

水産業関係特定研究開発促進事業

藻食性魚類による大型褐藻類に対する
食害の実態把握に関する研究

報 告 書

(平成 13～16 年度)

静岡県水産試験場伊豆分場

目 次

I	要約	静	1
II	目的と背景	静	2
III	藻場変動と藻食性魚類の食害との関係		
	1. 食害魚種の特定		
	1) 採食痕の観察	静	2
	2. 藻食性魚類による食害量の推定		
	1) カジメ群落域と磯焼け域におけるカジメの生長と光、水温環境	静	5
	2) 磯焼け域におけるアイゴのカジメ食害量の推定	静	12
IV	藻食性魚類の生態解明と食害の制御		
	1. 藻食性魚類の分布の把握		
	1) 浜名湖におけるアイゴの漁獲状況	静	16
	2) 伊豆半島南部におけるブダイの漁獲状況	静	17
	3) 榛南海域におけるアイゴの定置網への入網状況	静	18
	4) 榛南海域における刺網操業日誌調査	静	19
	5) アイゴの標識放流調査	静	21
	2. 採餌生態、行動生態の解明		
	1) 飼育実験によるアイゴの成長	静	22
	2) 飼育実験によるアイゴのカジメ採餌量	静	23
	3) 飼育実験によるアイゴのカジメ採餌量とホンダワラ類採餌量	静	25
	3. 食害の制御方法の検討		
	1) 食害防除網の効果	静	29
	2) 食害防除の総合的な検討	静	30
V	今後の課題	静	30
VI	参考文献	静	31

藻食性魚類による大型褐藻類に対する食害の

実態把握に関する研究（静岡県）

霜村胤日人*1、長谷川雅俊*1、山田博一*1、相楽充紀*2、柳瀬良介*3

I 要約

1. 榛南海域（磯焼け域）と伊豆海域（カジメ群落域）での潜水観察の結果、両水域ではともに夏から秋にかけての高水温時期に藻食性魚類アイゴの食害が、伊豆海域では冬の低水温時期に藻食性魚類であるブダイの食害が発生することが明らかになった。
2. 榛南海域で網囲いを利用しながらアイゴのカジメへの食害を評価したところ、アイゴの食害量はカジメの自然凋落量を上回り、個体の生残に大きな影響を及ぼしていると考えられた。
3. 榛南海域と伊豆海域におけるカジメの生長と生育環境（光、水温条件）の関係を検討した結果、榛南海域では光条件が悪く、カジメの生長が遅いことも明らかとなった。
4. 榛南海域の磯焼けの持続要因としてはカジメ生産力の低下をもたらす低レベルの光条件とアイゴによる食害が推定された。
5. 榛南海域でアイゴの分布状況を把握し、資源量を試算した。今後はより多くのデータを蓄積した上で、より精度の高い推定を行う必要がある。
6. 飼育実験からアイゴのカジメ採餌量と水温との間に正の相関が認められ、20℃以上では採食に伴う葉部の脱落量が採餌量に匹敵すること、15℃以下では採食が著しく低下することを明らかにした。これらの結果から、榛南海域においてアイゴの食害が夏から秋にかけて顕著になる原因の一つとして、20℃以上の高水温が示唆された。
7. 飼育実験からカジメはアイゴの成長に寄与していないことが明らかとなった。
8. 飼育実験においてアイゴにカジメと配合飼料を同時に与えるとカジメ採餌量は減少したことから、カジメ以外の餌料（飼料）を用いたカジメ採食圧軽減策の可能性が示唆された。
9. アイゴのカジメとホンダワラ類に対する採食選択性についての飼育実験から、ホンダワラ類を混植することでカジメ採食圧軽減策の可能性が示唆されたが、実験結果は安定せず今後も検討が必要と考えられた。
10. 食害の制御については、比較的大きな規模の移殖によりアイゴの採食圧から量的に免れ、同時に移殖地周辺や分布のみられる海域でアイゴを捕獲しカ

*1 静岡県水産試験場伊豆分場

*2 元 静岡県水産試験場伊豆分場（現 環境省自然環境局沖縄奄美地区自然保護事務所）

*3 前 静岡県水産試験場伊豆分場（退職）

カジメに対する採食圧を軽減させることにより食害からの防除を図る方法が考えられた。さらに、アイゴの食害を受ける夏から秋にかけて防除網や他の海藻類でカジメを保護することや、海藻以外の代替餌による採食圧の軽減なども有効と考えられた。なお、防除網については強い波浪への耐久性、メンテナンスの負担軽減等の考慮が今後必要である。

II 目的と背景

静岡県御前崎周辺の新南海域では、1990年代以降磯焼けが発生し、海藻ばかりでなく、海藻に依存している有用魚介類の漁獲が減少している。このため、藻場の修復と適切な管理が緊急の課題となっている。これまでの磯焼け対策研究の中で、磯焼けの発生要因は明らかになっていないが、持続要因として藻食性魚類の食害が指摘されてきた。しかし、藻食性魚類の海藻群落への定量的な影響や藻食性魚類の生態が不明で、食害防除策が確立されていなかった。このため本研究では、大型褐藻群落（カジメ群落）の変動に対する藻食性魚類の影響、藻食性魚類の生態、さらに、藻食性魚類の食害制御の検討に取り組んだ。

III 藻場変動と藻食性魚類の食害との関係

1. 食害魚種の特定

1) 採食痕の観察

目的

カジメの葉部に残る採食痕から食害魚種を明らかにする。

方法

河津町谷津地先（図1）の水深約10mの天然岩盤に形成されているカジメ群落においてカジメの付着器に標識（コクヨ 番号札 45mm×30mm×2.5mm スチロール樹脂）を付け、延べ51個体について魚類の採食痕を観察した。また、同時に標識カジメの周囲のカジメ群落において1m²中のカジメを採取し、静岡県水産試験場伊豆分場（下田市白浜、図1）で葉部を詳しく観察した。調査は2001年6月25日、8月7日、9月28日、11月14日、12月18日、2002年1月15日、2月13日の計7回、スクーバ潜水により実施した。

相良町坂井平田地先（図1）の水深約10mに造成された藻場造成実験地*に

*相良町坂井平田地先の藻場造成実験について

当実験地周辺を含め御前崎周辺の新南海域では、1990年代に発生した磯焼けで、カジメ群落が完全に消失した。1999年10月にN型ブロック（幅1.2m×長さ1.5m×高さ1.0m）60基を下田市白浜地先に仮置きし、カジメを天然採苗させ、さらに1歳以上の成体カジメを付着させた。そのブロックを2000年3月に白浜から移設することでカジメを移植した。

において、移植したカジメとこれらのカジメに由来し当実験地で発生したカジメを対象に、延べ 769 個体について魚類の採食痕を観察した。調査は 2001 年 5 月 11 日、5 月 28 日、6 月 19 日、7 月 10 日、8 月 10 日、8 月 27 日、11 月 16 日、12 月 7 日、2002 年 1 月 31 日、3 月 5 日の計 10 回、スクーバ潜水により実施した。



図 1 調査等位置図

結果及び考察

谷津地先では、調査期間中に魚類の採食痕が顕著となる標識個体は観察されなかった。11 月 14 日と 12 月 18 日に大型のブダイ *Calotomus japonicus* と思われる採食痕が少数の標識個体で観察されたが、いずれも葉部が大きく流失するような状況には至っていなかった。周囲のカジメ群落では、11 月 14 日に魚類の採食により葉部が大きく流失したと思われるカジメが多数観察された。また、採取したカジメについて、葉部に残る魚類の採食痕を桐山ら¹⁾に従い分類したところ、アイゴ *Siganus fuscescens* 型採食痕とブダイ型採食痕（イスズミ *Kyphosus lembus* を含む）にわけられた（写真 1）。

坂井平田地先の藻場造成実験地（写真 2）では、2001 年時点で白浜産の成体カジメ（2 歳以上）、同じく白浜産の天然採苗カジメ（1999 年発生群；1 歳）、これら移植カジメに由来し 2000 年秋に実験地で発生したカジメ（2000 年発生群；0 歳）が着生しており、3 世代のカジメが存在していた。5 月 11 日から 8

月 27 日までは 7 月 10 日にカジメのアイゴ採食痕率が 0.8% (119 個体観察中 1 個体) であった以外にアイゴの採食痕は確認されなかった。しかし、11 月 16 日にはアイゴの採食痕が 78% (51 個体観察中 40 個体) のカジメに観察され、アイゴの食害によって葉部が消失したカジメは 16% (51 個体観察中 8 個体) となった (写真 3)。12 月 7 日にはアイゴの食害によって葉部が消失したカジメは 18% (33 個体観察中 6 個体)、葉部が減少したカジメは 30% (33 個体観察中 10 個体) であった。1 月 31 日にはカジメ葉部の新生が認められ、一方で新たに葉部が消失又は減少したカジメはほとんどなく、新たなアイゴの採食痕も認められなかった。3 月 5 日には全てのカジメにおいて葉部の新生が認められ、葉部の良好な生長が観察された。

これらの結果から、榛南海域ではアイゴの食害があり、伊豆海域ではアイゴに加えブダイの食害もあることが明らかとなった。また、榛南海域では夏から秋にかけてアイゴの食害があり、冬には食害がみられないことから、アイゴの食害と水温との間になんらかの関係があるものと推察された。



写真 1 谷津地先のカジメの葉部に観察された魚類の採食痕
左：アイゴ型採食痕、右：ブダイ型採食痕
(2001 年 11 月 14 日撮影)



写真 2 相良町坂井平田地先の
藻場造成実験地の景観
(2003 年 12 月 19 日撮影)



写真 3 坂井平田地先の 1999 年
発生群標識カジメの状況
(2001 年 11 月 16 日撮影)

2. 藻食性魚類による食害量の推定

1) カジメ群落域と磯焼け域におけるカジメの生長と光、水温環境

目的

カジメ群落域と磯焼け域に生息しているカジメの生長を評価するとともに、カジメの生長と光、水温環境との関係を明らかにする。

方法

河津町谷津地先の水深約 10m の天然岩盤に形成されているカジメ群落と相良町坂井平田地先の水深約 10m に造成された藻場造成実験地において、各地先で 2000 年、2001 年、2002 年に発生したカジメ（以下、00 発生群、01 発生群、02 発生群）を個体ごとに I-1-1) と同様の方法で標識を付け、経時的に茎径、茎長、全長、中央葉長を測定した（図 2）。中央葉の生長量を把握するため、茎上端から中央葉上部に向かって 2cm の位置に穴をあけ、その移動距離を測定した。谷津地先では 2002 年 6 月から 2004 年 5 月までに計 15 回、坂井平田地先では 2002 年 3 月から 2004 年 5 月までに計 19 回、いずれもスクーバ潜水により調査を実施した。

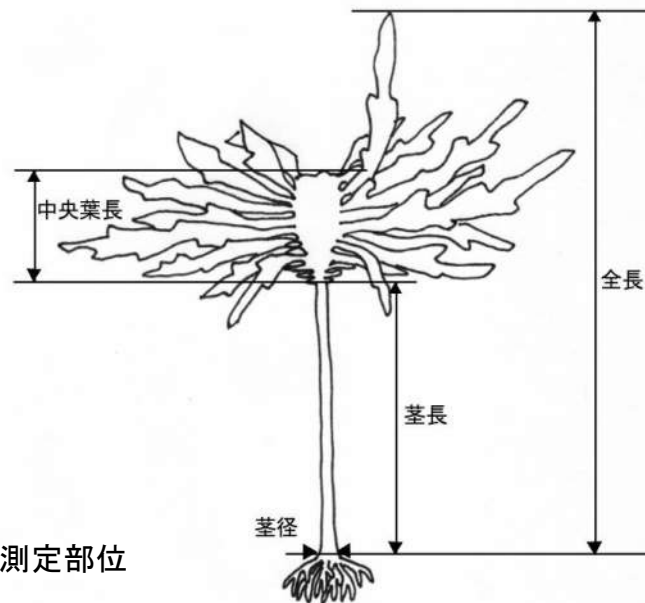


図 2 カジメの測定部位

両地先のカジメ測定場所に記録式の水中光量子計（アレック電子 MDS-Mk V/L）と水温計（アレック電子 MDS-Mk V/T）を設置し、1 分間隔で水中光量子量と水温を 2002 年 6 月から 2004 年 11 月まで計測した（写真 4）。併せて、水産試験場伊豆分場の屋上高さ約 12m と相良漁業協同組合（旧坂井平田漁協）の屋上高さ約 10m に記録式の空中光量子計（アレック電子 MDS-Mk V/L）を設置し、それぞれ白浜（谷津の代替とする）と坂井平田の陸上の光環境として 1 分間隔で空中光量子量を 2002 年 6 月から 2004 年 5 月まで計測した。水中に設置した測器はカジメの測定調査ごとに交換し、水中光量子計については受光面に無節サンゴモ類などの藻類の付着がみられたため、計測され

