

豊かな海づくり広域連携事業－ I (マダイ)

立石章治

【目的】

熊本以北の本県沿岸海域において、マダイを対象とした栽培漁業の広域化と地域への定着を図るため、海域ごとの放流効果の把握、適正放流サイズの検討、適正放流手法の指導・普及を行う。また、九州南西海域のマダイ資源の維持・回復及び持続的利用を図るため、熊本県と連携して県間移動を把握し、経済効果について検討する。

【方法】

(1)鼻孔連結魚(鼻孔隔皮欠損魚)出現率調査

人工種苗特有の鼻孔連結魚(鼻孔隔皮欠損魚)出現率を把握するため、放流直前のマダイ種苗における鼻孔連結魚(鼻孔隔皮欠損魚)出現率を調査した。サンプルは県栽培漁業協会から提供された。

(2)放流魚(鼻孔連結魚)混獲状況調査

鹿児島市中央卸売市場魚類市場、及び県内5カ所の漁協市場において、人工種苗特有の鼻孔連結を放流魚の指標として市場調査を実施(一部漁協の自主調査を含む)し、地区別の放流魚(鼻孔連結魚)混獲状況を把握した。

(3)年齢組成推定

市場調査において調査したマダイの体重データから天然・放流魚別にそれぞれ年齢分解し、海域別、天然・放流別年齢組成を把握した。

(4)放流効果推定

平成19年度までの海域別放流年群別累積回収重量及び金額を求め、放流年群ごとに放流経費と比較した。ただし、累積回収重量から累積回収金額を推定する際に使用する平均単価は、放流年度から平成19年度までの鹿児島中央市場年報のマダイ単価(養殖魚をのぞく)の平均値を用いた。

(5)放流種苗の健苗性試験

県内全体の混獲率(尾数比)は平成14年以降は10%を下回る状況であり、平成12年から海面生簀での中間育成を中止したことが混獲率低下の要因の一つと考えられることから、陸上飼育と海面生簀飼育における放流種苗の健全性に関する比較試験を行った。

(6)熊本県との連携調査

平成18年度に鹿児島県黒之浜で左腹鰭抜去したマダイ稚魚を10万尾、熊本県水俣、田浦に右腹鰭抜去したマダイ稚魚10万尾を標識放流し、市場調査による再捕マダイのデータを基に経済効果を把握した。

表1 平成20年度市場調査結果

海城	漁協	全尾数	鼻孔連結魚尾数	尾数比	全重量	鼻孔連結魚重量	重量比
湾奥域	A1 錦海	229	13	5.7%	216.4	22.5	10.4%
	A2 錦江	1,351	61	4.5%	1561.1	174.7	11.2%
	A3 福山	0	0	0.0%	0.0	0.0	0.0%
	A4 牛根	3,202	113	3.5%	3158.2	248.4	7.9%
	A5 新島	903	17	1.9%	670.1	31.2	4.7%
	A6 西桜島	2,960	40	1.4%	3001.4	86.6	2.9%
	A7 東桜島	386	1	0.3%	407.5	0.2	0.1%
	A8 鹿見島市	7,275	93	1.3%	6764.5	188.5	2.8%
	湾奥計	16,306	300	2.1%	15779.2	752.0	4.0%
湾央域	B1 谷山	2,728	76	2.8%	2591.2	125.8	4.9%
	B2 喜入	958	27	2.8%	979.7	54.4	5.6%
	B3 岩本	1,464	17	1.2%	1049.1	19.4	1.9%
	B4 指宿	2,920	60	2.1%	4205.1	107.5	2.6%
	B5 山川	1,969	29	1.5%	2298.9	49.1	2.1%
	B6 垂水	86	1	1.2%	139.6	0.5	0.4%
	B7 鹿屋	295	15	5.1%	460.6	19.2	4.2%
	B8 佐多	57	4	7.0%	96.0	13.9	14.5%
	B9 根占	153	2	1.3%	229.5	0.7	0.3%
	B10 大根占	974	11	1.1%	1135.5	17.1	1.5%
	湾央計	11,604	242	2.1%	13185.2	407.5	3.1%
湾内計	27,910	580	2.1%	28964.4	1159.6	4.0%	
佐多～南薩域	C1 佐多岬	167	0	0.0%	307.7	0.0	0.0%
	C2 かいゑい	829	5	0.6%	629.6	5.7	0.9%
	C3 枕崎	1,071	30	2.8%	505.6	42.3	8.4%
	C4 坊泊	1,888	59	3.1%	878.2	102.3	11.6%
	C5 秋目	811	26	3.2%	492.1	36.2	7.4%
	C6 野間池	755	3	0.4%	722.3	4.0	0.6%
	C7 久志	888	38	4.3%	451.4	58.5	13.0%
	佐多～南薩計	6,409	161	2.5%	3986.9	249.0	6.2%
西北薩域	D1 吹上	0	0		0.0	0.0	
	D2 笠沙	0	0		0.0	0.0	
	D3 加世田	51	1	2.0%	99.8	3.3	3.3%
	D4 串木野	4,216	19	0.5%	6925.0	42.8	0.6%
	D5 川内	15,082	46	0.3%	12210.1	61.2	0.5%
	D6 阿久根	13,883	70	0.5%	11005.3	54.8	0.5%
	D7 出水	118	1	0.8%	101.2	1.7	1.7%
	D8 飯島	3,017	10	0.3%	4234.5	12.7	0.3%
	D9 市来	0	0	—	0.0	0.0	—
	D10 東町	2,353	27	1.1%	1902.5	49.2	2.6%
西北薩計	38,720	174	0.4%	36478.4	225.7	0.6%	
熊毛域	E1 西之表	12	0	0.0%	43.4	0.0	0.0%
	E2 中種子	2	0	0.0%	11.2	0.0	0.0%
	E3 南種子	1	0	—	3.7	0.0	—
	E4 上屋久	19	0	0.0%	76.8	0.0	0.0%
	E5 屋久町	43	0	0.0%	99.3	0.0	0.0%
	E6 三島村	31	0	—	38.4	0.0	—
熊毛計	108	0	0.0%	272.8	0.0	0.0%	
志布志湾	F1 志布志	574	4	0.7%	578.6	8.2	1.4%
	F2 東串良	31	0	0.0%	70.1	0.0	0.0%
	F3 高山	8	0	0.0%	32.1	0.0	0.0%
	F4 内之浦	5,755	14	0.2%	7032.5	24.3	0.3%
志布志湾計	6,368	18	0.3%	7713.3	32.4	0.4%	
熊毛を除く湾外計	51,497	353	0.7%	48178.6	507.1	1.1%	
合計	79,515	933	1.2%	77415.8	1666.7	2.2%	

