

# 駿河湾西岸，焼津市浜当目の海藻相とその近傍の温度環境

Seaweed flora at Hamatome, Yaizu City, Shizuoka Prefecture and temperature environment of its vicinity

金原 昂平\*

米谷 雅俊\*

Kohei KIMBARA\* Masatoshi KOMETANI\*

芹澤 (松山) 和世\*\*

芹澤 如比古\*\*\*

Kazuyo MATSUYAMA-SERISAWA\*\* Yukihiko SERISAWA\*\*\*

**要約：**静岡県焼津市浜当目海岸で2005～2013年に海藻相の調査を行い、緑藻14種、褐藻30種、紅藻47種の計91種を確認した。本研究により、緑藻のスジアオノリ、ナヨシオグサ、オオハイミル、フサハネモ、ツユノイトケバ、アシツキヒメイトゲ、褐藻のシオミドロ属の一種、アミジグサ属の一種、フクリンアミジ、ウスカワフクロノリ、タバコグサ、トゲモク、タマナシモク、ヨレモクモドキ、エンドウモク、紅藻のオオブサ、クロトサカモドキの17種を大崩近傍の新産種として確認することができた。これらの種を加えた大崩近傍で過去から現在に確認された海藻種は179種（緑藻26種、褐藻48種、紅藻105種）であり、海藻相の寒暖指標値はCP値が0.54、RP値が2.19、IH値が2.22、LF値が0.25、LFD値が1.23で暖温帯的であった。また、本研究による現在の浜当目の海藻相と過去に報告された大崩近傍の海藻相の近接率は29.4～46.0%と低かった。1971～2010年の過去40年間の月平均値（最小～最大）と年平均値は焼津市小川港の水温で13.8～25.7℃と19.2℃、静岡市駿河区曲金の気温で6.6～26.9℃と16.5℃であり、その期間の年平均値は有意に上昇し、40年間で水温が0.91℃、気温が1.01℃上昇したことが判明した。現在の浜当目のCP値は0.47、RP値は1.57、IH値は2.14、LF値は0.27、LFD値は1.23であり、過去の知見と比較するとIH値、LF値、LFD値は暖海化を、RP値は寒海化を示し、CP値は傾向を示さなかった。実際に浜当目近傍の水温と気温が上昇していたことから、本研究ではIH値、LF値、LFD値の変化が現場の温度環境の変動を反映していると評価された。

## I 緒言

静岡県の海岸線は相模灘に面した伊豆半島東岸から南端の石廊崎を経て、駿河湾に面した伊豆半島西岸、駿河湾奥部の沼津、駿河湾西岸の三保、大崩、御前崎に至り、さらに御前崎南岸から浜名湖は遠州灘に面している。静岡県沿岸の海藻としては千原(1967)が緑藻63種、黄緑藻1種、褐藻74種、紅藻270種の計408種を報告しているが、これは千原の採集と従来の知見(eg. 遠藤1935, Segawa1935, 1936, 1938, 1941, 1948)を参照した伊豆半島南部の種を主体とするものであった。したがって、千原(1967)は東海道沿岸の海藻相研究の重要性を強く指摘している。

近年、温暖化による生物の分布域の攪乱が社会問題となっており(eg. 北原ら2001)、現在の生物相の把握および現在と過去の生物相の比較は重要な課題となっているが、海の生物相に関する研究は臨海研究施設や水産研究機関の周辺に限定されていることが多く、海藻相について過去から継続的に調べられている場所は極めて少ない。また、静岡県沿岸の伊豆半島岸は海藻類が着生できる岩礁域や転石帯が多く存在するが、駿河湾西岸や遠州灘岸はほとんどが海藻類の生育できない砂浜域である。しかし、そのような駿河湾西岸にあって、大崩～浜当目と相良～御前崎には大規模な岩礁域や転石帯が存在し、海藻類が豊富に生育することから、古くからの知見が集積している(eg. 大島1946, 谷口1964, 林田・桜井1969, 澤田1961, 1991, 2000, 2008, 小西・林田2004, 芹澤・芹澤(松山)2010, 2012)。したがっ

\*山梨大学大学院教育学研究科修士課程 \*\*山梨大学教育人間科学部協力研究員 \*\*\*科学文化教育講座

て、同地沿岸は現在と過去海藻相が比較可能な数少ない貴重な場所である。

著者らが今回、調査研究の対象とした駿河湾西岸の焼津市浜当日近傍の海藻については、大島(1946)が静岡市用宗と大崩で、林田・桜井(1969)が用宗から焼津市小浜に至る海岸線約4kmで、澤田(1961)が静岡市石部から小浜に至る海岸線約2.5kmで、澤田(1991, 2000, 2008)が石部から焼津市浜当日に至る海岸線約4kmで、小西・林田(2004)が用宗と焼津で採集を行い、出現種を記録している。しかしながらそれらの報告の多くは潮間帯や打ち上げ海藻の断片的な採集を基になされており、周年を通じた調査や、スキューバ潜水による採集はほとんど行われていない。また、浜当日の海藻相は大崩とほとんど変わりが無いと言われているものの(澤田2000)、浜当日海岸に限定した海藻相については明らかにされていない。

