

大型肉食魚サワラが食べているもの

農林水産総合技術センター水産試験場 資源海洋部 安江尚孝

[目的]

サワラは、延縄、曳縄、定置網などによって漁獲される水産資源である。重要な餌生物は潜在的にサワラの漁場形成に影響を及ぼしている可能性があり、また、被食捕食関係は生態系の構造を理解する上で基本となる情報である。そこで、サワラの食性を調べた。

なお、本研究は財団法人和歌山県栽培漁業協会と共同で行った。

[方法]

2009年の冬季と2010年の秋季に、紀伊水道で漁獲されたサワラ [サゴシ級: 60cm未満 (0歳魚に相当)、サワラ級: 60cm以上 (1歳魚以上に相当)とする]を衣奈浦と比井崎で入手した (表1)。尾叉長を測定した後、胃と肝臓を取り出した。胃内容物は可能な限り下位の分類群まで同定し、各分類群の重量の百分率を計算した。胃中の餌生物のうち、タチウオについては6個体の頭長を、スルメイカについては8個体の外套長を測定できた。48個体の肝臓について、炭素 ($\delta^{13}\text{C}$)と窒素 ($\delta^{15}\text{N}$)の安定同位体比を測定した。

[成果の概要]

- 1) 胃中には、不明魚類、不明イカ類、不明エビ類を除くと14分類群が確認された (表2)。
- 2) 餌生物の大部分は月やサイズによらず魚類であり、タチウオの割合が高いことがわかった。紀伊水道ではタチウオの漁獲量が相対的に多いことから、この結果は餌環境を反映したものと考えられる。近年タチウオ資源は減少しており、サワラ漁業にとってもタチウオ資源の管理が必要と考えられる。
- 3) サゴシ級が捕食したタチウオの頭長 (平均 \pm 標準偏差)は、 27 ± 15 mm ($n=3$)、サワラ級は 25 ± 3 mm ($n=3$)であった。スルメイカについては、サゴシ級が外套長 23 ± 10 mm ($n=4$)、サワラ級は 26 ± 15 mm ($n=4$)であった。データ数は限られているが、サゴシ級とサワラ級には明瞭な差が見られなかった。
- 4) 安定同位体比の値は、大きな餌 (栄養段階が高いと仮定)を食べる個体ほど高くなる傾向があることが知られている。しかしながら、本研究ではそのような傾向は見られず、サゴシ級もサワラ級も同じような大きさの餌を食べていると考えられる (図1)。体長の大きいサワラ級にとっても、秋季から冬季の紀伊水道は比較的小型の餌を利用しやすい状況にあるのかもしれない。

表 1 胃内容物の分析に用いたサワラのデータ

月	サイズ 銘柄	尾叉長		標本数	空胃率 (%)
		平均 ± 標準偏差	最小-最大		
2009年12月	サゴシ級	53.1 ± 1.5	51.5-57.0	14	42.9
	サワラ級	72.9 ± 5.1	63.0-80.0	12	33.3
2010年1月	サワラ級	73.6 ± 4.5	68.5-81.0	7	14.3
2010年2月	サゴシ級	52.7 ± 2.4	49.0-55.5	5	40.0
	サワラ級	68.6 ± 3.7	64.0-76.0	9	0.0
2010年9月	サゴシ級	38.3 ± 1.4	33.0-42.5	58	79.3
	サワラ級	68.3 ± 3.3	63.0-76.5	26	73.1
2010年10月	サゴシ級	43.6 ± 2.1	42.0-47.5	7	100.0
2010年11月	サゴシ級	45.8 ± 2.1	42.0-54.0	156	47.4
	サワラ級	72.9 ± 4.9	66.0-86.5	30	46.7

表 2 サワラの胃内容物組成

餌生物	2009年12月		2010年1月		2010年2月		2010年9月		2010年10月	
	サゴシ級	サワラ級	サワラ級	サゴシ級	サワラ級	サゴシ級	サワラ級	サゴシ級	サワラ級	
キビナゴ	-	12.5	-	-	-	-	-	1.3	6.3	
ウルメイワシ	-	-	-	-	-	-	-	1.2	6.3	
マイワシ	-	-	-	-	-	-	-	2.6	6.3	
カタクチイワシ (稚魚)	-	5.8	-	-	-	-	14.3	-	-	
マエソ属 (稚魚)	-	-	-	-	-	-	-	0.9	1.7	
トヤマサイウオ	-	-	-	-	-	-	14.3	2.8	1.0	
カサゴ (稚魚)	-	-	-	-	0.2	-	-	0.7	-	
ヒメスミクイウオ	-	11.1	-	-	-	-	-	-	-	
ホタルジャコ	-	3.3	-	-	-	3.0	-	-	-	
マトイシモチ	-	-	-	-	-	-	-	-	6.3	
マルアジ	-	-	-	-	-	-	-	3.7	6.3	
ヒメヒイラギ	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	
タチウオ	75.0	25.3	50.0	100.0	66.4	5.3	41.6	39.6	47.0	
魚類 (不明)	25.0	26.6	46.5	-	22.2	91.7	28.6	22.9	-	
スルメイカ (幼生)	-	-	3.5	-	-	-	-	9.0	17.0	
イカ類 (不明)	-	12.5	-	-	11.1	-	-	13.2	-	
エビ類 (不明)	-	2.9	-	-	-	-	1.3	1.2	1.9	

