

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

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産総合研究センター 公開日: 2025-04-24 キーワード: 作成者: 山崎, 英樹, 藤本, 宏 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014551

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



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

山崎 英樹*¹・藤本 宏*¹

Reduction of Mass Mortality of Juvenile Spanish Mackerel *Scomberomorus niphonius* by Supplementation of Vitamin B₁ in Mass Seed Production

Hideki YAMAZAKI, and Hiroshi FUJIMOTO

In studies on mass seed production of Spanish mackerel conducted from 1999 to 2002, various feeds were tested to prevent mass mortality. The feeding of anchovy whitebait resulted in mass mortality showing symptoms of vitamin B₁ deficiency, demonstrating that the supplementation of vitamin B₁ is essential in the mass seed production of Spanish mackerel. Of the various diet feeding sequences that were tested, the sequence of hatched larva, reared larva and pacific sandlance whitebait enabled the production of 184,000 seeds having an average total length of 37.9 mm in 2002, indicating that the mass seed production of Spanish mackerel is feasible.

2003年8月12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り、瀬戸内海を代表する重要な漁業資源でもある¹⁾。(社)日本栽培漁業協会屋島事業場では、1981年より本種の種苗生産技術開発の取り組みを開始し、1984年には平均全長 30 mm の種苗を 4.5 万尾生産した。しかし、本種は消化系の発達がきわめて早く摂餌開始から魚食性を示すことから²⁾、さらなる量産を行うには初期餌料であるふ化仔魚の大量確保が必要なこと、全長 30~40 mm 以降に起こる大量減耗の要因を解明できなかったこと、当時は本種の漁獲量に大きな減少傾向が見られず種苗放流の必要性がなかったことなどの理由から 1989 年以降は技術開発を休止した³⁾。しかし、瀬戸内海のサワラ漁獲量は 1986 年の 6,255 トンをピークに減少し始め、1998 年にはわずか 196 トンとなった⁴⁾。その結果、香川県並びに漁業関係団体より本種の種苗放流の要望が高まり、日本栽培漁業協会では 1998 年よりサワラ種苗生産並びに放流技術開発を再開した。その後、2001 年にはサワラ瀬戸内海系群資源回復計画が始まり、広域的な資源管理が瀬戸内海全体で行われているところである。

1999~2001 年の瀬戸内海東部海域におけるサワラ 0

歳魚の資源尾数は 16.5~35.0 万尾と推定されており(竹森, 未発表), サワラ資源にインパクトを与える種苗放流を行うには 20 万尾規模の種苗を放流する必要があった²⁾。そのためには、過去に経験した全長 30~40 mm 以降に起こる大量減耗を解決し、種苗を量産する必要があった。この減耗は本種の初期餌料であるクロダイ等の仔魚やそれらの育成仔魚から冷凍のカタクチイワシのシラス幼生(以下、カタクチイワシシラス)へと餌料を切り替えた後に発生することから、その原因としてブリ養殖で見られる冷凍カタクチイワシの給餌によるビタミン B₁ (以下、VB₁) 欠乏症が疑われていた³⁾。筆者らが種苗生産を再開した 1998 年にも過去の事例と同様に、サワラ稚魚が冷凍カタクチイワシシラスを給餌した数日後に摂餌不良、遊泳異常などの症状を示して大量死亡を起こしたため、その年の総生産尾数はわずかに 1.9 万尾にとどまった⁵⁾。このため、VB₁ 破壊酵素を持たない餌料の探索を行い、1999 年からは兵庫県淡路島周辺海域で毎年 2 月に漁獲されるイカナゴのシラス幼生(以下、イカナゴシラス)の利用を図った。このような餌料系列の見直しを量産化試験の中で行い、イカナゴシラスまたはカタクチイワシシラスを給餌したサワラの成長と生残の比

*¹ 日本栽培漁業協会屋島事業場 〒761-0111 香川県高松市屋島東町 234 (Yashima Station of Japan Sea-Farming Association, Takamatsu, Kagawa 761-0111, Japan).

