

# 種 苗 生 産 事 業

(マダイ)

古 仲 博

## 【目 的】

健康な稚魚を生産し、人為的に種苗を添加することにより、安定的な資源造成がなされ漁業生産の増大を図ることを目的とする。

## 【方 法】

### 1. 親魚、採卵及び卵収容

親魚は屋内100㎡角形コンクリート水槽（以下100㎡水槽という。）で周年飼育（冬期間はボイラーを用いて加温し、水温を8℃以上に維持）している294尾を用いた。

採卵は親魚水槽内で自然産卵したものをオーバフロー排水と共に集卵槽（1㎡ポリカーボネイト水槽）に40目合いのネットを付設し流下したものを翌日に採集している。採集卵を分離器に集め、浮上卵のみを1㎡ポリカーボネイト水槽に収容、微通気し翌日に再浮上卵及び一部ふ化仔魚を飼育する屋内20㎡角形コンクリート水槽（以下20㎡水槽という。）と100㎡水槽に収容した。

### 2. 飼 育

飼育は容量20㎡水槽では水量13㎡、100㎡水槽では水量30㎡から開始し、止水飼育として1日当たり水量の4～10%を注水し、収容後7日間で水量19㎡、60㎡にしている。卵収容時にナンクロロプシス（以下ナンクロという。）を水槽の底が見えない程度に添加し、ふ化後（以下日齢という。）8日目から45日目までは1日当たり5～37.5%換水と夜間に微流水、46日目以降は取り揚げ（56日目）まで流水とした。また、ワムシの給餌期間は翌日に水槽の底が見えない程度にナンクロを各水槽に1日当たり0.5～2㎡（日齢1～32日目）添加した。注水量は飼育日数が経過するにしたがい増加（95～160ℓ/min）させた。稚魚の移動は20㎡水槽では日齢20、21、25日目経過したものを100㎡水槽へ移送、100㎡水槽では日齢24日目経過したものを100㎡水槽へ展開して飼育を継続した。

### 3. 飼 料

シオミズツボワムシ（以下ワムシという。）、アルテミアノープリウス（以下アルテミアという。）、魚卵（マダイ）、配合飼料を給餌した。

## 【結果及び考察】

### 1. 親魚飼育状況

親魚の周年飼育水温（AM：9：00、PM：2：00）、

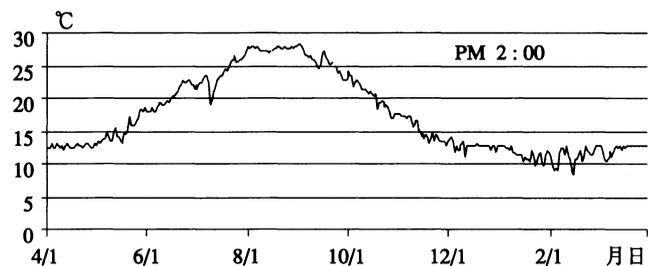
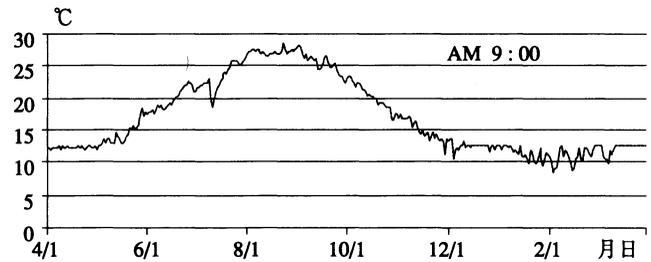


