

愛知県沿岸におけるサガラメ・カジメ分布面積の変動と衰退要因

阿知波英明・落合真哉・芝 修一

(2013年11月21日受付, 2013年12月6日受理)

Change of the distribution area and the decline factors of brown algae, *Eisenia arborea* and *Ecklonia cava* around Aichi Prefecture.ACHIHA Hideaki*¹, OCHIAI Masaya*², and SHIBA Shuuichi*³

キーワード; サガラメ, カジメ, 面積, 愛知県, 衰退, 高水温, アイゴ, メジナ

藻場は, その構成種が食物資源となる他, 魚介類資源の餌として利用されるなど人間の食生活に直接・間接的に関わっている。また, 魚類の餌となる付着生物やプランクトンの生活の場, 魚類の産卵・生育の場として利用されるなど魚介類資源の生産を支える役割も果たしている。¹⁾ 藻場の持つ生態系サービスには, 供給(食料)と調整(栄養塩類の無機化による水質浄化, 炭素の固定能)機能を持ち, 海洋の中では汽水域に次ぐ高い総合価値を持っている。²⁾ そのような重要な役割を持つ日本沿岸の藻場は, 1978年から1998年の20年間に約3割の面積が消失したとされている。³⁾

愛知県沿岸である伊勢湾, 三河湾及び遠州灘西部海域には, アマモ場, ガラモ場, アラメ場などが存在し, アラメ場はアラメ *Eisenia bicyclis* と同属で形態が類似するサガラメ *Ei. arborea* とカジメ *Ecklonia cava* の2種類のコンブ目褐藻で構成されている。サガラメは, 静岡県相良付近から紀伊半島, 大阪湾及び淡路島南部, 鳴門, 紀伊水道沿岸から室戸岬付近の狭い範囲に分布し, カジメは, 太平洋の房総半島以南九州沿岸までと, 瀬戸内海の淡路島及び鳴門から丸亀付近, 日本海沿岸では隠岐から対馬まで断続的に分布している。⁴⁾ 愛知県沿岸のサガラメ・カジメは, 1998年9月から葉体の凋落が広範囲で発生⁵⁾ し, 翌年, 翌々年と続いたため, 2000年秋以降は極一部の海域に生育するのみになっている(伏屋未発表)。⁶⁾

長崎県沿岸における1998年以降の大型褐藻類の衰退現象の発生要因は, 「秋から冬の高水温化傾向により植食性魚類の摂食期間の長期化・摂食活動の活発化により, 摂食

圧が強くなったこと」⁷⁾ とされ, 藻場が回復しない要因として「植食性魚類の摂食に加え, 大型海藻の減少による種の供給不足やウニ・巻き貝の摂食の影響」⁷⁾ とされている。土佐湾のカジメ群落や静岡県御前崎周辺海域のサガラメ群落衰退の一因として水温上昇が指摘され,^{8,9)} 高水温・貧栄養の海況条件は, 磯焼けの発生と持続原因とされている。¹⁰⁾ このように, 褐藻藻場の衰退と再生阻害の要因として, 植食性動物による摂食と水温上昇等が挙げられている。

愛知県沿岸における1998年の大規模凋落の原因は, 夏季の異常な高水温で弱った葉片が秋季の4つの台風の襲来による波浪で凋落した可能性,⁵⁾ 及び, アイゴ *Siganus fuscus* による摂食の可能性(伏屋未発表)^{11,12)} が指摘されている。また, 再生阻害の要因としてアメフラシ *Aplysia kurodai* (原著では *A. dactylomela* と記述),¹³⁾ アマクサアメフラシ *A. juliana* (未発表) による摂食が指摘されている。しかし, 伊勢・三河湾には一般的な植食性魚類¹⁴⁾ として, アイゴ以外にブダイ *Calotomus japonicus*, ニザダイ *Prionurus microlepidotus* とメジナ *Girella punctata* が生育している。この4種類のうち, メジナは漁獲量がアイゴと同様に多く, サガラメの摂食も確認されている(芝私信)ものの, 藻場衰退との関係については検討されていない。また, 愛知県沿岸のサガラメ・カジメの衰退と, 水温の変動との関係についても検討されていない。そこで, 旧環境庁が都道府県に委託実施した自然環境保全基礎調査(以下基礎調査とする)と愛知県水産試験場に保存された基礎調査の元となる資料などを利用し, 更に現状を調査

