

# 魚類の食害を受けにくい藻場環境の把握と食害防除への応用

独立行政法人水産大学校・生物生産学科・資源環境学講座

野田幹雄

調査実施年度：平成13－15年度

## 緒言

磯焼けの原因としては物理化学的な要因およびウニ類による食害などの生物的要因などが挙げられる<sup>1)</sup>。これに加えて、近年、魚類による採食活動の影響の大きさが認識されるようになりつつある。特に、南西日本沿岸では、藻食性魚類の採食活動は天然藻場を衰退させ、藻場造成の成否に関わるほど大きな影響力をもつことが徐々に明らかになりつつあり<sup>2),3)</sup>、長崎県、宮崎県などの天然藻場の衰退も魚類が原因と推定されている<sup>4),5),6)</sup>。

このような状況の中で、藻食性魚類の採食活動から藻場を保護する方法、つまり食害対策に関しては、主にカゴや網などで囲って物理的に魚類の侵入を防ぐ方法がとられている<sup>7)</sup>。実験的規模の藻場を集約的な管理によって魚類の食害から防除することは、この方法でも可能である。しかし、施設や海藻の生育のための維持管理等にコストがかかるうえ、事業規模で考えると、必ずしも実用的とはいえない。

一方、魚類の採食活動の影響で磯焼けが生じたと考えられる水域の中でも、局所的に藻場が残存している場所もある。このような場所の環境要因を分析することにより藻食性魚類の食害を防除する技術へ応用するという方向も考えられる。

本調査では、藻食性魚類の餌選択性と同一水域内にありながら藻食性魚類の採食活動による影響の現れ方が著しく異なる二つの藻場の環境要因の比較および藻食性魚類の採食行動に制約を加え食害を緩和する構造物の試作を通じて、藻食性魚類の行動的な特性を利用することによって魚類の食害を緩和する防除手法の開発を検討することをねらいとした。

## 調査方法

### 1. アイゴの餌選択性の調査

定置網で捕獲された全長120－150mmのアイゴ幼魚を対象に実験を行った。餌選択性を調べた海藻は、アラメ、ヤツマタモク、ジョロモク、マメタワラ、イソモク、トゲモク、ホンダワラ、ヤナギモク、フシスジモク、ヨレモク、ノコギリモクの11種である。最初、ノコギリモクを除いた10種で選択性実験を行い、その後、選択性の低かったグループにノコギリモクを加えて、ノコギリモクを選択性を調べた。実験には1.7トンの方形水槽を使用し、上部にはビデオカメラを設置して採食の様子を録画した。この水槽内に対象となる海藻を配置した後、アイゴを投入し、90分間放置し、その間の採食による海藻の湿重量の減少量とビデオ

オ録画された採食回数から、大型褐藻類に対するアイゴの餌選択性を分析した。3個体を1グループとして1回の実験を行い、計14グループを用意した。海藻は実験水槽の中央に直径64cmの円を描くように等間隔に配置し、ホンダワラ類海藻については主枝の部分を、アラメについては葉状部を、それぞれ長さ20cmに切りそろえ、釣り具用の浮きと重りを使って水中に直立するようにした。アイゴの採食による各海藻の減少量と採食回数は、Chessonの選択性指数<sup>8)</sup>を用いて指数化することにより、海藻の藻体重量の相違を標準化した。

## 2．藻場の群落構成の相違とアイゴによる被食状況の比較調査

調査は、山口県下関市蓋井島地先の2カ所の藻場（藻場Aと藻場Bと呼称する）において2002年9・10月に行った。これらの藻場は、平成12年度の潜水調査で、近隣の藻場でありながら、一方は全体として広大な藻場が維持され、他方は藻場衰退の兆候が観察された場所である。この2カ所の藻場で、光環境、大型褐藻類の着生基盤としての基質の安定性、大型褐藻類の植生、海底地形、藻食性魚類の生息量について調査を行った。光環境については、二つの光量子センサーを使って海上と水中の光量を同時に測定した。基質の安定性については、海底の写真を撮り、礫の大きさや岩盤等の面積を測定した。植生調査は、1×1m枠を用いた分布状況のスケッチと50×50cm枠、25×25cm枠による坪刈りをした。海底地形と魚類生息量は、潜水観察により調査した。

