

栽培漁業技術開発研究

第 32 卷 第 1 号

2005 年 1 月

目 次

ワムシの増殖と生産コストに及ぼす連続給餌の効果	小磯雅彦・友田 努・桑田 博・日野明德	1
オニオコゼ仔稚魚飼育における大量斃死軽減のための 2, 3 の試み	清川智之・佐々木 正	5
種苗生産過程の海産魚介類における疾病発生状況 (1994~1999)	鴨志田正晃・高橋 誠・水田洋之介	15
瀬戸内海東部海域におけるサワラ標識放流結果—I. 移動回遊について	竹森弘征・坂本 久・植田 豊・山崎英樹・岩本明雄	25
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・坂本 久・植田 豊・山崎英樹・岩本明雄	35

SAIBAI GYOYO GIJUTSU KAIHATSU KENKYU

—Technical Reports of Japanese Sea Ranching Programs—

Vol. 32, No. 1, 2005

CONTENTS

Masahiko KOISO, Tsutomu TOMODA, Hiroshi KUWADA, and Akinori HINO	Effects of continuous feeding on population growth and feeding cost in the culture of rotifer <i>Brachionus plicatilis</i>	1
Tomoyuki KIYOKAWA, and Tadashi SASAKI	Trials to reduce high mortality rates in the rearing of larval and juvenile devil stinger	5
Masaaki KAMOSHIDA, Makoto TAKAHASHI, and Yohnosuke MIZUTA	Diseases occurring in marine fish and shellfish Hatcheries in Japan (1994–1999)	15
Hiroyuki TAKEMORI, Hisashi SAKAMOTO, Yutaka UEDA, Hideki YAMAZAKI, and Akio IWAMOTO	Mark-recapture experiment using Spanish mackerel, <i>Scomberomorus niphonius</i> , in the Eastern Seto Inland Sea—I. Migration	25
Hiroyuki TAKEMORI, Hisashi SAKAMOTO, Yutaka UEDA, Hideki YAMAZAKI, and Akio IWAMOTO	Growth of Spanish mackerel <i>Scomberomorus niphonius</i> yearling in the Eastern Seto Inland Sea	35

ワムシの増殖と生産コストに及ぼす連続給餌の効果

小磯雅彦・友田 努・桑田 博・日野明徳

海産ワムシ類の培養における効果的な給餌方法を検証するために、連続給餌、2回/日給餌および1回/日給餌の3通りの給餌方法でL型ワムシ近大株を培養した。日間増殖率とワムシ1億個体生産に要するクロレラ量は、連続給餌区、2回/日給餌区および1回/日給餌区では、それぞれ61.1%と1.47l、45.7%と2.28lおよび44.5%と2.33lとなった。連続給餌が優れた理由については、増殖阻害の原因となる至適密度を超えた高い餌料密度や飢餓および溶存酸素濃度の急激な低下を排除できることが挙げられた。連続給餌を採用することで、海産ワムシ類の生産の効率性が向上すると考えられた。

栽培技研, 32(1), 1-4, 2005

瀬戸内海東部海域におけるサワラ人工種苗の標識放流結果—I. 移動回遊について

竹森弘征・坂本 久・植田 豊・山崎英樹・岩本明雄

1999年から4年間サワラ人工種苗を用いた標識放流を行い、その放流魚の再捕状況から、放流魚の移動回遊の検討を行った。その結果、備讃瀬戸東部海域で放流された種苗が、10月頃までは主に播磨灘や大阪湾で再捕され、11月以降になると主に紀伊水道で再捕された。さらに放流翌年の春には1歳魚となって燧灘や播磨灘で再捕された。また2歳魚、3歳魚の標識魚が春に播磨灘で再捕されたことから、瀬戸内海東部系群サワラの瀬戸内海東部海域での季節に応じた移動回遊が繰り返されることが認められた。

栽培技研, 32(1), 25-34, 2005

オニオコゼ仔稚魚期飼育における大量斃死軽減のための2,3の試み

清川智之・佐々木 正

1994年にオニオコゼの浮上卵から着底魚取り上げまでの生残率47.0%（着底魚取り上げ尾数：131,000尾）を達成して以来低迷が続いていた。しかし、2000年には生物餌料の二次培養方法等、基本的な飼育技術の見直し等により、2002年にはこれに合わせて細菌の制御、特に *Vibrio* 属細菌低減を目的としたニフルスチレン酸ナトリウムによる定期的な薬浴や「ほっとけ飼育」により、目標としていた着底魚5万尾以上の取り上げ、および複数の試験区での生残率30%以上を達成した。また、2003年は養殖環境改善剤を用い、薬剤使用と同等の生残率を得ることができた。

栽培技研, 32(1), 5-13, 2005

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・坂本 久・植田 豊・山崎英樹・岩本明雄

1999年から4年間サワラ人工種苗を用いた標識放流を行い、その追跡調査の過程で7月~12月に入手した当歳魚標本のうちの天然魚について、その各年級群の月別尾叉長について年級群間に差が認められるか検定した。その結果9月以外の月は各年級群間に有意差が多く認められた。また放流年内における人工種苗と天然魚の成長差をみると1999年~2001年までは両者の成長に有意差は認められなかったが、2002年は有意差が認められ放流魚の方が成長がよかった。

栽培技研, 32(1), 35-41, 2005

種苗生産過程の海産魚介類における疾病発生状況(1994~1999)

鴨志田正晃・高橋 誠・水田洋之介

全国の公的種苗生産機関で1994年から1999年間に発生した海産魚介類の疾病について、種苗期疾病情報事業に報告された情報をとりまとめた。ウイルス病ではVNN, PAV, ウイルス性表皮増生症, 細菌病では細菌性腸管白濁症, 真菌病では甲殻類の真菌症, その他の疾病では、あわび類の筋萎縮症の報告が多かった。VNNの感染魚種は増加しているが発生件数は減少傾向にあり、PAV, 細菌性腸管白濁症, 筋萎縮症の発生も減少傾向にあった。

栽培技研, 32(1), 15-24, 2005

ワムシの増殖と生産コストに及ぼす連続給餌の効果

小磯雅彦*1・友田 努*1・桑田 博*1・日野明德*2

Effects of continuous feeding on population growth and feeding cost in the culture of rotifer *Brachionus plicatilis*

Masahiko KOISO, Tsutomu TOMODA, Hiroshi KUWADA, and Akinori HINO

In order to investigate effective feeding methods for the mass culture of rotifer *Brachionus plicatilis*, we applied three different feeding modes; continuous, twice/day and once/day feedings. Daily growth rates and feeding costs using condensed freshwater *Chlorella* for the production of 100 million rotifers for continuous, twice/day and once/day feedings were [61.1% and 1.47 l], [45.7% and 2.28 l] and [44.5% and 2.33 l], respectively. We considered that the superior population growth in continuous feeding was due to the ability to maintaining the proper food density and dissolved oxygen levels. These results suggest that continuous feeding improves the efficiency of rotifer production.

2004年7月20日受理

海産ワムシ類の培養は、従来の植え継ぎ式や間引き式の培養法に対して、新たに連続培養法¹⁾と高密度培養法²⁾が開発されたことで、生産の効率性や安定性に加えて作業性も飛躍的に改善された。これらの新たな培養法は培養形態が様々な点で異なるが、給餌においては同様の方法が採用されていることが多い。この給餌方法は、小型の定量ポンプを用いて餌料懸濁液を少量ずつ24時間連続的に給餌する方法であり、従来の培養法で行われてきた1日の総給餌量を1回もしくは2回程度に分けて給餌する方法とは異なっている。

餌料密度に関して、至適密度を超えた高い餌料密度は海産ワムシ類の増殖率の停滞または減少をもたらすことが多く報告^{3~10)}されている。1日の総給餌量を1回もしくは2回程度に分けて給餌する方法では、大量の餌料の投与により給餌直後の餌料密度が大幅に高くなることで、それに起因して様々な増殖阻害が発生し、ワムシの増殖率が低下する可能性が考えられる。このため、連続培養法や高密度培養法では、増殖阻害要因となる高い餌料密度を回避する目的で連続給餌が行われていると考えられる。しかし、連続給餌が海産ワムシ類の培養に及ぼす具体的な効果については明らかにされていない。

本研究では、シオミズツボワムシ, *Brachionus plicatilis*

(以下ワムシ) 培養における連続給餌の効果を検証するために、給餌方法を変えてワムシ密度、培養水中のクロレラ細胞密度(以下餌料密度)、溶存酸素濃度を調べ、比増殖率、日間増殖率およびワムシ1億個体生産に要するクロレラ量と餌料費を比較した。

材料と方法

供試ワムシ ワムシは、水産総合研究センター能登島栽培漁業センターで5年以上継代培養している“L型ワムシ近大株”(携卵個体の平均背甲長: $264 \pm 17 \mu\text{m}$)を用いた。

培養方法 実験には、100 lポリカーボネイト円型水槽を用いた。培養水には、砂ろ過海水と水道水を混合して60%海水(塩分20 psu)を作り、これを $5 \mu\text{m}$ と $0.5 \mu\text{m}$ のカートリッジフィルター(ADVANTEC社製, TCW-5 N-PPSEとTCW-05N-PPSE)でろ過したものを使用した。水温はウオーターバス方式で $25 \pm 1^\circ\text{C}$ を維持し、通気は水槽あたりユニホース(ユニホース社製, 長さ20 cm)1本で行い、通気量は10 l/分とした。培養水中のワムシの糞等の懸濁物を除去するために、フィルターマット(旭化成社製, サランロック, 品番OM-150, 30 cm×

*1 独立行政法人水産総合研究センター 能登島栽培漁業センター 〒926-0216 石川県七尾市能登島曲町15-1-1 (Notojima Station, National Center for Stock Enhancement, FRA 15-1-1 Notojima Nanao Ishikawa, 926-0216 Japan).

*2 東京大学大学院農学生命科学研究科 〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1.

30 cm, 厚さ 5 cm) を水槽底面に設置した。

ワムシの接種密度は 200 個体/ml とした。餌料は、市販の濃縮淡水クロレラ (クロレラ工業社製, 生クロレラ-V12, 細胞密度約 1.5×10^{10} 細胞/ml, 以下クロレラ) を用い, 給餌量はワムシ 1 億個体あたり 1.0 l/日を基準量とした。給餌方法は, チューブ式定量ポンプ (EYELA 社製, MICRO TUBE PUMP, MP-3N) を用いて 24 時間連続的に給餌する方法 (以下連続給餌区) と, 10 時と 16 時の 2 回に分けて給餌する方法 (以下 2 回/日給餌区) および 10 時に 1 回で給餌する方法 (以下 1 回/日給餌区) の 3 方法とした。実験区ごとに 3 水槽ずつ用いた。なお, 連続給餌の場合, 給餌は少量ずつ連続して行われるため, 培養開始当初には培養水中に餌料が無くワムシが飢餓状態になる。これを避けるために, 本実験の連続給餌区では, 培養開始時だけに 1 日の総給餌量の半分を直接給餌して, 残りを連続的に給餌した。

異なる給餌方法による培養実験の調査 各培養水槽のワムシ密度と餌料密度の計数および水温と溶存酸素濃度の測定は, 培養開始から培養 4 日目まで 3 時間ごとに行った。ワムシ密度の計数では, 培養水 1 ml あたりの個体数を調べた。餌料密度の計数には, トーマの血球計算盤を用いた。なお, ワムシ密度と餌料密度の計数はそれぞれ 3 回繰り返し, その平均値を用いた。比増殖率¹¹⁾と日間増殖率は, ワムシ密度の計数値を用いて, 次の式から求めた。

$$\text{比増殖率: } r = \ln(N_t/N_{t-1}),$$

$$\text{日間増殖率 (\%): } g = (N_t - N_{t-1})/N_{t-1} \times 100,$$

N_t は t 日目の個体密度,

ワムシ 1 億個体生産に要するクロレラ量は, 実験期間中のクロレラ総給餌量を実験終了時の総ワムシ数から接種数を引いた純生産数で除して求めた。また, クロレラの単価を 650 円/l (2004 年現在) として, ワムシ 1 億個体生産に要する餌料費も算出した。培養水中の溶存酸素濃度は, DO メーター (YSI/Nanotech 社製, model 85) で測定した。なお, 2 回/日給餌区や 1 回/日給餌区では, 給餌 1 時間後にも餌料密度の計数と溶存酸素濃度の測定を行った。

統計処理 給餌方法の違いによるワムシ密度, 比増殖率, 日間増殖率およびワムシ 1 億個体生産に要するクロ

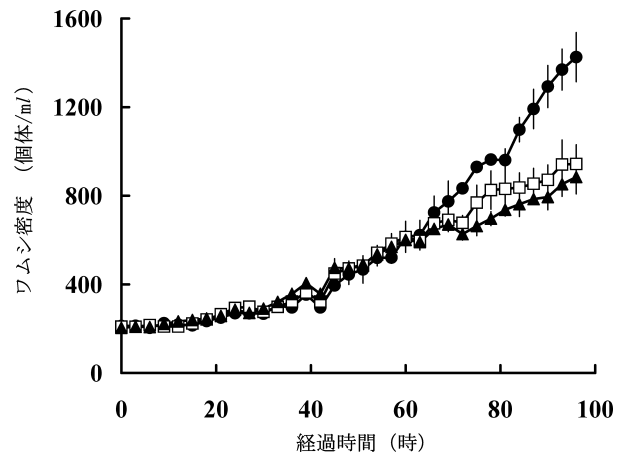


図 1. 給餌方法が異なる培養におけるワムシ密度の推移
●: 連続給餌, □: 2 回/日給餌, ▲: 1 回/日給餌, —: 標準偏差

レラ量と餌料費の検定について, 平均値の差には一元配置分散分析を, 各水準間の差には Fisher's PLSD test を用い, 有意水準はそれぞれ 5% とした。

結 果

ワムシ密度 培養経過に伴う各給餌方法のワムシ密度の変化を図 1 に示した。培養開始から 66 時間後までは 3 区とも同様の増加傾向を示したが, 69 時間以降は連続給餌区の密度が高くなる傾向が認められた。培養開始 96 時間後の試験終了時では, 連続給餌区の密度は $1,426 \pm 111$ 個体/ml となり, 2 回/日給餌区の 943 ± 87 個体/ml, 1 回/日給餌区の 885 ± 76 個体/ml より有意に高くなった ($p < 0.001$)。また, 培養期間を通じての比増殖率と日間増殖率も, 連続給餌区では 0.477 ± 0.016 と $61.1 \pm 2.6\%$ であり, 2 回/日給餌区の 0.376 ± 0.042 と $45.7 \pm 6.1\%$, 1 回/日給餌区の 0.367 ± 0.040 と $44.5 \pm 5.7\%$ より有意に高くなった ($p < 0.05$, 表 1)。

ワムシ 1 億個体生産に要するクロレラ量と餌料費 実験期間中のワムシ純生産数とクロレラの総給餌量は, 連続給餌区, 2 回/日給餌区および 1 回/日給餌区では, それぞれ 1.21 ± 0.09 億個体と 1.77 ± 0.06 l, 0.73 ± 0.10 億個体と 1.65 ± 0.04 l, および 0.68 ± 0.09 億個体と 1.57 ± 0.03 l

表 1. 異なる給餌方法で培養されたワムシの生産結果の概要

	給餌方法		
	連続給餌	2 回/日給餌	1 回/日給餌
培養開始密度 (個体/ml)	212 ± 23	209 ± 16	204 ± 20
培養 96 時間後の密度 (個体/ml)	1,426 ± 111 ^b	943 ± 87 ^a	885 ± 76 ^a
比増殖率 (r)	0.477 ± 0.016 ^b	0.376 ± 0.042 ^a	0.367 ± 0.040 ^a
日間増殖率 (%)	61.1 ± 2.6 ^b	45.7 ± 6.1 ^a	44.5 ± 5.7 ^a
ワムシ 1 億個体生産に要するクロレラ量 (l)	1.47 ± 0.16 ^a	2.28 ± 0.30 ^b	2.33 ± 0.30 ^b
ワムシ 1 億個体生産に要する餌料費* (円)	955 ± 104 ^a	1,482 ± 196 ^b	1,515 ± 197 ^b

*ワムシ 1 億個体生産に要する餌料費は, 濃縮淡水クロレラの単価を 650 円/l (2004 年現在) で計算した。上付文字が異なる場合には, 有意差あり ($p < 0.05$, a < b)。

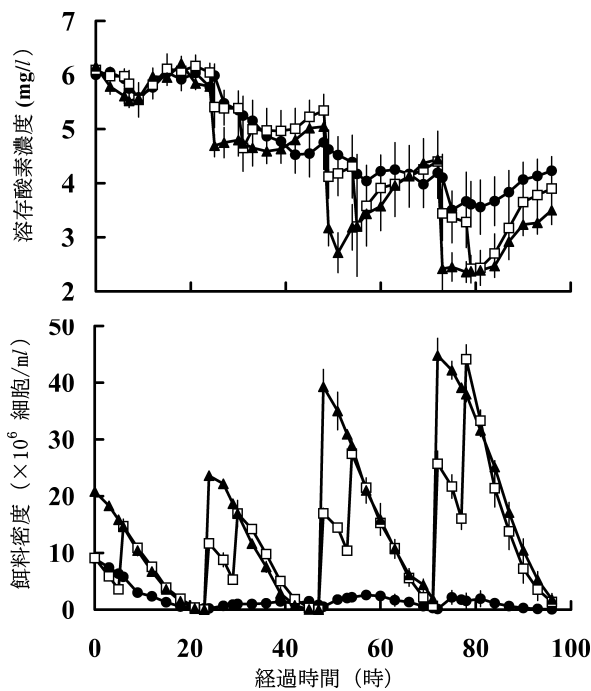


図2. 給餌方法が異なる培養における餌料密度と溶存酸素濃度の推移
 ●: 連続給餌, □: 2回/日給餌, ▲: 1回/日給餌, —: 標準偏差

であった。これらから計算されるワムシ1億個体生産に要するクロレラ量と餌料費は、連続給餌区が 1.47 ± 0.16 l と 955 ± 104 円であり、2回/日給餌区の 2.28 ± 0.30 l と $1,482 \pm 196$ 円、1回/日給餌区の 2.33 ± 0.30 l と $1,515 \pm 197$ 円より有意に低くなった ($p < 0.01$, 表1)。

餌料密度 培養開始時の餌料密度は、連続給餌区の培養開始12時間後から試験終了までは $0.1 \sim 2.6 \times 10^6$ 細胞/mlにとどまった。一方、2回/日給餌区や1回/日給餌区では、連続給餌区に比べて給餌直後の餌料密度が大幅に高くなり、2回/日給餌区では培養開始79時間後に $44.1 \pm 2.5 \times 10^6$ 細胞/ml、1回/日給餌区では培養開始73時間後に $44.8 \pm 3.0 \times 10^6$ 細胞/mlまで増加した。しかし、次の給餌までに餌料密度は極端に低下し、培養開始24、48時間後の給餌直前には両区共に0細胞/mlであった(図2)。

溶存酸素濃度 溶存酸素濃度は、連続給餌区では培養経過に伴って徐々に低下する傾向が認められた。一方、2回/日給餌区と1回/日給餌区では、給餌直後に急激な低下がおり、その後徐々に回復する傾向が認められた。給餌による溶存酸素濃度の低下量は、ワムシ密度の増加で1回あたりの給餌量が増えるにしたがって大きくなる傾向が認められ、最大低下幅は、2回/日給餌区では 0.9 mg/lで、1回/日給餌区では 2.0 mg/lであった(図2)。

考 察

本研究では、ワムシ培養における連続給餌の効果を検

証した結果、連続給餌区は2回/日給餌区や1回/日給餌区に比べて、ワムシ1億個体あたりの給餌量が同じでも日間増殖率が15%以上高くなり、餌料効率が向上することで、ワムシ1億個体生産に要するクロレラ量や餌料費が35%以上軽減されることがわかった(表1)。

連続給餌の増殖率や生産コストが2回/日給餌区や1回/日給餌区よりも優れた理由について、培養水中の餌料密度と溶存酸素濃度に注目して検討を行った。本培養実験での最大餌料密度は、連続給餌区では培養開始12時間以降は 2.6×10^6 細胞/ml以内にとどまったが、2回/日給餌区や1回/日給餌区ではそれぞれ培養開始日には 14.7×10^6 細胞/mlと 20.8×10^6 細胞/ml、培養3日目には 44.1×10^6 細胞/mlと 44.8×10^6 細胞/mlであった(図2)。海産ワムシ類は、至適密度を超えた高い餌料密度では未消化のまま排出される擬糞の占める割合が多くなること⁶⁾、遊泳にかかるエネルギー量が増加し、再生産に利用されるエネルギー量が減少すること⁸⁾、摂餌過程で機械的な障害が起こること⁹⁾などにより、増殖率が停滞または減少する³⁻¹⁰⁾ことが報告されている。また、至適餌料密度については、L型ワムシに市販のクロレラを給餌した場合、水温が 26°C 、培養水の塩分が27psuでは $2.5 \sim 5.0 \times 10^6$ 細胞/mlの範囲である¹²⁾ことが報告されている。これらのことから、連続給餌区では餌料密度が培養期間を通じてほぼ至適密度以下で推移したことから、高い餌料密度に起因する増殖阻害がほとんど発生しなかったと考えられる。しかし、2回/日給餌区や1回/日給餌区では、餌料密度が至適密度を大幅に超えたことから、ワムシの増殖阻害が発生し、その影響を受けた可能性が高いと考えられる。

また、連続給餌区では常時培養水中に餌料が認められたが、2回/日給餌区や1回/日給餌区では給餌前には餌料密度が極端に低下して餌料のない状態も認められた(図2)。21時間と23時間の飢餓に曝されたワムシは、飢餓に曝されていないワムシに比べて寿命や産卵可能期間は長くなるが、世代あたりの産卵数が減少すること¹³⁾や飢餓の影響が次世代にまで作用すること¹⁴⁾が報告されている。連続給餌区では常時餌料が認められたために、飢餓は発生しなかったと考えられるが、2回/日給餌区と1回/日給餌区では培養水中に餌料のない時間があり、飢餓による成長や産卵の遅延がおきた可能性が考えられる。

さらに、溶存酸素濃度は、連続給餌区では培養経過に伴って徐々に低下したが、2回/日給餌区や1回/日給餌区では給餌直後に急激な低下が認められた(図2)。この溶存酸素濃度の急激な低下は、クロレラの添加量が多いほど溶存酸素濃度の低下は激しいこと¹⁵⁾から2回/日給餌区や1回/日給餌区では一度に餌料を大量に給餌したことで発生したと考えられる。溶存酸素濃度の急激な低下がワムシに及ぼす影響については、 0.9 mg/lでも安定していたS型ワムシが 2.3 mg/lから 0.8 mg/lへの急激

な低下で密度が減少すること¹⁶⁾が報告されている。連続給餌区では餌料を少量ずつ給餌することで、溶存酸素濃度の急激な低下は発生しなかったと考えられるが、2回/日給餌区や1回/日給餌区では溶存酸素濃度の急激な低下が認められ、その影響を受けた可能性が考えられる。

以上のことから、連続給餌区は、餌料を少量ずつ連続的に給餌することで、増殖阻害の原因となる至適密度を超えた高い餌料密度や飢餓および溶存酸素濃度の急激な低下を排除することができるため、2回/日給餌区や1回/日給餌区より増殖率や生産コストが優れたと考えられる。

高い餌料密度に起因する増殖阻害や溶存酸素濃度の急激な低下の影響は、2回/日給餌区や1回/日給餌区では時間経過に伴って大きくなったことから(図2)、給餌量の増加、すなわちワムシ密度の増加に伴って増大すると考えられる。このため、特に高密度でワムシ培養を行う場合には、これらの増殖阻害要因を排除できる連続給餌が有効であると考えられる。

連続給餌は、その効果が増殖阻害の原因となる至適密度を超えた高い餌料密度や飢餓および溶存酸素濃度の急激な低下を排除できることで、増殖率や生産コストが優れることから、本研究を行った植え継ぎ式培養法だけでなく、間引き式培養法に適用してもワムシ生産の効率性が向上するものと考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、有益な御助言・御協力をいただいた独立行政法人水産総合研究センター能登島栽培漁業センターの職員諸氏に深く感謝の意を表する。

文 献

- 1) FU, Y., A. HADA, T. YAMASHITA, and A. HINO (1997) Development of a continuous culture system for stable mass production of the marine rotifer *Brachionus*. *Hydrobiologia*, **358**, 145–151.
- 2) 吉村研治・宮本義次・中村俊政(1992)濃縮淡水クロレラ給餌によるワムシの高密度大量培養. 栽培技研, **21**, 1–6.
- 3) HIRAYAMA, K., and S. OGAWA (1972) Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture—I. Filter feeding of rotifer. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **38**, 1207–1214.
- 4) HIRAYAMA, K., K. WATANABE, and T. KUSANO (1973) Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture—III. Influence of phytoplankton density on population growth. *ippon Suisan Gakkaishi*, **39**, 1123–1127.
- 5) 平山和次(1983)4. 増殖生理. 「シオミズツボワムシ—生物学と大量培養」(日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 52–68.
- 6) 山崎繁久・平田八郎(1985)シオミズツボワムシ(*Brachionus plicatilis*)の摂餌率および増殖率に及ぼす給餌密度. 水産増殖, **32**, 225–229.
- 7) 山崎繁久・平田八郎(1986) L型及びS型シオミズツボワムシの摂餌率. 水産増殖, **34**, 137–140.
- 8) WALZ, N. (1993) Element of Energy Balance of *Brachionus angularis*. in “Plankton Regulation Dynamics”, Springer-Verlag, Berlin, pp. 106–122.
- 9) ROTHHAUPT, K. O. (1993) Rotifers and continuous culture techniques, Model systems for testing mechanistic concepts of consumer-resource interactions. in “Plankton Regulation Dynamics”, Springer-Verlag, Berlin, pp. 178–192.
- 10) AOKI, S., and A. HINO (1996) Nitrogen flow in a chemostat culture of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Fish. Sci.* **62**, 8–14.
- 11) 桑田 博(2000)1–3用語の定義. 海産ワムシ類の培養ガイドブック(日本栽培漁業協会編), 日本栽培漁業協会, 東京, pp. 3–4.
- 12) 小磯雅彦(2000)I 5–3 給餌量. 海産ワムシ類の培養ガイドブック(日本栽培漁業協会編), 日本栽培漁業協会, 東京, pp. 38–39.
- 13) YOSHINAGA, T., A. HAGIWARA, and K. TSUKAMOTO (2000) Effect of periodical starvation on the life history of *Brachionus plicatilis* O. F. Muller (Rotifera): a possible strategy for population stability. *J. Exp. Mar. Bio.*, **253**, 253–260.
- 14) YOSHINAGA, T., A. HAGIWARA, and K. TSUKAMOTO (2001) Effect of periodical starvation on the survival of offspring in the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Fish. Sci.*, **67**, 373–374.
- 15) 吉村研治・北島 力・宮本義次・岸本源次(1994)濃縮淡水クロレラ給餌によるシオミズツボワムシの高密度培養における増殖阻害要因について. 日水誌, **60**, 207–213.
- 16) YAMASAKI, S., D. H. SECOR, and H. HIRATA (1987) Population Growth of Two Types of Rotifer (L and S) *Brachionus plicatilis* at Different Dissolved Oxygen Levels. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **53**, 1303.