*1 愛知県水産試験場 漁業生産研究所 (Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi470-3412, Japan)

*2 愛知県水産試験場 (Aichi Fisheries Research Institute, Miya, Gamagori, Aichi443-0021, Japan)

*3 株式会社シャトー海洋調査 名古屋営業所 (Tokoname Branch Office, Chateau Marine Survey Co., Ltd. Shinkai Tokoname, Aichi479-0837, Japan)



図1 伊勢湾、三河湾及び遠州灘におけるサガラメ・カジメの分布位置
太線が分布域。A:1973年, B:2010~2012年

表1 伊勢湾、三河湾及び遠州灘におけるサガラメ・カジメの分布面積の変動

海域名\調査年	1973*	1978*	1989*	1995*	2010-12
伊勢湾	1.76	1.76	1.33	1.22	0.36
三河湾	1.19	1.19	1.22	1.15	0.02
(知多湾)	0.57	0.57	0.96	0.95	0.01
(渥美湾)	0.62	0.62	0.26	0.20	0.01
遠州灘	0.63	0.63	1.01	0.90	0.03
愛知県計	3.58	3.58	3.56	3.27	0.42

* :0.01km²以上の分布域の合計値

することで、愛知県沿岸のサガラメ・カジメの分布域と面積の変動を把握した。次に、水温とアイゴ・メジナの水揚げ量の変動を調べ、愛知県沿岸におけるサガラメ・カジメの分布面積変動要因について検討したので報告する。

資料及び方法

旧環境庁は藻場に関する全国一斉調査を、1978~79年、1989~1991年、1995~1996年にそれぞれ第2回、第4回及び第5回の基礎調査として行っている。¹⁵⁻¹⁷⁾ 調査は、面積が0.01km²以上の藻場について、アマモ場、ガラモ場、アラメ場(第5回はアラメ・カジメ場と記述)等に分け、現地確認、漁業協同組合(以下漁協とする)からの聞き取り、前回の結果とその後の資料などで行い、第2回基礎調査では、1973年の分布との比較も行っている。なお、第2、4回は水深20m以浅、第5回は水深10m以浅で徳島県と兵庫県以外を調査対象としている。過年度の愛知県沿岸におけるサガラメ・カジメの分布面積は、基礎調査¹⁵⁻¹⁷⁾と愛知県の資料¹⁸⁾及び調査当時の野帳を利用して求めた。愛知県沿岸に生育するサガラメ・カジメは、遠州灘を除きホンダワラ類やワカメ等と混生しており、^{15,16,18,19)}混生域も分布面積に算入した。なお、これら全ての資料で、サガラメとカジメは区別されていない。

2011年8月に伊勢湾東部となる知多半島の内海から豊浜地先(図1)において、潜水により分布状況を確認した。藻場の植生域を航空写真に落とし、画像ソフト

(Photoshop5.5, Adobe社製)を用いて分布範囲のピクセル数を読み取ることで面積を求めた。この海域以外の分布面積は、2010~2012年に漁協、漁業者、水産業改良普及指導員への聞き取りにより把握し、植生域を地図に落とし求めた。なお、この調査では基礎調査で算入されていない0.01km²未満の分布域も面積に含めた。以上の結果を、伊勢湾、三河湾と遠州灘に区分²⁰⁾して、海域ごとの分布面積の変動を求めた。

