

短期間で発生したカジメ科海藻の磯焼けにおける アイゴの食痕の特徴

野田幹雄^{1†}, 木下淳司², 棚田教生³, 村瀬 昇¹

Characteristics of bite scars observed in kelp forests of Lessoniaceae denuded by short-term foraging damages of the herbivorous fish *Siganus fuscescens*

Mikio Noda^{1†}, Junji Kinoshita², Norio Tanada³ and Noboru Murase¹

Abstract : We examined characteristics of bite scars left on thalli collected from three *Ecklonia cava* communities that were denuded by heavy browsing of *Siganus fuscescens* for a short period. In addition, leaf-lost *Eisenia bicyclis* that occurred in a *Eisenia* and *Sargassum*-mixed seaweed bed were compared between abrupt occurrence of leaf-lost thalli and usual constant browsing by *S. fuscescens*. Most of thalli collected from the three *Ecklonia cava* communities that were heavily browsed were stub-like with bare medullary layers of stems which were forced to be exposed by heavy browsing. A lot of scratch-like fine lines and/or linear grooves, the jaw tooth marks of *S. fuscescens*, were found in the stems of heavily browsed thalli and the whole surface of the stems were often covered with a great number of those bite scars. Characteristics of bite scars left on thalli of Lessoniaceae are discussed in relation to heavy browsing by a large school of adult *S. fuscescens*.

Key words : Herbivorous fish, *Siganus*, overgrazing, seaweed bed, kelps

緒 言

植食性魚類の食害による天然及び造成藻場の衰退・消失が広く認められるようになった背景の一つとして、魚類が大型海藻を採餌した際に残る食痕の特徴が明らかにされてきたことが大きく貢献している¹⁻⁴⁾。大型海藻の藻体の消失部が魚類の食害の痕なのかどうか、魚類であれば魚種は何かなどの大まかな推定が可能になり、発生した磯焼けが魚類の食害に起因するかどうかを判断する根拠として、食痕は極めて重要な手がかりとなっている⁵⁻¹²⁾。

藻場の衰退消失に大きな影響を及ぼすと考えられているアイゴ *Siganus fuscescens* の食痕の特徴は詳細に明らかにされている^{2,3)}。カジメ科海藻やホンダワラ類などの大型海藻の分類群ごとに食痕の特徴が記載され、この記載に基づ

いてアイゴかどうかの魚種の判別だけでなく、採餌した個体の大きさの推定も可能である。

その一方で食痕から知りうる情報には限界もある。例えばアイゴの採餌によってほぼ茎だけとなったカジメ科海藻の藻体が、単独や数個体の継続的な食害の累積結果として生じたのか、それとも大規模な群れの食害を受けた結果なのか、現状ではどちらの食害過程に起因して葉状部の欠損が生じたのかは不明である。食害に関与したアイゴの個体数に関する情報は、例えばギャップ形成に寄与するような部分的な藻体の消失や磯焼けの持続要因として作用するような食害か、それとも大規模な磯焼け発生の引き金となりうる非常に影響力の大きい食害かを判断する材料となりうる。さらには藻場の保全に対する方針や具体的な対策の立て方にも影響を及ぼすであろう。したがって、食害に関与

1 水産大学校生物生産学科 (Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University)

2 神奈川県農政課 (Agricultural Policy Division, Kanagawa Prefectural Government)

3 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課 (Fisheries Research Division, Tokushima Prefectural Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Support Center)

† 別刷り請求先 (corresponding author) : nodam@fish-u.ac.jp

したアイゴの個体数の状況を藻体に残された食痕から読み取るという視点でアイゴの食痕を解析することも必要である。

著者らは、カジメ科海藻群落の葉状部が短期間で広範囲にわたって消失した複数の事例について、実際に現場観察と状況確認を行い、魚類の食害かどうかの判定と食害種を同定するための食痕の解析を行う機会を得た。その解析過程の中で、従来は見落とされていたと考えられる残存する茎に印されたアイゴの食痕の特徴について新たな知見を得ることができ、アイゴの大規模な群れによって発生した食害に共通する食痕の特徴の一つと考えられた。さらに茎の

みとなったカジメ科海藻が、アイゴの大規模な群れに起因するのか、それとも少数個体による継続的な食害の結果なのかについて、食害状況と食痕から判別が可能かどうかについても検討したのでここに報告する。

材料と方法

本研究では、アイゴの食害であると判断したカジメ科海藻群落の磯焼けの3事例において、藻体に印された食痕の特徴を詳細に比較検討した。アイゴの食害と判断した根拠は結果で述べる。対象とした事例は、神奈川県三浦市諸磯