*² 小畑泰弘・北田修一・岩本明雄 (2003) 瀬戸内海東部におけるサワラの資源回復の可能性: 種苗放流 vs. 漁獲規制. 平成 15 年度日本水産学会大会講演要旨集, pp. 115.

較, イカナゴシラス, カタクチイワシシラスおよび生産したサワラ稚魚の VB₁ 含量の比較, そして VB₁ 欠乏症による死亡の防除対策を試みた。その結果, 2002 年には平均全長 32.7 mm の種苗を 18.4 万尾生産し, 量産化に向けて知見が集積された。

本報では, サワラの種苗生産における VB₁ 給餌の必要性と, 仔魚とイカナゴシラスを用いた餌料系列による種苗量産技術について報告する。

材料および方法

1999 年 人工飼育したサワラ稚魚を用いてカタクチイワシシラス単独給餌と仔魚およびイカナゴシラスの併用給餌による餌料比較試験を実施した。供試魚は 1999 年 5 月 17 日にふ化し, 屋外の 200 kl 水槽 (実水量 150 kl) において種苗生産した日齢 19 (平均全長 25.3 mm) の稚魚を用いた。これら稚魚には, マダイ, クロダイ, ヒラメのふ化仔魚およびそれらを育成した全長 3~6 mm の仔魚を主餌料とし, 日齢 13 よりイカナゴシラスとカタクチイワシシラスを併用給餌し, 冷凍餌料に餌付けた。

冷凍餌料の餌付けが完了したと思われる 6 月 5 日に本水槽よりフィッシュポンプと魚数計 (稚魚の計数器) を用いて 21,400 尾を 50 kl 水槽 (実水量 50 kl) に分槽し, カタクチイワシシラスのみを給餌する試験区とした (カタクチイワシ給餌区)。一方, カタクチイワシ給餌区へ間引いた後の屋外の 200 kl 水槽に残された 55,000 尾をイカナゴ給餌区とし, イカナゴシラスを給餌した。イカナゴ給餌区では日齢 21 までふ化仔魚を併用給餌した。両区とも試験期間中は, 水温を 20°C に調温し, 一日あたり 350% 量の換水を行い, 水槽規模以外は給餌回数などの飼育条件を同じにした。カタクチイワシシラスおよびイカナゴシラスは -25°C で冷凍保存したものを海水で解凍後, 毎日 5 時から 19 時まで連続給餌した。なお, 本報の一連の飼育実験では, カタクチイワシおよびイカナゴシラスは入手したロットごとに A~H に区分した。それぞれの詳細は表 2, 4 を参照されたい。試験期間は分槽時の日齢 19 から日齢 26 までの 7 日間とした。死亡したサワラ稚魚は毎日 19 時の給餌終了後にサイフォンホースを用いて回収し全数を計数した。試験終了時には, 水槽水位を 80 cm に減水し, 次に巻き網でサワラ稚魚を囲み, 個体密度を高めた後, 稚魚を直径 50 mm ホースとフィッシュポンプで吸い取り, 魚数計を用いて全数計数した。

給餌したカタクチイワシシラス, イカナゴシラス (イカナゴシラス A, B) およびそれらを摂餌したサワラ稚魚の VB₁ 含量を分析した。両区のサワラ稚魚の分析には, 試験開始後 3 日目より 6 日目まで毎日 50 尾ずつサンプリングし, 全長測定後に -80°C で冷凍保存したものをを用いた。なお, これらのサンプルは (財) 日本冷凍食品検査協会に依頼して, 高速液体クロマトグラフを用いた

ODS 系カラムとメタノール-0.01 mol/l リン酸二水素ナトリウム-0.15 mol/l 過塩素酸ナトリウム混液による分離とポストカラムでのフェリシアン化カリウムとの反応による蛍光検出法により VB₁ 含量を分析した。

