

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)

大分県農林水産研究センター水産試験場

目次

I	要約	大 1
II	目的と背景	大 2
III	カジメ類の衰退に及ぼす藻食性魚類の影響	
1.	豊後水道域におけるカジメ類の衰退域	大 2
2.	カジメ類の衰退と環境要因	大 4
3.	藻食性魚類の食害の影響	
1)	クロメ人工種苗を用いた野外実験	大 11
2)	水中テレビによる食害魚種の特異	大 14
3)	クロメの衰退とアイゴおよびブダイの漁獲量の関係	大 17
IV	藻食性魚類の生態	
1.	アイゴとブダイの漁獲実態	
1)	鶴見と蒲江でのアイゴとブダイの漁獲実態	大 19
2)	アンケート調査による県内でのアイゴの分布と漁獲実態	大 20
2.	採食生態	
1)	水中テレビによるブダイの採食行動の観察	大 21
2)	上浦でのアイゴの採食量の季節変化と産卵時期	大 24
V	食害の制御	大 26
VI	今後の課題	大 29
VII	参考文献	大 30

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（大分県）

尾上静正、内海訓弘、山田英俊、田村勇司

I 要約

1. 大分県豊後水道域の3海域において1994年、地区によっては1997年頃に発生したと考えられる磯焼けは、その後拡大や縮小することもなくほぼ現状維持で持続している。
2. 磯焼け海域にも、港の中や湾奥などにおいてクロメが比較的まとまって生育している場所があった。そのような場所の1カ所においてクロメ現存量を調べたところ、毎年秋から冬にかけて大きく減少する季節変化を示した。
3. 磯焼け海域にクロメが残っている場所でロガーを用いて水温を調べたところ、秋から冬にかけての水温が周囲より0.5℃ほど低い傾向にあった。
4. 藻食性のウニ類などの大型底生動物が少ない場所でも磯焼けが見られた。
5. 磯焼け海域にクロメの人工種苗を設置したところ、ネットで覆ったものは3年にわたって生育し、新たな幼体の発生も見られたが、ネットで覆わなかったものは設置4ヶ月後の7月には葉状部が無くなり茎だけとなった。このことから水質環境に問題はなく、藻食性魚類からの食害が磯焼けに関与していると考えられた。
6. 水中テレビを使った野外での観察によって、ブダイがクロメを採食する行動を確認した。複数の海藻を与えた実験では、ヒジキ、ノコギリモク、クロメ成体、ヒロメ、アカモク、クロメ幼体の順に採食した。
7. 蒲江、名護屋、鶴見の漁協取り扱い量によると、1995～2004年の資源動向は、アイゴでは減少、ブダイでは横ばいと考えられた。
8. 名護屋の漁協取り扱い量と、同地区における1カ所のクロメ群落の現存量との関係によると、ブダイはクロメが多い時に多く漁獲される傾向にあったが、アイゴでは明瞭な傾向が認められなかった。
9. 県内の定置網漁業者へのアンケート調査から、アイゴは県下全域で全長15～25cmのものが夏から秋に漁獲されるが、冬季には豊後水道中部以南でのみ漁獲されることが分かった。
10. アイゴは、消化管内容物の月変化から10月に採食量が多い傾向が認められた。
11. 磯焼けからの回復技術として仕切網を試作したが、藻食性魚類の侵入を完全に阻止するような構造が必要であった。

Ⅱ 目的と背景

大分県豊後水道域の一部の沿岸では 1994 年、地区によっては 1997 年頃から大型褐藻類が消失する磯焼け状態が継続している。そのため、アワビ類などの磯根資源が減少するなど漁業への影響が大きいことから、磯焼け対策技術の確立が強く望まれている。本研究では、大型褐藻類のうち特にカジメ類（クロメ、カジメ）に関して、藻食性魚類による食害の影響を明らかにし、さらには磯焼けからの回復技術を検討することを目的とした。

Ⅲ カジメ類の衰退に及ぼす藻食性魚類の影響

1. 豊後水道域におけるカジメ類の衰退域

目的

大分県豊後水道域におけるカジメ類の生育の現状と衰退の動向を明らかにする。

方法

2001 年から 2004 年まで少なくとも年に 1 回、大分市蔦島、津久見市仙水、津久見市保戸島および保戸島沖の高甲岩、佐伯市上浦津井、佐伯市鶴見の大島と梶寄、佐伯市蒲江の名護屋湾周辺において、スキューバを用いた潜水観察や採集によって藻場の状況を調べた。さらに大分市の黒と一尺屋、臼杵市泊ケ内、津久見市高浜、佐伯市米水津の押出と松切、佐伯市蒲江の尾浦と西野浦および蒲江浦においても随時藻場の状況を調べた。なお、ここでは、海藻の被度が 75%より多いものを濃生、50~75%を密生、25~50%を疎生、25%より少ないものを点生とした。

結果および考察

カジメ類の状況を図 1 と表 1 にまとめた。カジメ類は、外観の形状からカジメとクロメの 2 種を確認した。また、今回の調査地は、いずれもかつてカジメ類が生育していたことを我々の調査や漁業者の観察によって確認されていた場所である。

保戸島は、島の周囲にはカジメが水深 20m 付近まで密生したが、保戸島から北東に 1.5km 離れた高甲岩まで断続的に連なる瀬では、カジメは完全に消失した状態が調査期間中継続しており、小型の紅藻類などがわずかに見られる程度であった。鶴見大島でも島の周囲にはクロメが消失していたが、大島港の中では岸壁の側壁からマウンドにかけての狭い範囲に疎生していた。蒲江の名護屋湾では名護屋鼻を中心にクロメが広い範囲で消失していた。屋形島や対岸の蒲江周辺でもクロメが広範囲に消失していた。一方、蒲江浦の湾奥や名護屋湾に位置する波当津と丸市尾ではクロメの現存量が季節的に大きく変化するが、数千㎡の規模で群落が維持されていた。米水津では押出にはクロメが密生していたが、押出から対岸へ 1.3km ほど離れた松切周辺では、クロメは距岸 10m 付

表1 カジメ類の状況（地図番号は図1）

地図番号	市区町村	地区名	カジメ	概況
1	大分市	大黒	カジメ	濃生
2		蔦島	クロメ	密生
3		一尺屋	クロメ	密生
4	臼杵市	泊ヶ内	クロメ	密生
5	津久見市	保戸島	カジメ	密生
6		保戸島高甲岩	カジメ	消失
7		仙水	クロメ	密生
8		高浜	クロメ	密生
9	佐伯市上浦	津井	クロメ	疎生
10	佐伯市鶴見	梶寄	クロメ	消失と点生の繰り返し、港内に疎生
11		大島	クロメ	消失、港内に疎生
12	佐伯市米水津	押出	クロメ	密生
13		松切	クロメ	点生
14	佐伯市蒲江	尾浦	カジメ	密生
15		西野浦	カジメ	疎生
16		蒲江浦	クロメ	消失、湾奥の一部で密生
17		屋形島	クロメ	消失、港内に疎生
18		名護屋湾	クロメ	消失、一部の場所で密生

方法

調査場所は大島周辺と名護屋湾周辺の2海域とし、大島周辺に4カ所(図2)、名護屋湾周辺に7カ所(図3)の調査定点を設定した。調査定点の水深はいずれも5m前後とした。調査は生物調査と環境調査を行った。生物調査として、スキューバ潜水による海藻と大型底生動物の観察および定量採集(1×1mを2~3カ所)を行った。環境調査として、海底から1mほど上層で採水した海水の水温、塩分、栄養塩、COD、SS(懸濁物質)を調べ、さらに海底に水温ロガー(onset社 StowAway TidbiT)を設置し30分間隔で水温を測定した。水温ロガーは半年から1年で新たなものと交換した。

大島での採集と観察は2003年4月22日、8月26日、2004年1月21日、3月25日に実施したが、場所によって採集できない日もあった。水質調査は2003年4月から2004年3月の間におおむね月1回行った。水温ロガーは、磯焼け地点では1999年8月26日、大島港では2003年7月30日に設置し、いずれも2005年1月13日までの間のデータを整理した。

名護屋湾周辺では、クロメが生育する4地点(St.1、2、4、8)において、海藻類の定量採集を2002年5月から2003年6月までの間に、2ヶ月もしくは3ヶ月に1回実施した。比較的規模の大きいクロメの群落が維持されているSt.1では、クロメの定量採集を1999年7月からおおむね2ヶ月に1回実施しており、2003年6月以降も2004年3月、12月、2005年1月に1回ずつ実施した。大型底生動物は2002年7月31日に採集した。水質調査は、2003年3月25日、6月24日、2004年3月19日、12月3日に実施した。水温ロガーは、St.1は1999年7月16日から設置した。St.2、4、5、7は2001年7月24日に設置したが、途中ロガーが行方不明となったため、St.2は2004年3月19日まで、St.6は2002年2月1日までのデータが得られた。St.8では水温ロガーは設置

できなかった。これらの水温ロガーのデータは2004年12月3日までの間を整理した。磯焼け海域以外の水温として、大分市蔦島、津久見市仙水、津久見市保戸島、佐伯市上浦浅海井に設置した水温ロガーのデータを整理した。

結果および考察

大島

大島での海藻類と大型底生動物の採集結果を表2に示した。大島は島の周囲は磯焼け状態になっているが、港の奥にはクロメやホンダワラ類に加え時期によってはヒロメも見られた。梶寄でも港の中の特に岸壁の側壁にクロメが多かった。梶寄の港の外の天然岩礁域にはノコギリモクが多く、クロメは2003年4月に見られたが2004年3月にはほぼ消失していた。底生動物は、大島の磯焼け地点にアカバナウミトサカやキバナウミトサカが多く、エダミドリイシも見られた。藻食性のウニ類や巻貝類の密度は高くないことから、これらの底生動物による食害の影響は少ないものと考えられる。

大島での水質分析の結果を図4に示した。梶寄港は塩分の低下や $\text{Po}_4\text{-P}$ とDINが増加することがあるが、これは陸上からの雨水などの流入によるものと考えられる。梶寄港を除いては地点間に大きな差は認められないことから、これらの水質がクロメの有無を規定する要因とは考えにくい。

大島の港と磯焼け地点における日平均水温と両地点の水温差を図5に示した。カジメ類などの大型褐藻類が生育する港は、磯焼け状態になっている場所に比べて、4月から11月にかけては水温が 0.3°C ほど高いことが多かったが、11月から1月頃にかけては 0.5°C ほど低いことが多かった。大島、梶寄ともに磯焼け状態が広がるが、いずれも港の中ではカジメ類などの大型褐藻類が生育して

表2 大島での海藻類と大型底生動物の密度 (湿重量 g/m^2)

種名	2003/4/22			2003/8/26			2004/1/21				2004/3/25		
	大島 磯焼け	港海底	梶寄 港の外	大島 磯焼け	港海底	港側壁	大島 磯焼け	港海底	港側壁	梶寄 港海底	梶寄 港側壁	大島 港海底	梶寄 港の外
〔藻類〕													
クロメ		453	365		509	1,508		778	764	3	404	726	1
ヒロメ		795						5				291	
ホンダワラ類		5	1,110		5			88					1,904
紅藻類	16	202	207		21		7	3	1	115		124	70
その他	43	112	123	2	7	15						4	56
〔動物〕													
アカバナウミトサカ	217			331			40						
キバナウミトサカ	117			162			23						
エダミドリイシ				66			29						
ムラサキウニ	37			34			21			10			
アカウニ							6		14				
コシダカウニ	1		8	8	4		3		6	0	6	1	
バフウウニ	1			3				6					
ハリサシヨウウニ		3											
マナマコ										91			
イトマキヒトデ								6					
ウラウスガイ	3			3			29						
ムカイワビ									169				
ギンタカハマガイ	3						22						
ササエ							69						
エビスガイ							1				7		
チクサガイ													1
カラスホヤ									44		162		
タマエガイ											2		
レイシガイ	1						2		2		4		
フトコロガイ													1
オトカサガイ										3			
ベニマキガイ										2			
オカモトイモガイ	62												