一般に海藻相が暖海的か寒海的かを評価する寒暖指標としては瀬川(1956)がCP値を、Feldmann(1937)がRP値を、中原・増田(1971)がIH値を、新崎(1976)がLF値を、田中(1997)がLFD値を提唱しており、LF値は数値が高いほど寒海的、その他の指標は数値が高いほど暖海的であることを示している。したがって、現在と過去海藻相を上記の指標を使って比較することで、海藻類を取り巻く温度環境の変化についてもある程度把握できるものと考えられるが、浜当日近傍の海藻相についてはそのような比較が行われていない。また、近年日本各地で温暖化傾向が伝えられているが(cf. 文部科学省他2009)、実際に浜当日近傍の水温・気温がどう変化しているかについては解析されていない。

そこで本研究では焼津市浜当日海岸の現在の海藻相を明らかにするとともに、浜当日近傍の海藻相と温度環境の長期的変化を詳らかにすることを目的に研究を行った。

## II 材料及び方法

調査は駿河湾西岸中部に位置する浜当日海岸の海岸線約500mの潮間帯上部から潮下帯水深5mまでの範囲で(図1)、2005年5月～2013年9月まで行った。なお、調査は2005年5月～2006年12月と2008年3月～2011年3月までは不定期に、2007年1月～2008年2月と2011年4月～2013年9月までは月1回定期的に行った。海藻類の採集は胴長を着用して行うか、潜水(スキューバ潜水または素潜り)により行い、着生海藻や打ち上げ海藻を各種数個体ずつ徒手採集した。採集の際、岩盤等しっかりと着生している海藻類についてはスクレイパーを用いて藻体の基部より剥がした。採集した海藻は研究室に持ち帰り、種の同定を行った後、押し葉標本の作製と、生標本写真と乾燥標本写真の撮影を行い、現在浜当日に生育する海藻種のリストを作成した。また、過去の浜当日近傍の海藻種のリストは、便宜上過去に大崩近傍で報告されている海藻種(大島1946, 林田・桜井1969, 小西・林田2004, 澤田1961, 1991, 2000, 2008)を基に作成した。海藻種リストの和名および学名の表記は基本的に吉田・吉永(2010)に従ったが、便宜上、本研究ではアオノリ属 *Enteromorpha* をアオサ属 *Ulva* に統合せず別属



図1 本研究の調査地点および過去の文献の調査地点と水温・気温測定地点。

として扱い、吉田・吉永（2010）に記載されていない大島（1946）と澤田（1991）のマタザキクロガシラ *Sphacelaria variabilis* と大島（1946）のハゴイタクログシラ *Sphacelaria novae-caledoniae* については原典に従ってリストに加えた。

現在の浜当日と過去の大崩近傍の海藻相のリストから、海藻相が暖海的か寒海的かを評価する指標である CP 値（緑藻種 / 褐藻種）（瀬川 1956）、RP 値（紅藻種 / 褐藻種）（Feldmann 1937）、IH 値（緑藻と褐藻について、世代交代しない種と同型世代交代種 / 異型世代交代種）（中原・増田 1971）、LF 値（コンブ目種 / ヒバマタ目種）（新崎 1976）、LFD 値（コンブ目・ヒバマタ目・アミジグサ目について、（寒帯性種 × 0 + 温帯性種 × 1 + 熱帯性種 × 2） / 合計種）（田中 1997）を算出して他の地域および現在と過去で比較を行った。また現在の浜当日の海藻相と過去の大崩近傍の海藻相に関する知見で近接率（共通種 / 総出現種 × 100）を算出して比較した。

水温については浜当日近傍の焼津市小川港で 1971 年 1 月～2010 年 12 月に測定されたデータを基に解析を行った。なお、1971 年 1 月～2006 年 12 月までは静岡県水産技術研究所から提供された日水温データを利用して月平均水温を算出し、2007 年 1 月～2010 年 12 月までは静岡県水産技術研究所のホームページより「海洋情報」、「海況、資源動向の情報」に移動して得られる月平均水温を利用した。気温については便宜上気象庁気象統計情報のホームページより「過去の気象データ検索」を行って得られた浜当日近傍の静岡地方気象台（静岡市駿河区曲金）で 1971 年 1 月～2010 年 12 月に測定された月平均気温を利用した。水温と気温について各年の月平均値から年平均値を求め、過去 40 年間の月平均値と年平均値を算出した。また、各年の年平均値を長期的に一次回帰し、回帰直線を算出した。回帰直線の傾きは AnalystSoft 社製の StatPlus:Mac を用いて分散分析により検定した。

