

# 日本産コンブ目海藻 5 種の分布とモニタリング指標種としての評価

寺田竜太<sup>1</sup>・川井浩史<sup>2</sup>・倉島 彰<sup>3</sup>・村瀬 昇<sup>4</sup>・坂西芳彦<sup>5</sup>・  
田中次郎<sup>6</sup>・吉田吾郎<sup>7</sup>・阿部剛史<sup>8</sup>・北山太樹<sup>9</sup>

<sup>1</sup>鹿児島大学水産学部・<sup>2</sup>神戸大学内海域環境教育研究センター・<sup>3</sup>三重大学大学院生物資源学  
研究科・<sup>4</sup>水産大学校・<sup>5</sup>水産総合研究センター日本海区水産研究所・<sup>6</sup>東京海洋大学  
大学院海洋科学技術研究科・<sup>7</sup>水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所・<sup>8</sup>北海道大  
学総合博物館・<sup>9</sup>国立科学博物館

## はじめに

藻場は沿岸域における主要な基礎生産の場であり、魚介類の生息場や隠れ家、産卵場としても機能している。しかし、藻場の減少や消失が日本各地で指摘されており、1978 年以降の 30 年間で約 40% 減少したと見積もられている（水産庁 2011）。また、環境変動に関連すると考えられる藻場構成種の変化や温帯域での造礁サンゴの増加も指摘されており、沿岸生態系そのものが変化しつつある（藤田ほか 2006；吉田 2009）。経済活動が藻場生態系に与える影響も古くから指摘されており、埋め立てや水質悪化などでも藻場は失われている。

藻場生態系は、さまざまな要因による微妙なバランスの上で成立している。藻場を取り巻く世界に何がおきているかを明らかにし、これからのことを予測するためには、現状を把握し、変化を的確に捉えていくことが欠かせない。2008（平成 20）年度から開始された環境省重要生態系監視地域モニタリング推進事業（モニタリングサイト 1000: 以下、モニ 1000）の沿岸域調査では、北海道室蘭市、宮城県南三陸町志津川、静岡県下田市（伊豆下田）、兵庫県洲本市由良（淡路由良）、兵庫県豊岡市竹野、鹿児島県長島町（薩摩長島）の 6 箇所にも藻場のモニタリングサイトを設置し、年 1 回の調査を実施している（環境省自然環境局生物多様性センター 2009, 2010, 2011, 2012）。

それぞれのサイトでは地域を代表する藻場生態系がモニタリングされているが、藻場の衰退や構成種の変化が将来的に見られる場合、各種の分布におけるサイトの地理的な位置づけについて整理しておくことが不可欠である。そ

こで本稿では、モニ 1000 沿岸域調査で見られる主要なコンブ目海藻 5 種の全国的な分布を整理し、モニタリングの指標種として評価することを目的とした。

## 方法

モニ 1000 の 6 サイトで見られる海藻類は延べ 283 種に達する。この中より、各サイトで藻場の林冠を構成する主なコンブ目海藻 5 種、マコンブ *Saccharina japonica*、アラメ *Eisenia bicyclis*、カジメ *Ecklonia cava*、クロメ *Ecklonia kurome*、アントクメ *Eckloniopsis radicata* の分布について整理した。分布情報は、本事業の 6 サイトと第 7 回自然環境保全基礎調査浅海域生態系調査（環境省自然環境局生物多様性センター 2008）の 129 箇所の調査結果を用いると共に、北海道大学総合博物館（SAP）、国立科学博物館植物研究部（TNS）、神戸大学内海域環境教育研究センター、本事業の藻場分科会委員が所有する標本や調査記録を用いた。

## 結果と考察

海藻の成長や成熟は水温に強く影響を受けることから、分布域は生育可能な水温の範囲内に限られる。一般に、水温は高緯度ほど低くなることから、海藻の植生には熱帯から寒帯にかけての緯度的な勾配が見られる。しかし、水平分布は緯度に加えて海流との強い関係があり、寒流の影響域ではより低緯度まで亜寒帯性種が見られるのに対し、暖流域では高緯度まで温