【結果及び考察】

(1)鼻孔連結魚(鼻孔隔皮欠損魚)出現率調査

県栽培漁業協会で生産された人工種苗224尾を調査したところ、鼻孔連結魚は165尾で、鼻孔連結魚出現率は73.7%となった(表2)。

調査期間	H20.8.7
調査尾数	224
連結魚数	165
出現率	73.7%

(2)放流魚(鼻孔連結魚)混獲状況調査

海域別の混獲率を表1、過去13年間の放流魚混獲率の推移を表3-1・2に示す。

各市場で調査したマダイは79,515尾、総重量は77,415.8kgであった。そのうち、放流魚(鼻孔連結魚)は933尾(混獲率1.2%)、1,666.7kg(混獲率2.2%)であった(表1)。

各海域の鼻孔連結補正後の混獲率は、尾数比では湾奥2.69%、湾央2.70%、佐多～南薩3.25%、西北薩0.58%、志布志湾0.37%、重量比では湾奥6.17%、湾央4.00%、佐多～南薩8.09%、西北薩0.80%、志布志湾0.54%となった(表3-1・2)。

鹿児島湾内での混獲率が平成8年度以降は10%以下と低水準で推移しており、この要因としては放流尾数の減少、放流サイズの70mmから55mmへの小型化、海面生簀での中間育成の廃止等が考えられる。

(3)年齢組成推定

年齢組成推定結果を表4・図1に示す。

各海域の年齢組成をみると、モードはそれぞれ湾奥：1歳魚、湾央：2歳魚、佐多～南薩：2歳魚、西北薩：1歳～2歳魚、熊毛：1歳魚、志布志湾：2歳魚にある。また、マダイの寿命は20歳かそれ以上と考えられており、8歳以上の高齢魚の漁獲も多い(表4・図1)。

マダイは3歳程度で約1kgとなり産卵を開始すると考えられているので¹⁾、マダイが産卵を開始する前に、その多くが漁獲されていると考えられる。

表3-1 放流マダイ混獲率の推移(尾数比) (%)

年度	湾奥	湾央	湾全体	佐多南薩	西北薩	志布志湾	湾外計*	熊毛	県全体
H8	39.96	11.62	33.05	4.14	2.07	0.45	2.46	1.28	16.26
H9	20.74	17.66	19.82	3.79	1.48	2.28	1.82	1.68	12.68
H10	28.48	21.50	25.30	2.16	1.03	10.52	1.41	2.54	11.48
H11	24.74	7.75	17.45	3.04	0.92	7.55	1.18	1.15	6.55
H12	27.49	12.03	21.05	3.67	1.03	6.70	1.56	0.44	6.79
H13	19.10	8.51	14.73	4.12	1.04	3.84	1.68	0.91	5.27
H14	11.65	6.84	10.11	5.51	1.43	2.66	2.12	0.22	4.51
H15	14.51	5.89	10.24	6.28	1.24	1.64	1.99	0.40	4.44
H16	15.23	5.48	9.81	3.17	1.35	3.49	1.87	0.77	4.24
H17	2.81	2.70	2.77	3.09	1.02	2.00	1.61	0.22	2.08
H18	2.90	1.85	2.43	3.49	1.08	0.45	1.29	0.59	1.76
H19	2.23	1.37	1.91	3.64	1.44	0.29	1.59	0.78	1.72
H20	2.69	2.70	2.69	3.25	0.58	0.37	0.89	0.00	1.52

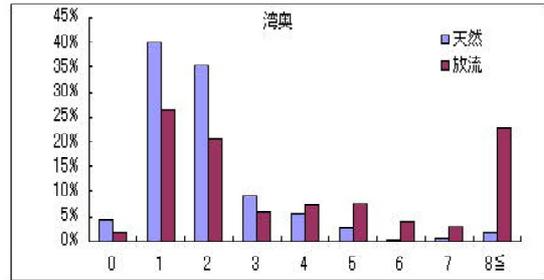
表3-2 放流マダイ混獲率の推移(重量比) (%)