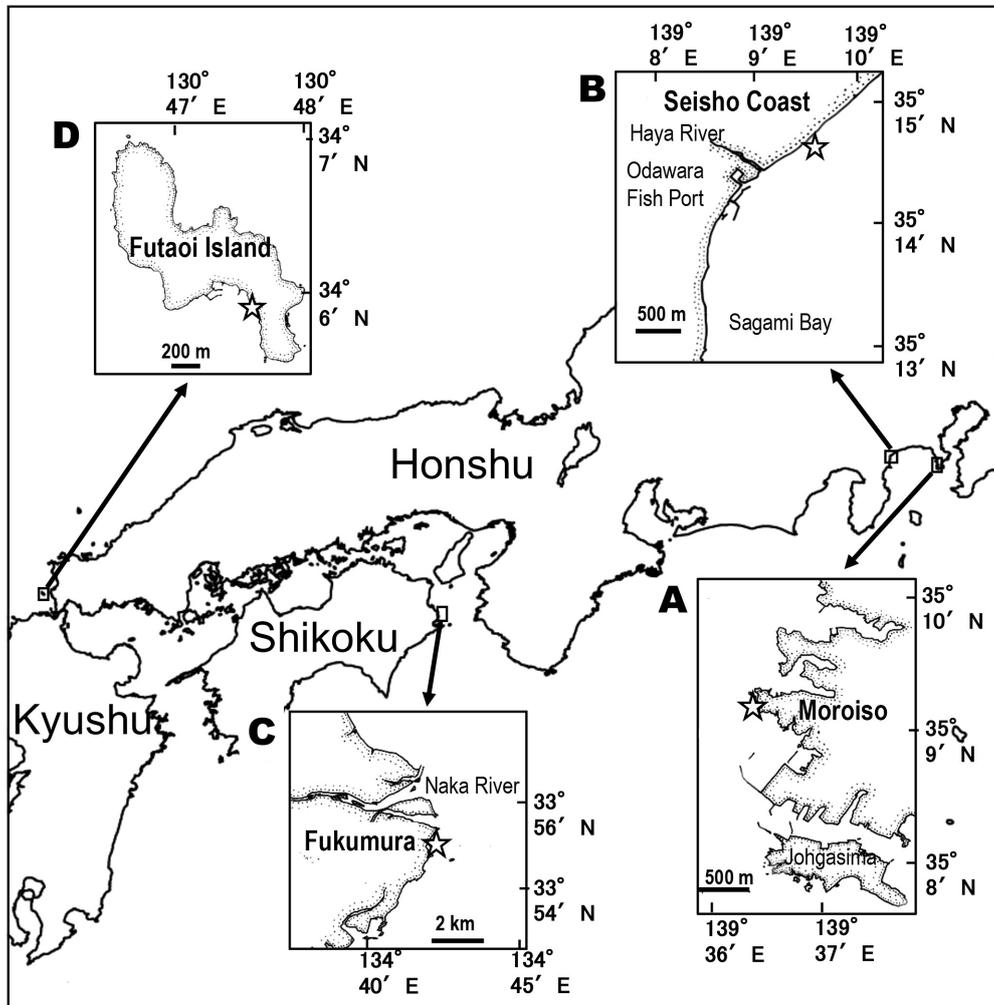


Fig. 1. The location of four study sites (A-D). White stars show kelp forests that suffered foraging damages by *Siganus fuscescens*. A, Moroiso in Miura city; B, Seisho coast in Odawara city; C, Fukumura in Anan city; D, Futaoi Island in Shimonoseki city.

地先のカジメ群落 (Fig. 1A), 同県小田原市西湘海岸に設置された人工リーフのカジメ群落 (Fig. 1B), 及び徳島県阿南市福村地先のカジメ群落及びサガラメ群落 (Fig. 1C) である。いずれの事例も葉状部の消失が群落全体に及び、残存する藻体はほぼ茎だけという状況であった。特に三浦市諸磯地先の事例は、磯焼けの発生時期の絞り込みが可能であったこと、磯焼け発生後あまり間を空けずに新鮮な食痕の付いた藻体試料を入手することができたこと、さらには葉状部が消失し茎が欠損した藻体が広範囲にわたって短期間で出現したため、アイゴの大規模な群れによる食害であることが確実視されたことなどから、この諸磯の事例をまず詳細に解析した。その結果を踏まえて、他の2事例と比較検証した。また、山口県下関市蓋井島 (Fig. 1D) の小規模なアラメ群落で発生した葉状部消失の事例も補足的に紹介した。

採取された藻体の試料について欠損部だけでなく藻体の全体を肉眼で精査した。次に魚類だけでなく植食性動物が関与したと考えられる欠損部や傷痕について、実体顕微鏡 (ライカMZ12, オリパスSZH10) で拡大してその部分の皮層の損傷と髄層の露出状況及び微細な形状などについて詳細に観察した。観察した状況は、実体顕微鏡の接眼レンズ部分にコンパクトデジタルカメラ (オリンパス μ -830) のレンズ部分を接することで顕微鏡の映像を撮影した。食痕の写真は、Adobe Photoshop Elements 15 (アドビシステムズ (株)) を使って写真うつりの不具合 (影, 明るさ, ぶれ等) を補正し、食痕が明瞭になるよう画質調整した。アイゴの食痕かどうかの判定は、桐山ら²⁾と吉村ら³⁾の報告に基づいて筆頭著者である野田が行った。野田は、過去にアイゴの食痕の特徴を実験的に調べ解析を行うとともに、アイゴを使った様々な水槽内での採餌実験^{13,14)}を行っており、その際に生じた葉状部や茎葉移行部に付いたアイゴの食痕の観察所見も参考にした。

2012年12月14日に徳島県阿南市福村地先で採取された藻体の食害種がアイゴかどうかを判定する参考とするために、アイゴ成魚 (体長約30 cm) 20個体を収容した1,000 l 水槽にクロメ *Ecklonia kurome* の藻体を入れ、アイゴに採餌させた。カジメ科海藻の茎に付く食痕の特徴を調べることが目的であったため、葉状部が消失し、茎が十分嚙られた状態で藻体を取り上げて、茎葉移行部や茎に付いた食痕を実体顕微鏡で詳細に観察した。

結果

神奈川県三浦市諸磯地先の事例 (Fig. 1A) は、磯焼け地帯の中に幅約300 m (面積約30,000 m²) の孤立した濃密なカジメ *Ecklonia cava* 群落で発生した。2015年12月9日に著者の一人の木下が潜水調査した時点では、その群落に藻

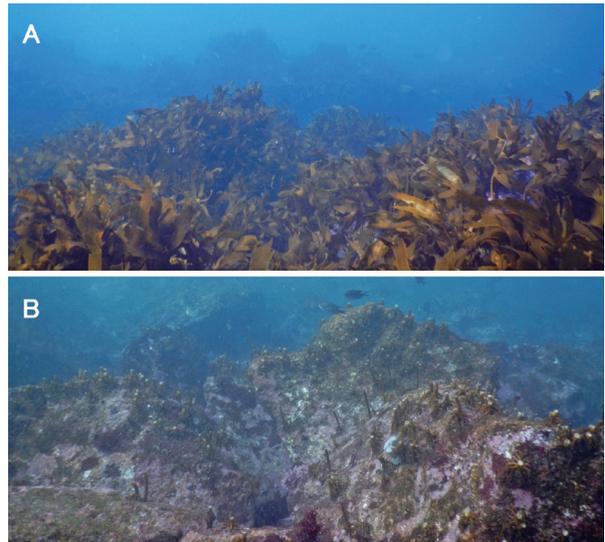


Fig. 2. Drastically rapid decline in an *Ecklonia cava* community on the coast of Moroiso by heavy browsing of *Siganus fuscescens*. (A) The leafy *Ec. cava* community on 9 December 2015. (B) The community followed by a great number of leaf-lost thalli after heavy browsing, photographed on 21 January 2016.