## 3．海藻を保護する衝立状装置の試作

アイゴの採食行動に制約を加え、食害を緩和する目的で衝立状の装置を試作し、実際に海中に投入して装置の設置状況を調べた。装置の構造・形態および寸法等の概略及びこの装置の開発の考え方および根拠等については、調査結果で詳細に述べる。

# 調査結果

## 1．アイゴの餌選択性調査

アイゴの採食による10種類の海藻の減少量について、14回行った実験の減少量の中央値の比較では、ヤナギモクとジョロモクの減少量が最も多く、アラメとヨレモクの減少量が最も少なかった。藻体の減少量の多い順に10種類の海藻を列記すると、ヤナギモク ジョロモク>トゲモク ヤツマタモク ホンダワラ マメタワラ>フシスジモク イソモク>ヨレモク アラメの序列となった。採食回数の中央値の比較では、ヤナギモクの採食回数が最も多く、採食回数の最も少なかったのはフシスジモクであった。採食回数の多い順に10種類の海藻を列記すると、ヤナギモク>ジョロモク>トゲモク>ヤツマタモク>ホンダワラ>マメタワラ>ヨレモク>イソモク>アラメ>フシスジモクの序列となり、統計的に有意な差が認められた。

海藻の減少量の値について、Chessonの選択性指数 を用いて標準化した結果を図1に示した。10種類の海藻に対してChessonの選択性指数 を算出した場合、 の値が0.1 < 1のときは正の選択性を、 < 0.1のときは負の選択性を意味する。海藻の減少量の比較では、ジョロモクが強い正の選択性を示したのに対し、フシスジモク、アラメ、ヨレモクは負の選

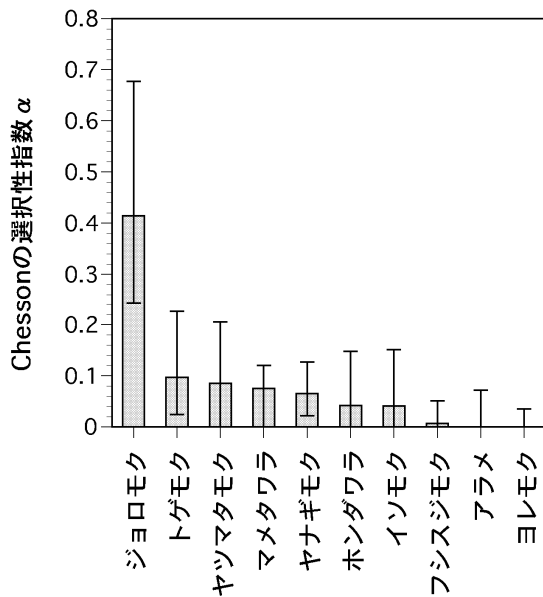


図1. 各海藻に対する湿重量変化より求めた選択性指数  $\alpha$  の中央値. 棒グラフ上のバーは四分位偏差

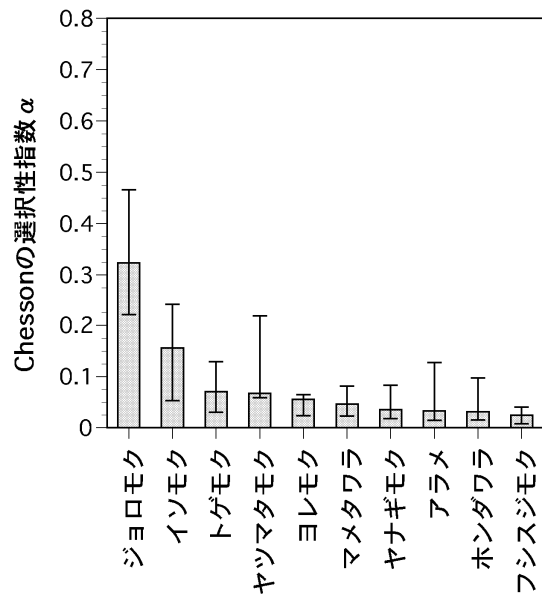


図2. 各海藻に対する採食回数より求めた選択性指数  $\alpha$  の中央値. 棒グラフ上のバーは四分位偏差

択性を示した。トゲモク、ヤツマタモク、マメタワラ、ヤナギモクの選択性は明瞭ではなかった。採食回数の値について、Chessonの選択性指数  $\alpha$  を用いて標準化した結果を図2に示した。採食回数の比較では、ジョロモク、イソモクが正の選択性を示し、海藻の減少量で比較した場合とは異なった結果となった。しかし、アラメとフシスジモクでは、海藻の減少量の場合と同様に負の選択性を示した。また、アラメ、イソモク、ヨレモク、ノコギリモクの4種間の選択性指数の比較では、ノコギリモクが最も低い値を示した。

