

緊急磯焼け対策モデル事業*1

山内 信・木村 創・諏訪 剛*2

目 的

近年、太平洋沿岸や北海道の日本海沿岸等において大型海藻が消失する磯焼け現象が多発している¹⁻³⁾。水産庁ではこのような磯焼け海域に藻場を復元するための事業を各地で行っている。しかし、海域により対象種や藻場消失原因が異なることから、それぞれに対応する藻場造成マニュアルが必要不可欠となっている。青森県沿岸の磯焼け地帯⁴⁾では高密度に生息しているウニを駆除することで藻場の回復に成功している。しかし、西日本沿岸では魚類の食害が磯焼けの原因や藻場の回復阻害要因⁵⁻⁹⁾となっており、有効な対策が認められていないのが現状である。本事業では各地の藻場造成技術を有機的に結びつけ、藻場消失原因毎に造成マニュアルを作成することを目的としている。

本県では比井崎以南の海域でアラメ・カジメ・クロメ群落消失する現象が観察されている。当研究所では、このような海域での藻場造成試験を1970年代以降実施し¹⁰⁻¹³⁾、藻場造成の阻害要因は藻食性魚類の食害であることや、対策として、網籠で藻体を覆うことにより保護できることを報告している。しかしながら周辺に拡散した幼芽を魚類の食害から守る手段は無く、磯焼け海域における藻場の回復には至っていない。

今年度は日高町比井崎の藻場海域と磯焼け海域の海洋環境並びに生物相調査を行うとともに、造成藻場の消失原因と考えられるアイゴの摂餌生態並びに簡易な食害対策試験を行った。

なお、現地調査のうち海洋環境調査は水産試験場で、生物相調査は当研究所で実施した。ここでは生

物相調査について報告する。

方 法

生物相調査

調査は2004年6月15日、9月17日、11月29日、2005年1月14日に日高町比井湾で実施した。調査ライン並びにライン毎の調査状況を表1・図1に示す。植物相と魚類の目視観察については兜崎、唐子崎、中磯の全てのラインで、動物相は兜崎と中磯ラ

表1 動植物相並びに魚類相の目視観察の実施状況

| ライン | 兜崎 (クロメ場) | 唐子崎 (クロメ場) | 中磯 (磯焼け域) |
|-------|--------------|---------------|--------------|
| 調査項目 | | | |
| 動物相調査 | ○ | × | ○ |
| 植物相調査 | ○ | ○ | ○ |
| 魚類相調査 | ○ | ○ | ○ |

調査日：2004.6.15、2004.9.17、2004.11.29
2005.1.14

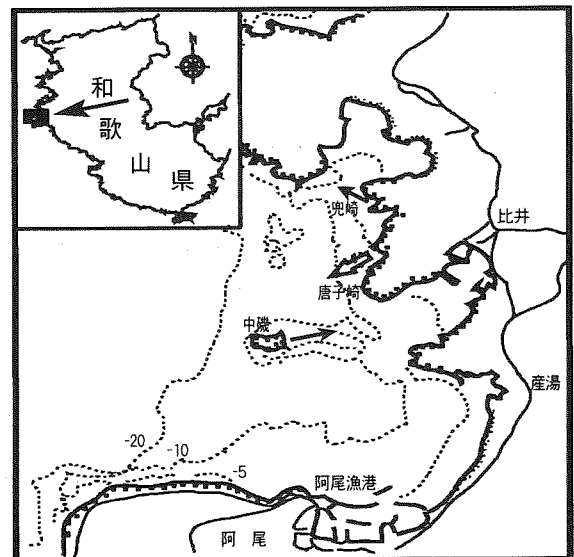


図1 日高町比井湾における動植物・魚類相調査のライン設置状況

→：動物類・魚類相調査 ⇨：植物・魚類相調査

*1 緊急磯焼け対策モデル事業費による

*2 和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場

インで実施した。

1. 動植物相調査

調査ラインに沖出し100mの沈子ロープで調査線を設け、スキューバ潜水により水深1, 3, 6, 9 mの4点で50×50cmの方形枠を設置し、枠内の全ての動植物を採取した。