た光量子量を補正しデータに用いた（設置していた測器からは交換直前の 10 分間の平均光量子量を、新しく交換した測器からは交換直後の 10 分間の平均光量子量を求め、その差を減衰量とし、設置期間と減衰量から直線的に減衰率を求めて計測値を補正）。得られた光量子量及び水温のデータとカジメの生長との関係を検討した。



写真4 谷津地先における水中光量子計（右）と水温計（左）の設置状況（谷津では岩盤上に、坂井平田ではN型ブロック上に設置した）

結果及び考察

茎径、茎長、全長の測定結果から、同一年級群において谷津地先のカジメは坂井平田地先のカジメよりも大型であった（図3～5）。02 発生群の全長は、2003 年 1 月に谷津で平均 5.5cm、坂井平田では平均 4.0cm とほぼ同程度であったが、谷津では 5 月までに著しい増加がみられ坂井平田の 01 発生群の全長を上回った。一方、坂井平田では 7 月まで緩やかな増加に留まり、その結果 2 地点の全長に大きな差が生じた（図5）。したがって、この間における 02 発生群の生長量は 2 地点間で異なり、谷津の方が坂井平田よりも高かったと考えられた。02 発生群の茎径と茎長についても、水中でノギス又は定規による測定が可能なサイズ（目安として茎径 2mm 以上、茎長 1.0cm 以上）に達した時期が異なったのは、生長量の違いによるものと考えられた（図3、4）。このように、谷津と坂井平田とでは孢子体発芽以降から生長量に差が生じ、その結果同一年級群のサイズも異なることが示唆された。また、両地先のいずれの群も夏から秋にかけて中央葉長は減少しており、強い波浪やうねり等の物理的作用による流失や遊走子放出後の自然凋落、藻食性魚類による採食の影響と考えられた（図6）。

茎径、茎長、全長の生長過程に注目したところ、同じ地先であっても孢子体発芽後のある一定時期までに到達するサイズが発生群によって異なっていた（図3～5）。これより、同じ海域であっても年によって生育環境が異なり、そ

の結果カジメの生長も異なると考えられた。

茎径、茎長、中央葉について調査日間の日平均生長量を求めたところ季節変動がみられ、経過年齢からみた各部位の生長量を両地先で比較したところ差異が認められた(図7～9)。茎径の冬から春にかけての生長について、1歳の生長量は両地先でほぼ同等であったが、2歳の生長量は坂井平田が谷津を上回った(図7)。また、0歳では谷津で測定可能なサイズに達した時期が坂井平田よりも5ヶ月早いことから、生長量は谷津が坂井平田を上回っていたと推測された(図3)。茎長の冬から春にかけての生長について、1歳の生長量は谷津が坂井平田を上回り、2歳では坂井平田が谷津を上回った(図8)。また、0歳では谷津で測定可能なサイズに達した時期が坂井平田よりも5ヶ月早いことから、生長量は谷津が坂井平田を上回っていたと推測された(図4)。中央葉の冬から春にかけての生長について、1歳及び2歳の生長量は両地先でほぼ同等であった(図9)。また、0歳の生長量は全長の推移(図5)から谷津が坂井平田を上回っていたと推測された。

両地先のカジメの生長について以下のようなことが推測された。「孢子体発芽後、0歳では茎と中央葉ともに谷津の方がよく生長する。1歳では茎は谷津の方がよく生長し、中央葉は谷津と坂井平田とで同等の生長がみられる。2歳では茎は坂井平田の方がよく生長し、中央葉は同等又は坂井平田の方がよく生長する。」

また、これまでの結果から、谷津地先ではカジメの茎は孢子体発芽後0歳から1歳まで著しく生長するが、2歳になると生長はやや停滞し、一方、坂井平田地先では茎は2歳までにあまり生長せず、2歳となってから比較的良く生長すると考えられた。中央葉の生長は両地先ともに年齢を増すごとに鈍くなり、これは葉部の生長の中心が側葉へと移行していくためと考えられた。