年度	湾奥	湾央	湾全体	佐多南薩	西北薩	志布志湾	湾外計*	熊毛	県全体
H8	42.48	11.93	30.97	4.99	2.25	0.46	3.03	1.47	15.45
H9	33.73	16.75	26.96	4.73	1.38	0.98	1.83	1.70	13.06
H10	35.24	15.72	26.23	2.13	1.24	5.16	1.50	2.10	12.20
H11	32.43	10.22	22.45	3.32	1.44	7.73	1.69	1.13	9.05
H12	31.08	14.77	23.75	4.80	1.38	9.37	2.29	0.48	9.57
H13	22.86	10.36	17.10	4.11	1.09	4.19	1.81	0.69	7.16
H14	16.90	9.25	13.64	5.21	1.09	2.95	2.03	0.18	5.60
H15	17.28	10.47	13.50	6.30	1.11	2.19	2.16	0.38	5.96
H16	18.07	7.17	12.18	3.73	1.19	4.09	2.03	0.38	5.43
H17	10.21	5.90	7.99	4.37	1.31	3.15	2.25	0.14	4.19
H18	8.09	2.97	5.09	4.70	1.23	0.76	1.91	0.36	3.08
H19	8.20	2.43	5.12	3.84	1.37	0.49	1.71	0.75	3.07
H20	6.17	4.00	5.19	8.09	0.80	0.54	1.36	0.00	2.79

*平成8年度以降の湾外計は熊毛海域を含まない。

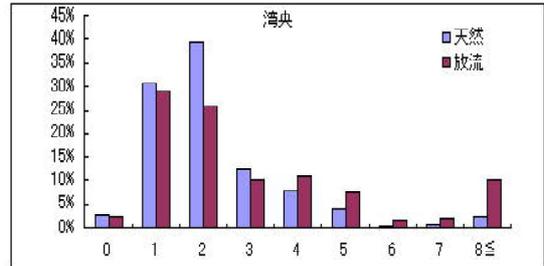
表4 平成20年度市場調査魚海域別年齢組成
A(湾奥)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	703	4	707	4.31%	0.03%	4.34%	4.37%	1.90%	4.34%
1	6,421	62	6,482	39.38%	0.38%	39.75%	39.94%	26.63%	39.75%
2	5,717	48	5,765	35.06%	0.29%	35.36%	35.57%	20.66%	35.36%
3	1,469	14	1,482	9.01%	0.08%	9.09%	9.14%	5.86%	9.09%
4	863	17	880	5.29%	0.10%	5.39%	5.37%	7.28%	5.39%
5	463	18	481	2.84%	0.11%	2.95%	2.88%	7.73%	2.95%
6	54	9	64	0.33%	0.06%	0.39%	0.34%	4.11%	0.39%
7	78	7	86	0.48%	0.05%	0.53%	0.49%	3.10%	0.53%
8≤	307	52	359	1.80%	0.32%	2.20%	1.91%	22.66%	2.20%
合計	16,075	231	16,306	98.58%	1.42%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



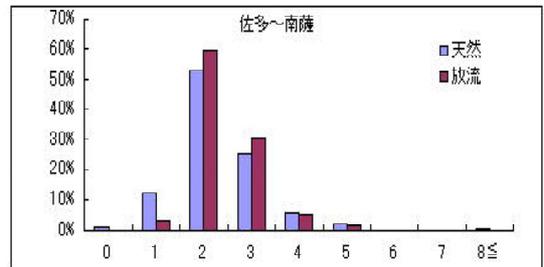
B(湾央)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	304	3	308	2.62%	0.03%	2.65%	2.65%	2.38%	2.65%
1	3,514	41	3,556	30.29%	0.36%	30.64%	30.66%	29.23%	30.64%
2	4,520	36	4,556	38.95%	0.31%	39.26%	39.43%	25.77%	39.26%
3	1,421	14	1,435	12.24%	0.12%	12.37%	12.40%	10.23%	12.37%
4	883	15	898	7.61%	0.13%	7.74%	7.70%	10.93%	7.74%
5	455	11	465	3.92%	0.09%	4.01%	3.97%	7.52%	4.01%
6	41	3	44	0.36%	0.02%	0.38%	0.36%	1.78%	0.38%
7	76	3	79	0.65%	0.03%	0.68%	0.66%	2.06%	0.68%
8≤	249	14	264	2.15%	0.12%	2.27%	2.17%	10.09%	2.27%
合計	11,463	141	11,604	98.78%	1.22%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



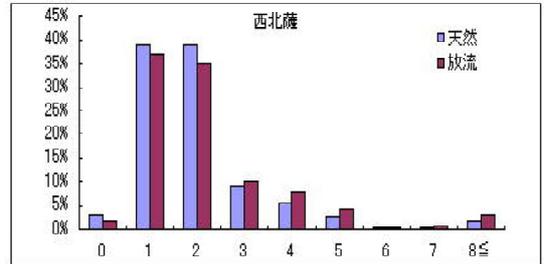
C(佐多~南薩)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	47	0	47	0.74%	0.00%	0.74%	0.75%	0.00%	0.74%
1	758	5	763	11.82%	0.08%	11.90%	12.13%	3.28%	11.90%
2	3,326	96	3,422	51.89%	1.50%	53.39%	53.23%	59.44%	53.39%
3	1,582	50	1,632	24.68%	0.77%	25.45%	25.32%	30.60%	25.45%
4	339	8	347	5.29%	0.12%	5.42%	5.43%	4.92%	5.42%
5	139	3	142	2.17%	0.04%	2.21%	2.22%	1.73%	2.21%
6	6	0	6	0.09%	0.00%	0.09%	0.09%	0.01%	0.09%
7	12	0	12	0.19%	0.00%	0.19%	0.19%	0.02%	0.19%
8≤	39	0	39	0.61%	0.00%	0.61%	0.62%	0.01%	0.61%
合計	6,248	162	6,410	97.47%	2.53%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