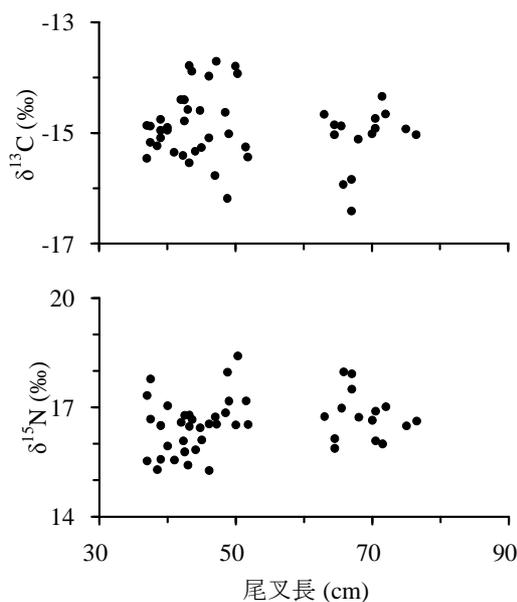


図 1 尾叉長と安定同位体比の関係

サバ類資源の変化と海況変化との関係

農林水産総合技術センター水産試験場 資源海洋部 武田保幸

【はじめに】

紀伊水道周辺海域では 1980 年代までマサバが優占していたが、1990 年代からマサバが減少し、逆にゴマサバが増加した。ゴマサバはマサバに比べ魚価が 1/4 とかなり安く、マサバの減少とゴマサバの増加は漁業収入の減少に直結するため、漁業現場では深刻な問題になっている。そこで本研究では、今後のサバ類資源動向を予測する目的で、漁獲・海洋観測データから、来遊資源の動向を把握し、海況変化との関係について考察した。

【材料および方法】

漁獲データは農林水産統計（漁業養殖業生産統計年報、1966～2009 年）、和歌山県中型まき網の月別サバ類漁獲量（1978～2010 年）、漁協の銘柄別漁獲量（1990～2010 年）を使用した。サバ類魚種別漁獲量は、1 そうまき網については紀州日高漁協南部町支所標本船の銘柄別混獲率データと月別漁獲量から、2 そうまき網については和歌山南漁協田辺本所の銘柄別データと月別漁獲量からそれぞれ推定した。海洋データについては、海上保安庁水路部発行「海洋速報」のうち潮岬沖の黒潮流軸距離（1980～2010 年）と、和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場が観測した海洋観測データ（1980～2010 年）のうち、まき網漁場に近い沿岸定線の紀伊水道外域 100m 層水温を使用した。また、系群別の資源量については、独立行政法人水産総合研究センターの資源評価票詳細版を使用した。

【結果および考察】

まき網漁業者からの聞き取り（田辺・みなべ標本船）によると、ゴマサバの分布域は 1970～1980 年代には白浜町の市江崎以南に限られていたが、1990 年代前半から瀬戸崎付近に北上し、さらに 2000 年代には日ノ御崎以北の内海域に分布を拡大した、とのことであった。1 そうまき網・2 そうまき網の魚種別漁獲量を合計し、その 5 ヶ年移動平均を、紀伊水道外域におけるマサバ・ゴマサバの来遊量指数とした。来遊量指数からみると、マサバは 1997 年以降減少傾向が続き、2005 年以降は低水準・横ばい傾向となっている。2003 年に紀伊水道外域においてゴマサバ来遊量がマサバ来遊量を超え、それ以降ゴマサバが来遊群の主体を占めている（図 1）。

なぜマサバ来遊量が減少しゴマサバ来遊量が増加したか、を海況面から検討した。潮岬沖における黒潮は、1991 年以降、2004～2005 年を除き接岸（流軸が距岸 25 マイル以内）基調で推移し、これに連動して、1993～2004 年 4～9 月にまき網漁場である紀伊水道外域の 100m 層水温が上昇していた。黒潮接岸に伴う漁場水温の上昇が、マサバ来遊量とゴマサバ来遊量の逆転を引き起こした一つの環境要因であると考えられた。紀伊水道外域における水温上昇期 4～9 月の 100m 層平均水温とまき網ゴマサバ漁獲量との関係（図 2）をみると、近年の 2005～2010 年を除いて、まき網漁場水温とゴマサバ漁獲量との間に正の相関関係がみられた。つまり、1993～2004 年には黒潮接岸の影響を受けて漁場水温が上昇し、紀伊水道外域へのゴマサバ来遊量が増加したと考えられた。一方、2005～2010 年には、卓越年級群である 2004 年級群の発生によってゴマサバ太平洋系群の資源水準が急激に上がったため、漁場水温がやや低めになっても、高い資源水準の影響を受け、マサバではなくゴマサバが多獲されたと考えられた。

