

瀬戸内海東部海域におけるサワラ0歳魚の成長

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: 竹森, 弘征, 坂本, 久, 植田, 豊, 山崎, 英樹, 岩本, 明雄
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014558

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



瀬戸内海東部海域におけるサワラ 0 歳魚の成長

竹森 弘 征^{*1}・坂 本 久^{*1}・植 田 豊^{*1}
山 崎 英 樹^{*2}・岩 本 明 雄^{*2}

Growth of Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* yearling in the Eastern Seto Inland Sea

Hiroyuki TAKEMORI, Hisashi SAKAMOTO, Yutaka UEDA,
Hideki YAMAZAKI, and Akio IWAMOTO

Mark-recapture experiments were conducted using marked seeds of Spanish mackerel for 4 years from 1999. For non-marked fish obtained with yearling samples, their growth formula was estimated and the difference in fork length according to month from 1999 to 2002 was examined. Based on these results, a clear difference was recognized except in September.

In addition, differences in growth between marked fish and non-marked fish were examined. Based on these results, clear difference were not recognized between 1999 and 2001. However, the growth of marked fish was better than that of non-marked fish in 2002.

2004 年 7 月 20 日受理

サワラ *Scomberomorus niphonius* は日本沿岸域に広く分布する回遊性魚類であるが、産卵場が分離していることから瀬戸内海産サワラは、独立した資源とされている¹⁾。この瀬戸内海産サワラは通常 5～6 月に産卵孵化したものがその年の 9 月以降には流し網や定置網等で一部漁獲され、市場に出回ようになる。したがって、9 月以降は標本も入手しやすいが、サワラの稚魚期から幼魚期までの間は標本の入手が非常に困難なため、幼魚を含めた成長に関しては、浜田ら²⁾の報告があるもののその知見は非常に乏しい。

香川県では瀬戸内海産サワラの資源回復のために、1998 年度から独立行政法人水産総合研究センター屋島栽培漁業センターでサワラの種苗生産・放流が開始された³⁾。1999 年度からはその放流効果把握のため、人工種苗に標識を装着した放流が実施されており^{4, 5)}、それに伴い放流魚の追跡調査を 1999 年以降継続して行っている。この追跡調査の過程で、1999 年から 2002 年の各年の放流直後から放流年内にかけて入手した当歳(0 歳)魚標本について、その成長を調査したのでその結果を報告する。

材料と方法

標本は種苗が放流された後に、県内外の定置網や流し網、延縄、釣り等により漁獲された当歳魚の中から入手した。1999 年から 2002 年の各年の放流直後から放流年内における当歳魚の入手状況を表 1-1～表 1-4 に示した。標本は生鮮または冷凍の状態で購入し、全長、尾叉長、体重を測定するとともに、外部標識(焼印標識)および内部標識(耳石標識)の有無を調査し、標識が確認できた個体を人工種苗(以下「放流魚」という)、確認できなかった個体を天然種苗(以下「天然魚」という)とした。

そして 4 カ年の各年における天然魚の体重と尾叉長の関係、および天然魚の 7～12 月までの成長を求めた。この成長については、7～12 月の各月における天然魚の平均尾叉長で表した。ただし 1999～2001 年の 7 月の標本については、7 月 20 日以前に入手したものがほとんどないため、2002 年 7 月の標本も 7 月 20 日以降に入手したもののみとした。

^{*1} 香川県水産試験場 〒761-0111 香川県高松市屋島東町 75-5 (Kagawa Prefectural Fisheries Experimental Station, 75-5 Yashimahigashi, Takamatsu, Kagawa, 761-0111 Japan).

^{*2} 独立行政法人水産総合研究センター屋島栽培漁業センター 〒761-0111 香川県高松市屋島東町 234

表 1-1. 0 歳標本魚の月別，海域別入手状況（1999 年）

（単位：尾）

月	海 域					計
	燧 灘	備讃瀬戸	播磨灘	大阪湾	紀伊水道	
1999. 7 月	—	31 (2)	11 (2)	—	—	42 (4)
8 月	—	18 (0)	35 (2)	—	—	53 (2)
9 月	—	5 (1)	—	—	—	5 (1)
10 月	—	—	72 (2)	—	—	72 (2)
11 月	—	—	1 (0)	—	14 (0)	15 (0)
12 月	—	—	—	—	15 (1)	15 (1)
計	0 (0)	54 (3)	119 (6)	0 (0)	29 (1)	202 (10)