なお、植物相調査は各点で2枠、動物相調査は各点で1枠ずつ採集した。採取した生物は分類・同定した後、種毎に湿重量を測定した。

2. 魚類相調査

沖出ししたロープライン10m毎に10分間静止し、出現する魚類の種類と尾数を目視観察した。

技術実用化試験

1. アイゴの摂餌生態

1) 7～10月における摂餌量の変化

和歌山県田辺市目良湾内において釣獲したアイゴ8尾（魚体重0.8～1.4kg）を同湾内に設置した3×3×3 mの生簀に收容した。カジメ藻体の水分をバスタオル・キムタオル等で良く拭き取り、湿重量を測定した後、アイゴを收容した生簀中央部の水深1 m前後に朝10時に垂下した。翌日の10時に回収、水分を良く拭き取った後湿重量を測定し、重量差を摂餌量とした。試験は7月1日から10月10日まで行い、旬別の摂餌率を次式により求めた。

$$\text{摂餌率(\%)} = (\text{1日の平均摂餌量} / \text{魚体重}) \times 100$$

なお、カジメ藻体から脱落したものは毎朝回収したが、摂餌量には含めていない。

2) 水温別の摂餌試験

和歌山県日高郡由良湾内の小型定置網により漁獲された魚体重0.2～0.4kgのアイゴ各3尾ずつを100ℓパンライト水槽8基に收容した。水槽内の水温はヒーターを用いて15, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 30℃に調整して、水温別の摂餌量を求めた。餌はカジメを与え、摂餌量の測定方法は生簀試験と同様とした。試験は7日間実施し、摂餌率を求めた。

3) 1日の摂餌周期

アイゴ（0.8～1.4kg）8尾を1 tパンライト水槽に收容し、3:00～21:00まで2時間毎に水槽中央に垂下したカジメの藻体湿重量とサイフォンにより回収した排泄物を測定した。摂餌量は垂下前後の湿重量の差から求めた。試験は11月12日に実施、このときの水温は21.9℃で、当日の日の出は6時29分、日没は16時57分であった。

2. 食害防除試験

1) 忌避物質による食害防除試験

忌避物質としては貝類に忌避効果の認められているリンゴ酸¹⁴⁾を用いた。試験は図2に示すように0.5 t水槽にアイゴを5尾（魚体重0.2～0.4kg）ずつ收容した。また、カジメを餌料とし、藻体の近くに一定濃度でリンゴ酸が溶出する容器を設置した。水温は摂餌を促進させるために20℃に調整した。1回目の試験はリンゴ酸の溶出濃度が0 ppm, 2 ppm, 9 ppmになるように調整した3区を設けた。また、2回目は1回目に2 ppm区で最も効果が認められたため、0 ppm区と2 ppm区をDuplicationで設け、試験を行った。

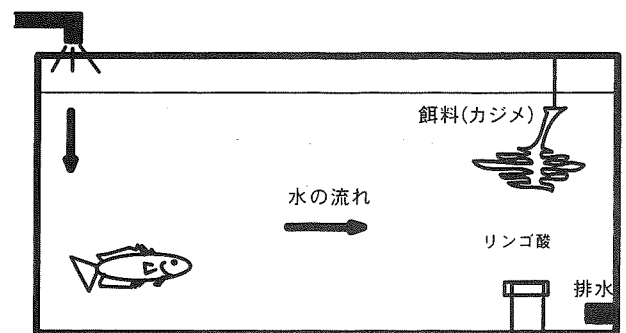


図2 リンゴ酸添加によるアイゴの摂餌阻害試験模式図

2) 音刺激による食害防除試験

アイゴ（0.8～1.4kg）各4尾をFRP製1 t水槽2基に收容し、鉄製の音発生装置（シシオドシ）を設置した音刺激区と対照区によりカジメ類の摂餌率を比較した。また、アイゴ（0.2～0.4kg）各35尾を目良湾に設置した小割生簀2面に收容し、風を利用した鉄製の音発生装置を設置した音刺激区と対照区に