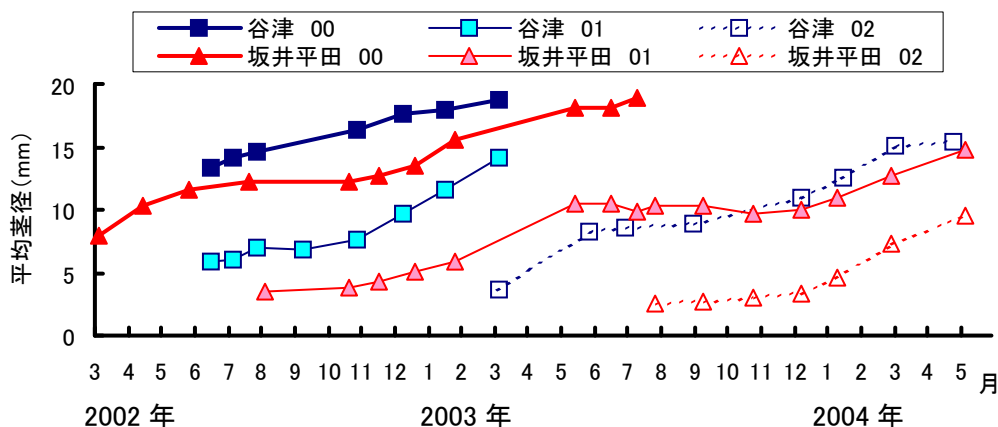


図3 河津町谷津地先と相良町坂井平田地先における標識カジメの茎径の推移

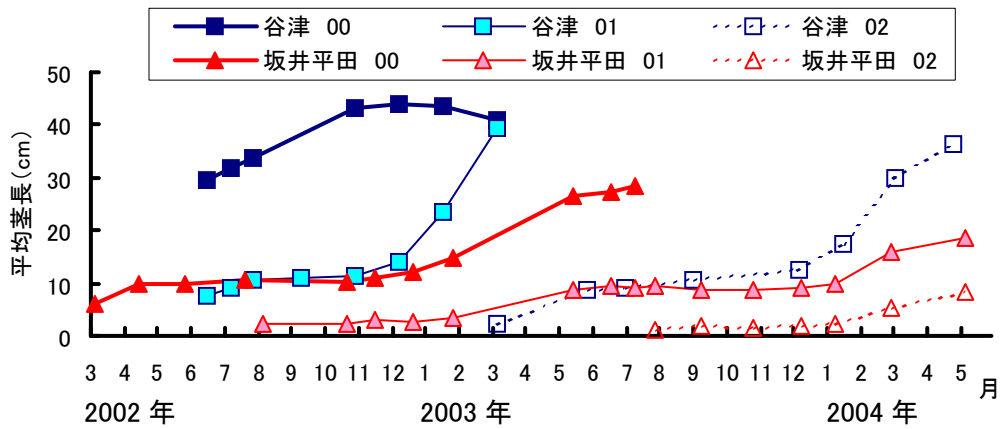


図4 河津町谷津地先と相良町坂井平田地先における標識カジメの茎長の推移

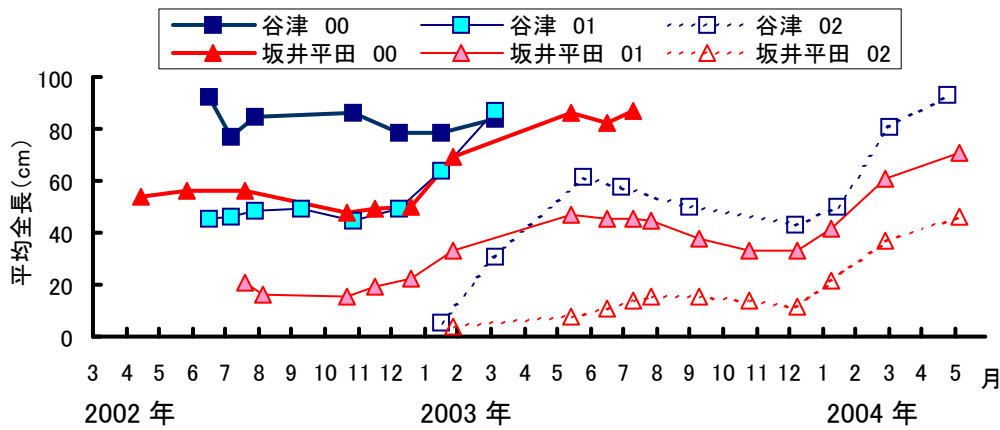


図5 河津町谷津地先と相良町坂井平田地先における標識カジメの全長の推移

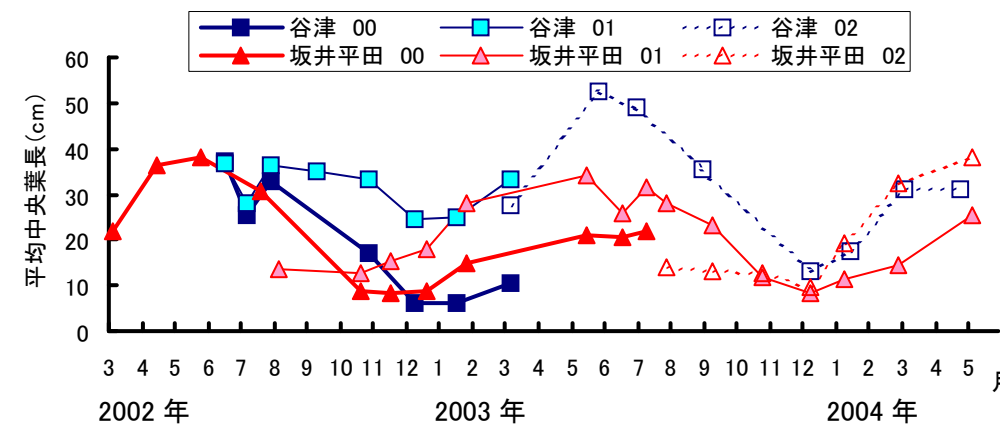


図6 河津町谷津地先と相良町坂井平田地先における標識カジメの中央葉長の推移

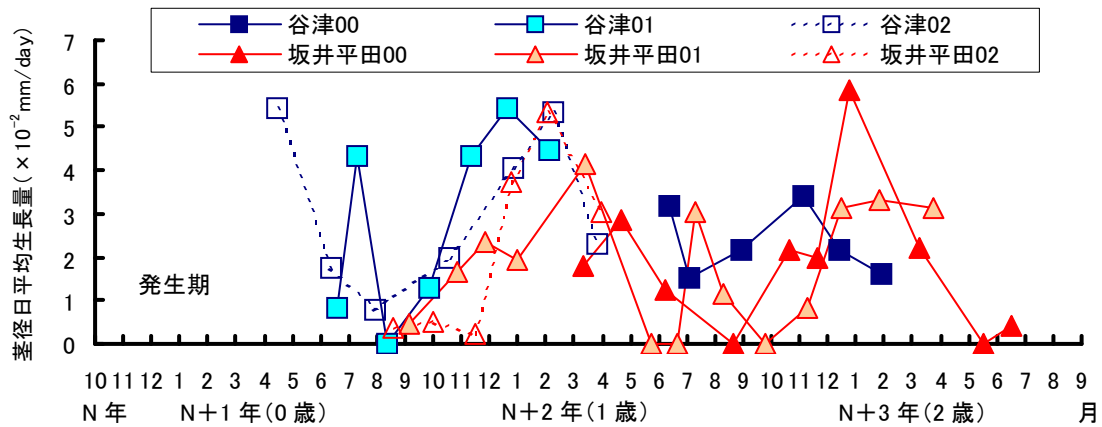


図7 河津町谷津地先と相良町坂井平田地先における
標識カジメの茎径日平均生長量の推移

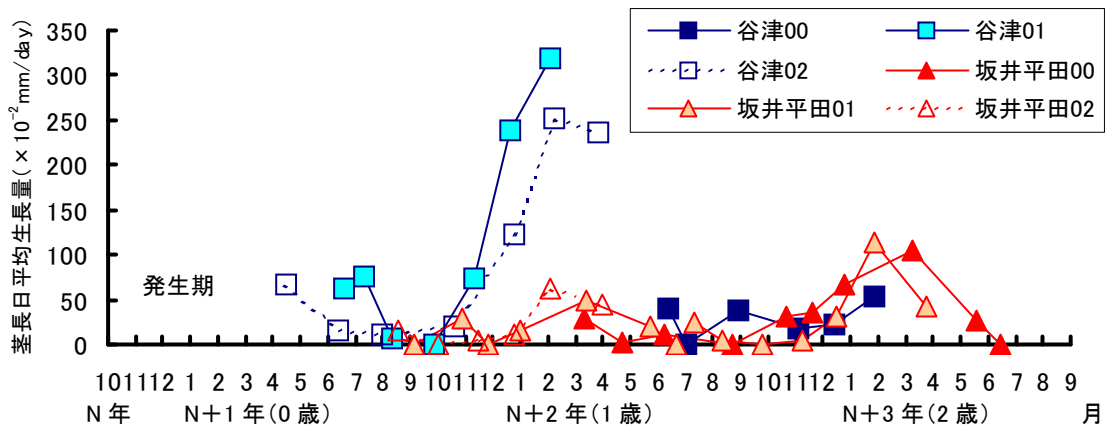


図8 河津町谷津地先と相良町坂井平田地先における
標識カジメの茎長日平均生長量の推移

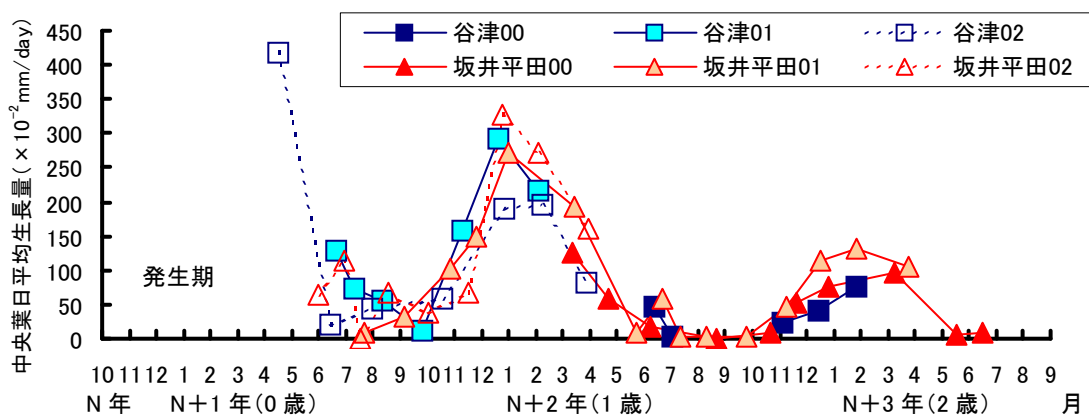


図9 河津町谷津地先と相良町坂井平田地先における
標識カジメの中央葉日平均生長量の推移

谷津地先と坂井平田地先のカジメの生育環境として、水温と水中及び空中の

光量子量を比較した（図 10～12）。

2002年9月1日から2003年8月31日までの水温を谷津（Ave. $19.9 \pm \text{S.D. } 3.6^\circ\text{C}$ ）と坂井平田（Ave. $19.9 \pm \text{S.D. } 4.1^\circ\text{C}$ ）とで比較したところ、有意な差は認められなかった（z検定、 $P > 0.05$ ）。しかし、全調査期間において1月から3ヶ月間ごとに水温を比較したところ、1月から3月及び7月から9月では両地先の水温に有意な差が認められ（z検定、 $P < 0.05$ ）、前者では坂井平田の方が谷津よりも低く、後者では谷津の方が坂井平田よりも低かった。したがって、低水温期及び高水温期の水温条件は両地先で異なると考えられた。水中光量子量は調査期間をつうじて谷津（Ave. $8.0 \pm \text{S.D. } 4.8 \text{ mol/m}^2/\text{day}$ ）が坂井平田（Ave. $2.3 \pm \text{S.D. } 2.6 \text{ mol/m}^2/\text{day}$ ）を上回り、有意な差が認められた（t検定 $P < 0.05$ ）。また、空中光量子量は白浜（Ave. $43.5 \pm \text{S.D. } 21.0 \text{ mol/m}^2/\text{day}$ ）と坂井平田（Ave. $47.5 \pm \text{S.D. } 24.0 \text{ mol/m}^2/\text{day}$ ）とで有意な差が認められた（t検定 $P < 0.05$ ）。したがって、谷津地先と坂井平田地先の光環境は陸上でほぼ同条件もしくは坂井平田の方が好条件であり、水中では谷津の方が圧倒的に好条件であったと考えられた。このことは、坂井平田地先の海域では水中での光の減衰が激しいことを示唆しており、潜水観察の結果から海水の恒常的な濁りがその原因と推察された。

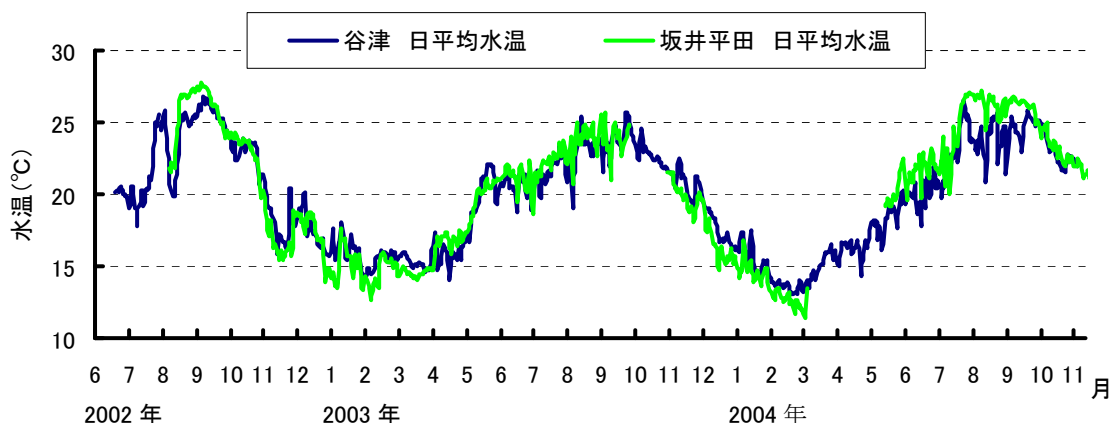


図 10 河津町谷津地先と相良町坂井平田地先における日平均水温の変化

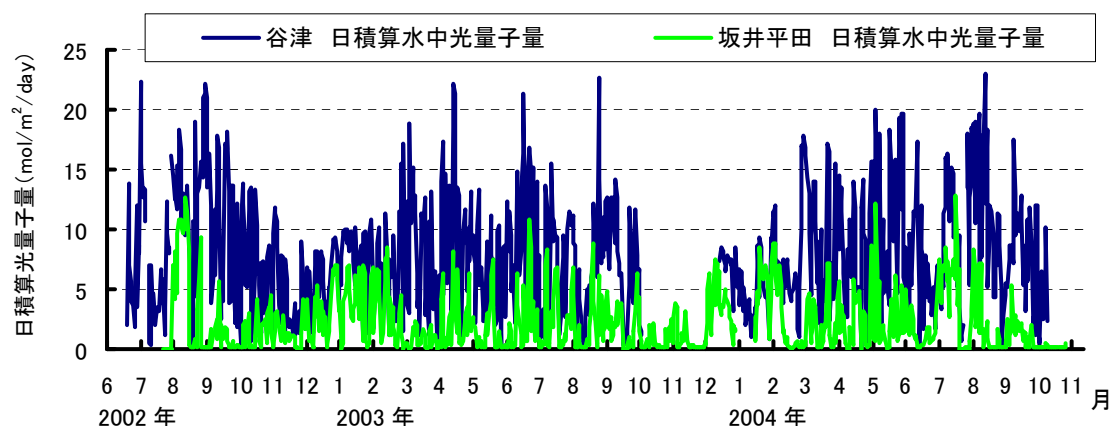


図 11 河津町谷津地先と相良町坂井平田地先における日積算水中光量子量の変化

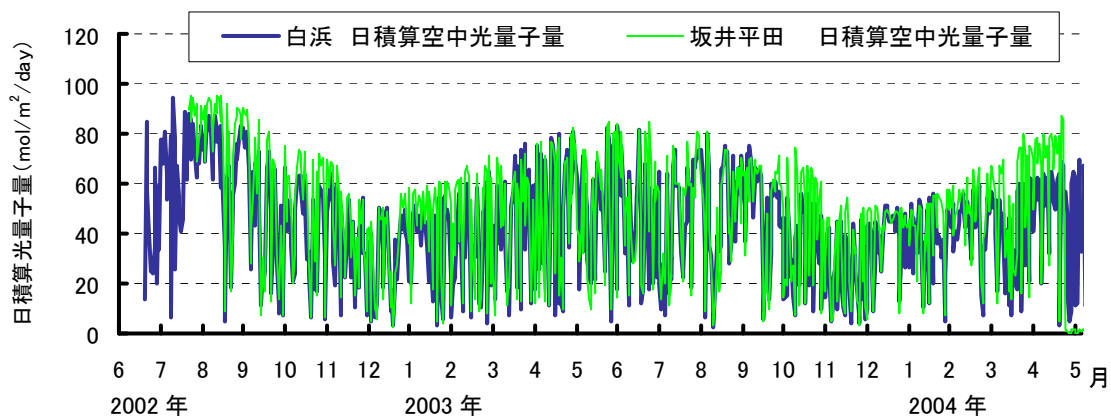


図 12 下田市白浜（谷津の代替）と相良町坂井平田における日積算空中光量子量の変化

谷津地先と坂井平田地先とで冬から春にかけてのカジメの生長量に差が生じたことについて、生育環境との関連性を明らかにするため、カジメの生長量と水温及び光量子量との関係を検討した。1歳カジメの茎長日平均生長量について（図 13）、 20°C より高い水温では光量子量に係らず生長量は $0.0\sim 0.4\text{mm/day}$ と低い値を示した。 20°C より低い水温では、光量子量 $7.0\text{mol/m}^2/\text{day}$ 以上において 2.0mm/day 以上の高い生長量が認められ、それ以下の光量子量では生長量はやや低い値を示した。1歳カジメの中央葉日平均生長量について（図 14）、 20°C より高い水温では光量子量に係らず生長量は $0.0\sim 0.6\text{mm/day}$ と低い値を示した。 20°C より低い水温では、光量子量 $3.1\sim 7.4\text{mol/m}^2/\text{day}$ の範囲において 2.0mm/day 以上の高い生長量が認められ、光量子量 $2.0\text{mol/m}^2/\text{day}$ 以下では生長量はやや低い値を示した。すなわち、水温 20°C 付近を境に、より高い水温では光量子量に係らずカジメの生長量は低く、より低い水温では生長量が高いものの光量子量の低下により生長量が低くなることが示唆された。倉島ら²⁾は、プロダクトメーターを用いて、様々な光、水温条件でカジメ葉片の光合成量を測定した結果から、光条件が一定で高水温となったり、あるいは温度条件が一定で光量が低くなったりすることはカジメ群落の生産力の低下につながるとしており、本調査において自然環境下でもこれを支持する結果が得られた。

以上のことから、榛南海域ではカジメ群落域と比べて水温条件の異なる時期があるが、基本的には水中の光条件の悪化によりカジメの生産力が低下しており、このようにカジメの生育にとって厳しい環境下ではアイゴによる食害がより大きな影響を及ぼすと考えられ、本海域の磯焼けの持続要因となっている可能性は高い。また、本海域の恒常的な濁りについては、駿河湾西部に流入する河川由来の土砂や波浪又はうねり等の物理的作用による堆積浮泥の巻き上げなどが原因として想定され、坂井平田地先では N 型ブロックや周辺の岩盤に多量の浮泥が堆積しているのが度々観察された。荒川ら^{3、4)}は室内実験から海中懸濁粒子がカジメ遊走子の分散や基質への着生を阻害するとしており、カジメの再生産への影響も懸念された。

日平均生長量
($\times 10^{-2}$ mm/day)

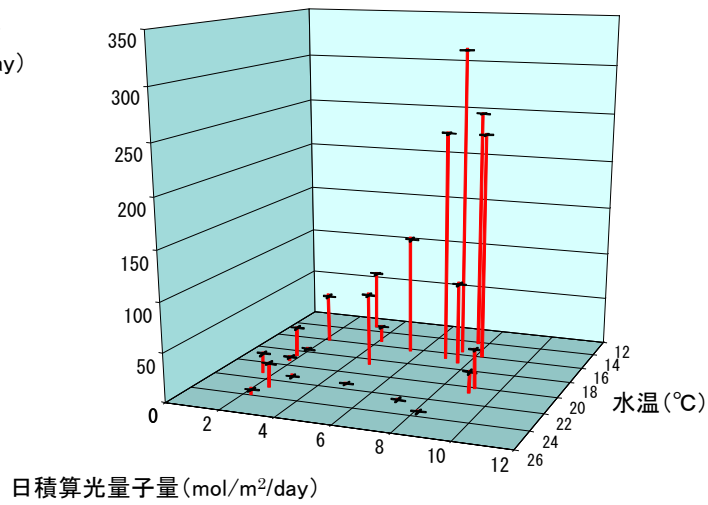


図 13 1 歳カジメの茎長生長量と水温、光量子量との関係

日平均生長量
($\times 10^{-2}$ mm/day)