### III 結果と考察

本研究で浜当日海岸から確認された種と過去の知見で大崩近傍から確認された種を海藻相の寒暖指標値や近接率とともに表 1 に示した。本調査期間中に緑藻 14 種、褐藻 30 種、紅藻 47 種の計 91 種が浜当日海岸から確認された。このうち、過去の大崩近傍の出現種リストで確認されていない種は、緑藻のスジアオノリ *Enteromorpha prolifera*、ナヨシオグサ *Cladophora hutchinsoides*、オオハイミル *Codium dimorphum*、フサハネモ *Bryopsis corymbosa*、ツユノイトケバ *Derbesia tenuissima*、アシツキヒメイトゲ *Pedobesia ryukyensis*、褐藻のシオミドロ属の一種 *Ectocarpus sp.*、アミジグサ属の一種 *Dictyota sp.*、フクリンアミジ *Rugulopteryx okamurae*、ウスカワフクロノリ *Colpomenia peregrina*、タバコグサ *Desmarestia tabacoides*、トゲモク *Sargassum micracanthum*、タマナシモク *S. nipponicum*、ヨレモクモドキ *S. yamamotoi*、エンドウモク *S. yendoi*、紅藻のオオブサ *Gelidium pacificum*、クロトサカモドキ *Callophyllis adhaerens* の 17 種であった（図 2）。

本研究で大崩近傍からの新産種として確認された緑藻のスジアオノリは干潮時には干出する潮間帯上部にあるコンクリート壁の水平面に着生しており、比較的若い部分の細胞は縦に並び、直径は表面観でおよそ 10～20 $\mu\text{m}$ 、含まれるピレノイドはほぼ 1 つであることが観察された。ナヨシオグサは生育地により高さが 30cm 近くの大型の藻体も見られるシオグサ属藻類であるが、本研究では非常に小型の藻体が潮下帯に生育するヘラヤハズなどに着生していた。オオハイミルはこれまでハイミルと同定されてきたものだと思うが、小囊の形態及びお茶の水女子大学の鳥田博士の好意により行った分子系統解析の結果より、オオハイミルと同定した。フサハネモは消波ブロック上で夏季に頻繁に、ツユノイトケバとアシツキヒメイトゲは消波ブロックの海藻上で稀に冬季に確認された。褐藻のシオミドロ属の一種は消波ブロック上で冬季（2013 年 1 月）に着生していた。アミジグサ属の一種 *Dictyota sp.* は著者らの調査により御前崎からも確認されている種であり、形態的には吉田（1998）や吉田・吉永（2010）でリストから除外されたヨレアミジ *Dictyota cervicornis* に近かった。両種の同定は今後の課題としたい。