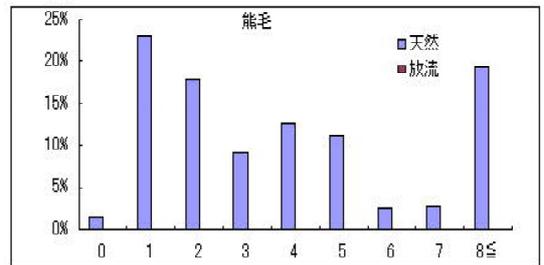
D(西北薩)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	1,081	3	1,084	2.79%	0.01%	2.80%	2.81%	1.75%	2.80%
1	14,954	64	15,018	38.62%	0.17%	38.79%	38.79%	36.88%	38.79%
2	15,047	61	15,108	38.86%	0.16%	39.02%	39.04%	35.08%	39.02%
3	3,495	18	3,513	9.03%	0.05%	9.07%	9.07%	10.21%	9.07%
4	2,076	14	2,090	5.36%	0.03%	5.40%	5.39%	7.77%	5.40%
5	1,014	7	1,021	2.62%	0.02%	2.64%	2.63%	4.20%	2.64%
6	96	1	97	0.25%	0.00%	0.25%	0.25%	0.46%	0.25%
7	188	1	189	0.48%	0.00%	0.49%	0.49%	0.69%	0.49%
8≤	585	5	600	1.54%	0.01%	1.55%	1.54%	2.95%	1.55%
合計	38,546	174	38,720	99.55%	0.45%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%



E(熊本)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	2	0	2	1.58%	0.00%	1.58%	1.58%	0.00%	1.58%
1	25	0	25	22.96%	0.00%	22.96%	22.96%	0.00%	22.96%
2	19	0	19	18.00%	0.00%	18.00%	18.00%	0.00%	18.00%
3	10	0	10	9.12%	0.00%	9.12%	9.12%	0.00%	9.12%
4	14	0	14	12.69%	0.00%	12.69%	12.69%	0.00%	12.69%
5	12	0	12	11.09%	0.00%	11.09%	11.09%	0.00%	11.09%
6	3	0	3	2.54%	0.00%	2.54%	2.54%	0.00%	2.54%
7	3	0	3	2.74%	0.00%	2.74%	2.74%	0.00%	2.74%
8≤	21	0	21	19.28%	0.00%	19.28%	19.28%	0.00%	19.28%
合計	108	0	108	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%



F(志布志湾~大隅東)

年齢	尾数			比率1			比率2		
	天然	放流	合計	天然	放流	合計	天然	放流	合計
0	136	1	137	2.13%	0.01%	2.14%	2.14%	3.73%	2.14%
1	2,015	3	2,019	31.59%	0.05%	31.64%	31.68%	18.37%	31.64%
2	2,260	7	2,266	35.42%	0.10%	35.52%	35.52%	37.09%	35.52%
3	832	2	834	13.04%	0.04%	13.08%	13.07%	13.53%	13.08%
4	542	1	544	8.50%	0.02%	8.52%	8.52%	8.25%	8.52%
5	309	1	311	4.85%	0.02%	4.87%	4.86%	6.83%	4.87%
6	35	0	35	0.55%	0.00%	0.55%	0.55%	1.27%	0.56%
7	50	0	50	0.78%	0.00%	0.78%	0.79%	0.15%	0.78%
8≤	182	2	184	2.86%	0.03%	2.89%	2.87%	10.79%	2.89%
合計	6,362	18	6,380	99.72%	0.28%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

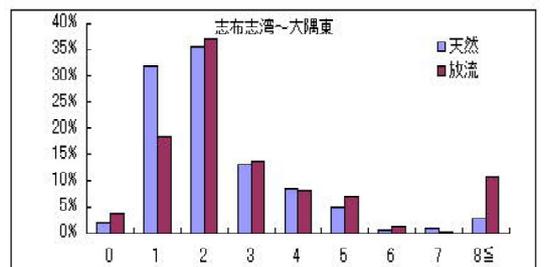


図1 平成20年度市場調査魚年齢組成

(4)放流効果推定

海域別放流魚累積回収状況を表5に示す。

鹿児島湾内の放流マダイ累積回収状況は、平成11年度放流群を例にとると、放流尾数504千尾に対し、平成19年度までの回収尾数は10,243尾で、回収率は2.03%となった。また、回収重量は約7,372.2kg、回収金額は約10百万円となり、事業経費16,251千円に対する経済効果は約0.62倍と推定された。

同じく鹿児島湾外各域の平成11年度放流マダイの平成19年度までの累積回収状況は、佐多～南薩海域では、放流尾数224千尾に対し回収尾数773尾で回収率0.35%、回収重量約705.7kg、回収金額959.6千円、事業経費7,223千円に対する経済効果は約0.13倍、西北薩海域では放流尾数476千尾に対し回収尾数2,452尾で回収率0.52%、回収重量約1,624.8kg、回収金額2,209千円、事業経費15,348千円に対する経済効果は約0.14倍、熊毛海域では放流尾数140千尾に対し回収尾数は16尾で回収率0.01%、回収重量約28.8kg、回収金額39千円、事業経費4,514千円に対する経済効果は約0.01倍、志布志湾海域では放流尾数140千尾に対し回収尾数278尾で回収率0.20%、回収重量約173.1kg、回収金額235千円、事業経費4,514千円に対する経済効果は約0.05倍と推定された。