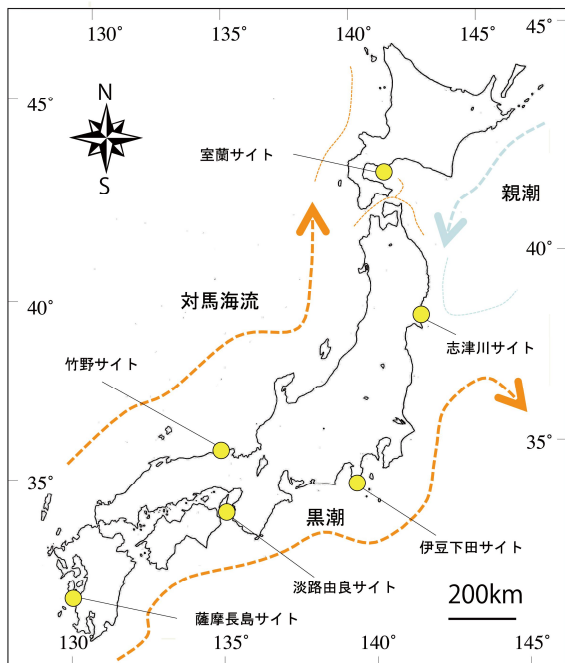


図1 .日本周辺の海流と環境省モニタリングサイト 1000 沿岸域調査における藻場サイト . 海流は海上保安庁海洋情報部海洋速報および海流推測図を基に作成 .  
( <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/index.html>, 2013年3月29日確認)

表1 .モニタリングサイト 1000 沿岸域調査の藻場サイト 6 箇所に見られる主なコンブ目海藻

主な出現種	室蘭	志津川	伊豆下田	淡路由良	竹野	薩摩長島
マコンブ	++	+				
アラメ		++	++			
カジメ			++	++		
クロメ					++	
アントクメ						++

++ : サイトで見られた種類  
+ : サイト周辺で見られた種類

帯性種が見られる (寺田 2011)。また、同一の海域内でも、波浪や潮流、濁り、地形などでも植生は著しく異なる。

日本は南北に長い国土を持ち、太平洋と日本海、東シナ海、オホーツク海という性質の異なる海に囲まれている。また、南西諸島から本州中南部にかけて北上する黒潮や日本海に流入する対馬海流などの暖流の影響、千島列島に沿って南下する親潮など、複雑に入り交じる海流の影響を受けている (図1)。藻場のモニタリングサイトは、このような異なる海域と海流の影響を考慮した上で設置されている。コンブ目海藻は6サイトすべてで見られるが、種類によって顕著な緯度的勾配が見られ、各サイトで優

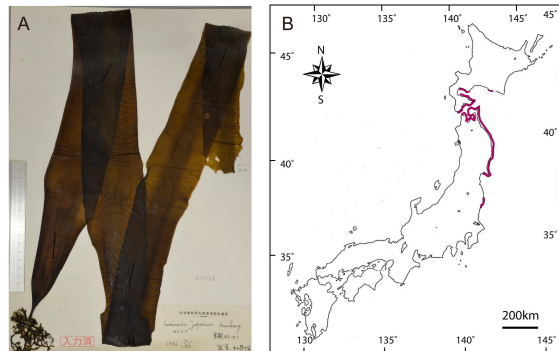


図2 . A. マコンブ *Saccharina japonica* (北海道室蘭, SAP48794) . B. 第7回自然環境保全基礎調査, モニタリングサイト 1000, 北海道大学総合博物館, 国立科学博物館の収蔵標本に基づくマコンブの分布域 .