よりカジメの摂餌率を比較した。

結 果

1. 現地環境調査

植物相調査

各調査ラインにおけるクロメ、ホンダワラ類、その他藻類の生育状況について図3に示す。

クロメは、6月は25.6~2,651.7 g/m²、9月は10.2~2,505.8 g/m²、11月は0.0~117.9 g/m²、1月は1.0~38.6 g/m²で、生育量に大きな差はあるものの、いずれの調査線でも確認できた。このうち、中磯は11月に全てのクロメが消失したが、1月には幼体が認められた。兜崎や唐子崎では多くのクロメが繁茂していたが、11月には極端に生育量が減少した。また、クロメは水深別ではいずれの調査線でも6 mが最も多く生育し、垂直分布の中心であると考えられた。

ホンダワラ類は、兜崎と唐子崎で認められ、中磯では認められなかった。出現種は、イソモク、ヒラネジモク、ヨレモクモドキ、エンドウモクで、ヨレ

モクモドキは調査期間を通じて観察された。生育量は、6月は5.1~881.6 g/m²、9月は0.4~1,778.4 g/m²、11月は0.7~439.1 g/m²、1月は0.3~20.0 g/m²であった。また、水深別では1 mが最も多く生育していた。

動物相調査

ウニ類、巻貝類、その他底棲動物の生息状況を図4に示す。

ウニ類は、コシダカウニ、コデマリウニ、アカウニ、バフンウニ、タワシウニ、ムラサキウニ、ナガウニが出現し、生息量は最も多い点でも31.3 g/m²で、ムラサキウニが多く生息していた。

巻貝類は、藻場海域の兜崎の浅い水深帯で多く、100.7~231.8 g/m²であった。生息量はヒメクボガイが最も多く生息していた。磯焼け海域である中磯では、カタベガイやフトコロガイが多く生息していたが、調査期間を通じて4.0~63.7 g/m²であった。