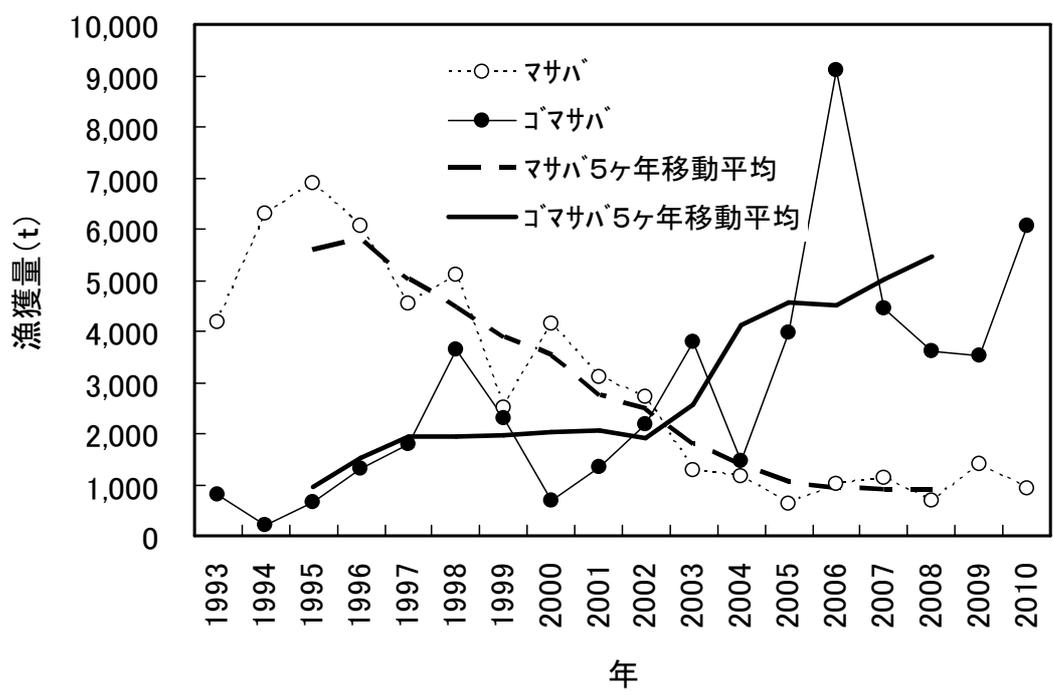


図1 紀伊水道外域におけるサバ類来遊量指数

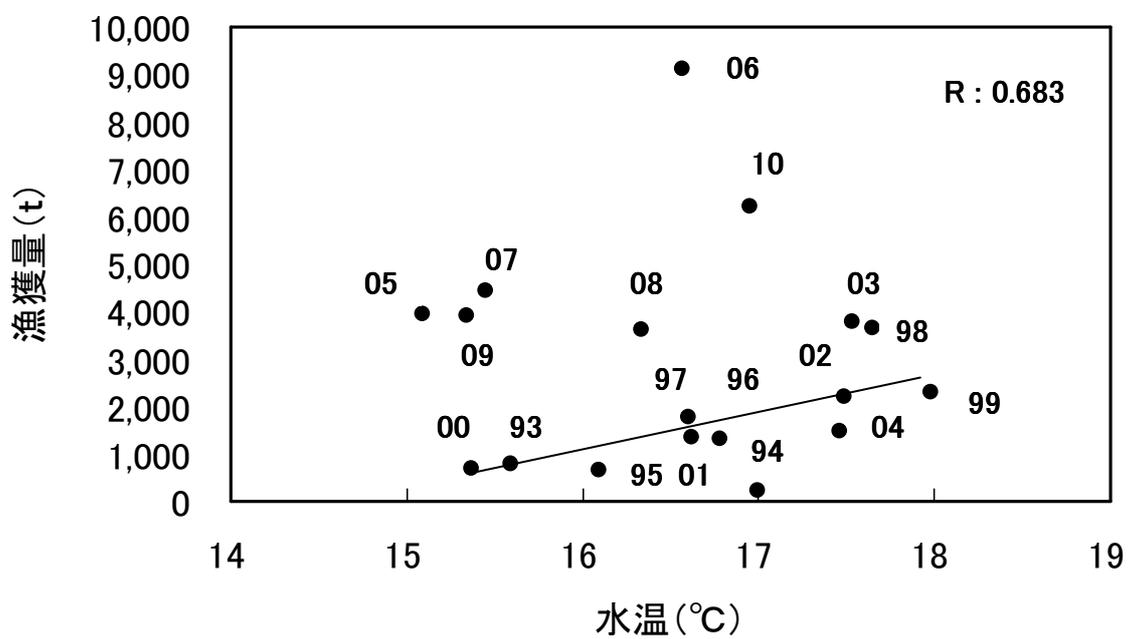


図2 まき網漁場水温とゴマサバ漁獲量との関係
(数字は西暦年、相関係数は 2005～2010 年を除く)

ナマコの初期飼育方法について

農林水産総合技術センター水産試験場 増養殖部 白石智孝

【目的】

本県の漁家経営は、燃料費の高騰・資源の減少・漁業者の高齢化を背景に厳しい状況にあり、低労力で収益性の高い漁業への転換が求められている。ナマコは地先（磯根資源）で容易に漁獲でき、近年は国際的な需要の高まりから収益性にも優れる。ナマコの資源増大には種苗生産が有効であるが、県内ではその実績がなく、生産技術は確立されていない。そこで、県内産ナマコを用いた種苗生産技術の開発を目指し、初期飼育における試験を実施した。

【方法】

成熟した県内産マナマコ（アカナマコ）を受精に供した。また、稚ナマコを食害するシオダマリミジンコ類の混入を防ぐため、親ナマコを予め 0.2 % KCl 海水に 2 分間浸して擦り落とした。受精は、一つの水槽内で複数の雌雄を用いて行い、成熟した雌に産卵誘発ホルモンのクビフリンを投与して産卵させた。次に、成熟した雄から切り出した精子を媒精して受精卵を得た。孵化した浮遊幼生を用いて生残率に対する飼育密度の影響を調べた。水温 20℃、止水の条件で 0.3~5 個体/ml の 5 段階の密度で浮遊幼生を飼育した。餌料生物として、珪藻 *Chaetoceros calcitrans* を幼生 1 個体あたり 10,000 cells/ml を維持するよう適宜添加した。

生産した稚ナマコを用いて餌料効果試験を実施した。体長 3 mm の稚ナマコを①附着珪藻区、②キートセロス区、③配合飼料区（海藻粉末ベース）に分けて、それぞれ 2 水槽ずつで飼育した。飼育中は数日に 1 回の頻度で換水を行った。附着珪藻区では自然に発生する珪藻のみを餌料とし、他の区では餌料が枯渇しないよう適宜給餌を行った。