図1 飼育水温の推移

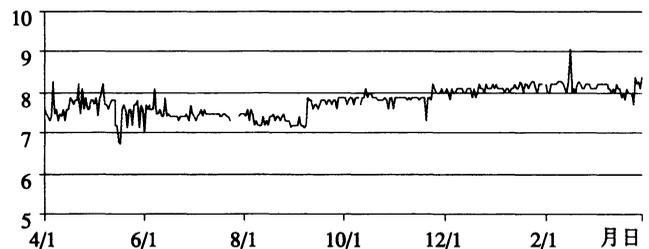


図2 pHの推移

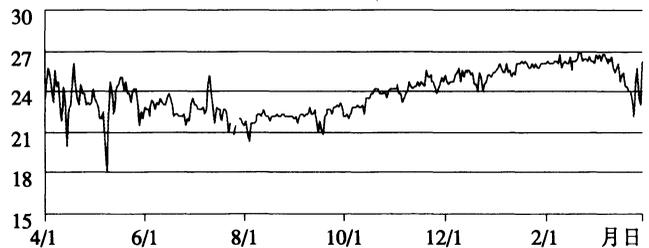


図3 比重の推移

pH、比重の推移を図1、2、3に示した。

水温は午前と午後の2回計測を行い、午前は8.5～28.5℃（平均17.5℃）、午後は8.3～28.3℃（平均17.8℃）、pHは6.7～9.1（平均7.8）、比重は1.0180～1.0270（平均1.0237）（ $\delta 15$ ）の範囲で推移していた。冬期間は水温をボイラー加温して8℃以上に維持できた。給餌は夕方1回（15：30～）で、配合飼料、冷凍イカは周年、冷凍魚肉ミンチは4月から12月と翌年3月から与えた。

配合飼料は 570.4kg (前年比99.4%)、冷凍イカ847.8kg (前年比114.2%)、冷凍魚肉ミンチ263.1kg (前年比41.6%) で、総給餌量は1,681.3kg (前年比86.3%) であった。また、天然魚28尾 (500~1,500g) を親魚候補として追加した。

## 2. 産卵

日別の産卵量推移を図4、浮上卵、沈下卵量を表1、比率を図5に示した。

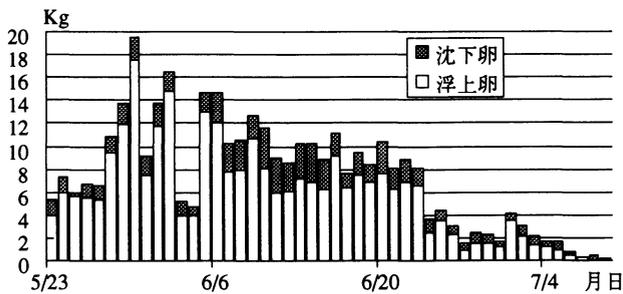


図4 日別産卵量の推移

表1 日別の浮上、沈下卵量

単位(g)			
月日	浮上卵	沈下卵	計
5月23日	4,000	1,400	5,400
5月24日	6,000	1,400	7,400
5月25日	5,600	400	6,000
5月26日	5,500	1,200	6,700
5月27日	5,300	1,200	6,500
5月28日	9,400	1,400	10,800
5月29日	11,900	1,800	13,700
5月30日	17,600	2,000	19,600
5月31日	7,500	1,700	9,200
6月1日	11,700	2,000	13,700
6月2日	14,800	1,700	16,500
6月3日	4,000	1,200	5,200
6月4日	4,000	750	4,750
6月5日	13,000	1,700	14,700
6月6日	12,000	2,700	14,700
6月7日	7,800	2,400	10,200
6月8日	8,000	2,500	10,500
6月9日	10,700	1,900	12,600
6月10日	8,100	3,500	11,600
6月11日	6,000	3,000	9,000
6月12日	6,100	2,500	8,600
6月13日	7,100	3,200	10,300
6月14日	6,800	3,400	10,200
6月15日	6,200	2,600	8,800
6月16日	9,200	2,000	11,200
6月17日	6,400	1,200	7,600
6月18日	7,500	2,000	9,500
6月19日	6,800	1,600	8,400
6月20日	7,700	2,700	10,400
6月21日	6,300	1,800	8,100
6月22日	6,900	2,000	8,900
6月23日	6,500	1,600	8,100
6月24日	2,500	1,100	3,600
6月25日	3,500	1,000	4,500
6月26日	2,300	800	3,100
6月27日	900	600	1,500
6月28日	1,500	1,000	2,500
6月29日	1,500	800	2,300
6月30日	1,200	500	1,700
7月1日	3,500	600	4,100
7月2日	2,200	900	3,100
7月3日	1,300	800	2,100
7月4日	1,200	500	1,700
7月5日	900	800	1,700
7月6日	400	300	700
7月7日	300	0	300
7月8日	0	400	400
7月9日	0	200	200
合計	279,600	72,750	352,350