Fig. 3. The *Ec. cava* community that was heavily browsed by *S. fuscescens*. The community had been foraged not only leaves but also stems and had come to be stub-like thalli. White portions of the stems are bare medullary layers.

体の葉状部が消失するなどの磯焼けの徴候は認められなかった (Fig. 2A)。翌2016年1月14日に現地の漁業者から、12月下旬にアイゴの大群が現れ、1月上旬にはカジメが全部茎だけになったとの情報を入手し、1月21日に木下が潜水調査を行った。その結果、カジメ群落のほぼすべての葉状部が消失するだけでなく (Fig. 2B)、茎も白い髓層が剥き出して短くなっている状態 (Fig. 3) を確認するとともに、藻体の採取を行った。なお2015年12月の諸磯地先は平年よりも水温が2~3℃高く、12月中旬まで約19~20℃あり、翌2016年1月中旬には平年並みの13~14℃に低下した。

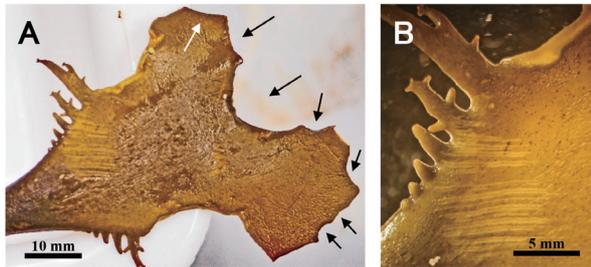


Fig. 4. Bite marks left on a thallus collected in the *Ec. cava* community that was heavily browsed by *S. fuscescens* on the coast of Moroiso. (A) Arrows indicate arc-shaped bite marks of *S. fuscescens*. (B) Scars near meristem region represent bite marks by *S. fuscescens*. Bar = 10 mm in (A) and 5 mm in (B).

採取したカジメ藻体を調べた結果、茎葉移行部に残された弧状の欠損部 (Fig. 4A)、茎葉移行部の表面に付いていた太い (400~600 μm 程度) 筋状の傷痕 (Fig. 4B)、弧状の切断面に印された波状模様とその間隔の長さが500~600

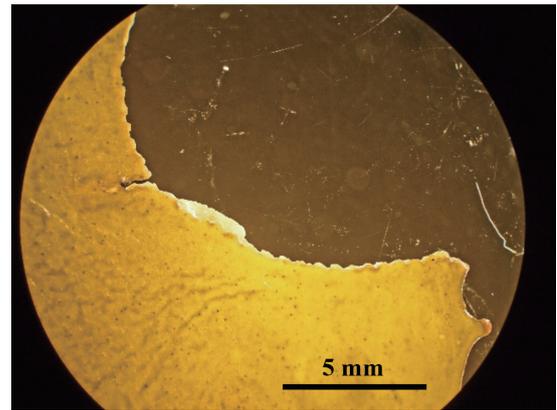


Fig. 5. A serrated arc-shaped bite mark left on the leaf portion of a thallus collected in the *Ec. cava* community that were heavily browsed by *S. fuscescens* on the coast of Moroiso. Bar = 5 mm.

μm 程度であること (Fig. 5) などの複数の特徴から、アイゴの食害によって発生した磯焼けであると判定した。またアイゴの楕円弧状の顎の輪郭がよく反映されていた葉状部と茎葉移行部の欠損部に基いて、アイゴの全長-口幅関係^{2,3)}から採餌したアイゴの全長を推定した結果、全長20~30 cmのアイゴであった。

藻体には、上述した食痕以外に、これまで報告されていない鋭利な細い突起で引っ掻いたような不規則な形状の細い (50~200 μm 程度) 筋状の傷が多数観察された (Fig. 6)。この筋状の傷は1本単位ではなく数本の筋が平行に並んで1組となって付いており、茎の同じ部分に方向の異なる数本の平行な筋が付き、格子状になっている箇所もよく観察された。茎葉移行部から茎の根元まで、細い筋状の傷が全体

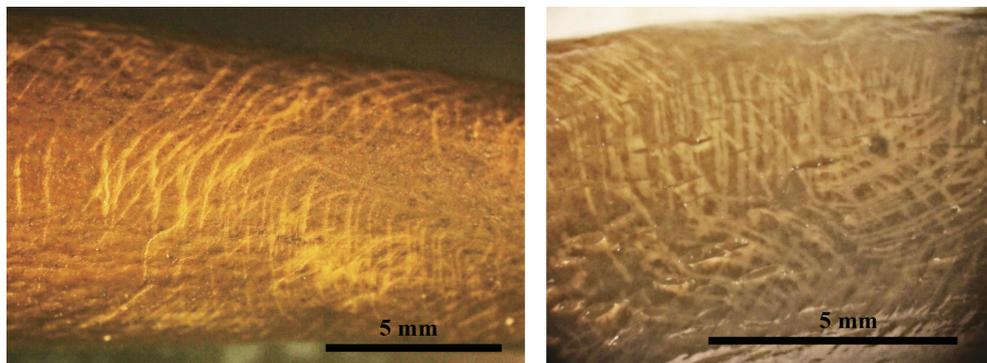


Fig. 6. Bite marks left on the stems of thalli collected in the *Ec. cava* community that were heavily browsed by *S. fuscescens* on the coast of Moroiso. Scratch-like lines represent the jaw tooth marks of *S. fuscescens*. Bars = 5 mm.



Fig. 7. The whole surface of the previous stem browsed by *S. fuscescens*. The surface was covered with a great number of scratch-like fine lines. Bars = 10 mm.