2001 年 2001 年 5 月 18~20 日に計 62.8 万尾のふ化仔魚を収容し 3 例の飼育試験をした。飼育試験には, 屋外の 200 kl 水槽 2 面および 50 kl 水槽 1 面を使用し, 25~26 日間飼育した。餌料は, マダイ, クロダイ, ヒラメのふ化仔魚とヒラメの育成仔魚 (平均全長 6 mm) を用いた。ただし, 50 kl 水槽には育成仔魚の給餌を行わなかった。日齢 13 からは -25°C で凍結したイカナゴシラスを解凍して給餌した。マダイなどの仔魚の給餌は, 50 kl 水槽では日齢 16 に, その他の水槽では日齢 19 に中止し, それ以降はイカナゴシラス C を中心に, 取り揚げまでイカナゴシラスの単独給餌とした。試験終了時には, 1999 年同様に水槽水位を 80 cm に減水し, 巻き網でサワラ稚魚を囲んだ後, 稚魚を直径 50 mm ホースとフィッシュポンプで吸い取り, 魚数計を用いて全数計数した。餌料に用いたイカナゴシラス (イカナゴシラス C, D, E) および取り揚げ時のサワラ稚魚の生残魚とハンドリングの影響による死亡魚の VB₁ 含量を分析した。

2002 年 2002 年 5 月 12~13 日に計 44.4 万尾のふ化仔魚を収容し 2 例の飼育試験を開始した。飼育には, 屋外の 200 kl 水槽 2 面を使用し, 24~25 日間飼育した。餌料には, 前年と同様にマダイ, クロダイ, ヒラメの仔魚を用い, 取り揚げ前日の日齢 23~24 まで給餌した。また, 平均全長 6 mm のマダイ, ヒラメ育成仔魚の給餌を日齢 18~19 および日齢 22~23 に併せて行った。また, 日齢 15 からは -25°C で凍結したイカナゴシラスを解凍して給餌した。イカナゴシラスの摂餌が活発になった後は, 大型のイカナゴシラスに順次切り替えるとともに, 日齢 18 から総合ビタミン剤 (アクアベース: 日清製粉(株)) をイカナゴシラスに 1~3% 展着して給餌した。試験終了時には, 前年同様にフィッシュポンプと魚数計により全数計数した。餌料に用いたイカナゴシラス (イカナゴシラス F, G, H) と取り揚げ時のサワラ稚魚の VB₁ 含量を分析した。

結 果

サワラ稚魚は全長 50 mm 頃までは冷凍シラスに群がって捕食するような積極的な摂餌は見られないことから, 冷凍シラスの給餌はほぼ一日中連続して行った。各年の餌料系列および冷凍シラスの給餌量を図 1 に示した。

1999 年 カタクチイワシ給餌区では, 移送直後には活発に摂餌を行っていたが, 試験開始後 3 日目よりサワラ稚魚の遊泳が不良となり摂餌しない個体が増加した。一方, イカナゴ給餌区ではそのような症状は観察されず, 試験終了までイカナゴシラスを摂餌した。試験結果の概