占する種は異なる (表1)。各種の分布は以下のとおりである。

## マコンブ

マコンブは亜寒帯性のコンブ科に属し、短い茎と笹の葉状または帯状の葉状部を有する (図2A)。北海道南西部の内浦湾 (噴火湾) 沿岸や津軽海峡に分布し、主要な食用海藻として採取されている。東北地方では青森県や岩手県、宮城県北部で主に見られるが、福島県いわき市や北関東の茨城県日立市でも見られる (図2B)。分布域は基本的に親潮 (千島海流) の影響を受けているが、内浦湾や津軽海峡、三陸沿岸では津軽暖流や分枝流の影響を季節的に受けており、牡鹿半島以南では黒潮からの暖水塊の影響を受けることもある (大谷・秋葉 1970; 川合 1972; 高杉 1992; 福渡ほか 1996)。

本種は室蘭サイトと志津川サイトで見られるが、特に室蘭では水深 2~3 m にかけて高密度な群落を形成する。本種は室蘭より東の日高地方の一部などで見られるが、大規模な群落は室蘭周辺までに限られる。また、志津川サイトよりも南の地域では牡鹿半島などでも見られるが、福島県や茨城県では一部の場所に限られる (中脇ほか 2001)。このことから、モニ 1000 では分布域の北部と南部における生育状況がモニタリングされているといえる。

桑原ほか (2006) は、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) が示す最大水温上昇 (2.9°C) に準じた 100 年後の長期予測として、ミツイシコンブ *Saccharina angustata* やリシリコンブ *Saccharina ochotensis*、ナガコンブ *Saccharina*

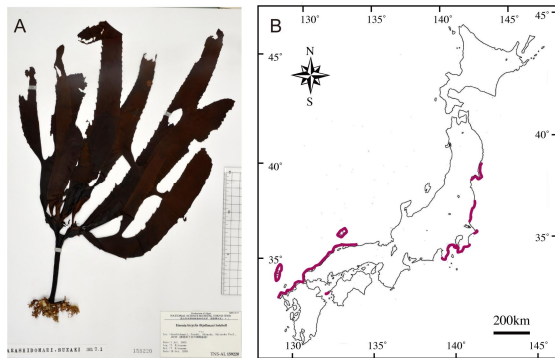


図3 . A. アラメ *Eisenia bicyclis* (静岡県下田, TNS-AL 159220) . B. 第7回自然環境保全基礎調査, モニタリングサイト 1000, 北海道大学総合博物館, 国立科学博物館の収蔵標本に基づくアラメの分布域 .

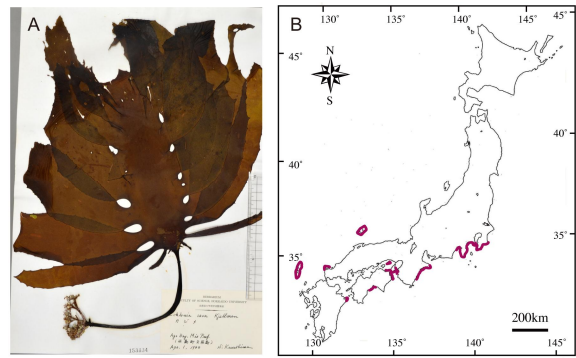


図4 . A. カジメ *Ecklonia cava* (三重県英虞湾, TNS-AL 153934) . B. 第7回自然環境保全基礎調査, モニタリングサイト 1000, 北海道大学総合博物館, 神戸大学内海域環境教育研究センター, 国立科学博物館の収蔵標本に基づくカジメの分布域 .

*longissima* の3種が北海道沿岸で衰退すると予測している。マコンブに関する予測はないが、今後の植生変化の指標種として、室蘭サイトや志津川サイトでのモニタリングが注視される。

## アラメ

アラメは温帯性のカジメ科に属し、円柱状の太い茎と葉状部からなる。幼体の葉状部は笹の葉状だが、成体では茎の上部が二叉に枝分かれし、多数の側葉を形成する(図3A)。日本と韓国に分布する東アジア固有種だが(吉田1998; Cho 2010)、国内での分布は2海域に分かれており、九州北西部から山陰地方にかけての玄界灘・日本海沿岸と、静岡県伊豆半島から岩手県南部にかけての本州太平洋沿岸で見られる(図3B)。前者は対馬海流の影響を受ける地域だが、後者は黒潮の影響域に位置する(木村・杉本1990)。また、関東以北では親潮の影響も受けることもある(福渡ほか1996)。