いる。そのため港という場所には、大型褐藻類の衰退を緩和させる要因が存在することは確実であり、例えば秋から冬の水温が低い結果、藻食性魚類の侵入や採食活動が制限されている可能性が示唆されるが、今回その検証には至らなかった。

名護屋湾

名護屋湾（図3）では、St.5からSt.6、St.7を中心にクロメが消失している場所が広がるが、St.1、2、4、8では場所によって量は異なるもののクロメがほぼ周年見られた。これら4地点におけるクロメの現存量（1m²当たりの湿重量）と平均全長を、2002年5月から2003年6月までの間について図6に示した。平均全長はSt.1、St.4ともに12月に最小となり、その後徐々に回復した。現存量は両地点とも12月に減少し、その後も少ない状況が継続した。St.2とSt.8のクロメは、St.1、St.4とは異なり2002年7月での現存量が少なく全長も短かった。12月にはさらに減少し、その後6月までは全長、現存量ともに増加が少なかった。

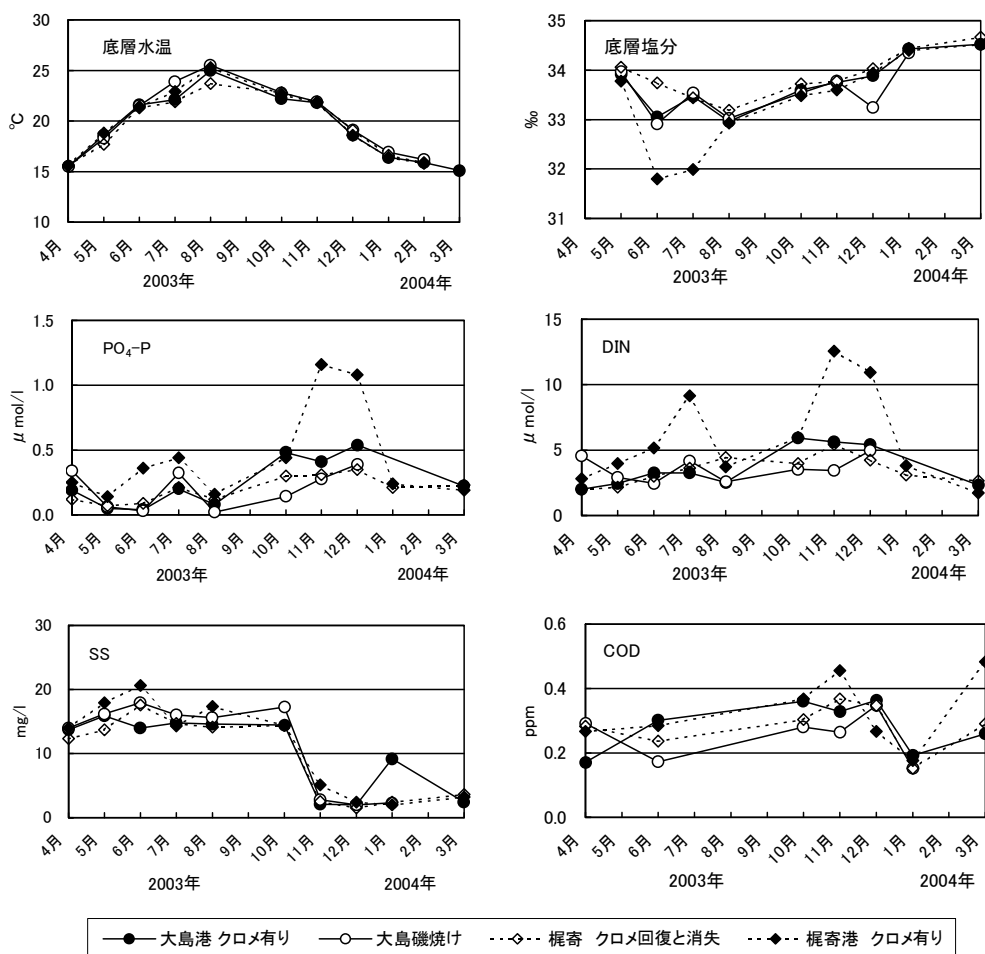


図4 大島の水質分析結果

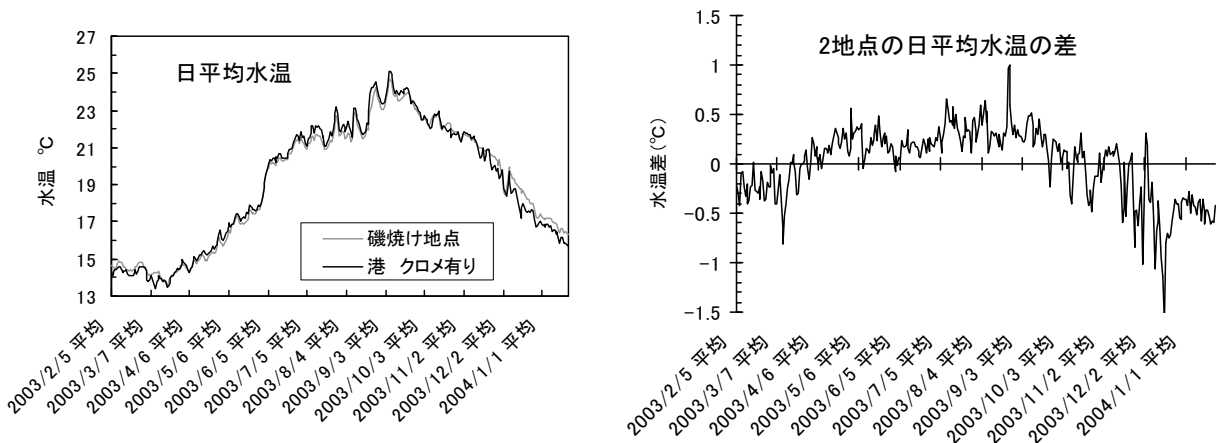


図5 大島のクロメが生育する港と磯焼け地点の日平均水温と水温差、水温差は港の水温から磯焼け地点の水温を引いた値

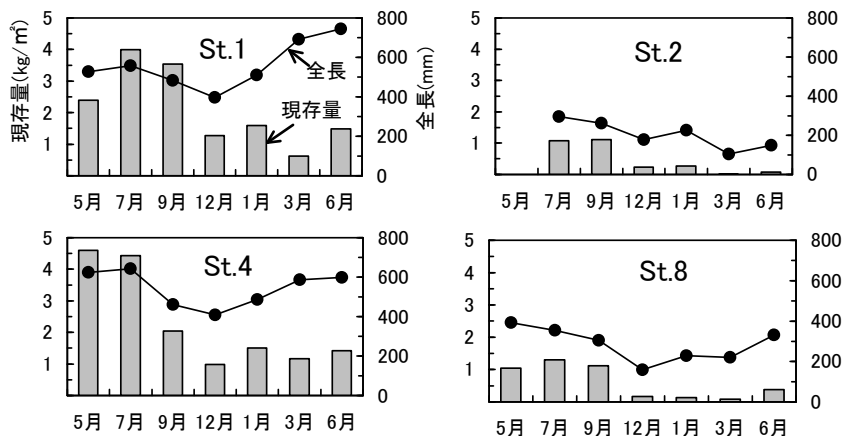


図6 名護屋湾周辺4地点のクロメの現存量と平均全長の季節変化 2002年5月～2003年6月、St.2の5月は欠測

大型底生動物と海藻類の現存量を、2002年7月31日の結果について表3に示した。St.5ではガンガゼ、ナガウニ、ムラサキウニ、ギンタカハマガイなどの藻食性の大型底生動物が多いが、他の場所では少なかった。St.5では、磯焼けの持続要因としてウニ類が関与している可能性があると考えられる。

水質分析の結果を表4に示した。塩分はSt.4で低いことがあり、DINはSt.4の周辺や名護屋鼻の東側に位置するSt.7とSt.8で高く、SSも同様にSt.4や名護屋鼻の東側で高かった。このような結果には、St.4は湾奥に位置し小河川が流入していることと、名護屋鼻の東側には魚類養殖場が位置していることが影響していると考えられる。

水温ロガーで測定した日平均水温の変化を図7に示した。クロメの多いSt.4やSt.1の水温が低水温期に他の地点より低いことから、名護屋湾でも大島と同様に低水温期の水温がクロメの生育に関与している可能性がある。しかし、大

表3 名護屋湾における海藻と大型底生動物 (g/m²)、2002年7月31日

区分	種名	St.1	St.2	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8
海藻	カジメ類	3,994	1,081	4,424				1,307
	サキブトミル							
	ウミウチワ類							2
	紅藻類		46			251		94
動物	ガンガゼ				758			
	ナガウニ				168			
	ムラサキウニ				149	95	66	
	バフンウニ					57		
	コシダカウニ		8	1		3		
	ギンタカハマガイ				180	44	22	18
	ウラウズガイ			4	1	79	2	20
	コシダカガンガラ					11		
	コシダカサザエ					38		
	タカラガイ類					7		
	エガイ類					4		
	イシサンゴ類				13			

島では低水温期に 15°C以下まで下がるのに対して、名護屋湾では 15°C以下になることはまれである。このことから、水温の絶対値がカジメ類の生育を制限しているのではなくて、周囲の場所に比べて相対的に水温が低い場所でクロメが生育していると考えられる。このことも、大島同様に藻食性魚類の侵入や採食活動が水温によって制限されている可能性を示唆している。

St.1における1999年7月以降のクロメ現存量の変化を図8に示した。年間で最大や最小になる時期とその量は年によって異なるが、夏季に最大で冬季に最小となる明瞭な季節変化が認められた。夏季の最大量は2000年から2002年にかけて年々減少したが、その原因は不明である。名護屋湾周辺では1994年

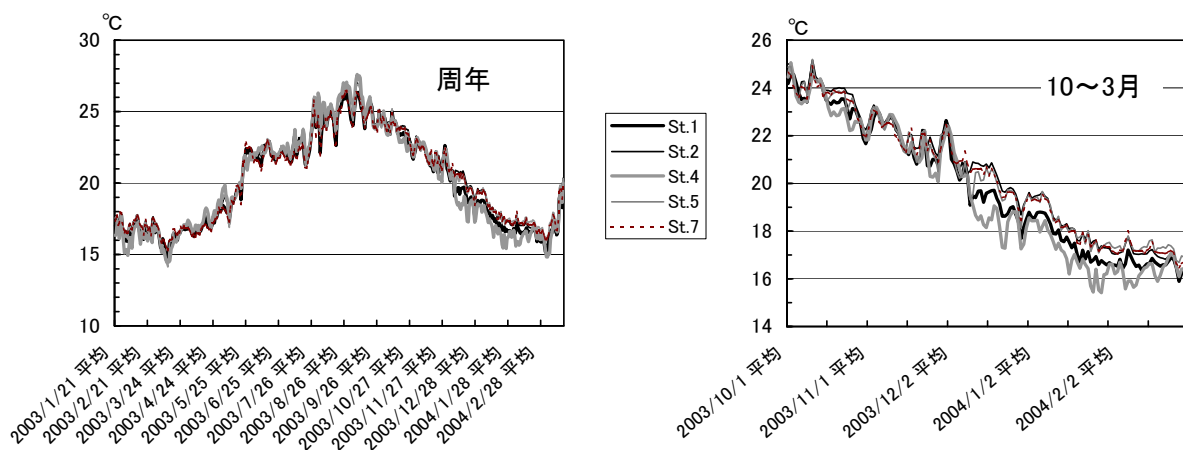


図7 名護屋湾5地点における底層水温の日変化
左図は1年間で右図は10月から3月を拡大

表 4 名護屋湾の水質分析結果

項目	2003/3/25								2003/6/24							
	St. 1	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 1	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8		
塩分 (‰)	34.64	34.72	34.38	34.44	34.57	34.63	34.58	33.34	33.43	32.92	33.49	33.44	33.27	33.30		
PO ₄ -P (μmol/l)	0.18	0.16	0.35	0.27	0.23	0.28	0.28	0.21	0.17	0.28	0.27	0.21	0.24	0.22		
DIN (μmol/l)	4.16	2.03	5.01	3.75	3.46	6.56	4.28	5.03	5.08	6.94	6.10	4.95	7.03	6.53		
NH ₄ -N (μmol/l)	2.46	1.00	3.04	2.35	2.14	2.52	2.64	2.58	3.39	2.16	4.09	3.31	4.53	4.25		
NO ₂ -N (μmol/l)	0.47	0.24	0.57	0.30	0.31	1.79	0.30	0.49	0.61	0.55	0.68	0.63	0.73	0.66		
NO ₃ -N (μmol/l)	1.22	0.79	1.40	1.11	1.02	2.25	1.34	1.96	1.08	4.23	1.33	1.01	1.77	1.63		
COD (ppm)	0.360	0.320	0.312	0.256	0.232	0.264	0.240	0.213	0.205	0.261	0.141	0.189	0.213	0.245		
SS (mg/l)	16.70	14.10	15.30	14.10	14.70	14.20	12.60	1.60	1.10	19.60	1.50	1.00	15.40	15.10		