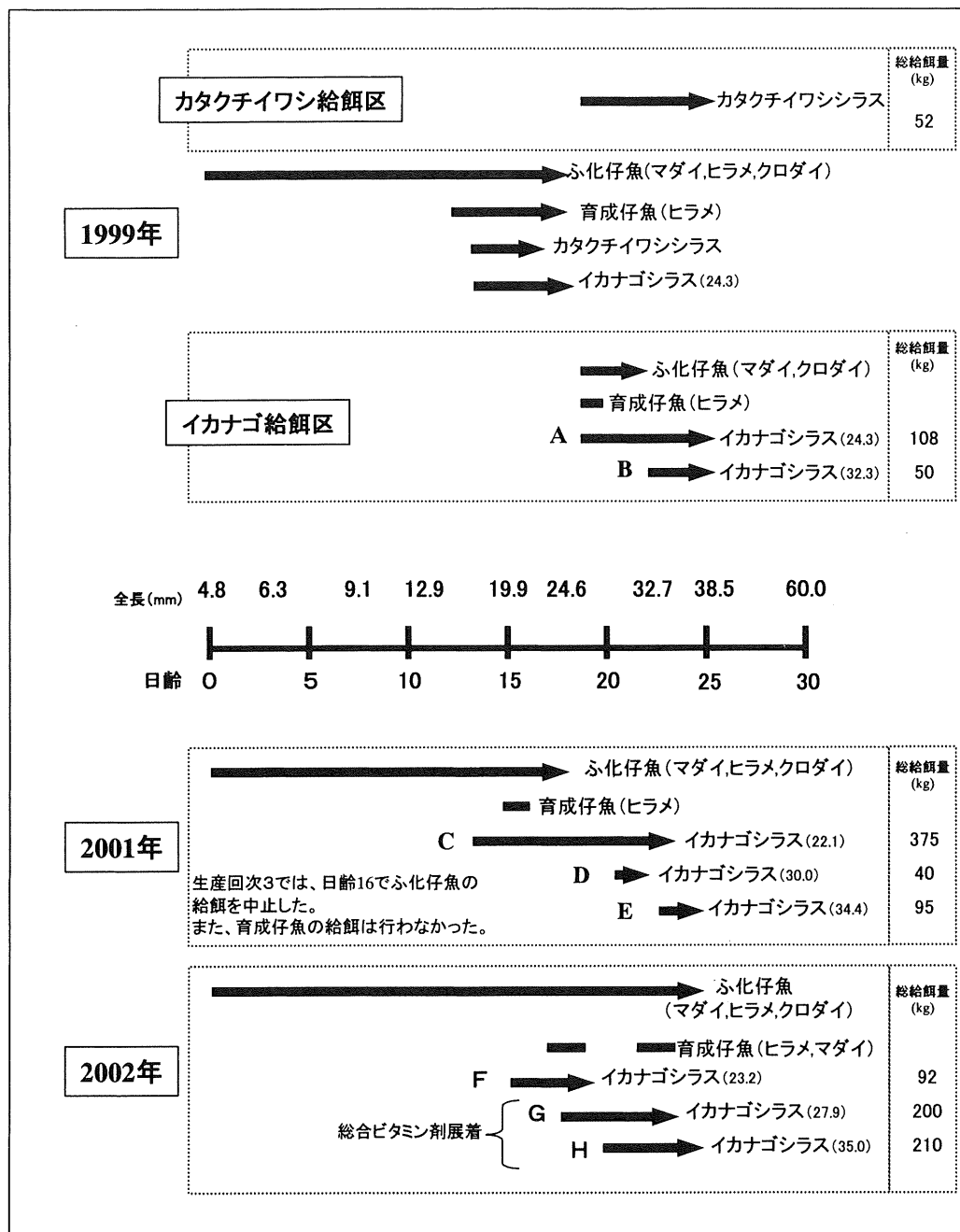


図1. 年別サワラ種苗生産の餌料系列と冷凍餌料の給餌量 (kg)
 () 内はイカナゴシラスの平均全長 (mm) を表す。

表1. 1999年サワラ種苗生産試験結果の概要

試験区	収容				取り揚げ					
	月日	水槽 (実容量 kl)	尾数 (尾)	収容 密度	平均全長 (mm)	月日	尾数 (尾)	平均全長 (mm)	生残率 (%)	ビタミン B ₁ 含量 (mg/100 g)
カタクチイワシ 給餌区	1999.6.5	50 (50)	21,400	428	25.3 (22.8~27.4)	1999.6.11	1,310	33.4 (27.8~38.2)	6.1	0.06
イカナゴ給餌区	1999.6.5	200 (170)	55,000	324	25.3 (22.8~27.4)	1999.6.11	38,500	42.6 (33.2~47.9)	70.0	0.21

要を表1に示した。試験終了時の生残率はイカナゴ給餌区が70.0%、カタクチイワシ給餌区が6.1%、平均全長はイカナゴ給餌区が42.6 mm、カタクチイワシ給餌区が