水温は、伊勢湾東部の愛知県知多郡南知多町豊浜(図1)にある愛知県水産試験場漁業生産研究所における1990年から2012年までの毎日午前10時の取水(D.L.-3m)水温を用いた。

アイゴとメジナの水揚げ量は、伊勢湾の漁獲物が最も多く水揚げされる豊浜産地市場の1969年から2012年までの水揚げ台帳から求めた。なお、豊浜産地市場には、伊勢湾、遠州灘西部で操業する小型底曳き網、主に伊勢湾で操業する船曳網、伊勢湾東部沿岸域で操業する小型定置網や刺し網などの漁獲物が水揚げされている。

結果及び考察

愛知県の基礎調査は、1978年(第2回)、1989年(第4回)、1995年(第5回)に実施されていた。サガラメ・カジメの分布域と面積の変動を図1、表1に示す。サガラメ・カジメは、遠州灘と外洋海水の影響を受けやすい伊勢・三河湾の湾口部に分布していた。1973年の分布面積は、伊勢湾、三河湾及び遠州灘でそれぞれ1.76、1.19、0.63km²の計3.58km²で、1978年と同じであった。1989年の面積はそれぞれ1.33、1.22、1.01km²であり、伊勢湾で減少したものの遠州灘で増加し、合計値は1978年とほぼ同じ3.56km²であった。1995年の面積はそれぞれ1.22、1.15、0.90km²の計3.27km²と幾分減少した。2010~2012年の分布面積は、伊勢湾、三河湾及び遠州灘でそれぞれ0.36、0.02、0.03km²の計0.42km²であり、1995年の12.7%まで激減した。サガラメ・カジメの分布面積(割合)は、それぞれ0.08km²(20.3%)、0.33km²(79.7%)とカジメが

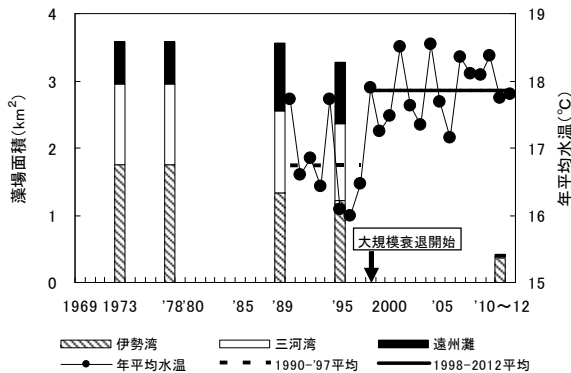


図2 伊勢湾、三河湾及び遠州灘におけるサガラメ・カジメの分布面積と豊浜地先の年平均水温の変動

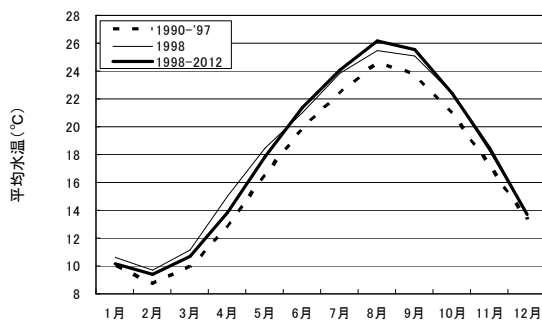


図3 豊浜地先の大規模衰退前後の月別平均水温

多くを占めていた。以前は、サガラメが分布の主体であったとされる（伏屋私信）ことから、1998年以降の大規模な衰退によりサガラメが大きく減少したと考えられた。また、衰退後再生していないことも明らかとなった。

1973年から2012年までの調査期間においてサガラメ・カジメが優占する藻場は遠州灘のみであり、伊勢・三河湾ではホンダワラ類等が優占する藻場に混生していた。2011年8月の伊勢湾東部の潜水調査でも、ホンダワラ類が少ない時期ではあるものの、アカモクやトゲモクと混生する海域もあった。このことは、伊勢・三河湾でアラメ場造成を行う場合、サガラメ・カジメと共にホンダワラ類等も共存させることが生態的に有利になると考えられた。

