水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

サワラの採卵および種苗生産

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-04-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 福永, 辰広, 石橋, 矩久, 三橋, 直人 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014222

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

栽培技研, 11(2): 29-48, 1982

サワラの採卵および種苗生産

福永辰広*・石橋矩久**・三橋直人*
(日本栽培漁業協会　屋島事業場・玉野事業場)

サワラ *Scomberomorus niphonius* (Cuvier *et* Valenciennes) は，日本沿岸域に広く分布する回遊性魚類で，漁業価値の高い高級魚の1種である。漁獲量は昭和 52 年度をピークに近年やや減少傾向にある。

樋口[1]は，サワラの種苗生産について技術的に可能性のあることを指摘し，さらに樋口・大島[2]は，サワラの商品価値の高いこと，瀬戸内海に再生産の場を持つこと，成長の速いこと等からみて，本種を種苗放流の重要対象種であると報告し，その中で産卵生態，発生，仔稚魚の形態，種苗生産，漁獲，商品価値等について過去の知見をとりまとめている。しかし，本種の採卵や種苗生産については，今日迄知見も少なく，わずかに仔稚魚の飼育に関して，丹下ら[3]の全長 6 mm までの，また樋口・大島[2]の 20 mm までの飼育結果についての報告があるのみである。

日本栽培漁業協会屋島・玉野両事業場のサワラ種苗生産技術開発グループは，昭和 56, 57 年度に瀬戸内海東部および中部海域における本種の人工採卵から種苗生産にいたるまでの一貫した試験を行ない一応の成果を得たので，ここにその経過の概要をとりまとめて報告する。

採卵にあたり，兵庫県淡路島五色町漁業協同組合，五色町漁協鳥飼支所ならびに都志支所，愛媛県東予市河原津漁業協同組合の方々に御協力を得，愛媛県水産試験場東予分場の職員の方からは魚卵の仮収容の場を提供していただき，暖かい御指導を受けた。また，本グループの試験計画の推進にあたって，水田洋之介前屋島事業場主任ならびに今泉圭之輔前玉野事業場主任から種々御指導をいただいた。これら各位に深謝の意を表する。また本稿の校閲を戴いた当協会大島泰雄特別顧問ならびに須田明常務理事に厚く謝意を表する。

I. 親魚の確保と採卵

サワラ親魚の飼育が実現していない現段階では，採卵は天然親魚から行なわざるを得ない。このため天然親魚の確保，現地での人工受精技術の開発が最初の技術開発課題となった。

I-1. 親魚の入手

瀬戸内海兵庫県淡路島五色町沖および愛媛県東予市河原津沖の両漁場において，サワラ流し網により漁獲されたサワラを親魚として使用した。

(1) 昭和 56 年には 6 月 2～12 日の間，五色町漁協鳥飼支所魚市場および都志支所魚市場に水揚げされた鮮度の良い親魚について採卵，採精（陸上採卵）を試み，さらに両支所よりそれぞれサワラ流し網漁船に便乗し，播磨灘の鹿ノ瀬から五色町西方一帯の漁場において船上で漁獲直後の親魚を用いて人工受精を行なった。

(2) 昭和 57 年には 5 月 25～27 日の間で，河原津魚市場に水揚げされた親魚を用いて人工受精（陸上採卵）を行なうとともに，サワラ流し網漁船に便乗し，燧灘の河原津沖漁場および安芸灘の安居島沖の各漁場において船上で人工受精を行なった。また，前年度と同様，五色町鳥飼支所，都志支所より 5 月 28～29 日にそれぞれサワラ流し網漁船に便乗して船上で人工受精を行なった。

I-2. 親魚の状態

(1) 昭和 56 年五色町鳥飼および都志において人工受精に供試した親魚は雌 14 尾，雄 19 尾，計 33 尾

*　日本栽培漁業協会　屋島事業場
**　日本栽培漁業協会　玉野事業場

であり，その大きさは表1および2に示したとおりである。

雄の最小個体は尾叉長（FL）60 cm，体重 1.7 kg であり，最大個体は 86.7 cm，体重 3.7 kg であった。浮上卵の得られた3尾の雌親魚の尾叉長および体重はそれぞれ 71.4 cm（2.8 kg），78 cm（3.5 kg）および 83 cm（3.9 kg）であり，いずれも供試魚の中では大型の個体であった。

雌の最小個体は尾叉長 66.8 cm，体重 2.3 kg で，最大個体は尾叉長 88 cm，体重 4.7 kg であった。これらの親魚は樋口，大島[2]によると満2年魚（体長 65～90 cm）に相当する。供試した雌のうち5個体について卵巣重量を測定したところ，表1に示すように 310 g から 850 g の範囲にあった。このうち搾出卵の得られた3個体の卵巣重量は 755 g，800 g および 850 g で，その体重に対する割合はそれぞれ 16.1%，17.8% および 22.7% であり，採卵直前にはこれ以上の値を示したことになる。なお雄6例について精巣重量を測定した結果では，205～390 g の範囲で平均は 288 g であった。またその体重に対する割合は平均 13.4%（10.1～17.9%）であった。

（2） 昭和 57 年河原津において採卵，採精に供試した親魚は雌 14 尾，雄 14 尾，計 28 尾で，その大

表 1 天然親魚からの採卵状況（昭和 56 年兵庫県五色町鳥飼）

月日	親魚 No.	性別	全長 (cm)	尾叉長 (cm)	体重 (g)	生殖腺重量 (g)	搾出卵 重量 (g)	搾出卵 粒	搾出卵 平均卵径 (μ)	精液容量 (ml)	備考
6. 2	1	♂	69.0	61.0	1680					2	
	2	♂	91.0	86.7	3700			—		5	
	3	♂	76.0	68.5	2300	232				5	
6. 3	4	♀	97.0	88.0	4700	755	180	81740	1610	—	
	5	♂	65.5	60.0	1715	305		—		0	市場に水揚げされたもので，死後2時間以上経過。
6. 4	6	♂	73.0	66.5	1950	205				10	
6. 5	7	♀	90.0	86.5	4500	800	410	155900	1700	—	
	8	♂	78.0	71.5	2000	255		—		2	
6. 7	9	♀	83.5	76.5	3740	850	290	92480	1760	—	
	10	♂	74.5	67.5	2300	340		—		10	
6. 9	11	♀					570	171000	1755	—	船上にて漁獲直後に採卵採精。漁獲後ある程度の時間経過。
	12	♀							1643		
	13	♂			—					2	
	14	♂						—		1	
	15	♂								1	
6. 10	16	♂	89.0	80.0	3250						活きた状態で漁獲され，船上で，直ちに採精し，3～5°C にて冷蔵保存。
	17	♂	68.5	62.0	1850	—		—		20	
	18	♂	75.5	69.0	2050						
	19	♀	90.3	83.0	3900		—	18800	1590	—	死後間もない状態で漁獲され，船上で採卵，浮上卵率 31.9%
6. 12	20	♂	82.0	73.5	2600	—		—		30	活きた状態で漁獲され，船上で直ちに，採卵，採精。浮上率 70.3%
	21	♀	85.0	78.0	3500		—	91450	1630	—	
6. 14	22	♀	87.0	80.0	3450	600					魚市場採卵 未熟卵‥一部放卵後らしい。精子の出は悪い。
	23	♀	82.0	76.5	3050	310		—		—	
	24	♂	77.0	70.0	2750	390					

表 2　天然親魚からの採卵状況（昭和 56 年兵庫県五色町都志）

採卵回	採卵月日	雄 FL (cm)	雄 BW (kg)	雌 FL (cm)	雌 BW (kg)	採卵 量 (ml)	採卵 数 (粒)	卵径 (mm)	油球数	人工受精の結果	備考
1	6.2	69.1	2.50	66.8	2.30	120	—	—	—	受精せず	魚市場にて採卵受精
				71.8	3.25	300	100000	1.64 (1.3～1.67)	1.8(1～3)		
2	6.4	68.5	2.05	75.3	3.25	—	2300	—	—	受精せず	
				87.0	5.10	220	52800	1.67 (1.63～1.73)	1.5(1～3)		
3	6.12	70.2	—	71.4	2.81	—	92700	1.46 (1.43～1.53)	1.2(1～2)	受精	船上にて採卵，受精浮上卵率 72.6%
		66.5	—								

きさは表 3 に示した。供試した雌個体の 50% 以上は尾叉長 70～80 cm の範囲にあり，浮上卵の得られた 9 例の雌はすべて尾叉長 70 cm 以上であった。雄の 50% 以上は尾叉長 70～80 cm の間であった。

一方，五色町において人工受精に用いた親魚は表 4 に示すように雌 9 尾，雄 7 尾，計 16 尾であり，このうち孵化仔魚を得た雌親魚の大きさは尾叉長 66.0 cm，66.8 cm，および 70.5 cm であった。