表5 海域別放流魚累積回収状況

鹿児島湾海域(平成11年度放流群)					佐多～南薩海域(平成11年度放流群)					
事業経費(千円) ¥16,251					事業経費(千円) ¥7,223					
放流尾数(千尾) 504					放流尾数(千尾) 224					
鼻孔連結出現率 86.2%					鼻孔連結出現率 86.2%					
	結	補	平均体重(kg)	回収重量(kg)		結	補	平均体重(kg)	回収重量(kg)	
再捕年度尾数	H11	943	1,094	0.02	261	H11	9	10	0.02	0.2
	H12	3,881	4,502	0.19	856.8	H12	118	137	0.19	26.1
	H13	2,102	2,439	0.54	1,315.9	H13	277	321	0.54	173.4
	H14	647	751	1.05	789.2	H14	123	143	1.05	150.0
	H15	462	536	1.69	904.2	H15	86	100	1.69	168.3
	H16	237	275	2.40	661.2	H16	36	42	2.40	100.4
	H17	97	113	3.17	356.4	H17	0	0	3.17	0.0
	H18	62	72	3.94	282.2	H18	10	12	3.94	46.3
	H19	399	463	4.71	2,180.2	H19	7	9	4.71	40.9
合計	8,830	10,243		7,372.2	合計	667	773		705.7	
平均単価 ¥1,359.8					平均単価 ¥1,359.8					
回収金額 ¥10,024,748					回収金額 ¥959,586					
回収率(=回収尾数/放流尾数) 2.03%					回収率(=回収尾数/放流尾数) 0.35%					
経済効果(=回収金額/事業経費) 0.62					経済効果(=回収金額/事業経費) 0.13					
西北薩海域(平成11年度放流群)					熊毛海域(平成11年度放流群)					
事業経費(千円) ¥15,348					事業経費(千円) ¥4,514					
放流尾数(千尾) 476					放流尾数(千尾) 140					
鼻孔連結出現率 86.2%					鼻孔連結出現率 86%					
	結	補	平均体重(kg)	回収重量(kg)		結	補	平均体重(kg)	回収重量(kg)	
再捕年度尾数	H11	33	38	0.02	0.9	H11	2	2	0.02	0.1
	H12	1,035	1,201	0.19	228.5	H12	0	0	0.19	0.0
	H13	606	703	0.54	379.4	H13	5	6	0.54	3.1
	H14	135	157	1.05	164.7	H14	0	0	1.05	0.0
	H15	135	157	1.69	264.2	H15	3	3	1.69	5.9
	H16	113	131	2.40	315.2	H16	0	0	2.40	0.0
	H17	15	17	3.17	55.1	H17	1	1	3.17	3.3
	H18	12	13	3.94	52.7	H18	0	0	3.94	0.0
	H19	30	35	4.71	164.0	H19	3	3	4.71	16.4
合計	2,114	2,452		1,624.8	合計	14	16		28.8	
平均単価 ¥1,359.8					平均単価 ¥1,359.8					
回収金額 ¥2,209,421					回収金額 ¥39,118					
回収率(=回収尾数/放流尾数) 0.52%					回収率(=回収尾数/放流尾数) 0.01%					
経済効果(=回収金額/事業経費) 0.14					経済効果(=回収金額/事業経費) 0.01					
志布志湾海域(平成11年度放流群)										
事業経費(千円) ¥4,514										
放流尾数(千尾) 140										
鼻孔連結出現率 86.2%										
	結	補	平均体重(kg)	回収重量(kg)						
再捕年度尾数	H11	18	21	0.02	0.5					
	H12	82	95	0.19	18.1					
	H13	100	116	0.54	62.6					
	H14	19	22	1.05	23.2					
	H15	6	7	1.69	11.7					
	H16	6	7	2.40	16.7					
	H17	5	6	3.17	18.4					
	H18	0	0	3.94	0.0					
	H19	4	5	4.71	21.9					
合計	240	278		173.1						
平均単価 ¥1,359.8										
回収金額 ¥235,391										
回収率(=回収尾数/放流尾数) 0.20%										
経済効果(=回収金額/事業経費) 0.05										

(5)放流種苗の健苗性試験

供試魚は県栽培漁業協会において種苗生産された平均全長32.5mmのマダイ稚魚を使用した。

陸上飼育試験用として県栽培協会では32トン陸上水槽に、海面生簀飼育試験用として鹿児島県水産技術開発センターの網生簀（3.6×3.6×2.5m=32.4t）にそれぞれ22,000尾を收容し、放流サイズである全長約70mmまでの成長を目安として6月12日～7月26日の45日間飼育した。なお、給餌量はどちらも試験開始時は魚体重の15%給餌から開始し、70mmサイズで10%給餌となるよう自動給餌機で給餌した。

(試験結果)

①生残率

試験終了時の生残率は陸上飼育で90.6%、海面生簀飼育では88.6%となった。また、平均全長は陸上飼育で71.1mm、海面生簀飼育では71.6mmとなり、ほぼ同様の飼育結果となった。



写真1 海面生簀飼育

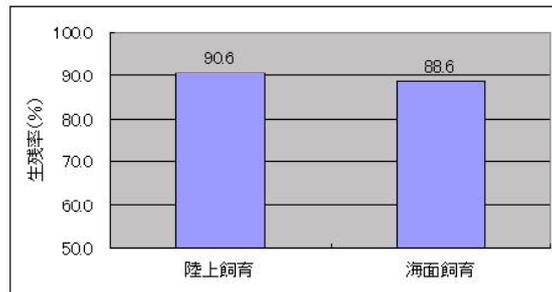


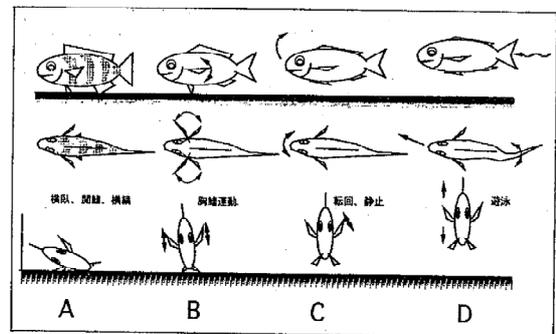
図2 両試験区の生残率

②横臥行動の比較

県栽培協会で飼育した300尾を水産技術開発センターに搬送して陸上の1tパンライト水槽に收容したものを試験区1、水産技術開発センターの海面生簀で飼育した300尾を陸上の1tパンライト水槽に移したものを試験区2、海面生簀の継続飼育を試験区3とした。