オニオコゼ仔稚魚飼育における 大量斃死軽減のための2, 3の試み

清川 智之^{*1, *2}・佐々木 正^{*1, *3}

Trials to reduce high mortality rates in the rearing of larval and juvenile devil stinger

Tomoyuki KIYOKAWA, and Tadashi SASAKI

In devil stinger seed production, a slump has continued since 1994 when we achieved survival rates of 47.0% (131,000 settled juvenile individuals) between the egg and settled juvenile stages. However, in 2000, we gave reconsideration to basic rearing technology aiming to improve current methods by including several innovations, for example, enriching cultivated live feed. In 2002, we adopted bacterial control methods (periodical bathing in nifurstyreneate acid in order to reduce *Vibrio* genus bacteria in particular), and the “Hottoke Method” of rearing, and as a result, achieved the rearing of more than 50,000 individuals at a survival rate of 30% in multiple experiments. In addition, in 2003, we used water quality-improving probiotics, and were able to obtain survival rates similar to those when using nifurstyreneate acid.

2004年7月8日受理

オニオコゼ *Inimicus japonicus* は、栽培漁業や養殖の対象種として(独)水産総合研究センター伯方島栽培漁業センターのほか、大阪府や長崎県など十数県で種苗生産が行われている。

本種の種苗生産は睦谷^{1, 2)}、狭間³⁾、山田⁴⁾が示すように、着底、または取り上げまでの生残率が30%を超えるような高歩留まりを達成した事例も数多くみられる。しかし、高水準の歩留まりを達成し、技術が確立されたと思われた後にも、大量斃死が発生し、生残率の大幅な低下が生じた事例もある⁵⁾。このように、本種の種苗生産は技術的にまだ不安定な要素を残している状況にあると思われる。

当场でも各種技術開発試験を行いながら種苗生産を行っていたが、2002年の観察記録から何らかの細菌が大量斃死に関与している可能性が示唆されたため、この時

点では薬事法上猶予期間にあった薬剤により、餌料および飼育水の薬浴を行ったところ、種苗生産、および生残率の向上が可能となり、また、2003年の種苗生産でもその再現性が確認された。さらに、薬事法の改正で種苗生産における薬剤の使用が大幅に制限されつつあることから、いわゆる「ほっとけ飼育」⁶⁾や、養殖環境改善剤^{*4)}を用いた飼育等、薬剤を使用せずに細菌を制御する試みを実施したが、これらについても比較的高い水準で着底魚を得ることができた。

本研究では、2001年までに当场での技術開発で得られた種苗生産に関する基礎的知見を踏まえ、オニオコゼ仔稚魚飼育時に細菌制御を目的とした2, 3の試みを行うことで、生残率を安定的に向上させるために有益と考えられるいくつかの知見を得たので報告する。

*1 島根県水産試験場鹿島浅海分場 〒690-0322 島根県八束郡鹿島町恵曇字福野 530-10 (Shimane Prefectural Fisheries Experimental Station Kashima Branch, 530-10 Kashima, Yatuka, Shimane 690-0322, Japan).

*2 現所属：島根県水産試験場 〒690-0051 島根県浜田市瀬戸ヶ島町 25-1 (Shimane Prefectural Fisheries Experimental Station, 25-1 Setogashima, Hamada, Shimane 697-0051, Japan).

*3 現所属：島根県浜田水産事務所 〒697-0041 島根県浜田市片庭町 254.

*4 ゼオライト・火成岩の混合物に魚介類に対する毒性がない微生物が吸着されており、これらを飼育水中で優占させることにより病原性細菌の発育を制限したり、水質や水槽の底・側壁の汚れを軽減するとされる。(ミヤコ化学(株)渡辺力夫氏 私信)

表 1. 2002 年, 2003 年における基本的な飼育方法

項目	2002 年	2003 年
換水率 (%/日)	飼育水槽収容直後からふ化後 6~7 日目までは 70%/日 (排水しながら注水), それ以後は徐々に換水率を高め, 着底開始後は流水飼育	ふ化後 5 日目以降 20%/日, ふ化後 9 日目から 33%/日, 着底開始後から流水飼育
飼育海水	砂ろ過海水を 1 μ m カートリッジフィルターよりろ過 (一部水槽のみ紫外線殺菌を実施, 着底後は砂ろ過のみ)	
使用した浮上卵の由来	県内産天然魚 (0~3 年養成) (2002 年は岡山県栽培漁業センター産の卵も一部使用)	
浮上卵収容密度	1 m ³ 当り 20,000~30,000 粒の浮上卵を収容	
飼育水槽容量 (m ³)	3 m ³ 円形水槽 (一部 5 および 0.5 m ³ の水槽を使用)	
ナンノクロロプシスの添加	ナンノクロロプシスの密度が 50~100 万細胞/ml になるよう飼育水に添加	
飼育水温	自然水温 (2002 年の一部水槽では 24°C 以上になるよう加温)	
餌料系列	日齡 2 日目から 6~10 日目まで L 型ワムシ, 日齡 5~7 日目から着底後 1 カ月程度までアルテミア, 着底開始直前から配合飼料を給餌	
給餌量	ワムシ, アルテミアとも給餌開始当初は飼育水 1 ml あたり 1~2 個体とし, それ以降は摂餌量をみながら給餌量を増加	
底掃除	サイフォンを用いて日齡 7 日目から着底までは 2~3 日に 1 回, それ以降はほぼ毎日実施	
ワムシの二次培養	マリンアルファを二次培養海水 1 m ³ 当り 2l 添加して, 16 時間培養したのち, 1/2 量の同強化剤を再添加し, 2 時間再培養 (2002 年の一部生産回次はマリングロスも添加)	
アルテミアの二次培養	マリンアルファ, マリングロスを二次培養海水 1 m ³ 当り 1.5~2l 添加して, 16 時間培養したのち, 1/2 量の同強化剤を再添加し, 2 時間再培養	

表 2. 細菌に起因する大量斃死低減のための各種試験

項目	方法
抗菌剤の使用	①生物餌料給餌 2 時間前に二次培養水をいったん換水したのち, ニフルスチレン酸ナトリウム 5 ppm で 2 時間薬浴 ②斃死が開始すると考えられる直前の日齡 3~4 日から 5 日間程度, ニフルスチレン酸ナトリウム 1~2 ppm で薬浴 ③着底開始までは底掃除実施直後にもニフルスチレン酸ナトリウム 1~2 ppm で薬浴
ほっとけ飼育	①2002 年の試験: 基本的には高橋 (1998) ^{*1} の方法で実施 (ワムシが増えすぎた際は市販の海産濃縮クロレラ (東海濃粉(株)) 社製) を添加直後の細胞数が 500 万細胞/ml 程度になるよう添加) ②2003 年の試験: 2002 年の試験ではワムシの量が増えすぎることから, ワムシは通常どおり給餌し, ナンノクロロプシスの密度のみを 500~800 万細胞/ml と, 高く設定
養殖環境改善剤の使用 (商品名: マリンベッド ^{*2})	①飼育水槽 (3 t 円形水槽, 直径 2.4 m, 水深 0.8 m) 2 カ所に 500 g (合計 1 kg) 分け, 45 μ m ミュラーガーゼで作製したネットに入れて水槽内に垂下 ②浮上卵収容直後から, 5 日に 1 日交換

*1 平成 10 年度栽培漁業技術研修事業基礎理論コース仔稚魚の発育シリーズ No. 14

*2 *Batillus* 属等, 魚介類に対する毒性のない細菌を優先させることで病原性のあるピブリオ属等の細菌の発育を阻止するとされる

材料と方法

2002・2003 年における浮遊仔魚期の基本的な飼育方法

2002 年および 2003 年における基本的な飼育方法を表 1 に示した。2001 年までの技術開発で得られた種苗生産に関する知見を踏まえて, 基本的な飼育条件の設定を行った。ただし, 2003 年では, 細菌相を安定させる目的で換水率のみ 2002 年よりも低く設定した。

飼育水および生物餌料に対する薬浴 2002 年は, 浮上卵を 6 月 10~24 日にかけて収容した試験区 1~9 すべての

生産回次において, 日令 3~8 日目に, 細菌に起因すると思われる大量斃死が発生し, 着底魚の生産に至らなかった。そのため, それ以降の生産回次では, 生物餌料 (L 型ワムシ (シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis*, 以下ワムシ), アルテミア) を給餌する 2 時間前に, いったん二次培養に用いた海水を清浄な海水と入れ替えたのち, 1/2 濃度の二次強化剤の添加に併せて, *Vibrio* 属細菌数を低減する⁷⁾とされるニフルスチレン酸ナトリウム (上野製薬; 商品名, エルバージュ) による薬浴 (以下, NS 薬浴) を濃度 5 ppm で行った。また, 大量斃死が飼育水中の細菌に起因する可能性もあることから, 斃死が開始

表 3. 2002 年, 2003 年のオニオコゼ種苗生産結果

2002 年

試験区 番号	飼育水槽 容量 (m ³)	採卵日 (月/日)	使用浮上 卵数 (個)	着底魚取上げ 尾数 (尾)	着底までの 生残率 (%)	大量斃死 発生日 (日齢)	試験内容
1	3	6/10	55,000	0	0	6/20 (8)	基本的な飼育
2	3	6/10	55,000	0	0	6/19 (7)	基本的な飼育
3	3	6/12	27,300	0	0	6/18 (4)	基本的な飼育
4	5	6/14~16	116,000	0	0	6/21 (5)	基本的な飼育
5	3	6/18	56,300	0	0	6/24 (4)	基本的な飼育
6	3	6/18	56,300	0	0	6/24 (4)	基本的な飼育+加温 (設定水温 26°C)
7	3	6/18	56,300	1	0.0	6/24 (4)	基本的な飼育+加温 (設定水温 26°C)
8	3	6/19	39,000	0	0	6/24 (3)	基本的な飼育
9	3	6/24	51,000	0	0	7/1 (5)	基本的な飼育+加温 (設定水温 26°C)
10	3	6/26	43,000	18,437	42.9	着底開始後	基本的な飼育+加温 (設定水温 26°C) +Nfs-Na 使用
11	5	6/28	127,000	55,099	43.4	なし	基本的な飼育方法+Nfs-Na 使用
12	3	6/30	76,500	22,567	29.5	着底開始後	加温飼育(設定水温 26°C)+Nfs-Na 使用
「ほっとけ 飼育」区 1	3	7/2	44,600	10,449	23.4	着底開始後	「ほっとけ飼育」区 2, 3 から, 日齢 7 日目に 1/3 ずつ分槽して収容
同上 2	3	7/2	44,600	587	1.3	7/16 (12)	「ほっとけ飼育」
同上 3	3	7/2	44,600	0	0	7/14 (10)	「ほっとけ飼育」
13	3	7/4	121,000	13,740	11.4	着底開始後	通常より高密度で飼育開始+Nfs-Na 使用

2003 年

試験区 番号	飼育水槽 容量(トン)	採卵日 (月/日)	使用浮上 卵数 (個)	着底魚取上げ 尾数 (尾)	着底までの 生残率 (%)	大量斃死 発生日 (日齢)	試験内容
1	0.5	6/20	13,200	3,405	25.8	なし	「ほっとけ飼育」
2	3	6/27	47,600	4,672	9.8	特になし	「ほっとけ飼育」
3	3	6/30	46,400	18,449	39.8	着底開始後	再現性試験 (Nfs-Na 使用)
4	5	6/30	46,400	18,478	39.8	なし	養殖環境改善剤の使用 (Nfs-Na 不使用)
5	3	7/1	74,900	5,137	6.9	着底直前	「ほっとけ飼育」

*Nfs-Na: ニフルスチレン酸ナトリウム

する直前と予想される日令 3~4 日から 5 日間程度, NS 薬浴を濃度 1~2 ppm で行った。さらに過去には底掃除実施直後に大量斃死が発生することがあったため, 着底魚出現までの期間, 底掃除実施直後にも同様の NS 薬浴を行った (表 2)。

「ほっとけ飼育」および養殖環境改善剤を用いた飼育 2002, 2003 年に実施した「ほっとけ飼育」および養殖環境改善剤を用いた飼育方法も表 2 に示した。2002 年の「ほっとけ飼育」は, 飼育開始当初の水作りやワムシの給餌等については, 高橋⁶⁾の方法に準じた。しかし, オニオコゼ仔魚のふ化後数日の摂餌量はヒラメと比較して多くないためか, すぐにナンノクロロプシスが減少し, ワムシ密度が急速に高まった。その際は, 添加直後に細胞数が 500 万細胞/ml 程度になるように, 市販の海産濃縮クロレラ (東海澱粉; 商品名, マリーンフレッシュ) を添加した。また, 「ほっとけ飼育」は当初 2 水槽で実施していたが, 過去に実施した飼育例では底掃除実施直後に大量斃死が発生する事例が多かったことから, これら 2 つの水槽から, 最初の底掃除実施前にそれぞれ 1/3 ずつ分槽した試験区を設定し, 全体で 3 つの試験区において「ほっとけ飼育」を実施した。

2003 年における「ほっとけ飼育」は, 2002 年の結果から, ワムシの量が急速に増加することが予想されたことから, ワムシの添加密度は通常の飼育と変わらない程度

とし, ナンノクロロプシスの添加密度のみを通常飼育の 100 万細胞/ml から 500~800 万細胞/ml へ高めた。

養殖環境改善剤は, 浮上卵収容直後から, 市販の改善剤 (ミヤコ化学; 商品名, マリンベッド種苗) を 3 m³ 円形飼育水槽 (直径 2.4 m, 水深 0.8 m) 2 ヶ所に 500 g (合計 1 kg) ずつ分け, 45 μm ミュラーガーゼで作製したネットに入れて水槽内に垂下した。なお, 本剤の交換は 4~5 日に 1 回行った。

飼育水中の細菌数調査 2002 年の事例から, 大量斃死の原因として何らかの細菌, 中でもヒラメの腸管白濁症⁸⁾の原因と考えられている *Vibrio* 属細菌が疑われた。そのため, 大量斃死が発生した試験区 1~9 では, 突然の斃死であったことから実施できなかったものの, それ以後の試験区において, 飼育水の *Vibrio* 属細菌数 (TCBS 寒天培地 (*Vibrio* 属の選択培地 (日水製薬), 以下 TCBS 培地) に単離されたコロニー数) を適時測定した。なお方法は, ①オニオコゼの仔魚やワムシ等が混入しないよう, 飼育水を 30 μm ミュラーガーゼでろ過し, 試料原水とする, ②得られた試料原水 1 ml を 99 ml の滅菌海水で希釈し 100 ml とする, ③よく攪拌したのち, 滅菌マイクロピペットを用いて 100 μl 取り出し, TCBS 培地の入ったシャーレ 2 枚に拡げる, ④ 20°C で 2 日間培養した後, 単離されたコロニー数を計測し, 得られた結果の平均値から 1 ml 中の *Vibrio* 属細菌数を求めるの順で

行った。

2003 年は、各試験区から毎日 16 時に飼育水を採取し、2002 年の手順に従い試料原水を作製したのち、10 倍、もしくは 100 倍まで希釈した。この希釈液から 50 μ l または 100 μ l を採り、Marine Agar 2216 培地 (DIFCO、以下マリンアガー培地) および TCBS 培地に拡げ、20°C で 3~4 日間培養したのち、2002 年と同じ手順で 1 ml 中の総菌数 (Marine Agar 2216 培地に単離された細菌数) および *Vibrio* 属細菌数を求めた。

着底魚の飼育 2002 年、2003 年とも着底魚はサイホンを用いて取り上げたのち、1.5 m³ または 2.5 m³ 角型水槽 (0.5×3×0.5 m、または 0.5×5×0.5 m) 内に 2~4 mm 目合のトリカルネットで作製した飼育カゴ (0.6×0.85×0.4 m) を設置し、四隅にエアレーションを配置して飼育を行った。給餌餌料は 8 月中旬頃までアルテミアと市販の配合飼料 (粒径 0.7~1 mm) を併用し、それ以降は配合のみとした。飼育密度は、飼育開始当初は 1 カゴあたり 7,000~8,000 尾、それ以降はスリット選別を行いながら成長に伴って徐々に飼育尾数を減らし、8 月下旬の時点で 3,000~4,000 尾とした。2003 年は、浮遊仔魚期に使用したものと同じ市販の養殖環境改善剤を飼育水槽内 2 カ所に 500 g (計 1 kg) ずつ分け、浮遊仔魚期と同様に飼育水槽内に垂下した。換水率は毎時 0.5~1 回転とした。なお、体表等への糸状細菌、滑走細菌等の付着が認められ、かつ飼育カゴ 1 カゴあたりの斃死数が数十尾に達した際は、濃度 5~10 ppm、1~2 時間の NS 薬浴を数日間実施した。

結 果

浮遊仔魚期の種苗生産結果 2002 年および 2003 年における着底までの種苗生産結果を表 3 に示した。2002 年は、前半の 9 試験区すべてで大量斃死が発生したが、6 月 26 日以降に浮上卵を収容し、生物餌料の 2 次培養および飼育水の薬浴等でニフルスチレン酸ナトリウムを使用した 3 試験区では、それまですべての区で発生していた仔魚前~中期の大量斃死がみられなくなった。そのため、浮上卵から着底に至るまでの生残率もそれぞれ 42.9, 43.4, 29.5 (平均生残率 39.0%) と高くなった。2003 年は、1 水槽のみで 2002 年の再現性試験を行ったが、浮上卵から着底までの生残率は前年と同程度の 39.8% となった。両年とも着底開始直後から着底期前半にかけて斃死はほとんど認められなかったが、着底期後半では糸状細菌が原因と思われる死亡がいくつかの試験区で認められた。

2002 年の「ほっとけ飼育」は、給餌するワムシや、日令 3~4 日から 5 日間の飼育水に対する NS 薬浴を実施しなかったが、2002 年に実施したすべての飼育事例において、試験区 1~9 にみられたような大量斃死は発生しなかった。しかし、これらの試験区のうち、移槽せずに同じ水槽で継続飼育した 2 区の、うち 1 区は、日令 10 日から急激な減耗がみられて日令 12 日には全滅し、もう 1 区も日令 12 日から急激な減耗がみられ、浮上卵から着底に至るまでの生残率は 1.3% と極めて低くなった。しかし、日令 7 日の時点で別水槽に移槽した試験区は以

表 4. 2002 年に実施した *Vibrio* 属細菌数調査結果と観察経過

試験区番号	調査月日 (月/日)	日齢 (日)	換水率 (%/日)	水温 (°C)	<i>Vibrio</i> 属細菌数 (CFU/ml)	観察経過等
試験区 12	7/16	14	150	26.0	2.7×10 ⁴	底掃除実施直前、前日より着底魚出現
	"	"	"	"	1.19×10 ⁵	底掃除実施直後、浮遊仔魚が急激に底に沈み始めた
	"	"	"	"	7.0×10 ⁴	Nfs-Na 2 ppm 薬浴後 3 時間経過
	7/17	15	150	25.7	6.0×10 ³	底に沈んだ浮遊仔魚が浮上した
	7/18	16	150	25.9	—	生育状況は良好
	7/19	17	200	25.9	3.7×10 ⁴	
「ほっとけ飼育」区 2	7/20	18	300	26.3	4.4×10 ⁴	不明寄生虫の影響による大量死が発生
	7/16	12	0→100	26.6	1.0×10 ³ 未満	換水開始前 (底掃除後に Nfs-Na 2 ppm で薬浴)
	7/17	13	100	24.5	6.5×10 ³	
	7/18	14	100	24.7	—	底掃除実施後、Nfs-Na 1 ppm 薬浴
	7/19	15	150	25.0	4.6×10 ⁴	着底魚を確認
試験区 13	7/16	10	150	25.9	8.5×10 ³	底掃除実施直前
	"	"	"	"	5.0×10 ³	底掃除実施直後
	"	"	"	"	1.5×10 ³	Nfs-Na 2 ppm 薬浴後 3 時間経過
	7/17	11	150	25.4	2.25×10 ⁴	前日に培養ナンノクロブシスの添加を終了
	7/18	12	150	25.8	3.05×10 ⁴	底掃除実施直前
	"	"	"	"	4.35×10 ⁴	底掃除実施直後
	"	"	"	"	4.85×10 ⁴	Nfs-Na 1 ppm 薬浴後 3 時間経過
	7/19	13	150	25.9	3.0×10 ⁴	着底魚出現開始
7/20	14	300	26.3	3.5×10 ³	注水量を 150% から 300% へと倍増	
7/21	15	300	25.5	2.05×10 ⁴	多数の着底魚を確認	