【結果及び考察】

KCl 海水処理を行ったところ、親ナマコ 1 尾あたり 104.2 個体のシオダマリミジンコ類が除去され、飼育水槽への混入を防ぐ上で、KCl 海水による除去は有効であった。成熟した雌 16 個体（平均 227.5 g）にクビフリンを投与した結果、5 個体が産卵し、2,034,000 個の受精卵を得て、受精率が 95%であった。孵化後の幼生はアウリクラリア幼生、ドリオラリア幼生と変態して着底した（図 1）。幼生飼育実験における密度毎の生残率を図 2 に示す。5 個体/ml では、5 日目に全滅した。3 個体/ml では 2 週間後には生残率が 60%程度に減少したが、1 個体/ml 以下の密度では生残率に有意差は無く、ほぼ 80%以上であった。本法では、3 個体/ml 以下での飼育が効率的であることが示された。高密度区で生残率が低下した原因は、給餌による水質悪化と考えられる。今後は、流水や、水温、餌料生物等の条件を変化させて飼育実験を行い、効率的な幼生飼育方法を見出す必要がある。

餌料効果試験の結果を図 3 に示す。配合飼料区で最も成長が良く、次いでキートセロス区、附着珪藻区の順となった。体長 3 mm 以上の稚ナマコには、天然の餌料生物よりも配合飼料を積極的に与えた方が効率良く飼育できることが示された。