標本魚尾数 （うち標識魚尾数）

表 1-2. 0 歳標本魚の月別，海域別入手状況（2000 年）

（単位：尾）

月	海 域					計
	燧 灘	備讃瀬戸	播磨灘	大阪湾	紀伊水道	
2000. 7 月	28 (0)	5 (3)	39 (35)	—	—	72 (38)
8 月	153 (0)	20 (1)	191 (38)	—	—	364 (39)
9 月	8 (0)	1 (0)	103 (9)	41 (11)	—	153 (20)
10 月	—	—	26 (1)	27 (5)	12 (1)	65 (7)
11 月	10 (0)	—	13 (0)	—	22 (0)	45 (0)
12 月	—	—	—	—	42 (8)	42 (8)
計	199 (0)	26 (4)	372 (83)	68 (16)	76 (9)	741 (112)

標本魚尾数 （うち標識魚尾数）

表 1-3. 0 歳標本魚の月別，海域別入手状況（2001 年）

（単位：尾）

月	海 域					計
	燧 灘	備讃瀬戸	播磨灘	大阪湾	紀伊水道	
2001. 7 月	111 (0)	23 (2)	25 (4)	—	—	159 (6)
8 月	102 (0)	18 (0)	218 (4)	—	—	338 (5)
9 月	—	—	223 (4)	—	—	223 (4)
10 月	—	—	158 (0)	—	20 (1)	178 (1)
11 月	—	—	38 (0)	52 (2)	152 (4)	215 (6)
12 月	—	—	3 (0)	2 (0)	64 (2)	69 (2)
計	213 (0)	41 (2)	665 (13)	54 (2)	209 (7)	1,182 (24)

標本魚尾数 （うち標識魚尾数）

表 1-4. 0 歳標本魚の月別，海域別入手状況（2002 年）

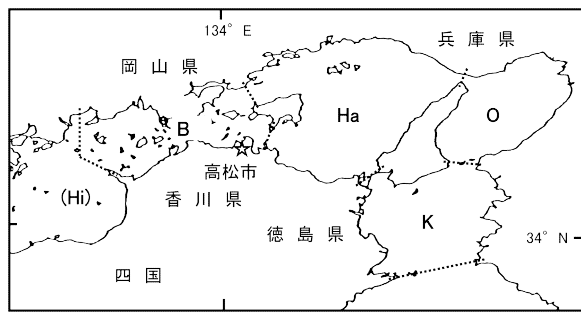
（単位：尾）

月	海 域					計
	燧 灘	備讃瀬戸	播磨灘	大阪湾	紀伊水道	
2002. 6 月	—	23 (1)	147 (147)	—	—	170 (148)
7 月	3 (0)	1,136 (14)	262 (40)	—	—	1,401 (54)
8 月	244 (9)	167 (5)	250 (18)	—	—	661 (32)
9 月	—	—	210 (9)	—	60 (1)	270 (10)
10 月	—	—	395 (16)	76 (2)	82 (3)	553 (21)
11 月	—	—	21 (0)	94 (5)	123 (8)	238 (13)
12 月	—	—	—	23 (0)	54 (1)	77 (1)
計	247 (9)	1,326 (20)	1,285 (230)	193 (7)	319 (13)	3,370 (279)

標本魚尾数 （うち標識魚尾数）

次にパソコンソフトウェア Excel アドインソフト Statcel[®] を用いて分散分析を行い，天然魚の 4 カ年の各年級群において，8 月から 12 月の各月の平均尾叉長につ

いて年級群間に有意差が認められるか検定した。年級群間に有意差が認められた場合には，さらに多重比較検定を行い，どの年級群間に有意差があるか検定した。



K:紀伊水道 O:大阪湾 Ha:播磨灘
B:備讃瀬戸 (Hi:燧灘) ☆ 香川県水産試験場

図 1. 瀬戸内海東部海域図

また同じパソコンソフトウェアを用いてマン・ホイットニーの U 検定により、各年級群の 8～12 月の各月における放流魚と天然魚の尾叉長について、有意差が認められるか検定した。ここでは、月によっては放流魚の標本数が少ないため U 検定を用いた。そして以上の結果から、天然魚の成長が年により有意差が生じた場合、また放流魚と天然魚の成長に有意差が生じた場合、それぞれの原因について検討した。ここで、天然魚の産卵時期に影響を及ぼすと思われる海水温の動向を知るため、香川県水産試験場地先の屋島湾に設置されている水温自動観測ブイによる 1999～2002 年の 5 月の屋島湾の表層水温（30 分ごとに測定、1 日の平均水温）を測定した。