この年，河原津および五色町で採卵，採精に供した親魚は 56 年度同様，すべて満 2 年魚であった。

I-3. 卵と精子の採取

（1） 採　卵

(i) 表 1，表 2 に示すように昭和 56 年五色町における雌 1 尾当りの採卵量は 0.23～17.1×10^4 粒であった。搾出卵の得られた 10 例のうち 8 例は 5～10×10^4 粒，残りの 2 例は 10×10^4 粒以上であった。採卵量は尾叉長 71.4 cm のもので 9.27×10^4 粒，71.8 cm で 10×10^4 粒，そして 76.5 cm で 9.25×10^4 粒であり，尾叉長 90.0 cm の個体では 15.59×10^4 粒を得た。したがって尾叉長 70 cm 以上の親魚では 9×10^4 粒以上の卵が搾出できるとみてよいであろう。10 例の搾出卵の卵径は 1.46～1.76 mm の範囲にあった。そのうち浮上卵を得た 3 事例の卵径は，それぞれ平均 1.46 (1.43～1.52 mm)，1.59 mm および 1.63 mm であった。油球数は通常 1 個であるが，それが数個のものもかなりみられた。

(ii)　昭和 57 年河原津における 1 尾あたり採卵量は 0.15～6.3×10^4 粒であり，孵化仔魚の得られた事例，尾叉長 97 cm および 75.5 cm の雌親魚からの採卵量は 4.4×10^4 粒と 6.3×10^4 粒であった。受精後の卵径は平均卵径 1.48 mm (1.42～1.53 mm) であった。油球数は 1 個が 60%，2 個 37%，3 個が 3% であった。

（2） 精　子

昭和 56 年五色町における 1 尾当りの採精量は 1～30 m*l* であり，11 例中 5 例から 5 m*l* 以上の採精が可能であった。活きた親魚（表 1，親魚 No. 16～18）より採集した精子を，3～5°C に冷蔵保存したが，採精後 6～7 時間経た後も人工受精に用いることができた。

I-4. 人 工 受 精

人工受精には乾導法（3 分）と湿導法（2 分）を併用し，受精後十分に洗卵を行なった。陸上採卵の場合には受精は魚市場あるいは水産試験場で行ない（採卵・採精後 1 時間以内），海上採卵は船上で採卵・採精後，直ちに行なわれた。

（1） 昭和 56 年　　陸上採卵は 7 例，海上採卵は 5 例，計 12 例が行なわれ，このうち陸上採卵では浮上卵を得ることができなかった。海上採卵では 3 例について浮上卵を得ることができ（表 1，表 2），その浮上卵率はそれぞれ 72.6%，31.9% および 70.3% であった。このうち浮上卵率 70% 以上の 2 例について

孵化仔魚を得ることができた。

（2） 昭和 57 年　河原津においては表 3 に示すように，陸上採卵 7 例，海上採卵 7 例，計 14 例について受精を試みた。陸上採卵では 6 例について受精後浮上卵が得られ，浮上率は 42～94% であった。このうち浮上率 80% の 2 事例について孵化仔魚を得ることができた。海上採卵の場合には 3 例について浮上卵が得られ，その浮上率は 80%，30% および 50% であったが，いづれも孵化までにはいたらなかった。

五色町においては陸上採卵 2 例，海上採卵 7 例について受精を試み，このうち 1 例について浮上卵が得られその浮上率は 11.7% であり，わずかではあるが孵化仔魚が得られた。

I-5. 受精卵の発育と孵化

（1） 昭和 56 年五色町鳥飼において 6 月 12 日海上採卵（表 1，親魚 No. 21 の個体）より得られた浮上卵 6.73×10^4 粒を屋島事業場へ輸送し，孵化ネット（ϕ70×70 cm，ゴース網）に収容し，砂沪過海水を流水として卵管理を行なった。卵は受精後約 5 時間で桑実期，36 時間後に筋肉節期に発達し，孵化開始は受精後 62 時間であった。浮上卵からの孵化率は 17.0% で，孵化仔魚 1145 尾を得た。なお，この時の水温は約 20°C であった。

（2） 五色町都志において 6 月 12 日に海上採卵で得た浮上卵 64250 粒は玉野事業場へ輸送され，孵化ネット（テトロン紗，ϕ80 cm）とアルテミア孵化容器（円錘型 200 l）へ収容された。両者とも微通気をほどこし，前者は微流水，後者は止水として管理した。受精後 58 時間までにほとんどの卵が孵化した。浮上卵からの孵化率は 36.5%，この期間の水温は 19.3～23.4°C であった。このうち円錘型 200 l 孵化器収容分は，孵化ネット収容分に比べて，孵化率には差はなかったが，仔魚の活力が劣っていた。これは止水としたためであろうと思われる。

（3） 57 年河原津での経過

5 月 25～27 日に海上採卵で 3 個体（表 3，海上採卵，採卵回次 4，5，7）から得た浮上卵は，35 l ポリバケツに仮収容し，微通気をほどこして陸上へ持ち帰り，愛媛県水産試験場東予分場の 2 m^3 FRP 水槽（2×

表 3 天然親魚からの採卵状況（昭和 57 年愛媛県東予市河原津）

	採卵回	月・日	雄（尾叉長）cm	雌（尾叉長，cm	体重）kg	採卵量	浮上卵率	備考
海上採卵	1	5.25	68	72	—	15 cc	0%	漁場　河原津沖 水深　約 10 m 漁獲　♀25，♂2 混獲　ガザミ，ボラ
	2	〃		72	—	15	0	
	3	〃		73	—	40	0	
	4	5.26	82 71	76	30	170 cc	80	24 時間後浮上率 0% 漁場　河原津沖，水深 20 m 漁獲　♀7，♂2 混獲　タチウオ
	5	5.27	70～75 ×2 尾	72	2.5	30 cc		6 時間後浮上率 0% 漁場　安芸灘，水深 25 m 漁獲　♀47，♂69 混獲　スズキ
	6	〃	70～75 ×2	70	2.8	0		
	7	〃	70～75 ×2	80	3.6	50		
陸上採卵	1	5.25	70～80 ×3	70～80	—	13600 粒	56	18 時間後浮上率 0% 魚市場にて採卵
	2	〃			—	23600	73	
	3	〃			—	58800	42	
	4	〃			—	21200	94	
	5	〃			—	1500	0	
	6	5.26	73～67	2.4	97 6.4	63000 粒 (330 cc)	80	48 時間後ふ化 孵化率 35.5% 魚市場にて採卵
	7	〃		1.9	75.5 3.2	44000 (230)	80	

表 4　天然親魚からの採卵状況（昭和 57 年兵庫県五色町）

採卵回	月・日	雄(尾叉長) (cm)	雌(尾叉長) (cm)	採卵量	浮上卵率 (%)	備　考
1	5.29	68	70	15 cc	0	都志海上採卵
2	〃	53	66	40	0	
3	〃	64	64	少量	0	鳥飼海上採卵
4	〃	65	64	〃	0	
5	〃	70	65	〃	0	
6	〃	80	62	〃	0	
			70.5			
7	〃	65	66.0	51200 粒	11.7	孵化仔魚 230 尾
			66.8			

表 5　採卵から孵化までの経過（昭和 57 年河原津採卵）

日	時	受精後の経過時間	内　容	備　考
5 月 26 日	06 10		♀2 尾，♂2 尾より採卵，採精(10.7 万粒)	魚市場にて作業
	06 30	1>	受精，浮上卵を収容（浮上率 80%）	試験場 2 m³ 水槽へ収容 (水温 20.3°C)
	14 00	8	発生段階: 桑実期　(約 7.4 万粒)	(〃 22.3°C)
5 月 27 日		25	発生段階: 胚体期	(〃 20.8°C)
	15 00	33	発生段階: 筋肉節期（約 4.5 万粒）	(〃 21.2°C)
	16 30	35	卵輸送	(〃 21.2°C)
	21 00		卵収容	事業場孵化槽へ収容 (〃 20.2°C)
5 月 2 日	07 00	48	孵　化　(3.8 万尾)	(〃 19.2°C)