その他底棲動物は、兜崎の浅い水深帯で若干多い傾向が認められた。特に兜崎の水深1 mでは、イガ

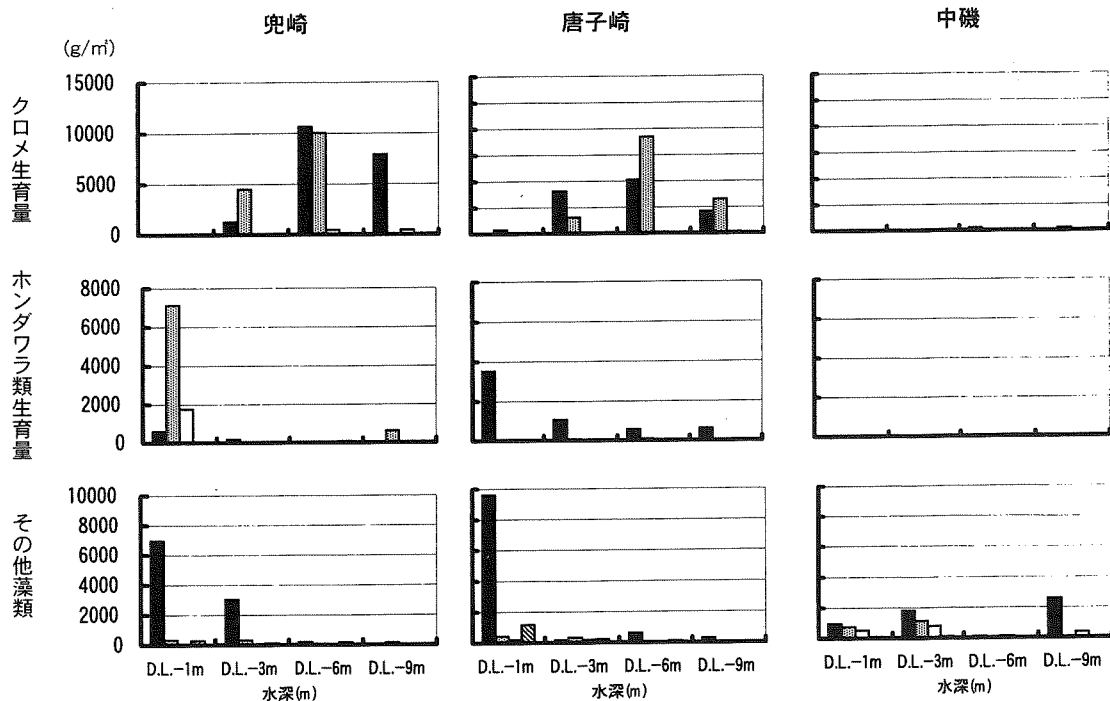


図3 日高町比井湾におけるクロメ、ホンダワラ類、その他藻類の生育状況

■ :6月 ▨ :9月 □ :11月 ▩ :1月

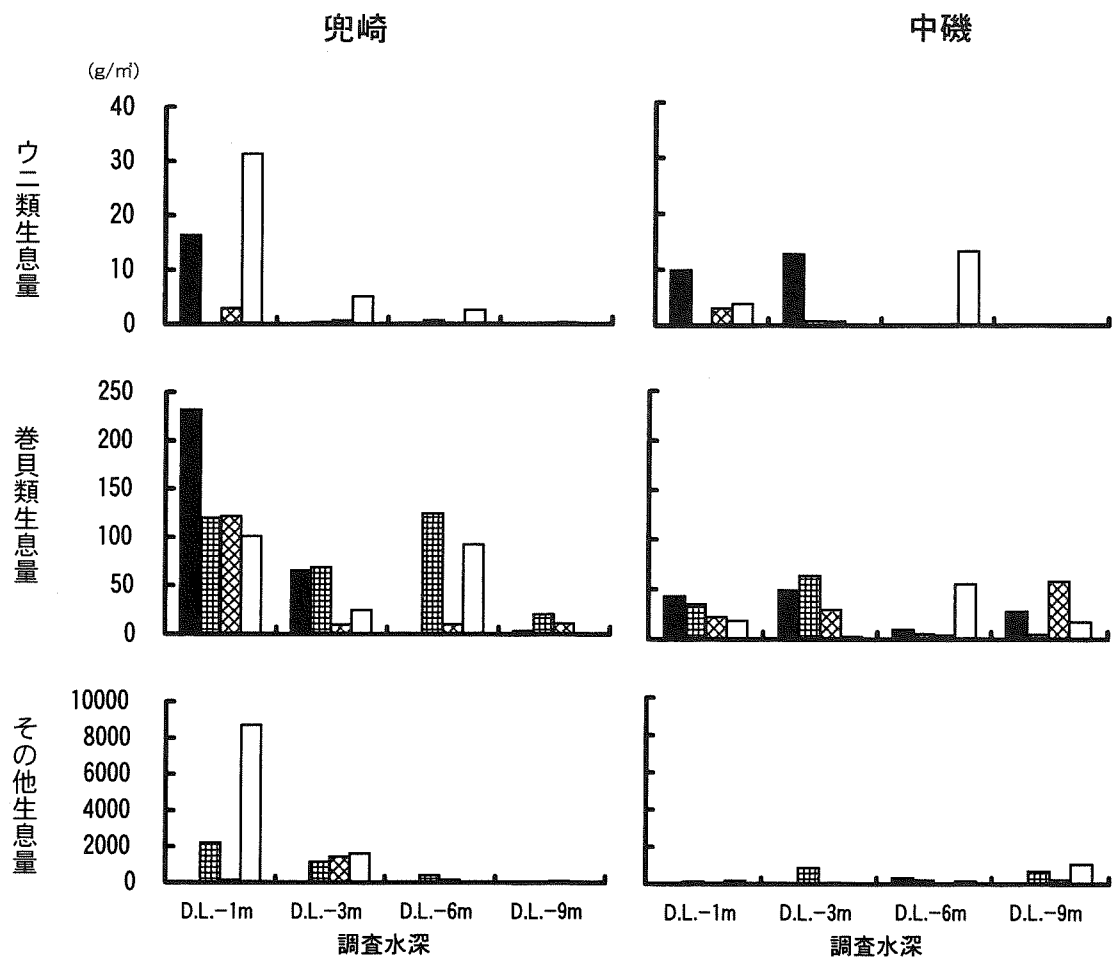


図4 日高町比井湾におけるウニ類、巻貝類、その他底棲動物の生息状況

■ : 6月 ▨ : 9月 ⊗ : 11月 □ : 1月

イ類やベニガキの重量が多く生息量は54.1~8,705.8 g/m²であった。

魚類相の目視観察

目視観察により確認された魚類は51種類で、1ライン当たり32~35種が確認できた。これらの中で、藻食性魚類と考えられるタカノハダイ、ブダイ、ニザダイの出現状況を表2に示す。タカノハダイは唐子崎で多く、1~20尾観察された。またニザダイは

中磯で多く、1~47尾観察された。ブダイは中磯でのみ6月に5尾観察された。

2. 技術実用化試験

アイゴの摂餌生態把握試験

図5に筏水深3mの旬平均水温の推移と小割生簀に収容したアイゴのカジメ日間摂餌率の変化を示す。水温は期間中25.7~28.8℃で推移し、7月中旬から8月上旬にかけてしばしば28℃以上となった

表2 和歌山県日高郡阿尾(比井崎)の潜水調査ラインで観察された藻食性魚類の個体数(単位:尾)

| | 兜崎 | | | | 唐子崎 | | | | 中磯 | | | |
|-----------------|----------------|-------|-----------------|----------------|----------------|-------|--------|----------------|----------------|-------|--------|----------------|