## 2. 藻場の群落構成の相違とアイゴによる被食状況の比較調査

### 1) 二つの藻場の植生の特徴

調査対象とした二つの藻場をそれぞれ藻場A、藻場Bと呼ぶことにする。藻場Aは5種の大型褐藻類が出現し、アラメ、ノコギリモク、イソモクの3種が圧倒的に優占した。藻場Bは、12種の大型褐藻類が出現し、ヤツマタモク、ジョロモク、アラメが優占したものの、ヤナギモク、マメタワラ、トゲモク、イソモクなどの他の大型褐藻類もよく出現し、被度も比較的高い値を示した(図3)。1×1mの方形枠内に出現した大型褐藻類の種数の中央値は、藻場Aでは1種、藻場Bでは4.5種であった。このように、双方の藻場は、単に群落構成種の相違だけでなく、藻場Aは単一的な群落構成の傾向の強い藻場であるのに対し、藻場Bは多種が混在する混生的な群落構成の藻場であるという点で対照的であった。

### 2) 藻食性魚類による被食の状況

藻場Aでは優占種のイソモクとノコギリモクで極度の生育不良が認められた。藻場Aで坪刈りした1枠当たりの湿重量は、イソモクでは藻場Bの約1/2、ノコギリモクでは藻場Bの約1/3にすぎなかった(図4)。1枠当たりのイソモクとノコギリモクの藻体も、藻場Aでは

藻場Bよりも極度に短い状態であり、平均全長でも1/2程度にすぎなかった。坪刈りした海藻の試料を詳細に観察すると、魚類おそらくアイゴによるものと推察される噛み跡や噛み取りによる主枝の切断跡が多数認められた。被食の強度を7段階に分け、藻場Aと藻場Bで被食度の比較すると、同じ種の実藻でも藻場Aでは強い被食を受けていることが明らかとなった。また、藻場Bでは魚類の被食をまったく受けていないというわけではなく、ある種の大型海藻は局所的にかなりの被食を受けていた。しかし、藻場全体としては、被食の影響が顕在化するまでには至っていなかった。

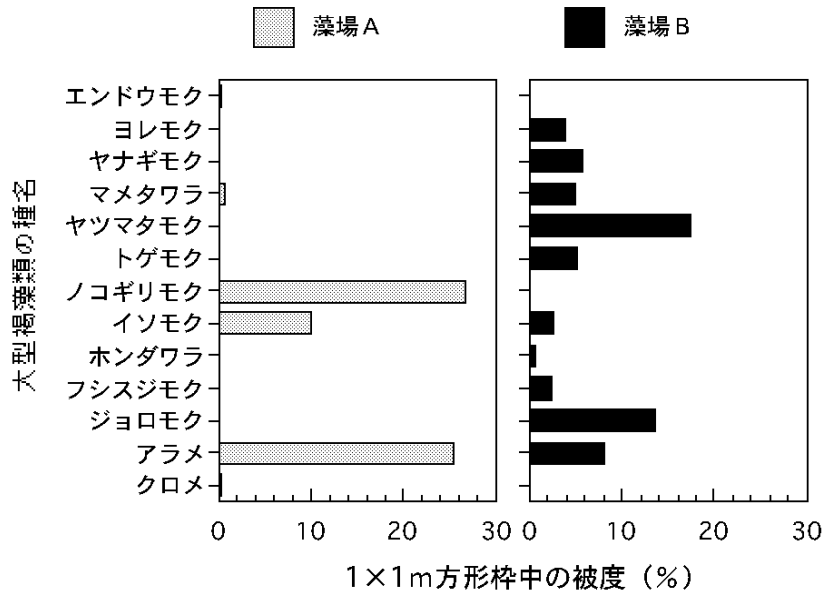


図3. 被度による藻場Aと藻場Bの大型褐藻類の種組成の比較。各藻場での50枠の平均%の結果を示している。

### 3) 環境要因等の検討

藻場AとBで被食の影響の現れ方に相違が認められた背景として、大型褐藻類の生長あるいは被食を受けた藻体の回復という点で双方の藻場で環境的な相違があるかどうかを検討した。光量を測定した結果では、大きな相違は認められなかった(図5)。海藻の着生基盤としての礫の大きさを調査したが、これについても大きな差がないが、むしろ藻場Aのほうが若干よいという結果であった(図6)。地形的には、藻場Aは比較的急に水深が深くなる場所であったのに対し、藻場Bは遠浅の礫場が主体の場所であった。