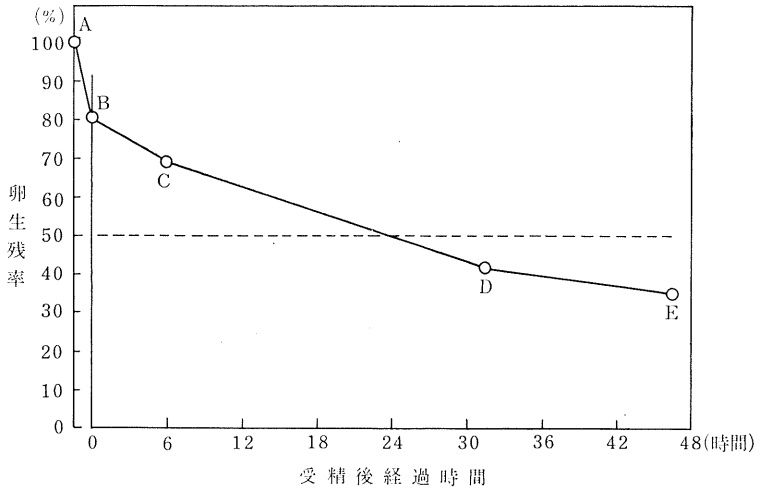
1×1.07 m）内の孵化ネット（ϕ80 cm，ゴース網地）に収容し微通気および微流水を施し孵化をまった。孵化ネット収容時の浮上卵率はそれぞれ 80%，30%，および 50% であったが，受精 24 時間後にはいずれも浮上率 0% となり，孵化仔魚は得られなかった。

5 月 25 日の陸上採卵より得られた浮上卵を 37000 粒と 20000 粒の 2 群に分け，前者と同様に東予分場の 2 m³ FRP 水槽内の孵化ネットにそれぞれ収容し卵管理を行なった。受精 6 時間後の卵生残率は 30% と 69% であったが，受精後 18 時間に浮上卵はほとんどなくなった。この時の水温は 21.8 から 22.6°C であった。

表 3 に示すように昭和 57 年 5 月 26 日の陸上採卵では雌 2 尾より 44000 粒と 63000 粒，計 10.7×10^4 粒が採卵された。卵，精子を東予分場へ持ち帰り，採卵後 30 分以内に受精し，30 l 容パンライト水槽へ一次収容したところ約 8.6×10^4 粒の浮上卵が得られた。浮上卵率は 80% であった。浮上卵は前記の 2 m³ FRP 水槽へ直接収容し，エアーストンで微通気を行ない，また約 4 l/分の微流水で換水して管理した。この間の経過は表 5 に卵の発生と生残り状況を図 1 に示す。受精 8 時間後の観察（30 粒）では桑実期卵 87%，異常発生卵 7%，未受精卵 3%，不明卵 3% であり，浮上卵の受精率は 87% で卵数は 7.4 万粒であった。受精卵の卵径は 1.42 mm～1.53 mm で平均 1.48 mm であった。卵径分布を表 6 に示す。このようにサワラの卵の大きさは，同じサバ科魚類の，マグロ，カツオ，サバ等の卵径が約 1.0 mm であるのに比較して特に大きい。水戸[4] はサワラの卵径は 1.6～1.86 mm と報告しており今回の試験で得た値よりやや大きくなっている。丹下ら[3] は浮上卵の卵径を 1.5～1.6 mm と報告しているが，この値は今回の試験結果に近い。

受精卵には 1～3 個の油球がみとめられた。30 粒について観察したところ油球 1 個が 60%，2 個 37%，3 個 3% であった。受精 25 時間後に卵は胚体期へ発達し眼胞が形成された。受精 33 時間後に卵は筋肉節期へ発育し，卵内で胚体の動きがみられるようになった。この時平均卵径は 1.47 mm (1.45～1.50 mm)

図 1　サワラ受精卵の発生と生残（昭和 57 年河原津採卵）



A: 採卵　B: 受精(浮上卵)　C: 桑実期卵　D: 筋肉節期卵　E: 孵化

表 6　サワラ受精卵の卵径分布（昭和 57 年河原津採卵）

卵　径	個　数	%
1.42 mm	1	3
1.45	6	20
1.48	11	37
1.50	9	30
1.53	3	10

n=30
平均卵径 1.48 mm

であった。また油球数はすべて 1 個となり 2 個以上を有する卵は観察されなかった。この時の生残数は約 4.5×10^4 粒，生残率は 42% であった。桑実期に油球 1 個を有する卵だけがこの段階まで発育し，残りは死亡したと思われる。

受精 40 時間後に卵をビニール袋へ酸素封入し，約 4 時間を要して屋島事業場へ輸送し，孵化ネット（ϕ70 ×70 cm，ゴース網地）に収容した。受精 48 時間後に卵はほとんど孵化し，孵化仔魚 3.8×10^4 尾，採卵総数に対する孵化率は 35.5%，浮上卵に対する孵化率 44.4% であった。孵化仔魚は平均全長 4.5 mm (4.5～4.6 mm) で，油球を 1 個有し，卵黄の長径は平均 1.8 mm であった。

I-6. 卵の管理条件と孵化時間

採卵から孵化まで要した時間についてみると，昭和 56 年五色町鳥飼採卵分は水温約 20°C で 62 時間，都志採卵分は水温 19.3 から 23.4°C で 58 時間，および昭和 57 年河原津採卵分は平均水温 20.8°C (19.2～22.3°C) で 48 時間を要した。3 例ともほぼ同一水温下にあったにもかかわらず孵化に要した時間は最短で 48 時間，最長で 62 時間で 約 14 時間の差異がある。また，孵化率はそれぞれ 17%，36.5%，44.7% であり，同一水温条件では孵化に要した時間が短いほど孵化率は高くなる。卵発生期の生残状況についてみると，図 1 に示すように，前期すなわち受精より胚体形成期までの減耗が著しい。

I-7. 受精卵の輸送

昭和 56・57 年にそれぞれ 2 回の輸送試験を行なった。輸送には，浮上卵のみを海水とともにビニール袋に収容し，酸素を封入した後，発泡スチロール製の箱に収納し，輸送中の水温上昇を防止するため，ビニー

表 7　受精卵の輸送

輸送番号	年・月・日(昭和)	輸送方法	輸送直前の発生段階	輸送時間(分)	収容卵数(粒)	収容密度(粒/l)	水温(℃) 出発時	水温(℃) 到着時	***孵化率(%)	備考
	56・6・13	自動車	桑実期	400	6250	785	20.0	19.5	——	輸送中に卵が流出
					11000	1047			21.5	微流水・通気で孵化
1-玉*		〃			8000	761			61.5	止水・微通気で孵化
					13250	1204			43.2	微流水・通気で孵化
					13000	1181			34.5	止水・微通気
					12750	1159			40.4	
2-屋*		〃		250	67400	4箱に収容**	20.0	20.5	16.5	微流水・通気で孵化 450 尾奇形魚孵化
3*	57・5・27	〃	筋肉節期	270	85000	6箱に収容**	21.2	20.2	35.5	
4-屋*	57・5・29	〃	桑実期	270	6000	1箱に収容*	17.3	18.0	3.8	

* …輸送番号 (No-玉野 or 屋島) (3 は共同で採卵を行なった。)
** …収容密度は不明，卵を各々発泡スチロール製の箱に等分して収容。
*** …(孵化仔魚数 / 浮上卵数) ×100(%) とする。事業場到着時の値。

ル袋の外側に氷を入れた。また，それには自動車を用いて，4～7 時間を要したが，水温の変化は 1°C 以内に過ぎなかった。各回の輸送結果は表 7 に示すとおりである。

到着後の孵化率は 3.8～61.5% であった。受精時の卵の状態など輸送条件以外の条件が関与していると考えられるが，今後更に検討が必要であろう。

II. 種苗生産 (仔稚魚の飼育)

種苗量産技術の開発は，屋島・玉野両事業場とも昭和 56 年度から開始した。屋島事業場では，56 年度に一部全長 300 mm までの飼育を行なった例があるが，ここでは種苗生産という観点から，全長 50～80 mm までの試験結果を中心に報告する。また，玉野事業場では 56 年度に，水槽飼育実験と素掘池 (約 400 m^2) による粗放的生産を試みたが，いずれも餌料不足および環境悪化等が原因でその発生初期に失敗しているので，57 年度の結果に限って述べることにする。

II-1. 飼育に用いた容器

(1) 屋島事業場

56 年度には，当初 2.2 m^3 FRP 円型水槽 (ϕ1.8×1 m) 1 面および 30 m^3 コンクリート水槽 (5×5×1.2 m) 1 面で飼育を開始した。前者については，孵化後 12 日目に 30 m^3 水槽へ移槽し，後者では 15 日目に同型の水槽へ移し替えた。

57 年度には，他魚種 (ブリ) と生産がかち合ったために，当初 2.2 m^3 水槽 4 面でスタートし，孵化後 19 日目に 30 m^3 水槽 1 面に移槽して拡大飼育を行なった。

(2) 玉野事業場

最初 200 m^3 コンクリート水槽 (10×10×2 m) 中に傘地製網生簀 (Floating Tank, 以降 Ft と略称する，大きさは 4×4×1.25 m) を懸垂して収容し，孵化後 11 日目にコンクリート水槽全面に開放して飼育を行なった。