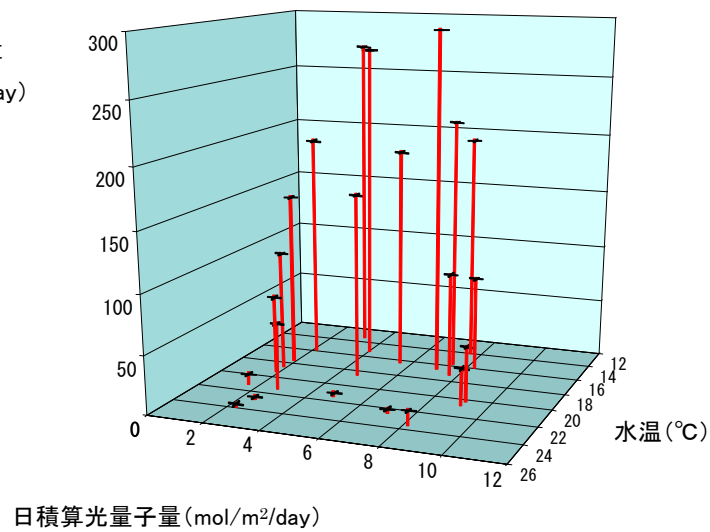


図 14 1 歳カジメの中央葉生長量と水温、光量子量との関係

2) 磯焼け域におけるアイゴのカジメ食害量の推定

目的

相良町坂井平田地先におけるアイゴによるカジメの食害量を推定し、アイゴの食害がカジメ群落に及ぼす影響を明らかにする。

方法

試験は、相良町坂井平田地先の水深約 10m に造成された藻場造成実験地で実施し、隣接する計 4 基の N 型ブロックを使用した。河津町谷津地先又は下田市

白浜地先で採取した側葉があまり発達していない一枚葉状のカジメ（当歳カジメ）を1個体ずつ塩化ビニル製の基盤（15cm 四方、厚さ 3～5mm）に平田ら⁵⁾の方法で接着し、水産試験場伊豆分場の野外飼育池と室内パンライト水槽に1週間から1ヶ月以上仮置きしたものを各ブロックへ移植した。2基のブロックには鉄製の枠（幅 1.26m×幅 1.56m×高さ 1.2m）を設置し、さらに鉄枠を覆うように網（透明ナイロンテグス、φ≒1.0mm、目合い 37.5mm×37.5mm）を被せ、インシュロックで固定し食害防除区とした。残りの2基のブロックはそのような覆いはせず食害未防除区とした（写真5）。

試験1回目は、カジメを 2003 年 7 月 17 日に移植し、途中 8 月 5 日、9 月 18 日、11 月 4 日の計 3 回測定調査を行い、12 月 19 日に回収した。試験2回目は、2004 年 7 月 7 日に移植し、途中 7 月 27 日、8 月 10 日、9 月 14 日の計 3 回測定調査を行い、11 月 4 日に回収した。試験開始前と終了後には、移植カジメの茎径、茎長、中央葉長、湿重量を測定した。試験途中の測定調査では、水中で茎径、茎長、中央葉長を測定し（防除区は網を一旦外して測定）、アイゴの採食痕の有無を確認した。また、中央葉の生長量を把握するため、茎上端から中央葉上部に向かって 2cm の位置に穴をあけ、その移動距離を測定した。防除区で網の設置による光量子量の低下が予想されたため、試験1回目において記録式の水中光量子計（アレック電子 MDS-MkV/L）を両区に設置し、2003 年 7 月 18 日から 8 月 4 日まで 1 分間隔で光量子量を計測した。

また、図 15 に示す手法により、調査日間ごとに防除区及び未防除区のカジメ 1 個体あたりの日平均葉部減少重量を推定した。



写真5 坂井平田地先におけるアイゴのカジメ食害量推定試験
（左：食害防除区、右：食害未防除区）

結果及び考察

試験1回目では、防除区において網の破損等は見られなかった。7月17日には防除区へ計16個体、未防除区へは計17個体のカジメを移植したが、両区ともに試験途中でほとんどの個体が流失した。流失の主な原因として、①不慣れな接着処理による付着器の壊死、②不十分な仮置き期間、③台風の接近に伴う強い波浪の影響などが考えられ、食害量の推定には至らなかった。

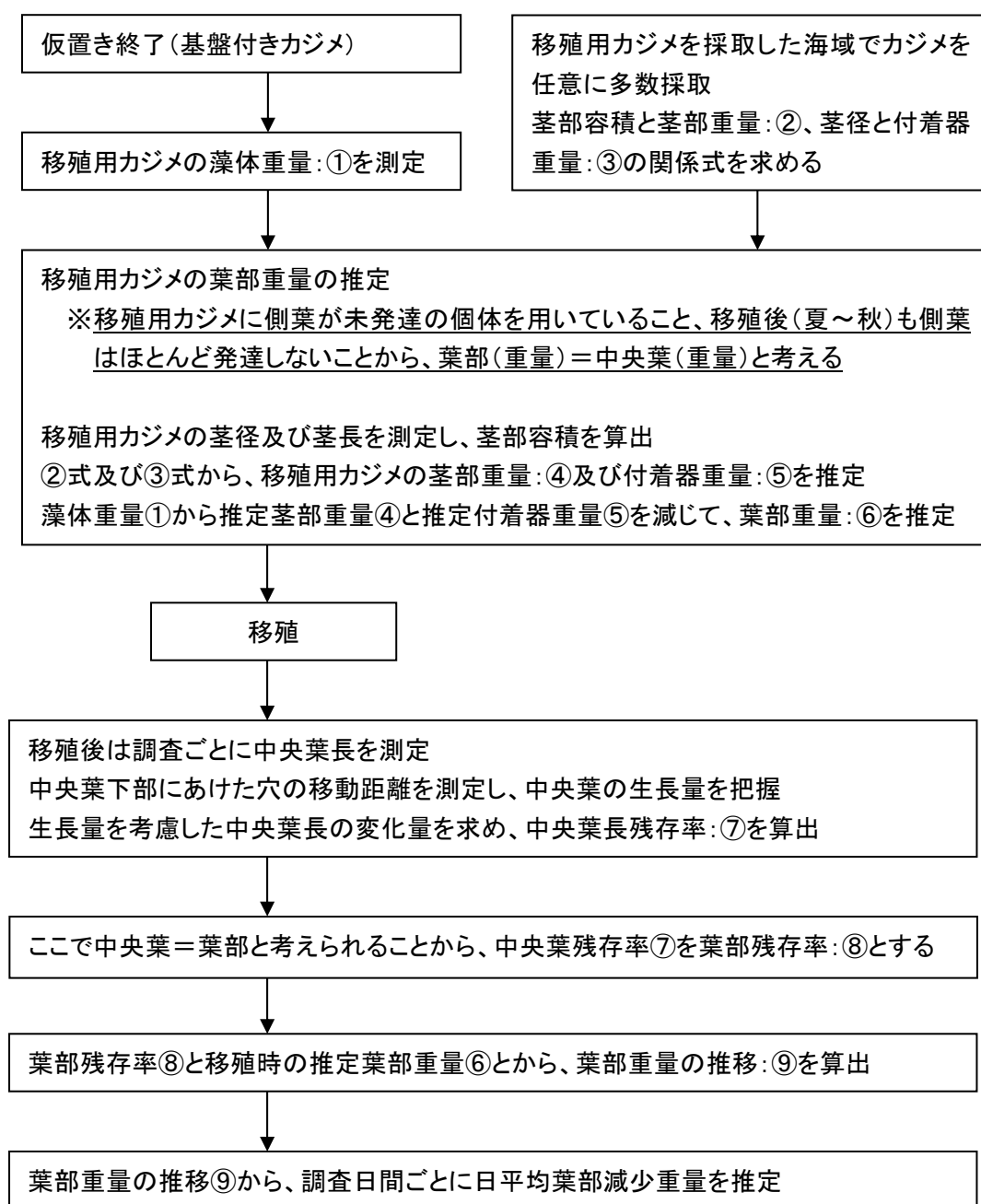


図 15 移殖カジメの日平均葉部減少重量の推定方法

7月18日から8月4日までの日積算光量子量は、防除区で Ave. $2.1 \pm \text{S.D. } 2.1 \text{ mol/m}^2/\text{day}$ 、未防除区で Ave. $2.2 \pm \text{S.D. } 2.2 \text{ mol/m}^2/\text{day}$ となった。両区の日積算光量子量の差は、7月18日から30日までは $0.1 \text{ mol/m}^2/\text{day}$ 以下であった。7月31日以降は $0.2 \text{ mol/m}^2/\text{day}$ 以上の差が生じ、8月4日には期間中最大の $0.46 \text{ mol/m}^2/\text{day}$ となり、未防除区の日積算光量子量が防除区を上回る傾向がみられた。このことから、鉄枠と防除網の設置直後は内部の光

量子量にほとんど影響はないが、時間の経過とともに防除区内部の光量子量がわずかではあるが低下すると考えられ、防除網上で観察された付着物の影響と推測された。しかしながら、光量子量の低下レベルは比較的小さく、付着物の除去や網の交換等のメンテナンスを施せば、防除区内のカジメへの影響はほとんどないものと考えられた。

試験 2 回目では、防除区において 8 月 10 日に 1 基、11 月 4 日にはもう 1 基のブロックで鉄枠及び網の破損が認められ、7 月末の台風 10 号及び 10 月下旬の台風 22、23 号に伴う強い波浪の影響と推察された。7 月 7 日には防除区へ計 16 個体（平均：茎径 5.8mm、茎長 6.5cm、全長 38.7cm、中央葉長 32.2cm）、未防除区へは計 15 個体（平均：茎径 6.5mm、茎長 8.1cm、全長 40.9cm、中央葉長 31.0cm）のカジメを移植した。防除区では試験期間をつうじてアイゴの採食痕は観察されなかったが、未防除区では 8 月 10 日と 11 月 4 日にアイゴの採食痕が観察された。試験開始から約 2 ヶ月後の 9 月 14 日において、移植カジメの個体生存率は防除区 100%、未防除区 54.2% となり、その差は明白であった（図 16）。また、中央葉長の推移から葉部残存率を求めたところ防除区 54.8%、未防除区 24.0% となった（図 17）。両区の葉部残存率に顕著な差が生じた 7 月 27 日から 8 月 10 日にかけての葉部の減少率は防除区 31.0%、未防除区 68.8% であった。この期間には防除区でも比較的高い葉部減少率が認められたが、未防除区との差は大きく、個体生存率も含めて、これらの差はアイゴの食害により生じたものと考えられた。

調査日間のカジメ 1 個体あたりの日平均葉部減少重量を表 1 に示した。未防除区における 7 月 27 日から 8 月 10 日にかけての日平均葉部減少重量が最も大きく、1.81g/日/個体と推定された。また、この期間における防除区の自然凋落による減少重量は 0.75 g/日/個体であることから、未防除区で同等の自然凋落が生じたと仮定すると、未防除区のカジメ 1 個体あたりが受けたアイゴによる食害量は 1.06 g/日/個体と推定され、自然凋落量を上回った。

本試験では、移植したカジメの葉部重量を中央葉長から推定しており、側葉が未発達のカジメを用いたものの中央葉の形状は一様でないことから推定値が過大あるいは過小になっている可能性がある。しかしながら、カジメ 1 個体あ

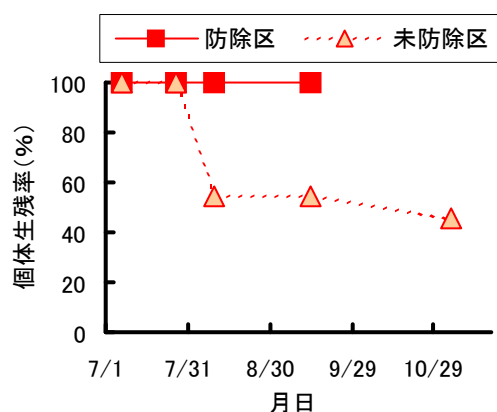


図 16 食害防除区と食害未防除区におけるカジメの個体生存率

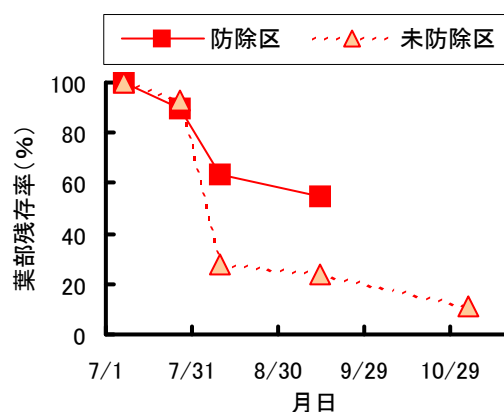


図 17 食害防除区と食害未防除区におけるカジメの葉部残存率

たり 1.0g/日/個体程度のアイゴの食害圧が続いた場合、葉部現存量の小さな当歳カジメへのダメージは大きく、個体の生残にまで影響を及ぼすと考えられる。また、人為的に条件を設定した実験でのアイゴのカジメ採食量(IV-2-2、IV-2-3)をもって今回推定した食害量を評価することはできないが、食害量が自然凋落量を上回ると試算されたことから磯焼け域である榛南海域では食害の影響は大きいと言わざるを得ない。

表 1 カジメ 1 個体あたりの日平均葉部減少重量の推定値

調査間隔	日平均葉部減少重量(g/日/個体)	
	防除区	未防除区
7/7-7/27	0.11	0.07
7/27-8/10	0.75	1.81
8/10-9/14	0.08	0.02
9/14-11/4	—*	0.06