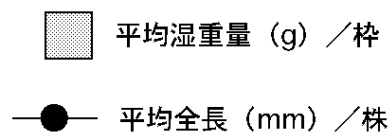


図4. 藻場Aと藻場Bにおける1枠当りのイソモクの湿重量と平均全長

潜水観察の結果から、調査場所における藻食性魚類の主体はほぼアイゴであると考えられた。アイゴ成魚は藻場A、藻場Bともに出現したが、その生息量を十分に把握することは

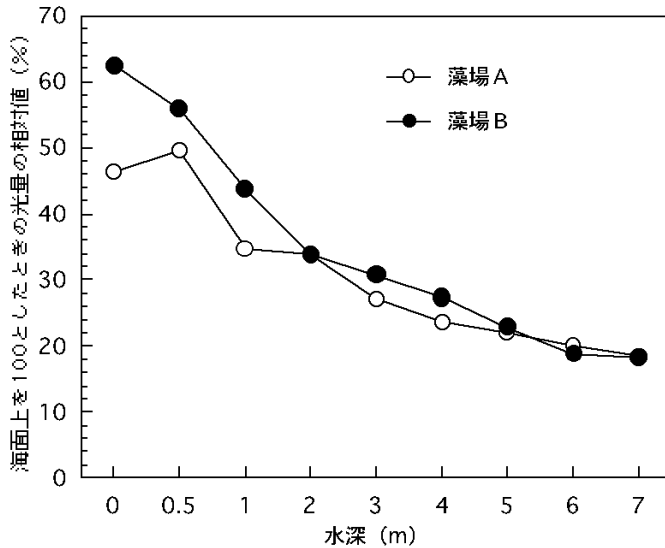


図5. 藻場Aと藻場Bの光環境の比較

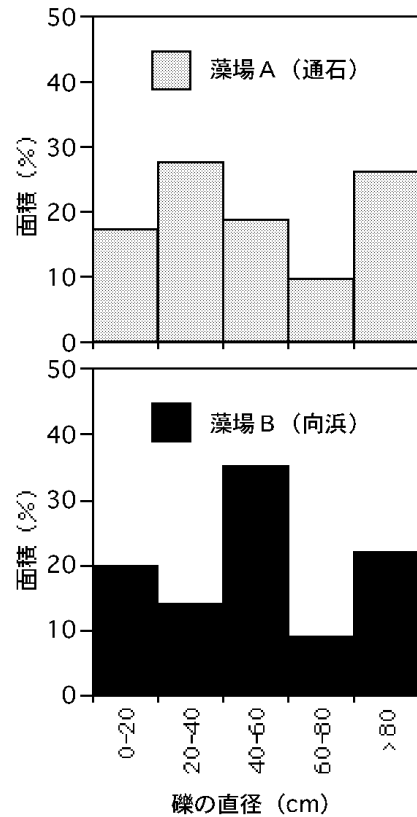


図6. 藻場Aと藻場Bの礫の大きさの比較

できなかった。しかし、藻場Bでアイゴの出現が極度に少ないということにはなかった。逆に藻場Aでアイゴの出現が極度に多いということもなかった。

### 3. 海藻を保護する衝立状装置

#### 1) 装置考案の基本的な考え方

平成12年度の旧沿岸漁場整備開発調査事業で、食害防除手法の開発を目的として幼魚を使ってアイゴの群れの維持形成に関する室内実験を行った。その実験の内容は、白色の亚克力板と透明の亚克力板を衝立のように仕切って並べ、その間隔を広い状態から狭い状態へ変えることによって、亚克力板の衝立の間にある海藻(ホンダワラ類)の採食頻度等の比較検討を行った。この実験では、衝立として使った不透明な亚克力板の間隔が狭くなると、大きな群れでのアイゴの侵入は消失し、単独および数個体が衝立内をわずかに出入りするだけになった。したがって、群れを作るアイゴは互いに視認し合うことができないような視界が遮られる状況を好まず、できるだけそのような状況を避けようとする傾向があると考えられた。この実験の結果から、衝立状の構造物によって群れで出現するアイゴの採食行動に制約を加えることができると考えられた。そこで、この衝立状構造物を土台にしながら、取扱が簡便で海藻の生育に影響が少なく、さらに衝立の効果を増幅するものとして次項のような装置を考案した。