なお、尾叉長と体重の関係や成長の比較は雌雄込みで行うとともに、瀬戸内海東部系群サワラの当歳魚での推定という意味で燧灘の標本は除いた（図 1）。

結 果

1999～2002 年の各年の天然魚の月別尾叉長および月別体重を表 2-1～表 2-2 に、天然魚の体重と尾叉長の間を関図 2-1～図 2-4 に示した。

1999 年発生群 標本魚 202 尾のうち放流魚 10 尾を除く天然魚 192 尾の体重 (W : g) と尾叉長 (FL : mm) について回帰式を求めると、次式のようにになった。

$$W = 1.11 \times 10^{-5} \cdot FL^{2.965} \quad (R = 0.99)$$

2000 年発生群 標本魚 741 尾のうち燧灘の標本魚 199 尾および放流魚 112 尾を除く天然魚 430 尾の体重 (W : g) と尾叉長 (FL : mm) について回帰式を求めると、次式のようにになった。

$$W = 1.13 \times 10^{-5} \cdot FL^{2.957} \quad (R = 0.99)$$

2001 年発生群 標本魚 1,182 尾のうち燧灘の標本魚 213 尾および放流魚 24 尾を除く天然魚 945 尾の体重 (W : g) と尾叉長 (FL : mm) について回帰式を求めると、次式のようにになった。

$$W = 3.10 \times 10^{-5} \cdot FL^{2.782} \quad (R = 0.99)$$

2002 年発生群 標本魚 3,370 尾のうち燧灘の標本魚 247 尾（放流魚 9 尾含む）および放流魚 270 尾を除く天然魚 2,853 尾の体重 (W : g) と尾叉長 (FL : mm) について回帰式を求めると、次式のようにになった。

$$W = 7.55 \times 10^{-6} \cdot FL^{3.013} \quad (R = 0.99)$$

また各年における天然魚の月別平均尾叉長を図 3 に示した。図 3 より 2002 年級群が 1999 年級群や 2000 年級群に比べ相対的に小型であることが認められる。

次に 8 月以降の天然魚の月別平均尾叉長について、各年級群間の差の検定結果を表 3 に示した。検定結果から 9 月では各年級群間に有意差が認められなかったが、それ以外の月ではほとんどの場合、各年級群間に有意差が認められた。

さらに各年級の標本（燧灘の標本を除く放流魚と天然魚）の成長を図 4-1～図 4-4 に示すとともに、8～12 月の各月における放流魚と天然魚の尾叉長についての検定結果を表 4 に示した。表 4 から 1999～2001 年は 2000 年 8 月を除いて放流魚と天然魚の月別尾叉長に有意差は認められなかったが、2002 年は 8～11 月において、両者の月別尾叉長に有意差が認められた。

表 2-1. 0 歳天然魚の月別尾叉長

(単位: mm)

年	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1999	224±21	291±41	410±36	500±29	520±54	542±50
2000	234±22	295±30	415±40	508±33	541±27	556±21
2001	210±28	315±56	421±33	481±21	510±21	518±20
2002	197±21	247±40	414±29	472±25	491±23	494±24

7 月は 20 日～31 日の標本

平均尾叉長±標準偏差

表 2-2. 0 歳天然魚の月別尾叉長

(単位: g)

年	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1999	104±29	244±100	629±199	1,147±201	1,191±326	1,394±352
2000	127±36	225±62	685±206	1,111±175	1,308±187	1,442±136
2001	87±31	307±136	632±131	909±119	1,043±129	1,119±118
2002	68±24	142±72	586±121	853±151	983±129	951±145