33.4 mmでありカタクチイワシ給餌区はイカナゴ給餌区に比較して、生残、成長とも劣る結果となった。

図2に両区の生残率とサワラ稚魚のVB₁含量の推移

を示した。カタクチイワシ給餌区では摂餌不良となった3日目(日齢22)より死亡魚が増え始め、それ以降急激に死亡魚が増加し試験終了時の生残率は6.1%となった。また、サワラ稚魚のVB₁含量は、カタクチイワシ給餌区では3日目にイカナゴ給餌区の47.6%と低く、試験終了時にはイカナゴ給餌区で0.21 mg/100 g, カタクチイワシ給餌区で0.06 mg/100 gであった。一方、給餌したイカナゴシラスからは0.18 mg/100 gのVB₁が検出されたが、カタクチイワシシラスからはVB₁は検出されなかった(表2)。

2001年 試験結果の概要を表3に示した。25~26日間の飼育を行い、平均全長32.4 mmの種苗11.5万尾を取り揚げ、平均生残率は18.4%であった。育成仔魚の給餌を行わずふ化仔魚給餌を早く中止した50 kJ水槽の生残率が最も低く生残率は8.7%であった。各水槽ともふ化仔魚の給餌期間は順調に飼育が行えたが、イカナゴシラスの単独給餌に移行した2,3日目より摂餌が不活発になり死亡魚が増加した。また、取り揚げ時に巻き網で魚

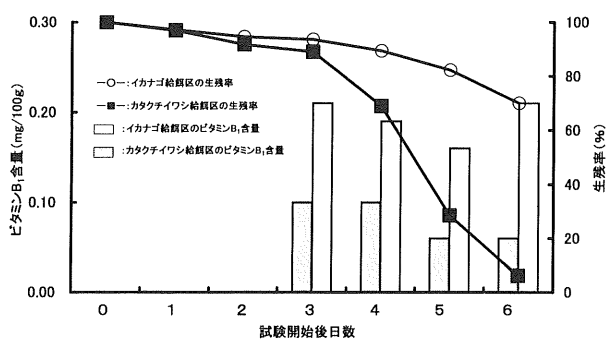


図2. 異なる餌料によるサワラ稚魚の生残状況とビタミンB₁含量

表2. 1999年餌料種類別のビタミンB₁含量

	カタクチイワシシラス	イカナゴシラスA	イカナゴシラスB
漁獲場所	播磨灘	紀伊水道	播磨灘
漁獲時期	4月	2月	2月
平均全長(mm)	23.7	24.3	32.4
ビタミンB ₁ 含量(mg/100g)	0.00	0.18*	

*イカナゴシラスA, Bを混合して分析した

表3. 2001, 2002年サワラ種苗生産試験結果の概要

生産回次	水槽		収容		取り揚げ				
	容量(実容量 kJ)	面数	月日	尾数(万尾)	飼育日数	尾数(尾)	平均全長(mm)	生残率(%)	
2001年	1	200(150)	1	5.18,19	28.0	25	60,000	30.4	21.4
	2	200(150)	1	5.20	28.8	26	50,000	35.1	17.4
	3	50(50)	1	5.19	6.0	25	5,240	29.5	8.7
	計				62.8		115,240	32.4	18.4
2002年	1	200(200)	1	5.12	20.0	25	103,000	36.2	51.5
	2	200(150)	1	5.13	24.4	24	81,000	40.0	36.8
	計				44.4		184,000	37.9	41.4

を囲んだ後、巻き網に接触した個体がショック死を起し、巻き網内で死亡する個体が多数出現した。また、ホースで吸い込む前には生残していた個体においても、ホースを通過中に死亡する個体が多数出現した。

2001年に使用したイカナゴシラスのサイズ別のVB₁含量を表4に示した。主餌料として使用したイカナゴシラスCのVB₁含量はイカナゴシラスD, Fに比較して低く、平均全長が大きくなるにつれてVB₁含量が増加した。また、サワラ稚魚のVB₁含量は、取り揚げ時にショック死を起した死亡魚では0.07 mg/100 gと生残魚(0.16 mg/100 g)の44%であった(表5)。この死亡魚のVB₁含量は、1999年に行った餌料別試験のカタクチイワシシラスを給餌したサワラ稚魚とほぼ同様の含量であった。