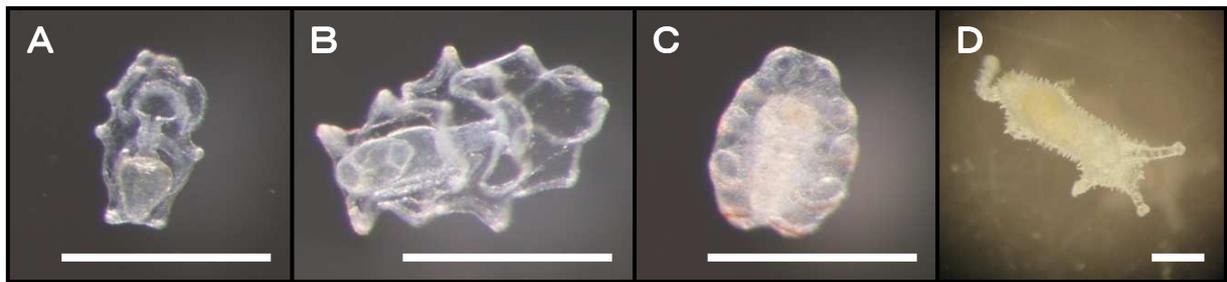


図1 マナマコの浮遊幼生と稚ナマコ スケールバー：500 μm

A: 初期アウリクラリア幼生 B: 後期アウリクラリア幼生
 C: ドリオラリア幼生 D: 着底後の稚ナマコ

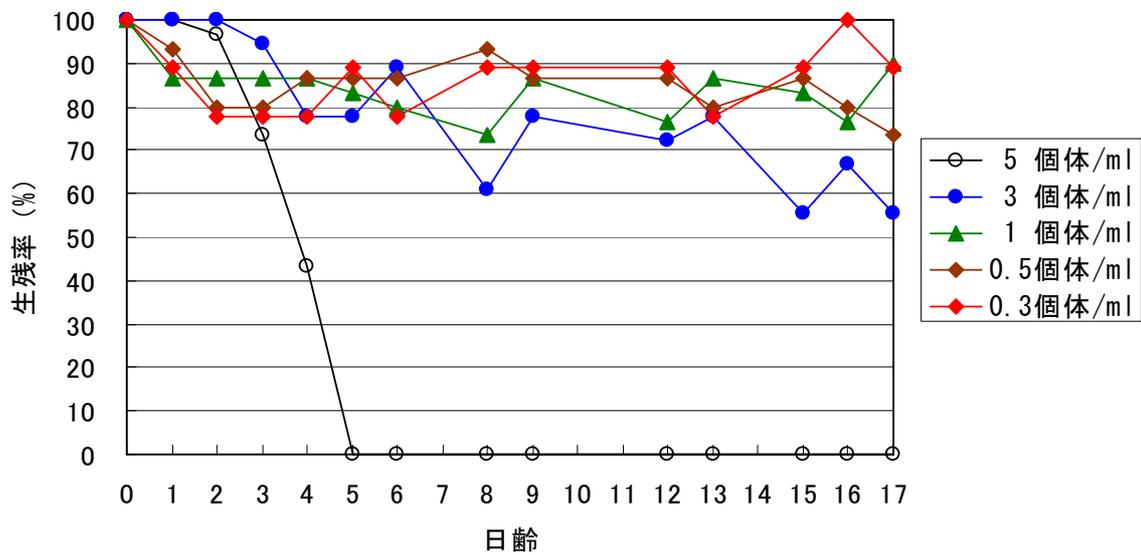


図2 浮遊幼生飼育における生残率の変化

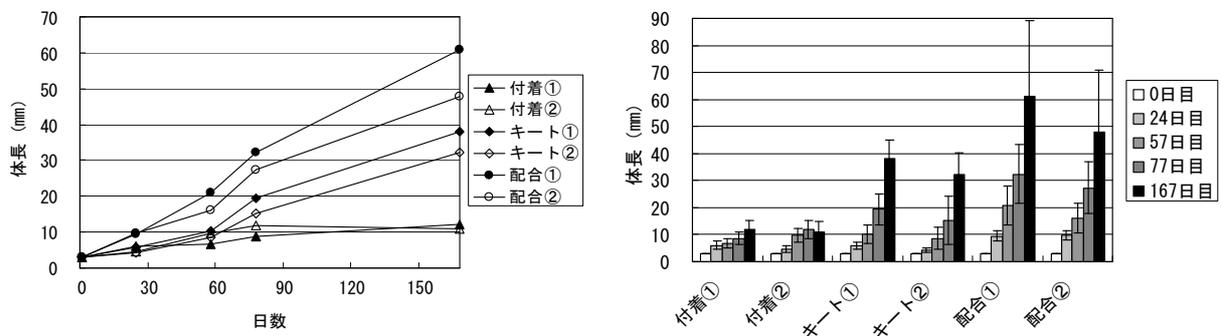


図3 餌料別の稚ナマコの成長

低魚粉飼料によるマダイ飼育試験について

農林水産総合技術センター水産試験場 企画情報部 向野幹生

〔目的〕

近年、養魚用配合飼料の主原料である魚粉の需給が逼迫しており、これにより配合飼料の価格が上昇し、養殖業の経営に影響を与えている。この対策として、魚粉の配合割合を削減し、植物由来タンパク質等で代替した低魚粉飼料の開発が急務となっている。低魚粉飼料については、緑肝症や成長の停滞等の課題があったが、タウリンを添加することで改善できることが判明してきた。そこで、和歌山県の主要養殖魚種であるマダイについて飼育試験を行い、低魚粉飼料の有効性について検討した。

〔方法〕

平成 20～22 年度に表 1 に示す条件で、マダイを海上生簀（3×3×3m）に収容し 16 週間飼育した。試験区は各飼料区につきそれぞれ 2 区ずつ設定し、4 週毎に全重量を測定し、試験終了時には血液性状・抗病性検査および魚体成分分析を行った。各試験結果はダンカンの新多重範囲検定法により検定を行い、危険率 5% で有意差を判定した。

〔成果の概要〕

- 1) マダイ当歳魚では、試験終了時の平均体重は飼料 1 > 飼料 3 > 飼料 2 の順となりましたが飼料間で有意差は認められなかった（図 1）。しかし、タウリンを添加することでやや改善が認められた。
- 2) マダイ 1 歳魚では、試験終了時の平均体重は飼料 1 > 飼料 5 > 飼料 2 > 飼料 4 > 飼料 3 となり、飼料 1 に対して飼料 2～4 は有意に低くなった（図 2）。しかし、タウリンとフィターゼを添加した飼料 5 では、飼育成績が改善し飼料 1 に次ぐ成績が認められた。
- 3) マダイ 2 歳魚では、試験終了時の平均体重は飼料 4 > 飼料 1 > 飼料 3 > 飼料 2 となったがその差は小さく、タウリンを添加することでどの飼料でも同等の成長を示した（図 3）。
- 4) 平成 20～22 年度の試験結果から、魚粉を削減してもタウリン等を添加することで飼育成績の改善が認められ、通常の配合飼料と同等の成長を示すことが明らかになった。また魚体が大きいほど魚粉の削減割合を上げて飼育成績への影響が少ないと考えられた。身質や抗病性についてもタウリンを添加することにより有意差は認められなかった。また魚粉の配合割合を削減するほどリン等の排出量が減少し、環境に対する負荷量を低減できることが明らかとなり、低魚粉飼料の有効性が示された。

表1 低魚粉飼料によるマダイ飼育試験実施状況

年度	試験魚	供試尾数	飼料1	飼料2	飼料3	飼料4	飼料5
H20	当歳魚	250	魚粉60%	魚粉30%	魚粉30% +タウリン	—	—
H21	1歳魚	60	魚粉60%	魚粉32%	魚粉21%	魚粉21% +タウリン	魚粉30% +タウリン+フィターゼ*
H22	2歳魚	40	魚粉50%	魚粉30% +タウリン	魚粉20% +タウリン	魚粉10% +タウリン	—