| | 2004年 6月15日 | 9月17日 | 2005年 11月29日 | 2005年 1月14日 | 2004年 6月15日 | 9月17日 | 11月29日 | 2005年 1月14日 | 2004年 6月15日 | 9月17日 | 11月29日 | 2005年 1月14日 |
| タカノハダイ(25~50cm) | | | 3 | | 1 | 20 | 5 | 5 | 3 | | | 1 |
| ブダイ(35~45cm) | | | | | | | | | 5 | | | |
| ニザダイ(6~30cm) | | 1 | 10 | | | 2 | 7 | 1 | 47 | 22 | | 1 |

()内は全長を示す。

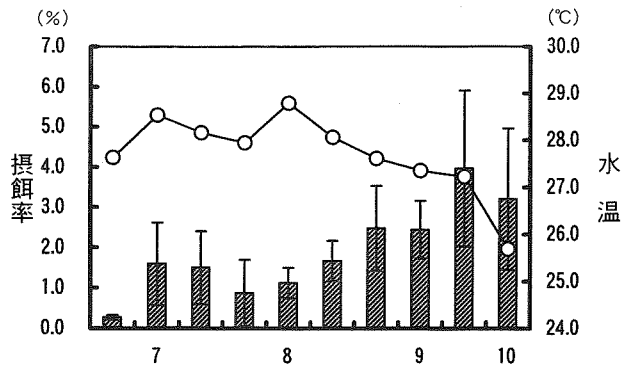


図5 筏水深3mの旬平均水温の推移と小割生簀に收容したアイゴのカジメ摂餌率の変化(旬平均)

摂餌率 = 摂餌量 / 魚体重 * 100
 ■ : 摂餌率 I : 標準偏差
 ○ : 旬平均水温

後、徐々に低下した。7月は0.27~1.60%で、中旬に多くなった。8月は0.87~1.67%で、7月下旬に比べて低調に推移した。9月は2.44~3.97%と下旬に極端に増加した。10月は上旬のみの結果であるが、9月よりも若干減少し、3.20%であった。

図6にアイゴの水温別摂餌率を示す。アイゴの摂餌率は、26~29°Cの間で多く、5.7~7.2%であった。この中で最も多く摂餌したのは27°Cで、海上小割生簀におけるアイゴの摂餌率の変化においても同じ水温帯(27.2°C)で多かった。