* 2つの防除区ともに損壊したためデータなし

IV 藻食性魚類の生態解明と食害の制御

1. 藻食性魚類の分布の把握

1) 浜名湖におけるアイゴの漁獲状況

目的

静岡県における藻食性魚類の漁獲状況を把握するため、浜名湖でのアイゴの漁獲量を明らかにし、漁獲量と水温との関係を検討する。

方法

浜名漁業協同組合の地区別月別魚種別漁獲量統計から、1988年から2003年までのアイゴの漁獲量を集計した。また、静岡県水産試験場浜名湖分場(舞阪町舞阪、第1図)の定地水温観測結果(舞阪地先において毎朝9時に表層水を採水し、棒状水温計で計測)をもとに、漁獲量と水温との関係を検討した。

結果及び考察

アイゴは主に袋網(小型定置網)によって漁獲されていた。アイゴの漁獲量は年変動が激しく、豊漁年と不漁年とがはっきりしていた(図18)。また、地区別にみると鷺津地区(図1)での漁獲量が最も多かった。年間漁獲量と年平均水温との関係を検討したところ、水温が高いほど漁獲量は多く(図18)、アイゴの豊漁年と不漁年は水温の影響を受けている可能性が示された。

月平均漁獲量と月平均水温との関係を検討したところ、アイゴ漁獲は水温が15℃を超える4月から始まり、5月以降本格化し、水温20℃以上となる10月までが盛漁期となっていた(図19)。浜名湖におけるアイゴの漁獲は水温との関係が深いと考えられた。

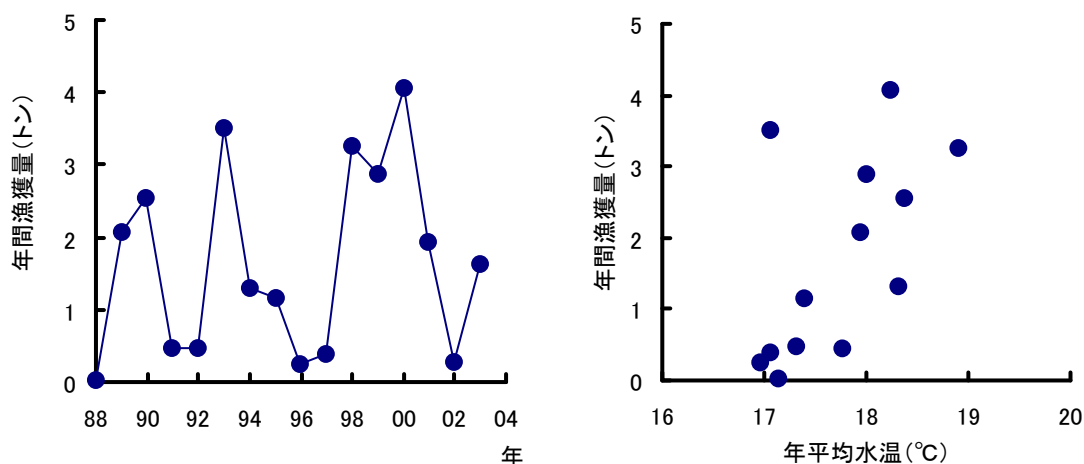


図 18 浜名湖におけるアイゴ漁獲量
(左：漁獲量の経年変化、右：年間漁獲量と年平均水温との関係)

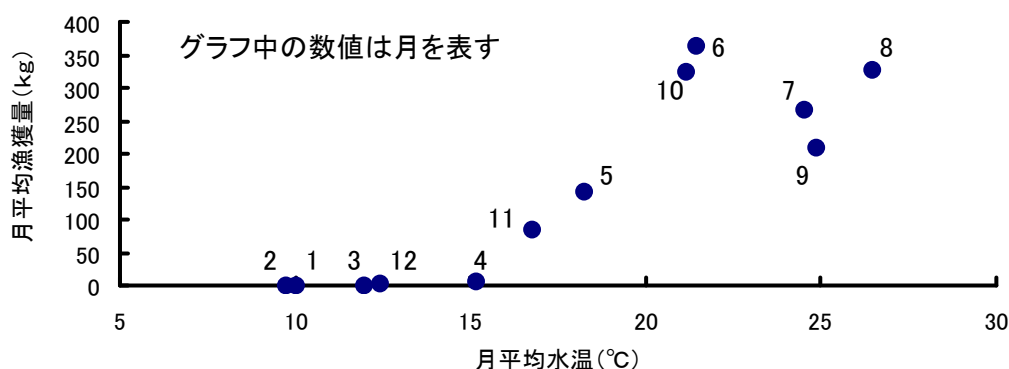


図 19 浜名湖におけるアイゴの月平均漁獲量と月平均水温との関係

2) 伊豆半島南部におけるブダイの漁獲状況

目的

静岡県における藻食性魚類の漁獲状況を把握するため、伊豆半島南部でのブダイの漁獲量を明らかにする。

方法

下田市漁業協同組合の魚種別水揚げ月報から、1989年から2002年までのブダイの漁獲量を集計した。

結果及び考察

ブダイは主に刺網によって漁獲されていた。ブダイの年間漁獲量について、1989年から1991年までは集計期間のなかでは高水準で推移し、1992年以降減少、2002年に至るまで低水準で推移した(図20)。ブダイの漁獲はイセエビ刺網漁期(9月～翌年5月)にあり、11月から2月までの月平均漁獲量は1ト

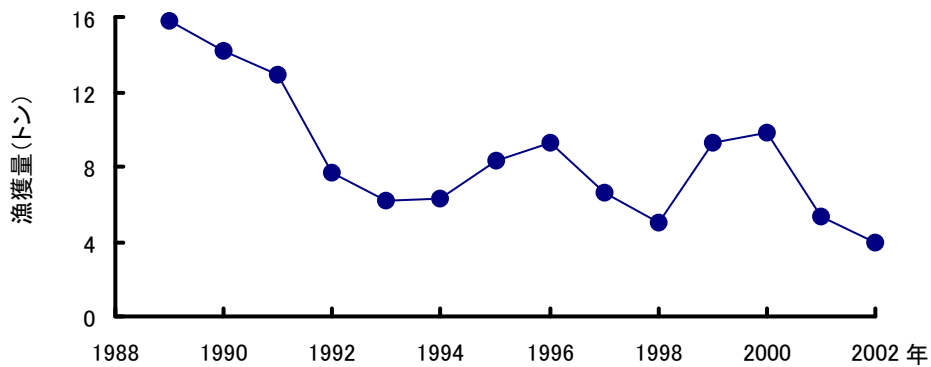


図 20 伊豆半島南部におけるブダイ漁獲量の推移
(ブダイの漁獲はイセエビ刺網漁期の9月から始まるため、
9月～翌年8月までの漁獲を年度の漁獲量として集計した)

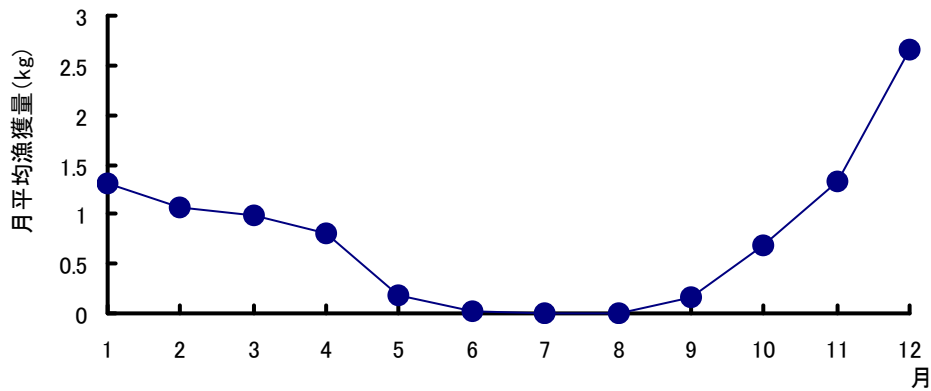


図 21 伊豆半島南部におけるブダイの月平均漁獲量 (1989年～2000年)

ンを超えた (図 21)。ブダイの漁獲は水温の低下とともに増加し、低水温となる冬季に盛漁期を迎えたと考えられた。

3) 榛南海域におけるアイゴの定置網への入網状況

目的

磯焼け域におけるアイゴの漁獲状況と水温との関係を明らかにする。

方法

榛南海域の定置網4ヶ統について、2001年6月から10月までのアイゴ漁獲量と地頭方(図1)の定地水温との関係を検討した。

結果及び考察

6月13日から7月9日まで断続的に100kg/日以上の入網があった。7月中旬以降は100kg/日以下の入網が9月上旬まで続いた(図22)。アイゴの入網は水温が20℃以下では認められず、20℃を上回った6月中旬から7月初旬に

かけてまとまってみられた。これは、水温上昇とともに移動中のアイゴが入網したとも考えられた。

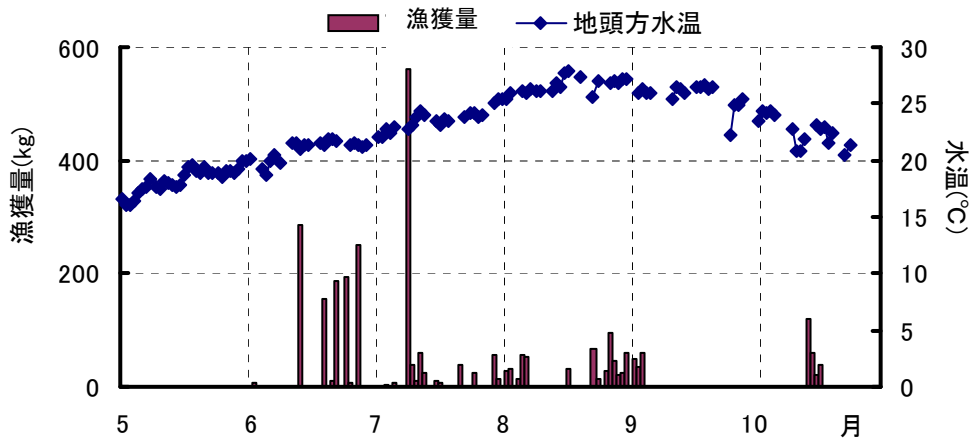


図 22 榛南定置網 4ヶ統による 2001 年のアイゴ漁獲量と地頭方定地水温との関係

(9月5日から10月13日までは定置網を設置していないため漁獲はない)

4) 榛南海域における刺網操業日誌調査

目的

榛南海域におけるアイゴの分布状況を明らかにし、資源量の推定を試みる。

方法

旧坂井平田漁協（現相良漁協）、旧相良町漁協（現相良漁協）、地頭方漁協、御前崎漁協のいずれかに所属し、榛南海域で操業する刺網漁業者（約 90 隻）に操業日誌への記帳を依頼した（図 23）。操業日誌は随時回収し、2001 年 9 月 16 日から 2002 年 12 月 20 日までの記帳データを集計した。

結果及び考察

総漁獲尾数が多かったのは、御前崎港から御前崎灯台周辺にかけてと地頭方港の北側の海区であった。また、CPUE（総漁獲尾数／操業回数）が最も高かったのは地頭方港の北側の海区であった（図 24）。

海区別に 2ヶ月ごとの CPUE を求めたところ、高い値を示したのは 2001 年 9 月から 10 月にかけては地頭方港の北側、11 月以降は御前崎沖であった。2002 年 1 月から 2 月にかけて駿河湾内でのアイゴの漁獲はなくなり、この時期に散発的ではあるが CPUE が高かったのは御前崎灯台周辺から御前岩にかけてと遠州灘の浜岡沖であった。3 月から 5 月にかけては御前崎灯台周辺から御前岩にかけて、浜岡沖、地頭方の北側で CPUE は高かった。9 月以降は御前崎灯台周辺から御前岩にかけて、浜岡沖、地頭方の北側で CPUE は高かった。

CPUE の推移から榛南海域でのアイゴの移動について、「夏から秋にかけて駿河湾から遠州灘の沿岸域に分布しているアイゴは、水温の低下とともに駿河

湾内から移動する、あるいは深所に移動する。冬には駿河湾外の御前崎灯台周辺から御前岩にかけてと遠州灘の浜岡沖で越冬している」可能性が示唆された。漁獲量と資源量指数の解析から榛南海域におけるアイゴの資源量を試算した。Russell の方程式を個体数ベースで考えると $N_{t+1} - N_t = I_t - Y_t \dots ①$ となる (N : 資源量、I : 自然増加量 = 加入量 - 自然死亡量、Y : 漁獲量、t : 年)。①式の両辺を N_t で割り、整理すると、 $N_{t+1}/N_t = (1 + I_t/N_t) - Y_t/N_t \dots ②$