にわたってまんべんなく認められる藻体も少なくなかった (Fig. 7)。

神奈川県小田原市の事例は、西湘海岸の人工リーフに形成されたカジメ群落の造成藻場で発生した。この藻場は1994年に母藻移植を行い、2001年には天然群落と同等の濃密なカジメ群落（面積約8,000 m²）が形成された。しかし2004年10月に葉状部消失現象が発生し、同年12月には人工リーフ沖側の群落がほぼ消失した。なお2006年以降、急速に藻場が回復している。人工リーフの設置状況とカジメ群落の形成及び磯焼けの発生・経過の状況は、木下^{15,16)}に詳述されている。採取したカジメ藻体には葉状部がわずしか残っていなかったが、その葉状部には弧状に欠損された痕が認められた。また茎葉移行部及び茎の欠損断面には、均一な幅を持った規則的な細い溝が連なった波状模様が多数観察され (Fig. 8)、その溝の幅は400~500 μm程度であった。このような点から、造成されたカジメ群落の磯焼けはアイゴ成魚による食害と判定された³⁾。この事例においてもカジメ藻体は、葉状部の消失のみならず、茎葉移行部や茎の白い髓層が剥き出しになる状態 (Fig. 9) であった。そして採取したカジメの茎には、数本の短い溝状の線条痕が一組となって幾重にも重なって付いていた (Fig. 10)。この茎の表面の傷痕は諸磯の場合とはやや異なり、引っ掻き傷というよりも皮層が細い突起で削り取られたような状態であり、多くの部分で髓層の露出が目立った。

徳島県阿南市福村地先の事例は、投石によって造成された藻場（面積10,500 m²）で発生し、2012年3月の時点ではカジメとともにホンダワラ類も繁茂していた。しかし同年

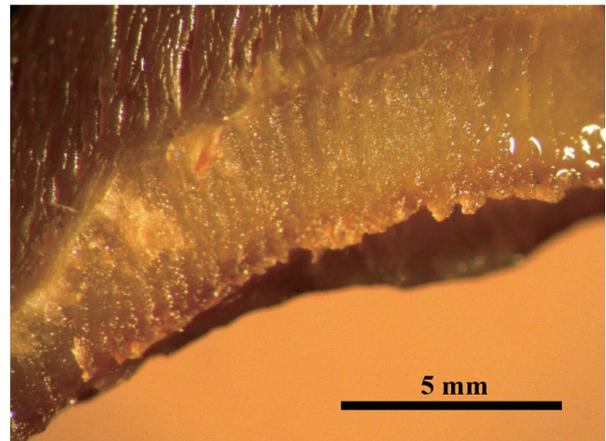


Fig. 8. Bite marks left on cut-off portion of the basal leaf of a thallus that was collected from a leaf-lost *Ec. cava* community on submerged breakwaters off the Seisho coastline. A lot of linear grooves are due to the jaw teeth of *S. fuscescens*. Bars = 5 mm.

12月に著者の一人の棚田が潜水調査をしたときには、カジメはほぼ茎だけの状態で、ホンダワラ類も局所的に残存するのみであった。また造成藻場の沖合にある天然藻場も同じ日に潜水調査したところ、サガラメ、カジメ、ホンダワラ類のいずれもほぼ茎のみの状態になっていることを確認した。カジメとサガラメともに葉状部の消失のみならず、茎葉移行部や茎も髓層が剥き出しで短くなっている藻体が頻繁に観察された。潜水調査時にカジメとサガラメの藻体も採取し、磯焼けの原因を解析するための試料とした。福村漁業協同組合長からの情報では、福村地先では8月頃から海中でアイゴ成魚の群れをよく見かけるようになり、その頃サガラメとカジメの葉状部が海底に多量に散乱しているのが確認された。そして10月中旬には海藻群落がほとん



Fig. 9. A thallus of *Ec. cava* with bare medullary layers of a stem that was forced to be exposed by heavy browsing of *S. fuscescens*.

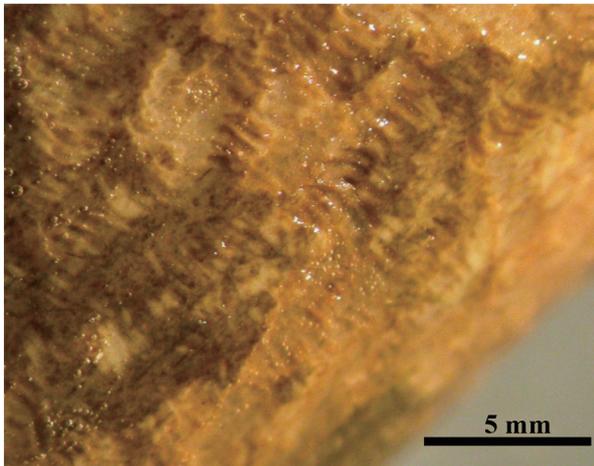


Fig. 10. Bite marks left on a *Ec. cava* stem by *S. fuscescens*. Bundles of short linear grooves are due to the jaw teeth of *S. fuscescens*. Bars = 5 mm.

ど消失していたとのことであった。このときの磯焼けの発生状況と発生前後の藻場の変化は、棚田、中西¹⁷⁾で詳細に報告されている。

採取したカジメとサガラメの藻体を調べた結果、葉状部や茎葉移行部に残された弧状の欠損部、茎葉移行部の表面に付いていた太い(200~600 μ m程度)筋状の傷痕(Fig. 11)等の特徴から、アイゴの食害によって発生した磯焼けであると判定した。また、茎葉移行部の楕円弧状の欠損部に基づいて、アイゴの全長-口幅関係^{2,3)}から採餌したアイゴの全長を推定した結果、全長20~30 cmのアイゴであると推定された。

茎葉移行部と茎には、上述した食痕以外に諸磯の事例で観察されたのと同様な鋭利な細い突起で引っ搔いたような不規則な形状の細い(50~200 μ m程度)筋状の傷痕(Fig.

12A)と小田原の事例で観察された幾重にも重なって付いている数本の短い溝状の線条痕(幅400~600 μ m程度)が多数認められた(Fig. 12B)。ただし、福村地先で採集した藻体はアイゴの食害を受けてからかなり時間が経過しており、傷痕の表面は色素が沈着し、髓層の白さは目立たなかった。

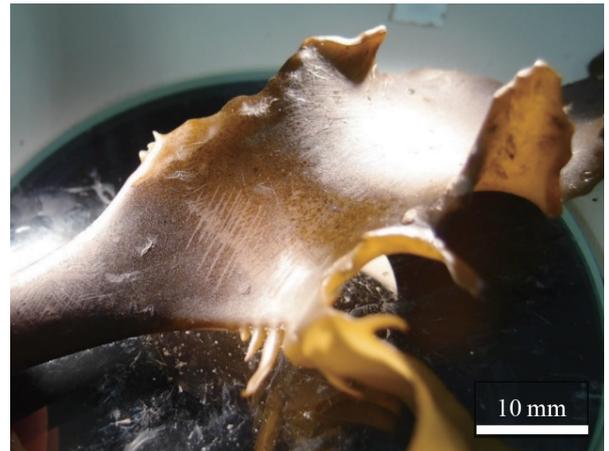


Fig. 11. Bite marks left on a thallus collected in a *Ec. cava* community that were heavily browsed by *S. fuscescens* on the coast of Fukumura. Scars near meristem region represent bite marks by *S. fuscescens*. Bar = 10 mm.