* Nfs-Na: ニフルスチレン酸ナトリウム

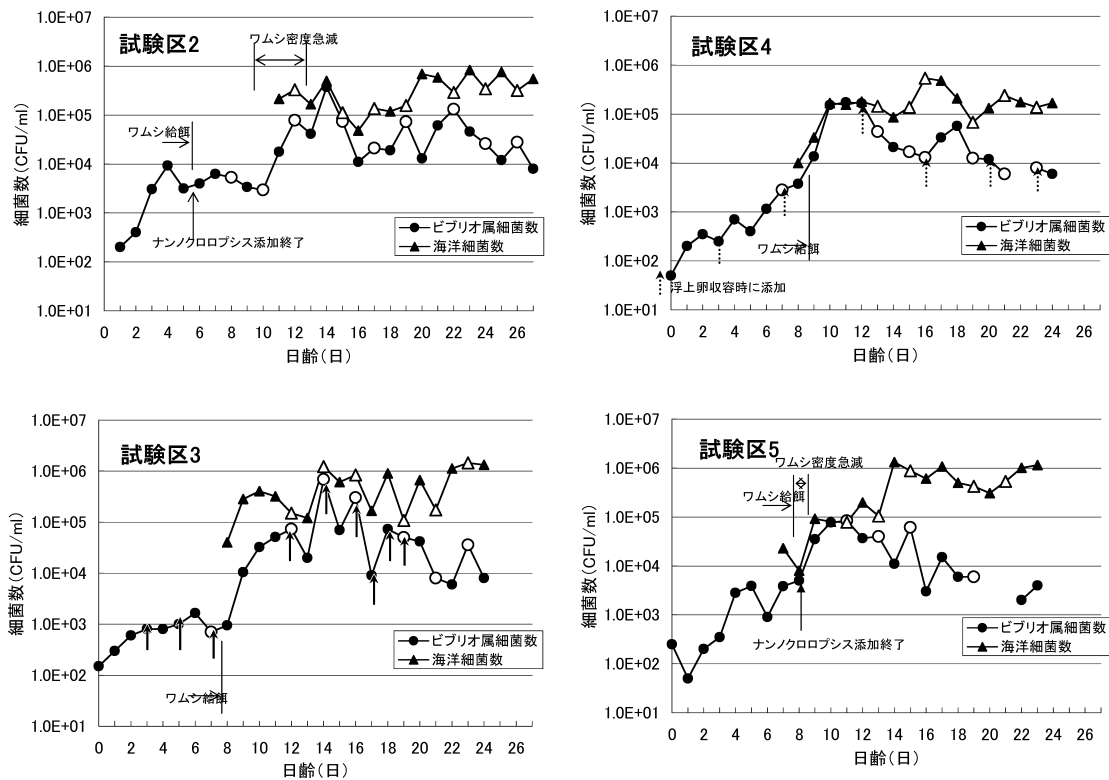


図1. 2003年に実施した飼育水中の細菌数調査結果
 中抜は底掃除を実施した日：←ニフルスチレン酸ナトリウムによる薬浴を実施
 縦軸は対数目盛：↔養殖環境改善剤（マリンベッド）添加

後、比較的順調に推移し、同生残率は23.4%に達した。2003年の「ほっとけ飼育」試験は3区で実施したが、最初の試験区のみ浮上卵から着底に至るまでの生残率が25.8%と比較的高かったものの、それ以降の同生残率は9.8%, 6.9%と低かった。「ほっとけ飼育」の仔魚大量斃死は2002年に全滅、もしくは全滅に近かった2水槽を除くと認められなかったが、浮遊仔魚中から後期にかけて徐々に減耗し、最終的な生残率は低くなる事例が多かった。

養殖環境改善剤を使用した2003年の試験区における浮上卵から着底に至るまでの生残率は39.8%と、過去の好事例と比較するとやや低かったものの、浮遊仔魚から着底魚取り上げ終了までの間、目立った斃死は認められず、順調に推移した。

浮遊仔魚飼育期間中における飼育水中の細菌数の変化
 表4に2002年に実施した細菌数調査結果を示した。試験区12で、着底魚が出現した日令14日の底掃除実施後に浮遊仔魚の遊泳力が低下し、底に沈下し始めたことから、その直後にNS薬浴を濃度2ppmで実施した。その後状況は急速に改善し始め、翌日は底に沈んだ仔魚の大部分が再び浮上し、正常な状態となった。その際のVibrio属細菌数は、底掃除実施直前が 2.7×10^4 CFU/mlであったのに対し、底掃除実施直後には 1.19×10^5 CFU/mlまで上昇した。しかし、薬浴から3時間経過後に細菌数の減少が認められ、翌日は 6.0×10^3 CFU/mlにまで減

少した。その後、日令18日に寄生虫（原因寄生虫の種類は不明）による大量斃死が発生したが、その際に飼育水中のVibrio属細菌数の顕著な増加は認められなかった。試験区13で日令10、および12日の底掃除前後に細菌数調査を実施したが、底掃除実施直後はVibrio属細菌数の顕著な増加が認められなかった。NS薬浴によるVibrio属細菌数の減少は、薬浴濃度を2ppmとした日令10日で見られたものの、半分の1ppmとした日令12日では認められなかった。また、ワムシとナノクロロプシスの添加を止めた後でVibrio属細菌数の増加が、注水量の増加を行った際はVibrio属細菌数の減少が見られた。「ほっとけ飼育」区2は、換水開始前のVibrio属細菌数が 1.0×10^3 未満（検出限界以下）と少なかったが、換水、底掃除を開始すると同時に増加し始め、着底魚が確認された日令15日には試験区12, 13とほぼ同じ水準の 4.6×10^4 CFU/mlに達した。

2003年に実施した試験区2～5の細菌数調査結果を図1に示した。試験区3（NS薬浴を行った試験区）のVibrio属細菌数は、日令8日目までは 10^3 CFU/ml前後で推移していたが、ワムシの給餌終了直後に増加に転じ、 $10^4 \sim 10^6$ CFU/mlに達した。浮遊仔魚後期（日令12日目以降）には、Vibrio属、および総菌数とも毎日の変動幅が大きくなった。底掃除、およびNS薬浴を実施した翌日の細菌数は、Vibrio属では低下する傾向が認められたが、総菌数では認められなかった。試験区4（養殖環

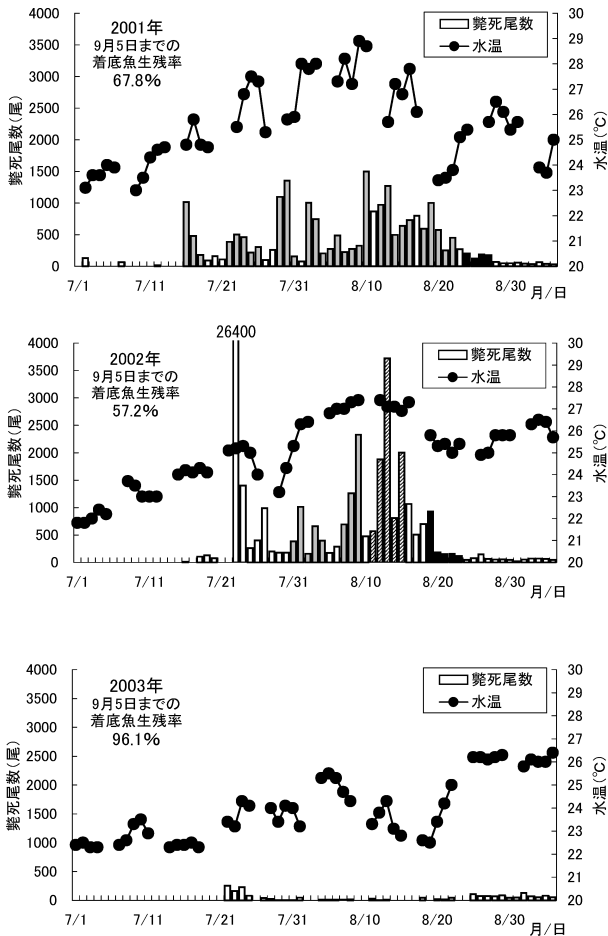


図2. 2001～2003年の着底魚飼育結果
 斃死尾数の灰色はニフルスチレン酸ナトリウム薬浴を、斜線はオキシテトラサイクリン薬浴を、黒塗り
 はオキシテトラサイクリン経口投与を実施を示す。

境改善剤（マリンベッド）を用いた試験区は、ワムシの給餌を行っていた日令8、9日目の *Vibrio* 属細菌数がそれぞれ 3.8×10^3 , 1.37×10^4 CFU/ml と、その他の試験区におけるワムシ給餌期間中の *Vibrio* 属細菌数と比較してやや高かった。その際の飼育水槽中のワムシ密度は、浮上卵の収容数と給餌量が試験区3と同じであったにもかかわらず、摂餌量が多かったためか、翌日の計数時にはほぼ0になっていた。なお、浮遊仔魚後期の *Vibrio* 属細菌数、および総菌数の毎日の変動幅は試験区3と比較して小さかった。試験区2の「ほっとけ飼育」における *Vibrio* 属細菌数の増加は、試験区3,4でみられたようにワムシの給餌終了直後ではなく、ワムシ密度が急減した日令11日以降であった。同じ「ほっとけ飼育」であっても、試験区5では試験区2よりもワムシ密度の急減が早かったためか、*Vibrio* 属細菌数の急増は日令9日に始まった。

着底魚の飼育 2002および2003年の着底魚飼育結果を図2に示した。なお、比較のため、2001年の結果も合わせて示したが、飼育方法は2002年と同様であった。2001, 2002年では取り上げ当初から糸状細菌によると思

われる斃死が続き、その都度NS薬浴を行ったが、効果は徐々に低下し、最終的にはまったく効果がみられなくなった。そのため、2001年は塩酸オキシテトラサイクリン（以下OTC）10ppm、1時間の薬浴も試みたが、効果は認められなかった。また、2002年には、不明寄生虫が原因と思われる斃死が発生し、斃死率は20%以上に達した。両年とも8月下旬の斃死の際、衰弱魚の尾部を切断し、TCBS培地による細菌分離を行った結果、*Vibrio* 属と考えられる細菌が純粋培養状態で分離されたことからビブリオ病と診断し、OTCを規定量、配合飼料に噴霧し、4～5日間経口投与した。結果、死亡は終息したものの、着底魚取り上げから同年9月5日までの生残率は、2001年が67.8%、2002年が57.2%まで低下した。2003年は着底魚取り上げ直後に若干の斃死が認められたものの、それ以降は順調に推移したことから、同期間の生残率は96.1%と高くなった。期間中の水温は2003年の7月下旬から8月中旬の間は平年より低かったが、それ以外はほぼ平年並みで推移した。

考 察

通常オニオコゼの種苗生産は、ふ化後10日目までの時期とふ化後15日目頃から着底時期にかけて大きな減耗がみられることが多い。前者は卵質の影響が、後者は餌料性の栄養障害や飼育水の水質の悪化、または感染症の可能性が指摘されている²⁾。当該におけるオニオコゼ種苗生産の結果（生産尾数と上位3水槽の平均生残率）を図3に示したが、1994年に浮上卵から着底魚取り上げ（日令15～40日、全長10～18mm）までの平均生残率47.0%（上位3水槽では51.5%、着底魚取り上げ尾数：131,000尾⁴⁾）を達成した後低迷し、1999年には、ついに1尾の着底魚も生産できない事態に陥った⁹⁾。1999年以前の種苗生産において、生産がうまくいかなかったのは、生物餌料の二次培養方法等の基本的な飼育技術に問題があったと想像されたため¹⁰⁾、2000年、および2001

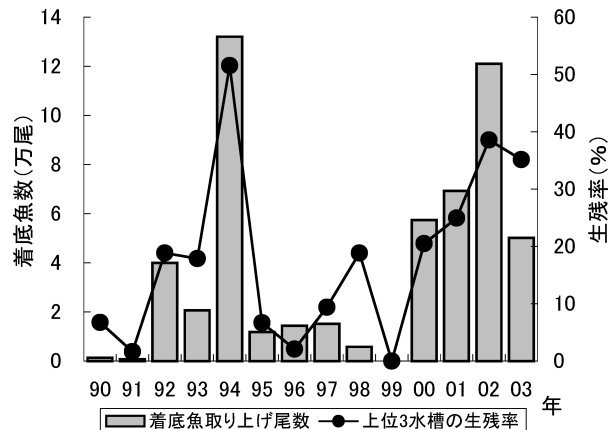


図3. 着底魚取り上げ尾数と上位3水槽の平均生残率 (%)

表 5. 飼育水 1 ml, およびオニオコゼ 1 尾あたりの細菌数 (1999 年)
(8 月 11 日採卵群 (飼育水槽は 0.5 m³) 菌数の単位は CFU)

調査項目/日令	1	2	3	4	5 ^{*2}	6
飼育水中のビブリオ属細菌数 ^{*3}	—	8.0×10 ²	2.4×10 ³	4.0×10 ³	—	5.0×10 ²
飼育水中の総菌数 ^{*4}	—	1.05×10 ⁴	2.63×10 ⁴	1.05×10 ⁵	—	6.5×10 ³
オニオコゼ正常魚 1 尾のビブリオ属細菌数 ^{*3}	—	3.0×10 ²	2.0×10 ²	2.5×10 ²	4.38×10 ²	2.75×10 ²
オニオコゼ異常魚 1 尾当たりのビブリオ属細菌数 ^{*3}	*1	*1	*1	*1	1.32×10 ⁴	*1
オニオコゼ正常魚 1 尾の総菌数 ^{*4}	—	1.25×10 ³	5.5×10 ²	9.5×10 ²	6.5×10 ²	3.75×10 ²
オニオコゼ異常魚 1 尾当たりの総菌数 ^{*4}	*1	*1	*1	*1	1.51×10 ⁴	*1

— 計測しなかった *1 異常魚がみられなかった *2 大量斃死が発生した日齢 *3 TCBS 培地上に単離されたコロニー数
*4 ZoBell2216e 培地上に単離されたコロニー数

年に、試験結果¹¹⁾に基づいた生物餌料の二次培養方法の適正化や、その他の飼育方法の見直しを図り、目標としていた着底魚 5 万尾の取り上げに成功した。親魚飼育や採卵方法並びに浮遊仔魚の飼育に用いた飼育水等その他の部分に 1999 年以前とそれ以降の間で大きく異なる点がなかったことから、生物餌料の二次強化方法の改善は、浮遊仔魚期の生残率向上に有効に作用していることが推察された。しかし、もう一つの目標としていた、同期間の生残率を 30% 以上とする点は、両年のすべての生産回次で達成することができなかった。また、全滅には至らず、斃死時期や斃死率に差はみられたものの、着底までに大量斃死が発生する事例が多かったことから、安定生産を行うためには、十分に強化された生物餌料を与える点や、親魚養成等、それまで検討してきた課題以外にも改善すべき要素が存在することを示しているものと思われた。

2002 年は生産回次 1~9 の浮遊仔魚期前半に大量斃死が発生し、着底魚が得られなかったが、通常、オニオコゼの種苗生産では産卵初期に得られた卵ほど良質卵とされており¹⁾、卵質が悪いとは考えられなかった。また、大量斃死の際、①仔魚の摂餌状態が悪いにもかかわらず、飼育水槽内のワムシが減少する、②魚の腹腔内に未消化のまま生残しているワムシが、多数存在する個体が見られる、③空胃個体の腹腔内に運動性のある細菌が大量に存在する個体が見られる、④積極的にワムシを摂餌していると考えられる成長がよい大型個体ほど早く斃死する、等の現象が観察された。これらの現象は 1999 年の種苗生産でもみられたが、その際に大量斃死が発生した水槽の仔魚について、正常遊泳個体と異常遊泳個体をマイクロホモジナイザーによりホモジナイズして検体とし、魚体内の *Vibrio* 属細菌数、および総菌数（ここでは ZoBell2216e 培地上に単離されたコロニー数）を比較している（表 5）。その結果、正常遊泳個体の *Vibrio* 属細菌数は異常遊泳個体の 1/30 程度で、異常遊泳個体では総菌数が *Vibrio* 属細菌数とほぼ同程度であった。これらのことから、何らかの細菌、具体的には腸管白濁症の原因とされる *Vibrio* 属細菌の大量斃死への関与が示唆されている。観察記録や斃死状況から、2002 年の大量斃死も何らかの細菌に起因すると思われる大量斃死と推定され

たことから、1999 年と同様であった可能性が高いと判断された。そのため、細菌に起因する大量斃死を低減する目的で、飼育水や生物餌料に対し、生菌数を 1~2 オーダー低下させることが知られている¹²⁾、ニフルスチレン酸ナトリウムによる定期的な薬浴を行った。その結果、それ以降の生産回次は順調に推移し、複数の試験区において浮上卵から着底に至るまでの生残率を目標の 30% 以上にすることができた。さらに、NS 薬浴を行った際の細菌数の変化から、薬浴濃度にもよるが、飼育水の細菌数、特に *Vibrio* 属細菌数を減少させる効果が確認された。

2002 年、および 2003 年に実施した「ほっとけ飼育」は、飼育水とワムシに対する NS 薬浴を実施していないにもかかわらず、2002 年の試験区 1~9 のような大量斃死は発生せず、また、一部の試験区で、浮上卵から着底に至るまでの生残率が 20% 以上と比較的高い結果が得られた。「ほっとけ飼育」による種苗生産は、*Vibrio* 属細菌数が通常の種苗生産より低く推移することが知られているが⁶⁾、これまでの測定結果でも、通常の種苗生産と比較して低かった。通常の飼育に移行すると *Vibrio* 属細菌数は増加に転じ、最終的には通常の種苗生産と同じレベルに達するが、*Vibrio* 属細菌に対する感受性は、浮遊仔魚後期より浮遊仔魚前期の方がより高いと思われるので、仔魚前期の *Vibrio* 属細菌数を減少させる目的で「ほっとけ飼育」を行うことは、安定的なオニオコゼの種苗生産を行ううえで有効な手法の一つと考えられる。しかし、「ほっとけ飼育」から通常の飼育に移行する際に、飼育水の細菌相や細菌数等、急激な飼育環境の変化が起こると考えられることから、この変化を最小限に抑えるため、飼育水ごと別の水槽に移動するなど、2002 年に実施したような、飼育環境を安定させる工夫を行う必要があると考えられる。

また、2003 年は養殖環境改善剤を使用することで、NS 薬浴を行った場合と同等の生残率を得たが、本方法を用いた場合の飼育水中の細菌数変動は、NS 薬浴を行うのと比較して毎日の変動幅が小さく、安定的であった。これに対して、NS 薬浴を行った場合では、総菌数、*Vibrio* 属細菌数ともに毎日の変動幅が大きかった。このことは、抗菌剤（ニフルスチレン酸ナトリウム）の使用

が細菌に起因する大量斃死に対して有効であると推定されるものの、短時間で細菌数は増加に転じ、以前の水準を上回って増殖すると推測されることから、結果として薬剤の反復使用を招き、薬剤耐性菌の出現が危惧されると考えられた。実際、NS薬浴を多用した2002年の仔稚魚が、着底後期以降に糸状細菌が原因と考えられる斃死を起こし、さらにその死亡が完治しない要因の一つになっていることが推察された。そのため、オニオコゼ仔稚魚期の細菌に起因する斃死を防止するためには、抗菌剤を用いるより、魚に対する毒性のない細菌を飼育水や餌料培養環境中に優占させ、腸管白濁症の原因となるような、一部の *Vibrio* 属細菌等の、毒性が強い細菌の増殖を抑えるような手法を用いる方が長期的にみて有効であると思われる。

オニオコゼ仔魚の生残率を高める方法としては、これ以外に飼育水に紫外線殺菌処理海水を用いることで全長12から14 mmに達するまでの生残率を高めた事例¹³⁾や、0.45 μm マイクロセラミックフィルターでろ過した海水をさらに紫外線殺菌処理装置を通すことで生残率を高めた事例³⁾がある。現場も1 μm のカートリッジフィルターで飼育水をろ過しており、一部の飼育事例でさらに紫外線殺菌装置を通した海水を用いているが、紫外線殺菌装置を使用しない海水を用いた事例と大差なく、また、装置を用いた場合も大量斃死が認められることがあった。紫外線処理や精密ろ過により、飼育水からの *Vibrio* 属細菌の侵入は十分阻止できると考えられるが、本菌の飼育水槽への侵入経路には、ワムシや、ワムシ残餌・糞等の沈殿物の塊、アルテミア等の生物餌料や、浮上卵収容時等も考えられるため、注水する海水を処理するだけでは十分とはいえない。また、イタヤガイの幼生飼育¹⁴⁾で、孔径0.4 μm の精密ろ過器でろ過した海水を用いた方が、孔径1 μm のフィルターでろ過した海水を用いるより、飼育水中の生菌数が多くなったり、特徴的なコロニーを呈する細菌が優占する際に幼生の集積が起こり、種苗生産が不調になる等の問題が生じている。このように、より精密なろ過や殺菌を行うことが、必ずしも種苗生産結果に対してよい方向に働くとは限らないものと思われる。細菌は常に多くの種が競合、拮抗しているので、用水のろ過や殺菌が細菌群間のバランスを乱し、種苗生産時には特殊な細菌相をもたらすことが考えられる。

なお、基本的な技術の見直しや細菌に起因する大量斃死低減に関するアプローチのほか、現場における大量斃死は飼育水温の上昇に連動する事例が多かったことから、2002年に各種日令の浮遊仔魚を1リットルの密閉容器に入れ、飼育水+3~4°Cのウオーターバスに容器ごと搬入し、経過を3~4日間観察したが、斃死はほとんど認められず、着底直前の一部個体は容器中で着底した。このことは水温の上昇自体がオニオコゼ仔魚の死亡原因とはならないことを示していると思われる。

これまでの結果から、現場におけるオニオコゼ仔魚の斃死要因として細菌が関与していることが考えられ、また、これらの斃死を防ぐ方法として、抗菌剤の使用、「ほっとけ飼育」および養殖環境改善剤の使用等の細菌に起因する大量斃死低減に関する試みは、どれもオニオコゼ仔魚の生残率向上に有効と判断された。大量斃死の原因となった細菌の供給源が何であったのかについては、今回の結果からは明らかにできなかったが、何らかの形で特定の *Vibrio* 属細菌等の細菌数および細菌相を制御することは、種苗生産結果に対し、プラスに働くことが明らかとなった。

謝 辞

本研究を取りまとめる機会を与えて頂き、貴重なご助言を賜りました、島根県水産試験場、由木雄一研究開発部長に深謝いたします。また、稿を終えるにあたり、オニオコゼの種苗生産に協力していただいた青戸富美枝さん、加藤栄子さん、また、細菌の分離、計数に協力していただいた形岡靖子さんほか職員各位に心より深謝いたします。なお、本研究の一部は水産庁資源増大技術開発事業によったことを付記して感謝します。

文 献

- 1) 睦谷一馬 (1997) オニオコゼの種苗生産に関する研究. 栽培技研, 26, 1-7.
- 2) 睦谷一馬・中瀬玄徳・柳 秀林 (2001) オニオコゼの種苗生産に関する研究—II 流水飼育と循環ろ過飼育. 栽培技研, 29, 1-7.
- 3) 狭間弘学 (1999) オニオコゼの種苗生産試験. 平成10年度和歌山県農林水産総合技術センター水産増殖試験場報告, 31, 6-10.
- 4) 山田 正 (1996) 増養殖技術開発事業新魚種開発 (オニオコゼ). 平成6年度島根県水産試験場事業報告, 116-122.
- 5) 曾田一志・山田 正 (1997) 地域特産種量産放流技術開発事業, 平成7年度島根県水産試験場事業報告, 97.
- 6) 高橋庸一 (1998) 平成10年度栽培漁業技術研修事業基礎理論コース仔稚魚期の発育シリーズ, 日本栽培漁業協会 No. 14.
- 7) 伏見 徹・馬久地隆幸 (1990) ヒラメの初期斃死機構に関する研究. 平成元年度魚病対策技術開発研究成果報告書, 日本水産資源保護協会, 39-44.
- 8) 増村和彦・伏見 徹 (1987) ヒラメの初期斃死機構に関する研究. 昭和61年度魚病対策技術開発研究成果報告書, 日本水産資源保護協会, 11-12.
- 9) 清川智之 (1999) 平成11年度特定海域新魚種定着促進技術開発事業報告書, 水産庁, 島根 1-19.
- 10) 清川智之 (2000) 平成12年度資源増大技術開発事業 (魚類Aグループ) 水産庁, 島根 1-14.
- 11) 関内 洋・清川智之・井岡 久 (2002) 栄養強化したワムシ, アルテミアの脂肪酸組成等の培養中の変化. 水産物の利用に関する共同研究集第42集 (第49回日本海水産物利用担

- 当者会議), 新潟県水産海洋研究所, 52-55.
- 12) 宮川宗記・室賀清邦 (1988) シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* の細菌叢. 水産増殖, **35**, 237-243.
- 13) 板垣恵美子 (2000) オニオコゼ. 平成 10 年度日本栽培漁業協会事業年報, 220-222.
- 14) 勢村 均 (1994) イタヤガイ幼生飼育において飼育水中に出現する細菌の数量的変動と幼生に及ぼす影響. 水産増殖, **42**, 157-164.