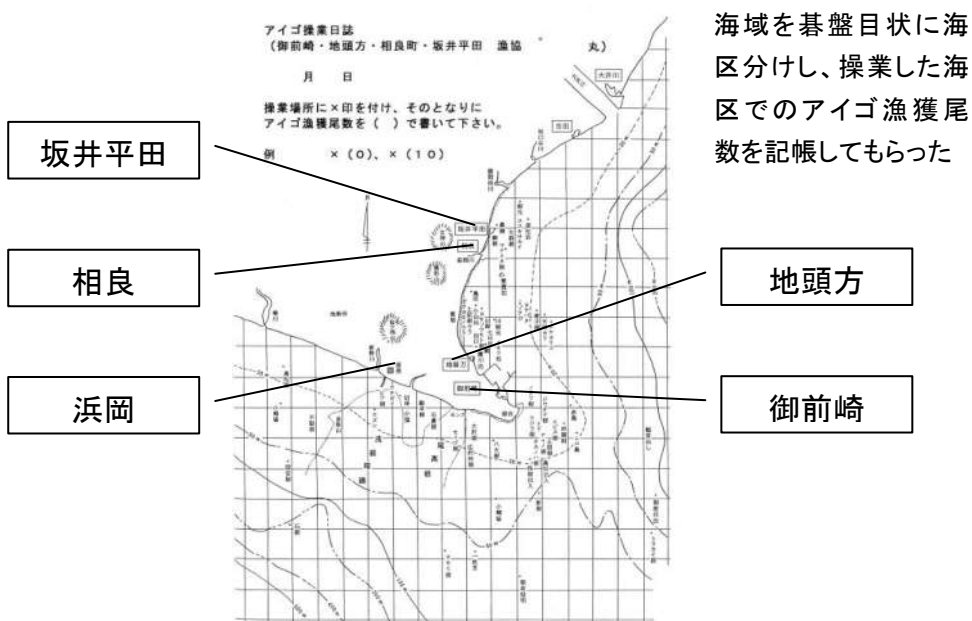


図 23 刺網操業日誌

	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2					
A	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###		A	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###					
B	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###		B	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###					
C	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###		C	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###					
D	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###		D	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	0.0				
E	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###		E	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###					
F	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	2		F	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	2.0					
G	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	2	169					G	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	0.5	7.0				
H	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	6	42	48					H	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	2.0	1.8	2.4			
I	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	54	95	3					I	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	2.2	6.8	3.0		
J	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	432	44	2	12				J	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	6.8	4.4	2.0	2.0
K		###	###	###	###	###	###	###	###	###	3	153	79					K	0.0	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	3.0	15.3	7.2		
L		6			###	###	###	###	###	###	200	436	98					L	2.0	0.0	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	6.1	3.2	2.6	
M				22	229	28	26	5	###	###	806	152	12	3				M		0.0	1.7	2.9	1.3	1.4	1.0	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	4.5	3.4	0.7	0.4
N			6	3	16	201	10	24	57	15	433	554	171	5				N		1.2	0.8	1.0	3.9	1.0	0.6	1.3	0.9	3.3	4.0	2.5	2.5								
O					51	2	10	8	6	12	6	21						O			0.0	7.3	0.5	1.0	1.6	1.2	1.1	1.0	1.6										
P						4	2	14			10							P							1.0	1.0	1.8	10.0											
Q																		Q																					
R																		R																					
S																		S																					
T																		T																					

図 24 操業日誌による海区ごとのアイゴ総漁獲尾数 (左) と CPUE (右) (集計期間 : 2001 年 9 月 16 日 ~ 2002 年 12 月 20 日)

となる。ここで、自然増加量を毎年一定と仮定すると、 Y_t は既知、 N_{t+1}/N_t は刺網の資源量指数から求められるので②式は一次方程式となる。これより、2001年時点でのアイゴの漁獲対象資源 (N_{2001}) は約 7,400 尾、自然増加量 (I) は約 1,900 尾となり、漁獲量 (Y) の過大又は過小評価を考慮しても漁獲対象資源 (N_{2001}) は約 10,000 尾と試算された。

海域におけるアイゴ漁獲量を全て集計し、同時に何らかの方法（例：操業日誌）で資源量指数の算出が可能であれば、資源量は推定できるのではないかと考えられるが、今回は利用可能な範囲のデータによる試算であり、精度の向上にはさらなるデータの蓄積と検討が必要である。

2001年に榛南海域の定置網で捕獲されたアイゴは 9,712 尾であった。試算された漁獲対象資源 ($N_{2001} \approx 10,000$ 尾) は定置網捕獲後の資源量なので、資源量と捕獲実績からみた捕獲可能量との量的関係からアイゴの個体数を人為的に管理することが可能と考えられた。本海域ではカジメ採食圧軽減策の一手法としてアイゴの捕獲が有効であると思われた。

5) アイゴの標識放流調査

目的

アイゴへの標識方法としてスパゲティタグの有効性を検討するとともに、標識放流により榛南海域でのアイゴの移動を明らかにする。

方法

アイゴ 4 尾（尾叉長 27.8～32.8cm）を実験に供した。標識付けの際はアイゴに麻酔処理を施し（p-アミノ安息香酸エチルを 10% の濃度で溶かした液を 30 l パンライト水槽に約 700ppm になるよう添加し、アイゴを約 1 分間水槽に収容した）、最大体高の背鰭基部から腹側へ 2 cm の位置にスパゲティタグを装着した。装着後は水産試験場伊豆分場の室内 500 l パンライト水槽で 2002 年 4 月 19 日から 8 月 28 日まで飼育した。この間、餌料はカジメを与え、飼育水は濾過海水の掛け流しで交換率を 6～8 回転/日とした。

2002 年 6 月 16 日から 20 日にかけて、旧相良町漁協所属の小型定置網により漁獲され、相良港に水揚げ後、蓄養されていたアイゴ 200 尾を標識放流に供した。6 月 20 日にスパゲティタグを最大体高の背鰭基部から腹側へ 2 cm の位置に装着し、同日中に相良沖へ放流した（図 1）。

結果及び考察

実験期間中（131 日間）に標識の脱落及び供試魚の異常行動は認められなかったことから、アイゴへの標識方法としてスパゲティタグは有効であると考えられた。

標識放流に供したアイゴの平均尾叉長は 27.4cm であった。標識魚の再捕は 6 月 21 日に相良町地先の小型定置網で漁獲された 3 尾のみであったため、アイゴの移動について十分な情報は得られなかった。

2. 採餌生態、行動生態の解明

1) 飼育実験によるアイゴの成長

目的

アイゴの成長を明らかにする。

方法

アイゴ6尾（尾叉長 14.0～17.0cm、体重 50.0～90.0g）を実験に供した。水産試験場伊豆分場の室内 500 l パンライト水槽 2 基に 3 尾ずつ任意に収容し、一方にはカジメのみ（カジメ区）、もう一方にはカジメと配合飼料（カジメ+配合区）を与え、尾叉長と体重の変化を調べた。カジメの給餌量は両区とも常時不足することのない量とし、水槽内で直立状態となるように設置した。配合飼料は海藻成分の含まれていないもの（富士製粉株式会社 富士海産魚用配合飼料 海風 魚粉等動物質性飼料 65%、穀類 15%）を 1～2g/日投与した。飼育水は濾過海水の掛け流しで交換率を 4 回転/日とした。飼育期間は 2000 年 10 月 27 日から 2001 年 9 月 7 日までとした。

結果及び考察

実験期間中に両区とも 2 尾ずつ斃死した。実験終了時まで生残していた両区のアイゴの成長について、カジメ区では 2000 年 10 月 27 日に尾叉長 17.5cm、体重 96.0g、2001 年 9 月 7 日には尾叉長 18.0cm、体重 83.5g となり、成長は認められなかった。カジメ+配合区では 2000 年 10 月 27 日に尾叉長 17.8cm、体重 89.0g、2001 年 9 月 7 日には尾叉長 25.0cm、体重 220.1g となり、特に 2001 年 6 月以降に顕著な成長が認められた（図 25）。したがって、アイゴはカジメのみでは成長せず、配合飼料を与えた場合でも冬季にはほとんど成長せず、6 月以降急激に成長すると考えられた。

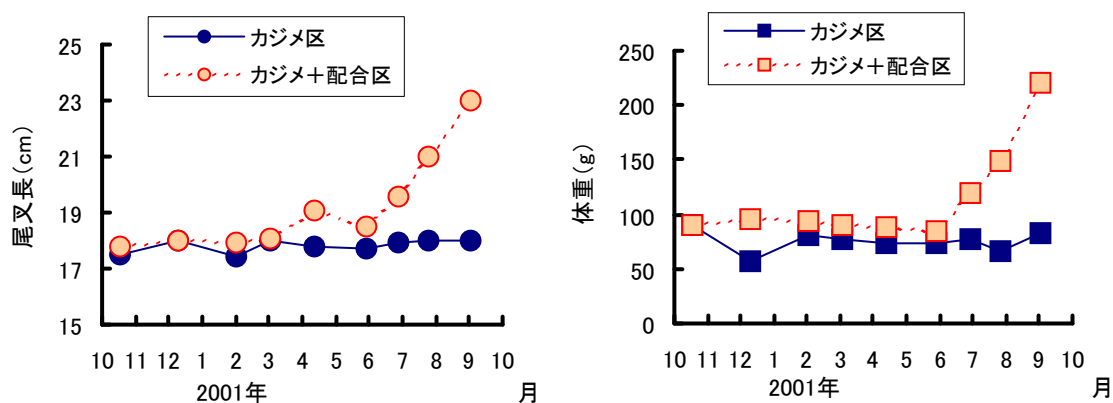


図 25 飼育実験におけるアイゴの尾叉長（左）と体重（右）の変化

2) 飼育実験によるアイゴのカジメ採餌量

目的

アイゴのカジメ採餌量と水温との関係及び配合飼料の投与によるカジメ採餌量への影響を明らかにする。

方法

2002年5月に浜名湖内の小型定置網で漁獲され、水産試験場伊豆分場に運搬し飼育していたアイゴ20尾(尾叉長20.8~31.5cm)を実験に供した。室内の1tパンライト水槽4基にそれぞれ任意に5尾ずつ収容した。また、実験区を餌料別に①カジメ区、②カジメ+配合飼料5g/日区、③カジメ+配合飼料15g/日区、④カジメ+配合飼料25g/日区とした。飼育環境及び海藻成分の含まれていない配合飼料(富士製粉株式会社 富士海産魚用配合飼料海風)に1週間馴致させた後、実験を2002年6月12日より開始し、2003年6月18日まで行った。配合飼料は実験区ごとに定めた量を1日3回(8:30、13:00、16:30)に分けて与えた。また、カジメの給餌量は常時不足することのない量とし、水槽内で直立状態となるように設置した。設置したカジメを1週間ごとに取り上げ、残餌量と脱落量(アイゴの採食行動により脱落した葉片の重量)を測定し、設置前のカジメの湿重量から残餌量と脱落量を減じて採餌量を算出した。飼育水は濾過海水の掛け流しで交換率を6~8回転/日とした。飼育水温を測定するため水槽内に自動計測器(1時間ごとに記録)を設置した。このように飼育したアイゴの体重を2ヶ月に1回測定した。

結果及び考察

カジメ区におけるアイゴのカジメ採餌量と水温の経月変化について(図26)、カジメ採餌量は水温が20℃を上回る7月上旬から増加し、8月から10月にかけての高水温時(Ave. 24.4±S.D. 1.8℃)には36.8g/日/尾となり、採餌量+脱落量は57.6g/日/尾となった。水温が20℃を下回る11月には採餌量は著しく減少し、以降実験終了時(2003年6月)までアイゴはカジメをほとんど採餌しなかった。アイゴのカジメの採食行動は水温20℃以上で活発化し、これに伴って採餌量と脱落量は大きくなると考えられた。アイゴのカジメ採餌量と水温との関係を検討したところ比較的高い相関がみられ、15℃以下ではアイゴはカジメをほとんど採餌せず、15~20℃の範囲では量は少ないものの採餌が認められ、20℃以上で採餌量は大きくなった(図27)。これらの結果は、谷津と坂井平田の両地先において、水温20℃を上回る夏から秋にかけてアイゴの食害が認められたことを裏付けるものと考えられた。

自然環境下において、水温20℃以上ではカジメの生産力は低下することが明らかになっており(Ⅲ-2-1)、このような状況下でアイゴの採食行動が活発化することはカジメの生残に及ぼす影響も大きいと推察された。また、20℃以上の高水温期が長い年には、カジメがアイゴの活発な採食に曝される期間も長くなり、食害が拡大することや夏以降の再生産へ影響すると考えられた。

各実験区のカジメ採餌量の経月変化から、アイゴのカジメ採餌量が高い値を示す時期において、配合飼料を同時に与えるとカジメ採餌量は減少することが

明らかになった (図 28)。このことからアイゴのカジメ採餌量は配合飼料を同時に与えることによってコントロールできると考えられ、採食圧軽減策の可能性が示唆された。各実験区のアイゴの体重を測定したところ、成長試験 (IV-2-1) と同様にカジメ区のみ体重の増加が認められなかった (図 29)。これより、カジメはアイゴの成長に寄与していないと判断されるが、なぜアイゴがカジメを採食するのは疑問として残された。