表1 本研究で確認された現在の浜当目の海藻類と過去の知見で大崩近傍から報告された海藻類のリストと、その近接率および寒暖指標値。

大分類群	和名	学名	文献		大島(1946)	大島(1946)	林田・桜井(1989)	澤田(1991)	澤田(2000)	小西・林田(2004)	澤田(2008)	本研究	過去から現在
			調査期間		1941-1946	1954.6-1961.8	1962.2-1967.1	1966春-1991春	1954春-2000.8	徳澤1990, 用宗1999-2000	1954.6-2007.10	2005.4-2013.9	1941-2013.9
			主な調査地	大島, 用宗	右部-小浜	用宗-小浜	右部-浜当目	右部-浜当目	用宗, 浜当目	右部-浜当目	浜当目	用宗-浜当目	
緑藻	1 ヒビロミドロ属の一種	<i>Ulothrix</i> sp.											
	2 ヒラアオノリ	<i>Enteromorpha compressa</i>	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○
	3 ボウアオノリ	<i>Enteromorpha intestinalis</i>		○									○
	4 ウスバアオノリ	<i>Enteromorpha linza</i>			○	○	○	○		○	○	○	○
	5 スジアオノリ	<i>Enteromorpha prolifera</i>											○
	6 アオノリの属の一種	<i>Enteromorpha</i> sp.		○	○	○	○	○	○	○			○
	7 ボタンアオサ	<i>Ulva conglobata</i>		○	○	○	○	○	○	○		○	○
	8 リボンアオサ	<i>Ulva fasciata</i>			○	○	○	○	○	○			○
	9 アナアオサ	<i>Ulva pertusa</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	10 タマジズモ	<i>Chaetomorpha monilifera</i>			○	○	○	○	○	○	○	○	○
	11 フトジズモ	<i>Chaetomorpha spiralis</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	12 ナヨシオグサ	<i>Cladophora hutchinsoides</i>											○
	13 オシオグサ	<i>Cladophora japonica</i>			○	○	○	○	○	○	○	○	○
	14 クロシオグサ	<i>Cladophora prolifera</i>	○										○
	15 フサシオグサ	<i>Cladophora vagabunda</i>									○	○	○
	16 シオグサ属の一種	<i>Cladophora</i> sp.								○	○	○	○
	17 フサイワツタ	<i>Caulerpa okamurae</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	18 オオハイミル	<i>Codium dimorphum</i>											○
	19 ミル	<i>Codium fragile</i>		○	○					○			○
	20 ヒラミル	<i>Codium latum</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	21 ハイミル	<i>Codium lucasii</i>								○	○	○	○
	22 タマミル	<i>Codium minus</i>								○	○	○	○
	23 フサハネモ	<i>Bryopsis corymbosa</i>											○
	24 ハネモ	<i>Bryopsis plumosa</i>			○	○	○	○	○				○
	25 ツユノイトケハ	<i>Derbesia tenuissima</i>											○
	26 アシツキヒメイトゲ	<i>Pedobesia ryukyensis</i>											○
紅藻	27 シオミドロ属の一種	<i>Ectocarpus</i> sp.											○
	28 ミツテクロガシラ	<i>Sphacelaria rigidula</i>						○					○
	29 マタザキワロガシラ	<i>Sphacelaria variabilis</i>						○					○
	30 ハロイタケワロガシラ	<i>Sphacelaria novae-caledoniae</i>	○										○
	31 クロガシラ属の一種	<i>Sphacelaria</i> sp.		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	32 ヤハズグサ	<i>Dictyosphaeria tetrascula</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	33 ヘラヤハズ	<i>Dictyosphaeria prolifera</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	34 シワヤハズ	<i>Dictyosphaeria undulata</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	35 アミジグサ	<i>Dictyota dichotoma</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	36 アミジグサ属の一種	<i>Dictyota</i> sp.											○
	37 サナダグサ	<i>Pachydictyon coriaceum</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	38 ウミウチワ	<i>Padina arborescens</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	39 フクリンアミジ	<i>Rugulopterix okamurae</i>											○
	40 コモングサ	<i>Spatoglossum pacificum</i>											○
	41 シモオオギ	<i>Zonaria desingiana</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	42 ナガマツモ	<i>Chordaria flagelliformis</i>			○	○	○	○	○	○	○	○	○
	43 クロモ	<i>Papenfussiaella kuromo</i>											○
	44 赤ハリモ	<i>Leathesia difformis</i>											○
	45 シワノカワ	<i>Petrospongium rugosum</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	46 ウスカワフクロノリ	<i>Colpomenia peregrina</i>											○
	47 フクロノリ	<i>Colpomenia sinuosa</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	48 イワヒゲ	<i>Myelophycus simplex</i>											○
	49 ハハハリ	<i>Petalonia binghamiae</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	50 セイヨウハハハリ	<i>Petalonia fascia</i>											○
	51 ウスカヤモ	<i>Scytozaphon gracilis</i>											○
	52 カヤモノリ	<i>Scytozaphon lomentaria</i>											○
	53 ムサモ	<i>Cutleria cylindrica</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	54 タハコグサ	<i>Desmarestia tabacoides</i>											○
	55 ワカモ	<i>Urdaria pinnatifida</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	56 カジメ	<i>Ecklonia cava</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	57 サガラメ	<i>Eisenia arborea</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	58 アラメ	<i>Eisenia bicyclis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	59 ジョロモク	<i>Myragropsis myagroides</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	60 ホンダワラ	<i>Sargassum fulvellum</i>											○
	61 オオバコギモク	<i>Sargassum giganteifolium</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	62 イノモク	<i>Sargassum hemiphyllum</i>											○
	63 アカモク	<i>Sargassum horneri</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	64 コギモク	<i>Sargassum macrocarpum</i>											○
	65 トガモク	<i>Sargassum microacanthum</i>											○
	66 タマハハキモク	<i>Sargassum muticum</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	67 タマナシモク	<i>Sargassum nipponicum</i>											○
	68 ヤツタモク	<i>Sargassum patens</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	69 マメタワラ	<i>Sargassum piliferum</i>											○
	70 オオバモク	<i>Sargassum ringoldianum</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	71 ヨレモク	<i>Sargassum siliquastrum</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	72 ウミトラノオ	<i>Sargassum thunbergii</i>	○										○
	73 ヨレモクモドキ	<i>Sargassum yamamotoi</i>											○
	74 エドワモク	<i>Sargassum yendoi</i>											○
	75 ウケノリ	<i>Bangia fastuosapurpurea</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	76 オニアマリ	<i>Porphyra horneri</i>											○
77 ベンテンアマノリ	<i>Porphyra dettata</i>											○	
78 マルハアマノリ	<i>Porphyra suborbiculata</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
79 ササビノリ	<i>Porphyra yezoensis</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
80 ヒラガラガラ	<i>Dichotomaria falcata</i>											○	
81 フサノリ	<i>Scinaia japonica</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
82 ニセフサノリ	<i>Scinaia okamurae</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
83 マオウカニノテ	<i>Amphiroa ophedraea</i>											○	
84 ウスカワカニノテ	<i>Amphiroa zonata</i>											○	
85 ヒロハ	<i>Corallina pilulifera</i>											○	
86 モサズキ属の一種	<i>Jania</i> sp.											○	
87 フサカニノテ	<i>Marginisporum aberrans</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
88 ウミサビ	<i>Spongitis yendoi</i>											○	
89 ノリマキ	<i>Titanoderma tumidulum</i>											○	
90 ノリマキ属の一種	<i>Titanoderma</i> sp.											○	
91 ヒメテングサ	<i>Gelidium divaricatum</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
92 マクサ	<i>Gelidium elegans</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
93 オニクサ	<i>Gelidium japonicum</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
94 オオフサ	<i>Gelidium pacificum</i>											○	
95 ハイテングサ	<i>Gelidium pusillum</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
96 ヨレクサ	<i>Gelidium vagum</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
97 オバクサ	<i>Pterocladella tenuis</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