種苗生産過程の海産魚介類における 疾病発生状況 (1994~1999)

鴨志田正晃*1・高橋 誠*2・水田洋之介*3

Diseases occurring in marine fish and shellfish Hatcheries in Japan (1994-1999)

Masaaki KAMOSHIDA, Makoto TAKAHASHI, and Yohnosuke MIZUTA

In 1989, the Japan Sea-Farming Association implemented a project to collect informations on diseases occurring in larval and juvenile marine fish and shellfish at public hatcheries in Japan. From 1994 to 1999, a total of 255 cases were reported, including viral diseases (27.1%), bacterial disease (23.1%), fungal disease (14.9%), parasitic disease (3.9%) and other diseases of unknown etiology (31.0%). Viral nervous necrosis (VNN), penaeid acute viremia (PAV=white spot syndrome), and viral epidermal hyperplasia were the major viral diseases reported. Six fish species were newly added to the natural host range of VNN virus during this period (1994~1999). Kuruma prawn PAV was first reported in hatcheries in 1995, two years later following the introduction of the virus into Japan. Among the observed bacterial diseases, bacterial enteritis, vibriosis, abdominal swelling, and gliding bacterial disease were prevalent. Fungal diseases have recently become a serious problem for several crustacean species. Moreover, amyotrophia in abalone and epitheliocystis-like disease in fish were often reported. However, outbreaks of VNN in striped jack, PAV of kuruma prawn, and amyotrophia of abalone have been decreasing due to the increasing implementation of prophylactic measures.

2004年7月5日受理

日本の海面漁業の生産量は減少傾向にあり、資源増大を図る一つの手法として昭和38年(1963年)度から国の事業として栽培漁業が開始され、同時に海産魚介類の種苗生産に関する技術開発が急速に進められてきた。種苗放流の増加に伴い国営栽培漁業センターのほか県営栽培漁業センター等の整備も進み、1999年には全国で魚類、甲殻類、貝類等計86種が種苗生産され、このうち34種で年間100万個体以上の大量生産が可能となっている¹⁾。一方、種苗生産尾数、対象種の増加に伴い種苗生産現場での疾病の発生が増加し、重大な被害を及ぼす疾病が報告されている²⁻⁴⁾。今後栽培漁業を推進する上で疾病の防除は一段と重要な課題になると思われる。このような背景から(社)日本栽培漁業協会(以下、日裁協)では、1989年から水産庁の委託を受け、種苗生産期に発生する

海産魚介類の疾病の発生状況を把握する目的で種苗期疾病情報事業に着手した。1989年から1994年3月までの種苗期疾病の発生状況は西岡ら⁵⁾がとりまとめ報告している。ここでは1994年4月から1999年12月までに本事業に報告された種苗期疾病の発生状況について紹介する。

種苗期疾病情報事業のシステム 種苗生産期間中に発生した疾病または大量死の事例について、動物種、発生時期、症状、種苗の飼育・被害状況および対策等の情報を以下に示した95の公的機関から入手し、種苗期疾病速報として各機関に送付した。その後、原因の調査結果等を中心に補填調査も実施し、大学や独立行政法人水産総合研究センター等の魚病専門家と日裁協役員で構成する検討会を毎年開催し内容を吟味したうえで、種苗期の

*1 独立行政法人水産総合研究センター栽培漁業部 〒220-6115 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-3-3 (Fisheries Stock Enhancement Department, 2-3-3, Minatomirai, Yokohama, Kanagawa, 220-6115 Japan).

*2 独立行政法人水産総合研究センター伯方島栽培漁業センター 〒794-2305 愛媛県越智郡伯方町木浦甲 2780.

*3 社団法人全国豊かな海づくり推進協会 〒101-0047 東京都千代田区内神田 2-2-1.

疾病発生状況としてとりまとめた。また、毎年発生する魚病の中で特に問題となっている疾病については、疾病防除対策の参考にするために種苗期疾病別検討会を開催した。また、問題となった疾病の詳細な発生状況、対応策等に関する情報を収集するため、必要に応じて関係機関にアンケート調査も実施した。

本事業では陸上水槽での種苗生産過程のみでなく海上小割生簀等での二次飼育中に発生した疾病についても情報収集しており、仔稚魚のみならず幼魚の情報も含まれている。西岡ら⁵⁾は仔魚期、稚魚期に分けて情報を整理したが、魚種によっては仔稚魚の区分けについて明確でないこともあり、本報告では疾病発生時の大きさおよび発育ステージを明記した。

疾病発生件数は、1 機関で疾病が発生した場合、生産目標を達成するために繰り返し生産事例を重ねるため、疾病発生飼育事例数を 1 件として整理すると極端に発生件数が多くなることがある。そこで疾病発生件数は、年毎に一つの機関の 1 動物種で一つの疾病が発生した場合を 1 件として整理した。なお、表中には飼育事例別疾病発生件数についても併記した。

参加機関 参加機関は全国の海産魚介類を種苗生産している公的機関で、39 都道府県の 63 の栽培漁業センターと 16 水産試験場および日裁協 16 事業場の計 95 機関(2000 年 3 月現在)である。

動物種 種苗生産・入手放流実績¹⁾に記載された 1999 年度の種苗生産動物種を表 1 に示した。海産魚介類のうち魚類 36 種、甲殻類 17 種、貝類 25 種、その他 8 種の計 86 種が種苗生産されている。

疾病名 疾病名については日本魚病学会で選定された疾病名⁶⁾を使用した。一般的に種苗生産現場で呼称されているが、正式に選定されていない疾病については仮称((仮)と記す)とし、原因については便宜的に情報提供者の推察に従って分類した。

動物種別疾病発生状況 1994 年 4 月から 1999 年 12 月までに本事業に報告された種苗期疾病情報をとりまとめ、表 2 に示した。合計で 255 件(飼育事例別疾病発生件数では 702 件)の疾病が報告され、このうち魚類からの報告が 146 件(57.2%)と最も多く、次いで甲殻類 81 件(31.8%)、貝類 24 件(9.4%)、その他 4 件(1.6%)であった(図 1)。86 の動物種のうち疾病が報告されたものは 42 種(48.8%)であり、種類別にみると、魚類では対象種 36 種のうち 26 種(72.2%)で、甲殻類では 17 種の

うち 7 種(41.2%)で、貝類では 25 種のうち 6 種(24.0%)で、その他では 8 種のうち 3 種(37.5%)で疾病の発生が報告された(図 2)。魚類で対象種の約 7 割で疾病が発生しているのが特徴的である。

動物種別にみると、主要な魚類ではヒラメの疾病が 43 件と多く、次いでマダイ 14 件、スズキ 11 件、キジハタ、クエがそれぞれ 9 件、シマアジが 8 件であった。ヒラメでは細菌性腸管白濁症、ウイルス性神経壊死症(viral nervous necrosis: VNN)、ウイルス性表皮増生症の報告が、スズキ、キジハタ、クエ、シマアジではそれぞれ VNN の報告が多かった。甲殻類ではクルマエビの疾病が 33 件と最も多く、次いでヨシエビ 20 件、ガザミ 17 件の順となっている。クルマエビではクルマエビ急性ウイルス血症(penaeid acute viremia: PAV、国際的には white spot syndrome あるいは white spot disease と呼ばれる)、真菌病の報告が、ヨシエビ、ガザミではそれぞれ真菌病の報告が多かった。貝類ではクロアワビの筋萎縮症(仮)の報告が 15 件と多かった。

原因別疾病発生状況 原因別にみるとウイルス病が最も多く 69 件(27.1%)、細菌病が 59 件(23.1%)、真菌病が 38 件(14.9%)、寄生虫病が 10 件(3.9%)、その他・不明病が 79 件(31.0%)であった。その他・不明病には原因が特定されていない筋萎縮症(仮)が 16 件、エピテリオシスチス類症が 6 件含まれていた。

地域別疾病発生状況 地域別にみると海産魚の種苗生産を実施している 39 都道府県のうち 36 府県(92.3%)で、また、疾病情報事業に参加している 95 機関のうち 57 機関(60%)で疾病の発生が報告された。疾病発生機関の割合は中国地区が 81.8%、四国地区が 80.0%、九州地区が 75.0%と高く、関東地区は 33.3%、北海道・東北地区は 38.9%と低かった。疾病発生件数は九州地区が 86 件(33.7%)と最も多く、次いで中国地区が 52 件(20.4%)となり、関東地区は 5 件(2.0%)、北海道・東北地区は 16 件(6.3%)と少なかった(表 3)。

被害状況 動物種別疾病別の被害状況を表 4 に示した。

複数回発生し、疾病発生率(疾病発生事例数/飼育事例数)が高い疾病として、イシガキダイ、スズキ、イシダイ、コチの VNN、ガザミおよびクルマエビのピブリオ病、クロダイの腹部膨満症、スジアラの滑走細菌症、イシガキダイのパスツレラ症、トヤマエビの中腸腺白濁症(仮)、クエのアミルウージニウム症が挙げられ、これらの疾病発生率は 70%を上回り、一度発生すると被害が大きくなる疾病と考えられた。

死亡率が高い疾病としては、ヒラメ、シマアジ、キジハタ、クエ、マダラ、イシガキダイ、スズキ、イシダイ、マハタ、コチ、マガレイの VNN、ヒラメおよびクロソイのウイルス性表皮増生症、マダイ、イシガキダイおよびシマアジのイリドウイルス病、クルマエビの PAV、クロアワビおよびエゾアワビの筋萎縮症(仮)、クルマエビのピブリオ病、ヒラメの細菌性腸管白濁症、クロダイおよび

表 1. 種苗生産動物種の種類と構成割合

動物種	種類数	構成割合 (%)
魚類	36	41.9
甲殻類	17	19.8
貝類	25	29.1
その他	8	9.3
計	86	100.0

表 2. 種苗期疾病の発生状況 (1994~1999)

原因 疾病発生件数 (%)	疾病名	動物種	発生年	発病サイズ (mm), ステージ*1	水温 (°C)	発生件数		
						①	②	
ウイルス病 69 (27.1)	VNN	ヒラメ	95, 96, 98, 99	TL9~50	14~20	7	13	
		シマアジ	94~96	TL3~60	15~24	6	29	
		キジハタ	94, 97~99	TL3~24	21~30	6	18	
		クエ	95~99	TL3~FL54	20~28	6	17	
		マダラ	96, 98, 99	TL8~129	9~14	4	9	
		イシガキダイ	94	TL4~100	20~29	3	15	
		スズキ	95, 96, 98	TL9~15	15~18	3	7	
		イシダイ	94, 95	TL3~8	21~28	2	7	
		マハタ	97, 98	TL4~40	24~27	2	2	
		コチ	96	TL3~8	24~35	1	10	
	マガレイ	96	TL10	19	1	1		
	ウイルス性表皮増生症	ヒラメ	95, 96, 98	TL5~22	16~21	6	28	
		クロソイ	94, 96	TL9~15	14~18	2	3	
		ムシガレイ	96	TL7	17~20	1	1	
		ニシン	97	TL13~14	13~15	1	1	
	イリドウイルス病	マダイ	95	TL60~80	24~27	1	1	
		イシガキダイ	97	TL90~140	19~23	1	1	
		クエ	97	TL75	24	1	1	
		シマアジ	97	FL140	22~24	1	1	
	PAV	クルマエビ	95, 97~99	TL10~35	22~30	11	25	
		ヨシエビ	95, 97, 98	P50~P79	25~27	3	5	
細菌病 59 (23.1)	ヒブリオ病	マガレイ	94	TL50	12~14	1	1	
		マダイ	99	TL13	19~22	1	1	
		ブリ	95	TL60~75	18~19	1	1	
		クエ	96	TL23~30	24	1	1	
		トラフグ	97	TL25~30	26	1	3	
		クルマエビ	99	TL20~25	23~25	2	2	
		ヨシエビ	97	P16~P58	26~28	2	6	
		クマエビ	97	TL6	27~28	1	9	
		ガザミ	99	Z4~M	25~26	1	6	
		トコブシ	97	SL10~30	19~27	1	1	
		細菌性腸管白濁症	ヒラメ	95~99	TL6~20	15~24	14	59
		腹部膨満症	クロダイ	95, 96	TL4~15	18~23	4	32
			マダイ	98	TL5	19~22	1	3
			ヒラメ	94	TL6	17~18	1	1
		滑走細菌症	マダイ	95, 98	TL20~40	18~23	2	3
			ヒラメ	99	TL30~55	21~23	1	1
			マガレイ	95	TL200~300	9	1	1
			スジアラ	98	TL68~120	26~28	1	3
			アカウニ	94	SL3~12	17	1	1
	棘抜け症 (仮)	アカウニ	95	SL4~12	11~13	1	1	
		バスツレラ症	ブリ	95	TL132~208	28~29	1	1
	イシガキダイ		99	TL42	26~27	1	2	
	エドワジェラ症	ヒラメ	95	TL30~45	17~18	1	1	
	シュードモナス病	スズキ	98	TL60	17~20	1	2	
	中腸腺白濁症 (仮)	トヤマエビ	97, 98	Z3~Z6	10~16	2	10	
	消化管白濁症 (仮)	ハナサキガニ	98	Z3	8	1	2	
	その他	マダイ	98	TL8~12	25	1	5	
		スジアラ	99	TL50	27~28	1	1	
		オニオコゼ	98	TL11~12	26	1	3	
		クルマエビ	95, 98, 99	M3~TL24	20~28	6	27	
		ヨシエビ	98	M1~P10	26~27	1	9	
		ガザミ	97, 98	Z2~Z4	23~26	2	2	
		メガイアワビ	98	SL25~35	23~24	1	1	

表 2. つづき

原因 疾病発生件数 (%)	疾病名	動物種	発生年	発病サイズ (mm), ステージ*1	水温 (°C)	発生件数	
						①	②
真菌病 38 (14.9)	真菌症	ヨシエビ	94~99	Z1~P10	26~30	12	42
		クルマエビ	94~99	N~P6	21~29	11	26
		クマエビ	95, 99	Z1~P7	25~28	2	5
		ガザミ	94, 96~99	Z1~M	23~28	10	49
		タイワンガザミ	94, 98, 99	Z2~Z4	24~30	3	3
寄生虫病 10 (3.9)	スクーチカ症	ヒラメ	95	TL12	24~26	1	2
	白点病	マダイ	99	TL40~50	24~25	1	1
		イシガキダイ	94	TL6~12	24~26	1	3
	ウズムシの寄生症 (仮)	マダイ	94	TL10	23	1	1
		オニオコゼ	99	TL25~50	22~25	1	2
	アミルウージニウム症	クエ	99	TL8~10	25	1	3
	べこ病	ブリ	95	TL130~150	22	1	1
	血管内吸虫症	ブリ	94, 95	TL173~296	22~27	2	2
不明	オニオコゼ	98	TL18	30	1	2	
不明病 79 (31.0)	筋萎縮症 (仮)	クロアワビ	94~99	SL3~36	13~28	15	15
		エゾアワビ	96	SL5~10	17~29	1	1
	エピテリオシスチス類症	スジアラ	94, 99	TL4~15	27~29	2	13
		ハマフエフキ	94	TL9	28	1	1
		シマアジ	95	TL6~10	25	1	1
		マダイ	99	TL5~6	23	1	1
ブリ	99	TL12~16	22	1	1		
不明	26 魚種	94~99			57	130	
合計						255	702

①1 機関, 1 動物種, 1 疾病を 1 件とした場合の疾病発生件数

②飼育事例別疾病発生件数

*1 TL: 全長, FL: 尾叉長, SL: 殻長, SD: 殻径, N: ノープリウス, Z: ゴエア, M: メガロパ, ミシス, P: ポストラーバ

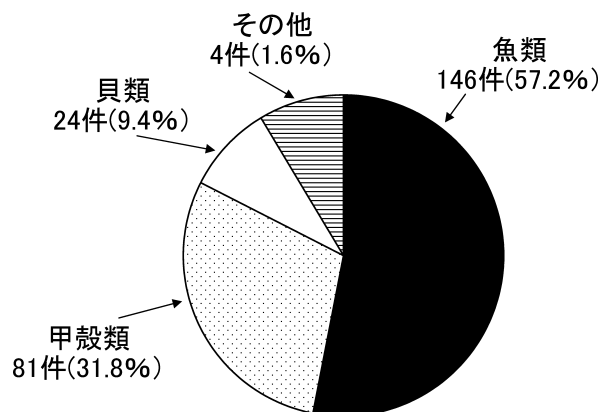


図 1. 報告された疾病の動物種別の構成割合

びマダイの腹部膨満症, マガレイの滑走細菌症, アカウニの棘抜け症 (仮), ハナサキガニの消化管白濁症 (仮), ヨシエビ, クルマエビ, クマエビ, ガザミおよびタイワンガザミの真菌病, クエのアミルウージニウム症, スジアラ, シマアジ, マダイおよびブリのエピテリオシスチス類症が挙げられ, これらの疾病による死亡率は 80% を越す飼育事例があった。特にウイルス性疾病, 真菌病の死亡率は高く, 被害が大きくなる場合が多かった。

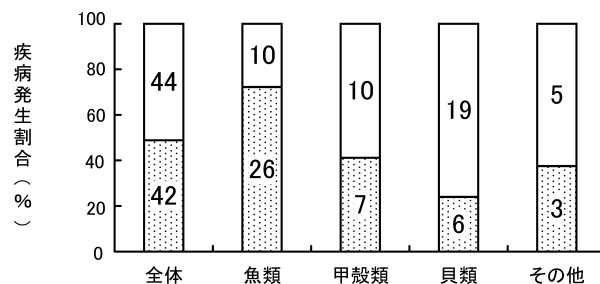


図 2. 各動物種ごとの疾病発生割合

■: 疾病発生あり, □: 疾病発生なし.

主な疾病の発生状況 種苗期疾病情報事業に報告された主要な疾病の年別発生状況を表 5 に示した。

1. ウイルス病

ウイルス性神経壊死症 (VNN) VNN の発生は 1994, 1996 年に 10 件と多く, その後減少傾向にはあるが, 毎年発生が報告されている。1994 年以前にシマアジ, イシガキダイ, イシダイ, トラフグ, キジハタ, クエおよびマツカワの 7 魚種で本病発生の報告があったが, 1994~1999 年の 6 年間に新たにヒラメ, スズキ, マガレイ, マダラ, コチおよびマハタの 6 魚種で報告があり, 感染魚

表 3. 地域別にみた種苗期疾病発生件数 (1994~1999)

地域区 (県名: 県数)	疾病発生 都道府県数	種苗生産 機関数 (A)	疾病発生種苗 生産機関数 (B)	(B/A) (%)	疾病発生件数	
					①(%)	②(%)
北海道・東北 (北海道, 青森, 岩手, 宮城, 秋田, 山形, 福島: 7)	6	18	7	38.9	16 (6.3)	48 (6.8)
関東 (茨城, 千葉, 東京, 神奈川: 4)	2	9	3	33.3	5 (2.0)	14 (2.0)
中部 (新潟, 富山, 石川, 福井, 静岡, 愛知: 6)	6	15	8	53.3	31 (12.2)	70 (10.0)
近畿 (三重, 京都, 大阪, 兵庫, 和歌山: 5)	5	12	7	58.3	34 (13.3)	70 (10.0)
中国 (鳥取, 島根, 岡山, 広島, 山口: 5)	5	11	9	81.8	52 (20.4)	188 (26.8)
四国 (徳島, 香川, 愛媛, 高知: 4)	4	10	8	80.0	31 (12.1)	81 (11.5)
九州 (福岡, 佐賀, 長崎, 熊本, 大分, 宮崎, 鹿児島, 沖縄: 8)	8	20	15	75.0	86 (33.7)	231 (32.9)
合計	39	95	57	60.0	255 (100)	702 (100)

①1 機関, 1 動物種, 1 疾病を 1 件とした場合の疾病発生件数

②飼育事例別疾病発生件数

種が広がる傾向にある。症状として活力の低下, 浮上横臥, 狂奔遊泳, 体色の黒化がほとんどの魚種に共通して挙げられ, このほかにヒラメ, クエ, マハタでは脳の発赤, シマアジ, イシダイでは鰓の膨張が挙げられている。診断は主に罹病魚から原因ウイルスの遺伝子を検出する PCR 法により行われている⁷⁾。発病サイズは, イシダイ, スズキ, コチ, マガレイでは全長 3~15 mm と仔魚期のみ報告であるが, イシガキダイ, シマアジ, クエ, マダラでは仔魚期に加え全長 50 mm を超えるサイズでも報告があり, 発病サイズは広範囲にわたっている。発病時の飼育水温は魚種により異なり 9~35℃であった。シマアジ, スズキ, ヒラメ, マダラ, マガレイでは 20℃以下の水温でも発病が報告されている。シマアジでの感染経路は垂直感染と水平感染の両方が関与しており, 親魚からの垂直感染防除対策として産卵親魚の飼育管理, 親魚の生殖巣の PCR 検査結果に基づくウイルス陰性親魚の使用, 受精卵のオキシダント海水あるいはヨード剤による消毒, 水平感染防除対策として飼育用水および飼育施設の殺菌や飼育に供する個体数の低減が行われており防除効果が認められている^{8,9)}。他魚種では主に受精卵の消毒および水平感染防除対策が実施されているが, 防除効果は低く発病した場合は, 種苗の廃棄処分, 施設の消毒等が行われている。この 6 年間に 11 魚種で併せて 1,000 万尾以上の仔稚魚の死亡が報告されており被害は大きい。

ウイルス性表皮増生症 ウイルス性表皮増生症¹⁰⁾は発生件数は少ないものの 1999 年を除き毎年報告されている。発生の報告はヒラメが多く, このほかにクロソイ, ムシガレイ, およびニシンで発生が報告された。症状として活力の低下や摂餌不良および体表, 尾鰭, 背鰭に多数の球形細胞が認められた。診断は主に検鏡による表皮

における球形細胞の確認により行われている。発病サイズはヒラメでは全長 5~22 mm, クロソイでは全長 9~15 mm, ムシガレイでは全長 7 mm, ニシンでは全長 13~14 mm とほとんどが仔魚期で発病している。発病時の飼育水温は 13~21℃であり, 20℃以下で発病する例が多い。死亡率は 63~100%と高く, 発病した場合は廃棄処分された事例が多い。ヒラメでは 6 年間で 1,000 万尾以上の死亡が報告され被害が大きい。

イリドウイルス病 1995 年にマダイで 1 件, 1997 年にシマアジ, クエ, イシガキダイでそれぞれ 1 件ずつイリドウイルス病 (RSIV 感染症)¹¹⁾の発生が報告された。症状として活力の低下, 体色の黒化, 貧血症状, 脾臓の肥大が挙げられている。いずれの事例も二次飼育中の海面生簀または陸上水槽で発病しており, 発病サイズは全長 60~140 mm であり, 仔魚での発生は報告されていない。診断は主に脾臓のスタンプ標本にギムザ染色を施し, 異形肥大細胞を観察する方法がとられている¹²⁾。死亡率はクエの事例を除き 90%以上と高い。

クルマエビ急性ウイルス血症 (PAV) 1995 年に本情報事業で初めてクルマエビ急性ウイルス血症 (PAV)¹³⁾の発生報告があり, その後も 1996 年を除き毎年 2~4 件が報告されている。これまでクルマエビおよびヨシエビの 2 種で発生が報告されている。症状として遊泳の緩慢, 体色の赤変または褪色, 頭胸甲部に観察される白点, 旋回遊泳等が挙げられ, 診断は主に PCR 法によるウイルス遺伝子の検出で行われている。発病時の日齢はクルマエビではポストラバ 19 日齢期 (P19)~P57, ヨシエビでは P50~P79 である^{*4)}。発病時の飼育水温はクルマエビでは 22~30℃, ヨシエビでは 25~27℃で, 発病時期は 9 月以降の高水温期が多かった。佐藤ら¹³⁾によれば, 親エビからの採卵時期が遅いほど種苗からの原因ウイル

*4 ポストラバ期の記載については佐藤ら¹³⁾に準じ, ポストラバ期に達した段階からの日齢で表記した。

表 4. 動物種別疾病別の被害状況 (1994~1999)