項目	2004/3/19								2004/12/3							
	St. 1	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 1	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8		
塩分 (‰)	34.53	34.56	34.48	34.62	34.58	34.66	34.57	33.72	33.81	33.49	33.68	33.84	33.83	33.68		
PO ₄ -P (μmol/l)	0.21	0.11	0.24	0.12	0.19	0.20	0.27	0.32	0.27	0.36	0.27	0.33	0.52	0.45		
DIN (μmol/l)	2.86	2.86	3.21	1.98	1.91	3.88	3.14	2.74	2.62	3.76	3.07	3.38	5.62	4.31		
NH ₄ -N (μmol/l)	1.73	1.13	1.75	0.90	0.82	1.80	1.64	1.12	0.82	1.30	1.26	0.85	2.56	1.67		
NO ₂ -N (μmol/l)	0.31	0.80	0.25	0.19	0.17	0.47	0.53	0.29	0.37	0.39	0.35	0.40	0.53	0.49		
NO ₃ -N (μmol/l)	0.82	0.93	1.22	0.89	0.92	1.60	0.97	1.33	1.43	2.06	1.46	2.13	2.53	2.15		
COD (ppm)	0.291	0.267	0.235	0.219	0.235	0.195	0.355	0.395	0.315	0.395	0.443	0.411	0.459	0.467		
SS (mg/l)	9.04	4.08	7.40	3.05	2.80	2.45	2.80	3.73	2.58	3.20	2.80	4.84	3.22	4.26		

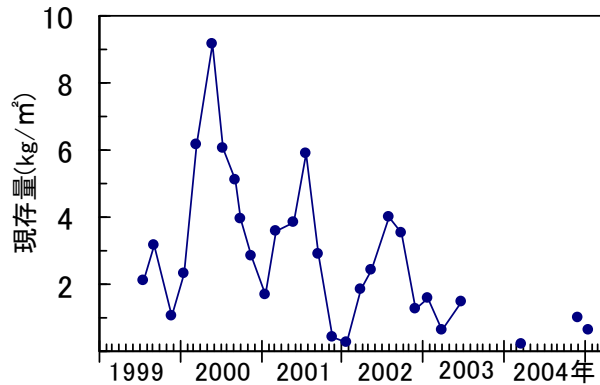


図 8 名護屋湾 St. 1 におけるクロロム現存量の変化

あるいは 1997 年頃から磯焼け状態になっている場所が多いが、St.1 は、1992 年度に重量約 1 トンの石によって面積約 1 ヘクタールの規模で造成された藻場の中に位置しており、ここでは季節的な変動が大きいもののクロロムの群落が維持されている。

カジメ類の衰退と水温

葛島から名護屋湾までの 10 地点 (図 1、表 1) の水温とカジメ類の現存量を表 5 に示した。水温は、2002 年 5 月 1 日から 2003 年 4 月 30 日までの 1 年間の結果で、カジメ類は各地点で同時期に採集できた 2002 年 9 月の値を用いた。各地点のデータ数は 17,520 であるが、津久見では欠測があったため 16,159 であった。平均水温は、名護屋の 5 カ所は 20.2~20.6℃、大島から保戸島までの 4 カ所では 18.9~19.1℃、葛島では 18.5℃であった。カジメ類が採集されなかった 3 地点は、いずれも近年磯焼けになった場所である。

表 5 大分県豊後水道沿岸の水温(2002年5月1日~2003年4月30日)

項目	名護屋					大島	上浦	仙水	保戸島	蔦島
	St.1	St.2	St.4	St.5	St.7					
水温										
データ数	17,520	17,520	17,520	17,520	17,520	17,520	17,520	16,159	17,520	17,520
平均水温(°C)	20.2	20.5	20.5	20.6	20.5	18.9	18.9	19.1	18.9	18.5
標準偏差(°C)	3.4	3.4	3.8	3.5	3.3	3.6	3.9	3.9	3.7	3.9
最低水温(°C)	13.9	14.4	14.1	13.7	14.9	13.3	12.5	13.0	13.3	12.5
最高水温(°C)	27.6	28.5	29.1	28.7	27.7	26.6	27.2	26.6	27.1	25.7
11~2月平均(°C)	17.9	18.3	17.6	18.3	18.4	16.9	16.3	16.6	16.9	16.4
17°C以下の割合(%)	24.3	19.7	25.8	18.0	20.1	36.7	40.3	34.1	36.6	42.5
カジメ類										
9月現存量(g/m ²)	3,537	1,112	2,050	0	0	0	2,223	2,006	2,148	1,600

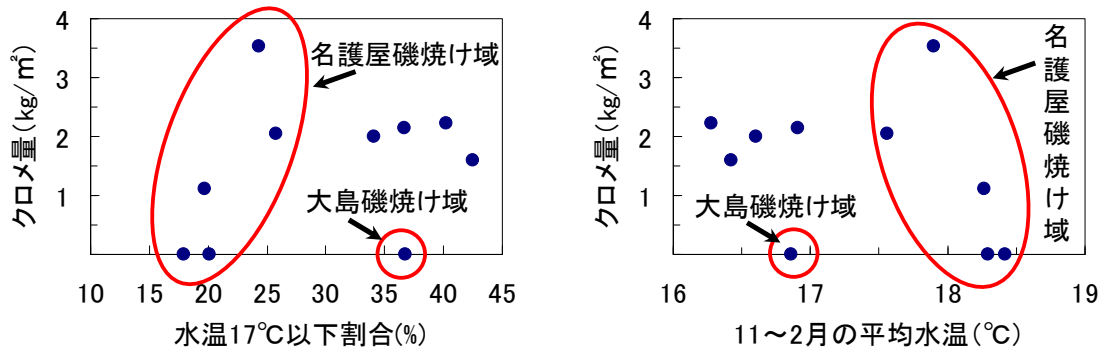


図 9 大分県豊後水道域におけるクロメ現存量と1年間に占める水温17°C以下の割合(左)および11~2月の平均水温(右)との関係

水温とカジメ類との関係を検討するため、カジメ類の現存量と17°C以下の水温のデータ数が1年間に占める割合との関係を図9に示した。17°Cとしたのは、水温の低下によってアイゴの採食量が少なくなり、17.5°Cで全く食べなくなった実験結果による。²⁾ また、カジメ類の現存量とカジメ類が遊走子を放出し幼芽が生育する時期にあたる11~2月の平均水温との関係も図9に示した。その結果は、名護屋湾の磯焼けの2地点は、17°C以下の割合が少なく11~2月の平均水温が高い方に位置していた。しかし、大島では名護屋湾のカジメ類が生育している場所より水温が低いにもかかわらず磯焼けになっている。磯焼けが生じている場所の特徴は、名護屋湾だけの範囲であれば秋~冬の水温が高い場所と考えられるが、大島などの北の海域まで含めると、磯焼けと水温とを直接的に関連づけることができない。

磯焼け状態となっている場所が多い名護屋湾の中で、クロメの群落が維持されているSt.1に関して、2000年から2003年のそれぞれの年の1月におけるクロメの現存量と、その前年の10月から1月末までの水温データ数に占める水温17°C以下の水温データ数の割合の関係を図10に示した。クロメ現存量を1月としたのは、1年間のうち季節的に最少となる場合が多いからであるが、両者の間には関係が認められなかった。

カジメ類が衰退している海域は、大分県の最南部や豊後水道に大きく突出している場所であることから、黒潮由来の暖水波及が関与している可能性が高いと考えられる。しかしながら、現場で水温ロガーを使って30分間隔で測定し

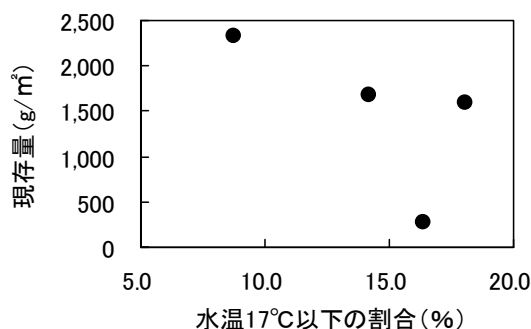


図 10 名護屋湾 St.1 における 1 月のクロメ現存量と前年の
10 月から 1 月までの水温に占める 17°C 以下の割合との関係

たデータとカジメ類の現存量との間には関係が認められなかった。水温の代表値の取り方を検討する必要がある。また、カジメ類の現存量を全地点で同時期に採集できた 9 月の結果を用いたため、その場所の年間を通した平均的な状態を反映していない。そのため、水温と磯焼けとの関わりを明確にできなかった可能性が残る。

大分県の豊後水道全体では水温との関係が不明瞭であったが、名護屋湾や大島といったそれぞれ狭い海域の中では、カジメ類が残っている場所は秋から冬の水温が周囲に比べてやや低いという特徴を持つ。両海域で同様な傾向が認められたことから、水温ロガーの誤差 (0.2°C) とは考えにくい。他の物理・化学的な要因とともに生物的要因を含めて、さらに検討する必要がある。

3. 藻食性魚類の食害の影響

1) クロメ人工種苗を用いた野外実験

目的

磯焼けした場所にクロメ人工種苗を設置し、その生長を調べることによってカジメ類消失の原因や消失したカジメ類の回復を阻害している要因を明らかにする。

方法

平均全長 3cm のクロメ人工種苗 0 歳を、2002 年 3 月に大島西部の磯焼け調査地点へ設置し、ほぼ月に 1 回全長と個体数をスキューバ潜水により海中で調べた。人工種苗は 2001 年の 10 月中旬から 11 月初旬に種糸に採苗し、FRP 製海藻付着基質 (90×4×0.6cm) へ巻き付けて中間育成したものである。現場への設置にあたっては、1×1×0.05m の鉄製台座 (1 基 50kg、亜鉛メッキ) に FRP 基質を 10 本ずつ取り付けた。鉄製台座は高さ 55cm までプラスチック製ネットで覆ったもの 7 基、ネットを付けなかったもの 2 基とした (写真 1)。ネットについては目合 3cm のものを 4 基、6cm のものを 3 基とした。

設置後は 3cm 目のもの 1 基とネットの無いもの 1 基について 2003 年 3 月までほぼ月に 1 回、内部のクロメの全長を測定した。前者の 1 基についてはその