水槽内のアイゴに採餌させたクロメの茎葉移行部と茎の食痕を詳細に解析すると、諸磯と福村の事例で観察された不規則な形状の細い筋状の傷痕(Fig. 13A)と小田原と福村の事例で観察された短い溝状の線条痕(Fig. 13B・C)が認められた。

山口県下関市蓋井島の向浜(むかいハマ)地先の事例は、多種で構成される発達したガラモ場内に局所的に分布する小規模なアラメ *Eisenia bicyclis* 群落において、一部の藻体の葉状部が短期間に消失する事態が生じた事例である。このアラメ群落では、単独あるいは数個体のアイゴの群れによって11月~12月頃に葉状部にアイゴの食痕がわずかに観察される程度であり、9月に葉状部の消失した藻体が出現することは通常ない。このアラメ群落のアイゴによる通常の藻体の被食過程は、野田¹¹⁾に詳述されている。

2005年9月21日に上述した蓋井島向浜地先のアラメ群落を潜水調査したところ、一部の藻体において葉状部がほぼ消失し、周辺部に脱落した葉状部が堆積している状態が観察された(Fig. 14)。野田は1998年から継続してこの向浜地先のアラメ群落のモニタリングを行ってきたが、この場

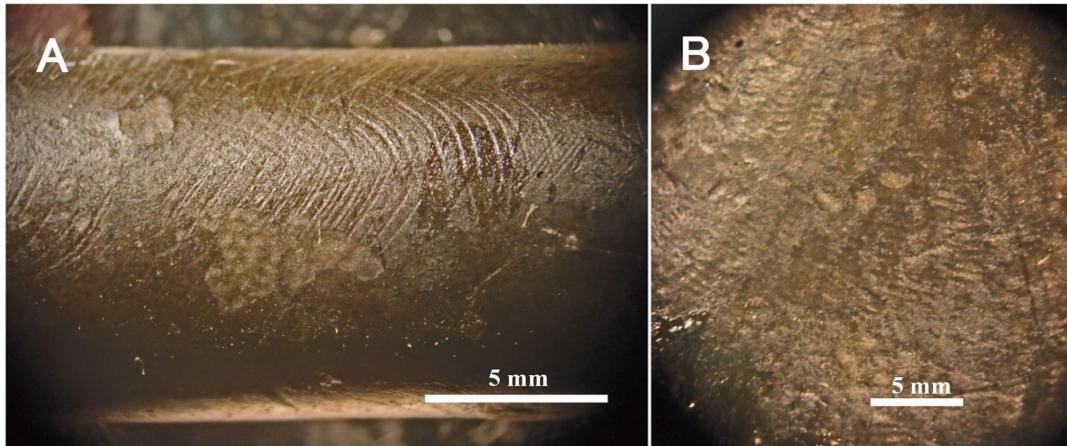


Fig. 12. Bite marks left on the stems of thalli collected in the *Ec. cava* community on the coast of Fukumura. (A) Scratch-like lines, similar to the bite marks for Moroiso, represent the jaw tooth marks of *S. fuscescens*. (B) Bundles of short linear grooves, similar to the bite marks for Seisho, are due to the jaw teeth of *S. fuscescens*. Bars = 5 mm.

所で秋季に葉状部の消失したアラメとその葉状部が堆積した状況を観察するのは初めてであった。葉状部に残る円弧状の欠損 (Fig. 14B・D) とその弧の幅が少なくとも 10 mm 以上であったこと、葉状部付け根の切断面に印された線条

痕 (Fig. 14D) と葉状部が噛み切れなかったために残った歯形の跡 (Fig. 14D) などからアイゴ成魚による食害と判定した。また2005年7月20日に野田が潜水調査を行ったときには、葉状部の消失した藻体は観察されなかった。そし

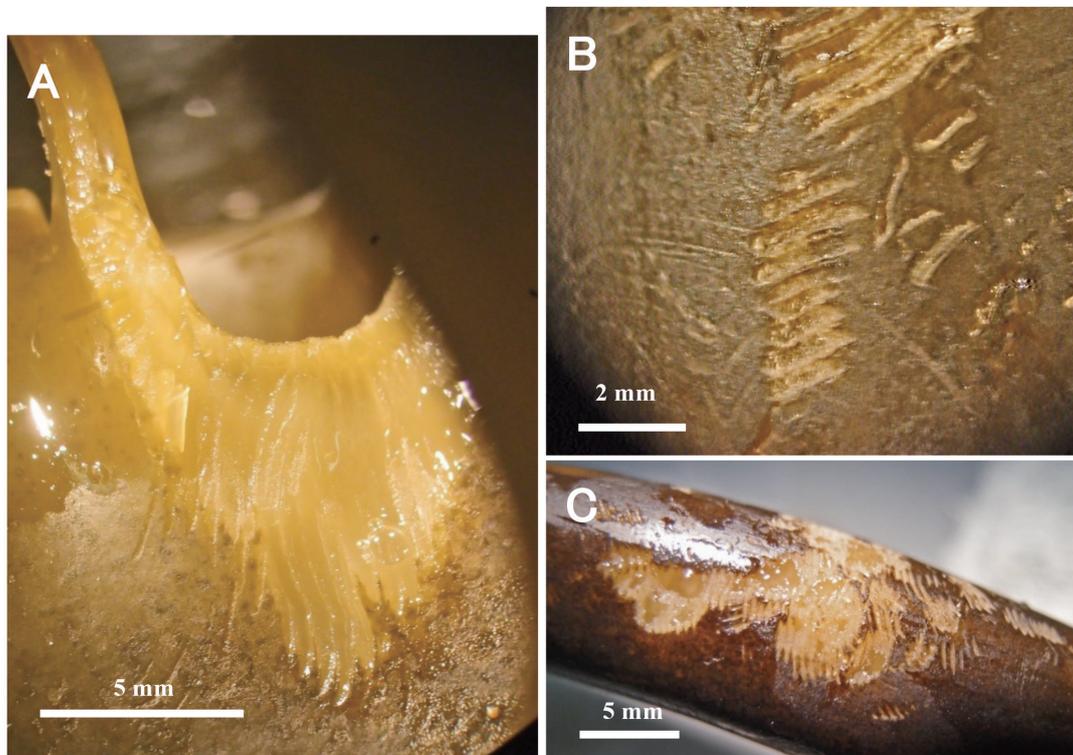


Fig. 13. Bite marks left on *Ec. kurome* thalli in a feeding experiment for its kelp by *S. fuscescens* in the laboratory tank. (A) A lot of scratch-like fine lines left on the cut-off portion of a basal leaf. (B) A bundle of short linear grooves marked on the stem. (C) A overall distribution of bundles of short grooves on the stem. Bars = 5 mm in A and C, and 2 mm in B.