疾病名	動物種	疾病発生率*1 (%) (A/B)*2	死亡尾数*1 (万尾)	死亡率 (%)
VNN	ヒラメ	35 (8/23)	91	4~80
	シマアジ	60 (28/47)	809	14~100
	キジハタ	51 (18/35)	11	60~100
	クエ	63 (17/27)	73	10~100
	マダラ	45 (9/20)	69	40~100
	イシガキダイ	94 (15/16)	253	15~100
	スズキ	86 (6/7)	—	0~86
	イシダイ	88 (7/8)	434	100
	マハタ	22 (2/9)	45	91~100
	コチ	91 (10/11)	—	100
マガレイ	14 (1/7)	9	100	
ウイルス性表皮増生症	ヒラメ	69 (27/39)	1,474	60~100
	クロソイ	33 (2/6)	97	68~100
	ムシガレイ	25 (1/4)	1	63
	ニシン	—	15	76
イリドウイルス病	マダイ	—	5	98
	イシガキダイ	100 (1/1)	1	97
	クエ	—	0.3	50
	シマアジ	100 (1/1)	0.1	90
PAV	クルマエビ	21 (24/117)	1,591	0.3~96
	ヨシエビ	17 (5/29)	47	10~23
ビブリオ病	マガレイ	—	5	67
	マダイ	13 (1/8)	40	50
	ブリ	—	1	40
	クエ	25 (1/4)	1	38
	トラフグ	27 (3/11)	8	50
	クルマエビ	7 (2/29)	177	60~90
	ヨシエビ	32 (6/19)	90	25~78
	クマエビ	100 (9/9)	500~600	50~60
	ガザミ	75 (6/8)	580	41~73
	トコブシ	—	5	18
細菌性腸管白濁症	ヒラメ	62 (58/94)	1,599	3~97
腹部膨満症	クロダイ	73 (32/44)	729	50~100
	マダイ	30 (3/10)	1,393	99~100
	ヒラメ	—	—	—
滑走細菌症	マダイ	67 (2/3)	53	10~45
	ヒラメ	25 (1/4)	4	35
	マガレイ	100 (1/1)	little	98
	スジアラ	100 (3/3)	0.1	2~27
	アカウニ	—	27	26
棘抜け症 (仮)	アカウニ	52 (13/25)	35	35~100
パスツレラ症	ブリ	—	0.3	13
	イシガキダイ	100 (2/2)	6	53
エドワジエラ症	ヒラメ	100 (1/1)	5	71
シュードモナス病	スズキ	17 (2/12)	2	68~72
中腸腺白濁症 (仮)	トヤマエビ	100 (5/5)	3	1~10
消化管白濁症 (仮)	ハナサキガニ	40 (2/5)	50	79~98
真菌症	ヨシエビ	38 (42/112)	9,457	2~100
	クルマエビ	23 (25/110)	10,689	3~100
	クマエビ	29 (5/17)	1,728	50~100
	ガザミ	24 (45/189)	7,194	24~100
	タイワンガザミ	10 (2/21)	1,240	100
スクーチカ症	ヒラメ	17 (2/12)	little	1

表 4. つづき

疾病名	動物種	疾病発生率* ¹ (%) (A/B)* ²	死亡尾数* ¹ (万尾)	死亡率 (%)
白点病	マダイ	100 (1/1)		若干
イクチオボド症	イシガキダイ	38 (3/8)	2	25~33
	マダイ	—	25	45
ウズムシの寄生症 (仮)	オニオコゼ	67 (2/3)	0.2	14~33
アミルウージニウム症	クエ	75 (3/4)	46	62~100
べこ病	ブリ	—	little	16
血管内吸虫症	ブリ	—	0	0
筋萎縮症 (仮)	クロアワビ	—	325	5~83
	エゾアワビ	—	22	96
エピテリオシスチス類症	スジアラ	33 (13/39)	76	16~100
	ハマフェフキ	—	7	58
	シマアジ	—	22	85
	マダイ	5 (1/19)	40	100
	ブリ	50 (1/2)	10	100

*¹ —: 不明*² A: 疾病発生事例数, B: 飼育事例数

表 5. 主な疾病の年別発生状況

原因	疾病名	疾病発生件数* ¹						合計
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	
ウイルス病	VNN	10	7	10	3	6	5	41
	ウイルス性表皮増生症	1	1	4	1	3	0	10
	イリドウイルス感染症	0	1	0	3	0	0	4
	PAV	0	5	0	4	2	3	14
細菌病	細菌性腸管白濁症	0	3	3	6	1	1	14
	腹部膨満症	1	2	2	0	1	0	6
真菌病	真菌症	5	4	5	5	8	11	38
不明およびその他	筋萎縮症 (仮)	1	1	4	5	4	1	16
	エピテリオシスチス類症	2	1	0	0	0	3	6

*¹ 1 機関, 1 動物種, 1 疾病を 1 件とした場合の疾病発生件数

ス PRDV の検出率が高くなる傾向がみられたとし、本報告でも同様に 9~10 月での発病が多かった。死亡率 (死亡尾数) はクルマエビで 0.3~96% (約 1,600 万尾)、ヨシエビで 10~23% (約 50 万尾) と報告されているが、飼育途中で種苗から PRDV が検出された時点で殺処分されているため大量死に至らず死亡率が低くなっていると考えられる。また、種苗生産過程で発病しない場合も、その後の中間育成段階で発病することがある。クルマエビでは垂直感染が主な感染経路であるため防除対策としては、産卵後の親エビ受精囊の PCR 検査に基づく PRDV 陰性親エビの選別が有効とされている^{14, 15)}。

1998 年に全国のクルマエビ、ヨシエビを種苗生産している 31 機関に対して実施したアンケートの結果では、30 機関で親エビの血リンパ、卵巣または受精囊の PCR 検査結果に基づく陰性親エビの使用、ヨード剤による受

精卵消毒、受精卵のろ過海水または紫外線殺菌海水による洗浄、天然親エビの PRDV の検出率が低い 4~6 月¹⁶⁾ に生産を開始する等の防除対策が実施されていた。

2. 細菌病

細菌性腸管白濁症 ヒラメの仔魚期に発生する細菌性腸管白濁症¹⁷⁾ は 1994 年を除き発生が毎年報告され、1997 年に 6 件と増加し問題となったが 1998, 1999 年にはそれぞれ 1 件と減少した。症状として活力の不良、摂餌不良、体色の黒化、消化管の白濁、萎縮、腹部の陥没が挙げられている。診断は外部症状の観察および病魚からのビブリオ属細菌の分離により行われている。死亡率は 3~97% と飼育事例により異なるが全滅に至る事例も多数みられている。ヒラメで約 1,600 万尾の死亡が報告され被害が大きい。感染源は原因菌に汚染された生物餌料 (ワムシ、アルテミア幼生) と考えられており^{17, 18)}、対策

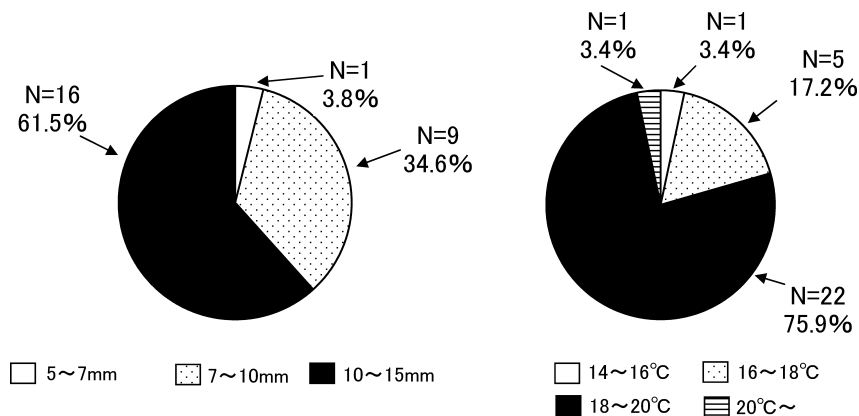


図3. ヒラメ細菌性腸管白濁症発生事例での発病時の平均全長と飼育水温

として仔魚および給餌前の生物餌料のニフルスチレン酸ナトリウムによる薬浴が有効と報告されている。

1997年に全国的に本病が多発し問題となったのでヒラメ種苗生産機関を対象にアンケートを実施した結果では、43機関中17機関(39.5%)で本病が発生しており、発病時のサイズは全長10~15mm、発病時の飼育水温は18~20°Cが最も多かった(図3)。

腹部膨満症 1994~1996年および1998年にクロダイ、マダイ、およびヒラメで腹部膨満症³⁾の発生が報告されている。症状として遊泳が緩慢になり、消化管が膨満し未消化の生物餌料が充満していることが挙げられている。主に外観症状から診断されている。発病時のサイズは、クロダイが全長4~15mm、マダイが全長5mm、ヒラメが全長6mmであり、ほとんどが仔魚期に発生している。死亡率は50~100%と高く被害が大きい。クロダイで約700万尾、マダイで約1,400万尾の死亡が報告された。

このほかの細菌性疾病としては、ビブリオ病がマガレイ、マダイ、ブリ、クエ、トラフグ、クルマエビ、クマエビ、ヨシエビ、ガザミ、およびトコブシで、滑走細菌症がヒラメ、マダイ、マガレイ、スジアラ、およびアカウニで、棘抜け症(仮)がアカウニで、パスツレラ症がブリおよびイシガキダイで、エドワジエラ症がヒラメで、シュードモナス病がスズキで、中腸腺白濁症(仮)がトヤマエビで、消化管白濁症(仮)がハナサキガニで報告されたが、発生件数はいずれも1~2件と少なかった。

3. 真菌病

真菌病は甲殻類で毎年報告され、1999年には11件と増加し甲殻類の種苗生産を行う上で大きな問題となっている¹⁹⁾。クルマエビ、ヨシエビ、クマエビ、ガザミ、およびタイワンガザミの5種で卵菌類と考えられる真菌病の発生が報告された。症状として遊泳が緩慢となり、体色が白濁する、検鏡により幼生体内に真菌の菌糸が観察されることが挙げられている。疾病発生事例38件のうち4件で卵菌類(*Atkinsiella* sp. *Lagenidium* sp. *Haliphthoros* sp.)が原因真菌として分類されているが、このほかの事

例では体内に真菌を確認したのみで同定は行われていない。発病時期はくるまえび類ではノープリウスからポストラーバ10日齢期にかけて、がざみ類ではゾエア1期からメガロバ期にかけて発生している。死亡率は非常に高く、発病すると全滅する事例が多い。

1999年に全国のくるまえび類およびがざみ類の種苗生産機関を対象に実施したアンケート結果によると32機関のうち11機関(34.4%)で真菌病が発生し、特にヨシエビでは疾病発生率が約70%と高かった。ガザミでは感染経路として卵に寄生した真菌がふ化時に幼生に感染すると考えられる。かつては、予防策として親ガニおよび幼生のホルマリン薬浴の有効性も報告されたが、飼育水槽内で実施できる防除対策としてガザミでは真菌の発育を抑えるために飼育水に水酸化ナトリウムを添加することによりpHを約9.25に調整することも有効とされている²⁰⁾。また、ヨシエビでは2/3または3/4程度の希釈海水で飼育することにより本病を防除できるとされている²¹⁾。

4. 寄生虫病

スクーチカ症がヒラメで、ネオヘテロボツリウム症がヒラメの親魚で、白点病がマダイで、イクチオボド症がイシガキダイおよびマダイで、ウズムシの寄生症(仮)がオニオコゼで、アミルウージニウム症がクエで、ベコ病および血管内吸虫症がブリで報告された。

なお、ネオヘテロボツリウム症は吸血性単生類*Neoheterobothrium hirame*²²⁾の寄生によるもので天然ヒラメや養殖ヒラメおよび種苗生産現場のヒラメ親魚にも発生が報告されており、貧血症の主たる原因とされている^{23, 24)}。種苗生産過程の仔稚魚で本寄生虫によるヒラメ貧血症発生の報告はないが、種苗生産を行う上で注意を要する疾病と考えらる。

5. その他の疾病

筋萎縮症(仮) あわび類の筋萎縮症(仮)²⁵⁾は毎年発生の報告があり、1996~1998年には4~5件と増加したが、1999年には1件と減少した。クロアワビとエゾアワビの2種で発生が報告された。症状として動きが緩慢となり

付着力が低下し、一部の個体の貝殻辺縁部に欠損がみられ、その欠損部分に褐色変が観察されることが挙げられている。診断は主に病変部の組織切片を作製し、神経幹と足側神経横連鎖に腫瘍が認められる等の病理組織学的所見から行われている例が多いが、外観的所見からのみ判断されている場合もある。発病時のサイズは殻長3～36 mmであるが、殻長20 mmまでの発病が多い。発病時の水温は13～29℃で、発生時期は4～8月に多く発生している。死亡率は5～96%で飼育事例により差がある。本症は濾過性病原体による感染症で飼育水を介して水平感染することが明らかにされており、対策として親貝の養成場所と種苗生産現場の隔離、受精卵の洗浄、紫外線殺菌海水による飼育、飼育設備の消毒により防除が可能である²⁶⁾。種苗期疾病情報に報告された筋萎縮症(仮)の対策として死亡個体の除去、発病した飼育群と未発症群との隔離、飼育水温を25℃以上に昇温する方法が行われているが、顕著な効果は認められていない。

エピテリオシスチス類症 ハマフェフキ、スジアラ、シマアジ、マダイ、およびブリで本病²⁷⁾の発生が報告されている。症状としては遊泳が緩慢となり、尾鰭、鰓等にシストの形成が認められることが挙げられている。発病時の全長はハマフェフキが9 mm、スジアラが4～15 mm、シマアジが6～10 mm、マダイが5～6 mm、ブリが12～16 mmと、ほとんどが仔魚期で発生している。死亡率は高く、発病した場合は消毒後廃棄処分される事例が多い。

6. 今後の課題

西岡ら⁹⁾の報告では1994年の種苗期疾病情報事業への参加機関は84機関であったが、1999年には95機関へと増加した。公的種苗生産機関のほとんどが参加している状況にはあるが、現在の種苗期疾病情報システムでは実際に発生しているすべての情報が入手できている状況にはなく、情報交換を迅速にするための関係機関のネットワーク化を含め、情報収集体制を改善していく必要があると考える。

西岡ら⁹⁾が報告した1989～1994年の疾病発生状況と1994～1999年の疾病発生状況を比較すると、原因別の比率については、ウイルス病が1989～1994年では24%、1994～1999年では27%、細菌病が同23%、23%、真菌病が同14%、15%、寄生虫病が同2%、4%とほとんど変化はみられない。また、ウイルス病ではVNN、ウイルス性表皮増生症、細菌病ではピブリオ病、細菌性腸管白濁症、腹部膨満症、滑走細菌症、真菌病では甲殻類の真菌症、その他の疾病ではあわび類の筋萎縮症(仮)、エピテリオシスチス類症の発生が多いという点では同様な傾向を示している。クルマエビの種苗生産で大きな被害をもたらしたバキュロウイルス性中腸腺壊死症の発生報告が1991年以降はないこと、1995年に初めてPAVの発生報告があったことを除き、疾病の発生状況に大きな差はみられていない。西岡ら⁹⁾の報告と同様に種苗期疾病とし

て報告された疾病のうち1/4近くは原因が特定されておらず、これには西岡ら⁹⁾が指摘しているように大量死した場合、水質の悪化、生物餌料の栄養強化不足等飼育技術の不備に起因するものか感染症によるものか判断が難しいことが一因と考えられ、種苗生産機関での診断体制についても検討が必要である。

種苗期疾病の中で特に被害の大きかったVNN、PAV、筋萎縮症(仮)については発生当時原因不明とされたが、その後調査研究が進み、VNN、PAVについては原因体はウイルスであり親魚、親エビからの垂直感染が主たる感染経路であること、筋萎縮症(仮)についても濾過性病原体による感染症で飼育水を介して水平感染すること等が明らかにされ防除対策が示された^{14, 26, 28)}。さらに防除技術の普及が進んだことにより疾病発生件数は減少傾向にあること(表5)が本事業の中で明らかとなった。一方、ヒラメの細菌性腸管白濁症、腹部膨満症、甲殻類の真菌病では原因、対策が検討されているにもかかわらず発生の報告が多い。しかし、ヒラメの細菌性腸管白濁症に関しては1997年に全国的に多発し問題となったが、防除対策の普及によりその後は減少し(表5)、成果が上がりつつある。

栽培漁業を進めていく上で種苗生産過程での疾病防除は健全種苗の生産という面から今後ますます重要になってくると思われる。種苗生産技術の向上のため、種苗生産過程での疾病発生状況をいち早く把握して関係機関に情報提供し、新しい疾病への対応を含め、防除対策を検討し全国的に普及していくことにより疾病の蔓延を防除することが重要であり、その意味で種苗期疾病情報の果たす役割は大きいと考える。

謝 辞

種苗期疾病情報事業を進めるにあたり、種苗期疾病情報検討会の委員としてご指導いただいた社団法人日本水産資源保護協会の反町 稔養殖衛生対策センター長、独立行政法人水産総合研究センター総合企画部の井上 潔次長、同研究調査部の中島員洋研究開発官、同東北海区水産研究所の佐古 浩部長、東北大学の室賀清邦教授、長崎大学の吉越一馬教授および北海道大学の吉水 守教授に深謝いたします。また、本事業に貴重な情報をお寄せいただいた都道府県の水産試験場および栽培漁業センターの担当者の方々に心から感謝いたします。本報告のとりまとめにあたり貴重な御助言をいただいた独立行政法人水産総合研究センターの有元 操技術開発調整官、同上浦栽培漁業センターの西岡豊弘主任技術開発官に感謝いたします。最後に本報告のとりまとめにあたり、貴重な御指導およびご校閲を賜りました室賀清邦教授に重ねて感謝いたします。

文 献

- 1) 水産庁・(社)日本栽培漁業協会 (2001) 平成 11 年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国), 8-10.
- 2) MATSUOKA, T. (1989) Current state of affairs and problems facing sea-farming with emphasis placed on technical problems of fingerling production. *Int. J. Aquacult. Fish. Technol.*, **1**, 324-332.
- 3) 室賀清邦 (1995) 海産魚介類の仔稚におけるウイルス性および細菌性疾病. *魚病研究*, **30**, 71-85.
- 4) MUROGA, K. (2001) Viral and bacterial diseases of marine fish and shellfish in Japanese hatcheries. *Aquaculture*, **202**, 23-44.
- 5) 西岡豊弘・古澤 徹・水田洋之介 (1997) 種苗生産過程の海産魚介類における疾病発生状況 (1989~1994 年). *水産増殖*, **45**, 285-290.
- 6) 日本魚病学会 (2000) 選定された魚病名 (2000 年改訂). *魚病研究*, **35**, 235-243.
- 7) 室賀清邦・古澤 徹・古澤 巖 (1998) 総説シマアジのウイルス性神経壊死症. *水産増殖*, **46**, 473-480.
- 8) 虫明敬一・有元 操 (2000) シマアジのウイルス性神経壊死症 (VNN) に関する防除対策 (総説). *栽培技研*, **28**, 47-55.
- 9) MORI, K., K. MUSHIAKE, and M. ARIMOTO (1998) Control measures for viral nervous necrosis in striped jack. *Fish Pathol.*, **33**, 443-444.
- 10) IIDA, Y., K. MASUMURA, T. NAKAI, M. SORIMACHI, and H. MATSUDA (1989) A viral disease in larvae and juveniles of the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquat. Anim. Health*, **1**, 7-12.
- 11) 中島員洋 (1998) 海産養殖魚のイリドウイルス病. *月刊海洋号外 No. 14*, 総特集魚類防疫, 63-67.
- 12) 井上 潔・山野恵祐・前野幸男・中島員洋・松岡 学・和田有二・反町 稔 (1992) 養殖マダイのイリドウイルス感染症. *魚病研究*, **27**, 19-27.
- 13) 佐藤 純・虫明敬一・森 広一郎・有元 操・今泉圭之輔・西澤豊彦・室賀清邦 (1999) クルマエビの種苗生産過程における PAV の発生状況. *魚病研究*, **34**, 33-38.
- 14) MUSHIAKE, K., K. SHIMIZU, J. SATOH, K. MORI, M. ARIMOTO, S. OHSUMI, and K. IMAIZUMI (1999) Control of Penaeid Acute Viremia (PAV) in *Penaeus japonicus*: Selection of eggs based on the PCR detection of the causative virus (PRDV) from receptaculum seminis of spawned broodstock. *Fish Pathol.*, **34**, 203-207.
- 15) 佐藤 純・虫明敬一・森 広一郎・有元 操・今泉圭之輔 (2003) 種苗生産過程におけるクルマエビの急性ウイルス血症 (PAV) の防除対策 (総説). *栽培技研*, **30**, 101-109.
- 16) 虫明敬一・有元 操・佐藤 純・森 広一郎 (1998) 天然クルマエビ成体からの PRDV の検出. *魚病研究*, **33**, 503-509.
- 17) MUROGA, K., H. YASUNOBU, N. OKADA, and K. MASUMURA (1990) Bacterial enteritis of cultured flounder *Paralichthys olivaceus* larvae. *Dis. Aquat. Org.*, **9**, 121-125.
- 18) 増村和彦・安信秀樹・岡田直子・室賀清邦 (1989) ヒラメ仔魚の腸管白濁症原因菌としての *Vibrio* sp. の分離. *魚病研究*, **24**, 135-141.
- 19) 畑井喜司雄 (1998) 甲殻類種苗生産における真菌病. *月刊海洋号外 No. 14*, 総特集魚類防疫, 37-41.
- 20) 安信秀樹・永山博敏・中村和代・畑井喜司雄 (1997) 飼育水の pH 調整によるガザミ幼生真菌病の防除. *日水誌*, **63**, 56-63.
- 21) 泉川晃一・尾田 正・山野井英夫・畑井喜司雄 (1999) ヨシエビ幼生から分離した卵菌類の希釈海水における感染率の低下. *日水誌*, **65**, 661-664.
- 22) OGAWA, K. (1999) *Neoheterobothrium hirame* sp. nov. (Monogenea: Diclidophoridae) from the buccal cavity wall of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish Pathol.*, **34**, 195-201.
- 23) 虫明敬一・森 広一郎・有元 操 (2001) 天然ヒラメにおける貧血症の発生状況. *魚病研究*, **36**, 125-132.
- 24) YOSHINAGA, T., T. KAMAISHI, I. SEGAWA, K. YAMANO, H. IKEDA, and M. SORIMACHI (2001) Anemia caused by challenges with the monogenean *Neoheterobothrium hirame* in the Japanese flounder. *Fish Pathol.*, **36**, 13-20.
- 25) 室賀清邦 (1998) 海産無脊椎動物の種苗生産における疾病. *月刊海洋号外 No. 14*, 総特集魚類防疫, 31-36.
- 26) 中津川俊雄・岡部三雄・室賀清邦 (2000) クロアワビ筋萎縮症の水平感染. *魚病研究*, **35**, 11-14.
- 27) 江草周三・宮崎照雄・塩満捷夫・藤田征作 (1987) 種苗生産過程で見られたインガキダイ仔魚のエピテリオシスチス類症. *魚病研究*, **22**, 33-34.
- 28) MUSHIAKE, K., T. NISHIZAWA, T. NAKAI, I. FURUSAWA, and K. MUROGA (1994) Control of VNN in striped jack: Selection of spawners based on the detection of SJNNV gene by polymerase chain reaction (PCR). *Fish Pathol.*, **29**, 177-182.

瀬戸内海東部海域におけるサワラ標識放流結果—I. 移動回遊について

竹森弘征*¹・坂本 久*¹・植田 豊*¹・山崎英樹*²・岩本明雄*²

Mark-recapture experiment using Spanish mackerel, *Scomberomorus niphonius*, in the Eastern Seto Inland Sea—I. Migration

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 as a basis for evaluating the migration of released seeds. Seeds released in the Eastern Bisan Seto were caught in the Harima Nada and Osaka Bay before October, and in the Kii Channel after November. Marked one-year-old fish were caught in the Hiuchi Nada and Harima Nada in the following spring. Marked two-years-old and three-years-old fish were caught in the Harima Nada in spring. The above results indicated that Spanish mackerel migrates according to season.