*フィターゼ：酵素の一種。穀類に多量に含まれるフィチン酸を分解する。フィチン酸による成長阻害の緩和およびリンの有効利用を目的に添加

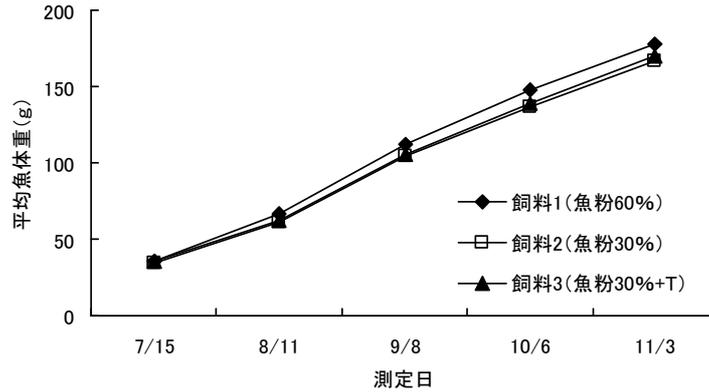


図1 マダイ当歳魚における試験飼料別平均体重の推移

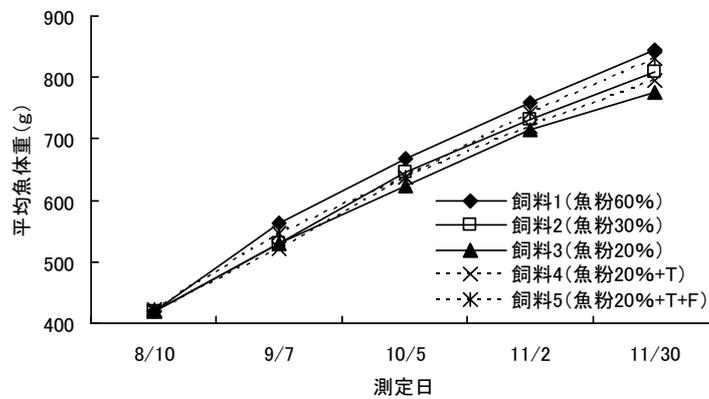


図2 マダイ1歳魚における試験飼料別平均体重の推移

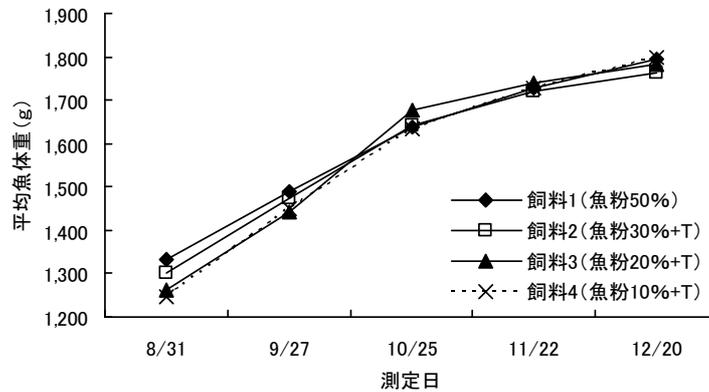


図3 マダイ2歳魚における試験飼料別平均体重の推移

アマゴにおける禁漁効果の検証

農林水産総合技術センター水産試験場 内水面試験地 中山仁志

[背景]

河川上流域に生息するアマゴ個体群の多くは治山ダムや自然滝によって隔離され小集団化している。このような小集団に対して過度な漁獲圧が掛かると、近親交配の進行等により絶滅に至り易いと考えられている。小集団を保護し絶滅を回避させるための一般的な手法の一つが禁漁であるものの、禁漁の効果は魚種や河川毎の環境によっても大きく異なる。本研究では日高川上流部において隔離され小集団化したアマゴ個体群を対象として禁漁の効果を検証した。

[手法]

日高川上流部の支流小又川の長期隔離水域において、平成 20 年 3 月から禁漁となっている禁漁試験区（大谷）と非禁漁である対照区（イダサ谷）を設定した。大谷は平成 19 年に堰堤が設置されたことで分断されており、下流側（大谷下）から上流側（大谷上）にアマゴが遡上することはできない。

平成 20 年から平成 23 年までの 4 年間に渡って、毎年 6～7 月に標識再捕法（1 回標識、1 回再捕）によって禁漁区（大谷上及び大谷下）と対照区（イダサ谷）におけるアマゴの生息密度を調べた。その際、当歳魚と 1 歳魚を区別して標識を付し、標識の色を年毎に変えることで過去に採捕された個体の年齢が分かるようにした。それらの標識の情報と採捕した個体の体長に関する情報を基にして、各試験区に生息するアマゴの年齢組成を推測した。

[結果と考察]

i) 当歳魚について

禁漁区よりも対照区において当歳魚の生息密度が低かった（図 1(a)）。しかし、禁漁区において当歳魚の生息密度が大きく変化していたことから、禁漁区と対照区の間で見られた当歳魚の生息密度の相違が禁漁の効果に基づくものであるかは判断出来なかった。

ii) 1 歳以上魚について

禁漁区よりも対照区において 1 歳以上魚の生息密度が低かった（図 1(b)）。また体長組成に基づいてヒストグラムを描き、標識の情報も利用して各試験区におけるアマゴの年齢構成を推測したところ（図 2）、2 歳魚が禁漁区よりも対照区において少ないと考えられた。このことから、体長 15～19cm 程度である 2 歳魚の個体数維持において、禁漁の効果が表れていると考えられる。

そして、いずれの試験区においても 3 歳以上魚が極端に少ないと考えられたことから（図 2）、日高川上流部の小又川水系においては禁漁の効果は 3 年程度で得られると考えられる。