7 月は 20 日～31 日の標本

平均体重±標準偏差

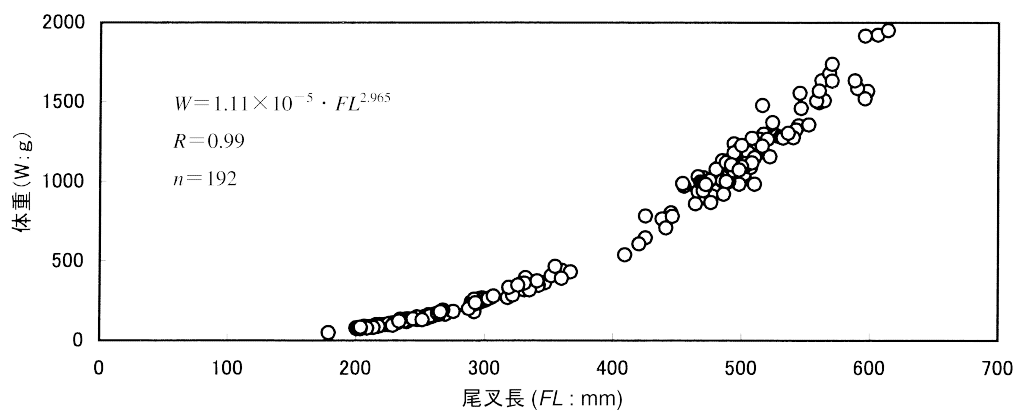


図 2-1. 0 歳天然魚の体重と尾叉長の関係（1999 年）

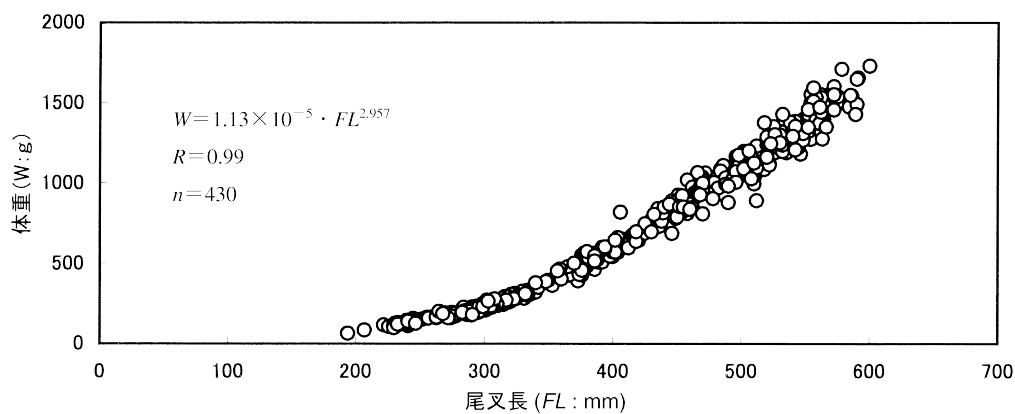


図 2-2. 0 歳天然魚の体重と尾叉長の関係（2000 年）

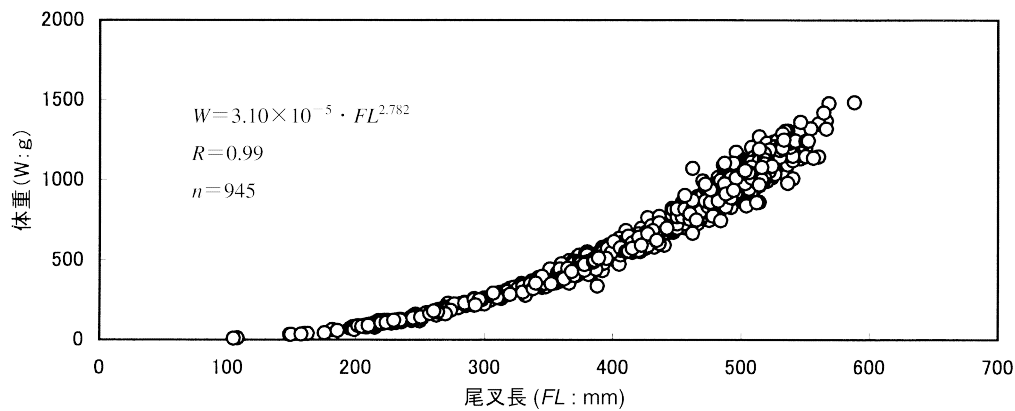


図 2-3. 0 歳天然魚の体重と尾叉長の関係（2001 年）

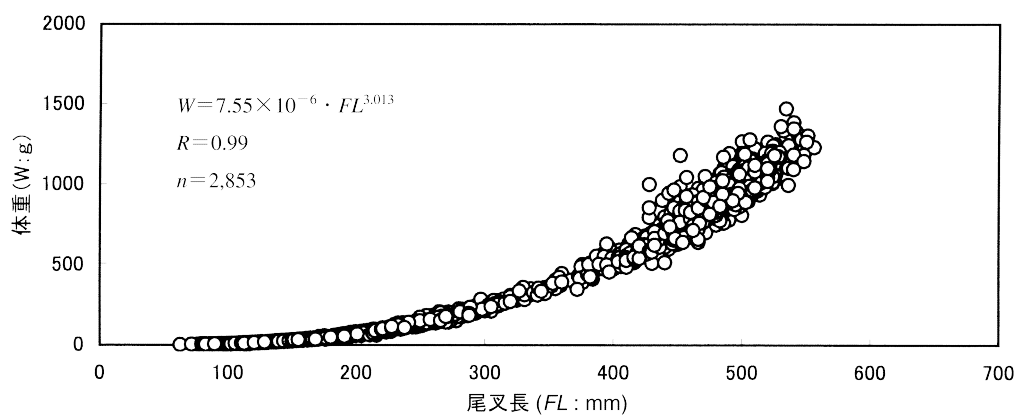


図 2-4. 0 歳天然魚の体重と尾叉長の関係（2002 年）

一方、1999～2002年の5月の屋島湾の表層水温の変化を図5に示した。図5から同じ日の水温でも水温の高い年と低い年では0.5～1.2℃程度異なっていた。

考 察

サワラの成長については、孵化後2カ月で尾叉長が62 mm～78 mm、6カ月で33.2 cm～45.8 cm となるという報告がある²⁾ことや、香川県の小割生簀でのサワラ種苗中間育成結果でも平成13年6月13日～6月28日の16日間の飼育で平均全長が34 mmから99 mm（日間成長4.0 mm）まで成長していた⁷⁾ことからサワラの稚魚期から幼魚期における成長は非常に速いといえる。一方、瀬戸

内海東部系群サワラの産卵時期については5月10日前後⁸⁾や4～6月⁹⁾、また5月中旬～6月中旬^{10, 11)}という報告があり、特に産卵盛期は5月¹²⁾で5月上旬～5月中旬²⁾ともいわれている。このように瀬戸内海東部系群サ

表3. 0歳天然魚の月別平均尾叉長の差の検定結果
(多重比較検定結果)

(危険率5%)

年 級 群	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1999 年級群-2000 年級群間	×	×	○	○	×
1999 年級群-2001 年級群間	○	×	○	×	○
1999 年級群-2002 年級群間	○	×	○	○	○
2000 年級群-2001 年級群間	○	×	○	○	○
2000 年級群-2002 年級群間	○	×	○	○	○
2001 年級群-2002 年級群間	○	×	○	○	○

○有意差あり ×有意差なし

表4. 0歳放流魚と天然魚の月別尾叉長の検定結果
(マン・ホイットニー U 検定結果)

(危険率5%)

	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1999 年級群	×	—	×	—	—
2000 年級群	○	×	×	—	×
2001 年級群	×	×	—	×	×
2002 年級群	○	○	○	○	—