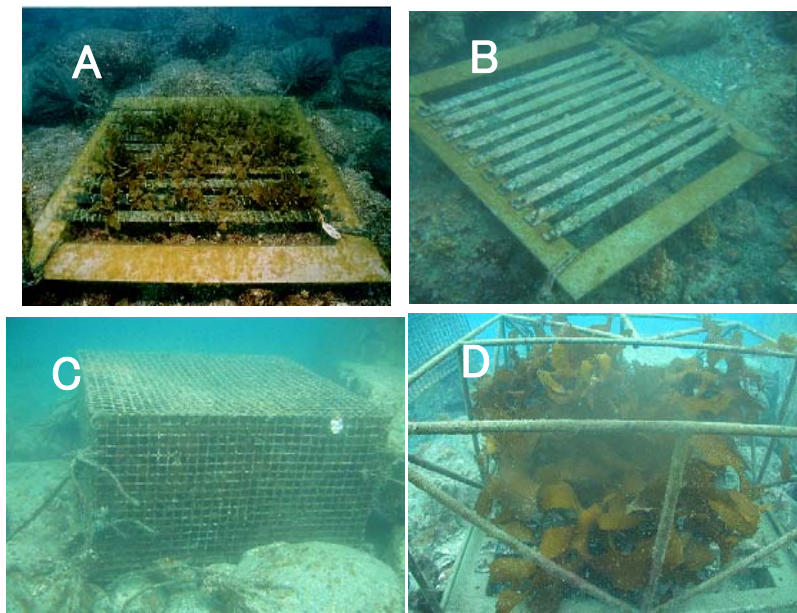


写真1 大島に設置したクロメ人工種苗

A : 設置2ヶ月後 2002年5月 B : ネット無し 2003年2月
 C : ネットの外観 2004年4月 D : ネットの内部 2004年3月

後も2004年12月までほぼ月に1回の測定を継続した。2003年2月には全セットの状況を観察した。また、人工種苗から再生産したクロメについても個体数と全長を調べた。

名護屋では2001年3月に設置したクロメ人工種苗を定期的に全長と株数を測定したが、ここでは2002年5月から2003年6月までの7回のデータを用いた。

結果および考察

大島での設置1年後の2003年2月には、ネットの無い2基ではクロメが無くなっていた。ネットのある7基のうち6基はクロメが残っていたが、目合3cmの1基はクロメが無くなっていた。ネットの有無とクロメ人工種苗の生長を日平均水温とともに、2002年3月から2003年3月までの間について図11に示した。ネットで覆ったものは設置1年後に平均全長が40cmほどに生長したが、ネットの無いものは7月には葉状部がなくなり茎だけとなった。日平均水温は5月は16~18℃で、6月中旬には20℃台、7月中旬に21℃をこえ、7月下旬には23℃台であった。

ネットで覆った1基について、2004年12月まで全長を測定した結果を図12に示した。2003年4月までの生長は著しいが、その後の生長は少なく全長40cmほどでとどまった。また、10月頃にやや減少する傾向が見られた。2004年12月には13個体残り、全長は最大60cm、最少18cm、平均36cmであった。2003年6月には、この人工種苗から発生した全長15cmほどの幼体がネット内側のネット地に着生し、12月には30cmにまで生長したが1月には無くなった。2003年は5月以前の状況は観察が不十分であったが、2004年には2月に新た

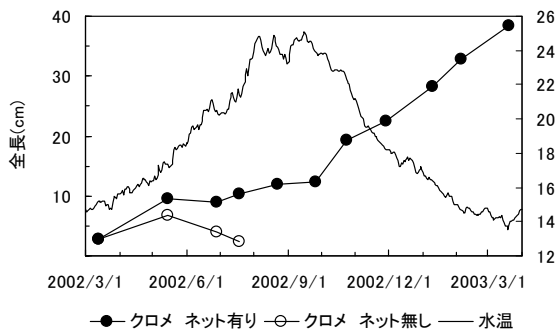


図 11 ネットの有無によるクロメ人工種苗の生長の比較

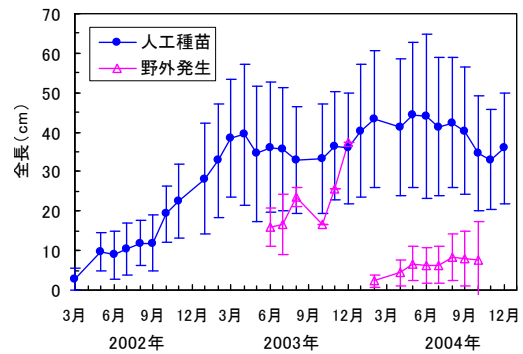


図 12 ネットで覆ったクロメ人工種苗と同種苗から野外で発生した幼体の生長（平均全長±標準偏差）

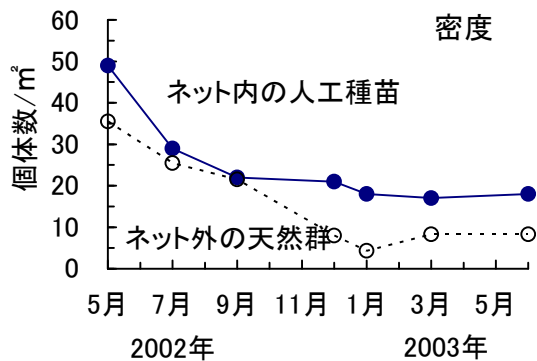
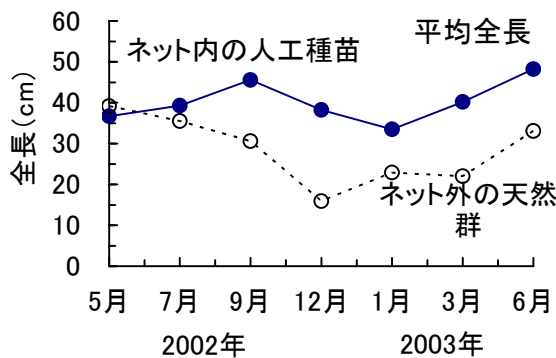


図 13 名護屋湾 St. 8 にネットで覆って設置したクロメ人工種苗および周辺の天然クロメの全長と密度の季節変化

に発生した全長 2cm の幼体を確認できた。10 月まで全長 8cm ほどに生長したが、11 月には消失した。

人工種苗から新たに幼体が発生することが 2 年間にわたって確認されたが、いずれの年も 1 月もしくは 11 月には消失した。幼体の着生場所は 3×6mm の狭いプラスチック製ネット地であるため、着生場所が不安定で波浪などにより幼体のはがれてしまうと考えられる。ネット内の海底面には、人工種苗の付着基質である FRP を含めて幼体の着生は少なく、生長するものはなかった。浮泥などの堆積がいくらか見られるため、これが原因と考えられる。

人工種苗の平均全長が 40cm ほどでとどまっている理由として、クロメを覆っているネットの高さが 55cm であるため、生長が抑えられている可能性が考えられる。

名護屋湾の St. 8 のクロメ人工種苗および周辺の天然クロメのそれぞれ平均全長と密度の季節変化を図 13 に示した。人工種苗は、2001 年 3 月にプラスチック製ネットで覆って設置したものである。天然群は 9 月から 12 月にかけて全長が短くなるが、人工種苗は天然群のような大きな減少はなかった。同時期

の密度も天然群の減少が人工種苗よりも顕著であった。このことから、天然群もネットで覆えば全長や密度の減少も防ぐことができると推察される。

以上のように大島、名護屋ともにネットで覆うことによってクロメの人工種苗が生長するが、覆わない人工種苗は大島では設置4ヶ月後の7月に茎だけとなり、ネットの無い名護屋の天然クロメは大きさと数の変動が大きかった。このことから、大島、名護屋ともにクロメの生育環境として物理・化学的な要因に問題はなく、クロメの生長を阻害している要因は生物からの食害であると推定される。実験を行った大島と名護屋 St.8 では、ウニ類などの大型底生動物の密度は低い(表2、表3)。したがって魚類からの食害の可能性が高い。磯焼けが広がる名護屋において、図6で見られたクロメの現存量や全長の季節変化の程度が場所によって異なることや、図8で見られた同一場所での年による季節変動の違いに、藻食性魚類からの食圧が影響している可能性が考えられる。

2) 水中テレビによる食害魚種の特定

目的

カジメ類を採食する魚種を野外で特定する。

方法

カジメ類を採食する魚種を特定するため、磯焼けになっている海底に他の場所で採集した全長40cm前後のクロメを設置し、水中テレビ(横川電子機器 MARINVEGA)で観察した(写真2)。観察は2001年11月から2004年11月の間に大島と蒲江で行った(表6、図14)。大島では毎回ほぼ同一場所で行い、15日にわたって合計64.4時間観察した。蒲江では4日にわたって合計18.9時間観察した。テレビカメラは自走式であるが、土嚢や潜水用ウエイト等を付けて海底に固定した。テレビカメラの前方約1mの海底に、クロメを潜水用ウエイト等で固定した。クロメの全体が、テレビカメラの視野の中にゆとりをもって映り込むように配置した。カメラ本体は黒い遮光幕で覆い、目立たないようにした。観察時刻はおおむね9時頃から16時頃の間であった。船上のモニター画面で魚種別にクロメを採食した回数を野帳に記録した。また、映像はビデオテープに記録し、必要に応じて後日再生しデータを補正した。

表6 水中テレビ使った藻食性魚類の採食行動の観察概要

調査回次	撮影日	場所	水深	観察時間	調査回次	撮影日	場所	水深	観察時間
1	2001/11/13	大島	7m	4.0	11	2003/10/20	大島	7m	4.0
2	2001/11/22	蒲江St.7	7m	5.0	12	2003/12/17	大島	7m	3.1
3	2002/3/25	大島	7m	5.4	13	2004/2/10	大島	7m	4.8
4	2002/8/22	大島	7m	5.3	14	2004/5/18	大島	7m	3.7
5	2002/9/24	蒲江St.6	6m	5.7	15	2004/5/27	大島	7m	1.8
6	2002/11/28	大島	7m	6.0	16	2004/7/21	大島	7m	4.2
7	2003/4/16	大島	7m	5.7	17	2004/10/14	蒲江St.10	3m	1.3
8	2003/6/24	蒲江St.1	5m	4.3	18	2004/10/14	蒲江St.9	3m	2.5
9	2003/6/25	大島	7m	6.2	19	2004/10/18	大島	7m	2.8
10	2003/8/25	大島	7m	5.8	20	2004/11/9	大島	7m	1.8



写真2 水中テレビカメラとクロメの設置状況

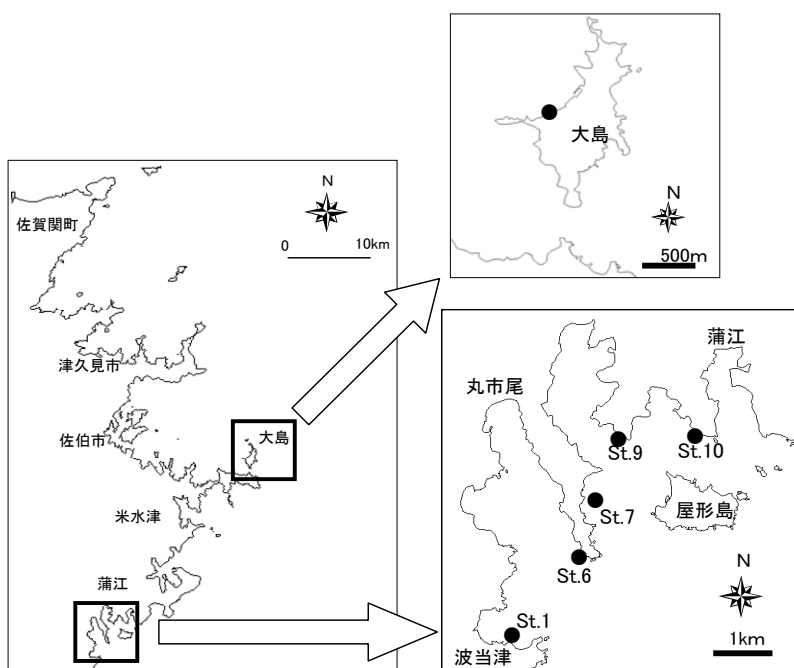


図14 水中テレビによる実験場所

結果および考察

大島では15回の実験のうち14回において、全長20~45cm程度のブダイがクロメをついばむ行動（以下、採食行動とする）が観察された。画面上に同時に出現したブダイは8尾が最多で、実験日毎の最多個体数の合計は66尾、平均は4尾であった。確認できたブダイの採食行動は合計4,916回であった。1日に観察した1時間当たりのブダイの採食行動は最多240回、最少0回、平均86回であった。観察1時間当たりのブダイの採食行動の回数を図15に示した。横軸の月は実験を行った月だけを記した。また、ブダイ全体が海藻へ与える食圧の変化を知ることが目的としたため、出現したブダイの個体数を考慮していない。その結果、採食回数に明瞭な季節性は認められないが、10~12月に多く、