なお、サガラメ・カジメが消失している大井地先と佐久島周辺においてそれらが最終確認された年は、それぞれ1978年、1998年⁵⁾であった。また、1900年には上記以外に三河湾湾央の北部で佐久島北東部に位置する宮崎地先（西尾市吉良町、図1）でもサガラメ（原著ではアラメと記述）が確認されていた。²¹⁾

全国のアラメ場面積は、1989～1991年¹⁶⁾に644.8 km²あったものが、1995～1996年¹⁷⁾には102.0 km²と約16%まで激減している。調査の対象水深は、前者が20 m以浅、後者が10 m以浅と異なり、サガラメ、カジメ、クロメ *Ec. kurome* 及びツルアラメ *Ec. stolonifera* は水深10 m以深で

も生息可能⁴⁾であること、後者の調査対象から兵庫県と徳島県が除かれていることから、1995～1996年調査結果は過小となっているものの、この間に大幅に減少したことは間違いない。一方、同期間の愛知県沿岸のサガラメ・カジメ分布面積は、1989年が3.56 km²（優占面積1.01 km²）、1995年が3.27 km²（同0.90 km²）と約10%の減少にとどまったものの、2010～2012年には0.42 km²と1995年調査の12.8%まで減少し、愛知県と全国の面積減少時期にずれが認められた。

年平均水温（図2）は、大規模衰退前の1990年から1997年は16.0～17.7°C（8カ年平均16.7°C）であったものが、衰退が始まった1998年から2012年は17.1～18.5°C（15カ年平均17.9°C）と平均で1.2°C高くなった。月別平均水温（図3）は、1998～2012年平均値が全ての月で高くなった。特に夏から秋の上昇が大きく、増加の最大値は9月の1.8°C、最小値は1月の0.2°Cであった。土佐湾手結地区のカジメ群落や静岡県御前崎周辺海域のサガラメ群落衰退の一因として水温の上昇が挙げられており、^{8,9)} 愛知県沿岸でもサガラメ・カジメ群落の衰退と水温上昇との間に関係があると考えられた。

カジメ胞子体は、21°Cを超えると成長せず（1歳）、²²⁾ 夏季の25°C前後の水温が生育の臨上限温度²³⁾とされ、更に生育する海域の最高水温（8月）範囲は23～27°Cとされている。²⁴⁾ サガラメ胞子体は、20～35°C間の試験で25～27.5°Cで光合成活性が高く30°C以上で低下し（原著ではアラメと記述）、²⁵⁾ 25～30°C間の試験で30°Cでは葉面積が減少し成熟しなかったとされている。²⁶⁾ 伊勢湾東部の水温は高くなっており、2010年と2012年の8月平均水温は27.7°Cとカジメの生育水温範囲を超え、サガラメの光合成活性が低下する水温になり、両種に生理的な影響を与えていると考えられた。

また、室内でのアイゴ飼育実験²⁷⁾によれば、カジメの摂食は26～20°Cで活発であり、19°Cで低下、16°Cで停止するとされている。伊勢湾東部における1998年以降の高い水温は、アイゴの摂食活動期間の長期化を招いていると考えられる。アイゴの嗜好性はカジメよりサガラメが強い^{28,29)}ことから、サガラメはカジメ以上にアイゴの摂食を受けていると考えられた。長崎県沿岸における大型褐藻類の衰退は、「秋から冬の高水温化傾向により植食性魚類の摂食期間の長期化・摂食活動の活発化により、摂食圧が強くなったこと」⁷⁾とされている。愛知県沿岸のサガラメ・カジメの衰退も同じ原因が考えられた。