2004年7月16日受理

サワラ *Scomberomorus niphonius* は、本県漁業における重要な漁業対象種であるが、近年漁獲量が著しく減少してきた。そのため、サワラの資源回復の方策として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（以下「屋島栽培漁業センター」という）ではサワラの種苗生産および種苗放流が開始され、1999年度からは人工種苗に標識を装着した放流が実施されている^{1,2)}。放流後は香川県水産試験場が中心となり屋島栽培漁業センターと共同で標本入手及び標識の確認を行い、放流効果の把握に努めた。

瀬戸内海産サワラについては、最近の遺伝的調査から1つの集団で構成されているとの考えが報告されている³⁾が、従来は瀬戸内海における漁場の形成時期とその移動様式から、東部と中・西部の2系群の存在が想定されており、両群についてその季節的な移動回遊がおおよそ知られている³⁻⁷⁾。今回は標識放流魚の再捕結果から瀬戸内海東部系群サワラ（以下「東部系群サワラ」という）の移動回遊について検討したので報告する。

竹森らは、1999年～2001年の3年間の0歳魚および1

歳魚の放流魚の再捕結果から、東部系群サワラの移動回遊は林³⁾中込⁴⁾が示唆しているように、備讃瀬戸等の産卵場で発生したサワラは秋頃まで播磨灘や大阪湾で成長、その後水温の低下に伴い紀伊水道へ南下し、越冬後再び春先に備讃瀬戸へ入りこんでくるであろうと報告している⁸⁾。その後2歳魚以上の放流魚の再捕があったことに加え、2002年の標識放流群の再捕尾数が前3カ年に比べ多いことから、今回1999～2001年の結果とともに2002年の結果を含めた4年間にわたる人工種苗による標識放流魚の再捕結果を基に、東部系群サワラが成長と季節に応じて移動回遊を行う過程の検討を行ったので報告する。

材料と方法

海域 瀬戸内海（以下「内海」という）は東から紀伊水道、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸、燧灘、安芸灘、伊予灘、周防灘の8つの海域で構成される（図1）。本研究では備讃瀬戸以東の海域を瀬戸内海東部海域と呼ぶ。

*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.

*3 横山恵美・菅谷琢磨・岩本明雄・坂本崇・北田修一 (2004) マイクロサテライト DNA マーカーにおける瀬戸内海のサワラ集団の遺伝的変異性, 2004 (平成16) 年度日本水産学会講演要旨

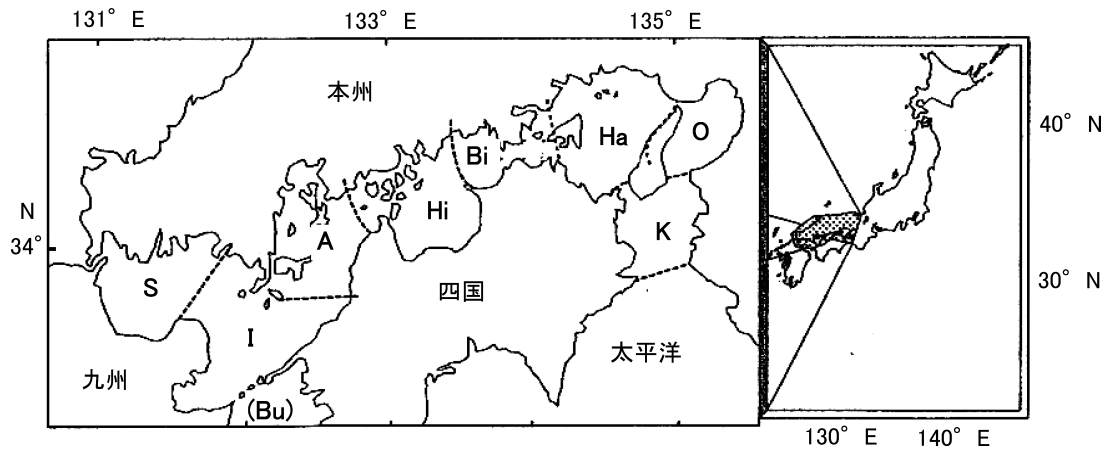


図1. 瀬戸内海および隣接海域

K: 紀伊水道, O: 大阪湾, Ha: 播磨灘, Bi: 備讃瀬戸, Hi: 燧灘, A: 安芸灘, I: 伊予灘, S: 周防灘, (Bu): 豊後水道).

表1. サワラ標識放流の概要

放流年月	放流場所	放流サイズ 全長 (mm)	放流尾数	標識種類
1999	高松市屋島地先	25~250	7,662	I, II, III, IV, V
	さぬき市小田地先	140~160	714	I
2000	高松市屋島地先	35~230	51,952	I, IV
	さぬき市小田地先	110~130	17,867	I
	土庄町四海地先	110~130	3,300	III
2001	高松市屋島地先	35~40	55,000	I
	さぬき市小田地先	100~120	2,083	VI
	土庄町四海地先	80~90	1,280	VI
	高松市女木島地先	90~100	2,105	VI
2002	高松市屋島地先	40~150	66,233	I, VI, VII
	さぬき市小田地先	90~120	41,389	I, VI
	高松市女木島地先	100~110	10,998	VI
	綾歌郡宇多津町地先	100~110	8,180	VI
	岡山県日生町地先	120~150	7,192	IV, VI

標識種類 I: ALC 標識のみ

II: 焼印標識のみ

III: ALC 標識 + 焼印標識

標識種類 IV: ALC 標識 + 焼印標識 + TC 標識

V: 焼印 + TC 標識

VI: ALC 標識 + TC 標識

VII: ALC 標識 + TC 標識 + 尾鰭カット

種苗 放流魚はすべて屋島栽培漁業センターで生産され、直接放流または中間育成されたものである。1999~2002年の4カ年間の標識放流の実施状況を表1に、放流場所を図2に示した。4カ年間継続して備讃瀬戸東部の香川県海域に放流したが、加えて2002年にはさらに備讃瀬戸中央部の香川県宇多津町地先および播磨灘北西部の岡山県日生町地先にも放流した。

標識は耳石への内部標識および外部標識、さらにはその併用を用いた。内部標識としては、耳石蛍光発色物質であるアリザリンコンプレキソンとテトラサイクリンを使用し、サワラの孵化仔魚時または全長10mm時にアリザリンコンプレキソンを浸漬した種苗(ALC標識という)と小割で中間育成を行った種苗に放流前3日間程度、餌料にテトラサイクリンを展着させて経口投与した

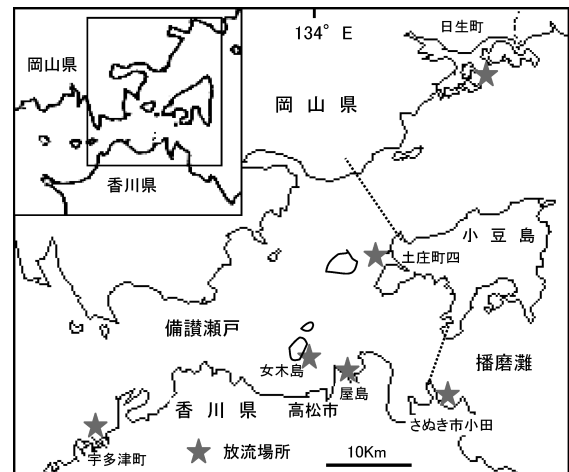


図2. 標識魚放流箇所図

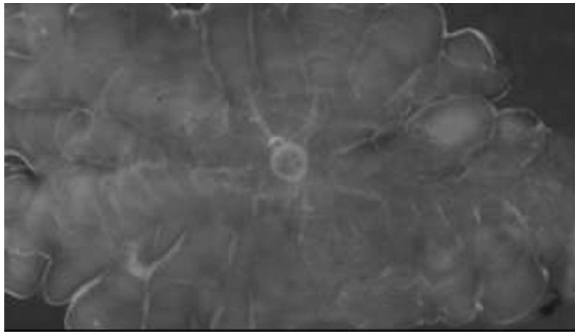


写真 1-1. 内部標識【ALC 標識 (耳石)】

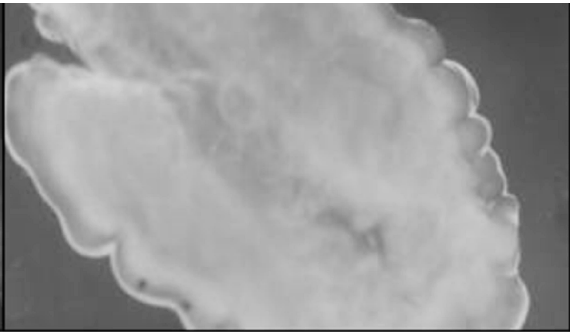


写真 1-2. 内部標識【ALC 標識+TC 標識 (耳石)】

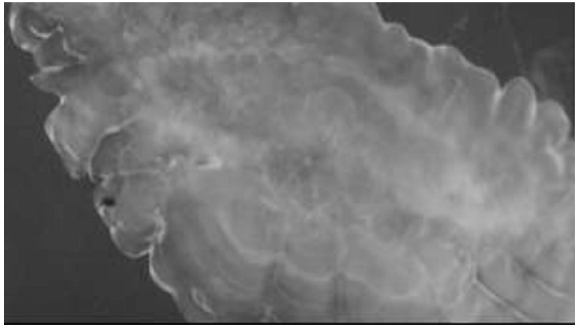


写真 1-3. 内部標識【ALC 標識+TC 標識 (耳石)】



写真 1-4. 外部標識【焼印標識】



写真 1-5. 外部標識【尾鰭カット標識】

種苗 (TC 標識という) を放流した。一方外部標識としては、放流直前に焼ゴテによりサワラ体側部に焼印を施した種苗 (焼印標識という) や尾鰭下側を尾柄基部付近から切除した種苗 (尾鰭カット標識という) を放流した (写真 1-1~写真 1-5)。

放流後は、県内や岡山県、兵庫県、大阪府および徳島県海域で、定置網や流しさし網、延縄、釣り等により漁獲されたサワラの中から一部を標本として入手した。標本は生鮮または冷凍の状態で購入し、まず目視により外部標識を識別した後、耳石 (扁平石) を取り出して 50% グリセリン溶液に一時保管後、落射蛍光顕微鏡により内部標識の有無を調べた。また和歌山県、大阪府、兵庫県および愛媛県から送付されたサワラ標本 (各府県海域で漁獲されたもの) の耳石についても、同じく内部標識の有無を調べた。

そして標識魚の再捕場所から、放流魚の移動回遊を検討した。あわせて焼印および尾鰭カットによる外部標識

の有効性について検討した。

結 果

本研究では移動回遊をみるのが主体であるため、標識を区別せず、放流年ごとの標識魚の月別海域別再捕状況を表 2-1~表 2-4 に示した。さらに 0 歳魚から 4 歳魚について、4 年間の標識魚の再捕尾数を月別海域別に合計したものを表 3 に示し、併せてその月別再捕位置を図 3-1~図 3-2 に、さらに 2 カ月ごとの海域別標本数および標識尾数を図 4 に示した。

1999 年放流群 0 歳魚として放流後から 9 月末までに、備讃瀬戸西部で 2 尾、備讃瀬戸東部で 1 尾、播磨灘南西部で 4 尾再捕された。その後 10 月以降年末までに播磨灘南西部で 2 尾、紀伊水道中央部で 1 尾再捕された。これらのうち焼印標識魚 (内部標識併用も含む) は 5 尾再捕されており、すべて目視により焼印が識別でき、この焼印標識魚 5 尾のうち放流後最も日数が経過していたものは 12 月 24 日に紀伊水道中央部で再捕されたものであった。なお、1 歳魚以降 4 歳魚までの標本については、標識魚が確認できなかった (表 2-1)。

2000 年放流群 0 歳魚として放流後から 9 月末までに、備讃瀬戸東部で 4 尾、播磨灘北西部で 2 尾、播磨灘南西部で 77 尾、播磨灘中央部で 3 尾、大阪湾で 11 尾再捕された。その後 10 月以降年末までに、播磨灘南西部で 1 尾、大阪湾で 5 尾、紀伊水道中央部で 8 尾、紀伊水道北西部で 1 尾が再捕された。さらに 2001 年 2 月には紀伊水道北東部で 1 尾再捕された。これらのうち焼印標識魚

表 2-1. 標識魚の月別、海域別再捕尾数 (1999 年放流群)

(単位: 尾)

区分	標本入手年月	海域					計
		燧灘	備讃瀬戸	播磨灘	大阪湾	紀伊水道	
0 歳魚	1999. 7 月	—	2 (31)	2 (11)	—	—	4 (42)
	8 月	—	0 (18)	2 (35)	—	—	2 (53)
	9 月	—	1 (5)	—	—	—	1 (5)
	10 月	—	—	2 (72)	—	—	2 (72)
	11 月	—	—	0 (1)	—	0 (14)	0 (15)
	12 月	—	—	—	—	1 (15)	1 (15)
	2000. 1 月	—	—	—	—	0 (13)	0 (13)
1 歳魚	2000. 5 月	—	—	0 (13)	—	—	0 (13)
	6 月	—	—	0 (4)	—	—	0 (4)
2 歳魚	2001. 5 月	—	0 (1)	0 (27)	—	—	0 (28)
3 歳魚	2002. 5 月	—	—	0 (14)	—	—	0 (14)
4 歳魚	2003. 5 月	—	—	0 (2)	—	—	0 (2)
	計	0 (0)	3 (55)	6 (179)	0 (0)	1 (42)	10 (276)

標識尾数 (標本尾数)

表 2-2. 標識魚の月別、海域別再捕尾数 (2000 年放流群)

(単位: 尾)

区分	標本入手年月	海域					計
		燧灘	備讃瀬戸	播磨灘	大阪湾	紀伊水道	
0 歳魚	2000. 7 月	0 (28)	3 (5)	35 (39)	—	—	38 (72)
	8 月	0 (153)	1 (20)	38 (191)	—	—	39 (364)
	9 月	0 (8)	0 (1)	9 (103)	11 (41)	—	20 (153)
	10 月	—	—	1 (26)	5 (27)	1 (12)	7 (65)
	11 月	0 (10)	—	0 (13)	—	0 (22)	0 (45)
	12 月	—	—	—	—	8 (42)	8 (42)
	2001. 1 月	—	—	—	—	0 (1)	0 (1)
	2 月	—	—	—	—	1 (2)	1 (2)
1 歳魚	2001. 5 月	1 (47)	0 (1)	4 (39)	—	—	5 (87)
	6 月	2 (13)	—	0 (36)	—	—	2 (49)
	9 月	—	—	—	—	1 (10)	1 (10)
	2002. 1 月	—	—	—	—	0 (3)	0 (3)
2 歳魚	2002. 5 月	—	—	1 (14)	—	—	1 (14)
	6 月	—	—	0 (4)	—	—	0 (4)
3 歳魚	2003. 5 月	—	—	1 (7)	—	—	1 (7)
	計	3 (259)	4 (27)	89 (472)	16 (68)	11 (92)	123 (918)

標識尾数 (標本尾数)

(内部標識併用も含む) は 11 尾再捕されているが、9 月以降に再捕された 3 尾については、目視により焼印が識別できなかった。次に 1 歳魚として、2001 年 5 月に播磨灘中央部で 4 尾、同年 5 月から 6 月にかけて燧灘南東部で 3 尾、同年 9 月には紀伊水道北部で 1 尾再捕された。さらに 2 歳魚として 2002 年 5 月に播磨灘北西部 (兵庫県家島北部海域) で 1 尾、3 歳魚として 2003 年 5 月に同じく播磨灘北西部 (小豆島北東部海域) で 1 尾再捕された (表 2-2)。

2001 年放流群 0 歳魚として放流後から 9 月末までに、備讃瀬戸東部で 2 尾、播磨灘南西部で 8 尾、播磨灘北西部で 1 尾、播磨灘中央部で 4 尾再捕された。その後 10 月以降年末までに紀伊水道北部で 1 尾、大阪湾で 2 尾、紀

伊水道中央部で 3 尾、紀伊水道北東部で 3 尾再捕された。その後 0 歳魚の標識魚は確認できなかったが、1 歳魚として 2002 年 6 月に播磨灘南西部で 2 尾再捕された。2003 年 5~6 月の 2 歳魚標本には標識魚が確認できなかった (表 2-3)。

2002 年放流群 0 歳魚として放流後から 9 月末までに、燧灘で 9 尾、備讃瀬戸西部で 4 尾、備讃瀬戸東部で 16 尾、播磨灘南西部で 201 尾、播磨灘北西部で 6 尾、播磨灘中央部で 7 尾、紀伊水道北東部で 1 尾再捕された。その後 10 月以降年末までに播磨灘南西部で 13 尾、播磨灘中央部で 3 尾、大阪湾で 7 尾、紀伊水道北東部で 5 尾、紀伊水道北西部で 4 尾、紀伊水道中央部で 3 尾再捕された。さらに、2003 年 1 月には同じく紀伊水道中央部で 1

表 2-3. 標識魚の月別、海域別再捕尾数 (2001 年放流群)

(単位: 尾)

区分	標本入手年月	海域					計
		燧灘	備讃瀬戸	播磨灘	大阪湾	紀伊水道	
0 歳魚	2001. 7 月	0 (111)	2 (23)	4 (25)	—	—	6 (159)
	8 月	0 (102)	0 (18)	5 (218)	—	—	5 (338)
	9 月	—	—	4 (223)	—	—	4 (223)
	10 月	—	—	0 (158)	—	1 (20)	1 (178)
	11 月	—	—	0 (38)	2 (52)	4 (125)	6 (215)
	12 月	—	—	0 (3)	0 (2)	2 (64)	2 (69)
	2002. 1 月	—	—	—	—	0 (10)	0 (10)
1 歳魚	2002. 5 月	0 (97)	—	0 (20)	—	—	0 (117)
	6 月	—	—	2 (55)	—	—	2 (55)
2 歳魚	2003. 5 月	—	—	0 (23)	—	—	0 (23)
	計	0 (310)	2 (41)	15 (763)	2 (54)	7 (219)	26 (1387)

標識尾数 (標本尾数)

表 2-4. 標識魚の月別、海域別再捕尾数 (2002 年放流群)

(単位: 尾)

区分	標本入手年月	海域					計
		燧灘	備讃瀬戸	播磨灘	大阪湾	紀伊水道	
0 歳魚	2002. 6 月	—	1 (23)	147 (147)	—	—	148 (170)
	7 月	0 (3)	14 (1136)	40 (262)	—	—	54 (1401)
	8 月	9 (244)	5 (167)	18 (250)	—	—	32 (661)
	9 月	—	—	9 (210)	—	1 (60)	10 (270)
	10 月	—	—	16 (395)	2 (76)	3 (82)	21 (553)
	11 月	—	—	0 (21)	5 (94)	8 (123)	13 (238)
	12 月	—	—	—	0 (23)	1 (54)	1 (77)
	2003. 1 月	—	—	—	—	1 (22)	1 (22)
1 歳魚	2003. 5 月	—	—	49 (571)	—	—	49 (571)
	6 月	—	—	3 (79)	—	—	3 (79)
	10 月	—	—	0 (14)	—	—	0 (14)
	計	9 (247)	20 (1326)	282 (1949)	7 (193)	14 (341)	332 (4056)

標識尾数 (標本尾数)

尾再捕された。これらのうち岡山県日生町地先で放流された焼印標識魚 (内部標識併用も含む) は、7 月 27 日に播磨灘北西部 (小豆島北部海域) で 1 尾、10 月 15 日に播磨灘南西部で 1 尾、10 月 9 日に紀伊水道北西部で 1 尾の計 3 尾が再捕されており、すべて目視により焼印が識別できた。ちなみに 8 月に燧灘で再捕された 9 尾の内訳は、ALC 標識魚が 8 尾、ALC 標識と TC 標識の併用が 1 尾であった。次に 1 歳魚として、2003 年 5 月に播磨灘中央部で 28 尾、播磨灘北西部で 21 尾、同年 6 月に播磨灘中央部で 2 尾、播磨灘南西部で 1 尾再捕された (表 2-4)。これらのうち焼印標識魚 (内部標識併用も含む) は、5 月に 10 尾が再捕されており、すべて目視により焼印が識別できた。

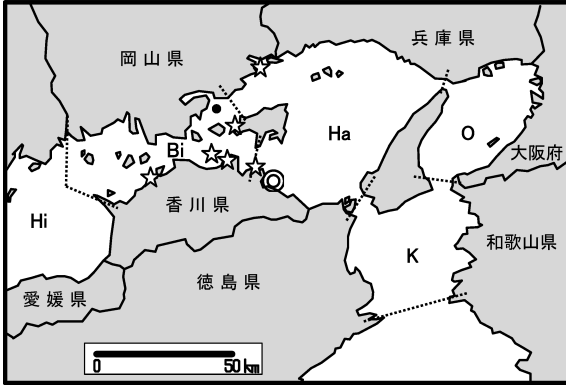
4 年間の合計 放流直後の 6~7 月には、放流場所周辺を中心とした備讃瀬戸および播磨灘の香川県海域で再捕され、8 月になると燧灘東部や播磨灘の北西部や中央部でも再捕されるようになった。9 月には、備讃瀬戸や燧灘での再捕はほとんどなくなり、大阪湾や紀伊水道で再捕され始める。10 月には播磨灘、大阪湾および紀伊水道の

広範囲で再捕されるが、11 月になると播磨灘での再捕がなくなり、大阪湾と紀伊水道での再捕となった。さらに 12 月以降になると紀伊水道のみでの再捕となった。放流翌年の 5~6 月には、1 歳標識魚が燧灘および播磨灘で再捕され、放流 2 年後の 5 月には 2 歳標識魚、放流 3 年後の 5 月には 3 歳標識魚がともに播磨灘で再捕された (表 3 および図 3、図 4)。

考 察

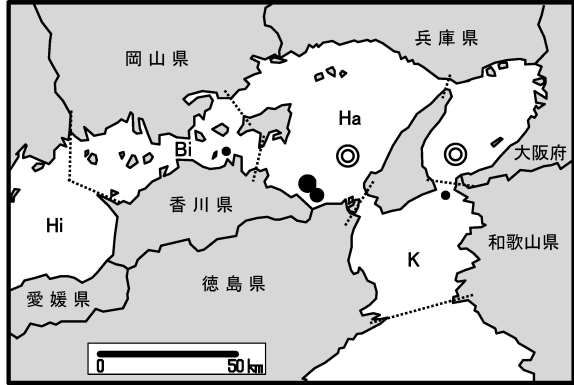
移動回遊の推定 東部系群サワラについては、その産卵場所は播磨灘の鹿の瀬・室津の瀬を中心とした水域と備讃瀬戸の中の瀬・カマ瀬を中心とした水域といわれており⁵⁾、またその移動回遊は、春の産卵期には東の紀伊水道から来遊し産卵場である内海中央部まで回遊し、秋以降は越冬のため紀伊水道以南へ移動回遊するとされている³⁻⁶⁾。ただし内海に入りこんだ東部系群サワラがどの海域まで回遊するのかという点については、備讃瀬戸中央部付近で西部系群と交流する説³⁾、備讃瀬戸西端部と燧

【放流年:6月】(0歳魚)



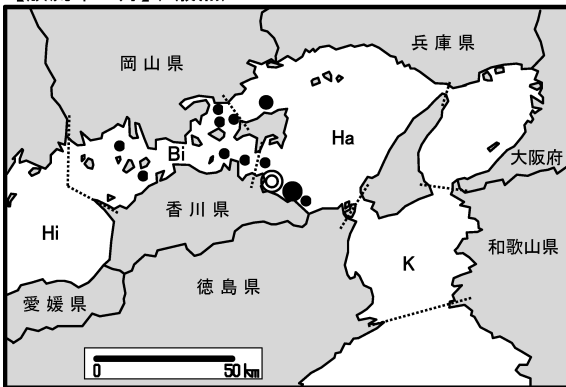
K:紀伊水道 O:大阪湾 Ha:播磨灘 Bi:備讃瀬戸 Hi:燧灘
☆ 放流場所 ● = 1尾 ◎ = 147尾

【放流年:9月】(0歳魚)



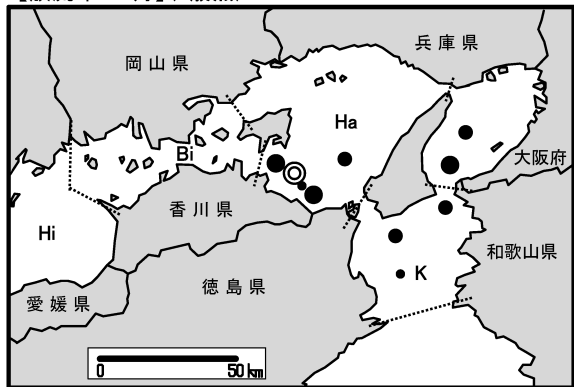
● = 1尾 ● ≤ 5尾 ● ≤ 10尾 ◎ ≤ 20尾

【放流年:7月】(0歳魚)