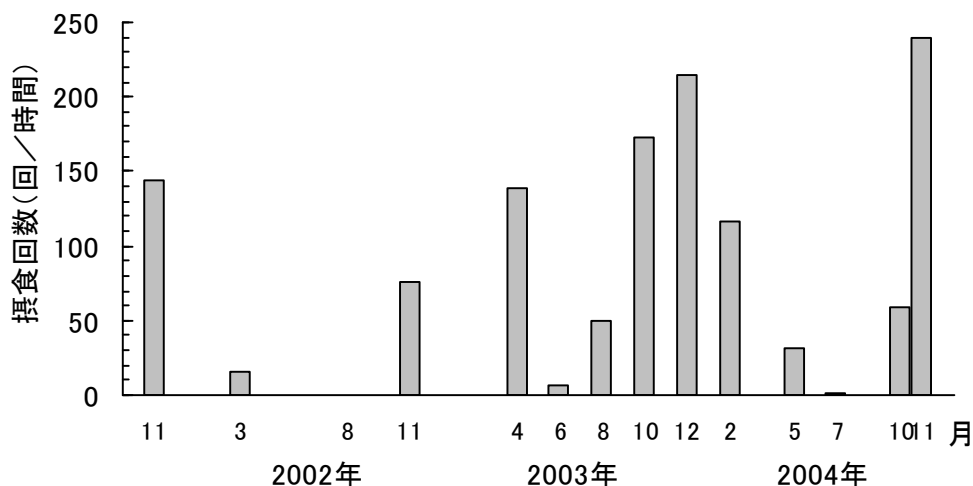


図 15 大島の磯焼け域の海底に設置したクロメに対するブダイの採食回数の季節変化

5～8月に少ない傾向がうかがえた。

蒲江では4日にわたって5カ所の異なる場所で調べたが、2004年10月14日のSt. 9における2.5時間の観察で、全長30cm前後のブダイ1尾による46回の採食行動が観察されただけであった。

このように、クロメを採食する魚種として、野外の自然状態においてブダイを特定することができた。ブダイ以外の魚種については、警戒心の強い魚種がテレビカメラに近づかなかった可能性が高い。また、実験時にたまたまテレビカメラの近くに分布していなかった可能性もある。そのためテレビカメラでは観察されなかったが、ブダイ以外にもクロメを採食する魚種が存在する可能性は高いものとする。

大島ではほぼ毎回ブダイの採食行動が見られたのに対し、蒲江では観察例は少なかった。テレビカメラを設置する際に、蒲江でも潜水観察によってブダイを視認しているが、実験用のクロメには近づかなかった。この原因として、実験場所周辺に天然の餌が多かったために、実験用のクロメを採食しなかった可能性が考えられる。

3) クロメの衰退とアイゴおよびブダイの漁獲量の関係

目的

大型褐藻類の採食量が多いアイゴおよびブダイ³⁾の漁獲量とクロメの衰退との関係を明らかにする。

方法

磯焼け状態の場所が多い大島と名護屋に関して、アイゴとブダイの漁獲量を調べた。名護屋では、大分県漁協名護屋支店と同支店の漁獲物が一部出荷される隣接の蒲江支店の漁獲量資料を集計した。大島では藻食性魚類を漁獲する漁業がないため、隣接する大分県漁協鶴見支店東営業店の漁獲量資料を用いた。

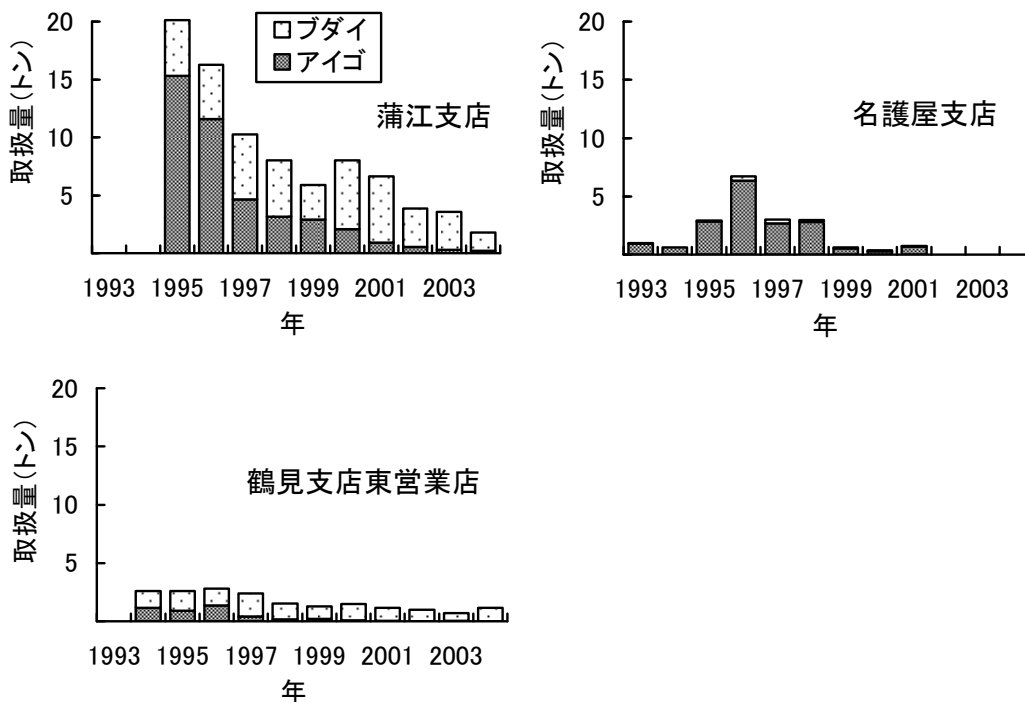


図 16 漁協 3 支所におけるアイゴとブダイの取扱量の年変化

集計した期間は各支店に保存されている資料の期間によって異なり、名護屋支店は市場を休業したことに伴い 2002 年 12 月までの間とした。鶴見支店東営業店の資料のうち、漁協を経由して販売されることが多いブダイについては漁協資料を集計した。漁協を経由せずに販売されることが多いアイゴについては、定置網 1 統が個人的に記録していた漁獲データを 1994 年 1 月から 2004 年 12 月まで集計し、これを定置網全体の統数に引き延ばして同支店全体の漁獲量とした。

結果および考察

3 支店のアイゴとブダイの取扱量の年変化を図 16 に示した。取扱量の最も多い蒲江では、アイゴは 1995 年から 1996 年にかけて 10 トンから 15 トンの漁獲があったが、1997 年からは 5 トンを下回るようになり、2001 年以降は 1 トン以下と少ない。他の支店でも近年のアイゴの取扱量は減少していることから、鶴見以南の海域においては、アイゴの最近の資源水準は低い状態にあるものと考えられる。ブダイは 3 支店とも取扱量の年変化は少なく、蒲江では 2~6 トンで 1997 年以降はブダイがアイゴの漁獲量を上回っている。

鶴見の大島や蒲江の名護屋湾といった大分県豊後水道域の磯焼けは、1994 年頃に始まり 1997 年頃に悪化したと言われている。時期的にはアイゴの漁獲量が多かった時期に一致する。そこで、名護屋湾の St.1 で定量採集して求めたクロメ現存量と、クロメを採集した月の 1 ヶ月間に蒲江支店が取り扱ったアイゴおよびブダイの量との関係を図 17 に示した。クロメの採集データと市場の取扱いデータがそろった月は、1999 年 9 月から 2004 年 3 月までの間の 25 ヶ

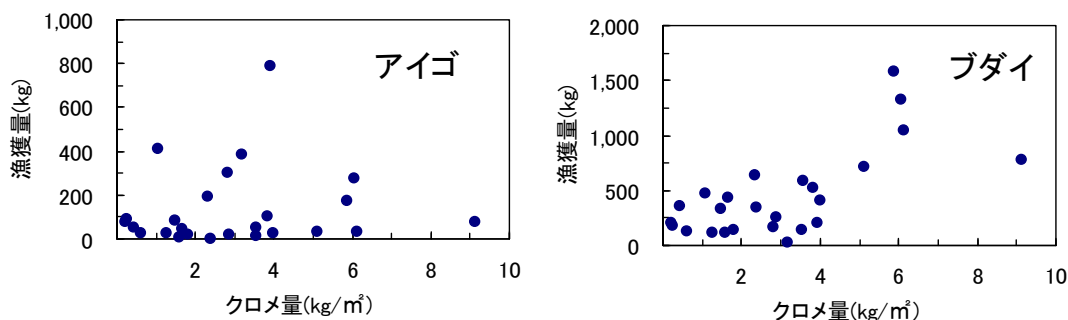


図 17 名護屋湾 St. 1 におけるクロメの現存量とクロメ現存量の調査月における蒲江支店のアイゴおよびブダイの漁獲量の関係

月である。その結果、ブダイはクロメが多い時に多く漁獲される傾向にあった。アイゴではクロメの量との間に明確な関係が認められなかった。アイゴやブダイなどの藻食性魚類がクロメの衰退に関与しているのであれば、アイゴやブダイの漁獲量とクロメの現存量との間には負の相関があると予測されたが、そのような関係は認められなかった。むしろブダイではクロメが多い月ほど漁獲量が多い傾向にあった。クロメの調査を開始した 1999 年以降はアイゴの漁獲量が少ないこともあって、アイゴがクロメに大きな影響を与えていないとも考えられるが、クロメの現存量はクロメ自身の持つ生理的特性によっても増減し、水温や塩分、台風による海底基質の変化といった環境要因にも影響をうける。また、アイゴの魚市場での取扱量は地域全体の生息量を反映したもので、特定の藻場だけの生息量を示すものではない。さらに、市場価値が少ないことから漁獲されても投棄されることが多いイスズミなどの藻食性魚類が、漁獲統計としてほとんど記載されていない。クロメの群落の消長は、このような多くの要因が複雑に関わり合った結果だと考えられる。したがって、藻食性魚類がクロメの衰退に及ぼす影響を明らかにするには、藻食性魚類の影響だけを明確に判断できるような調査や実験が必要であろう。

IV 藻食性魚類の生態

1. アイゴとブダイの漁獲実態

1) 鶴見と蒲江でのアイゴとブダイの漁獲実態

目的

アイゴとブダイの漁獲実態を明らかにする。

方法

大分県漁協の蒲江支店と名護屋支店の各魚市場で取り扱った販売資料を集計した。また、佐伯魚市場と鶴見魚市場において、2003 年 4 月から 2005 年 3 月に、それぞれの魚市場において月に 1~4 日、アイゴとブダイの全長を物差し