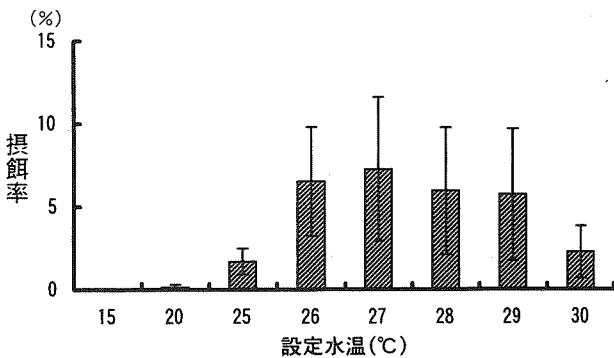


図6 アイゴの水温別摂餌率(7日間の平均値)

摂餌率 = 摂餌量 / 魚体重 * 100
 ■ : 摂餌率 I : 標準偏差

図7にアイゴの魚体重100g・2時間毎のカジメ摂餌量と排泄量の日周変化を示す。3~5時は全く摂餌しなかったが、周囲が明るくなり始めた5~7時には0.07g、その後徐々に摂餌量が増加し、13~

15時には0.77gでピークに達した。これ以降摂餌量は減少し、17~19時には0.02g、日没後の19~21時の間はカジメを全く摂餌しなかった。

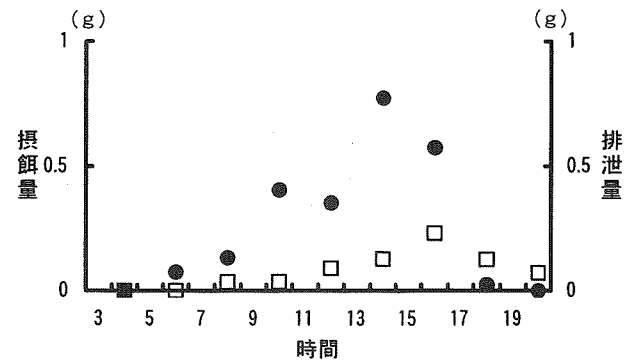


図7 アイゴの魚体重100g・2時間毎のカジメ摂餌量と排泄量の日周変化

● : 摂餌量 □ : 排泄量

食害防除試験

アイゴのカジメ摂餌量に対するリンゴ酸の効果を図8に示す。試験1回目においては、リンゴ酸2ppm区で7.36%、9ppm区で7.54%に対して対照区

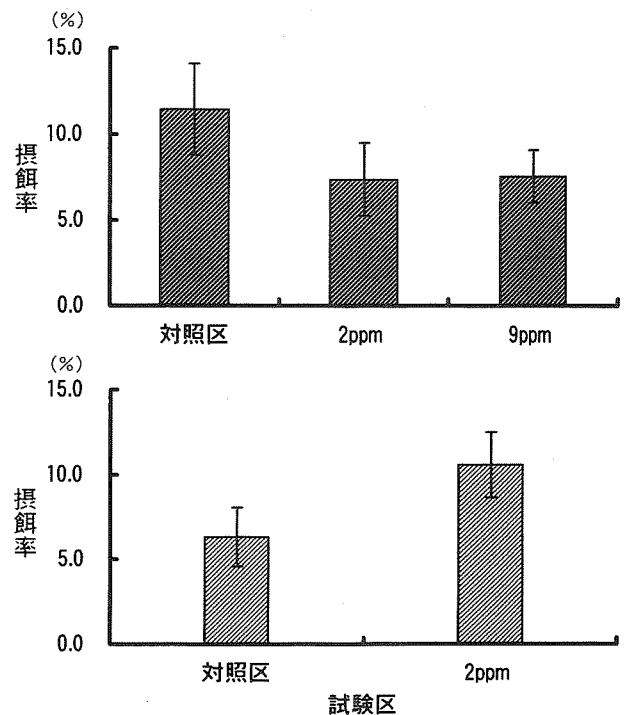


図8 アイゴのカジメ摂餌率に対するリンゴ酸の効果

摂餌率 = 摂餌量 / 魚体重 * 100
 上: 一回目、下: 二回目、魚体重0.2~0.4kg、各5尾
 ■ : 摂餌率 I : 標準偏差

では11.43%とリンゴ酸を溶出させた区で摂餌量が低く抑えられる傾向が認められた。また、リンゴ酸の溶出濃度については2 ppmと9 ppmの間に差が認められなかったことから摂餌の抑制には2 ppmで十分であると考えられた。そこで、対照区並びにリンゴ酸2 ppm区をそれぞれ2区設け、摂餌抑制効果を検討したところ、2 ppm区の平均値は10.57%、対照区の平均値は6.31%で、リンゴ酸を溶出させた区でカジメを多く摂餌し、試験1回目とは異なった傾向を示した。