II-2. 飼育期間

屋島事業場の 56 年における飼育期間は 6 月 15 日～7 月 16 日の 32 日間であった。57 年度には，両場と

も同一親魚から得た卵を用いているので，屋島事業場では5月28日～6月22日の25日間，玉野事業場で5月28日～6月25日の28日間であった。

II-3. 飼育管理

飼育当初の水作り： 両事業場ともに海産クロレラを用いている。ただし，56年屋島では初日のみ 30×10^4 cells/cc の濃度とし，クロレラ消失後は再添加を行なわなかった。57年には濃度 100×10^4 cells/cc で開始し，14日目までは，消失する毎に随時その添加を行なった。玉野では，孵化後5日間，$100\sim200\times10^4$ cells/cc の濃度を維持するように添加を行なった。

飼育海水： 両場とも沪過海水を使用している。

換水： 屋島（57年度）では孵化仔魚収容後5日目から開始され，当初 0.9～1 回転/日，2.2 m^3 水槽を用いた後半（シラス投餌頃）には5回転/日とし，さらに 30 m^3 水槽に移槽してからは 3～4 回転/日とした。玉野の場合にも図2に示すように孵化後5日目から換水を開始したが，最大 0.85 回転/日で換水量は屋島より少なかった。

通気： 屋島では 2.2 m^3 水槽で 3～4 ヶ所，30 m^3 水槽で6ヶ所からエアーストンを用いて行ない，玉野の場合には Ft で3ヶ所，200 m^3 水槽で7ヶ所から通気した。

その他： 玉野では，シラスを投与し始めた頃から昼間のみ攪拌機により弱い環流をつくった。(0.5 回転/分)。底掃除は，屋島では開口日からほぼ毎日行なわれ，とくにシラスの投与を開始してからは，それを朝夕2回とした。玉野の場合にもシラス投与開始から毎日1回が行なわれている。

飼育期間中の飼育水の水温，Cl および pH： 屋島では56年度，水温 20～27.3°C，pH 7.99～8.28 57年度には水温 19.3～22.6°C，pH 7.92～8.33，Cl 16.71～18.02‰ であり，玉野の場合は 19.7～22.5（平均 20.8）°C，pH 7.98～8.25 であった。

II-4. 餌料と投餌量

両事業場が飼育期間中に使用した餌料の種類とその投餌量を表 8，9，10 に，またそれら餌料の投与時期を図3および4に示した。

1) 餌料の種類

屋島では両年度とも，図3に示すように，初期には主としてワムシ・アルテミア・プランクトンを用い，その後クロダイ仔魚，シラスを用いた。玉野では，図4に示すように直接クロダイの孵化仔魚を初期餌料として用いており，その後育成仔魚，シラスの細片，シラスと餌料を変えた。

図 2 飼育期間中の 200 m^3 コンクリート水槽の換水量（昭和 57 年玉野事業場）

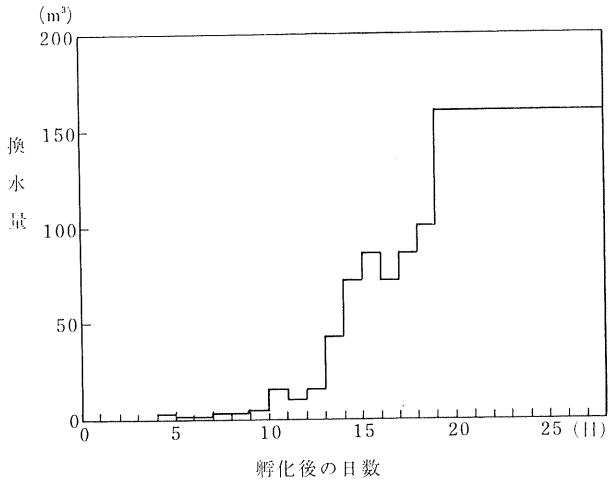


表 8 昭和 56 年度餌料の種類と投餌量（屋島事業場）

飼育期間（月・日～月・日）	水槽番号（水槽容量）	投餌種					備考
		シオミズツボワムシ（×10⁴コ）	プランクトン（コペポーダ）（×10⁴コ）	アルテミア（×10⁴コ）	クロダイの孵化仔魚*および仔魚（×10⁴尾）	生および冷凍の**シラス（kg）	
6・17～6・27	No. 1 (2.2 m³)	129700	33	265	58	——	S-4 へ移槽
6・17～6・30	S-5 (30 m³)	277500	30	2050	515	——	S-3 へ移槽
6・27～7・16	S-4 (〃)	——	—	1300	1208	12.53	——
6・30～7・16	S-3 (〃)	——	—	300	1861	15.51	——
合計		407200	63	3915	3642	28.04	——

* 7 mm サイズの仔魚含む（尾数は不明）

** 生のシラスとは夜間採集の天然プランクトンに混入してくる TL 1.5～3 cm のシラス，冷凍シラスは TL 4～5 cm

表 9 昭和 57 年度餌料の種類と投餌量（屋島事業場）

飼育期間	水槽番号（水槽容量）	投餌種					
		シオミズツボワムシ（×10⁴コ）	プランクトン（×10⁴コ）	アルテシア（×10⁴コ）	クロダイの孵化仔魚（×10⁴尾）	クロダイの仔魚*（尾）	冷凍シラス**（kg）
	No. 1 (2.2 m³)	3400	130	300	333.5	61975	0.6
5月28日	No. 2 (〃)	3400	130	300	290.5	49475	0.6
〃	No. 3 (〃)	3400	130	300	223.5	38105	0.6
6月16日	No. 4 (〃)	3400	130	300	158.1	22975	0.3
	小計	13600	520	1200	1005.6	172530	2.1
6月16日〃6月22日	No. 5 (30 m³)	——	——	——	——	400000	7.5
大計		13600	520	1200	1005.6	572530	9.6

* クロダイの仔魚：孵化後 1 週間～2 週間 2.2 m³ 水槽 4 タンクで育成した TL 3.5～5 mm の仔魚

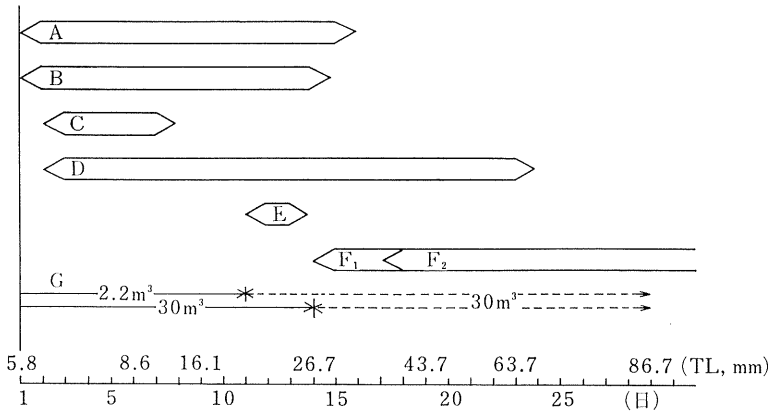
** シラス：カタクチイワシの仔魚主体は TL 1.5～3.0 cm の冷凍シラスであるが，30 m³ 水槽飼育の後半では，少量であるが TL 4～5 cm のシラスも細片にして与えた。
2.2 m³ 水槽飼育では，6 月 11 日よりプランクトン採集で混獲される 1.5～2.0 cm の少量の生シラスを死餌への餌付けとして投与している。

表 10 昭和 57 年度餌料の種類と投餌量（玉野事業場）

飼育期間 月・日～月・日	クロダイ		冷凍シラス	
	孵化仔魚（×10⁴尾）	仔魚（×10⁴尾）	細片（kg）	シラス（kg）
5月28日～5月25日	902	80	14	37.7

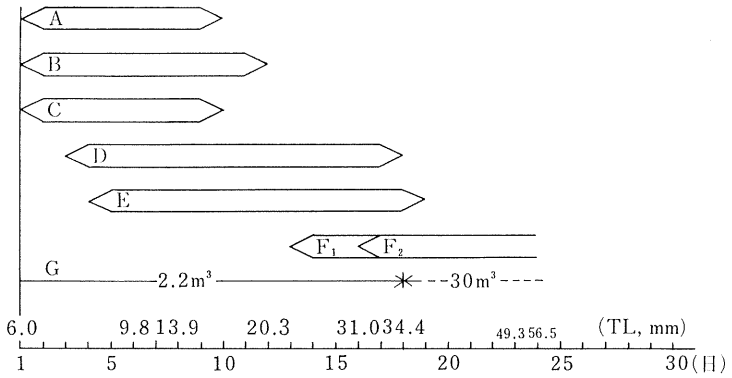
餌料の全長	孵化仔魚	3 mm
	仔魚	4.4～6.1 (5.5) mm 50 万尾
		6.4～9.2 (7.0) mm 30 万尾
	シラス	3～4 cm