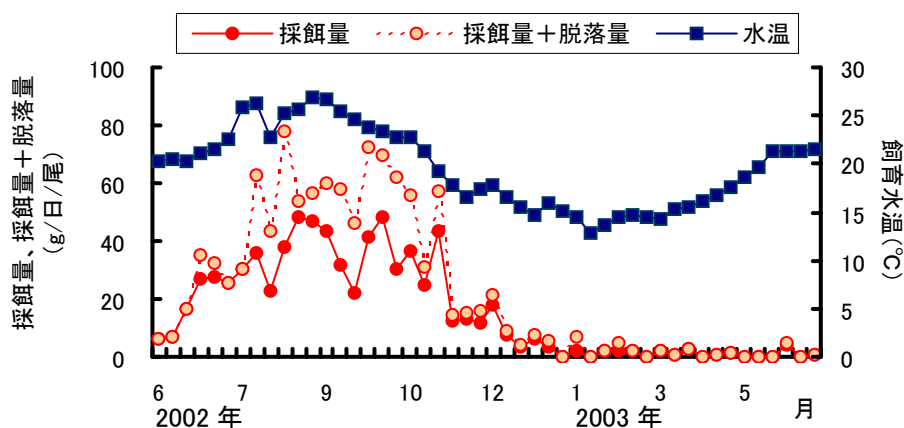


図 26 カジメ区におけるアイゴのカジメ採餌量と水温の経月変化

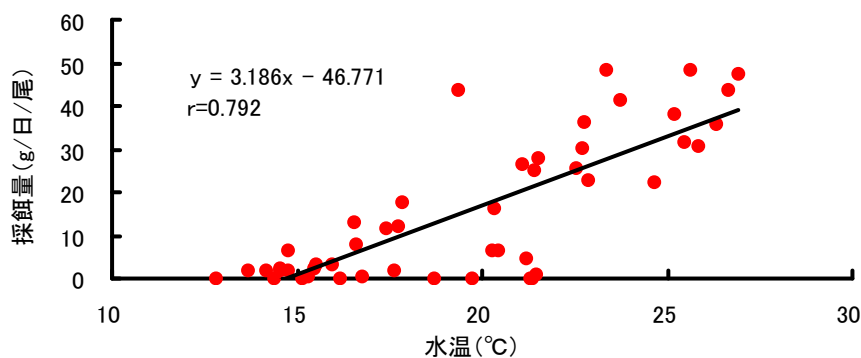


図 27 カジメ区におけるアイゴのカジメ採餌量と水温との関係

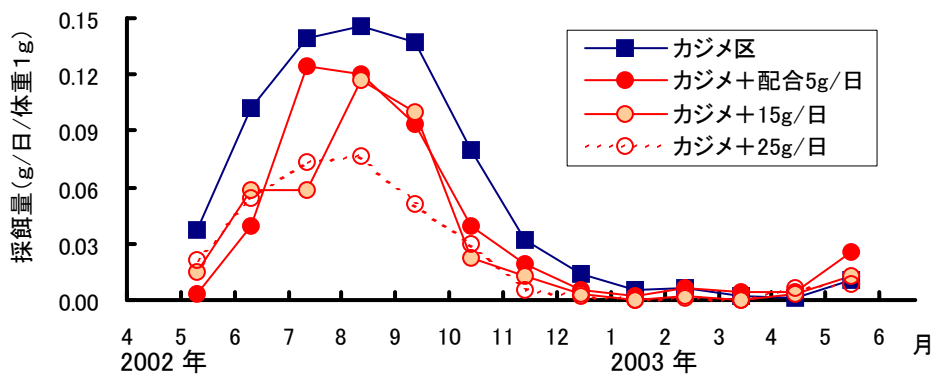


図 28 実験区別アイゴのカジメ採餌量の経月変化

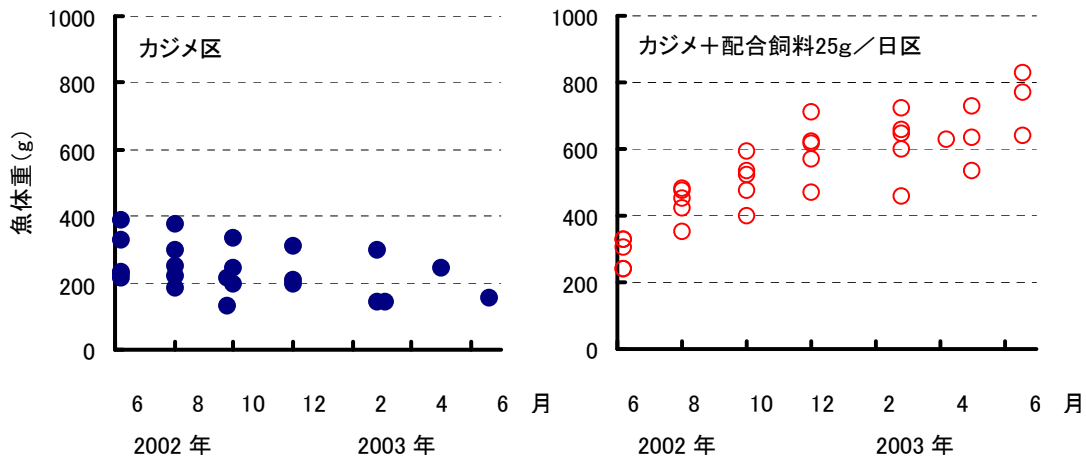


図 29 アイゴの体重変化

3) 飼育実験によるアイゴのカジメ採餌量とホンダワラ類採餌量

目的

磯焼け海域での藻場造成手法の一つに、造成対象種と他の海藻類とを同時に移植する混植が考えられる。そこで、飼育実験によりカジメとホンダワラ類を同時に与えた場合のアイゴの採餌生態を明らかにする。

方法① (平成 15 年度実施)

2003 年 5 月浜名湖内、8 月旧相良町漁協の小型定置網で漁獲され、水産試験場伊豆分場に運搬し飼育していたアイゴを実験に供した。実験開始までの餌は海藻成分の含まれていない配合飼料 (富士製粉株式会社 富士海産魚用配合飼料海風) を使用し、実験開始前はアイゴを絶食状態にし飼育環境に馴致させた。実験は計 3 回実施し、1 回目はアイゴを計 15 尾 (尾叉長 Ave. 29.8±S.D. 2.2 cm、体重 Ave. 415.0±S.D. 107.0 g)、2 回目は計 12 尾 (尾叉長 Ave. 29.5±S.D. 2.3 cm、体重 Ave. 379.2±S.D. 101.3 g)、3 回目は計 15 尾 (尾叉長 Ave. 29.3±S.D. 3.0 cm、体重 Ave. 468.7±S.D. 162.4 g) 使用した。室内の 1 t パンライト水槽 3 基に実験 1 回目及び 3 回目は 5 尾ずつ、2 回目は 4 尾ずつ任意に収容した。また、実験区を餌料別に①カジメ区、②カジメ+ホンダワラ類区、③ホンダワラ類 (②区と同種) 区とし、ホンダワラ類は混植によるカジメの保護を前提に夏から秋に葉部の繁茂が認められるものを用いた。実験 1 回目ではオオバモク、2 回目ではノコギリモク、3 回目ではトゲモクを使用した。海藻類の給餌量は常時不足することのない量とし、水槽内で直立状態となるように設置した。実験 1 回目は 2003 年 7 月 10 日から 22 日まで、2 回目は 7 月 22 日から 28 日まで、3 回目は 8 月 6 日から 19 日まで行った。各実験期間中の海藻類採餌量を把握するため、残餌量と脱落量を測定し、設置前の湿重量から残餌量と脱落量を減じて採餌量を算出した。飼育水は濾過海水の掛け流しで交換率を 6~8 回転/日とした。飼育水温を測定するため水槽内に自動計測器 (10 分ご

とに記録)を設置した。

結果及び考察①

実験期間中の平均飼育水温はそれぞれ1回目 22.0℃、2回目 22.5℃、3回目 23.2℃であった。また、各実験期間中に供試魚のへい死がみられ、1回目は7月 22日にカジメ+ホンダワラ類区で1尾(死因不明)、ホンダワラ類区で1尾(水槽からの飛び出し)となった。2回目はカジメ区で7月 28日に1尾、カジメ+ホンダワラ類区で26日と27日に1尾ずつ、28日に2尾、ホンダワラ類区で26日に1尾、27日に2尾、28日に1尾となった(いずれも死因不明)。3回目はカジメ区で8月 19日に3尾、カジメ+ホンダワラ類区で18日に1尾、19日に4尾、ホンダワラ類区で19日に2尾となった(いずれも白点病によりへい死)。これらのへい死を考慮し、実験期間中におけるアイゴの延べ体重あたりの採餌量と脱落量を求めた。

図30にそれぞれの実験区におけるカジメ、ホンダワラ類の採餌量、脱落量を示した。ここで、採餌量と脱落量の和を採食量とし、カジメ+ホンダワラ類区を混植区とする。

実験1回目では、混植区のカジメ採食量がカジメ区のそれより減った。したがって、オオバモクに混植によるカジメ採食量の減少の効果が認められた。混植区のオオバモク採食量はカジメ採食量の3.06倍であったことやホンダワラ類区のオオバモク採食量は多かったことから、アイゴはカジメよりオオバモクに採食選択性があると考えられた。また、混植区のカジメとオオバモクの採食量の和はカジメ区のカジメ採食量を上回った。

実験2回目では、混植区のカジメ採食量がカジメ区のそれより減った。したがって、ノコギリモクに混植によるカジメ採食量の減少の効果が認められた。混植区のノコギリモク採食量はカジメ採食量の0.44倍であったことやホンダワラ類区のノコギリモク採食量は少なかったことから、アイゴはノコギリモクよりカジメに採食選択性があると考えられた。また、混植区のカジメとノコギリモクの採食量の和はカジメ区のカジメ採食量を下回った。

実験3回目では、混植区のカジメ採食量がカジメ区のそれより減った。したがって、トゲモクに混植によるカジメ採食量の減少の効果が認められた。混植区のトゲモク採食量はカジメ採食量の0.15倍であったことやホンダワラ類区のトゲモク採食量は少なかったことから、アイゴはトゲモクよりカジメに採食選択性があると考えられた。また、混植区のカジメとトゲモクの採食量の和はカジメ区のカジメ採食量とほぼ同じであった。

平成15年度の実験では、2回目及び3回目に供試魚のへい死が多く認められ採食量への影響が懸念されたが、用いたホンダワラ類3種にいずれも混植によるカジメ採食量の減少の効果が認められた。また、オオバモクでは混植区のカジメとオオバモクの採食量の和はカジメ区のカジメ採食量を上回ったのに対し、ノコギリモクでは混植区のカジメとノコギリモクの採食量の和はカジメ区のカジメ採食量を下回った。これはオオバモクではアイゴのカジメへの採食圧がオオバモクに振り替えられたと解釈できるが、ノコギリモクではアイゴの海藻に対する採食意欲自体が減退しているのではと考えられる。このように混植の効果の機構は異なっている可能性がある。

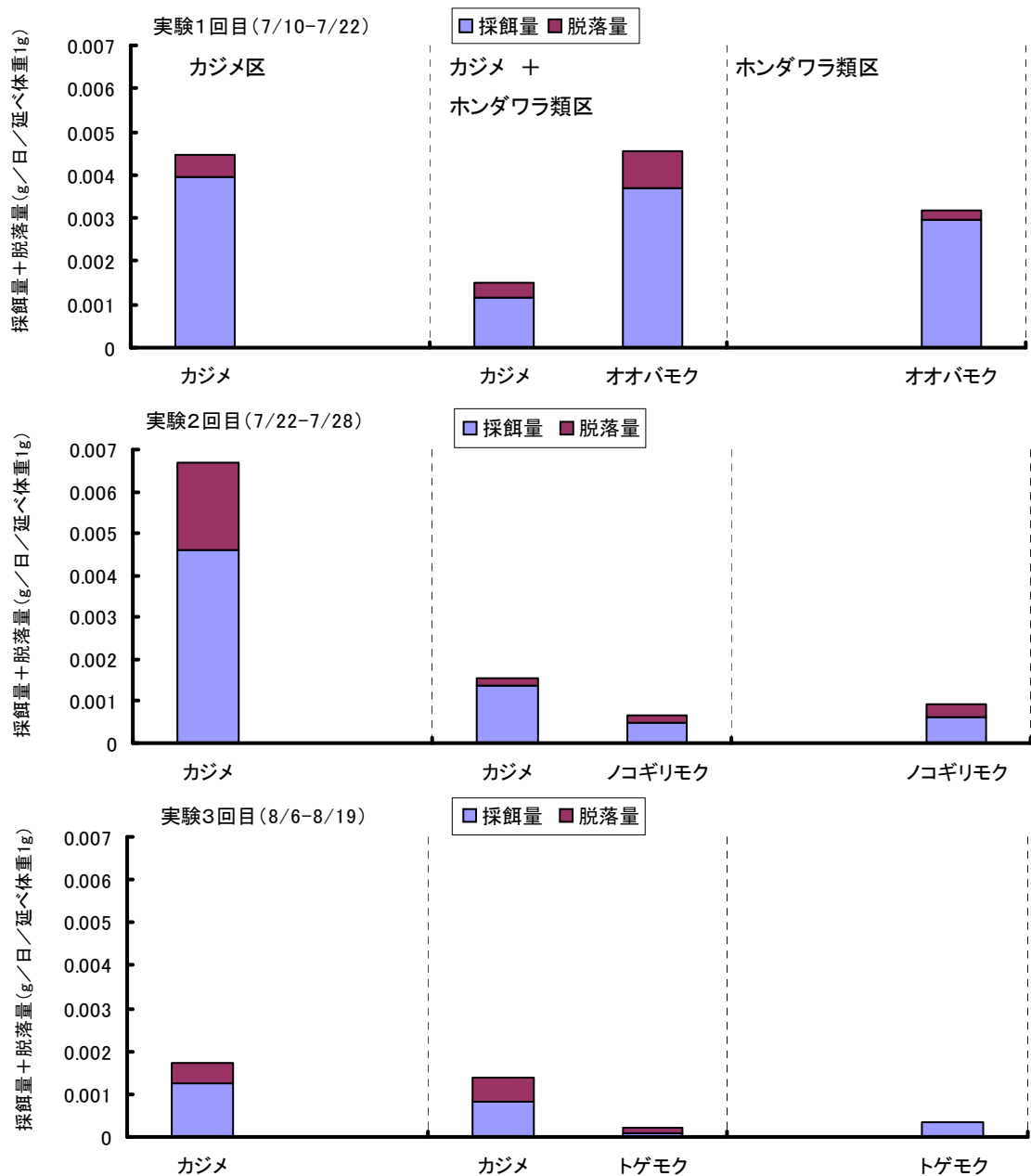


図30 飼育実験によるアイゴのカジメ及びホンダワラ類採餌量 (平成15年度実施)