## 2) 衝立状装置の形態・構造と仕様の概略

図7に衝立状装置を示す。朱色で高さ約40cmの三枚刺し網(内網の目合7.5cm、外網の目合29.5cm)の上端に、浮力のある人工海草(伸紀社製マリーロン)を束ねて取り付け、衝立状になるようにしながら、折り畳める形態にした。使用した人工海草は、1本のテープ(幅13mm、厚さ約1.5mm)を折り返して、2本1組で10組並べたものを専用のクリップで止めて、1束(幅13cm)としたものである。テープの長さは約98cmであった。試験的に作成した刺し網の長さは226cmで、計14束のマリーロンを刺し網上端に取り付けた。したがって、衝立状装置の全体の高さは、約140cmであった。



図7. 魚類の食害防除のための衝立状装置. 左写真は全体の外観、  
右写真は三枚刺し網部分の構造

## 3) 衝立状装置の使い方と魚の視界遮断以外の付加的な効果

衝立装置は、100cmよりも小さい間隔で直線的に平行に配置する(図8)。現存する大型海藻や種付けした海藻の基盤はこの衝立の間に存在するようにする。実際に水中に設置すると、人工海草が立ち上がる部分は視界が遮られるような状態になる(図8)。人工海草の



図8. 魚類の食害防除のための衝立状装置を水中に設置した状態.  
左写真は正面から撮影、右写真は上から撮影.



表面に海藻類が着生すると、視界を遮る効果はさらに高まると推定される。

衝立状装置には、魚類の視界を遮るだけでなく、他の効果も考慮している。一つは、人工海草上に海藻類が着生することによって、これが藻食性魚類の餌となり、魚の採食行動を人工海草の方へ逸らすことができるかもしれない。また、衝立の間に入り込んできた個体は、海底近くの三枚刺し網にかかりやすくなり、1個体が網にかかりそうになることにより暴れると、他の周辺部の個体も驚き、群れが逃げるといった脅しの効果を期待している。

## 考 察

### 1) アイゴの餌選択性

アイゴは、多年生の大型褐藻類の種類に対して餌選択性を示す傾向が認められ、ジョロモクのように明確な正の選択性を示す種がある一方、ノコギリモクやフシスジモクのように負の選択性を示す種も認められた。ヤナギモクは、海藻の減少量と採食回数の素データの結果と選択性指数の結果では食い違いも認められたが、ヤナギモクの場合、採食されるのは細く枝状の側枝であり、太い主枝は全く採食されなかったことも関係しており、実際の可食部分のみで比較する必要もある。

このように大型褐藻類に対して強い選択性を示すことは、選択性の低い種は食害の影響を受けにくいと考えられる。したがって、魚類の採食活動の影響が強い水域で藻場造成を試みる際には、食害を遅らせるための一つの方法として選択性の低い種を造成対象種として選ぶことも考えられる。

### 2) 多種混生の大型海藻群落

藻場Aと藻場Bは、比較的類似した物理化学的環境に発達した藻場であり、ともにアイゴの出現と大型褐藻類の被食が観察された。にもかかわらず、藻場Aと藻場Bでは、アイゴの採食活動の影響の現れ方に相違が認められ、藻場Bでは被食の影響が藻場全体としてみると緩和されていると考えられた。この理由の一つは、藻場Bが多種の大型褐藻類からなる混生群落であることが関与しているものと推察された。つまり、単一的組成の藻場よりも、多種で構成される混生群落の藻場のほうが藻食性魚類の採食圧を吸収する効果が高い可能性がある。

### 2) 餌選択性、藻場の群落形態および防除装置による総合防除

アイゴ等の藻食性魚類による食害防除手法開発のために以下のような方向が考えられる。

アイゴは、大型褐藻類に対して強い餌選択性をもつ可能性があり、この餌選択性を活かして、大型褐藻類の生長を阻害しないような、輪採的な採食が持続的できるような藻場形態を模索する。そのための一つの方法として、少数種の群落からなる藻場よりも多種混生の群落で構成される藻場を造成する。その際、採食を受けやすい海藻種については、衝立状装置のような簡便な装置でも、魚類の採食行動を制約することも不可能ではないと考えられる。