本種は志津川サイトと伊豆下田サイトで見られ、どちらも優占群落を形成している。北海道大学総合博物館と国立科学博物館に収蔵されている標本では、志津川サイトよりも北の採集地が岩手県陸前高田市や気仙沼市までだったことから、本サイトは本種の分布北限に近いと考えられる。一方、伊豆下田サイトは本州太平洋沿岸における分布の南限域に位置していることから、モニ1000によって太平洋側の分布域における北部と南部の生育状況が把握されているといえる。

桑原ほか(2006)の長期予測では、アラメの北限と南限が北海道南部と福島県沿岸までそ

れぞれ北上することを示唆している。この場合、伊豆下田サイトにおけるアラメの衰退や消失が懸念されるが、モニ1000のモニタリングによっていち早く変化を捉えることが可能であり、マコンブと共に植生変化の指標種となることが期待される。

## カジメ

カジメはアラメと同じカジメ科に位置し、円柱状の太い茎と葉状部からなる。幼体の葉状部は笹の葉状だが、成体では側葉が両側から多数生じる(図4A)。本種は房総半島南部から西日本にかけての太平洋沿岸に広く分布するが、対馬や山口県、隠岐沿岸にも見られる(図4B)。モニ1000では伊豆下田サイトと淡路由良サイトで見られ、どちらも優占群落を形成している。伊豆下田サイトでは水深3~4mにアラメ、それ以深はカジメが優占する垂直分布となる。この垂直分布は房総半島から伊豆半島にかけて広く見られており、海域の透明度や両種の光要求量の差などによって、両種の生育下限水深が決定されている(寺脇2003)。コンブ目海藻の群落成立条件は水温と光が重要な制限要因になっており、透明度の低下や高水温の場合、海底に届く光量の低下や藻体の光要求量の増加によって、群落は生育下限から消失することが示唆されている(倉島2011; 坂西2011)。黒潮の影響を受けやすい伊豆下田サイトや大都市近郊に位置する淡路由良サイトでは、カジメ群落の垂直方向の変化などから、水質や環境の変化をいち早く捉えることが可能といえる。

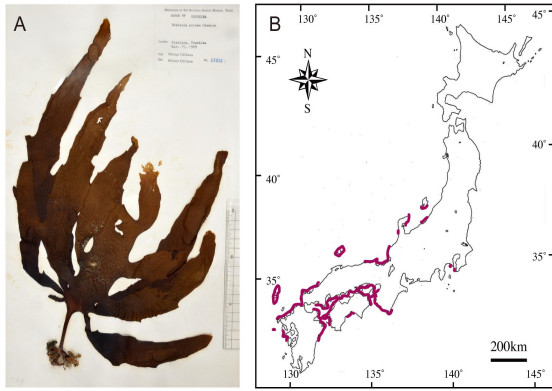


図5 .A. クロメ *Ecklonia kurome*(長崎県対馬, TNS-AL 13036) . B. 第7回自然環境保全基礎調査, モニタリングサイト 1000, 北海道大学総合博物館, 神戸大学内海域環境教育研究センター, 国立科学博物館の収蔵標本に基づくクロメの分布域.

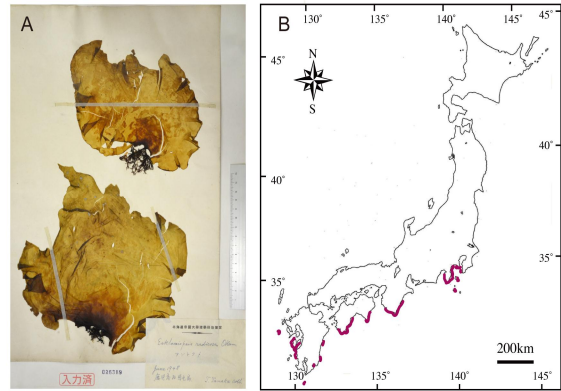


図6 . A. アントクメ *Eckloniopsis radicata* (鹿児島県馬毛島, SAP26389) . B. 第7回自然環境保全基礎調査, モニタリングサイト 1000, 北海道大学総合博物館, 国立科学博物館の収蔵標本に基づくアントクメの分布域.