放流魚は自然界において暫くはうまく摂餌行動をとれず、ある程度飢餓状態に陥ると想定して無給餌で飼育し、1週間毎に室内の10L容ポリバケツに收容し、横臥行動の判定を行った。横臥行動は内田ら²⁾(1993)や(社)日本栽培漁業協会³⁾(1996内田らの改変)の方法に準じて、タモ網で威嚇することにより生じたマダイ種苗の横臥傾向の強い順に「A」、「B」、「C」、「D」の4段階に区別し、各試験区の出現割合の比較を行った。

その結果、試験区1、2においてパンライト水槽に收容直後の行動を観察したところ、試験区1では收容直後に水槽を満遍なく遊泳する行動をとった。一方、試験区2では收容直後は水槽の下層に固まり、横臥行動時に見られる横縞模様を示す個体が多く出現し、活発に遊泳する行動は示さなかった(写真2, 3)。しかし、この状態は長くは続かず2日目からは試験区1と同様に水槽を満遍なく遊泳した。



マダイ稚魚の横臥行動の強度の模式図

A > B > C > D (内田ら¹⁾1993を改変)

図3 横臥行動の模式図(日栽協報告書1996より)



写真2 試験区1 (陸上→陸上) 收容直後

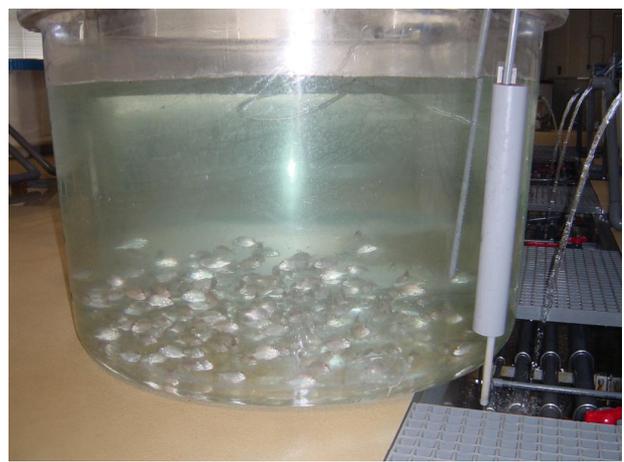


写真3 試験区2 (海面→陸上) 收容直後

次に、各試験区ごとに約30尾ずつポリバケツに收容し、横臥行動の判定を行った(写真4, 5, 6)。その結果、試験区1では容器の底で強い横臥行動を示す個体はほとんど無く、飼育期間の後半に10%程度出現するにとどまった。また、ほとんどの個体は容器の中で遊泳状態にあった。試験区2では容器の底で静止し、胸鰭のみを動かす行動や、強い横臥行動を示す個体が増加し、行動AまたはBを示す割合が10~40%となった。試験区3では、行動AまたはBを示す個体が多く出現し、横縞模様を呈し、容器の底で静止している個体も20~30%を占めた。22日目までは行動AまたはBで80%近くを占めたが、28日目になると容器の中層で遊泳する個体が増加した(図4)。

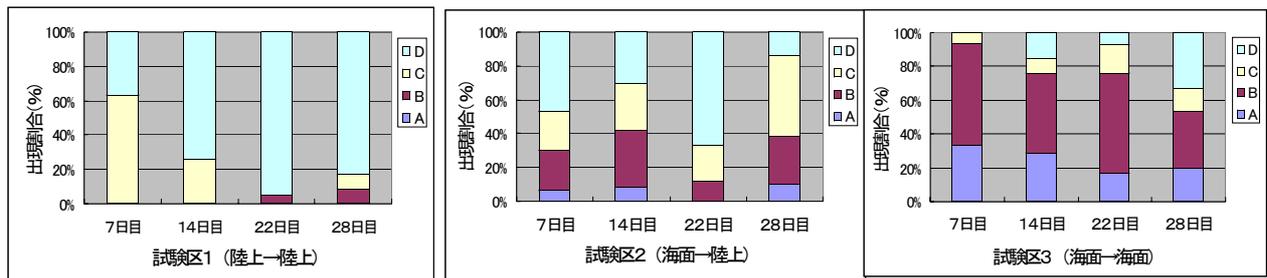


図4 各試験区の行動パターン出現



写真4 試験区1 (陸上→陸上)

遊泳状況：底部で静止せず、常に遊泳行動を示す。

体色等：特に目立った模様は呈せず。



写真5 試験区2 (海面→陸上)

遊泳状況：底部で横臥行動や静止している個体が目立つようになる。

体色等：横臥行動を示す個体は縞模様を呈す。



写真6 試験区3 (海面で継続飼育)

遊泳状況：底部に静止し、ほとんど動かず。

体色等：強い横縞模様を示す個体が多かった。

③干出試験

横臥行動比較試験用の試験区1～3で飼育している稚魚を供試魚とした。

網カゴに試験魚約30尾を収容し、約20分間静止後、空中に3分間干出し、元の水槽に戻し生残率を比較した。なお津村(1996)の事例を基に蘇生の有無の基準を10分間とした(図5, 写真7)。