により cm 単位で測定した。

結果および考察

1998年の1年間の平均単価は、アイゴが蒲江支店では143円/kg、名護屋支店では132円/kgであり、ブダイは蒲江で276円/kg、名護屋で209円/kgであった。出荷方法はアイゴは活魚、ブダイは鮮魚が主体であった。

名護屋支店と蒲江支店におけるアイゴおよびブダイの漁業種類別漁獲割合を1997年～2001年の5年間の平均で表7に示した。これによるとアイゴは定置網で多く漁獲され、ブダイは刺網で多く漁獲されている。ただし、一人の漁業者が複数漁業を営む場合などは、代表的な漁業種に一括して全漁獲量が集計されているため、漁獲時の漁業種類が正確に反映されていない場合がある。

蒲江支店においてアイゴの漁獲が多かった1994年から1997年までの間について、アイゴとブダイの月別漁獲量を図18に示した。アイゴは1996年までは7月頃に多く1月頃に少ない季節変動が見られたが、1997年は7月頃の漁獲量が少ないために季節変動が少なかった。ブダイは1年間のうち9月頃の漁獲量が少なかった。

2年間の魚市場調査によって、ブダイ225尾、アイゴ13尾を確認した。ブダイはほとんどが鮮魚で、全長30～47cmのものが多く、特に42～44cmのものが多かった(図19)。アイゴは、聞き取り調査によれば漁獲されても市場価格が安い場合には海中へ投棄され、また価格が高い時にも他地域の市場へ出荷される場合が多いそうである。そのため、今回の市場調査でアイゴの確認個体数が少なかったものと考えられる。

表7 名護屋支店と蒲江支店のアイゴおよびブダイの漁業種類別漁獲量割合(%)、1997～2001年の平均

魚種	名護屋				蒲江			
	定置網	刺網	釣り	その他	定置網	刺網	釣り	その他
アイゴ	94.7	1.2	0	4.1	63.8	3.9	0.7	31.7
ブダイ	29.6	52.4	15.2	2.8	1.5	54.6	22.9	20.9

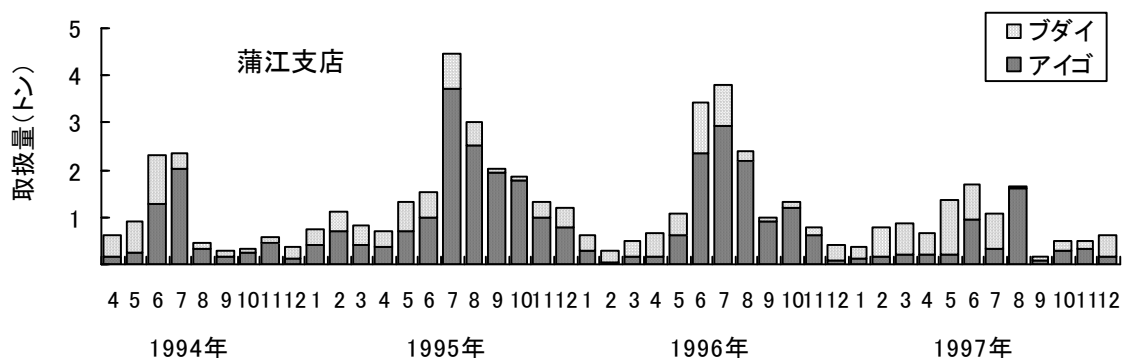


図18 蒲江支店におけるアイゴおよびブダイの漁獲量の月変化

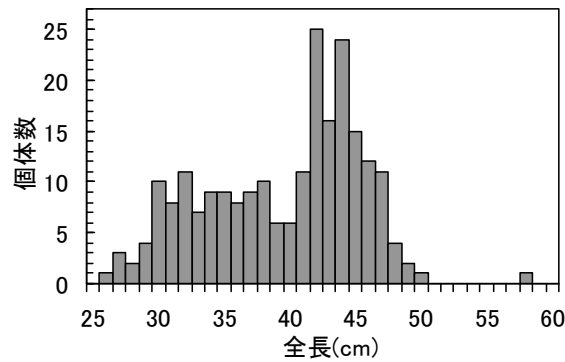


図 19 佐伯と鶴見の魚市場で測定したブダイの全長組成

2) アンケート調査による県内でのアイゴの分布と漁獲実態

目的

アイゴに関して県内全域の分布や漁獲実態および流通実態を明らかにする。

表 8 アイゴの漁獲実態に関する定置網漁業者へのアンケート調査結果
数字は回答者数（重複回答あり）

質問・回答	瀬戸内海		豊後水道			合計
	周防灘・伊予灘	別府湾	北部	中部	南部	
質問1. 年間をととして1尾でもアイゴが獲れますか？						
回答1. 以前から獲れない						
2. 以前は獲れていたが、最近では獲れない	9	3		1	6	19
3. 以前は獲れなかったが、最近では獲れるようになった	3					3
4. 毎年獲れる	10	11	3	4	13	41
5. わからない						
無回答		1				1
質問2. 平成13年1月～12月に、アイゴがとれた数？						
回答1. 10尾未満	6	1				7
2. 10尾以上100尾未満	7	7	1	2	7	24
3. 100尾以上1,000尾未満	6	6	2	2	6	22
4. 1,000尾以上	1			1	4	6
5. わからない	1					1
無回答	1	1			1	3
質問3. 平成13年1月～12月に獲れたアイゴの大きさは？						
回答1. 1.15cm未満	7	2		1	9	19
2. 1.15cm以上2.5cm未満	9	10	2	3	11	35
3. 2.5cm以上	6	6	1	4	7	24
4. わからない						
無回答	1	1			1	3
質問4. 昨年(平成13年)にアイゴが獲れた時期はいつですか？						
回答1. 春	2	1	1	2	8	14
2. 夏	11	13	3	3	14	44
3. 秋	12	3	3	4	7	29
4. 冬				2	4	6
5. わからない	2					2
無回答	1	1			1	3
質問5. 獲れたアイゴをどうしていますか？						
回答1. 魚市場、漁協、仲買業者に出荷する	14	13	1	1	7	36
2. 引き取り手が無いので逃がす	3	2	1	4	11	21
3. 自分の家で消費する	3			3	4	10
4. その他	1		1			2
無回答	1	1			1	3
回答者人数	22	15	3	5	18	63
アンケート送付人数	33	25	3	7	43	111

方法

県内で定置網漁業を営むほぼ全員の 111 名に対して、2002 年 2 月にアンケート調査を行った。アンケートは、質問に対して該当する回答を選ぶ選択方式とした。アンケート用紙は質問と回答切手を貼った返信用封筒を同封のうえ、漁業者の自宅へ郵送した。回答者数は 63 名であった。

結果および考察

回答を海域区別に表 8 に示した。一人の回答者が 1 つの質問に複数回答した場合があるので、各質問の回答の合計が回答者数を上回る場合もある。

アイゴは大分県全域で全長 15～25cm サイズを主体に定置網で主に夏～秋に漁獲され、漁獲されたアイゴは 57%の回答者が市場などへ出荷し、33%が引き取り手が無いので逃がすとした。周防灘・伊予灘および別府湾では市場などへ出荷する人の割合が高いが、豊後水道の中部と南部では逃がす人の割合が高かった。また、15cm 未満の小型魚は海域によって少ない場所があり、さらに冬季には豊後水道の中部以南でのみ漁獲されることから、小型魚が特別な場所で育つことと冬季に移動・回遊することが示唆される。

2. 採食生態

1) 水中テレビによるブダイの採食行動の観察

目的

野外におけるブダイの採食生態を明らかにする。

方法

Ⅲ-3-2) で記した水中テレビを用いて、ブダイの海藻に対する採食行動を調べるため、餌とする海藻の種類を変え、さらに設置する水深帯を変えて野外実験を行った(表 9)。実験場所はすべて大島の磯焼け調査定点(図 14)とした。

2003 年 4 月に水中テレビカメラの前に、全長 41cm のクロメ成体とともに、全長 42cm のヒジキ、全長 60cm のヒロメ、全長 59cm のアカモク、全長 7cm のクロメ幼体を海底に置いて観察した。図 20 に示したように、海藻は 1×1m の鉄枠に海藻の基部をロープで結んだが、クロメ幼体だけは、種糸に採苗して FRP の基質(長さ 90×幅 4×厚み 0.6cm)に巻いて生育させていたもの 1 本を、FRP 基質とともに鉄枠にネジで固定した。クロメ幼体は全長 7cm 前後のものがおよそ 20 本であった。アカモクは数個体、ヒジキ、ヒロメ、クロメは 1 個体である。

表 9 水中テレビを使った実験の実施概要

調査日	使用した海藻	設置水深帯 (m、観察時間 h)
2003年4月16日	クロメ、クロメ幼体、ヒジキ、アカモク、ヒロメ	海底(7m、5.7h)
2004年5月18日	クロメ、クロメ幼体	海底(7m、3.8h)、中層(4m、2.0h、幼体は除く)
2004年5月27日	クロメ、クロメ幼体	海底(7m、1.8h)、表層(0.2m、3.5h、幼体は除く)
2004年11月9日	クロメ、ノコギリモク	海底(7m、1.5h)、表層(0.2m、3.5h)

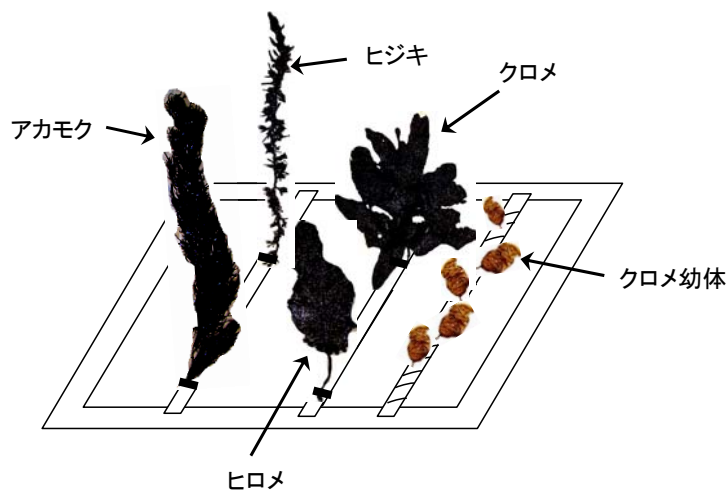


図 20 2003 年 4 月 16 日の海藻 5 種類の設置方法

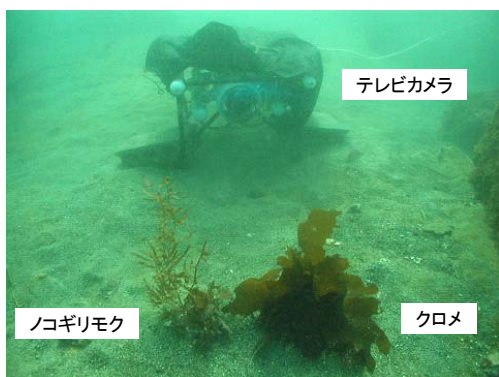


写真 3 2004 年 11 月 9 日のノコギリモクと
クロメの設置方法

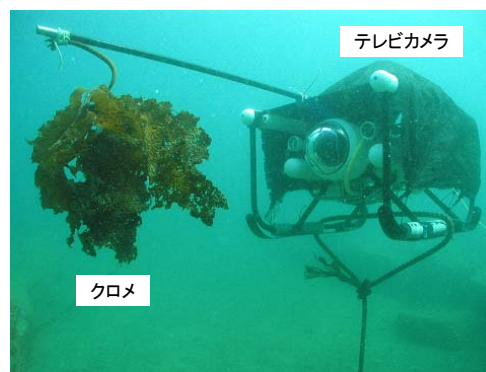


写真 4 中層での実験

2004 年 11 月 9 日には全長 40cm のクロメ成体と全長 50cm のノコギリモクを並べて設置した (写真 3)。クロメ幼体以外の海藻は上浦で採集した天然の海藻を用いた。クロメの成体と幼体の比較は、2004 年 5 月にも 2 回行った。