方法② (平成16年度実施)

2004年7月から8月にかけて相良町地先の定置網で漁獲され、水産試験場伊豆分場に運搬したアイゴを実験に供した。実験は計2回実施し、1回目は7月に漁獲されたアイゴを計12尾(尾叉長 Ave. 29.6±S.D. 3.0 cm、体重 Ave. 400.8±S.D. 107.9 g)、2回目には8月に漁獲されたアイゴを計12尾(尾叉長 Ave. 29.4±S.D. 2.2 cm、体重 Ave. 339.2±S.D. 76.9 g)を使用した。室内の1 tパンライト水槽4基にそれぞれ任意に3尾ずつ収容した。また、実験区を餌料別に①カジメ区、②カジメ+オオバノコギリモク区、③カジメ+オオバノコギリモク区、④

カジメ+ノコギリモク区とし、ホンダワラ類は混植によるカジメの保護を前提に夏から秋に葉部の繁茂が認められるものを用いた(15年度の実験で用いたトゲモクは入手できなかった)。実験開始前はアイゴを絶食状態にし飼育環境に馴致させた。海藻類の給餌量は常時不足することのない量とし、水槽内で直立状態となるように設置した。実験1回目は2004年7月12日から26日まで、実験2回目は8月24日から9月6日まで行った。各実験期間中の海藻類採餌量を把握するため、残餌量と脱落量を測定し、設置前の湿重量から残餌量と脱落量を減じて採餌量を算出した。飼育水は濾過海水の掛け流しで交換率を8~9回転/日とした。飼育水温を測定するため水槽内に自動計測器(10分ごとに記録)を設置した。

結果及び考察②

実験期間中の平均飼育水温はそれぞれ1回目23.9℃、2回目25.1℃であった。また、供試魚のへい死はみられなかった。

図31にそれぞれの実験区におけるカジメ、ホンダワラ類の採餌量、脱落量を示した。ここで、採餌量と脱落量の和を採食量とし、カジメ+ホンダワラ類区を混植区とする。

実験1回目では、混植区のカジメ採食量がカジメ区のそれより減ったのは、オオバノコギリモクであった。オオバモク、ノコギリモクではカジメ採食量が増えていた。したがって、オオバノコギリモクで混植によるカジメ採食量の減少の効果が認められた。また、それぞれの混植区の中でカジメ採食量に対するホンダワラ類採食量の比を求めると、オオバモクで1.05、オオバノコギリモクで0.22、ノコギリモクで0.05となった。この実験の範囲ではアイゴはオオバノコギリモクやノコギリモクよりカジメに対して採食選択性があると考えられた。また、カジメを基準にしてホンダワラ3種の採食選択性をみると、アイゴはオオバノコギリモク、ノコギリモクに比べてオオバモクに選択性がみられた。

実験2回目では、混植区のカジメ採食量がカジメ区のそれより減っており、オオバモクとノコギリモクで明らかに減っていた。したがって、オオバモクとノコギリモクで混植によるカジメ採食量の減少の効果が認められた。また、それぞれの混植区の中でカジメ採食量に対するホンダワラ類採食量の比を求めると、オオバモクで0.63、オオバノコギリモクで0.11、ノコギリモクで0.61となった。いずれも比は1を下回っており、この実験の範囲ではアイゴはホンダワラ類3種よりカジメに対して採食選択性があると考えられた。また、カジメを基準にしてホンダワラ3種の採食選択性をみると、アイゴはオオバノコギリモクに比べてオオバモク、ノコギリモクに選択性がみられた。混植区のカジメとホンダワラ類の採食量の和はオオバモクとオオバノコギリモクではカジメ区のカジメ採食量とほぼ同等であったが、ノコギリモクではカジメ区のカジメ採食量を下回った。

平成15年度及び16年度の実験を通じて混植の効果が認められたホンダワラ類はオオバモク(H15-1回目、H16-2回目)、オオバノコギリモク(H16-1回目)、ノコギリモク(H15-2回目、H16-2回目)、トゲモク(H15-3回目)であったが、実験結果は安定していなかったため今後も検討を重ね

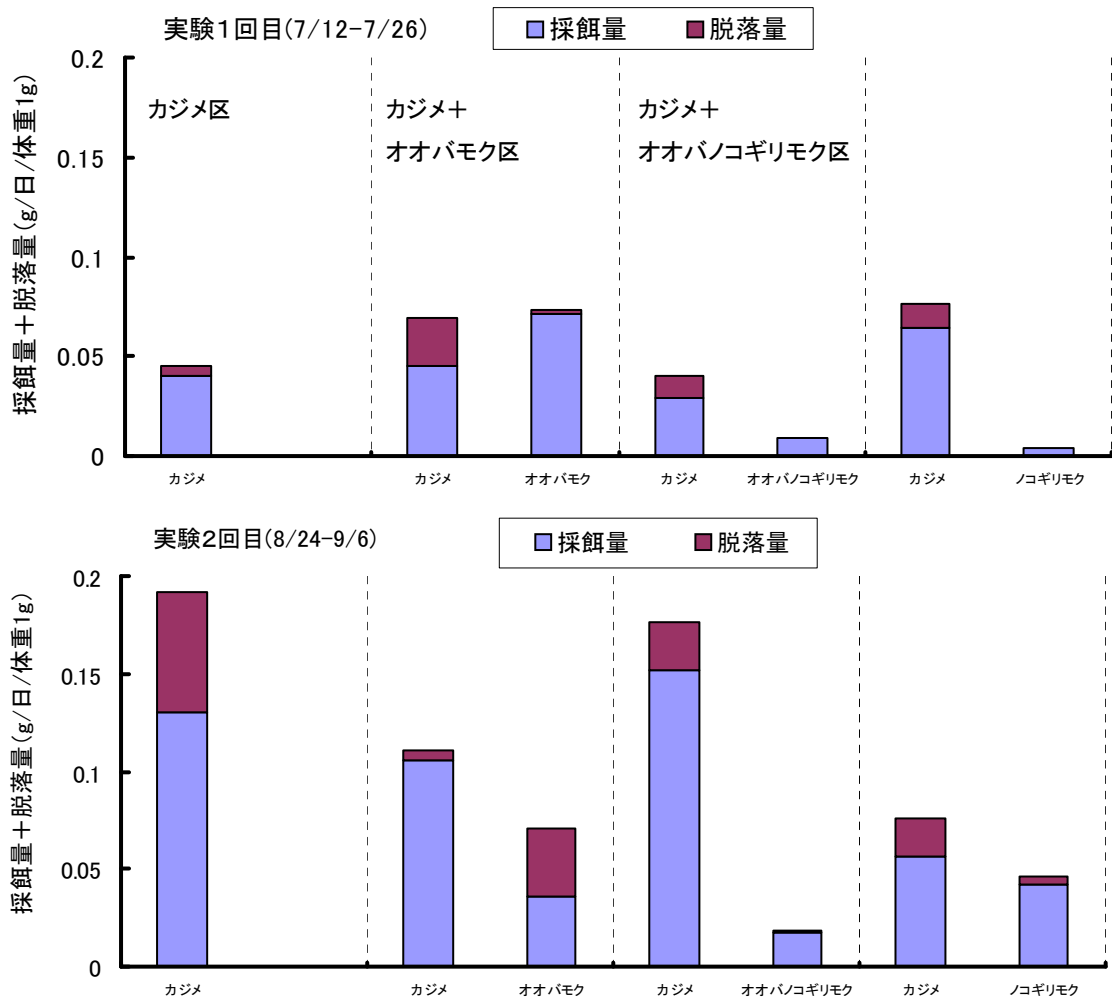


図 31 飼育実験でのアイゴのカジメ及びホンダワラ類採餌量 (平成 16 年度実施)

る必要がある。また、混植の効果についてはカジメへの採食圧を混植したホンダワラ類に振り替える機構とホンダワラ類を混植することで採食意欲が減退する機構があると考えられた。前者にはオオバモクが、後者にはノコギリモクが当てはまるのではないかと考えられる。ホンダワラ類 3 種に対してはアイゴはオオバモクに最も高い採食選択性があると考えられた。

3. 食害の制御方法の検討

1) 食害防除網の効果

目的

食害制御の一手法として防除網による群落の保護が考えられ、その有効性を検討する。

方法

アイゴのカジメ食害量を推定するため、相良町坂井平田地先の藻場造成実験

地で食害防除網を用いた調査（Ⅲ－２－２）について、防除網の耐久性及び内部のカジメの食害状況を評価した。

結果及び考察

2003年に実施した試験では、7月17日に防除網を設置し、9月18日に新しい網に交換、12月19日には撤去した。この間、2つの防除区で網の破損はみられなかった。防除網内部ではカジメにアイゴの採食痕は調査期間をつうじて観察されなかった。また、時間の経過とともに内部の光量子量の低下がわずかに認められたものの、定期的に防除網のメンテナンスを施せば問題はないと考えられた。したがって、アイゴの食害が起きる夏から秋にかけて防除網によるカジメの保護は、再生産を確保する上でも有効と判断された。

2004年は試験期間中に勢力の強い台風が東海地域沿岸に接近又は上陸し、これに伴う強い波浪により支柱となる鉄柱自体が損壊した。台風による損壊までは、防除区内のカジメにアイゴの採食痕は認められなかった。強い波浪への耐久性、メンテナンスの負担軽減等を考慮した防除施設が今後必要である。

2) 食害防除の総合的な検討

磯焼けからの自然回復の傾向がみられない榛南海域ではカジメの移殖が必要不可欠であり、比較的大きな規模の移殖によりアイゴの採食圧から量的に免れ、同時に移殖地周辺や分布のみられる海域でアイゴを捕獲しカジメに対する採食圧を軽減させることにより食害からの防除を図る方法が考えられた。また、海域への展開方法に課題は残るものの、配合飼料など海藻以外の代替餌による採食圧の軽減も有効と思われる。ホンダワラ類の混植については、飼育実験で安定した結果が得られていないためさらに検討を重ねる必要はあるが、食害防除の一手法として期待が持てるであろう。今後はこれら食害制御の実証が磯焼け対策を事業化する上で必要となってくる。

V 今後の課題

本研究によって榛南海域の磯焼けに対する藻食性魚類の実態を把握できたが、残された問題点として、食害制御を検討する上で必要な藻食性魚類の採餌生態に関するより一層の知見の蓄積が必要である。特にアイゴが成長に寄与しないカジメをなぜ採食するのかが大きな疑問として残されている。これに加えて、カジメの生産力を低下させている低レベルの光条件に関連して、その原因となっている海水の濁りの由来の解明とその対策が不可欠であると指摘できる。

VI 参考文献

- 1) 桐山隆哉，野田幹雄，藤井明彦．藻食性魚類数種によるクロメの摂食と摂食痕．水産増殖 2001；49：431－438．
- 2) 倉島 彰，横浜康継，有賀祐勝．褐藻アラメ・カジメの生理特性．藻類 1996；44：87－94．

- 3) 荒川久幸, 松生 治. 褐藻類カジメ・ワカメの遊走子の沈降速度および基質着生に及ぼす海中懸濁粒子の影響. 日水誌 1990; 56: 1741-1748.
- 4) 荒川久幸, 森永 勤. 褐藻類ワカメ・カジメ遊走子群の分散に及ぼす海中懸濁粒子の影響. 日水誌 1994; 60: 61-64.
- 5) 平田 徹, 坂本和弘, 多田 諭, 横浜康継. 接着剤を用いたアラメ・カジメ個体の人工基盤への移植. 藻類 1990; 38: 61-67.