図 3-1 サワラの種苗飼育に用いた主な餌料種類と全長，日令（開口日を1とする）との関係
（昭和 56 年度，屋島事業場）



A　ワムシ
B　アルテミア
C　コペポーダ
D　クロダイの孵化仔魚
E　クロダイ仔魚 TL 7mm
F_1　生シラス
F_2　冷凍シラス
G　水槽

図 3-2 サワラの種苗飼育に用いた主な餌料種類と全長，日令（開口日を1とする）との関係
（昭和 57 年度，屋島事業場）



A　ワムシ
B　アルテミア
C　コペポーダ
D　クロダイの孵化仔魚
E　クロダイ仔魚 TL 3.5～6mm
F_1　生シラス
F_2　冷凍シラス
G　水槽

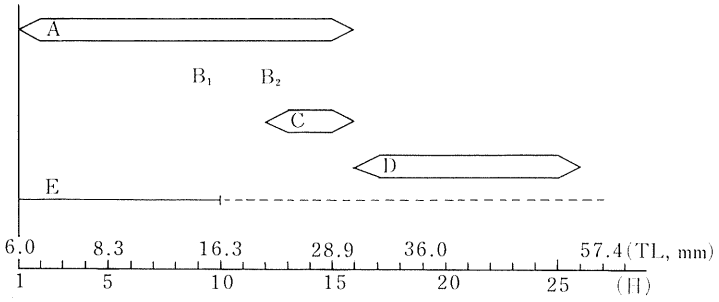
2) 投　餌　量

（1） 屋島事業場

総投餌量は表8（昭和 56 年度）および表9（昭和 57 年度）に示したとおりである。

クロダイ孵化仔魚の投与は，56 年度には開口翌日から 23 日間行ない，総投餌量 3642×10^4 尾となった。1日当りの平均投餌量は，2.2 m^3 水槽飼育の場合で約 5×10^4 尾，30 m^3 水槽では，表8の3例のうち S-5 では 37×10^4 尾，S-4 で 60×10^4 尾，S-3 で 169×10^4 尾であった。57 年度には，開口3日目より 20 日間の投与で，総投餌量は 1005.6×10^4 尾となり，1日当りの平均投餌量は $8\sim17\times10^4$ 尾であった（2.2 m^3 水槽のみ）。クロダイ育成仔魚は，56 年度には，開口 11～14 日目までに全長 7mm のものを投与し（数量

図 4　サワラの種苗飼育に用いた主な餌料種類と全長，日令（開口日を1とする）との関係
（昭和 57 年度，玉野事業場）



A　クロダイの孵化仔魚
B_1　クロダイ仔魚 TL 5.5 mm
B_2　クロダイ仔魚 TL 7.0 mm
C　シラスの細片
D　冷凍シラス
E　フローティング水槽
（4 × 4 × 1.25 m）

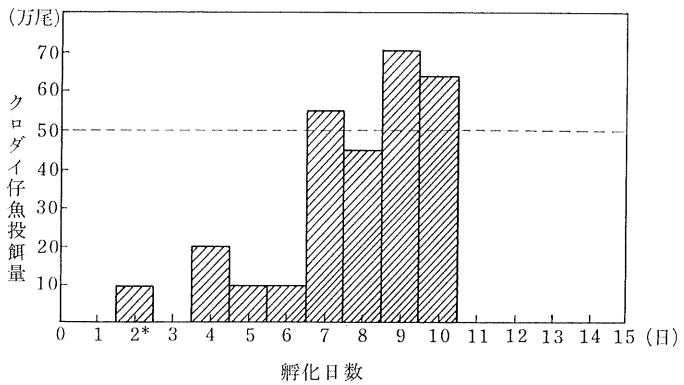
不明），57 年度には 2.2 m^3 水槽の場合，開口 4 日目より 3.5～6.0 mm のものを 16 日間投与した。投与量は，2.2 m^3 水槽で 1 日平均 1400～3900 尾，総投餌量 172530 尾となった。30 m^3 水槽では，4 mm サイズの仔魚 40×10^4 尾を与えたのみであったが，それは数日で殆んど全部摂餌されてしまった。

冷凍シラスへの餌付けについては，56 年度にはサワラ幼魚の全長が 30 mm，57 年には 20 mm をこえた時点から，始めに天然プランクトン採取時に混入する 1.5～2.0 cm の生シラスを用い，その後，サワラ幼魚の全長が 43 mm に達した頃から冷凍シラス（全長 4～5 cm）に切替えた。57 年にはこの切替えを小型の冷凍シラス（全長 1.5～3 cm）を用いサワラ幼魚が全長 30 mm（16 日目）になった頃に切替えた。総投餌量は 56 年 28.04 kg，57 年 9.6 kg となった。

（2）玉野事業場

開口当日よりクロダイの孵化仔魚の投与を始め，その後 16 日間継続している。孵化仔魚の日間投餌量は図 5 に示した。1 日当り 10万 尾から 100×10^4 尾，平均 60×10^4 尾を投与している。これは飼育水 1 l 当り 5～30 尾に相当する。開口 10 および 13 日目に全長 5.5 mm に育成したクロダイ仔魚を 50×10^4 尾，7.0 mm のものを 30×10^4 尾投与した。屋島事業場と同様，死餌への餌付けを 12～16 日目の間冷凍シラス（全長 3～4 cm）の細片を用いて行ない，サワラ幼魚が全長 30 mm になった時点で冷凍シラスそのままを解凍して与えた。総投餌量は，餌付け用が 14 kg，30 mm 以降で 37.7 kg となり，後者の場合，1 日当り

図 5　サワラの種苗飼育でのクロダイ孵化仔魚投与量（玉野事業場）
（* は開口日）



3.8 kg で，これを1日4回に分け投与した。

II-5. 摂　　餌

1) 摂 餌 行 動

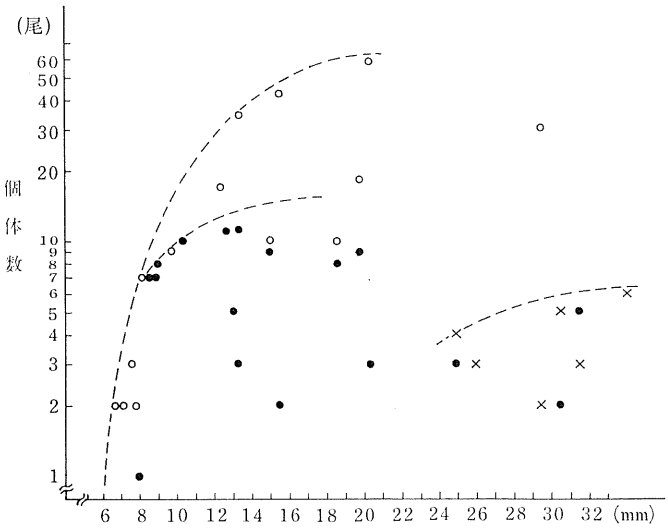
玉野事業場では開口3日目（孵化後4日目）に消化管の蠕動運動とともに摂餌が始まったのを観察し，屋島事業場でも開口3日目の朝方に摂餌行動及び活発な共食いをみている。樋口ら[2]は開口 3～4 日目* から活発な摂餌行動とマダイの仔魚を好んで摂餌する傾向をみたと報告しており，屋島・玉野両事業場で観察した摂餌開始時期はこれとほぼ一致する。

サワラ稚魚は 20 mm サイズに到達するまでは水槽内を離散して遊泳しているが，20 mm 以降には，空腹時のみ離散し，充分に摂餌すると群をつくり遊泳するようになった。全長が 30 mm となり，シラスに餌付いた後は，さらに群行動が顕著になった。この頃から，群から離れ，時には壁面を上下して遊泳する個体が現われ，このような魚は摂餌・成長ともに悪く，共食いの犠牲になりがちであった。

2) 摂 餌 状 況

（1） 屋島事業場　56年度の飼育結果では，開口当初に与えたワムシ，アルテミア幼生，プランクトンは結果的にはほとんど摂餌しないと思われた。樋口ら[2]も餌料試験を行ない，ワムシ・プランクトン投与区では9日目に全滅し，孵化仔魚投与区では生残りがみられ，仔魚が餌として貢献していることを報告している。そこで，57年度にこれを確認するため，ワムシ・アルテミア投与区と孵化仔魚を単独に投与する区を作り，毎日夕方6時に標本を採取してその消化管内容物を調べた。開口日の孵化仔魚投与区では，全長 5.5～6.8 (平均 6.2) mm の7個体のうち最大の 6.8 mm の個体のみがクロダイ仔魚2尾を捕食しており，摂餌率は 14% であった。開口3日目の全長 8.0～8.5 (平均 8.3) mm の3尾のサワラ仔魚は，摂餌率 100% で，1