て、アイゴの食害を受けてからの経過期間と比例すると考えられる欠損部の色素沈着の状況については、葉状部の切断面は白く新鮮な状態で色素の沈着は見られなかった (Fig. 14D)。

考 察

吉村ら³⁾は、アイゴ、ノトイスズミ *Kyphosus bigibbus*、ブダイ *Calotomus japonicus* 以外にニザダイ *Prionurus scalprum*、カワハギ *Stephanolepis cirrhifer*、ウマヅラハギ *Thamnaconus modestus*、クロダイ *Acanthopagrus schlegeli*、ウニ類、サザエ *Turbo sazae*、ヨコエビ類の食痕の特徴についても記載しているが、今回アイゴの食害と判定された

諸磯と福村の磯焼けの事例で観察されたカジメ科海藻の茎に認められたような形状の食痕は記載していない。また、水槽内でアイゴ成魚にクロメを採餌させて茎に印された食痕は、本報告で述べた茎の傷痕と極めて類似していた。これらのことを考慮すると、引っ掻き傷のような50~200 μ m程度の細い筋状の傷痕と幅400~600 μ m程度の短い溝状の線条痕は、アイゴの食痕であると考えられる。

諸磯と福村の事例で観察されたカジメ科海藻の茎に認められた引っ掻き傷のような不規則な形状の傷痕は、成魚あるいは成魚に近い (以後、成魚期とする) アイゴの歯によって付けられた傷痕であり、おそらく葉状部などの他の部位に比べて茎はかなり硬いために茎の組織を嚙り取れずに、歯が滑った痕が残っているのではないかと考えられる。小

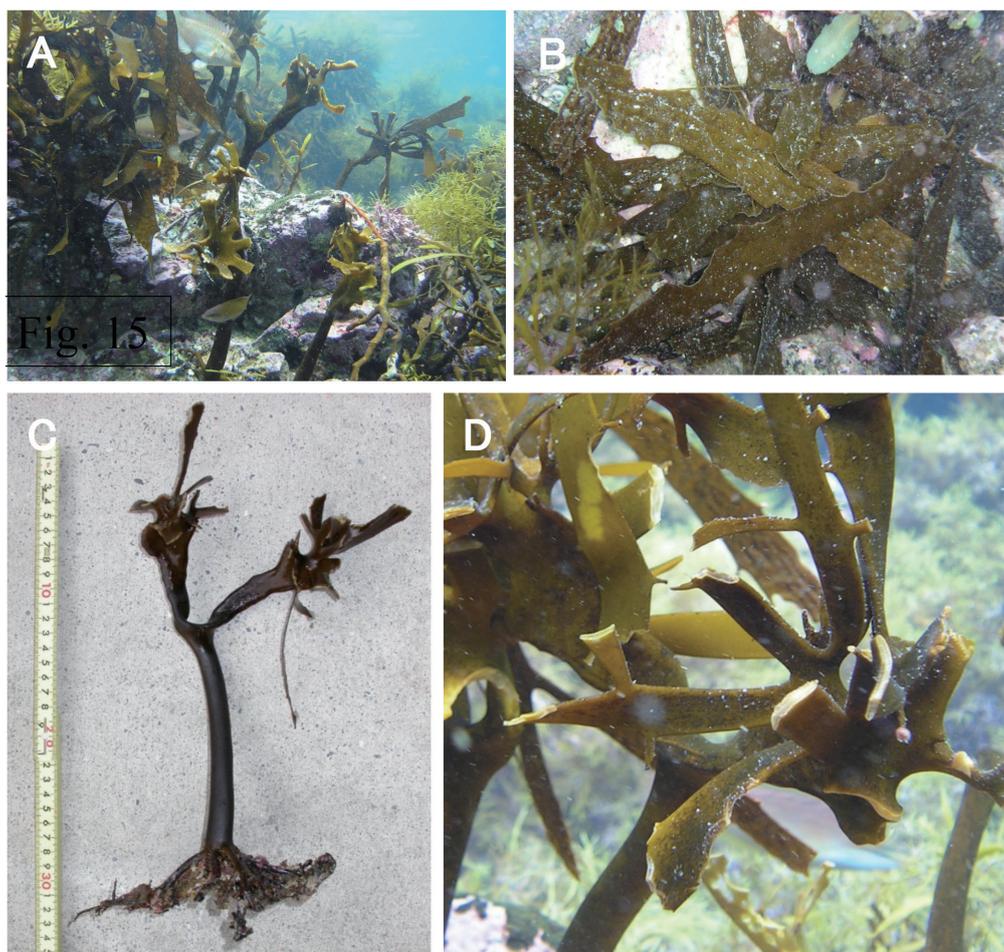


Fig. 14. Leaf-lost *Eisenia bicyclis* in a *Eisenia* and *Sargassum*-mixed seaweed bed on the coast of Mukaihama at Futaoi Island. (A) State of leaf-lost *Ei. bicyclis* in the field. (B) A lot of leaves dropped off from the thalli by heavy browsing were piled up around leaf-lost thalli. (C) Appearance of a leaf-lost thallus. (D) Bite marks left on basal leaves by browsing of *S. fuscescens*.