アイゴのカジメ摂餌量に対する音刺激の効果を図9に示す。陸上水槽では、試験開始から1週目は音刺激区で0.22%、対照区で0.50%、2週目はそれぞれ0.36、0.51%となり、音刺激区で摂餌抑制効果が認められた。

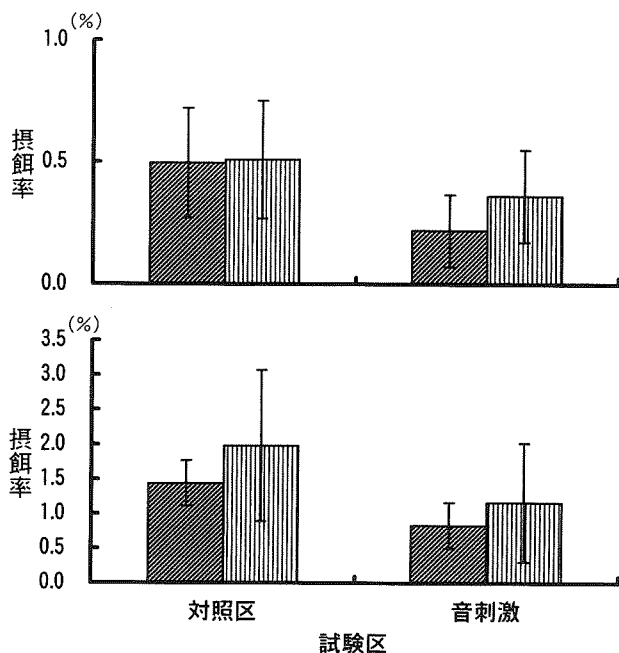


図9 アイゴのカジメ摂餌率に対する音刺激の効果
 上:陸上水槽、魚体重0.8~1.4kg各4尾、下:海上小割生簀、
 魚体重0.2~0.4kg各35尾
 $\text{摂餌率} = \text{摂餌量} / \text{魚体重} * 100$
 ■:1週間目 □:2週間目 | :標準偏差

海上生簀では、1週目は音刺激区で0.83%、対照区で1.44%、2週目は1.17、1.98%と陸上水槽での試験と同様に音刺激区で摂餌抑制効果が認められたが、何れの試験でも1週目に比べて2週目では対照

区との差は小さくなった。

考 察

木村ら¹⁵⁾によると中磯では1994年の6月まで2 kg/m²前後のクロメが生育し、群落を形成していたが、1994年の10月より水深7.5mで極端に生育量が減少し、1995年の3月には全ての水深帯でクロメが消失した。それ以降現在まで磯焼け状態が続いている。今回実施した現地環境調査では、場所によっては局所的にクロメが生育し、200 g/m²前後の生育が認められた。しかしながら、秋にはすべての水深帯でクロメが消失し、群落が回復しない状況には変化がなかった。

藻場造成の阻害要因である植食性魚類の摂餌生態を明らかにするためアイゴを飼育し、カジメを餌料として各種試験を行った。藻類の食害現象は、ヒロメ⁵⁾、カジメ類⁶⁾、アラメ類⁸⁾、ワカメ⁹⁾で報告されており、野田ら¹⁶⁾によると響灘蓋井島におけるアイゴの天然での食性は春季、秋季ともに大型褐藻類を主食にしていることを報告している。しかしながら、水温別カジメ摂餌率をみると、20℃を下回ると極端に摂餌率が少なくなり、春季や晩秋には他の藻類あるいは動物性の餌料を摂取している可能性も考えられる。今後、アイゴの摂餌選択性なども視野に入れた検討が必要である。また、野田ら¹⁷⁾は室内実験によりアイゴの採食行動は茎状部を選択的に摂餌するため、実際の摂餌量よりも欠損量が多くなり、天然群落の短期間で消失を招いているとしている。アイゴの高水温期におけるカジメ摂餌量は非常に多く、特に9月中旬にピークを迎え、摂餌が活発になる水温帯は26~29℃であることが明らかとなった。一方、20℃以下ではほとんど摂餌せず、木村ら⁵⁾の結果と同じ傾向を示した。以上のことにより、アイゴの食害対策を講じるための時期が概ね明らかになった。また、食害防除試験では、音の刺激により摂餌を抑制できることが明らかとなったものの、音に対する順化がみられ、効果を持続させる