図 6　サワラに捕食されたクロダイ仔魚の数と，サワラの全長との関係

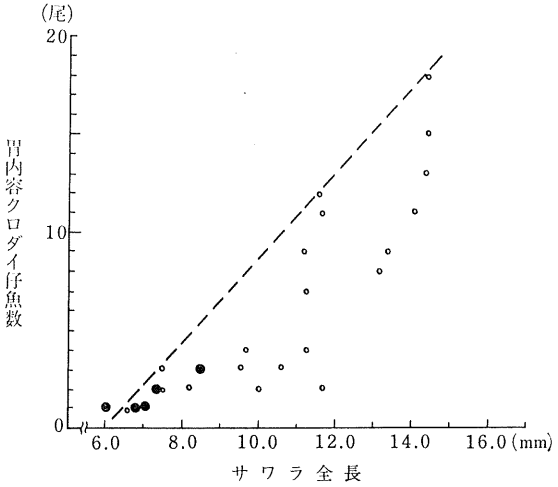


○：孵化仔魚（クロダイ）
●：仔魚
} 消化管内に残存している眼の色素をみて識別した。（孵化仔魚は黒色素胞がない）.
×：シラス (TL 12～18 mm)
サンプルは午後5時～6時に行なった，サンプル魚はほとんど満腹状態であった。

---

*　樋口らは孵化後 5 日目としているが，報告している仔稚魚期の形態の日数からすれば，ここでいう孵化後 4 日目，開口 3 日目にあたる。
孵化後　　日：孵化日を 0 日としている
開　口　　日：開口日を 1 日としている

図 7　サワラ全長とサワラの胃内容に出現するクロダイ孵化仔魚数の関係



尾当り 2～7 尾のクロダイ孵化仔魚を捕食していた。一方，ワムシ・アルテミア投与区のものは，開口日の全長 5.2～6.7 (平均 6.0) mm で消化管内は空であり，3 日目の全長 5.8～7.3 (平均 6.7) mm の 4 個体のうち，50% に当る 2 尾が共食いをしており，ワムシ・アルテミアは全く摂餌していなかった。いずれにしても，サワラの仔魚は初期餌料から他の魚種の孵化仔魚を捕食する典型的な魚食性であることが再確認された。また，このことは，図 4 にみられるように，玉野事業場が孵化仔魚のみを初期餌料として用いてサワラ仔魚を飼育し，それが後述するように，全長 16 mm までに成長する間の生残率が 62% であったことからも明らかである。

屋島事業場で行なわれた (57 年度) サワラ仔稚魚の成長に伴うクロダイ仔魚の捕食状況の変化を図 6 に示した。図に示すように，サワラ仔魚が 6～8 mm の時点では毎観察時 7 尾以内，12 mm で 30 尾，16 mm で 50 尾程度の孵化仔魚を捕食しており，20 mm サイズまでは摂餌量の上限は放物線的に増加する。同時に 8 mm 頃からはしだいに育成した 3.5～6 mm のクロダイ仔魚を積極的に摂食するという大型化への嗜好性がみられ，全長 16 mm 頃になると投与した孵化仔魚が翌日まで残る傾向がみられ，同時に共食いが頻繁に発生するようになった。この点については，樋口ら[2] も全長 15 mm 頃になると孵化仔魚では餌として小さすぎ，空腹状態で餓死する個体が目立ち，6～8 mm のマダイ仔魚を投与すると積極的に索餌すると報告しており，今回の観察と一致する。

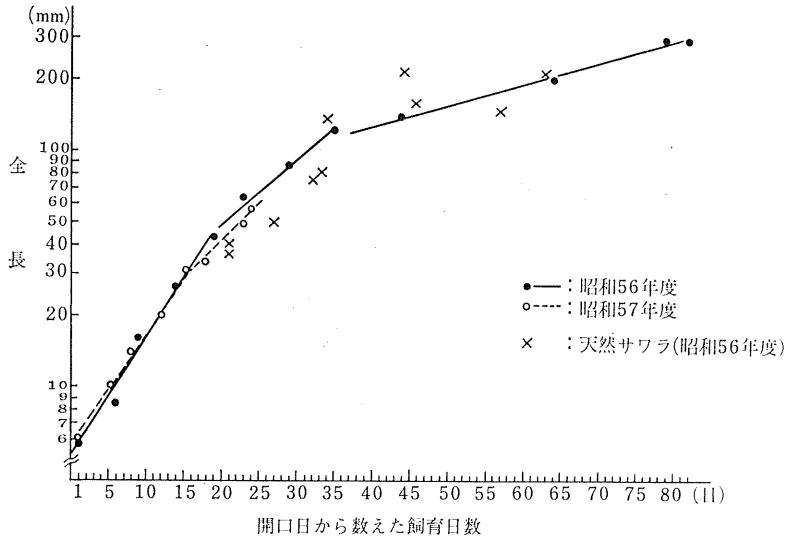
(2)　玉野事業場　成長に伴う孵化仔魚の摂餌料は，図 7 にみられるように，6～8 mm では毎観察時 4 尾以内，12 mm で 12 尾，15 mm で約 20 尾と直接的に増加している。摂餌数については屋島と比較して低い値となっているが，その理由はよく分からない。シラスの捕食は，図 4 によれば全長 25 mm 頃から始まり，小型シラス (全長 1.2～1.8 cm) が満腹状態の個体の消化管内には 3～4 尾みられ，全長 34 mm 前後では約 6 尾が含まれていた。また，この頃には，孵化仔魚と育成仔魚を併せて捕食する傾向がみられる。シラスの餌付け時期については図 4 のように全長 20 mm 頃から開始して 30 mm 前後になると 30% 個体が餌付き，36 mm 前後で 90% が餌付いた。小型のシラスが入手できなかったため，当初は大型のシラス (3～4 cm) の細片を用いている。

II-6. 成　　長

屋島事業場で観察した平均全長の経日変化および天然サワラのそれを図 8 に示す。この図には，参考のため，同事業場で種苗取揚げ後，一部を 300 mm まで継続飼育した結果も併せて示してある。また，図 9 には，玉野事業場の飼育による成長を示した。

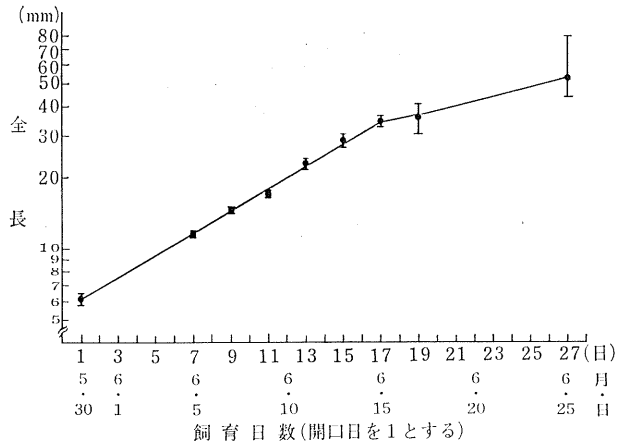
孵化直後のサワラ仔魚の全長は 56 年度 4.36 mm (屋島事業場)，57 年は 4.6 mm (両場) であり，開口

図 8　昭和 56・57 年度の種苗生産期間に観察されたサワラ仔稚魚の成長（屋島事業場）と天然仔稚魚の成長（昭和 56 年度）



天然サワラはパッチ網，こまし網に混獲されたものであり，購入シラスと混入したものも含めた。
開口日(1)：昭和 56 年 6 月 17 日（天然サワラの月日もこれに準ずる）
昭和 57 年 5 月 31 日

図 9　昭和 57 年度玉野事業場で種苗生産期間中に観察されたサワラの成長



直後の全長は前者で 5.8 mm，後者では 5.9～6.0 mm で，57 年度の方がともに大きかった。

シラスに餌付く全長 35 mm（開口 17 日目）までの成長過程は屋島事業場の場合には両年度ともほぼ同様であり，玉野事業場でもこれに類似した経過になっている。玉野事業場ではこの時点から体長差が顕著となっている。

屋島事業場で種苗の取揚げ後，一部を継続飼育した結果によると，開口 82 日目で全長約 300 mm に成長している。これを図 8 の天然サワラの稚魚の成長と比較するとほぼ同程度の成長を示している。