和歌山県沿岸や高知県沿岸では、カジメやクロメの衰退や磯焼けが深刻な問題となっている(木村・山内 2009; 田井野 2009; Tanaka et al. 2012)。西日本におけるこれらの衰退は太平洋沿岸の外海に面した場所を中心に報告されており、水温環境の変化や食害の影響が示唆されている。これらの影響は淡路由良サイトで見られないが、太平洋沿岸から紀伊水道、紀淡海峡に至る海域の水温勾配などが一部に影響しているかもしれない。事実、四国西岸の豊後水道では、水温勾配と植生・食害の関係が報告されている(吉田ほか 2011)。また、瀬戸内海のアラメやカジメも長期的に衰退することが予測されており(桑原ほか 2006)、磯焼けや食害の影響が外海側から紀淡海峡まで及ぶ可能性も懸念されることから、淡路由良サイトのカジメはこれらの影響をいち早く捉える指標種として期待される。

## クロメ

クロメはカジメ科に位置し、円柱状の太い茎と葉状部からなる。幼体の葉状部は笹の葉状だが、成体では側葉が両側から多数生じる(図5A)。カジメに似るが、葉の表面に無数の皺が形成される点で区別される。本種は西日本の太平洋沿岸や瀬戸内海、九州北部から本州中部日本海沿岸にかけて広く分布する(図5B)。

モニ1000では竹野サイトで見られ、日本海沿岸における分布の中央部に位置する群落がモニタリングされている。本サイトは日本における藻場の長期モニタリングのさきがけにな

った場所として知られている(川井ほか 2011)。1997年のナホトカ号沈没以降、10年にわたる生態系モニタリングやその他の大型プロジェクトのサイトとしてのデータが蓄積されており、モニ1000を通して今後も蓄積され続けていくことが期待される。海域の植生を象徴する大規模でかつ典型的な藻場でデータを蓄積し続けることは、変化していく生態系を客観的に把握する上できわめて重要な意味を持つといえる。

一方、太平洋や東シナ海沿岸の個体群では、カジメと同様に磯焼けや食害などによる本種の消失が報告されており、環境変動の影響も示唆されている(Tanaka et al. 2012)。現在見られるクロメの南限は熊本県天草下島であり、薩摩長島サイトの約30km北に位置する。モニ1000やさまざまな枠組みの調査を通して、天草のクロメもモニタリングされていくことを期待したい。

## アントクメ

アントクメは、短い茎から笹の葉状または楕円形の葉状部が伸び、表面に皺や白色斑が生じる(図6A)。コンブ目海藻で最も低緯度に分布し、房総半島南部から四国、九州中南部にかけての太平洋と東シナ海沿岸に見られる(図6B)。本種は元々、鹿児島県の種子島沖の馬毛島での生育が確認されているが、最近10年間の調査で確認されず、分布南限の北上が示唆されている(寺田 2011)。現在確認される分布南限は薩摩半島の串木野と大隅半島の志布

志である。また、九州西岸における本種の北限は長らく熊本県天草下島付近といわれてきたが(瀬川・吉田 1961)、北海道大学総合博物館と国立科学博物館には長崎県福江島で採取された標本が収蔵されており(Kitayama 1998)、長崎県本土での生育も報告されている(桐山・藤井 2005; 桐山 2009; 吉村 2010)。薩摩長島サイトでは良好な藻場が保たれているが、分布の南限では衰退と北上が見られることから、モニタリングを通して変化をいち早く捉えていくことが期待される。

本種は伊豆半島でも見られるが、外海に面した場所や黒潮の影響を受けやすい場所ではカジメよりもアントクメの方が多くといわれている(横浜 2009)。この地域で植生の変化が見られる場合、カジメからアントクメに構成種が徐々に変化する可能性も考えられる。