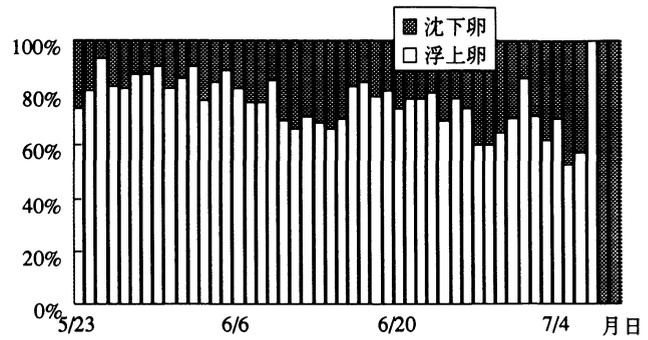


図5 浮上卵と沈下卵の比率

産卵は5月23日から始まり7月9日までの48日間で終了した。期間中の産卵量の傾向は前年までは日数が経過するとともに増加したが、本年は増減が激しく、最大は5月30日に19,600gで、6月20日以降は減少した。期間中の産卵量は、浮上卵が279.6kg (前年比71.6%)、沈下卵が72.7kg (前年比91.7%) の計352.3kg (前年比75.0%) で、浮上卵率は平均79.4% (前年比95.5%) であった。1日当たりの平均産卵量は7.3kgとなった。産卵量が25.0%減少したのは、採取を前年より2週間遅く開始したことによるものと考えられる。

## 3. ふ化

生産回次 (以下回次という) 別の卵数及びふ化率などを表2に示した。

卵収容は5月30日から6月1日までに8回行い、20㎡水槽6面、100㎡水槽2面に分離浮上卵を1,356.3万粒 (収容密度8.1~11.8万粒/㎡) 収容し、958.3万尾のふ化仔魚を得た。全数ふ化するまでに2日間を要し、ふ化率は平均70.6% (範囲は57.4~94.3%)、ふ化仔魚サイズは全長2.5~2.6mmであった。卵収容時の水温は17.8~18.1℃であった。

## 4. 餌料

ワムシ、アルテミア、魚卵、配合飼料の給餌時間を日齢別に表3、回次別の添加、給餌量を表4に示した。

ワムシは日齢3日目から31日目まで1日2回 (9:30、13:30)、アルテミアは日齢15日目から44日目まで1日1回 (16:30)、ワムシ、アルテミアは市販の栄養強化剤 (ワムシは生クロレラ<sup>ω3</sup>、アルテミアはスーパーカプセルA-1) で強化後給餌した。魚卵は日齢29日目から44日目までの16日間、配合飼料は日齢16日目から手まきで58日目まで給餌した。なお、自動給餌器は日齢35日目から57日目まで早朝 (5:00~6:00) に給餌した。また、給餌回数は日齢3~14日目はワムシ2回、日齢15~31日目はワムシ2回、アルテミア1回、配合飼料3回、日齢32~44日目は配合飼料4回、魚卵1回、アルテミア1回、日齢45~58日目は配合飼料5回行った。総給餌量はワムシ1,413.4億個体、アルテミア89.6億個体、魚卵263.9kg、配合飼料471.2kgとなった。配合飼料が前年比65.1%と大幅に減少したのは、生産数の減少によるものである。