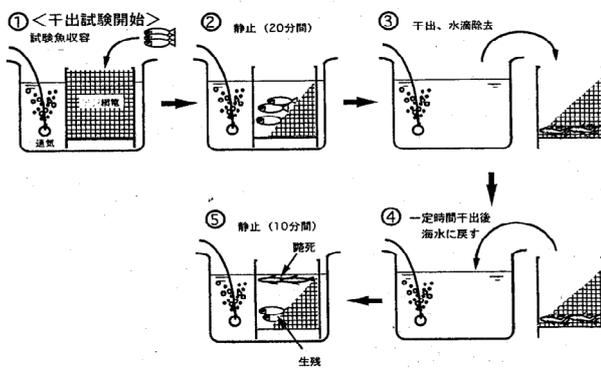


図5 マダイ種苗の干出試験実施模式図



写真7 干出試験の様子

試験区1は7日目の生残率は37%であったが、14日目には8%まで低下した。22日目には19%であったが、28日目には7%に低下した。試験区2は7日目の生残率は46%であったが、14日目以降は10%以下で推移した。試験区3は7日目は40%であったが、14日目、22日目は低下したものの、他の試験区よりも生残率は高くそれぞれ23%、32%で推移した。しかし、28日目は他の試験区と同様の生残率となった(図6)。

また、28日目のみ2分間の干出試験を実施したところ、試験区1では生残率は17%のみであったが、試験区2では63%、試験区3では100%となり、海面飼育を行うほど生残率が高くなる結果となった(図7)。

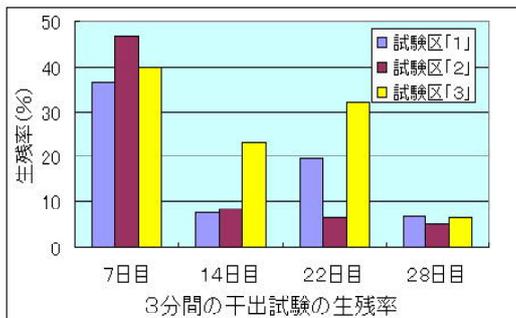


図6 3分間干出試験結果

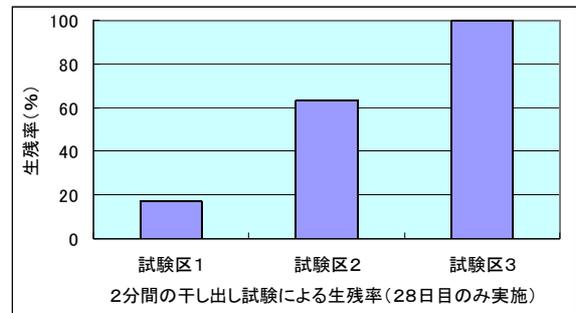


図7 2分間干出試験結果

④肥満度の比較

陸上飼育下と海面飼育下で無給餌飼育による肥満度の違いを見るため、試験開始時及び無給餌で28日間飼育した試験終了時に各試験30尾ずつを測定し、肥満度を体重(g)/全長(cm)³×1000により算出した。その結果試験開始時は各試験区とも20.22であり、試験終了時は14.72～14.74となった。海面生簀で飼育した場合、網に付着した微生物等を捕食すると考えられるが、陸上飼育と比較しても差はない結果となった(図8)。

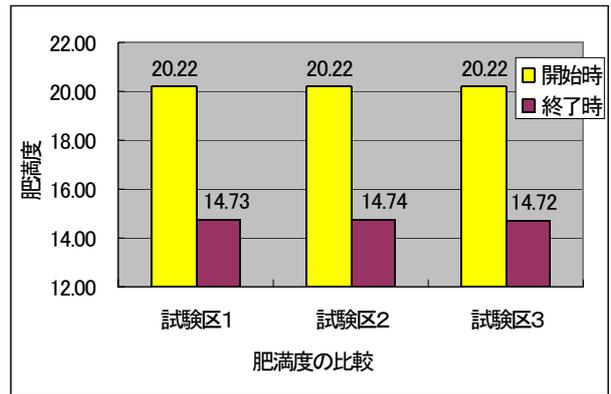


図8 肥満度の推移

⑤考察

- ア 陸上飼育と海面飼育では飼育密度や給餌量の同条件下では、生残率、成長ともに差はなかった。
- イ 横臥試験前にパンライト水槽に収容して観察したところ、海面生簀からパンライト水槽に収容した直後の稚魚は、底部に潜降・静止し、一部の個体には横臥行動特有の横縞模様を呈する個体も散見された。しかし、陸上飼育からパンライト水槽に収容した稚魚は、底部で静止せず直ちに遊泳行動をとった。北島ら⁴⁾(1993)は横臥傾向の強い個体は放流時の刺激に強い警戒反応を示し、速やかに潜降・着底するが、横臥傾向の弱い個体は警戒心が弱く物陰に隠れたり静止するような外界に注意を払わず、外敵に捕食されやすいと述べている。これらのことから海面生簀で中間育成を経て横臥行動を示すような個体は警戒心が強く、放流直後も暫くは海底で静止し、直ぐには遊泳行動を行わないと思われた。このことから陸上飼育よりも自然界の環境に近い海面飼育を行うことで外敵に対する警戒心を保つことができるものと考えられた。
- ウ 横臥試験の結果、海面生簀飼育の稚魚または海面生簀飼育を経験した稚魚は陸上飼育魚よりも横臥行動をとる個体が多かった。また、海面生簀飼育魚は横臥行動の特徴である体表に強い横縞模様を呈した個体もあった。日本栽培漁業協会の生産力応用技術開発報告(1996)によれば横臥傾向は集約的飼育よりも粗放的飼育の方が強く出現し、「横臥行動が強い種苗は、正常な行動をとる種苗である」と指摘している。今回の結果からも海面生簀飼育の方が強い横臥行動を示したことから、海面飼育を行うことで正常な種苗に近づけることが示唆された。
- エ 3分間干出試験の結果、各試験区とも日数の経過とともに生残率は低下するが、試験終了時点で行った2分間干出試験では、肥満度は相違ないものの海面飼育の方が生残率は高かった。丸山ら⁵⁾は粗放的に飼育された種苗は集約的に飼育された種苗よりも活力や体力などが優り、干出試験による耐性が強いと指摘しており、今回の試験結果からも粗放的飼育に近い海面飼育の方が干出に対する耐久性が高いことが示唆された。
- オ 以上のことから、陸上中間飼育から直接放流するより、海面での中間飼育を行うことで種苗が持つ健全な能力を引き出すことができ、放流直後の生残率向上が図られることが考えられる。しかし、横臥行動は放流直後の正常行動を反映する指標の1つでしかないため、様々な角度から種苗の健全化を検証し、放流後の生残率の向上を検討する必要がある。