水深帯による比較を 2004 年の 5 月に 2 回、11 月に 1 回行った。水深 7m の海底にテレビカメラとクロメを設置し、2 時間ほど経過して水深 4m の中層や水深 0.2m の表層に設置場所を変えて観察した。中層や表層へ設置する場合は、海底の土嚢から所定の水深の長さのロープの先端にテレビカメラ本体を固定し、カメラ本体の浮力で、設定した水深を保持した。テレビカメラの背部にカメラから 1m ほどの前方まで棒を取り付け、この棒の先端にロープでクロメを固定した (写真 4)。

結果および考察

いずれの実験においても、設置した海藻への採食行動が観察された魚種はブ

ダイだけであった。ここでは、ブダイがクロメをついばむ行動を採食行動とし、ついばんだ回数を採食回数とした。

2003年4月16日の海藻5種類へのブダイの採食回数を1時間毎に図21に示した。全長30~45cmのブダイが、画面上に同時に最多で8尾が出現した。実験を始めてから1時間の8:30-9:30にはヒジキだけが採食され、9:30-10:30にはヒジキを主体にヒロメ、クロメ、アカモクが採食された。10:30-11:30にはヒジキとクロメへの採食回数がほぼ同等となった。11:30-12:30にはヒジキがほぼなくなったため、ヒジキへの採食回数が減少しヒロメへの採食回数が増加した。12:30-13:30にはブダイの採食行動によってヒジキとヒロメがカメラの前から流出したため、クロメへの採食回数が増え、観察終了までの13:30-14:30にはアカモクへの採食回数も増加した。クロメ幼体への採食行動は観察されなかった。

表10 設置水深によるブダイの採食回数の比較、2004年大島
数値：1尾が1時間についばんだ回数、—：未実施

設置水深	5月18日	5月27日	10月18日	11月9日
表層(0.2m)	—	0	0	0
中層(4m)	13.7	—	—	—
海底(7m)	15.7	7.4	19.8	40

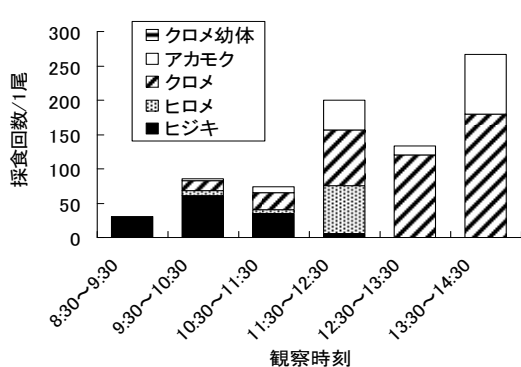


図21 ブダイによる5種類の海藻への採食回数の時間的変化(2003年4月16日)

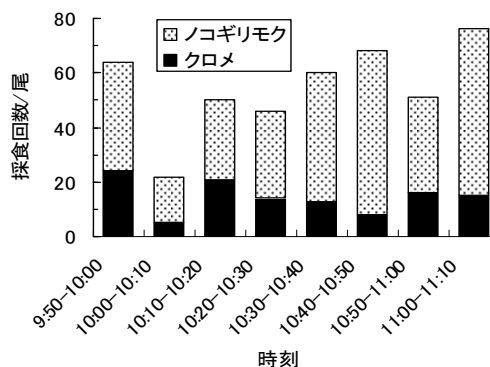


図22 ブダイによるクロメとノコギリモクへの採食回数の時間的変化(2004年11月9日)

クロメの成体と幼体の比較を2004年5月18日に行った。9:40-11:20までもに海底に並べて置いたところ、クロメ成体に対しては1~3尾のブダイによる171回の採食行動が見られたが、クロメ幼体へは1回だけであった。11:30-12:50には成体を船上へ取り上げて幼体だけにしたところ、12:30にブダイ1尾による4回の採食行動が見られただけであった。13:00-13:20に再び成体を海底の元の位置に幼体と並べて置いたところ、ブダイ2尾によるクロメ成体に対しての7回の採食行動が観察された。5月27日のクロメの成体と幼体を海底に併設

した実験では、9:30-11:30 にブダイはクロメ成体に対して 27 回の採食行動が見られ、クロメ幼体には 0 回であった。

2004 年 11 月 9 日にクロメとノコギリモクを並べて設置した結果を図 22 に示した。ブダイの採食回数は毎回ノコギリモクが多かったことから、クロメよりもノコギリモクに対する選択性が強いことが示唆される。

以上のことから、全長 30~45cm ほどのブダイは、ヒジキ、ノコギリモク、クロメ成体、ヒロメ、アカモク、クロメ幼体の順に選択性を有していることが示唆される。また、全長 7cm 前後のクロメ幼体を採食することは少ないものと考えられる。このような嗜好性は、時期や場所によって異なる可能性が高いため、実験を積み重ねる必要がある。

水深帯による比較を表 10 に示した。水深 7m の海底では、ブダイがクロメを採食する行動が頻繁に観察されたが、水深 4m の中層では採食回数が少なく、水深 0.2m の表層では実験を行った 3 回とも全く採食されなかった。ブダイは海底付近で索餌行動をとるため、水深 7m の場所では表層まで浮上して餌を探すことは少ないことを示唆している。

2) 上浦でのアイゴの採食量の季節変化と産卵時期

目的

アイゴの消化管内容物重量の季節変化を調べることによって、アイゴの食圧が藻類へ及ぼす影響の大きい時期を推定する。

方法

2004 年 6 月 2 日から 12 月 22 日の間に、上浦に設置されている小型定置網 2 統で漁獲されたアイゴをほぼすべて、月に 20~66 尾ずつ合計 256 尾を購入し、尾叉長、体重、生殖腺重量、消化管内容物重量、生殖腺重量を測定した。生殖腺指数 G S I は、 $\text{生殖腺重量} / (\text{体重} - \text{生殖腺重量} - \text{消化管内容物重量}) \times 100$ とした。消化管内容物重量比は、 $\text{消化管内容物重量} / (\text{体重} - \text{生殖腺重量} - \text{消化管内容物重量}) \times 1000$ とした。水温は、定置網から 1km ほど離れた位置の水深 10m で水温ロガー(ティドビット)により 30 分毎に測定したデータを用いたが、8 月 21 日~9 月 17 日は台風のため欠測した。

結果および考察

測定したアイゴの尾叉長組成を図 23 に示した。範囲は 166~396 mm で平均は 311 mm であった。270-280mm と 340-350mm にモードを持つ 2 つの山がみられた。それぞれの山が 1 つの年級群を示すと考えられる。調べたアイゴは雌が 144 尾、雄が 108 尾で、4 尾は雌雄が判別できなかった。232mm 以下はすべて雄で、364mm 以上はすべて雌であったことから、アイゴは雌が雄よりも大きく成長することが推測される。全長 200mm より小型のアイゴはほとんど漁獲されなかったが、調査の対象とした定置網では、全長 15cm 前後のマアジが多く漁獲されていたことから、網目が大きいため小型のアイゴは網から抜けて漁獲されなかった可能性は少なく、実際にこの場所には小型のアイゴは少ないものと考えられる。

雌雄別に G S I と消化管内容物重量比を日平均水温とともに図 24 に示した。

GSIは雌雄ともに6月に最も高く、その後減少し9月には大きく減少した。GSIが大きい時期が成熟時期にあたると考えられることから、今回調査を開始した6月には既に成熟時期を迎えており、10月には産卵が終了すると考えられる。

消化管内容物の分析は行っていないが、視認できたものは海藻が多かった。消化管内容物重量比は、雄は6月から10月にかけて増加する傾向がみられ、10月に最も大きな値となった後、11月には減少した。雌は雄ほど顕著ではないが、6月から9月にかけて増加する傾向にあり、11月に大きく減少した。消化管内容物重量比の6月から8月の増加には水温の上昇が、11月の減少には水温の低下が影響していると考えられる。さらに産卵時期との関係から、産卵を終えて採食量が増えるとも考えられる。10月頃は、アイゴが餌の海藻に及ぼす食圧が高い時期と言える。

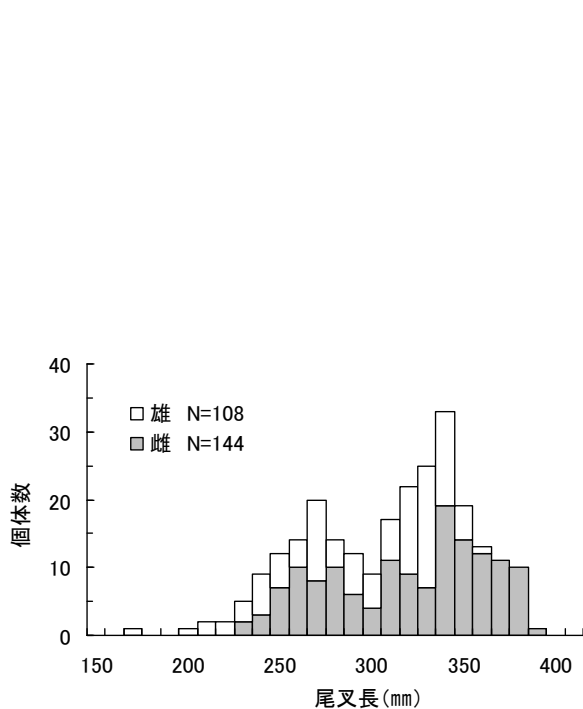


図 23 上浦の定置網で漁獲されたアイゴの尾叉長組成

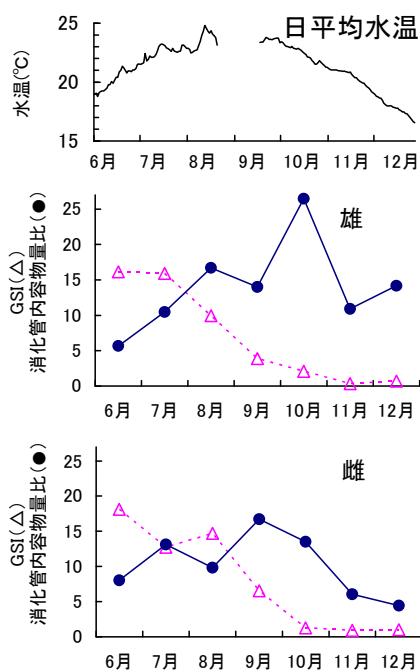


図 24 アイゴの消化管内容物量比と生殖腺指数 (GSI) の季節変化

V 食害の制御

目的

Ⅲ-3-1) において、磯焼けした場所にクロメ人工種苗を移植する場合、ネッ

トで覆って藻食性魚類からの食害を防ぐ必要性を記した。ここでは、比較的広い範囲にわたって魚の侵入を防ぐ仕切網を製作・設置し、磯焼けした岩礁域での大型褐藻類の回復技術としての可能性を調べた。

方法

仕切網の構造

図 25 に示した仕切網を大島の磯焼け調査定点（図 2）に 2003 年 3 月に設置した。仕切網による保護区域は、岸沖方向の 30m と、海岸線およびこれに平行する 100m で囲まれた範囲とし、海岸線以外の三方には、フロートを付けて海面に浮かべた直径 23mm のロープから海底まで仕切網を垂下させた。ロープと網の末端は、海岸潮上部のコンクリート壁と自然石に打ち込んだ鉄筋に固定した。

沖側では、海面のロープを海底に既設の投石（直径 1m 前後）にロープとチェーンで固定した。当初に設置した仕切網の規格はポリエチレン製 24 本撚りの、目合は 4 節（1 辺が 50mm）とし、網丈は岸から沖へ向かう部分は水深に応じ