表2 生産回次別、卵数、ふ化率の結果

生産回次	親 魚 管 理					卵 管 理											
	使用尾数	年齢	全長	体重	雌雄比	飼育水槽	採卵月日	ふ化月日	浮上卵率	収容卵数	ふ化水槽形状・サイズ	水槽数	収容水量	収容密度	ふ化率	水温	水の管理
	尾	才	cm	kg		m <sup>3</sup>			%	万粒			m <sup>3</sup>	万粒/m <sup>3</sup>	%	℃	
1							5月30日	5月31日	77.8	105.0	角形 4.5m×3.8m	1	13	8.1	94.3	18.1	止水..微通気
2							30日	31日	90.5	122.2	〃	1	13	9.4	86.3	18.1	〃
3	294	3~13	未計測	未計測	不明	100	30日	31日	94.7	127.8	〃	1	13	9.8	82.8	18.1	〃
4							30日	31日	58.5	79.1	〃	1	13	6.1	54.1	17.9	〃
5							31日	6月1日	84.4	114.0	〃	1	13	8.8	63.8	17.9	〃
6							31日	6月1日	92.7	125.2	〃	1	13	9.6	63.3	17.8	〃
7							31日	6月1日	81.3	329.3	角形11.4m×5.0m	1	30	11.0	75.9	17.9	〃
8							6月1日	6月2日	87.3	353.7	〃	1	30	11.8	57.4	17.8	〃
計	294						5月30日 ~6月1日	5月31日 ~6月2日	83.7	1,356.3		8	138	9.8	70.6	17.8 ~18.1	止水..微通気

表3 日齢別の給餌時間

回数	日 齢 時 間	3~14日目 餌料種類	日 齢 時 間	15~31日目 餌料種類	日 齢 時 間	32~44日目 餌料種類	日 齢 時 間	45~56日目 餌料種類
					※ 5:00	配 合	※ 5:00	配 合
1	—	—	8:30	配 合	8:30	配 合	8:30	配 合
2	9:30	ワムシ	9:50	ワ ム シ	9:50	魚 卵	9:50	配 合
3	—	—	11:30	配 合	11:30	配 合	11:30	配 合
4	13:30	ワムシ	13:30	ワ ム シ	13:30	配 合	13:30	配 合
5	—	—	14:50	配 合	14:50	配 合	14:50	配 合
6	—	—	16:30	アルテミア	16:30	アルテミア	16:30	配 合

※ 自動給餌器

表4 生産回次別の添加、給餌量の結果

生産回次	ワムシ (S・L混)		2次培養 (生クロレラω <sup>3</sup> )		アルテミア		2次培養 (スーパーガマセキA-1)		配 合 飼 料		マ ダ イ 卵	
	給餌日齢	給餌量	添加日齢	添加量	給餌日齢	給餌量	添加日齢	添加量	給餌日齢	給餌量	給餌日齢	給餌量
	日	億個	日	ml	日	億個	日	ml	日	Kg	日	Kg
1	3~33	93.1 40.5	3~33	9,310	15~45	9.6	15~45	1,948	16~54	55.3	30~45	28.6
2	3~33	93.1 42.1	3~33	9,310	15~44	9.1	15~44	1,847	16~53	50.6	29~45	29.8
3	3~33	93.1 38.9	3~33	9,310	17~44	9.1	17~44	1,847	16~56	58.3	30~45	28.9
4	3~33	93.1 38.2	3~33	9,310	15~43	7.5	15~43	1,522	16~53	48.8	28~44	28.0
5	3~33	93.1 49.3	3~33	9,310	15~44	9.3	15~44	1,887	16~55	58.5	29~44	29.2
6	3~33	93.1 50.0	3~33	9,310	15~44	9.3	16~44	1,887	16~55	58.4	30~44	29.1
7	3~33	170.8 67.4	3~33	17,080	16~46	13.2	16~46	2,679	16~54	55.7	29~45	31.2
7'	25~33	35.3 33.6	24~33	3,530	22~44	7.9	22~44	1,603	25~53	52.5	29~45	31.2
8	3~33	197.3 120.0	3~33	19,730	13~45	14.6	13~45	2,963	16~48	33.1	30~45	27.9
計	3~33	962.0 480.0	3~33	96,200	13~46	89.6	13~46	18,183	16~56	471.2	28~45	263.9

上段 (2次培養) 下段 (生ワムシ)