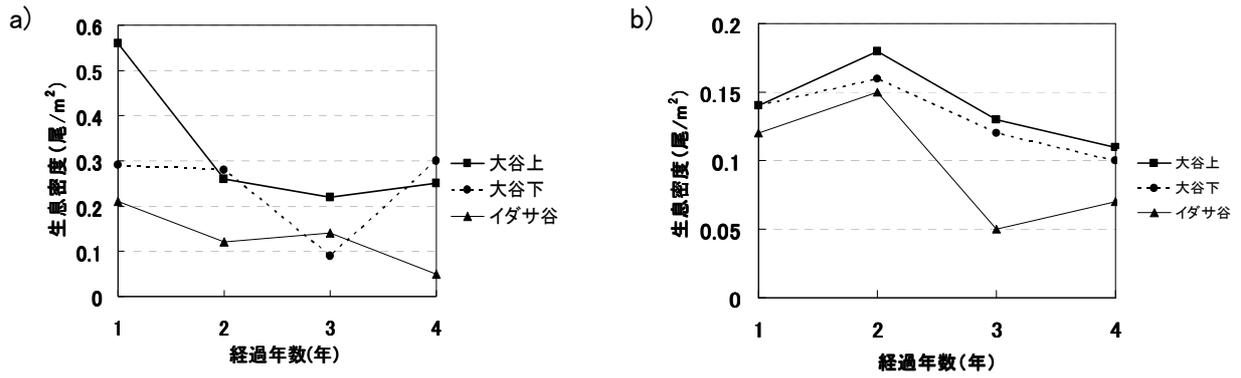


図1 各試験区におけるアマゴ個体数の変動について

a) 当歳魚、b) 1歳以上魚

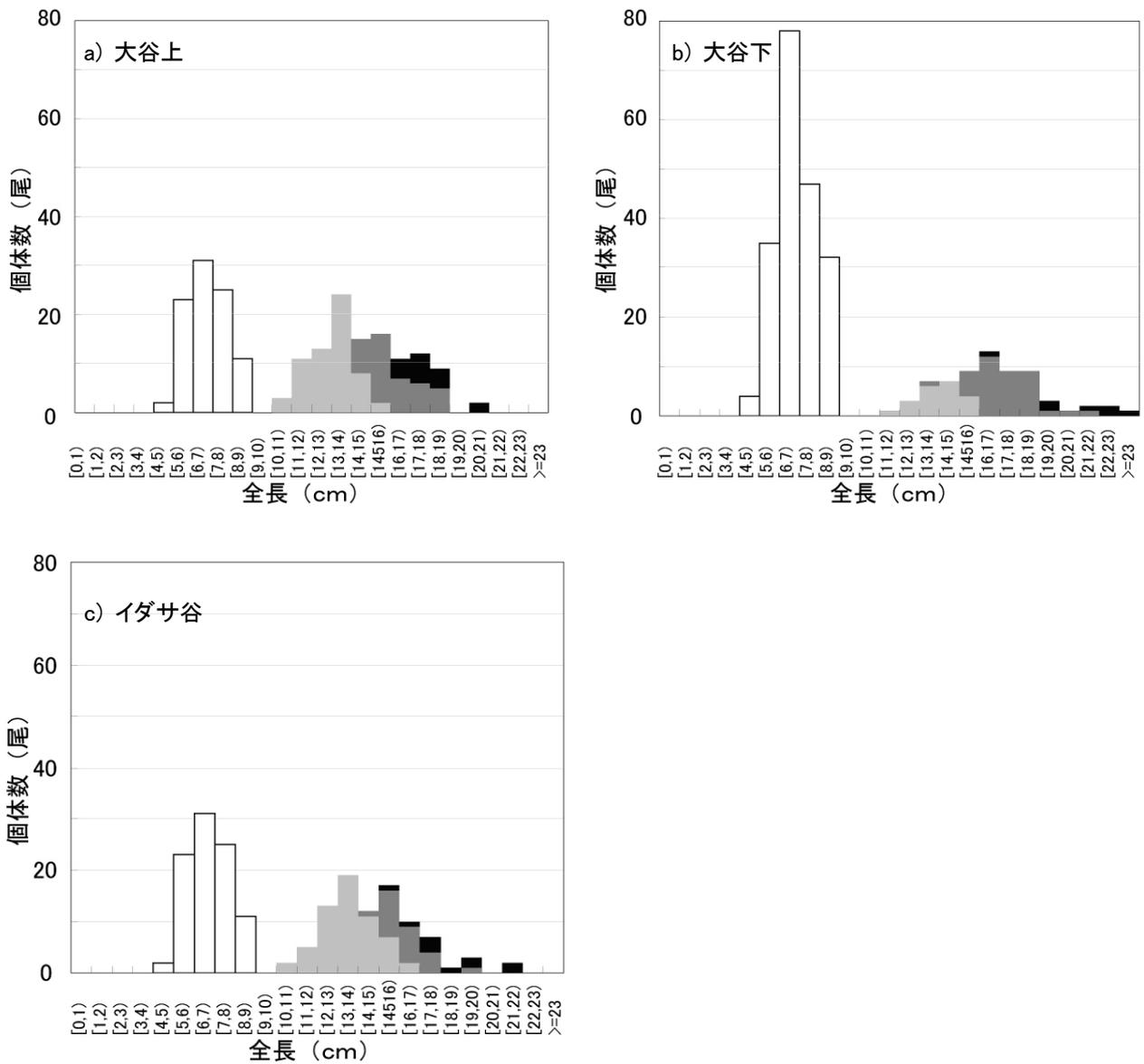


図2 各試験区におけるアマゴ体長分布及び年齢組成について

□ : 当歳魚、■ : 1歳魚、■ : 2歳魚、■ : 3歳以上

河川による遡上アユの大きさと孵化日の違いについて

農林水産総合技術センター水産試験場 内水面試験地 高橋芳明

[背景]

アユは秋に河川下流部で孵化した後、速やかに海へ下り、秋から春の約半年間は海域で動物プランクトンを食べ生活し、春に河川へ遡上する。この遡上数などアユ資源量を増やす目的で、県内の多くの河川において産卵場造成、産卵親魚の放流等の取り組みが行われている。これら産卵量を増やす取り組みは河川の産卵状況に合わせて行われている。今回、紀伊水道へ流入する本県主要河川において、遡上アユの大きさと孵化日について調査を行ったところ、河川により遡上したアユの特徴が異なる結果が得られたので報告する。

[方法]

有田川、日高川、切目川、南部川、富田川、日置川の下流部において2010年3月15日、30-31日、4月12-13日、26-27日、5月12-13日にアユの採集を行った。2011年は上記河川に加え紀ノ川において3月14-15日(紀ノ川のみ18日)、23-24日(紀ノ川のみ28日)、4月4-5日、14-15日、5月16-17日に採集を行った。アユの採集にはエレクトリックフィッシャーまたは投網を用いた。採集したアユは体長の測定および耳石の輪紋解析を行い、全ての河川の採集日ごとの体長組成、2010年の有田川、日高川、富田川における孵化日組成、海域生活期の成長を算出した。

[結果と考察]

遡上アユの大きさについて

紀ノ川、有田川、日高川では、遡上初期のアユは大形で、時期が経つにつれて小形のアユが遡上した。富田川、日置川では、遡上初期から小形のアユが遡上し、遡上時期による大きさの変化は見られなかった。切目川、南部川の遡上アユの体長組成は、両者の中間的な傾向を示した。

孵化日組成について

有田川、日高川では、遡上初期のアユは11月に孵化した個体为中心で、時期が経つにつれて遅くに孵化したアユが遡上した。富田川では、遡上初期に11月から12月に孵化したアユが遡上した。

海域での成長について

有田川では、10月、11月に孵化したアユの海域での成長は、12月、1月に孵化したアユに比べ良好で、その違いは顕著であった。富田川では、11月に孵化したアユの海域での成長は、12月に孵化したアユに比べ比較的良好であったが、その違いは明瞭ではなかった。