○有意差あり ×有意差なし

—標識魚の尾数が1尾以下なので検定できず

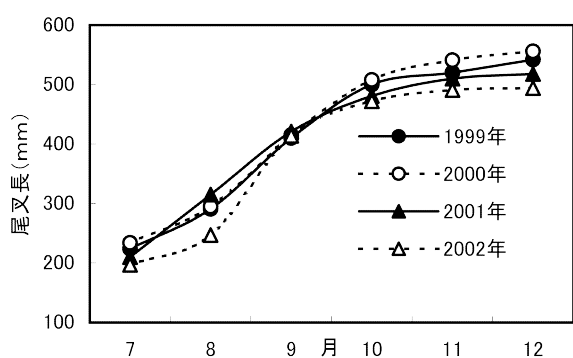


図3. 0歳天然魚の成長

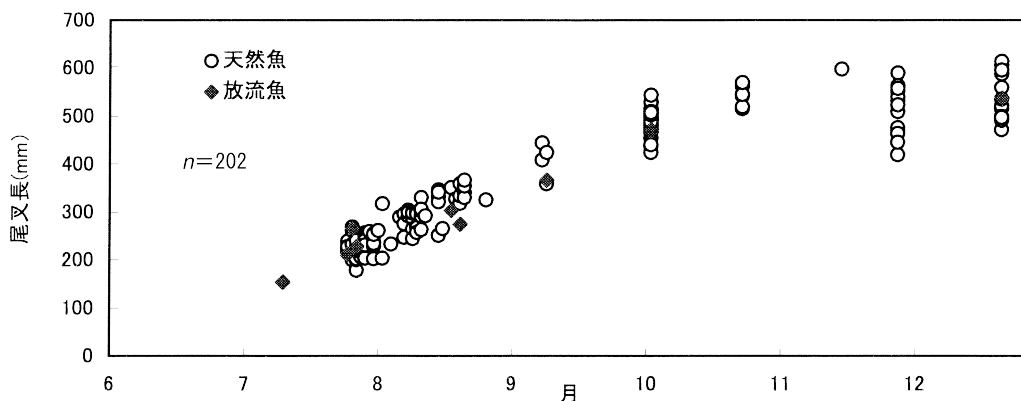


図4-1. 0歳標本魚の尾叉長（1999年）

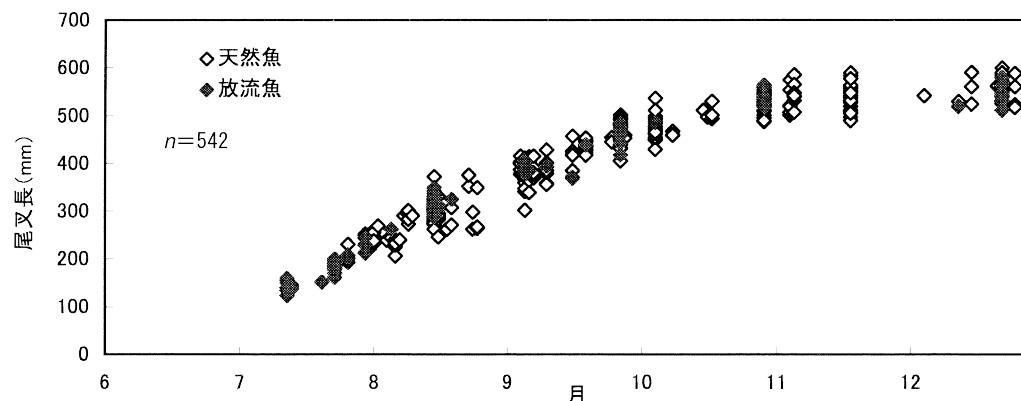


図4-2. 0歳標本魚の尾叉長（2000年）

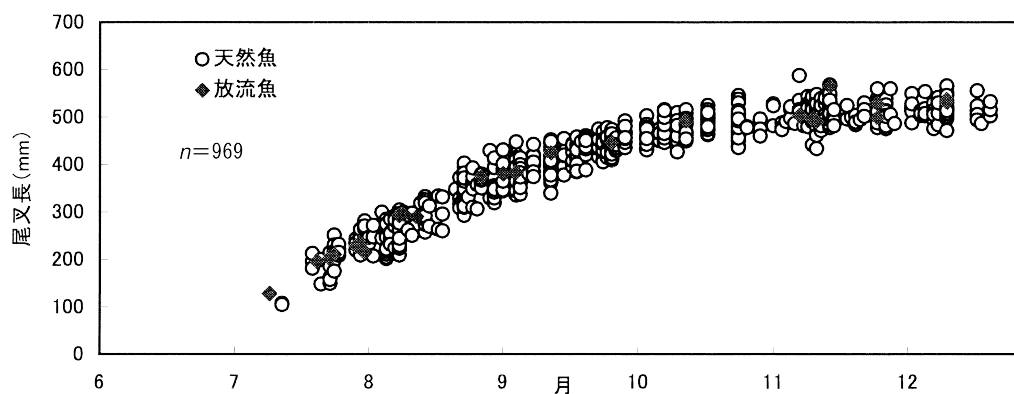


図 4-3. 0 歳標本魚の尾叉長 (2001 年)