表5 生産回次別の生産結果

生産回次	飼 育 開 始 時					取 り 揚 げ 結 果										
	水槽数	水槽形状・サイズ	収容水量	収容尾数	収容密度	移送日	水槽形状・サイズ	収容水量	飼育水温範囲	水槽数	取り揚げ日	平均全長	平均体重	生産尾数	生残率	
			m <sup>3</sup>	万尾	万尾/m <sup>3</sup>			m <sup>3</sup>	℃		日	mm	g	万尾	%	
1	1	角形4.5m×3.8m	13(20)	99.0	7.6	6月20日	角形11.4m×5.0m	100	19.7~26.0	1	7月25日	54	28.7	0.40	14.5	14.6
2	1	〃	〃	105.5	8.1	6月20日	角形7.4m×6.4m	100	19.3~26.0	1	7月24日	53	29.2	0.45	12.3	11.7
3	1	〃	〃	105.9	8.1	6月21日	角形7.4m×6.4m	100	19.6~26.0	1	7月27日	56	30.7	0.48	7.1	6.7
4	1	〃	〃	42.8	3.3	6月25日	角形11.4m×5.0m	100	19.6~25.8	1	7月24日	53	31.7	0.48	15.2	35.5
5	1	〃	〃	72.7	5.6	6月22日	角形7.4m×6.4m	100	20.0~26.8	1	7月27日	55	28.0	0.38	13.9	19.1
6	1	〃	〃	79.3	6.1	6月21日	角形7.4m×6.4m	100	19.3~25.9	1	7月27日	55	32.6	0.53	16.7	21.1
7	1	角形11.4m×5.0m	30(100)	250.1	8.3		角形11.4m×5.0m	100	17.2~25.9	1	7月26日	54	33.3	0.61	10.4	9.2
7'						6月25日展開	角形11.4m×5.0m	100	19.6~26.0	1	7月25日	53	27.9	0.36	12.5	
8	1	角形11.4m×5.0m	30(100)	203.0	6.7		角形11.4m×5.0m	100	17.4~24.1	1	7月21日	48	24.4	0.28	3.5	1.7
計	8		138	958.3	6.9			900	17.2~26.0	9	7月21日 ~27日	48 ~56	24.4 ~33.3	~061	106.1	11.1

## 5. 成長

回次別の稚魚の飼育結果を表5、成長の推移を図6に示した。

ふ化直後の仔魚は全長2.5~2.6mm、日齢10日目では全長3.8~4.2mm、日齢20日目では全長5.8~6.2mm、日齢30日目では全長8.0~8.8mm、日齢40日目では全長18.1~20.5mm、日齢48~56日目では全長24.5~33.3mmで、中間育成に供給した。成長は各回次とも日齢40日目までは大きな相違はなかったが、8回次は収容密度が高く日齢45~47日目の3日間で共食いが激しくなり大量に減耗し、目視ではほとんど稚魚が確認できずやむを得なく7月21日(日齢48日目)に取り揚げた。平均全長は24.4mmであった。なお、トビ(全長40mm以上)も多く含まれていた。原因については移送、展開に記載する。

飼育環境は、移送、展開前の日齢20~25日目まで行なった20、100m<sup>3</sup>水槽では期間中の水温は17.2~22.4℃、pHは7.2~8.0、比重1.0216~1.0234(δ15)、日齢21~26日目以降行なった100m<sup>3</sup>水槽では期間中の水温は19.3~26.8℃、pHは7.3~8.0、比重は1.0195~1.0259(δ15)の範囲で推移した。