(6)熊本県との連携調査

東町漁業協同組合、北さつま漁業協同組合阿久根本所・出水支所、黒之浜支所、江口漁業協同組合において1～5回/月の頻度で市場調査を実施した。

平成20年度は8尾の標識マダイを確認した。うち鹿児島県放流分は1尾、熊本県放流分は7尾であ

った。また、東町漁協で水揚げされた熊本県の標識マダイは長島沖で吾智網により漁獲されており、熊本県で放流したマダイが八代海の外部に移動することが示唆された。なお、これまでの標識マダイ再捕状況を表4に示す。

表6 これまでの鰭抜去マダイ再捕状況

漁獲日	水揚げ場所	標識部位	全長(mm)	体重(g)	放流県
H19. 5. 27	黒之浜	左腹鰭抜去	205	147	鹿児島県
H19. 5. 27	黒之浜	左腹鰭抜去	208	159	鹿児島県
H19. 7. 26	黒之浜	左腹鰭抜去	218	175	鹿児島県
H19. 10. 18	出水	左腹鰭抜去	205	147	鹿児島県
H19. 11. 22	出水	左腹鰭抜去	208	159	鹿児島県
H19. 12. 25	出水	左腹鰭抜去	218	175	鹿児島県
H20. 5. 15	阿久根	左腹鰭抜去	312	466	鹿児島県
H20. 6. 13	出水	右腹鰭抜去	257	306	熊本県
H20. 6. 13	出水	右腹鰭抜去	206	159	熊本県
H20. 6. 26	黒之浜	左腹鰭抜去	214	164	鹿児島県
H20. 10. 9	黒之浜	右腹鰭抜去	276	323	熊本県
H20. 11. 14	東町	右腹鰭抜去	378	663	熊本県
H20. 11. 26	出水	右腹鰭抜去	276	454	熊本県
H20. 12. 10	黒之浜	右腹鰭抜去	266	258	熊本県



写真8 マダイ腹鰭抜去痕（左：鹿児島県放流，右：熊本県放流）

（放流効果解析）

平成17年4月に水産総合研究センターにより作成された放流効果解析プログラムVersion1.0を用いて放流効果を算出したところ、放流後2カ年の経済効果は0.02となった。なお、本県はこれまで放流マダイの経済効果は8年経過後に算出しており、放流後2カ年しか経過していないため、今後も継続して経済効果を算出する必要がある。

表7 マダイ市場調査全体の経済効果

水揚げ尾数および分散・標準誤差の推定結果

区分	計算範囲	項目	水揚げ尾数	分散	標準誤差
放流魚	各調査対象市場	第1市場	10	0	0.2
		第2市場	17	0	0.3
		第3市場	6	0	0.1
		第4市場	27	0	0.4
		第5市場	0	0	0.0
	エリア全体	エリア総計	108	2,340	48.4
		(市場内分散)		2,727	52.2
		(市場間分散)	計算不能	計算不能	
		95%信頼区間	13		
			203		

区分	計算範囲	項目	水揚げ尾数	分散	標準誤差
全体(天然+放流)	各調査対象市場	第1市場	12,594	1,019	31.9
		第2市場	86,825	73,763	271.6
		第3市場	78,382	88,413	297.3
		第4市場	150,349	307,906	554.9
		第5市場	6,173	93	9.6
	エリア全体	エリア総計	601,784	25,543,596,260	159,823.6
		(市場内分散)		4,422,871,958	66,504.7
		(市場間分散)	21,120,724,302	145,329.7	
		95%信頼区間	288,529		
			915,038		

放流魚混入率の推定結果

区分	計算範囲	項目	混入率(%)
混入率	各調査対象市場	第1市場	0.1
		第2市場	0.0
		第3市場	0.0
		第4市場	0.0
		第5市場	0.0
	エリア全体	エリア平均	0.0
		95%信頼区間	0.0
		0.0	

5市場の平均単価	794	円
平均水揚げサイズ	1	kg
放流尾数	100000	尾
稚魚単価	34.65	円/尾
推定漁獲尾数	108	尾

放流経費 = 放流尾数 × 稚魚単価 = 3,465,000

回収金額 = 平均重量 × 市場単価 = 85,752

経済効果 = 0.02

参考文献

- 1) 亀田佳明(2003) 鹿児島湾産マダイの成長、成熟及び資源管理. 鹿児島大学大学院水産学研究科修士学位論文
- 2) 内田和夫・桑田博・塚本勝巳(1993) マダイの種苗性と横臥行動. 日水誌, 59, 991-999
- 3) (社)日本栽培漁業協会 生産力応用技術開発報告 (1996)
- 4) 北島力編(1993) 水産学シリーズ(93) 放流魚の健苗性と育成技術 恒星社厚生閣
- 5) 丸山敬悟・津村誠一・森岡泰三(1986) マダイ種苗の健全性に関する試験-1. 粗放的 生産魚と集約的 生産魚の比較, 栽培技研, 15(2), 157-167