### まとめと展望

モニ 1000 沿岸域調査の藻場サイトは、コンブ目海藻 5 種の分布が長期的に変化していく場合でも、これらの変化をいち早く把握することが可能と考えられる。亜寒帯性のマコンブと温帯性のアラメが混在する志津川サイトでは、マコンブ群落の衰退とアラメ群落の拡大が懸念される一方で、伊豆下田サイトではアラメ群落の衰退が十分に考えられる。また、分布の変化は単純な北上に留まらず、三陸沿岸では津軽海峡を介して北から温帯性種が加入してくることも予想される。事実、日本海に広く分布するスギモク *Cocophora langsдорfii* やツルアラメ *Ecklonia stolonifera* は、津軽海峡東部まで分布しており(能登谷・足助 1984; 桐原ほか 2006; 寺田ほか 2008)、国立科学博物館に近年収蔵されたスギモクの標本は三陸沿岸の岩手県山田町で採集されている。環境変動に関連すると考えられる温帯性種の分布拡大は、南から北への単純な変化に留まらないことを示す典型例であり、ツルアラメなどの日本海固有種の太平洋沿岸への分布拡大も注視していく必要がある。

西日本や黒潮流域における亜熱帯性種の増加も注視に値する。これらの種類の増加は外海に面した場所や岬など、海流の影響を受けやすい場所で局所的に見られるようになり、次第に内湾や入り江などでも顕在化していくと予想

される。伊豆下田や淡路由良、竹野サイトは比較的これらの影響を受けにくい場所だが、変化が見られる場合には、本州中南部の太平洋沿岸や日本海沿岸の広い範囲で亜熱帯性種が増加すると思われる。また、薩摩長島サイトではアントクメが衰退し、磯焼けや造礁サンゴの増加、亜熱帯性種の増加がどこよりも早く見られる可能性がある。モニ 1000 沿岸域調査は開始から 5 年が経過したに過ぎないが、長期的なモニタリングによって、植生の変化を的確かつ迅速に把握していくことが改めて望まれる。

### 引用文献

- Cho GY (2010) Laminariales. In: Anon (eds), Algal flora of Korea. Volume 2, Number 2. Heterokontophyta: Phaeophyceae: Ishigeales, Dictyotales, Desmarestiales, Sphacelariales, Cutleriales, Ralfisales, Laminariales, 175-196. National Institute of Biological Resources, Incheon
- 藤田 大介, 野田 幹雄, 桑原 久美 (編) (2006) 海藻を食べる魚たち -生態から利用まで- 成山堂書店, 東京
- 福渡 淳一, 田中 仁, 首藤 伸夫 (1996) 三陸沿岸における水温分布の推定. 海岸工学論文集, 43:1196-1200
- 環境省自然環境局生物多様性センター (編) (2008) 第 7 回自然環境保全基礎調査浅海域生態系調査 (藻場調査) 報告書. 環境省, 山梨
- 環境省自然環境局生物多様性センター (編) (2009) 平成 20 年度重要生態系監視地域モニタリング推進事業 (モニタリングサイト 1000) 沿岸域調査業務報告書. 環境省, 山梨
- 環境省自然環境局生物多様性センター (編) (2010) 平成 21 年度重要生態系監視地域モニタリング推進事業 (モニタリングサイト 1000) 沿岸域調査業務報告書. 環境省, 山梨
- 環境省自然環境局生物多様性センター (編) (2011) 平成 22 年度モニタリングサイト 1000 磯・干潟・アマモ場・藻場 調査報告書. 環境省, 山梨
- 環境省自然環境局生物多様性センター (編) (2012) 平成 23 年度モニタリングサイト 1000 磯・干潟・アマモ場・藻場 調査報告書. 環境省, 山梨

