	+	+	
187		105	29	+	+		228		140	59	-	+	
188	12月26日	134	59	-	-	カゴ調査 (養殖場前)	229		142	67	+	-	
189		145	71	+	+		230		146	66	+	-	
190		126	51	+	+		231		143	60	-	-	
191		139	66	+	-		232	4月11日	182	122	-	+	刺網
192		140	63	-	-		233		153	70	+	+	
193		138	60	+	-		234		150	75	+	+	
194		120	39	-	+		235		165	88	-	-	
195		130	49	-	-		236		149	69	+	+	
196		112	35	-	-		237		147	71	-	-	
197		93	20	+	-		238	5月12日	148	62	-	+	つぼ網
198	12月27日	137	60	-	-	カゴ調査 (赤崎ブイ付近)	239	5月16日	157	75	+	-	つぼ網
199		145	82	+	+		240		147	69	+	+	
200		140	77	-	+		241		150	68	+	+	
201		119	45	-	+		242	5月19日	170	104	-	-	
202		132	46	-	-		243		166	91	+	-	
203		125	54	+	+		244		165	87	-	-	

付表 6 (続き)

番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)	番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)
245		172	103	+	-		286		125	44	-	+	
246		126	40	-	-		287		124	40	+	-	
247	5月23日	155	83	-	+	つぼ網	288	5月30日	152	74	-	-	釣り(赤崎沖)
248	5月26日	156	85	+	+	釣り (センター棧橋前)	289	6月11日	135	52	-	+	釣り (センター棧橋前)
249		150	73	+	+		290		137	61	-	-	
250		150	80	-	-		291		143	65	+	+	
251		166	108	+	+		292		132	45	-	-	
252		163	90	+	+		293		134	58	+	+	
253		140	69	+	+		294		135	57	-	-	
254		147	72	-	+		295		142	63	+	+	
255		147	65	-	+		296		125	45	-	-	
256		138	64	-	+		297		130	51	-	+	
257		129	47	-	+		298		149	65	+	+	
258		157	84	-	+		299		150	82	+	+	
259		145	69	-	+		300		129	49	-	-	
260		142	67	+	+		301		132	46	+	+	
261		125	49	-	+		302		145	66	-	+	
262		145	84	+	+		303	6月12日	155	88	-	+	釣り(赤崎ブイ)
263		155	80	-	-		304		143	62	-	-	
264		138	59	-	+		305		143	65	+	-	
265		149	76	-	+		306		131	62	-	+	
266		137	59	+	+		307		104	33	-	+	
267		137	59	+	+		308	6月26日	160	87	-	-	釣り(珍崎沖)
268		122	45	-	+		309		140	66	-	+	
269		127	47	+	+		310		137	57	+	+	
270		140	60	-	+		311		132	50	-	+	
271		125	43	-	+		312		135	63	+	-	
272		124	44	-	-		313		140	67	-	+	
273	5月27日	165	108	+	-	つぼ網	314		142	64	+	+	
274		158	84	-	-		315		122	37	+	+	
275		160	83	+	+		316		145	63	-	+	
276		153	74	+	+		317		125	45	-	+	
277		143	60	+	+		318	7月18日	175	133	-	-	つぼ網
278		145	58	+	+		319		170	103	+	+	
279		143	58	-	-		320		172	109	+	+	
280		144	71	+	+		321		140	60	+	+	
281		132	47	-	-		322		152	66	-	+	
282		125	43	-	+		323		151	74	-	+	
283		126	38	+	+		324	7月25日	150	72	+	-	つぼ網
284		135	48	-	+		325		150	70	+	-	
285		142	56	-	+		326		152	68	-	+	

付表6 (続き)