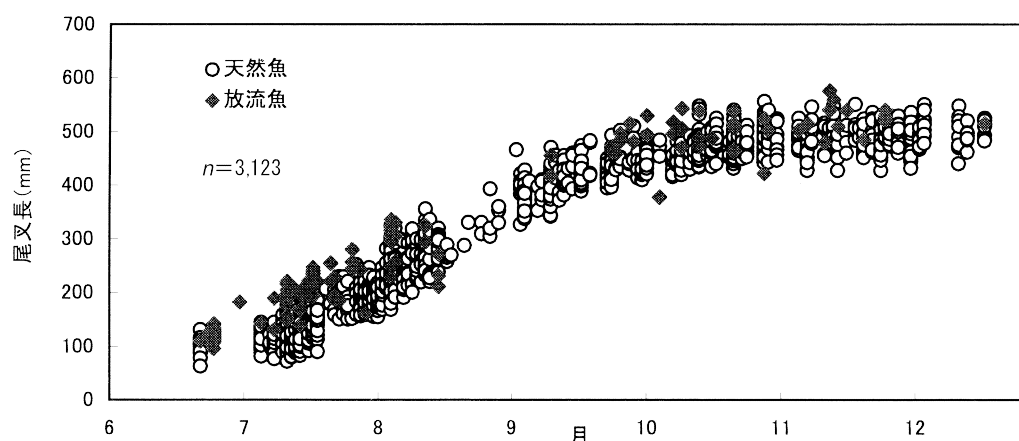


図 4-4. 0 歳標本魚の尾叉長 (2002 年)

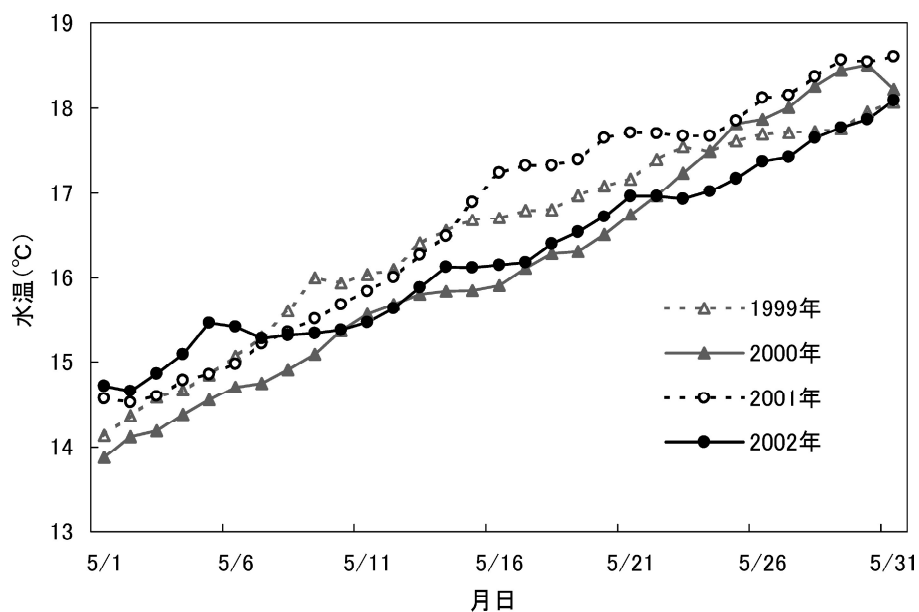


図 5. 屋島湾の表層水温の推移

ワラについて、産卵盛期は比較的短期間ではあるが、孵化後の成長が非常に速いことが特徴である。本県の間育成結果⁷⁾を用いれば、例えば A 日齢の尾叉長を B mm とすれば、その 1 週間早く生まれたものは $(A+7)$ 日齢となり尾叉長は $(B+28)$ mm となり、産卵日が 1 週間異

なれば尾叉長で 28 mm 違ってくる。岸田¹³⁾ は瀬戸内海中部海域において表層水温が $16.0 \sim 22.7^{\circ}\text{C}$ の範囲でサワラ卵の分布がみられたと報告している。よって産卵最適水温を 16.5°C と仮定した場合、図 5 より当該水温に達した日が年により 5～7 日程度違っている。したがっ