以上のことから、愛知県沿岸域における1998年以降のサガラメ・カジメ群落の衰退とその後の再生阻害は、海域の高水温化が影響しており、高水温化がサガラメ・カジメ

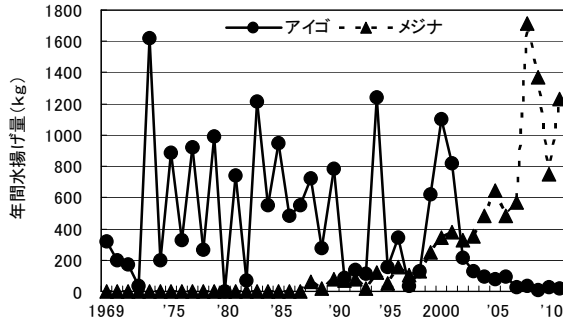


図4 豊浜産地市場のアイゴとメジナの年間水揚げ量

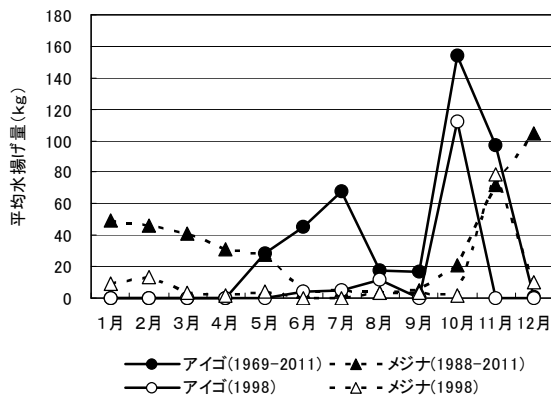


図5 豊浜産地市場のアイゴとメジナの月別平均水揚げ量
調査期間中の平均値と大規模衰退開始年(1998年)の水揚げ量

胞子体へ生理的な悪影響を与えるとともに、アイゴの摂食が活発になり期間も長期化したことが一因と考えられた。

豊浜産地市場におけるアイゴとメジナの年間水揚げ量(図4)は最大2t弱であった。漁獲は、主に水深10m以浅のごく沿岸域で操業する小型定置網と刺し網がそれぞれ70.4, 63.0%と多かった。アイゴの年間水揚げ量は変動が激しく、大規模衰退が始まる1998年は133kg, 1999年は620kg, 2000年は1,104kgと増加後減少し、近年は30kg以下となっている。アイゴ漁獲量の年変動が激しいことは、静岡県浜名湖³⁰⁾や徳島県の太平洋岸³¹⁾でも認められる。ただ、豊浜産地市場における近年の水揚げ量減少は、アイゴが持つ臭みなどにより売れなくなったとする市場関係者がおり、資源の動向と異なる可能性がある。一方、メジナの水揚げは、記録のある1988年以降増加傾向にある。増加の理由は不明であるが、水温の上昇との関係も考えられることから、今後の詳細な検討が求められる。月別の平均水揚げ量(図5)は、アイゴは7月と10月が多く12~4月はほとんど水揚げが無かったのに対し、メジナは12月に多く6~9月に少なかった。また、大規模衰退の始まった1998年は、アイゴが10月、メジナが11月に水揚げのピークが認められた(図5)。佐賀県玄海³²⁾での漁獲は、アイゴが6, 7月と10~12月に多く、メジナが冬か

ら春にかけ多く6~10月は少なく、伊勢湾と同じ傾向であった。なお、小型定置網業者は、漁獲が少ない上に付着生物などで網が汚れやすい夏季は休漁する機会が多いことから、夏季の水揚げ量減少は、操業海域の資源量の減少を示すものではない。