98	ホウノオ	<i>Schmitzia japonica</i>	○				○	○		○	○	○
99	イソダンツウ	<i>Caulacanthus ustulatus</i>		○			○	○		○	○	○
100	フクロフノリ	<i>Giopeltis furcata</i>										○
101	カイノリ	<i>Chondracanthus intermedius</i>			○			○		○	○	○
102	シモンノリ	<i>Chondracanthus teedii</i>		○				○		○	○	○
103	スキノリ	<i>Chondracanthus tenuis</i>		○				○		○	○	○
104	オオバツノマタ	<i>Chondrus giganteus</i>		○				○		○	○	○
105	ツノマタ	<i>Chondrus ocellatus</i>		○				○		○	○	○
106	ヒラコトジ	<i>Chondrus pinnulatus</i>					○					○
107	イトフノリ	<i>Gloiosiphonia capillaris</i>						○		○	○	○
108	キンテキ	<i>Grateloupia angusta</i>						○		○	○	○
109	ムカデノリ	<i>Grateloupia asiatica</i>		○				○		○	○	○
110	ニクムカデ	<i>Grateloupia carnosia</i>			○			○		○	○	○
111	ヒトツマツ	<i>Grateloupia chiangii</i>		○				○		○	○	○
112	タンバノリ	<i>Grateloupia elliptica</i>		○				○		○	○	○
113	サクラノリ	<i>Grateloupia imbricata</i>						○		○	○	○
114	フダラク	<i>Grateloupia lanceolata</i>			○			○		○	○	○
115	ヒラムカデ	<i>Grateloupia livida</i>			○			○		○	○	○
116	スジムカデノリ	<i>Grateloupia ramosissima</i>		○				○		○	○	○
117	オオバキンテキ	<i>Grateloupia schmitziana</i>		○				○		○	○	○
118	ヒヅリメン	<i>Grateloupia sparsa</i>						○		○	○	○
119	ツルツル	<i>Grateloupia turrituru</i>			○			○		○	○	○
120	ムカデノリ属の一種	<i>Grateloupia sp.</i>						○		○	○	○
121	マツノリ	<i>Polyopes affinis</i>						○		○	○	○
122	キヨウノヒモ	<i>Polyopes lancofolius</i>		○				○		○	○	○
123	マタボウ	<i>Polyopes polyoides</i>		○				○		○	○	○
124	コムノリ	<i>Polyopes prolifer</i>		○				○		○	○	○
125	トヤカマツ	<i>Phormis crispata</i>			○			○		○	○	○
126	イバラノリ	<i>Hypnea asiatica</i>			○			○		○	○	○
127	コヒモイバラ	<i>Hypnea chordeacea</i>			○			○		○	○	○
128	カギイバラノリ	<i>Hypnea japonica</i>			○			○		○	○	○
129	サイダイバラ	<i>Hypnea saidana</i>						○		○	○	○
130	タチイバラ	<i>Hypnea variabilis</i>			○			○		○	○	○
131	イバラノリ属の一種	<i>Hypnea sp.</i>			○			○		○	○	○
132	クロサカモドキ	<i>Callophyllis adhaerens</i>						○		○	○	○
133	ヒロハトサカモドキ	<i>Callophyllis crispata</i>		○				○		○	○	○
134	ホソハトサカモドキ	<i>Callophyllis japonica</i>		○				○		○	○	○
135	ヤブデガトサカモドキ	<i>Callophyllis palmata</i>			○			○		○	○	○
136	ウズキス	<i>Tangia lantholia</i>						○		○	○	○
137	エツキウノカワ	<i>Pyrosomella caulifera</i>		○				○		○	○	○
138	オオマタオキツノリ	<i>Ahnfeltiopsis divaricata</i>						○		○	○	○
139	オキツリ	<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>			○			○		○	○	○
140	ミノオキツリ	<i>Ahnfeltiopsis incurvata</i>			○			○		○	○	○
141	ハリガネ	<i>Ahnfeltiopsis paradoxa</i>			○			○		○	○	○
142	オキツリ属の一種	<i>Ahnfeltiopsis sp.</i>						○		○	○	○
143	ユカリ	<i>Plocamium teirairiae</i>			○			○		○	○	○
144	シオグサゴロモ属の一種	<i>Contarinia sp.</i>						○		○	○	○
145	ナミノノハ	<i>Portieria japonica</i>			○			○		○	○	○
146	ベニスナゴ	<i>Schizymenia dubyfi</i>		○				○		○	○	○
147	カバノリ	<i>Quadraria textori</i>			○			○		○	○	○