田原と福村の事例で観察された短い線条痕も成魚期のアイゴの歯によって付けられた傷痕であり、こちらは茎の組織をしっかりと嚙り取ることができた場合の食痕であると推察される。茎の組織の嚙り取りに違いが生じたのは、茎の太さや採餌したアイゴの大きさなどが関係していると推測されるが、詳細は不明である。

諸磯の事例では、結果で述べたように実際に磯焼けの状況を確認した日に基づけば、発生期間は43日間（12/9～1/21）となるが、これは最長の見積もりである。しかし、12月下旬にアイゴの大群が現れたとの現地漁業者からの情報と当時の水温（アイゴの採餌量は水温17℃以下で急激に減少する^{14,18,19}）を考慮すると、諸磯の磯焼けは実際には2015年12月中旬から末にかけてのより短い期間で発生したと考えられる。野田ら¹¹は、アイゴ成魚の継続的な採餌行動によって単一的群落のアラメの葉状部が刈り取られたようになった蓋井島の事例を報告している。これは単独か数個体のアイゴが繰り返し採餌した結果によるものであり、7～8月にアラメ藻体に食痕が観察されるようになってからほぼ茎だけになった藻体が11月に出現するまで約4ヶ月かかっている。しかも茎だけとなった藻体は、アラメ群落内で部分的に観察されるにすぎない。したがって、極めて短い期間で藻体の葉状部が消失し茎も短くなった状況を考慮すると、諸磯の事例で食害に関与したアイゴの個体数はかなり多く、成魚期の大規模な群れが来遊したと推察される。小田原の事例においてもカジメ群落は短期間で消失しており、福村の事例においても漁業者からの聞き取りではあるが、約2ヶ月間で大型海藻の群落が消失しており、短期間で広範囲の藻体が茎だけになった状況から判断すると、やはり大規模な群れが関与したと考えられる。いずれの事例においても、上述したように茎に多数の筋状の食痕や短い線条痕が共通して認められたことは、アイゴの大規模な群れによる磯焼けが発生した場合に特徴的に認められる食痕であり、単独や少数個体のアイゴがカジメ科海藻を採餌した場合に上述したような食痕が藻体に残ることは稀であると推察する。

3事例の解析結果から、アイゴの大規模な群れによって発生したカジメ科海藻の葉状部消失現象は、短期間で葉状部が消失した藻体が広範囲に発生するというだけでなく、単独及び少数個体のアイゴによる葉状部の消失とは藻体の食害状況（採餌部位や食痕の付き方等）が異なることを示唆している。その相違点を以下に整理するとともに、既往の水槽実験の成果も考慮して、単独及び少数個体のア

イゴによる食害状況との相違を考察する。

大規模な群れによって発生した場合の大きな特徴の一つは、葉状部や茎葉移行部だけでなく茎そのものが直に採餌され、茎そのものの欠損状態、すなわち茎の白い髓層が露出した状態が生じることである。茎の欠損部はアイゴの歯の痕である線条痕でその全面が覆われるため²³、波浪や礫などの衝突及びブダイ類による藻体の引きちぎりなど物理的に茎が折れたような場合の断面とは明確に区別がつく。また水槽実験におけるアイゴの採餌行動の観察結果では、水槽内の個体数が増加し収容密度が増え、茎葉移行部や茎を直接採餌し始め、食い散らかすような採餌行動へ変化することが報告されている^{13,14}。そして茎葉移行部や茎を採餌する場合においても、他個体の採餌によって生じた欠損部をさらに繰り返し少しずつ削り取るようにして食べることが報告されている^{13,14}。野外においても同様に、葉状部がまだ十分残っている段階から葉状部よりもむしろ茎葉移行部や茎を積極的に採餌し始め、その結果として短期間で茎の欠損が生じると推察される。一方、単独及び少数個体のアイゴによる場合は、比較的長い期間にわたる継続的な食害の進行によって葉状部が消失する状態に至るが、葉状部が消失した時点でアイゴの採餌が終息することが多いと推察する¹¹。おそらく単独及び少数個体のアイゴの採餌により茎がひどく欠損したり、茎が短くなることは、磯焼け域で試験的に藻体の移植をするなどの場合を除いて稀であると考えられる。このようなアイゴの群れの大きさによるカジメ科海藻の採餌様式の相違は、カジメ科海藻が有する忌避物質の部位別の含有量²⁰とアイゴの群れの大きさによる警戒心の相違²¹とが関わっていると推測されるが、今後その詳細を明らかにする必要がある。

大規模な群れによる磯焼けのもう一つの特徴は、上述した引っ掻き傷のような細長い筋状の食痕と短い線条痕の食痕が茎の全体に多数付いていることである。このような食痕が茎に付くことは従来報告されておらず、見過ごされていたと考えられる。

また蓋井島での事例を考慮すると、葉状部が多量に海底に堆積している状態も、アイゴの大規模な群れによって引き起こされやすく、単独及び少数個体のアイゴによる継続的な採餌では短期間に葉状部の多量の脱落は発生しにくいと推察する。

以上のことを逆の視点で見ると、アイゴの食害により葉状部の消失したカジメ科海藻の群落において、桐山ら²と吉村ら³で詳細に報告された食痕の特徴に加えて、次のよ

うな特徴が認められた場合には大規模な群れの来遊によって引き起こされた可能性がある。①茎葉移行部や茎が採餌され、髓層が剥き出しの状態となり、②茎全体に細長い筋状の食痕や短い線条痕が多数観察され、③茎だけとなった藻体の周囲に多量の葉状部が堆積した状態である。特に②の特徴は大規模な群れかどうかを判断する決め手になると考えている。また③については、食害を受けてから時間が経過すると不明瞭となる。

成魚期のアイゴによる大規模な群れや大量来遊あるいは大量漁獲についての逸話や記述は従来から散見されるが^{22,23,24}、写真などとともに大規模な群れの状況について記述した報告は見当たらない。棚田は、2016年12月15日に徳島県南部太平洋沿岸の志和岐地先で全長20 cm前後のアイゴの大群を観察し、その群れの一部を写真撮影した (Fig.

15)。当日の水温は19.2 °Cであった。観察地点周辺にはサガラメ及びカジメの群落が形成されていたが、アイゴの大群はそれらを採餌することなく水深5~7 mを遊泳移動しており、葉状部の消失した藻体はわずかであった。数枚撮影した写真の中で計数できたアイゴの最大個体数は528個体であったが、撮影した写真は群れの一部を切り取ったものであるため、実際の群れの個体数はさらに増えることになる。著者らはそれぞれ、山口県、神奈川県、徳島県沿岸の各地で潜水調査によるアイゴの観察を長年にわたり継続しているが、これまでに確認できたアイゴ成魚の群れの規模は多くても100個体程度までであり^{11,25}、今回のような規模のアイゴの大群を観察したことはなかった。また今回観察した大群のアイゴは警戒心が非常に弱く、群れにかなり近づいて撮影することができた。アイゴは成魚期であって



Fig. 15. A large school of adult *S. fuscescens* observed on the coast of Shiwagi, Minami Town, Tokushima Prefecture on December 2016, composed of more than 500 individuals.