ためには音の刺激とアイゴの摂餌との関係をより詳細に把握する必要があると考えられる。

文 献

- 1) 富士昭 (1999) : 磯焼け研究の現状. 磯焼けの機構と藻場修復 (日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 9-24.
- 2) 藤田大介 (1987) : 北海道大成町の磯焼けに関する聞き取り調査, 水産増殖, 35(3), 139-141.
- 3) 名畑進一・阿部英治・垣内政宏 (1992) : 北海道南西部大成町の磯焼け, 北海道立水産試験場研究報告, 38, 1-14.
- 4) 桐原慎二・三戸芳典・吉田雅範・蝦名浩・藤川義一・高橋進吾・中村俊毅 (2000) : 第II章津軽海峡青森沿岸のコンブ藻場 (青森県), 水産業関係特定研究開発促進事業 藻場の変動要因の解明に関する研究総括報告書, 水産庁北海道区水産研究所, p. 1-44.
- 5) 木村 創 (1994) : 浅海増養殖試験事業一養殖ヒロメにおける魚類の捕食一. 和歌山県増殖試験場報告, 26, 12-16.
- 6) 坂本龍一 (1996) : 餌料藻場回復試験一門川地先でみられたカジメ群落の衰退現象について一. 平成6年度宮崎県水産試験場事業報告, 108-112.
- 7) 桐山隆哉・光永直樹・安元進・藤井明彦・四井敏雄 (1999) : 対馬豆酩浦でみられた食害が疑われるヒジキの生育不良現象. 長崎県水産試験場研究報告, 25, 27-30.
- 8) 桐山隆哉・藤井明彦・吉村拓・清本節夫・四井敏雄 (1999) : 長崎県下で1998年秋に発生したアラメ類の葉状部欠損現象. 水産増殖, 47(3), 319-323.
- 9) 伊藤龍星 (2001) : 1998年春に見られた大分県国東半島沿岸の天然ワカメ不漁とその原因. 大分県海洋水産研究所調査研究報告書, 3, 5-7.
- 10) 清水昭治 (1983) : アラメ等藻場造成試験一IV, 和歌山県水産増殖試験場報告, 14, 92-100.
- 11) 木村 創・翠川忠康 (1985) : 勝浦海域における藻場造成事業. 和歌山県水産増殖試験場報告, 16, 73-79.
- 12) 木村 創 (1986) : 藻礁を用いた海中造林試験一I. 和歌山県水産増殖試験場報告, 17, 97-106.
- 13) 木村 創・藤井久之 (1987) : 藻礁を用いた海中造林試験一II. 和歌山県水産増殖試験場報告, 18, 47-56.
- 14) M. Ohgai, K. Tsujinaka, H. Odanaka and N. Motoyama : Utilization of Malic Acid by the Brown Alga SARGASSUM HORNERI, Nippon Suisan Gakkaishi, 58, p. 595, 1992.
- 15) 木村 創・難波武雄 (1995) : 磯根漁場生産環境総合対策事業. 和歌山県水産増殖試験場報告, 27, 85-89.
- 16) 野田幹雄・北山和仁・新井章吾 (2002) : 響灘蓋井島の秋季と春季における成魚期のアイゴの食性. 水産工学, 39, 1, 5-13.
- 17) 野田幹雄・長谷川千穂・久野孝章 (2002) : 水槽内のアイゴ SIGANUS FUSCESCENS 成魚によるアラメ EISENIA BICYCLIS の特異な菜食行動. 水産大学校研究報告, 50, 4, 151-159.