148	ワツナギソウ	<i>Champia parvula</i>			○			○		○	○	○
149	カエル子ガサ	<i>Binghamia californica</i>						○		○	○	○
150	フシツナギ	<i>Lomentaria catenata</i>		○				○		○	○	○
151	ヒメフシツナギ	<i>Lomentaria pinnata</i>			○			○		○	○	○
152	マサゴシバリ	<i>Rhodymenia intricata</i>		○				○		○	○	○
153	ホソダルス	<i>Rhodymenia liniformis</i>			○			○		○	○	○
154	リュウノタマ	<i>Acrothamnion preissii</i>			○			○		○	○	○
155	フトイギス	<i>Campylasphora crassa</i>			○			○		○	○	○
156	トゲイギス	<i>Centroceras clavulatum</i>		○				○		○	○	○
157	ヌイギス	<i>Ceramium aduncum</i>						○		○	○	○
158	ハネイギス	<i>Ceramium japonicum</i>						○		○	○	○
159	ケイギス	<i>Ceramium tenerium</i>			○			○		○	○	○
160	カザシガサ	<i>Griffithsia japonica</i>		○				○		○	○	○
161	キヌイカザシガサ	<i>Griffithsia subcylindrica</i>			○			○		○	○	○
162	サエダ	<i>Herpochondria elegans</i>		○				○		○	○	○
163	チリモミジ	<i>Reinboldiella schmitziana</i>			○			○		○	○	○
164	イソハギ	<i>Heterosiphonia japonica</i>			○			○		○	○	○
165	スジウスバノリ	<i>Acrosorium polyneurum</i>			○			○		○	○	○
166	カキウスバノリ	<i>Acrosorium venulosum</i>			○			○		○	○	○
167	ハイウスバノリ	<i>Acrosorium yendoii</i>						○		○	○	○
168	ベニヤハズ属の一種	<i>Schizosera sp.</i>			○			○		○	○	○
169	ユナ	<i>Chondria crassicaulis</i>		○				○		○	○	○
170	カタソソ	<i>Chondrophycus cartilagineus</i>			○			○		○	○	○
171	コブソソ	<i>Chondrophycus undulatus</i>			○			○		○	○	○
172	ミツデソソ	<i>Laurencia okamurae</i>			○			○		○	○	○
173	エンシュソソ	<i>Laurencia omaezakiana</i>			○			○		○	○	○
174	ソソ属の一種 1	<i>Laurencia sp.1</i>			○			○		○	○	○
175	ソソ属の一種 2	<i>Laurencia sp.2</i>			○			○		○	○	○
176	ヒメイトグサ	<i>Neosiphonia savatieri</i>			○			○		○	○	○
177	クロソソ	<i>Falisada intermedia</i>			○			○		○	○	○
178	イトグサ属の一種	<i>Pterosiphonia sp.</i>			○			○		○	○	○
179	ハネグサ	<i>Pterosiphonia pinnulata</i>						○		○	○	○
	緑藻種 (G)		6	11	13	16	16	8	12	14	26	
	褐藻種 (P)		16	27	25	33	32	12	28	30	48	
	紅藻種 (R)		22	60	63	85	86	28	72	47	105	
	合計 (C+P+R)		44	98	101	134	134	48	112	91	179	
	CP種 (C/P)		0.38	0.41	0.52	0.48	0.50	0.67	0.43	0.47	0.54	
	RP種 (R/P)		1.38	2.22	2.52	2.58	2.69	2.33	2.57	1.57	2.19	
	緑藻と褐藻の世代交代しない種と同形世代交代種 (I)		15	27	24	32	32	15	27	30	51	
	異形世代交代種 (H)		7	11	14	17	16	5	13	14	23	
	I:H値 (I/H)		2.14	2.45	1.71	1.88	2.00	3.00	2.08	2.14	2.22	
	コンブ目 (L)		3	3	3	4	3	2	3	3	4	
	ヒバマタ目 (F)		5	9	5	9	9	5	9	11	16	
	LF値 (L/F)		0.60	0.33	0.60	0.44	0.33	0.40	0.33	0.27	0.25	
	コンブ目、ヒバマタ目、アミジグサ目の寒帯性種 (C)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	コンブ目、ヒバマタ目、アミジグサ目の温帯性種 (W)		9	14	12	17	16	8	15	17	23	
	コンブ目、ヒバマタ目、アミジグサ目の熱帯性種 (H)		1	5	4	4	4	2	4	5	7	
	LFD値 ((C×0+W×1+H×2)/(C+W+H))		1.10	1.26	1.25	1.19	1.20	1.20	1.21	1.23	1.23	
	本研究(浜当目)との共通種 (A)		30	56	56	68	70	32	64	—	—	
	本研究(浜当目)との総種数 (B)		102	153	136	157	155	104	139	—	—	
	近接率 (A/B×100)		29.4	42.1	41.2	43.3	45.2	30.8	46.0	—	—	