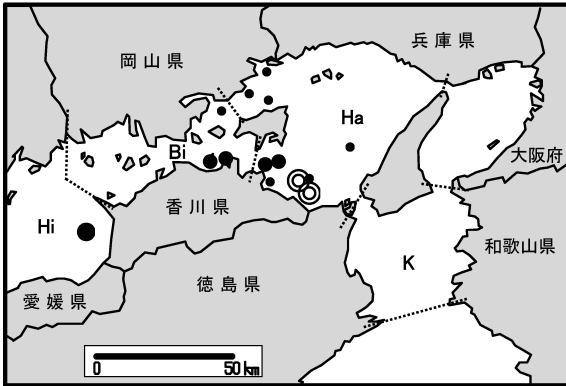
● ≤ 5尾 ● ≤ 10尾 ● ≤ 30尾 ◎ ≤ 50尾

【放流年:10月】(0歳魚)



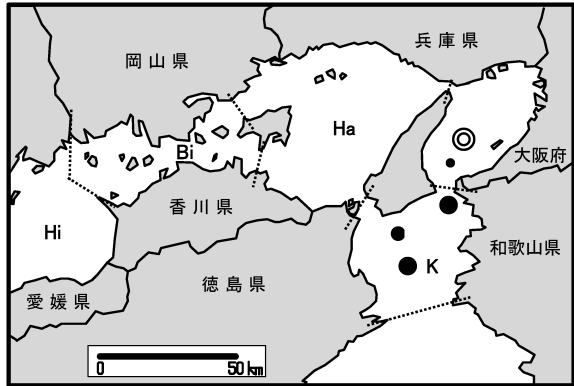
● = 1尾 ● ≤ 3尾 ● ≤ 5尾 ◎ ≤ 10尾

【放流年:8月】(0歳魚)



● = 1尾 ● ≤ 5尾 ● ≤ 10尾 ◎ ≤ 30尾

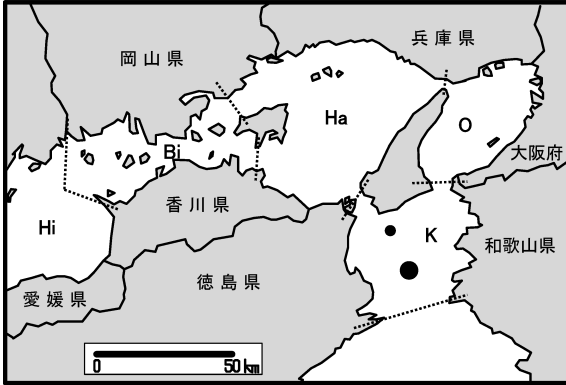
【放流年:11月】(0歳魚)



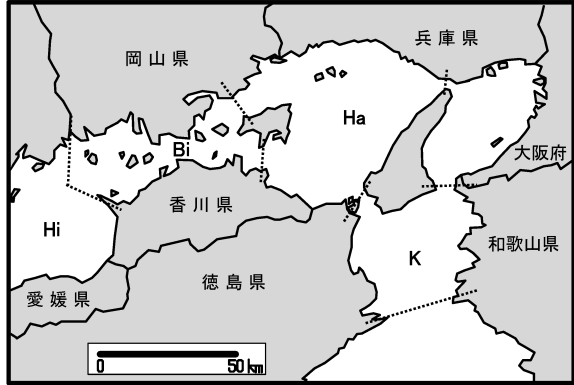
● = 1尾 ● ≤ 3尾 ● ≤ 5尾 ◎ ≤ 10尾

図3-1. 標識魚の月別再捕位置(放流年:6月~放流年:11月)【1999~2002年再捕計】

【放流年:12月】(0歳魚)

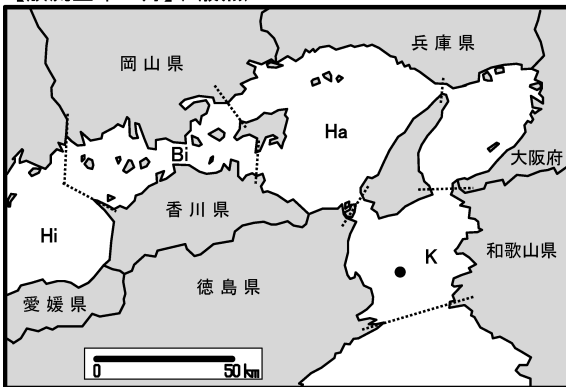


【放流翌年:3月】(0歳魚)

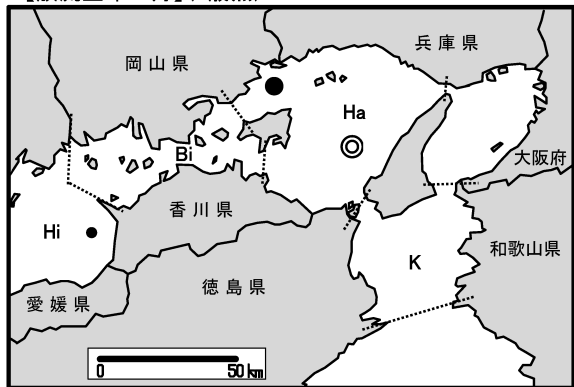


K:紀伊水道 O:大阪湾 Ha:播磨灘 Bi:備讃瀬戸 Hi:燧灘
● = 2尾 ● = 10尾

【放流翌年:1月】(0歳魚)



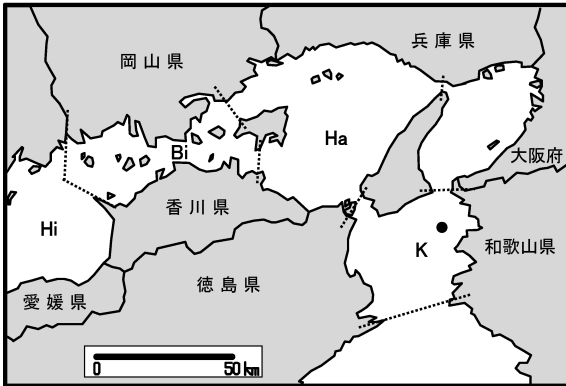
【放流翌年:5月】(1歳魚)



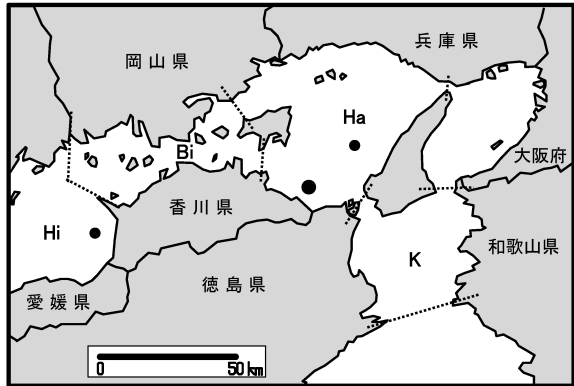
● = 1尾

● = 1尾 ● = 21尾 ◎ = 32尾

【放流翌年:2月】(0歳魚)



【放流翌年:6月】(1歳魚)



● = 1尾

● = 2尾 ● = 3尾

図3-2. 標識魚の月別再捕位置(放流年. 12月~放流翌年. 6月)【1999~2002年再捕計】

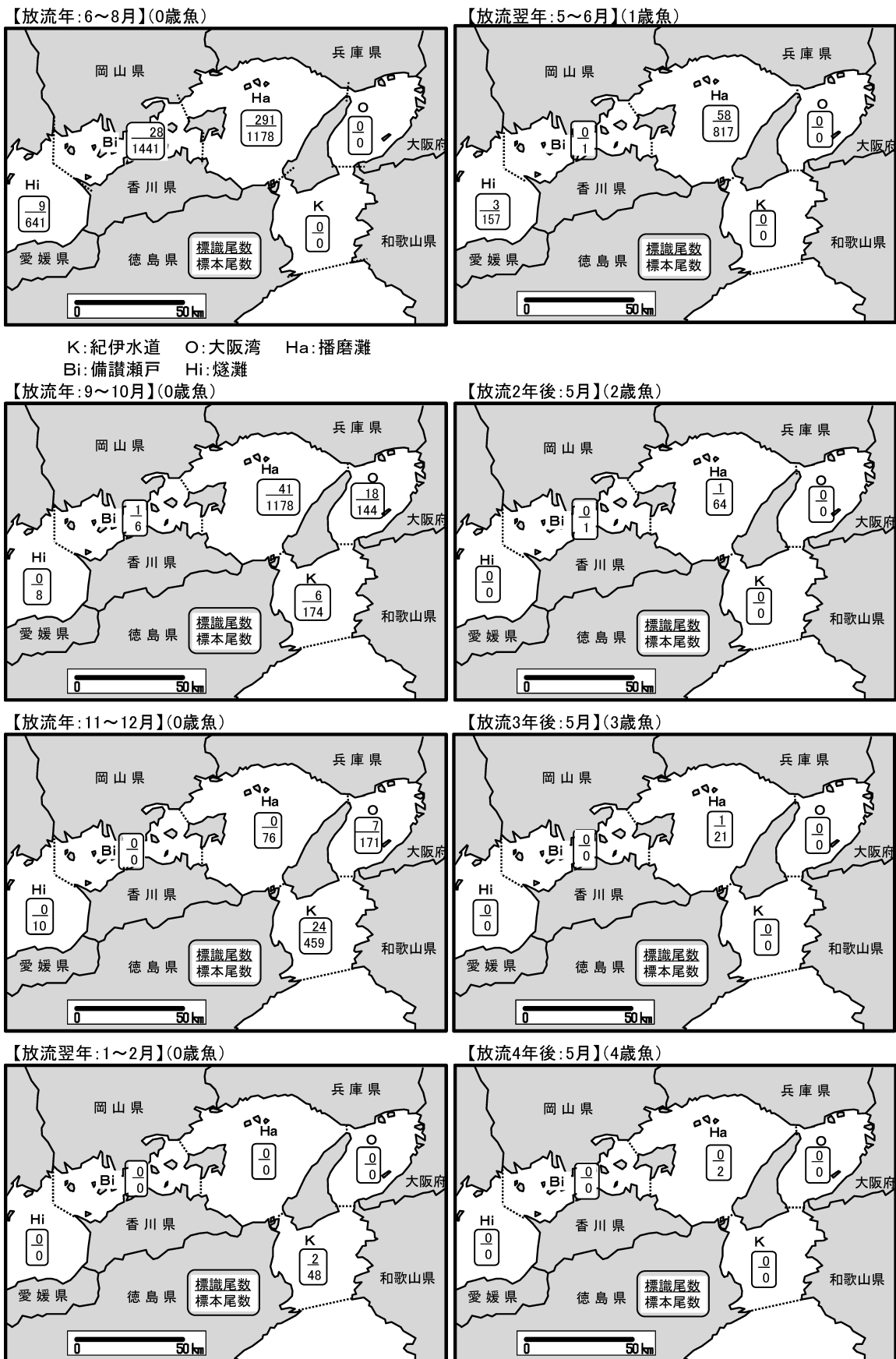


図4. 2カ月ごとの灘別標本数および標識尾数【1999~2002年再捕計】

表 3. 標識魚の月別、海域別再捕尾数
(1999～2002 年再捕計)

(単位: 尾)

区分	月	海域					計		
		燧灘	備讃瀬戸	播磨灘	大阪湾	紀伊水道			
0 歳魚	放流年	6 月	0 (0)	1 (23)	147 (147)	—	—	148 (170)	
		7 月	0 (142)	21 (1195)	81 (337)	—	—	102 (1688)	
		8 月	9 (499)	6 (223)	63 (694)	—	—	78 (1431)	
		9 月	0 (8)	1 (6)	22 (536)	11 (41)	1 (60)	35 (664)	
		10 月	—	—	19 (651)	7 (103)	5 (114)	31 (868)	
		11 月	0 (10)	—	0 (73)	7 (146)	12 (284)	19 (513)	
		12 月	—	—	0 (3)	0 (25)	12 (175)	12 (203)	
		放流翌年	1 月	—	—	—	—	1 (46)	1 (46)
		2 月	—	—	—	—	1 (2)	1 (2)	
1 歳魚	放流翌年	5 月	1 (144)	0 (1)	53 (643)	—	—	54 (830)	
		6 月	2 (13)	—	5 (174)	—	—	7 (187)	
2 歳魚	放流 2 年後	—	0 (1)	1 (64)	—	—	1 (65)		
3 歳魚	放流 3 年後	—	—	1 (21)	—	—	1 (21)		
4 歳魚	放流 4 年後	—	—	0 (2)	—	—	0 (2)		

標識尾数 (標本尾数)

灘東端部の水域で西部系群と交流する説⁹⁾があり、さらに卵の分布状況から東部系群が燧灘に來遊する可能性も指摘されている⁹⁾が東部系群と西部系群の交流の程度など不明な点が多い。

4 年間の標識魚の再捕結果から、備讃瀬戸東部および播磨灘北西部で放流したサワラ種苗 (標識魚) が、10 月頃までは主に播磨灘を中心に備讃瀬戸や大阪湾で再捕され、11 月以降になると主に紀伊水道で再捕され、放流翌年の春には 1 歳魚となって主に播磨灘で再捕されることが共通の特徴として認められ、さらに 2002 年 5 月には播磨灘北西部で 2 歳標識魚 (2000 年放流) が、2003 年 5 月には同じく播磨灘北西部で 3 歳標識魚 (2000 年放流) が再捕された (表 2-2)。このことから、播磨灘や備讃瀬戸の産卵場を起源とする東部系群サワラは、上述したように、備讃瀬戸、播磨灘および大阪湾で索餌成長し、水温低下に伴い鳴門海峡または友ヶ島水道を經由して紀伊水道へと南下した後、越冬後再び産卵・索餌のために播磨灘や備讃瀬戸に入り込んでくること、そしてこのような瀬戸内海東部海域での季節に応じた移動回遊が繰り返されることが裏づけされた。

一方 2000 年放流魚が 2001 年 5～6 月に 1 歳魚となって燧灘東部海域で再捕されたこと、および 2002 年放流魚が放流から約 1 ヶ月後に同じく燧灘東部で再捕されたこと、さらには 2003 年にも香川県海域で放流した標識魚が同年 10～12 月に伊予灘・安芸灘で再捕されていた^{*4}ことから、東部系群サワラは主に備讃瀬戸、播磨灘、大阪湾および紀伊水道の瀬戸内海東部海域で移動回遊を行うが、一部は燧灘にも移動することが示唆された。よって 2001 年 5～6 月に燧灘で再捕された 1 歳標識魚

は、前年の放流後に西方に移動し、再び春に燧灘へ入ってきたものと思われるが、放流後に東方へ移動し紀伊水道以南で越冬した後、2001 年春に播磨灘および備讃瀬戸を通過して燧灘へ入ってきた可能性も否定できない。今後とも標識放流調査を継続し知見の集積を行う必要がある。

ところで後述するが、サワラの焼印標識については、漁具とのスレ等により焼印がわかりづらく、また標識としての長期間の有効性に課題が残っており、現状では標識魚を確認する手法としては内部標識の識別が中心となっている。したがって本研究では、再捕の結果が漁業者からの再捕報告でなく、すべて標本の買い取りなどにより入手した標本魚の漁獲場所のデータを元としているため、再捕の範囲が標本入手の範囲に限定されている。今後はさらなる広範囲での標本入手、特に紀伊水道外域や豊後水道などの外海で冬季に漁獲されたサワラの標本入手等に努める必要がある。

外部標識の評価 再捕された焼印標識魚 (内部標識併用含む) のうち焼印が識別できたもののうち、最も放流から日数を経過していたのは 1999 年放流群では 12 月 24 日 (放流後 173 日目) に再捕されたものであり、2000 年放流群では 8 月 16 日 (放流後 37 日目) に再捕されたものであり 9 月以降のものは識別できなかった。2002 年放流群では翌年 5 月 25 日 (放流後 339 日目) に再捕されたものが最も放流から日数を経過していた。一方 2002 年に実施した尾鰭カット標識魚については、翌年 5 月 14 日 (放流後 314 日目) に再捕されたものが最も放流から日数を経過していたが、これは内部標識から当該標識魚であることが識別できたため、尾鰭はカットした部分

*4 愛媛県中予水産試験場東予分場 (2004) 平成 15 年度第 2 回資源回復計画行政・研究担当者会議資料。

がやや短くなっていたものの綺麗に再生していた。また2002年10月23日(放流後111日目)に再捕されたものでもカットした尾鰭が再生しており識別が困難となっていた。したがって焼印や尾鰭カットなどの外部標識は1年以上の長期間の標識としては有効性に問題があり、内部標識と併用することが賢明であろうと考えられる。またその他外部標識として、タグを用いた標識放流の事例^{10, 11)}もあるが、サワラの生態的特徴から判断して、タグの脱落や大量の放流が難しいなど、困難な要素もかなり残されており、今後の研究が必要であろうと思われる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、0歳魚サワラ標本ならびに耳石の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) 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.

- 2) 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.
- 3) 林 満作(1919) 鯖漁業調査第一報, 香川水試, 5-27.
- 4) 中込暢彦(1971) サワラ資源の利用形態と漁業経営様式(謄写印刷), 水産大学校, 下関, 44 pp.
- 5) 香川県水産試験場(1972) サワラについて, 本州四国連絡架橋影響調査報告, 3号, 233-237.
- 6) 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. 形質特性と成長について, 日水誌, 33, 1013-1020.
- 7) 岸田 達(1989) 漁場の移動からみた瀬戸内海中西部域におけるサワラの分布と回遊, 南西水研報, (22), 13-27.
- 8) 竹森弘征・坂本 久・植田 豊(2003) 標識放流結果からみた瀬戸内海東部産サワラの移動・回遊, 香水試研報, (4), 11-16.
- 9) 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.
- 10) 岸田 達・上田和夫・高尾亀次(1988) 瀬戸内海周辺域におけるサワラの標識放流経過, 第20回南西海区ブロック内海漁業研究会報告, 55-59.
- 11) 香川県(2000) 平成11年度複合的資源管理型漁業促進対策事業報告書, 30-31.

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、市場に出回るようになる。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さし網、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)

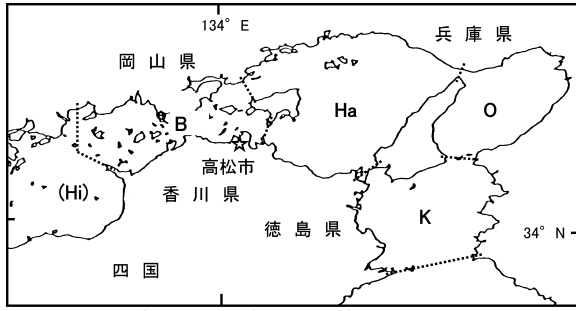
(単位: 尾)

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 Statcel⁶) 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係を図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、次式ようになった。

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

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、次式ようになった。

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

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、次式ようになった。

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

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、次式ようになった。

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

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

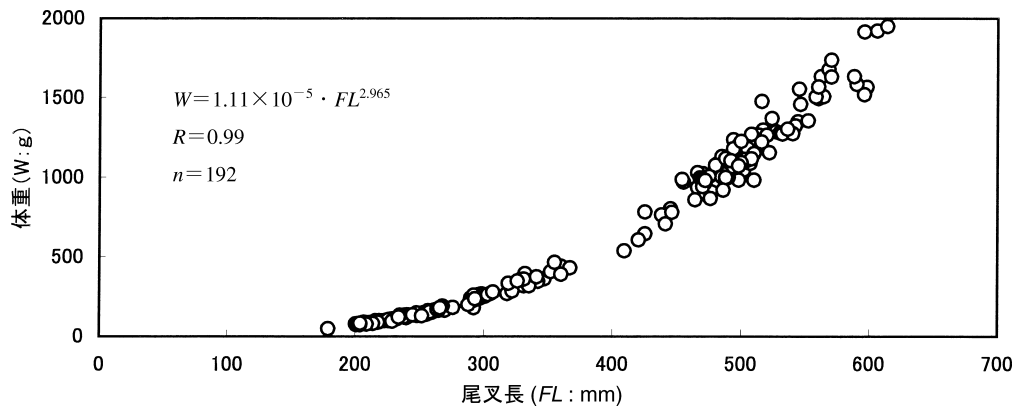


図 2-1. 0 歳天然魚の体重と尾叉長の関係 (1999 年)

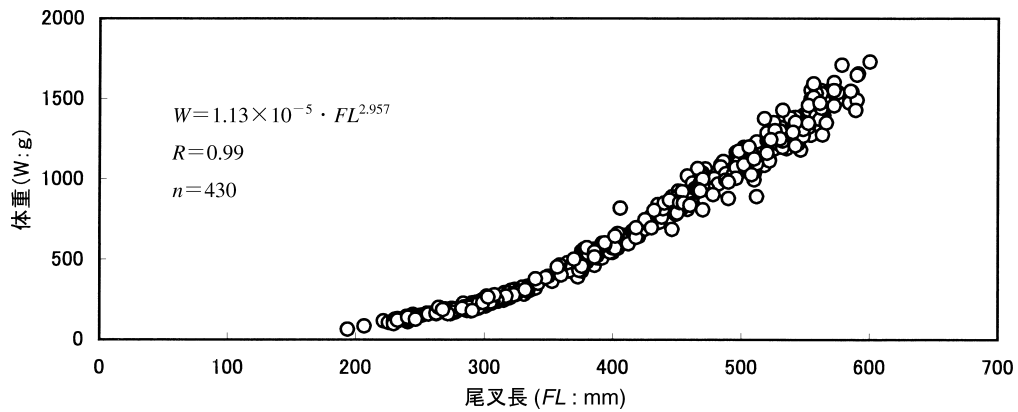


図 2-2. 0 歳天然魚の体重と尾叉長の関係 (2000 年)

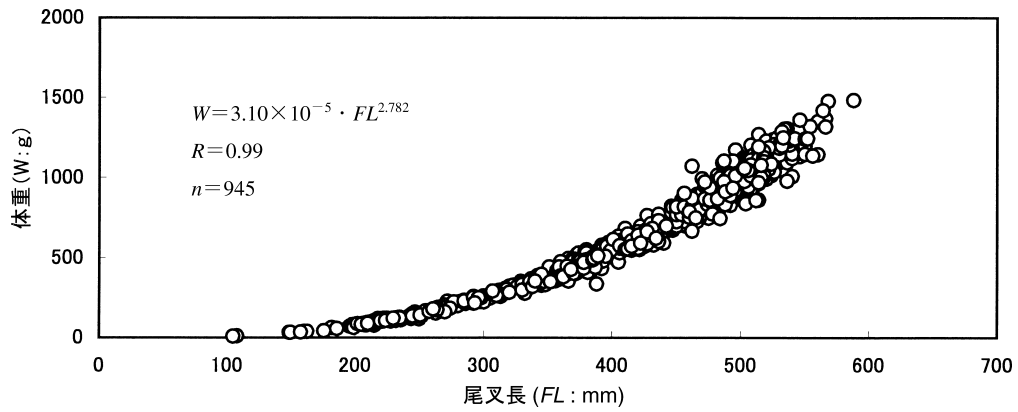


図 2-3. 0 歳天然魚の体重と尾叉長の関係 (2001 年)

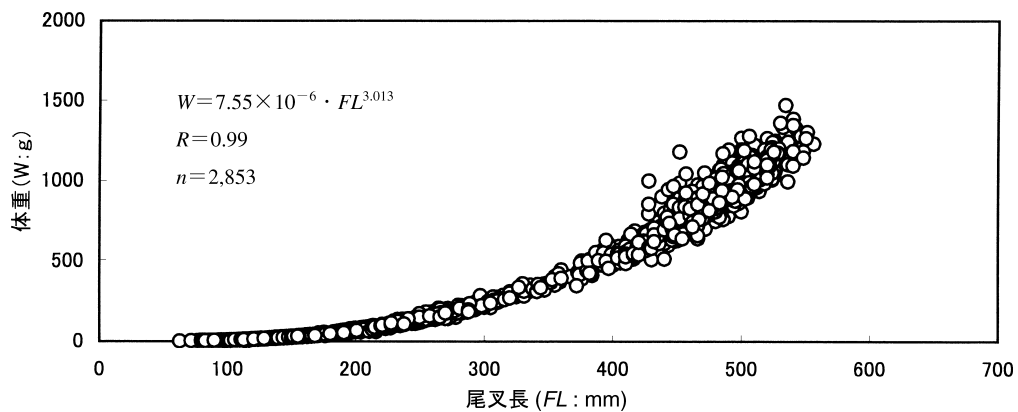


図 2-4. 0 歳天然魚の体重と尾叉長の関係 (2002 年)