2002年 種苗生産試験結果の概要を表3に示した。24~25日間の飼育を行い、平均全長37.9 mmの種苗18.4万尾を取り揚げた。通算の生残率は41.4%で、2001年に比較して高い値となり、取り揚げ時のショック死も見られず、成長も良かった。

2002年に使用したイカナゴシラスのサイズ別のVB₁

表4. イカナゴシラスのサイズ別ビタミンB₁含量

イカナゴシラス	2001年			2002年		
	C	D	E	F	G	H
漁獲場所	紀伊水道	紀伊水道	播磨灘	紀伊水道	紀伊水道	播磨灘
漁獲時期	2月	2月	2月	2月	2月	2月
平均全長(mm)	22.1	30.0	34.4	23.2	27.9	35.0
ビタミンB ₁ 含量(mg/100g)	0.10	0.24	0.26	0.13	0.18	0.26

*イカナゴシラスのサイズ(C~H)は本文および図1を参照

表5. サワラ稚魚のビタミンB₁含量

ビタミンB ₁ 含量(mg/100g)	2001年*		2002年	
	取揚げ魚	死亡魚	取揚げ魚1	取揚げ魚2
	0.16	0.07	0.18	0.18

*2回次の生残魚とショック死した個体を分析に用いた

含量を表4に示した。前年と同様にサイズが大型になるにつれてVB₁含量も高くなった。一方、取り揚げたサワラ稚魚のVB₁含量は1999年のイカナゴ給餌区および2001年の生残魚とほぼ同じ値の0.18 mg/100 gであった(表5)。

考 察

1999年の試験では、VB₁を含まないカタクチイワシラスを単独で給餌した結果、サワラ稚魚は試験開始3日目より遊泳異常や摂餌不良などを示し、その後急激に死亡が増加した。死亡の原因については、フィッシュポンプによる移送の影響も考えられるが、試験開始3日目までは異常遊泳も見られず、活発に摂餌していたことから影響はほとんどないものと思われた。一方、イカナゴシラスを与えた場合には試験終了まで活発に摂餌し、生残率も70%と高い結果であった。さらに、各冷凍シラスとそれらを与えた稚魚のVB₁含量を比較したところ、大量死亡を起こしたサワラ稚魚およびそれらに与えたカタクチイワシのVB₁含量は極端に少なかった。以上から、カタクチイワシラス単独給餌によるサワラ稚魚の大量死亡の原因は、餌料中のVB₁欠乏に起因する可能性が高いと考えられた。石原ら⁶⁾はカタクチイワシにVB₁破壊酵素のチアミナーゼが存在することを明らかにするとともに、カタクチイワシを-20°Cで10日間凍結保存している間に、魚体中のVB₁の分解が60%程度進むことを報告している。同時に、養殖ブリ幼魚に連続的にカタクチイワシを投与すると体内VB₁量が短期間に減少し大量死亡を起こすことから、その原因がカタクチイワシの単独給餌によるVB₁欠乏症であることを明らかにしている。本報の結果は、このブリ幼魚の結果と類似する。

1999年の結果を受けて、2000年以降はVB₁含量の多いイカナゴシラスを主餌料として使用したが、2001年には再び大量死亡が発生した。このときサワラ稚魚と使用したイカナゴシラスのVB₁含量を調べたところ、初期に使用した小型のイカナゴシラスはVB₁含量が少なく、ショック症状を起こしたサワラの稚魚のVB₁含量も少なかった。すなわち、イカナゴシラスを使用した場合でもVB₁欠乏による大量死亡が発生する可能性があることが判明した。そこで、2002年には、餌付け開始時には小型イカナゴシラスを給餌したが、早めにVB₁含量が高い大型のイカナゴシラスの給餌に切り替えたこと、イカナゴシラスに総合ビタミン剤を展着して給餌したこと、また、イカナゴシラスに餌付いた後も取り揚げまでふ化仔魚や育成仔魚を給餌するなどの餌料系列の改善を図ったところ、大量死亡は発生しなかった。2001年3回次の低生残率を考えれば、ふ化仔魚などの給餌期間を延長したことの効果も考えられるが、第一にはVB₁含量の多いイカナゴシラスをできる限り早く使用し、かつ、ビタミン剤を添加したことが生残の向上につながったと考えら