図2 本研究で新たに確認された種の標本写真.

(a) スジアオノリ *Enteromorpha prolifera*, (b) ナヨシオグサ *Cladophora hutchinsioides*, (c) オオハイミル *Codium dimorphum*, (d) フサハネモ *Bryopsis corymbosa*, (e) ツユノイトケバ *Derbesia tenuissima*, (f) アシツキヒメイトゲ *Pedobesia ryukyensis*, (g) シオミドロ属の一種 *Ectocarpus* sp., (h) アミジグサ属の一種 *Dictyota* sp., (i) フクリンアミジ *Rugulopteryx okamurae*, (j) ウスカワフクロノリ *Colpomenia peregrina*, (k) タバコグサ *Desmarestia tabacoides*, (l) トゲモク *Sargassum micracanthum*, (m) タマナシモク *Sargassum nipponicum*, (n) ヨレモクモドキ *Sargassum yamamotoi*, (o) エンドウモク *Sargassum yendoi*, (p) オオブサ *Gelidium pacificum*, (q) クロトサカモドキ *Callophyllis adhaerens*.

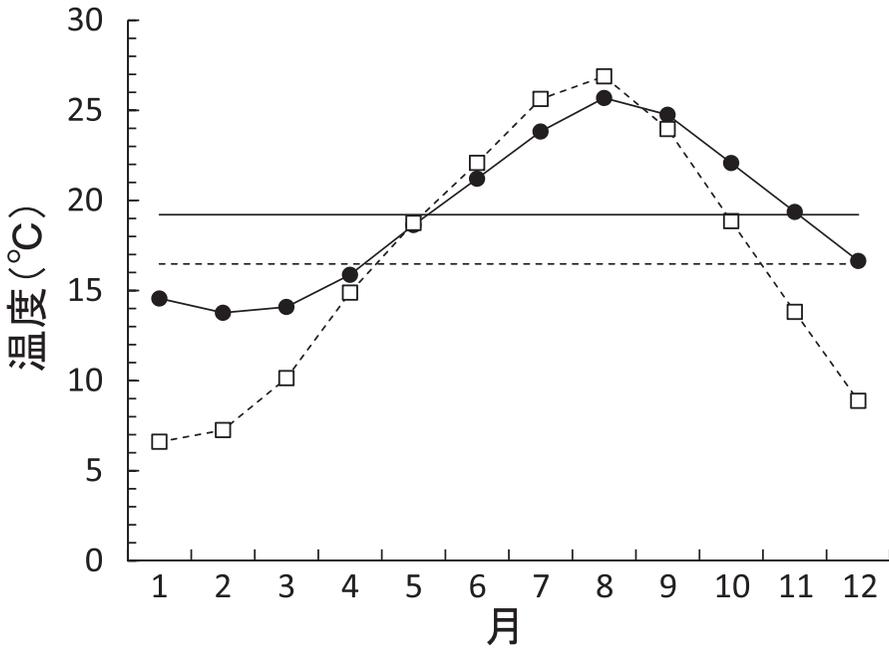


図3 浜当目近傍における1971～2010年までの40年間の水温と気温の月平均値の変化と年平均値。黒丸と実線：水温（焼津市小川港），白四角と破線：気温（静岡市駿河区曲金）。