紀伊水道へ流入する主要河川において、北と南で遡上アユの大きさや孵化日の傾向が異なり、特に北の河川では孵化時期により海域での成長差が大きい可能性が示唆された。

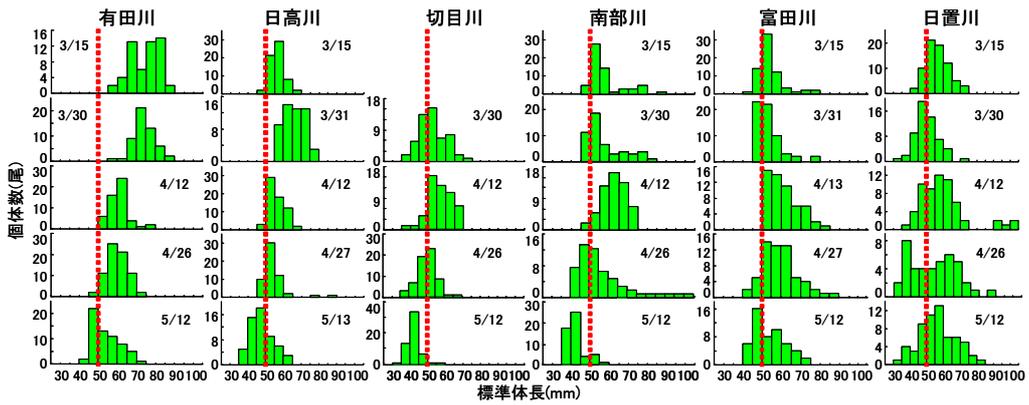


図1 2010年に遡上したアユの体長組成

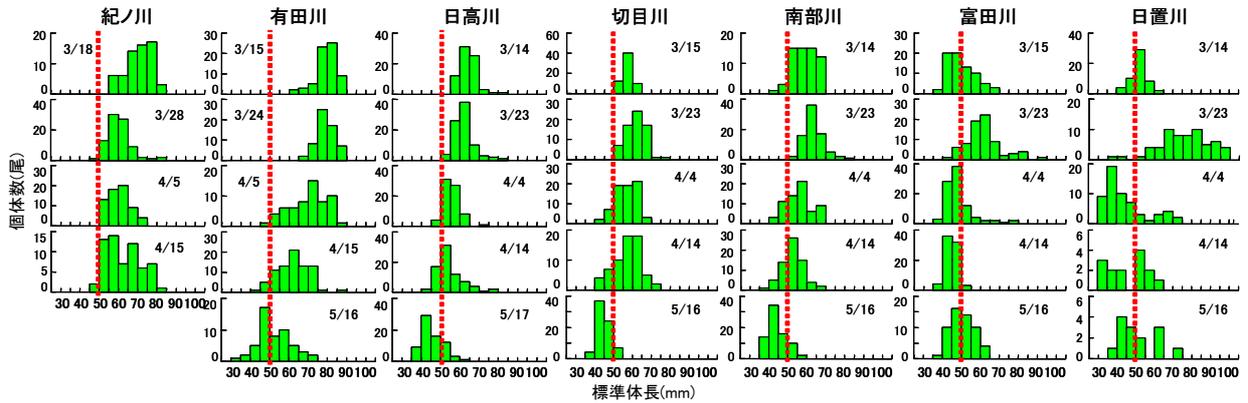


図2 2011年に遡上したアユの体長組成

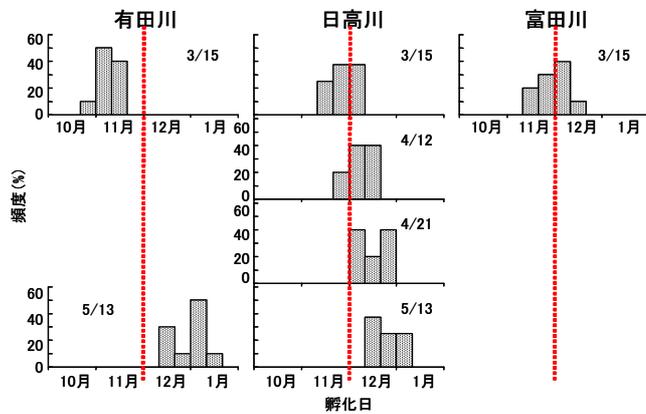


図3 2010年に遡上したアユの孵化日組成

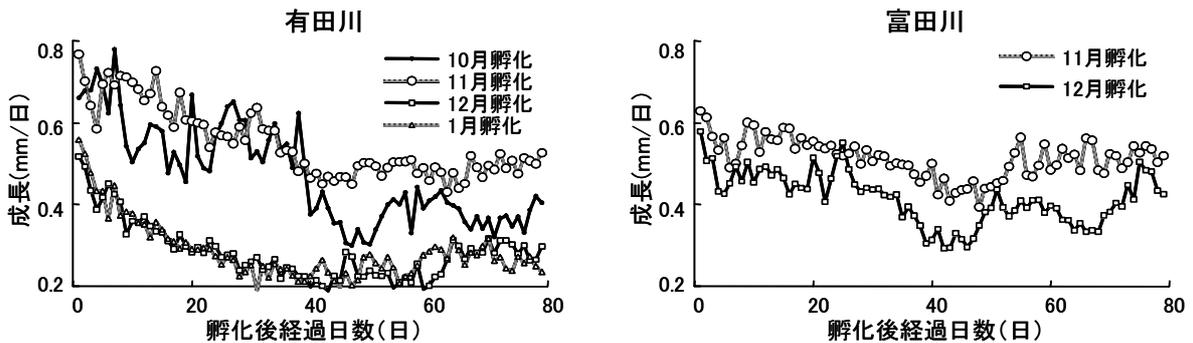


図4 2010年に遡上したアユの海域生活期の成長