も条件次第で大群を形成する可能性があることをこの観察事例は示している。しかし、アイゴがどのような条件の時に大群を形成するのかわかりません。今後は、短期間で藻場が消失したときのデータをさらに蓄積して詳細な議論ができるようにするとともに、大群形成の視点からアイゴの行動生態を明らかにする必要があります。

謝 辞

調査全般にご理解とご協力を賜ったみうら漁業協同組合 諸磯支所の本間功一様、小田原市漁業協同組合、福村漁業協同組合、及び山口県漁業協同組合蓋井島支店の組合員並びに職員の皆様に御礼申し上げます。徳島県福村地先及び志和岐地先での潜水調査に協力いただいた徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課の中西達也氏に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 中山恭彦, 新井章吾: 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 (1999)
- 2) 桐山隆哉, 野田幹雄, 藤田明彦: 藻食性魚類数種によるクロメの摂食と摂食痕. 水産増殖, **49**, 431-438 (2001)
- 3) 吉村 拓, 長谷川雅俊, 霜村胤日人, 尾上静正, 内海訓弘, 藤井明彦, 桐山隆哉: 藻食性魚類の藻場に及ぼす影響評価のための基礎資料. 水産業関係特定研究開発促進事業 藻食性魚類の大型褐藻類に対する食害の実態解明総括報告書 平成13~16年度, 共著-1~39 (2005)
- 4) 桐山隆哉, 藤井明彦, 藤田雄二: 藻食性魚類によるヒジキ摂食と摂食痕の特徴. 水産増殖, **53**, 355-365 (2005)
- 5) 桐山隆哉, 藤井明彦, 吉村 拓, 清本節夫, 四井敏雄: 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**, 319-323 (1999)
- 6) 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: 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 (2000)
- 7) 長谷川雅俊, 小泉康二, 小長谷輝夫, 野田幹雄: 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. 静岡県水産試験場研究報告, **38**, 19-25 (2003)
- 8) 桐山隆哉, 藤井明彦, 藤田雄二: 長崎県沿岸におけるヒジキ生育不良現象を摂食によって誘発している原因魚種. 水産増殖, **53**, 419-423 (2005)
- 9) 中山恭彦, 幸塚久典, 新井章吾: 漂着アマモに認められた藻食性魚類の採食痕. 藻類, **53**, 141-144 (2005)
- 10) 二村和視, 高辻裕史, 増田 傑, 寫本淳司: 静岡県榛南海域へ移植したカジメ・サガラメ種苗の生長・成熟とアイゴによる食害. 水産増殖, **55**, 541-546 (2007)
- 11) 野田幹雄, 大原啓史, 村瀬 昇, 池田 至, 山元憲一: アイゴによるアラメおよび数種のホンダワラ類の被食過程と群落構造の関係. 日本水産学会誌, **80**, 201-213 (2014)
- 12) 八谷光介, 桐山隆哉, 清本節夫, 種子田 雄, 吉村 拓: 2013年に発生した長崎県志岐市郷ノ浦町地先におけるアラメ・カジメ場の衰退過程について - 夏季の高水温による発生と秋季の食害による拡大 -. Algal Resources, **7**, 79-94 (2014)
- 13) 野田幹雄, 長谷川千恵, 久野孝章: 水槽内のアイゴ *Siganus fuscescens* 成魚によるアラメ *Eisenia bicyclis* の特異な採食行動. 水大研報, **50**, 151-159 (2002)
- 14) 野田幹雄, 小林孝平, 荒木めぐみ, 安倍大地, 村瀬 昇: アイゴの採餌による大型海藻の藻体欠損量に影響する要因について - 水温別の日間採餌量の見積と群れの大きさの影響 -. 海苔と海藻, **85**, 20-33 (2017)
- 15) 木下淳司: 人工リーフへのカジメ藻場移植と群落の拡大に関する研究. 水産工学, **45**, 169-178 (2009)
- 16) 木下淳司: 6.3. 西湘海岸大規模人工リーフの20年間. 藤田大介, 村瀬昇, 桑原久実 (編), 藻場を見守り育てる知恵と技術. 成山堂書店, 東京, 148-152 (2010)
- 17) 棚田教生, 中西達也: 徳島県沿岸で2012年に発生した大規模な磯焼けについて - アイゴの大量出現との関係 -. 徳島水研だより, **85**, 1-5 (2013)
- 18) 川俣 茂, 長谷川雅俊: アイゴによるアラメ・カジメ摂食に及ぼす波浪と水温の影響. 水産工学, **43**, 69-79 (2006)
- 19) 山内 信, 木村 創, 藤田大介: アイゴ (*Siganus fuscescens*) の摂餌生態と音刺激による摂餌抑制効果について. 水産工学, **43**, 65-68 (2006)
- 20) 野田幹雄, 熊本修太, 村瀬 昇, 池田 至, 田上保博, 山元憲一: アイゴの採餌選択性に影響を及ぼす大型褐藻類の二次代謝産物と形態的要因の評価. 平成19年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 東京, 181 (2007)
- 21) 野田幹雄, 國枝 寛, 村瀬 昇: アイゴによるアラメ採餌の群れの効果と採餌行動変化の実験的な検討. 平

- 成26年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 福岡, 77 (2014)
- 22) 坂本龍一: 餌料藻場回復試験-門川地先でみられたカジメ群落の衰退現象について-. 平成6年度宮崎県水産試験場事業報告書, 108-112 (1996)
- 23) 荒武久道: 3.2食われても平気な藻場. 藤田大介, 野田幹雄, 桑原久実 (編), 海藻を食べる魚たち-生態から利用まで-. 成山堂書店, 東京, 52-62 (2006)
- 24) 和田隆史, 棚田教生: 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 (2013)
- 25) 棚田教生, 亀井いずみ, 石川侃: 潜水観察からみた徳島県宍喰周辺海域におけるアイゴの分布および行動. 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所研究報告, **9**, 7-12 (2013)