長崎県沿岸ではアイゴ、ブダイ、ノトイヅミの植食性魚類による摂食が大型褐藻類の衰退の原因として指摘されている。⁷⁾ また、静岡県榛南海域におけるサガラメ・カジメの磯焼け発生原因はアイゴの摂食ではないとされている²²⁾ものの、持続要因としてアイゴの摂食が指摘されている。^{22,33)} 一方、愛知県沿岸における大規模な衰退に対する魚類の影響は、発生した1998年時点では摂食痕や魚類の異常出現が確認できなかったこと(伏屋未発表)から不明であった。しかし、翌1999年9月にサガラメ葉体に魚類による摂食痕が確認され、現場における多数のアイゴの存在と豊浜で釣獲されたアイゴ(2歳魚)の胃内容物(伏屋未発表)、更にはその後の室内での採食試験等^{11,12)}から、大規模衰退の一因としてアイゴの摂食が挙げられている。一方、メジナは5, 6月にクロメ成体³⁴⁾を、9~11月にヒジキ³⁵⁾を摂食しないことから、アラメ等大型褐藻類の成体に対する影響は無視できるとされている。³²⁾ しかし、魚類の嗜好性は海藻の種類^{28,29)}や時期³⁵⁾により異なる上に、アイゴの嗜好性はアラメ、カジメ、クロメ、ツルアラメと比較しサガラメが最も強いことが分かっている。²⁸⁾ また、伊勢湾では2008年にメジナによるサガラメの摂食が篠島・豊浜地先で5~7月に、伊勢湾北部の藻場造成域で夏季に観察されている。更に、同年に防除網で囲ったサガラメが摂食され、網と海底との接地点からの間隙を縫って入り込んだ魚類による食害と推定でき、遊泳層などからメジナが原因と考えられている(芝私信)。近年、アイゴの漁獲が減少する一方、メジナ漁獲量は増加傾向にあることも併せて考えると、サガラメ・カジメの減少・再生阻害要因とメジナによる摂食との関係も検討する必要があると考えられた。

なお、高水温・貧栄養の海況条件では、春から夏にかけて成長期に物質を十分に蓄積できず、夏から秋の成熟期に大量の物質を消費するため、海中林は深所から崩壊し磯焼けが発生するとされている。¹⁰⁾ その後も高水温・貧栄養が持続すると、幼体期の急成長が阻害され、若齢体期の物質の蓄積と成長阻害されるため、加入量の減少と夏季の早期に死亡し磯焼けが持続するとされている。¹⁰⁾ 伊勢湾東部の水温は1998年以降平均で1.2℃高くなっており、知多半島沿岸表層の溶存態の窒素・リン量は7, 8月が最も低い。³⁶⁾ 従って、伊勢湾湾口部におけるサガラメ・カジメ藻場の大規模衰退と再生阻害の要因として、高水温と貧栄

養との相乗効果も考えられ、更なる検討が必要である。一方、静岡県榛南海域のカジメは、光環境の悪化による生産力の低下が磯焼け発生のベースにあるとされている。²²⁾伊勢湾湾口部の透明度は1971年以降2002年まで上昇し、その後低下している。³⁷⁾従って、本海域における褐藻の大規模衰退と透明度の低下は関係が小さいと考えられた。

今回の解析は、環境省の実施した基礎調査を利用して行った。このような藻場などのモニタリング調査の継続が強く望まれる。

要 約

愛知県沿岸におけるサガラメ・カジメの分布面積は、1973年、1978年及び1989年に約3.6km²あったものが、1995年に3.3km²と若干減少し、1998年から2000年にかけて発生した大規模衰退とその後の再生しなかったことにより、2010～2012年には0.4km²まで減少した。藻場の衰退と回復阻害は、海域水温の上昇による葉体へ生理的な悪影響とアイゴの摂食が活発になり期間も長期化したためと考えられた。また、メジナによる摂食と海域の貧栄養化の影響も考えられ、今後の検討課題とした。