番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)	番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)
327	8月22日	150	86	-	+	カゴ (センター桟橋前)	368		139	65	+	-	
328		158	80	-	+		369	10月 6日	187	133	+	-	刺網
329		162	98	-	-		370		189	149	+	-	
330		147	79	+	-		371		198	171	+	-	
331		155	86	-	+		372		167	112	-	-	
332		173	129	+	+		373	10月20日	171	99	-	-	刺網
333		140	66	-	-		374		180	120	+	-	
334	8月28日	155	83	-	-	つぼ網	375		165	87	-	+	
335		144	67	-	+		376		190	150	+	-	
336		146	54	+	+		377		159	90	+	-	
337	9月 9日	171	94	-	+	釣り(赤埼ブイ)	378		144	63	-	+	
338		160	91	-	+		379	10月24日	195	145	-	+	刺網
339		172	101	+	+		380		175	108	+	-	
340		186	130	-	-		381		170	106	+	-	
341		157	72	-	-		382	11月 7日	150	68	-	+	刺網
342		176	123	-	+		383		160	90	+	-	
343		145	60	-	+		384		152	69	-	+	
344		156	77	-	+		385		148	69	+	-	
345		181	117	+	+		386		154	73	+	-	
346		169	96	-	+		387		183	119	+	+	
347		179	105	+	+		388		159	87	-	-	
348		148	64	-	-		389		157	88	-	+	
349		156	80	+	+		390	11月11日	170	110	+	+	刺網
350		158	76	-	+		391		150	85	+	+	
351	9月29日	158	81	+	+	つぼ網	392		145	63	+	-	
352		153	76	-	-		393		150	66	+	-	
353		147	67	-	+		394	12月 1日	187	133	+	-	刺網
354		157	79	-	+		395		187	151	+	-	
355		163	87	-	-		396		180	131	+	-	
356		155	73	-	+		397		202	196	-	+	
357		170	106	-	+		398		161	92	-	+	
358		130	60	+	+		399		155	87	-	+	
359	10月 3日	170	115	+	-	刺網	400	12月16日	150	66	+	-	釣り(キジ鼻沖)
360		175	110	+	+		401		168	105	+	-	
361		164	84	+	+		402		157	83	+	+	
362		149	76	+	+		403		143	60	-	+	
363		156	84	-	+		404	12月27日	195	163	+	+	刺網
364	10月 5日	163	98	+	-	釣り(キジ鼻沖)	405		180	117	+	-	
365		169	121	+	-		406		187	142	+	+	
366		162	94	-	-		407		170	108	-	-	
367		151	78	+	-								

付表 6 (続き)

番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)	番号	期日	体長 (mm)	体重 (g)	鼻孔 隔皮	耳石 ALC 蛍光	漁法・(場所)
408		167	98	-	-		427		168	101	+	-	
409		155	75	+	-		428	4月 6日	191		+	-	つぼ網
410	12月29日	143	76	-	-	カゴ調査 (養殖場前)	429		195	157	+	-	
	平成10年						430		177	116	-	+	
411	1月 9日	214	174	-	+	刺網	431		180	137	+	-	
412		195	144	-	+		432	4月13日	180	132	+	-	刺網
413	1月12日	210	173	-	+	刺網	433		181	137	+	-	
414		185	117	-	+		434		192	155	+	-	
415	1月19日	210	200	+	-	刺網	435		191		+	-	
416	1月23日	185	122	-	-	刺網	436	4月17日	182	132	+	-	
417	2月 2日	187	147	-	-	刺網	437		172	105	-	+	
418		185	143	-	+		438		186	150	-	-	
419	2月20日	172	97	+	-		439	5月 8日	210	194	-	-	刺網
420		180	112	+	+		440	5月11日	229	284	-	-	刺網
421	3月 5日	170	91	+	-	刺網	441	5月22日	211	203	-	-	
422		193	152	-	-		442		224	239	-	-	
423		201	181	+	-		443	5月25日	214	256	-	-	釣り
424		194	160	-	-		444		205	218	-	+	
425	3月23日	164	74	+	-	つぼ網	445	6月15日	245	362	-	+	刺網
426	3月27日	170	93	-	-	刺網	446	6月22日	218	274	-	+	刺網