II-7.　飼育時の減耗とくに共食いによる減耗

生残数を計数する方法としては，マダイ等で用いられている夜間の柱状サンプリングが最も簡易である。

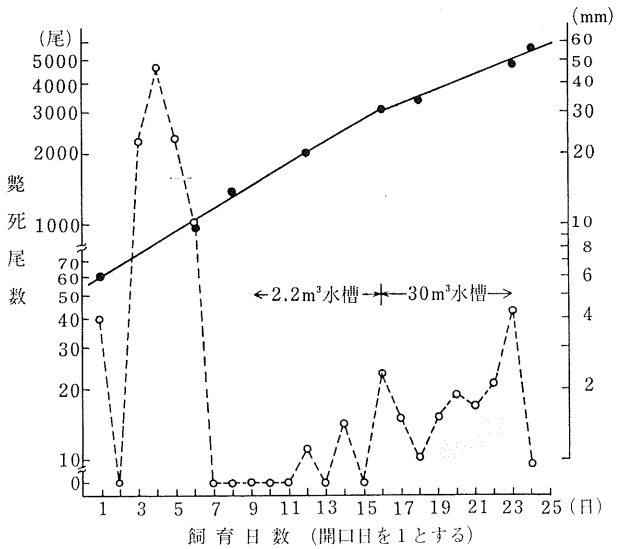
しかし，サワラの場合，運動が激しいことや，外部刺激に敏感でストレスを与えやすいことのために，この方法は玉野事業場で 14 mm 位（開口 9 日目頃）までのものを対象に短期間だけしか用いられていない。屋島事業場ではその代りとして，毎朝の底掃除の際に斃死個体数を数え，これを減耗数としている。

図 10 に屋島事業場における 57 年度の斃死個体数の日変化を示す。これによると開口 3 日目から 6 日目にかけて大量の斃死個体がみられる（56 年度においても同様な現象を認めている）。3 日目の朝方に共食い行動を頻繁に観察していることから，共食いが大きな減耗要因であったと思われる。

図 11 に玉野事業場で観察した開口後日数と開口長との関係を示す。図 10 に示すように，開口 7 日目に減耗は一旦おさまるが，全長 20 mm に達する頃から再度斃死個体がふえてくる。数量的には前回に比べて少ないが，その原因は共食いにしぼられる。

玉野事業場では屋島事業場と異なり，初期の共食い行動は余り見られず，全長 16 mm までは 62% と高い歩留りを得ている。しかし，共食い行動は 14 mm 頃から見られるようになり，開口 16 日目の全長 29 mm 頃から取揚げにいたる開口 27 日目，全長 57 mm までの約 10 日間で 14% にまで極端な減耗をみている。

図 10 サワラ種苗生産期間中における平均全長（実線）と斃死尾数（点線）の経日変化（屋島事業場，昭和 57 年度）



点線は斃死尾数，実線は全長を示す。
注　2.2 m³ FRP 円型水槽の斃死は全水槽の総計である。

図 11 開口日数と開口長の関係（玉野事業場）

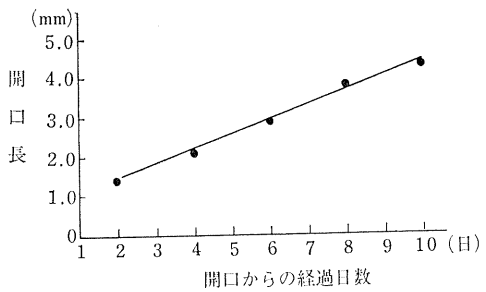


図 12 餌付直後（57 年 6 月 17 日～18 日）のサワラ稚魚についてみた生残個体と斃死個体の全長組成の比較（玉野事業場，57 年度）

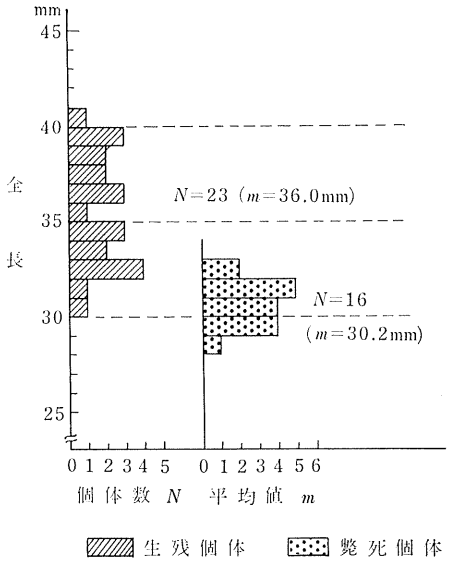
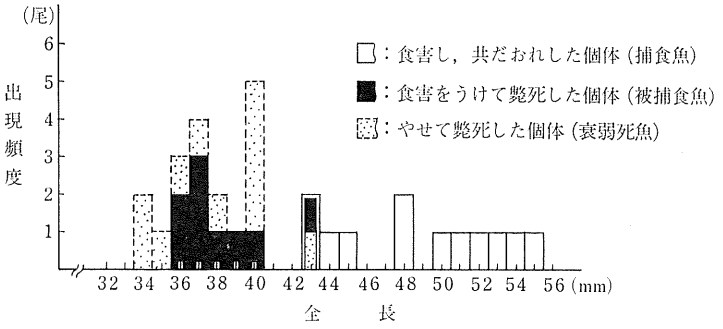


図 13 6 月 21 日（24 日令）の底掃除の際に回収した斃死個体の全長分布（屋島事業場，57 年度）



両事業場で経験した減耗の何れもが共食いを要因としている。しかし，それが発生する時期が両者間で異なっているのが注目される。後出の表 11 および図 3，図 4 からみると，屋島事業場で初期に発生した共食いの原因は収容密度が高かったこと，および孵化仔魚の投与を開口 3 日目まで行なわなかったために生じた餌不足にあると考えられる。

また，玉野事業場で 29 mm 以降発生した減耗は，30 mm 前後がシラスの餌付け時期に当り，前述したように使用したシラスが大型（3～4 cm）であったために，餌付きの良否による個体差を作り出し，弱小のものが共食いの犠牲になったと考えられよう。

玉野事業場におけるサワラの餌付き直後の全長組成と飢餓による斃死個体のそれを図 12 に示した。斃死個体は全体のなかでも小型群に属している。水槽内では中央部に群泳行動をするものと，群から離れて分散する個体に分れ，後者は上記の小型群に属し，摂餌も不活発でやせており，選別しない限りは，死に至るか，共食いの犠牲になるものと考えられる。

図 13 に屋島事業場で取揚げ前（6 月 21 日）の底掃除の際に回収した斃死個体を，衰弱したもの，共食

表 11 サワラ種苗生産における仔魚の収容と幼魚の取揚げ

事業場	年度(昭和)	生産回	飼育期間(月・日～月・日)(日)	水槽容積(m^3)	収容 尾数(尾)	収容 密度(尾/m^3)	取揚 尾数(尾)	取揚 密度(尾/m^3)	取揚 平均全長(mm)	取揚 (最小—最大)(mm～mm)	生残率(%)	備考
屋島	56	1	6・15～7・16 (32)	2→25*	2400	1200**	627	25.1***	85.4	(66～100)	26.1	取揚げ後は，30 m^3 および 20 m^3 水槽で継続飼育した。
		2	〃 (32)	25*	8700	348**	1354	54.2***	86.7	(66～102)	15.6	
	57	1	5・28～6・16 (19)	2*	5400	2700	547	273.5	34.4	(32～37)	9.9	30 m^3 水槽へ再収容(生産回5)
		2	〃 (〃)	〃	〃	〃	520	260.0	〃	〃	9.6	
		3	〃 (〃)	〃	〃	〃	201	100.5	〃	〃	3.7	
		4	〃 (〃)	〃	〃	〃	221	110.5	〃	〃	4.1	
		5	6・16～6・22 (6)	25*	1489	59.6	1176	47.0	56.7	(56～57)	79.0	古満目事業場へ輸送(1173 尾)
玉野	57	1	5・28～6・8 (11)	20****	16500	826	10210	510.5	16.3	(——)	61.9	200 m^3 水槽へ移槽
		2	6・8～6・25 (17)	180****	10210	56.7	2320	12.9	57.4	(44.1～80.5)	22.7	

孵化仔魚からの通算歩留り　屋島　昭和 56 年 23.7, 15.2%; 昭和 57 年 5.4%
玉野　昭和 57 年 14.1%

* 水槽容積 2 m^3: FRP 型 2.2 m^3 水槽 (ϕ 1.8×1 m), 25 m^3: コンクリート角型 30 m^3 水槽 (5×5×1.2 m)
** 2 m^3 容量での密度を示す。　*** 25 m^3 容量での密度を示す。
**** 水槽容積 20 m^3: Ft 水槽, 4×4×1.2 m　180 m^3: 9×11×2 m