れる。

海産魚類のVB₁要求量については明らかになっていない魚種は少ないが、ブリでは餌料中に必要なVB₁量は0.10~1.10 mg/100 g、マダイで0.20 mg/100 gと報告されている⁷⁾。また、サワラと同じサバ科のマサバやクロマグロの筋肉中に含まれるVB₁量は、マサバが0.15 mg/100 g、クロマグロで0.10 mg/100 gである⁸⁾。今回3年間の飼育試験で、健全な状態で取り揚げたサワラ稚魚のVB₁含量は、魚体全体の分析値で、0.16~0.21 mg/100 gの範囲であった。このことから、この程度のVB₁量がサワラ稚魚に必要であり、VB₁を多く含むイカナゴシラスあるいは、ビタミン剤を添加して給餌する必要がある。

サワラの種苗生産はふ化仔魚、育成仔魚およびイカナゴシラスの餌料系列により15万尾以上の稚魚の量産が可能になった。これには、ふ化仔魚の大量給餌とイカナゴシラスの利用が大きく貢献している。人工飼育下でのサワラ仔魚の日間摂餌量は魚体重の100%前後であり、1尾のサワラが日齢20までに摂餌するマダイ仔魚の総数は1,100~1,400尾と試算されている⁹⁾。2002年の飼育試験では18.4万尾のサワラ稚魚を種苗生産するために4.5億尾のふ化仔魚と390万尾の育成仔魚を使用しており(山崎、未発表)、マダイ親魚の管理や仔魚の育成に多大な労力と費用を費やしている。また、サワラが稚魚期に移行する6月上旬はマダイの産卵期の末期にあたり、サワラに給餌するふ化仔魚の確保に問題が生じるおそれがある。今後は、ふ化仔魚や育成仔魚の軽減のためVB₁含量の低い小型イカナゴシラスの栄養強化手法を開発し、省力化したサワラ種苗生産の量産化を目指したい。

謝 辞

飼育実験にご協力いただいた日本栽培漁業協会屋島事業場岩本明雄場長をはじめ職員各位に厚くお礼申し上げます。また、本稿をまとめるにあたりご校閲いただき、ご助言をいただいた前日本栽培漁業協会参与廣瀬慶二博士に感謝いたします。

文 献

- 1) 福永辰広・石橋矩久・三橋直人(1982)サワラの採卵および種苗生産。栽培技研, 11, 29-48.
- 2) TANAKA, M., T. KAJI, Y. NAKAMURA, and Y. TAKANASHI (1996) Developmental strategy of scombrid larvae: High growth potential related to food habits and precocious digestive system development, in "Survival strategies in early life stages of marine resources" (ed. by Y. WATANABE, Y. YAMASHITA, and Y. OOEKI), A. A. Balkema, Rotterdam, pp. 125-139
- 3) 日本栽培漁業協会(1990)種苗生産技術の開発, サワラ, 日本栽培漁業協会事業年報(昭和63年度), 214-222.

- 4) 永井達樹 (2003) サワラの資源状況と資源回復計画. 日水誌, **69**, 99-103.
- 5) 日本栽培漁業協会 (2000) 種苗生産技術の開発, サワラ, 日本栽培漁業協会事業年報 (平成 10 年度), 234-236.
- 6) 石原 忠・保田正人・柏木 哲・八木基明 (1974) 海産魚のチアミナーゼ I の研究—V. 日水誌, **40**, 675-682.
- 7) 青江 弘 (1980) 5・4 ビタミン. 魚類の栄養と飼料 (萩野 珍吉編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 191-195.
- 8) 香川芳子 (2002) 五訂食品成分表 2002. 女子栄養大学出版部, 東京, pp. 150-163.
- 9) SHOJI, J., T. MAEHARA, M. AOYAMA, H. FUJIMOTO, A. IWAMOTO and M. TANAKA (2001) Daily ration of Japanese Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* larvae. Fisheries Sci., **67**, 238-245.