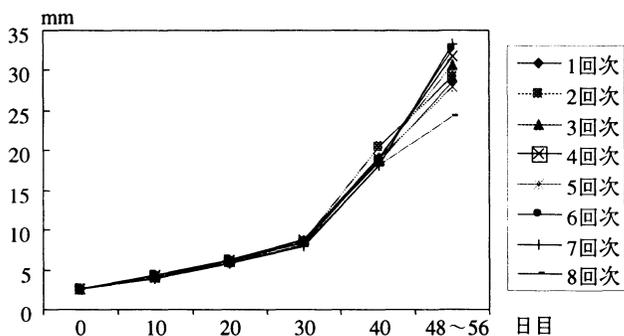


図6 生産回次別の成長の推移

## 6. 稚魚の移送、展開

1~6回次は20m<sup>3</sup>水槽へ収容後、1、2回次は6月20日の日齢20日目、3回次は6月21日の日齢21日目、4回次は6月25日の日齢25日目、5回次は6月22日の日齢21日目、6回次は6月21日の日齢24日目に各々100m<sup>3</sup>水槽へ移送した。7、8回次は100m<sup>3</sup>水槽へ収容後、7生産回次は6月25日の日齢24日目に、100m<sup>3</sup>水槽へ展開し、8回次は水槽がなく展開できなかったが、その後、各水槽は取り揚げまで継続飼育を行なった。展開できなくなった理由は2年前まではふ化仔魚の生産が不安定で、水槽へ収容後日齢20、21日目に移送するときに20m<sup>3</sup>水槽6面を100m<sup>3</sup>水槽5面に行い、余分の1水槽を少ない水槽に振り分けていた。前年からワムシの給餌量(2次培養ワムシに加えて生ワムシを与える)を多くすることにより、仔魚(日齢20日目)の生残が安定してきた。このことにより20m<sup>3</sup>水槽6面を100m<sup>3</sup>水槽

6面に移送するため、残った100m<sup>3</sup>水槽の展開が1面しかできなくなった。解決策としては展開できない水槽の収容密度を日齢20日目以降に下げることである(一部廃棄)。

## 7. 生残

飼育は8回次で開始したが、前述のとおり移送、展開を行なった結果、生残率は平均は11.1%(範囲1.7~35.5%)であった。生産回次別では1、2、4、5、6回次は11.7~35.5%と安定したものが得られたが3、7、8回次は1.7~9.6%と低かった。

## 8. 魚病発生

各回次で疾病の発生は特に認められなかった。

## 9. 取り揚げ、放流

7月21日から稚魚の取り揚げを開始し、27日までに平均全長24.4~33.3mm、平均体重0.28~0.61gの稚魚1,061千尾を生産した。全数中間育成(パイロット事業)用種苗として供給したが、計画数量より82千尾下回った。