## 摘 要

1. 藻食性魚類の行動的な特性を利用することによって魚類の食害を緩和する防除手法の開発をねらいとして、藻食性魚類の餌選択性、同一水域内にありながら藻食性魚類の採食活動による影響の現れ方が著しく異なる二つの藻場の環境要因の比較、藻食性魚類の採食行動に制約を加え食害を緩和する構造物の試作を行った。
2. アイゴ幼魚を対象にして、11種の大型褐藻類に対する餌の選択性をChessonの選択性指数を用いて調べた。
3. その結果、大型褐藻類の種に対して、正の選択性を示す種と負の選択性を示す種が認められた。特にジョロモクとヤナギモクは正の選択性を示した。一方、アラメとノコギリモクは負の選択性を示した。アイゴは、大型褐藻類に対して強い選択性を示すと考えられた。
4. 山口県蓋井島の同一水域内にありながら、藻食性魚類の採食活動による影響の現れ方が著しく異なる二つの藻場の環境要因の比較を行った。一方は全体として広大な藻場が維持され、他方は藻場衰退の兆候が現れている。
5. 広大な藻場が維持されている場所は、12種の大型褐藻類(ジョロモク、ヤツマタモク、イソモク、フシスジモク、ヨレモク、ホンダワラ、イソモク、ヤナギモク、アラメ、トゲモク、マメタワラ、ノコギリモク)が出現する多種が混在する混生的な群落構成の藻場であった。これとは対照的に、藻場衰退の兆候が現れている場所は、アラメとノコギリモクが優占する単一的な群落構成の傾向の強い藻場であった。
6. 魚類の影響の現れ方が異なる二つの藻場に共通して出現するノコギリモクとイソモクについて魚類の被食の程度を調べた結果、二つの藻場で被食の程度に大きな差があり、藻場衰退の兆候が現れている場所はかなり被食を受けていた。しかし、広大な藻場が維持されている場所においても、アイゴの選択性が高いと考えられる大型褐藻類は、高い被食を受けていた。
7. これら二つの藻場での光環境と海藻の着生基盤となっている礫の大きさを比較した。その結果では、両場所で特に大きな相違は認められなかった。また、両場所に出現するアイゴの出現量に大きな差はないと考えられた。
8. 以上の結果より、単一的組成の藻場よりも、多種で構成される混生群落の藻場のほうが藻食性魚類の採食圧を吸収する効果が高い可能性が示唆された。
9. 魚類の食害から海藻を保護する目的で衝立状装置を試作した。
10. 魚類の餌選択性と多種混生の群落で構成される藻場および食害防除装置の総合的な活用により魚類の採食活動の影響を緩和する方向の可能性を示した。

### 今後の課題

今回提案した方向は、まだ未解明の部分が多く、推定による部分が多い。さらに、データを蓄積して、検証する必要がある。



## 引用文献

- 1) 三本菅善昭 1994 : 磯焼けの生態 .水産業関係試験研究推進会議資源増殖部会「テーマ別研究のレビュー」Ser.3 , 水産庁中央水産研究所 , p.164
- 2) 中山恭彦・新井章吾 1999 : 南伊豆・中木における藻食性魚類3種によるカジメの採食 .藻類,47,105 -112.
- 3) 増田博幸・角田利晴・林 義次・西尾四良・水井 悠・堀内俊助・中山恭彦 2000 : 藻食性魚類アイゴの食害による造成藻場の衰退 .水産工学,37,135 -142.
- 4) 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ム類の葉状部欠損現象 .水産増殖,47,319 -323 .
- 5) 桐山隆哉・野田幹雄・藤井明彦 2001 : 藻食性魚類数種によるクロメの摂食と摂食痕 .水産増殖,49,431 -438 .
- 6) 清水 博・渡辺耕平・新井章吾・寺脇利信 1999 : 日向灘沿岸におけるクロメ場の立地環境条件について .宮崎水試研報,7,29 -41 .
- 7) 瀬戸口 勇 1978 : 磯焼け漁場におけるガラモ場の造成について .水産土木,15,59 -61 .
- 8) Chesson,J 1978:Measuring preference in selective predation .Ecology,59 (2),211 -215.