謝 辞

本報を取りまとめるに当たり、知多農林水産事務所の伏屋満技師には有益なご助言を頂いた。心より感謝申し上げます。

文 献

- 1) 改訂版新水産ハンドブック (2001) 川島利兵衛・田中昌一・塚原 博・野村 稔・隆島史夫・豊水正道・浅田陽治編, 講談社サイエンティフィック, 東京, pp. 735.
- 2) 古谷 研 (2009) 海洋の生態系サービス, 日水誌, 75 (1), 90-92.
- 3) 小路 淳 (2009) 藻場とさかな. 成山堂書店, 東京, 178p.
- 4) 寺脇利信・新井章吾 (2004) アラメ・カジメ類. 有用海藻誌 (大野正夫編), 内田老鶴圃, 東京, pp. 133-158.
- 5) 伏屋 満・植村宗彦 (1999) (2) 有用藻類増殖試験, サガラメ藻場実態調査. 平成10年度愛知県水産試験場業務報告. 愛知水試, 58.
- 6) 蒲原 聡・原田靖子・小澤歳治・服部克也 (2006) 愛知県・内海地先及び和地地先に漂着したサガラメ *Eisenia arborea* の体の特徴. 愛知水試研報, 12, 1-4.
- 7) 長崎県水産部 (2012) 長崎県における磯焼け対策ガイドライン. 長崎, pp. 73.
- 8) Serisawa, Y., Imoto, Z., Ishikawa, T., and Ohno, N. (2004) Decline of the *Ecklonia cava* population associated with increased seawater temperatures in Tosa Bay, southern Japan. Fish. Sci. 70, 189-191.
- 9) 芹澤如比古・芹澤 (松山) 和世 (2012) 静岡県御前崎の緑藻相と水温・気温の長期変動. 藻類, 60, 135-141.
- 10) 成田美智子・吾妻行雄・荒川久幸 (2008) 海中林の形成に及ぼす環境の影響. 磯焼けの科学と修復技術 (谷口和也・吾妻行雄・嵯峨直恆編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 34-48.
- 11) 蒲原 聡・原田靖子・服部克也 (2007) 小型定置網の漁獲物から推察した伊勢湾東部沿岸及び三河湾沿岸におけるアイゴ *Siganus fuscescen* の分布とサガラメ *Eisenia arborea* 藻場の消失との関係. 水産工学, 44 (2), 139-145.
- 12) 蒲原 聡・服部克也・原田靖子 (2009) サガラメ群落の衰退とその再生に向けて. 月刊海洋, 41 (11), 621-628.
- 13) 蒲原 聡・原田靖子・服部克也・鈴木輝明 (2010) サガラメ群落の修復を目的としたアメフラシ摂食特性の把握. 水産工学, 47, 69-75.
- 14) 水産庁 (2007) 磯焼け対策ガイドライン. (社) 全国漁港漁場協会, 東京, pp. 208.
- 15) 東洋航空事業株式会社 (1980) 第2回自然環境保全基礎調査海域調査報告書 海岸調査, 干潟・藻場・サンゴ礁分布調査, 海域環境調査 (全国版). 環境省自然保護局生物多様性センターWeb : <http://www.biodic.go.jp/reports/2-08/2-08-07.pdf>, (参照2013年11月12日)
- 16) 環境庁自然保護局・財団法人海中公園センター (1994) 第4回自然環境保全基礎調査海域調査 海域生物環境調査報告書 (干潟・藻場・サンゴ礁調査), 第2巻藻場. 東京, 環境省自然保護局生物多様性センターWeb : <http://www.biodic.go.jp/reports/4-12/172.html>, <http://www.biodic.go.jp/reports/4-12/r175.html>, (参照2013年11月12日)
- 17) 環境庁自然保護局 (1998) 第5回自然環境保全基礎調査 海辺調査 データ編. 環境省自然保護局生物多様性センターWeb : <http://www.biodic.go.jp/reports/umibe/umibedata.pdf>, (参照2013年11月12日)
- 18) 愛知県 (1979) 第2回自然環境保全基礎調査 干潟・藻場・サンゴ礁分布調査報告書. 愛知水試, pp. 26.
- 19) 阿知波英明 (1989) 愛知県沿岸海域の主要海藻の植生とその利用. 愛知水試研究業績Bしゅう第9号, 愛知水試, pp. 47.
- 20) 阿知波英明 (2008) 愛知県沿岸にある湾の範囲はどこ