生産回次別の稚魚の全長組成を図7に示した。

全長30mm以上の比率は1回次31.5%、2回次35.8%、3回次48.8%、4回次47.6%、5回次32.3%、6回次

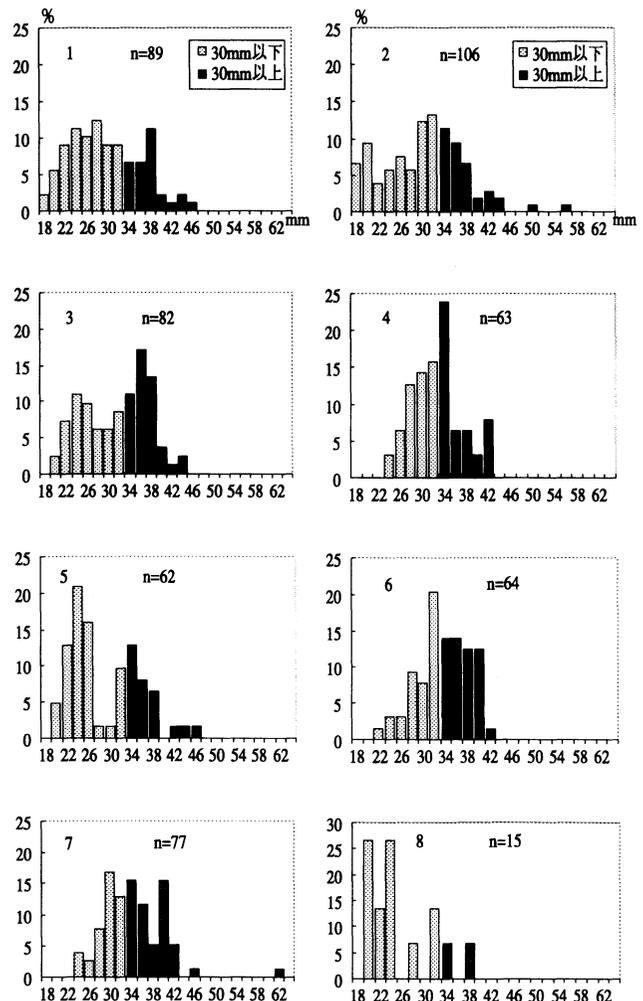


図7 生産回次別の全長組成 日別産卵量の推移

54.7%、7回次 55.8%、8回次13.3%であり、稚魚の生産サイズの目標を達成できなかったため、技術の再検討を図り向上に努める。

#### 10. 開鰓対策

仔魚の形態異常の発生を防ぐ目的で、浮袋を開鰓させるため、日中（9：00～18：00）、水槽内の通気を微弱にし、その後、通常に戻すことを繰り返し行ったことと、飼育水槽の表面に浮く油膜をエアレーションにより1カ所に集め除去する方法を取った。

生産回次、日齢別の開鰓率を表6に示した。

開鰓率は1～8生産回次とも94%以上を確保できた。仔魚の開鰓行動は主に夕方（17：00～18：00）で、水槽表面において活発な空気吸いが観察されている。なお、鰓の開鰓率を向上させることにより、形態異常魚の発生を防止できることから（特に堆体屈曲）、この期間はエアレーションの通気量を抑えるため、酸素量の低下による大量斃死の危険性が高くなるので、監視体制の強化を図っている。

表6 生産回次、日齢別の開鰓率

日齢 日	1回次				2回次				3回次				4回次				5回次				6回次				7回次				8回次						
	開		閉		計		率		開		閉		計		率		開		閉		計		率		開		閉		計		率				
	尾	尾	尾	%	尾	尾	尾	%	尾	尾	尾	%	尾	尾	尾	%	尾	尾	尾	%	尾	尾	尾	%	尾	尾	尾	%	尾	尾	尾	%	尾	尾	尾
7	1	38	39	2.6	3	43	46	6.5	2	30	32	6.3	0	31	31	0.0	6	1	32	33	3.0	0	35	35	0.0	2	34	36	5.6	5	0	36	36	0.0	
8	9	30	39	23.1	11	20	31	35.5	14	24	38	36.8	7	19	26	26.9	7	9	20	29	31.0	8	27	35	22.9	7	30	37	18.9	6	6	30	36	16.7	
9	20	17	37	54.1	16	21	37	43.2	14	19	33	42.4	13	22	35	37.1	8	15	20	35	42.9	11	24	35	31.4	15	27	42	35.7	7	10	22	32	31.3	
10	29	7	36	80.6	33	10	43	76.7	25	7	32	78.1	31	13	44	70.5	9	25	6	31	80.6	28	7	35	80.0	24	6	30	80.0	8	27	7	34	79.4	
12	23	2	25	92.0	29	3	32	90.6	28	3	31	90.3	25	6	31	80.6	11	27	6	33	81.8	26	4	30	86.7	30	7	37	81.1	10	29	5	34	85.3	
13		0	0.0	28	2	30	93.3	33	4	37	89.2	29	5	34	85.3	12	31	4	35	88.6	28	5	33	84.8	35	8	43	81.4	11	29	7	25	80.6		
14		0	0.0	35	3	38	92.1		0	0.0	33	4	37	89.2	13		0	0.0		0	0.0	22	4	26	84.6	12		0	0.0						
15		0	0.0	33	2	35	94.3	34	3	37	91.9	31	2	33	93.9	14	32	2	34	94.1	31	2	33	93.9	28	2	30	93.3	13	25	3	28	89.3		
16		0	0.0	45	4	49	91.8		0	0.0	33	2	35	94.3	15		0	0.0		0	0.0	28	2	30	93.3	14		0	0.0						
17	29	2	31	93.5	32	1	33	97.0	31	1	32	96.9	29	1	30	96.7	16	32	1	33	97.0	29	1	30	96.7	29	1	30	96.7	15	29	2	31	93.5	
19	33	1	34	97.1	31	1	32	96.9	33	2	35	94.3	33	1	34	97.1	18	34	2	36	94.4	33	2	35	94.3	32	2	34	94.1	17	29	1	30	96.7	