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62mm～78mm、6カ月で33.2cm～45.8cm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34mmから99mm（日間成長4.0mm）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

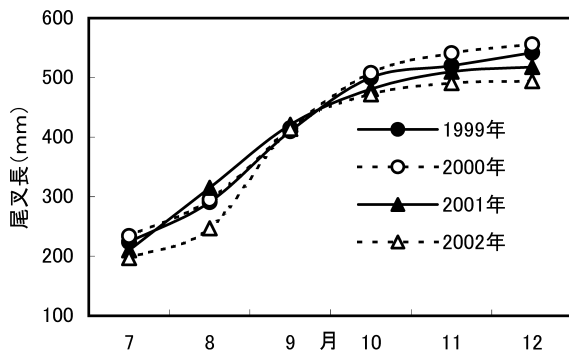


図3. 0歳天然魚の成長

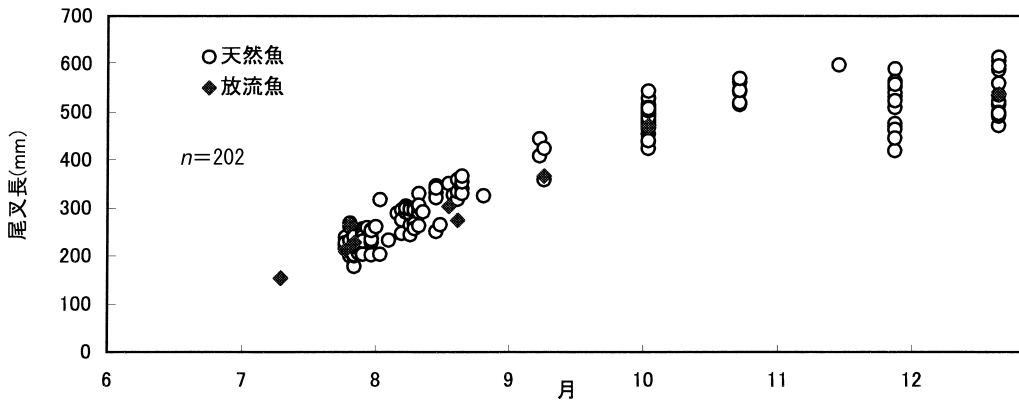


図4-1. 0歳標本魚の尾叉長 (1999年)

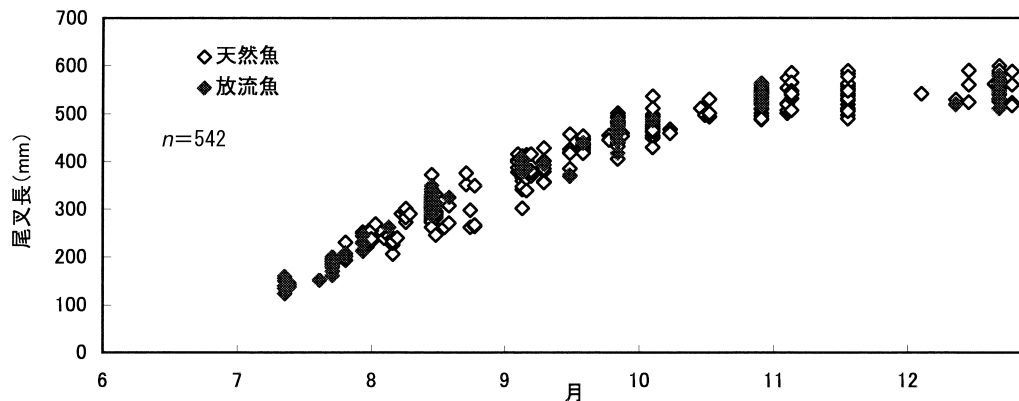


図4-2. 0歳標本魚の尾叉長 (2000年)

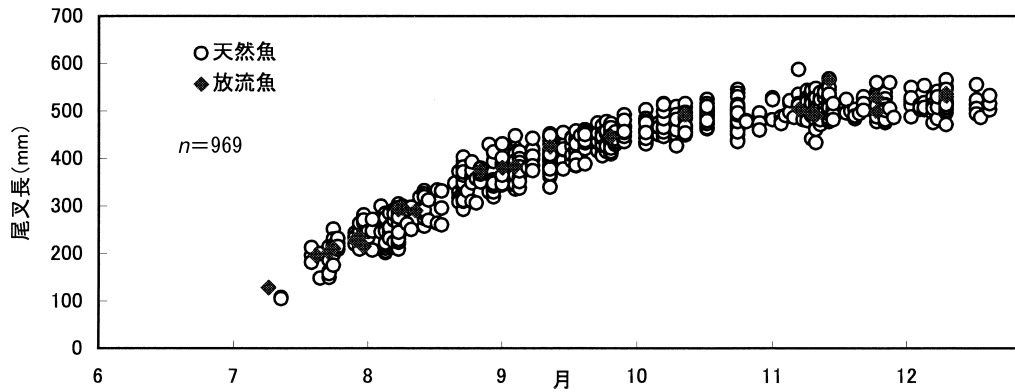


図4-3. 0歳標本魚の尾叉長（2001年）

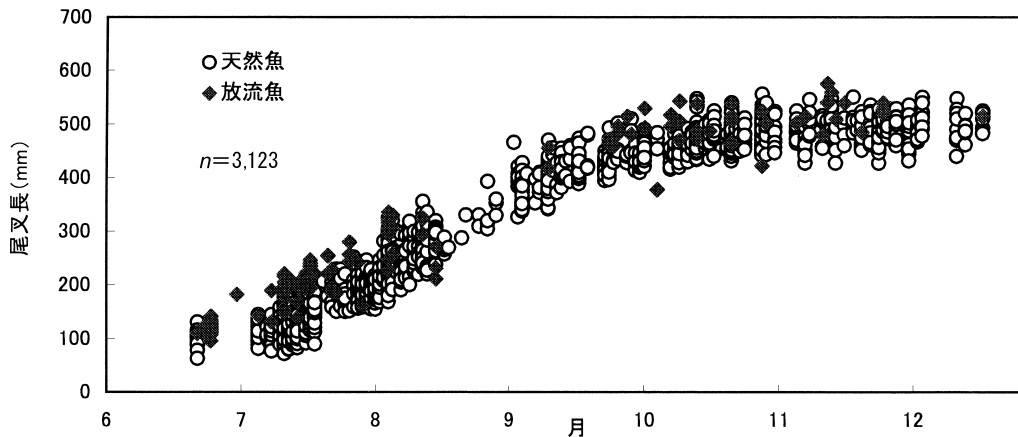


図4-4. 0歳標本魚の尾叉長（2002年）

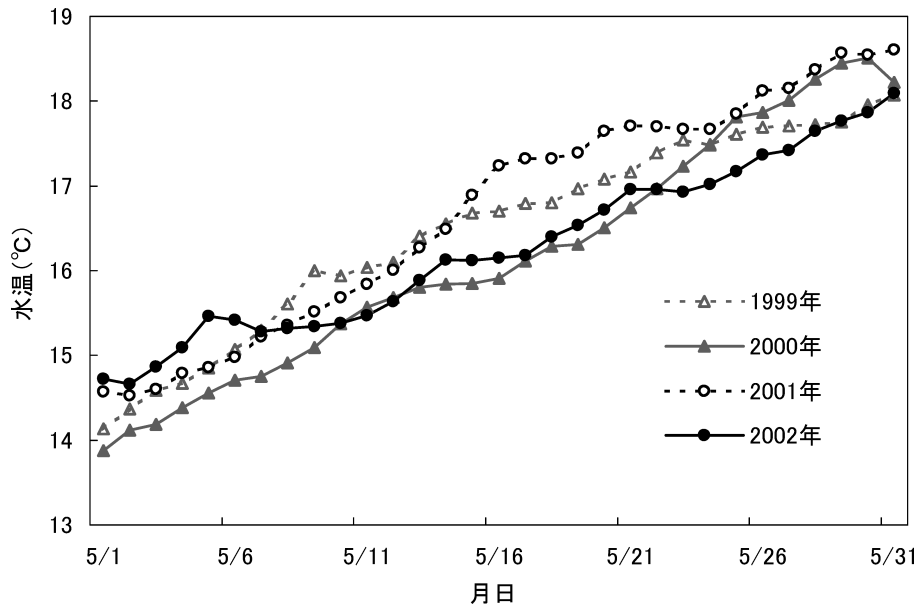


図5. 屋島湾の表層水温の推移

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16.0~22.7°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)鱈漁業調査第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.

栽培漁業技術開発研究 投稿要領

[投稿の資格]

投稿者は、栽培漁業に関する技術開発および研究に従事するものとする。ただし、編集委員長が特に認めた場合についてはこの限りではない。

[投稿原稿の種類]

報文は原著論文および総説、短報、資料とする。

短報・資料は、論文としてまとまらないが、限られた部分に関する実験結果や、新しい手法など情報として価値があるものや、栽培漁業技術の発展に寄与すると考えられる技術情報等とする。

[投稿原稿]

1. 投稿原稿は和文とする。
2. 投稿原稿は別に定める「原稿の書き方」にしたがって作成する。
3. 投稿原稿は、表題、著者名、所属および所在地、英文表題、英文著者名、英文要旨のあとに、本文、文献、表、図・写真、和文要旨の順に綴る。
4. 原則として、同一著者の同一シリーズの論文は1号につき1編を掲載する。

[投稿の方法]

原稿を投稿する場合には、以下の印刷物の原本（各1部）および原稿を保存した電子媒体を編集事務局宛て送付する。電子媒体での送付が不可能な場合には、原稿の原本1部と写し（コピー）2部および投稿用紙1部を事務局あて郵送するものとする。

- (1) 所定の様式にしたがって作成した原稿
- (2) 投稿用紙（用紙は事務局あて請求のこと）

[投稿原稿の取り扱い]

投稿された原稿は、編集委員会において審査する。内容について再検討を要すると判断された原稿は、コメントを付して著者に返送し、修正を求めることがある。

[著者校正]

誤植防止のため、校正は原則として著者が行う。校正では原則として印刷所のミスによる誤り以外の訂正、変更をしてはならない。

[別刷]

著者が別刷を希望する場合は、著者の実費負担にて印刷する。

[写真]

掲載する写真は原則としてモノクロームとする。著者の希望により編集委員長が認めた場合にはカラー印刷を可とする。

[刊行]

「栽培漁業技術開発研究」は、原則として年2回、4月および10月に刊行するとともに、電子ファイルにて水研センターのホームページに掲載する。

本誌掲載文の著作権は、水研センターに帰属する。

[規程の変更]

この規程は栽培技研編集委員会の承認により変更することができる。

（平成 5年 10月 27日一部改訂）

（平成 13年 6月 18日一部改訂）

（平成 16年 4月 1日一部改訂）

栽培漁業技術開発研究 原稿の書き方

[原稿用紙]

原稿は原則としてワードプロセッサ（パソコン）を用いて作成する。用紙はA4判白紙とし、縦長に置き、上下左右に各2 cm以上の十分な余白を設け、35字×25行の十分に行間をとった横書き形式で、文字の大きさは11あるいは12ポイント、字体は特に指定する以外は明朝体（MS明朝、平成明朝等）で作成する。手書きの場合には、A4判原稿用紙（400字詰）に明瞭な楷書で横書きとする。すべてのページにページ番号を付すこと。

[原稿の長さ]

原稿の長さは、おおむね以下のとおりとする。

短報：刷り上がり2頁程度

その他の報文：刷り上がり10頁を限度とする

ただし、編集委員会が認めた場合、および、編集委員会が特に依頼した総説等の原稿はその限りではない。

[原稿の構成]

投稿原稿は、表題、著者名、所属および所在地、英文表題、英文著者名、英文要旨のあとに、本文、文献、表、図・写真、和文要旨の順に綴る。

[表題]

1. 表題は、論文内容を適切に表現する簡潔な文とし、英文表題を添える。
2. 和文表題では、生物名は原則として和名のみとし、学名は併記しない。
3. 英文表題は、生物名に続けて学名を記入しイタリックで指定する。

[著者名]

英文著者名はローマ字で書き、名 (first name)、姓 (family name) の順とする。姓の最初の文字はキャピタル、2番目以降の文字はスモールキャピタルで指定する。

連名の場合、和文著者名では中点「・」で、英文著者名では「,」と「and」で連ねる。

(例)

ヒラメの成熟に及ぼす水温の影響について

鈴木一郎*¹・山田二郎*¹・田中三郎*²

Effect of Water Temperature on the Maturation of the Flounder *Paralichthys olivaceus*

Ichiro SUZUKI, Ziro YAMADA, and Saburo TANAKA

[所属および所在地]

和文著者名の右肩にアスタリスク「*」（ただし共著者のある場合には*¹, *², …）を付けて指定し、本文第1頁の下段に脚注として記載する。第一著者は所属する機関名とその住所を和文と英文で記載し、第二著者以下については、所属機関名と住所を和文で記載する。

(例)

*¹ 独立行政法人水産総合研究センター 八重山栽培漁業センター 〒907-0451 沖縄県石垣市桴海大田148 (Yaeyama Station, National Center for Stock Enhancement, FRA 148, Fukaioota, Ishigaki, Okinawa 907-0451, Japan).

*² 独立行政法人水産総合研究センター 八重山栽培漁業センター 〒907-0451 沖縄県石垣市桴海大田148

[要旨]

要旨は和文と英文を併載する。

和文要旨はA4判用紙に横書きで作成し、表題、著者名を含めて300字以内とする。

英文要旨はA4判用紙に横書きで作成し、表題、著者名を除いて200語以内とする。

[本文の構成]

1. 原著論文の場合、本文の記載は、原則として、まえがき、材料と方法、結果、考察、要約（必要な場合）、文献の順序に従う。
2. 原著論文以外の報文は、方法、結果、考察など項目に細分しなくてもよい。
3. 見出しは左寄せで記載しゴシック指定を行う。ただし、まえがきの見出しは付けない。
4. 材料と方法や結果の項等の小見出しはゴシック指定を行い、番号は付けず、本文は追い込みとする。さらに細分化した見出しが必要な場合には、番号を、1., 2., …, (1), (2), …, 1), 2), … の順に使用して区分する。A, B, は用いない。番号および小見出しは並字で記載する。この場合も本文は追い込みとする。

(例)

材料と方法

親魚の飼育 採卵に用いた親魚は、20〇〇年〇月〇日
に…

1. 餌料 親魚用の餌料としてイカナゴ、イワシ、などの鮮魚と配合飼料を…
- 1) 配合飼料 市販の配合飼料を…

[文 献]

1. 引用した文献は、引用順に連番号を付ける。本文中では以下の例のように肩付き番号(上付き文字で指定する)で示し、「田中(1993)は…」のような引用は行わない。著者が複数の場合、2名までは姓を連記し、3名以上の場合には筆頭著者の姓に「ら」または「*et al.*」を付けて示す。
2. 外国語の文献を引用する場合は、著者名はキャピタル・スモールキャピタルで指定する。
3. 句読点の箇所に引用番号を付ける場合には、句読点の前に付ける。

(例)

田中^{1,2)}は…、…が知られている^{3,6)}。
鈴木ら⁷⁾は…

GULLAND⁸⁾は…

4. 文献のリストは、本文の末尾にまとめて引用番号順に記載する。
5. 雑誌に掲載された論文を引用する場合は、以下の例に示すように、引用番号、著者名、年、表題、雑誌名、巻、ページの順に記載する。雑誌名は、慣用法に従って略記する。巻数はゴシックで指定する。欧文雑誌から引用する場合、雑誌名はイタリックで指定する。
6. 単行本から引用する場合は、引用番号、著者名、年、書名、出版所、出版地、ページの順に記載する。
7. 文献リストでは、著者が3名以上の場合でも著者名は全て記載する。また、同一著者や同一題名が続く場合にも「-」のように省略しない。
8. 事業報告書等で、著者名が明示されていない文献から引用する場合には、引用番号、報告県名(機関名)、年、報告書、ページの順に記載する。

(例)

・雑誌の場合

- 1) 吉村研治・宮本義次・中村俊政 (1992) 濃縮淡水クロレラ給餌によるワムシの高密度大量培養。栽培技研, **21**, 1-6.
- 2) NOGAMI, K., and M. MAEDA (1992) Bacteria as biocontrol agents for rearing larvae of the crab *Portunus trituberculatus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*,

49, 2373-2376.

・単行本(引用箇所が1カ所の場合)

- 3) 田中昌一 (1985) 水産資源学総論. 恒星社厚生閣, 東京, pp. 181-183.

- 4) GULLAND, J. A. (1983) *Fish stock assessment*. Wiley, New York, pp. 83-96.

・単行本(同一の本から複数カ所を引用している場合)

- 5) 田中義麿・田中 潔 (1980) 科学論文の書き方. 裳華房, 東京, 365 pp.

- 6) COCHRAN, W. G. (1977) *Sampling techniques*. Wiley, New York, 428 pp.

・単行本(複数の論文を集めた本の中の1編を引用する場合)

- 7) 廣瀬慶二 (1992) 最近の成熟・産卵制御法. 「海産魚の産卵・成熟リズム」(廣瀬慶二編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 125-137.

- 8) ALLENDORF, F. W., and N. RTMAN (1987) Genetic management of hatchery stocks. in "Population genetics & fishery management" (ed. by N. RYMAN, and F. UTTER), Univ. of Washington Press, Seattle, pp. 141-160.

・事業報告書(著者名が明示されていないもの)

- 9) 茨城県 (1992) 平成2年度放流技術開発報告書, 太平洋ヒラメ班. 茨 21-茨 63.

- 10) 海洋水産資源開発センター (1992) 平成2年度沖合漁場総合整備開発基礎調査, 日本海大和推海域(本文編). 216 pp.

9. 私信, 未発表(投稿中は除く)や学会講演, シンポジウム要旨, 修士論文などは文献の項には記載しない。必要なら引用箇所に上付き指定でアスタリスク(※, ※1, ※2…)を付け, 脚注とする。

[図・写真・表]

1. 投稿原稿に添付する原図は、そのまま印刷可能なものを原則とする。ただし、図の説明や数字、記号は原図コピーに鉛筆書きしたものでもよい。
2. 図、写真、表の原稿は、本文とは別葉とし、挿入箇所を本文原稿中の右の欄に赤字で指定する。
3. 図、写真、表の原稿の大きさは、A4判を超えないことを原則とする。刷り上がり時の大きさは、横幅が16 cm または 8 cm となるので、縮小率または刷り上がり時の大きさを必ず明記する。
4. 図、写真、表には番号と和文の説明文を付ける。
5. 図、写真の番号および説明文は、「図 1. …」、「写真 1. …」として原図の下部に直接記入する。表の番号および説明文は、「表 1. …」として表の原稿の上部に直接記入する。

[脚 注]

脚注は、1カ所なら $\text{\textcircled{*1}}$ 、複数箇所の場合は連番号を使用し、 $\text{\textcircled{*1}}$ 、 $\text{\textcircled{*2}}$ のように上付きで指定して関連頁の下段に入れる。

[文 字]

- 下記のとおりに赤字で字体の指定を行う。
イタリック：abcd、abcd → *abcd*
ゴシック：abcd、abcd → **abcd**
スモールキャピタル：ABCD → ABCD
キャピタル：abcd、ABCD → ABCD
キャピタル・スモールキャピタル：
abcd、ABCD → ABCD
上付き： $m\sqrt{2}$ 、 $m\sqrt{2}$ → m^2
：山田 $\text{\textcircled{1}}$ 、山田 $\text{\textcircled{2}}$ → 山田¹⁾
下付き： $O\hat{2}$ 、 $O\hat{2}$ → O_2
- 数式の上付き、下付きの記号、およびギリシャ文字は明瞭に指定する。

[生 物 名]

生物名は標準和名をカタカナで書く。学名を入れる場合には本文中の初出の箇所に記載し、イタリックで指定する。原則として命名者名を省略する。

[電子ファイル原稿の提出要領]

- 提出する電子媒体は、3.5 インチフロッピーディスクまたは3.5 インチ MO ディスク（容量 640 MB 以下）または CD-R ディスクとする。
- フロッピーディスクおよび MO ディスクは MS-DOS フォーマットとし、CD-R ディスクは ISO9660 フォーマットとする。
- 原稿は、Windows あるいは Macintosh の MS Office や一太郎で投稿することが望ましい（その他対応ソフトウェアは表 1 を参照のこと）。文字化けなどトラブル時の内容確認のためにテキストファイルも同時に提出すること。どうしても表 1 に掲載したソフトウェアのファイルで投稿できない場合はテキストファイルのみを提出すること。
- 写真などの画像を電子ファイルで入稿する際には、必ず別ファイルとすること。また、300 dpi 以

上の TIFF か EPS ファイルとすること。JPEG も可能であるが、破壊的圧縮方法であることに留意すること。また、色再現性を高めるために、オリジナル写真、版下あるいはプリントアウトしたものを必ず添付すること。

- 日本語は全角を、英数字、小数点および斜線は半角を使用する。英文要旨や図表に全角特殊記号（÷, 凸, ∴, ♀, °C, ¥, ☆, ©, △, →, ※, ℓ など）を使用しない。
- 改行マークは文章の段落の区切りのみに使用する。
- スペースキーは英単語などの区切りにだけ使用し、文献などの字下げには使用しない。
- 電子媒体を郵送する際には、ラベルに整理番号、連絡者氏名、原稿の表題、ファイル名、および原稿作成に使用したソフトウェアを明記する。ラベルが使用できない場合は別紙に明記し、電子媒体に同封して郵送すること。
- 電子媒体の郵送に際しては、物理的な破損を防ぐために丈夫なケースで保護すること。
- 提出する電子ファイルはバックアップコピーをとり、印刷終了時まで著者の手元に保管する。

表 1. 電子ファイル投稿時の推奨ソフトウェア

プラットフォーム	ソフトウェア
Windows	MS Office, 一太郎, Illustrator, 花子, CorelDraw
Macintosh	MS Office, 一太郎, Illustrator

[その他]

その他の記載様式は、栽培技研の最新号に記載された論文を参照する。

(平成 5 年 4 月 14 日一部改訂)
(平成 5 年 10 月 27 日一部改訂)
(平成 6 年 4 月 21 日一部改訂)
(平成 8 年 4 月 22 日一部改訂)
(平成 10 年 12 月 21 日一部改訂)
(平成 13 年 6 月 18 日一部改訂)
(平成 16 年 4 月 1 日一部改訂)

技研編集連絡

🔄 本号より、編集委員として新たに石川豊氏（岩手県水産技術センター）に就任していただきました。また顧問を廃止し、廣瀬慶二氏に編集委員として就任していただきました。

🔄 投稿される方は、本号巻末の「栽培漁業技術開発研究 投稿要領」及び「栽培漁業技術開発研究 原稿の書き方」を参照してください。平成16年4月より大幅に変更されましたので、ご注意ください。

編集委員会（第32巻第1号）

委員長

今村 茂生（水産総合研究センター栽培漁業部）

委員

日野 明德（東京大学）

Marcy Wilder（国際農林水産業研究センター）

鎌田 稔（山形県水産試験場）

桃山 和夫（山口県水産研究センター内海研究部）

廣瀬 慶一

虫明 敬一（水産総合研究センター五島栽培漁業センター）

北田 修一（東京海洋大学）

石川 豊（岩手県水産技術センター）

鳥羽 光晴（千葉県水産研究センター富津研究所）

村越 正慶（沖縄県水産試験場）

奥澤 公一（水産総合研究センター養殖研究所）

奥村 重信（水産総合研究センター屋島栽培漁業センター）

幹事

高尾 庸一（水産総合研究センター栽培漁業部）

事務局

水産総合研究センター栽培漁業部

栽培漁業技術開発研究 第32巻 第1号

平成17年1月25日 印刷

平成17年1月30日 発行

編集者 今村 茂生

発行者 独立行政法人水産総合研究センター
〒220-6115 神奈川県横浜市みなとみらい2-3-3
クイーンズタワー B 15階
電話 045 (227) 2715

印刷者 株式会社 国際文献印刷社
〒169-0075 東京都新宿区高田馬場3-8-8
電話 03 (3362) 9741-4