て、1999～2002 年において、天然魚の各年級群の月別平均尾叉長に有意差を生じた原因としては、産卵盛期の違いがそのまま成長の差に現れたものと考えられる。しかし孵化後の餌料環境の相違も当然考えられることから、今後餌となるカタクチイワシシラス等の資源変動も検討すべきであろう。

次に、8～12月の各月における放流魚と天然魚の成長について、1999～2001年は両者の尾叉長に有意差がほとんど認められず、2002年は8～11月において有意差が認められ、放流魚の方が天然魚よりも成長がよかった(図5-4)。この要因としては、上述したように産卵最適水温を16.5℃と仮定(以下当該水温に達した日を「産卵盛期」という)した場合、2002年には産卵盛期が5月19日であるが、放流種苗生産における人工授精日は5月8、9日と10日程度早かったことがその後の成長に有意差を生じたものと思われる。一方1999年および2001年は産卵盛期がともに5月15日であるのに対し人工授精日が1999年は5月16日、2001年は5月15日とほとんど同日であったため、天然魚と放流魚の成長に有意差が生じなかったと思われる。また、2000年についても産卵盛期が5月20日であるのに対し、人工授精日が5月16、18、19、22、24日と、産卵盛期とそれほど変わらないため、成長の有意差が生じなかったと思われる。しかし、これらは推測の部分が大きく今後は標本魚の耳石から日周輪によって日齢を推定し、放流魚と天然魚の発生日を特定した上で両者の成長の違いを比較する必要があるだろう。

なお、天然魚の2002年級群が1999年級群や2000年級群に対し相対的に小型であることについては当歳魚の発生量(資源量)との相関が示唆される^{14, 15)}。

謝 辞

本研究を行うにあたり、サワラ当歳魚の標本入手にご協力いただいた瀬戸内海関係府県の水産試験場担当職員の皆様に感謝致します。また結果の取りまとめにあたり有益なご助言をいただいた旧(社)日本栽培漁業協会須田明アドバイザーに謝意を表します。

文 献

- 1) 永井達樹・武田保幸・中村行延・篠原基之・上田幸男・安部亨利・安部恒之(1996)瀬戸内海東部産サワラの資源動向. 南西海区水産研究所研究報告, (29), 19-26.
- 2) 浜田尚雄・岩井昌三(1967)播磨灘におけるサワラの資源生物学的研究—I. 日水誌, 33, 11, 1013-1019.
- 3) 山崎英樹・藤本 宏(2003)量産飼育におけるビタミンB1強化によるサワラ稚魚の大量死亡の防止. 栽培技研, 31, 19-24.
- 4) 藤本 宏・坂本 久・植田 豊・竹森弘征(2001)再捕されたサワラの焼印標識魚. 栽培技研, 29, 51-53.
- 5) 坂本 久・植田 豊・竹森弘征(2000)サワラ標識放流試験について(短報). 瀬戸内海魚類研究報告会報告, (1), 33-35.
- 6) 柳井久江(1998)4Steps エクセル統計. (有)オーエムエス出版, 埼玉県, 279 pp.
- 7) 安部亨利・三木勝洋・三谷治雄(2001)小割生簀を用いたサワラの間育成. 平成13年度香川県水産業改良普及活動業績集, (23), 1-3.
- 8) 林 満作(1919)鯪漁業調査第1報. 香川県水産試験場, 1-27.
- 9) 岡崎孝博・渡辺健一(1996)瀬戸内海東部域におけるサワラの成熟および産卵. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告書, (67), 206-221.
- 10) 落合 明・田中 克(1998)魚類学(下). 恒星社厚生閣, 東京, pp. 825-828.
- 11) 香川県水産試験場(1972)魚種別調査結果9サワラについて. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告書, (3), 233-237.
- 12) 篠原基之(1993)瀬戸内海東部域における回遊性魚類の資源生態調査—サワラの資源生態調査—. 6 熟度指数の季節変化と年変化, 成熟率及びよう卵数. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告書, (61), 124-141.
- 13) 岸田 達(1988)瀬戸内海中部海域におけるサワラ卵・仔魚の鉛直・水平分布. 日水誌, 54, 1-8.
- 14) 横川浩治(1996)瀬戸内海東部域におけるサワラの成長および肥満度. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告書, 67, 179-198.
- 15) 竹森弘征・山田達夫(2003)瀬戸内海東部域におけるサワラの資源水準と成長の関係. 香水試研報, (4), 1-9.