- 川合 英夫 (1972) 黒潮と親潮の海況学. 岩下光男, 小牧 勇蔵, 星野 通平, 堀部 純男, 増沢 讓太郎 (編) 海洋物理 II, 129-320. 東海大学出版会, 東京
- 川井 浩史, 寺田 竜太, 村瀬 昇, 吉田 吾郎, 倉島 彰, 神谷 充伸 (2011) 淡路由良, 竹野の藻場モニタリングサイト. 海洋と生物, 33:306-314
- 木村 伸吾, 杉本 隆成 (1990) 熊野灘・遠州灘沿岸域への黒潮暖水の流入過程. 水産海洋研究, 54:19-31
- 木村 創, 山内 信 (2009) 藻場造成の現状と問題点 -和歌山県沿岸-. 能登谷 正浩 (編) カジメ属の生態学と藻場造成, 恒星社厚生閣, 東京
- 桐原 慎二, 藤川 義一, 蝦名 浩, 能登谷 正浩 (2006) 青森県大間崎沿岸におけるツルアラメ卓越群落除去後に観察された海藻群落の遷移. 水産増殖, 54:1-13
- 桐山 隆哉 (2009) カジメ類の分布変化 -長崎県沿岸-. 能登谷 正浩 (編) カジメ属の生態学と藻場造成, 93-115. 恒星社厚生閣, 東京
- 桐山 隆哉, 藤井 明彦 (2005) 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. 水産業関係特定研究開発促進事業報告書, 30. 長崎県総合水産試験場, 長崎
- Kitayama T (1998) Brown Algae from Fukue Island, Nagasaki Pref., Japan. *Memoirs of the National Science Museum*, 31:97-106
- 倉島 彰 (2011) アラメ・カジメの生態生理的特性. 海洋と生物, 33:330-329
- 桑原 久実, 明田 定満, 小林 聡, 竹下 彰, 山下 洋, 城戸 勝利 (2006) 温暖化によるわが国水産生物の分布域の変化予測. 地球環境, 11:49-57
- 中脇 利枝, 吾妻 行雄, 谷口 和也 (2001) 女川湾における褐藻マコンブ群落の生活年周期と生産力. 水産増殖, 49:439-444
- 能登谷 正浩, 足助 光久 (1984) 青森県沿岸におけるコンブ目植物の分布. 青森県水産増殖センター研究報告, 3:15-18
- 大谷 清隆, 秋葉 芳雄 (1970) 噴火湾の海況変動の研究: I 湾水の周年変化. 北大水産研究彙報, 20:303-312
- 坂西 芳彦 (2011) 光と温度に関連したコンブの生理生態. 海洋と生物, 33:323-336
- 瀬川 宗吉, 吉田 忠生 (1961) 天草臨海実験所近海の生物相. 海藻類, 九州大学理学部附属天草臨海実験所
- 水産庁 (編) (2011) 水産白書 平成 23 年度版. 農林統計協会, 東京
- 田井野 清也 (2009) カジメ・クロメの藻場造成 -高知県沿岸-. 能登谷 正浩 (編) カジメ属の生態学と藻場造成, 72-92. 恒星社厚生閣, 東京
- 高杉 知 (1992) 岩手県沿岸域における津軽暖流水の分布と定地水温への影響. 水産海洋研究, 56:434-448
- Tanaka K, Taino S, Haraguchi H, Prendergast G, Hiraoka M (2012) Warming off southwestern Japan linked to distributional shifts of subtidal canopy-forming seaweeds. *Ecology and Evolution*, 2:2854-2865
- 寺田 竜太 (2011) 藻場の長期モニタリング, 背景と課題. 海洋と生物, 33:291-297
- 寺田 竜太, 吉田 忠生, 新井 章吾, 村瀬 昇 (2008) スギモク *Coccophora langsdorfii* (Turner) Greville (褐藻ヒバマタ目) の分布と基準産地: 特に周防灘における分布と南限群落について. 海藻類, 56:17-21
- 寺脇 利信 (2003) アラメとカジメ. 能登谷 正浩 (編) 藻場の海藻と造成技術, 100-112. 成山堂書店, 東京
- 横浜 康継 (2009) 海藻という植物 (9) 亜熱帯に育つコンブ科海藻アントクメ. 海洋と生物, 31:60-67
- 吉田 吾郎 (2009) 海の砂漠化? 広がる藻場の異変と温暖化. 独立行政法人水産総合研究センター (編) 地球温暖化とさかな. 121-136. 成山堂書店, 東京
- 吉田 吾郎, 寺脇 利信, 山下 亜純, 新井 章吾, 樽谷 賢治 (2011) 瀬戸内海から豊後水道にみるガラモ場の変化と水温勾配の関係. 海洋と生物, 33:337-343
- 吉田 忠生 (1998) 新日本海藻誌. 1222. 内田老鶴園, 東京
- 吉村 拓 (2010) 果たして温暖化の影響か? -長崎市における藻場の長期変動. 藤田 大介, 村瀬 昇, 桑原 久美 (編) 藻場を見守り育てる知恵と技術, 161-167. 成山堂書店, 東京