- か? . 愛知水試研報, 14, 23-29.
- 21) 名倉閻一郎 (1902) 尾三沿海植物調査. 明治 33 年度 愛知県水産試験場報告, 159-176.
- 22) 長谷川雅俊 (2006) 3. 4 日本最大の磯焼けは魚の影響? . 磯焼け対策シリーズ 1, 海藻を食べる魚たち (藤田大介・野田幹雄・桑原久実編), 成山堂書店, 東京, pp. 76-89.
- 23) Yokohama, Y., Tanaka, J., and Chihara, M. (1987) Productivity of the *Ecklonia cava* community in a bay of Izu peninsula on the pacific coast of Japan. The Bot. Mag., Tokyo, 100, 129-141.
- 24) 須藤俊造 (1992) 海藻・海草相とその環境条件との関連をより詰めて求める試み. 藻類, 40, 289-305.
- 25) 前川行幸・栗藤和治 (1996) 三重県尾鷲湾におけるアラム群落の生育環境と消長. 藻類, 44, 95-102.
- 26) 森 勇樹 (2007) 褐藻アラム・サガラメの温度特性と水平分布. 三重大学学術機関リポジトリ Web : <http://miuse.mie-u.ac.jp/bitstream/10076/9152/1/2006B046.pdf>, (参照 2013 年 11 月 12 日)
- 27) 川俣 茂・長谷川雅俊 (2006) アイゴによるアラム・カジメ摂食に及ぼす波浪と水温の影響. 水産工学, 43, 69-79.
- 28) 野田幹雄・大神賢志・大原啓史・村瀬 昇・池田 至・田上保博 (2013) アイゴの嗜好性に及ぼすアラム・カジメ類 5 種 (コンブ目レソニア科) のポリフェノール含有量と藻体の硬さの効果. 水産増殖, 61 (1), 113-117.
- 29) 二村和視・花井孝之 (2008) 飼育下におけるアイゴによるカジメおよびサガラメの摂食. 静岡水技研研報 43, 71-73.
- 30) 静岡県水産試験場伊豆分場 (2005) 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摂食の実態把握に関する研究報告書 (平成 13~16 年度). 静 1-静 31. (独) 水産総合研究センター西海区水産研究所 Web: http://snf.fra.affrc.go.jp/print/syokugai/syokugai_03.pdf, (参照 2013 年 11 月 12 日)
- 31) 和田隆史・棚田教生 (2013) 徳島県沿岸におけるアイゴの大量出現とその利用. 黒潮の資源海洋研究, 14, 109-114.
- 32) 金丸彦一郎 (2007) 佐賀県玄海域における植食性魚類—アイゴ, メジナ, ニザダイ, スズメダイ等—の漁獲実態. 佐賀玄海水振セ研報, 4, 7-14.
- 33) 長谷川雅俊・小泉康二・長谷川輝夫・野田幹雄 (2003) 静岡県榛南海域における磯焼けの持続要因としての魚類の食害. 静岡水試研報, 38, 19-25.
- 34) 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 (3), 431-438.
- 35) 桐山隆哉・藤井明彦・藤田雄二 (2005) 藻食性魚類によるヒジキの摂食と摂食痕の特徴. 水産増殖, 53 (4), 355-365.
- 36) 阿知波英明 (1995) 知多半島沿岸域の環境特性—季節変動と年変動—. 愛知水試研報, 2, 17-32.
- 37) 藤田弘一・水野知巳・久野正博・中村元彦 (2009) 3. 伊勢湾における中・長期的な透明度の変動と漁業. 水産海洋研究, 73, 217-218.