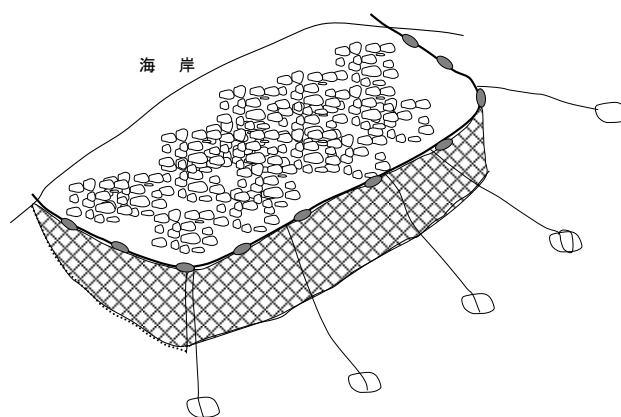


図 25 仕切網の概要

て変化させたが、沖合の海岸に平行な部分は 7.5m とした。網裾は海岸から沖へ向かう部分は、海底が転石であるためチェーンを用い、沖側の海岸に平行な部分は海底が砂質であるため鉛を用いた。

仕切網は台風による破損を避けるため、2003 年 8 月 5 日に引き揚げて陸上に保管し、2003 年 10 月 6 日に再度同じ場所に設置した。網地は防汚剤で染色したが、付着物が多くなったため 2004 年 3 月に新しい網へ交換した。交換した新たな網はポリエチレン製 36 本撚りの目合を 5 節（1 辺が 38mm）に変更したほかは、交換前の網と同じ規格とした。

クロメ人工種苗の生長

仕切網の効果を調べるため、仕切網の内側と外側にⅢ-3-1) で記した 1 歳のクロメ人工種苗を設置し、その生長を比較した。仕切網の外には、ネットの無

い鉄製台座 1 基とネットで覆われたもの 1 基を、仕切網の内側へは、ネットの無いもの 3 基を設置した。台風による破損を避けるため仕切網を陸上に引き揚げていた間は、ネットの無い鉄製台座には目合 3cm のネットを取り付け、仕切網の再設置時にこのネットをはずした。

クロメ母藻から発生した幼体の生長

仕切網内にクロメ幼体を発生させるため、ウニ類・巻貝類の駆除とクロメ母藻の移植を行った。仕切網内の 10×20m の海底にロープを固定し、駆除区とした。この区内において、2003 年 10 月から 12 月の期間中に計 5 回、すべてのウニ類と大型巻貝類をダイバーによって除去した。除去した動物はムラサキウニ 7.5kg、ギンタカハマガイ 5.8kg、サザエ 4.2kg、ガンガゼ 2.0kg など合計 23kg であった。

スポアバック法による母藻移植用として、2003 年 10 月 20 日に梶寄の港内で採集した全長 40cm ほどのクロメ 130 株と同年 11 月 5 日に上浦浅海井で採集した全長 60cm ほどのクロメ 45 株を用いた。タマネギ袋もしくは釣りのアミ解凍用ナイロン袋に、これらのクロメを 2~3 株ずつ発泡スチロールの小片とともに入れ、ウニ類・巻貝類駆除区の海底に固定したロープへ 125 株、駆除区の外の人工種苗基盤へ 50 株を結びつけた。

人工種苗の生長や母藻からの幼体の発育に関して、2004 年 11 月までほぼ月に 1 回調査を行った。また、対照区として仕切網の外側へ 30m ほど離れた水深 5m の位置に 2002 年 3 月にネットで覆って設置していたクロメ人工種苗 1 基から発生した幼体の生長を調べた。

結果および考察

クロメ人工種苗の生長

各人工種苗の平均全長の推移を図 26 に示した。仕切網の外でネットを付けたものは、6 月には葉状部がなくなり茎だけとなった。仕切網の中のネットの無いものは、8 月までは葉状部が残っていたが、11 月には茎だけとなった。仕切網の外のネットを付けたものには大きな変化がなかった。

仕切網の中ではネットが無くても葉状部が 8 月まで残っていたことから、この時点までは仕切網の効果が認められた。しかし、8 月に台風に向けて仕切網を陸揚げし、人工種苗もその場でネットを取り付け、10 月になって仕切網を再設置し人工種苗も元の状態にもどしたところ、仕切網の中のクロメは 11 月には茎の一部を残すだけとなった。再設置の際に仕切網の下部の網裾に 20×50cm ほどの隙間が生じ、この隙間を通過して全長 40cm ほどのブダイが仕切網の中から外へ移動するのが 11 月 5 日に観察された。ブダイによる食害が原因と考えられる。仕切網の製作と設置にあたっては、ブダイなどの侵入を阻止する厳しい仕様が求められる。

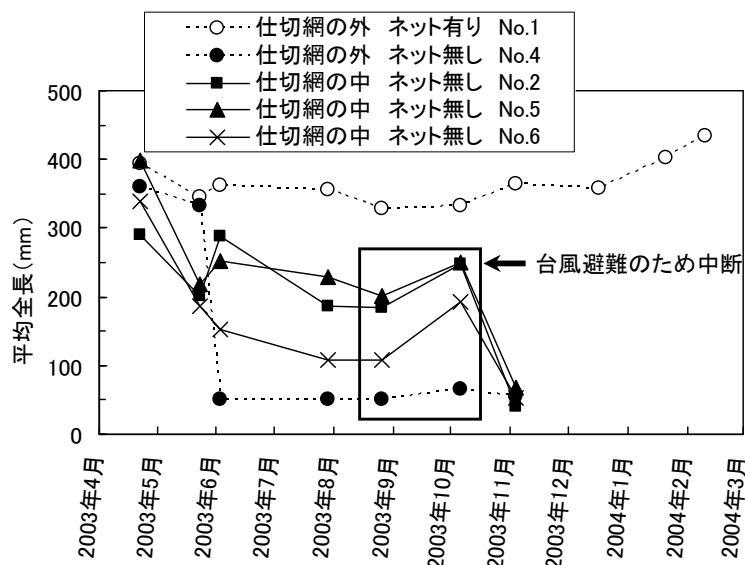


図 26 仕切網の中と外に設置したクロメ人工種苗 1 歳の平均全長の変化

クロメ母藻から発生した幼体の生長

仕切網による保護区の外では、設置されたクロメ人工種苗の再生産によって発生したと考えられる全長およそ 1cm の幼体が、2004 年 1 月に少数ながら観察された。その後、2004 年 5 月には全長 6cm ほどに生長した 180 個体の幼体が確認されたが、母藻を囲うネットや鉄筋に多く、周辺の天然基盤に見られたのは 36 個体であった。この時に仕切網による保護区内では、スポアバックにより発生したと考えられる同サイズの幼体が 22 個体ほど確認された。その後の個体数の推移は図 27 に示したとおりで、仕切網の外の人工種苗周辺の天然海底では、7 月には 2 個体まで減少し 8 月には見られなくなった。仕切網の中では、8 月にも 5 月の半数ほどが見られたが、10 月には全長 13cm のものが 1 個体残るだけとなり、これも 11 月には見られなくなった。10 月の個体数の減少には台風による波浪や転石の移動などが影響したものと考えられる。仕切網の中と外の 7 月までの個体数の減少率の差が、仕切網の効果と判定することができる。

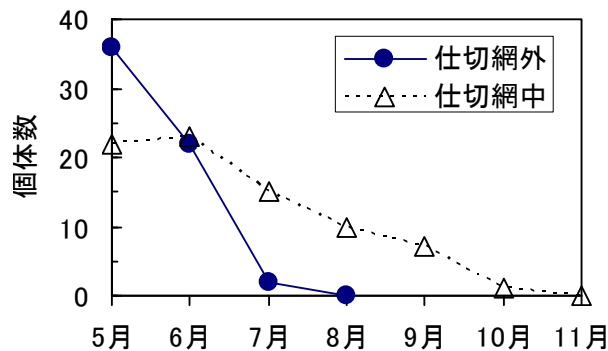


図 27 仕切網内外のクロメ野外発生幼体の個体数の推移

仕切網による保護区内のうち、ウニ類などの藻食性動物を駆除した場所ではクロメの幼体が出現したのに対して、駆除をしなかった場所では土囊のロープ上など海底から離れた所に少数出現したにとまったことから、藻食性動物の駆除に効果があったと判断できる。しかし、仕切網の外のウニ類などを駆除していない人工種苗母藻周辺の海底でクロメ幼体が出現したことから、場所によってはウニ類などの駆除の必要性は少ないと考えられる。

仕切網の中に発生した幼体の数が少なかったことは、母藻の数が少なかったことや母藻の状態が良好でなかったことに起因すると考えられる。特に、母藻を入れたナイロン袋に付着物による目詰まりが多かったことが、短期間で母藻の状態を悪化させたと考えられる。母藻を良好な状態で長期間設置することが重要で、そのためには天然母藻を他の場所から移植するよりも、人工種苗をその場で生育させて母藻とするほうが、良好な母藻を数年間にわたって維持できる点で効果的と考えられる。

VI 今後の課題

大分県の豊後水道域で、1994年あるいは1997年頃に発生した磯焼けは、その後大きな変化を示すことなく持続している。その発生原因については特定できていないが、磯焼けが持続する海域において、クロメ人工種苗をネットで保護すると、3年間にわたって生長し再生産も行うことが確認できた。このことは、現在の物理・化学的な環境条件よりも藻食性魚類の採食圧が磯焼けの持続要因としての影響が大きいことを示唆しており、当海域には少なくともアイゴとブダイの2魚種が分布することが確認された。

大型褐藻類を採食するアイゴの漁獲量は、磯焼けが発生した1994年頃に多かったことから、磯焼けとアイゴの関連が想定された。ただし、月ごとのアイゴの漁獲量とクロメ現存量との間に関係を認めることはできなかった。現在はアイゴの漁獲量が少ないため資源水準は低いと考えられるが、磯焼けは回復していないことから、今後はブダイやその他の藻食性魚類も網羅した詳細かつ総合的な検討が必要であろう。

当海域では、広域的に見ると磯焼けが広がっている海域内であっても、局所的に小規模な藻場が形成されている場所が存在する。この藻場が形成され得る要因を具体的に解明するには至らなかったが、秋から冬の水温が周囲の磯焼け域よりも0.5℃程度低いということが明らかとなった。年間平均水温がおおよそ1.6℃異なる大島と名護屋湾でも同様な傾向が認められたことから、周囲よりも水温が低い場所を藻食性魚類が避けるためにクロメが残っているとも考えられる。より長期的なモニタリングや野外実験によって、今後この点をさらに詳しく検討する必要があるだろう。

今回の検討では、台風の影響を受けたために実験期間が限られたものの、仕切網によって藻食性魚類の食害から海藻を守ることが、クロメの生長に有効であることが示唆された。また、仕切網内においてクロメの種付け（母藻投入）を行ったが、新しい幼体の発生は少なかった。磯焼けから回復させるには、藻食性魚類の侵入を防ぐ方法に加えて、生殖細胞の効率的な供給方法や海底基質

の改善方法など、明確にしなければならない課題が多い。

VII 参考文献

- 1) 阿南宏重, 木村聡一郎, 高田淳史, 木本圭輔, 大屋 寛, 福崎寿幸. マリンエコトピア'21 計画策定事業. 平成 10 年度大分海水研セ報 2000; 242-249.
- 2) 木村 創. 養殖ヒロメにおける魚類の補食. 和歌山水試研報 1994; 26:12-16.
- 3) 尾上静正, 木村聡一郎, 三浦慎一, 山本義博, 伊藤龍星, 壽 久文, 日高悦久, 末吉 隆, 木本圭輔. 藻場再生緊急対策事業. 平成 11 年度大分海水研セ報 2001; 203-223.