いにおける捕食魚（共だおれの形で斃死）と被捕食魚（口にくわえられているものや共食いのあとが残るもの）とに分け，各々の全長組成を示した。捕食魚の全長は 43～55（平均 49.3）mm，被捕食魚のそれは 36～43（平均 38.5）mm，衰弱死個体のそれは 34～43（平均 38.5）mm の範囲にある。被捕食魚と衰弱死魚の同じ値であり，捕食魚に比べ約 10 mm も小さい。このことは，玉野事業場でも観察されたように，群から平均は離れたものが共食いの対象になることを示している。また，捕食魚も共だおれで斃死しているのが注目され，共食いの影響が弱小個体の減耗だけに止らないことを示唆している。

II-8. 種苗の生産実績

屋島・玉野の両事業場でのサワラ仔魚の収容状況と幼魚の取揚げ結果を表 11 に示した。

1) 収容密度　屋島では 56 年度が 348～1200 尾/m^3，57 年度が 2700 尾/m^3 であり，2.2 m^3 水槽だけで考えるならば，57 年度は前年の 2 倍余りの高密度飼育となった。

玉野では，20 m^3 Ft 飼育で 826 尾/m^3 であり，屋島より低密度の飼育を行なったことになる。

2) 取揚げ　全長 50～80 mm で，表 11 に示したように，屋島事業場では 56 年度が 627 尾および 1354 尾，計 1981 尾，57 年度 1176 尾であり，玉野事業場では 57 年度に 2320 尾を取揚げている。それぞれの孵化仔魚からの生残率は 26.1% および 15.6%，5.4%，14.1% であった。

屋島事業場では，57 年に 34 mm（6 月 16 日）で移槽したが，その後 56 mm までの生残率は 79% と比較的高率であった。

玉野事業場では，Ft 飼育で 16 mm まで 62% の高歩留りを得たが，その後，57 mm までの飼育では 22.7% と歩留りがおちた。前述したように，餌料不足が招いた共食いによる減耗が原因と考えられる。

全体を通じてみると，収容密度と歩留りの間にはかなり明瞭な相反関係がある。共食いの防止策とも関連させつつ，今後積極的に検討すべき重要課題である。

III. 種苗の取揚げと輸送

1) 種苗の取揚げ

種苗の取揚げ試験は，昭和 56 年に 1 回，57 年度には 2 回行なわれた。表 12 に示すように取揚げ尾数はそれぞれ 1981 尾（生残率 17.8%），1176 尾（5.4%），2320 尾（14.6%），合計 5477 尾（平均生残率 12.6%）である。また取揚げた種苗は，飼育日数 25～32 日の全長 44.1～102 mm の幼魚である。

取揚げ作業は夜間に水槽の水量を減らし，まき網を用いて集め，タモとバケツを使って行なった。その際

表 12 サワラ種苗の取揚げ状況

飼育番号*	収容水槽** (実容 (m^3))	飼育期日*** (日数)	収容尾数**** (尾)	取揚げ尾数 (尾)	生残率***** (%)	取揚げ時の全長 (mm) TL 平均 (最小～最大)	備考
1-屋	30 (25)	昭和 56 6・15～7・16 (32)	11100	1981	17.8	大型魚 (76～102) 小型魚 (66～82) n＝30	取揚げ後，他水槽で継続飼育
2-屋	30 (25)	昭和 57 5・29～6・22 (25)	21500	1176	5.4	56.7 (56～57) n＝3	〃，古満目事業場へ輸送
3-玉	200 (180)	昭和 57 5・29～6・25 (28)	16500	2320	14.6	57.4 (44.1～80.5)	〃，兵庫，愛媛，熊本へ輸送

* 飼育番号（No-玉野 or 屋島）
** 取揚げ時の収容水槽，（移槽以前の水槽を考慮しない）
*** 孵化仔魚収容から取揚げ時までを飼育期間とする
**** 収容時の孵化仔魚数
***** （取揚げ魚数 / 孵化仔魚数）×100（%）とする

表 13 サワラの輸送試験結果

輸送番号	月日 (昭和 57 年)	輸送方法	輸送場所	輸送時間 (時間)	輸送状況				水温 (°C)		輸送魚全長 (mm)	備考
					収容水槽 (m^3) × 面	収容尾数 (尾)	収容密度 (尾/m^3)	斃死魚 (尾)	出発時	到着時		
1-屋	6.22	自動車	屋島(香川) 〜 古満目(高知)	8	1.2×4 (止水)	193 294 293 393 (合計 1173)	161 245 244 327	1* (13) 〈1.2%〉	20.3	21.4 〜 21.5	56.7 (56〜57)	活力良好 弱った魚が2尾程 目的地で継続飼育 (海上小割) 取揚げ魚数から サンプル3尾を除く
2-玉	6.25	自動車	玉野(岡山) 〜 牛深(熊本)	15	1.0×2 (止水)	500	250	5* (5) 〈2.0%〉	——	23.0	——	活力良好 目的地で継続 飼育 (海上小割)
3-玉	6.28	船舶	玉野(岡山) 〜 都志(兵庫)	4.5	3.0×2 (流水)	1100	183	1 〈0.1%〉	21.5	21.6	70	活力良好 放流
4-玉	6.29	船舶	玉野(岡山) 〜 河原津(愛媛)	6.7	3.0×1 (流水)	520	173	3 〈0.6%〉	21.8	23.0	80	活力良好 放流

* 斃死魚の項で上段は輸送中の斃死魚数，中段の（ ）内は到着収容後（翌日）の斃死魚数，下段の〈 〉内は斃死魚の割合を示す。

壁面に衝突したり，スレ等による斃死やショック死は殆んど見られず，意外に容易に取揚げることができた。

このような試験結果からみると，全長 50 mm 前後のサワラの取揚げは，比較的安全に行なえると推察される。

2) 種苗の輸送

種苗の輸送試験は，昭和 57 年に 4 回行なわれ，各々 1173 尾（輸送中の斃死 1 尾），500 尾（同 5 尾），1,100 尾（同 1 尾），520 尾（同 3 尾），合計 3293 尾（斃死 10 尾）のサワラを輸送した。す。輸送には自動車または船舶を利用した。その結果は表 13 に取りまとめ示した。

（1） 自動車輸送については，屋島～古満目，玉野～牛深間の 2 試験が行なわれた。両例ともヒドロタンクを用いて止水中にサワラを収容し，酸素を吹込みながら輸送した。輸送中の斃死魚は 2 回分合せて 6 尾，到着して水槽に収容後の斃死魚は合せて 18 尾であり，歩留りは極めて高かった。また，屋島～古満目間の輸送試験では収容密度について 161, 245, 327 尾/m^3 の 3 段階を設けて，比較試験を行なったが，327 尾/m^3 区に 1 尾の死亡があっただけであった。

（2） 船舶輸送については，玉野～都志および玉野～河原津間の試験を行なった。両例とも，流水式 3 m^3 活魚槽に試験用種苗を収容した。輸送中の斃死魚は合計 4 尾で，止水の陸上輸送よりもさらに斃死魚は少なくなっている。これは，陸上輸送に較べて収容密度も低く，かつ流水式になっているためと考えられる。

なお，自動車輸送されたサワラは，古満目事業場の海上小割で継続飼育され，船舶輸送されたサワラはその場で放流された。

V. 試された問題点と今後の課題

これまで述べてきたように，サワラの採卵および種苗生産については，とくに後者については活餌から死餌までの一連の餌料系列，飼育管理法など今後の技術開発に必要な知見を得ることができたが，安定した量産体制を確立するためには，なお，多くの解決を要する問題がある。これらの課題のうち，とくに重要な事項を以下に列挙しておく。

1. 親魚の確保と採卵

（1） サワラの産卵生態についての知見の蓄積。

（2） 親魚養成技術の開発，とくに小型種苗からの親養成の可能性の追求。

2. 仔稚魚の飼育

（1） 共食い防止方法の検討（収容密度，餌料の改善，大小および強弱個体の選別）。

（2） シラス餌付けの早期化。

3. そ の 他

小型種苗の沖出しサイズと海面育苗（小割飼育）の可能性の検討。

文 献

1) 樋口正毅 (1972) マダイ種苗生産の過程で得られたサワラ稚魚について．栽培技研，**1**(2): 31-34.

2) 樋口正毅・大島泰雄 (1974) 瀬戸内海におけるサワラとその種苗放流に関する予察．栽培技研，**3** (1): 43-60.

3) 丹下勝義・竹田文称・岩井昌三 (1969) サワラの孵化飼育試験．昭和 43 年度兵庫水試報告: 119-120.

4) 水戸 敏 (1961) 日本近海に出現する浮游性魚卵—II．九大農学芸誌，**18**(4): 451-466