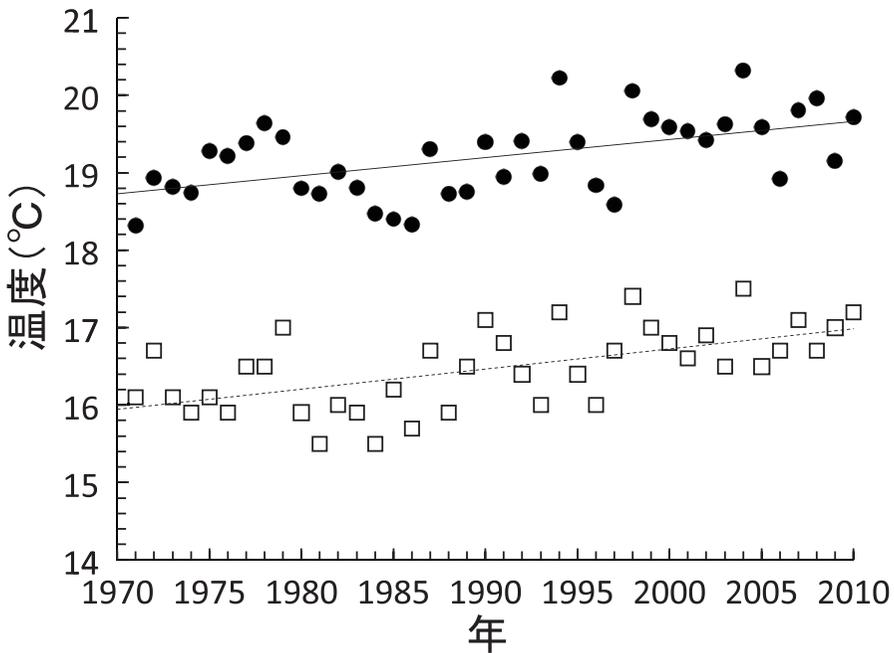


図4 浜当目近傍の水温と気温の1971～2010年の年平均値の長期的変動。黒丸と実線：水温（焼津市小川港），白四角と破線：気温（静岡市駿河区曲金）。直線は一次回帰直線。

フクリンアミジは幅が広いタイプの藻体が転石や消波ブロック上で普通に確認された。ウスカワフクロノリは転石やそれを覆うネット上で春季から初夏に確認された。タバコグサは打ち上げ海藻を採集して標本にしているが(図2)、稀に消波ブロック上でも確認された。トゲモクは打ち上げ海藻が2006年10月に1個体確認されたのみであるので、浜当目に生育しているのか判断できない部分もあるが、タマナシモクは1つの消波ブロック上面を覆っていたので、漂着したものが着生したものと考えられる。ヨレモクモドキは数個体が消波ブロック上に生育しており、静岡市三保半島では多量に打ち上がる種(芹澤ら2013)である。エンドウモクは消波ブロック上に優占することが確認された。紅藻のオオブサは消波ブロック下部でよく確認され、クロトサカモドキは打ち上げで数回確認された。

本研究により浜当目から確認された海藻類の種数は、これまでの大崩近傍の過去の知見で最大の種数を報告した澤田(2000)の134種(緑藻16種、褐藻32種、紅藻86種)と比較すると43種下回っていた(表1)。澤田(2000)の調査地は石部～浜当目であり、本研究で確認されなかった種は浜当目以外の場所で確認された可能性がある。一方本研究で確認されたホンダワラ科藻類の種数は11種と過去の知見の9種(澤田1961, 1991, 2000, 2008)を上回っていた。これは上述のように本研究ではホンダワラ科藻類の新産種を4種確認し、過去の知見(澤田1961, 1991, 2000, 2008)で報告されているオオバノコギリモク *Sargassum giganteifolium* とヤツマタモク *Sargassum patens* を確認できていないことによる。本研究における新産種4種は澤田(2008)の調査期間1954年6月～2007年10月以降に移入したのかも知れない。

本研究により浜当目から確認された海藻のうち、上述の大崩近傍の新産種17種を除いた74種は過去に大崩近傍で確認された出現種と共通していた。しかし本研究による現在の浜当目の海藻相と過去に報告された大崩近傍の海藻相の近接率は29.4～46.0%となり、本研究と過去の報告の調査地が完全には一致していないことを考慮しても、近接率は低く、現在と過去の種組成の違いは大きいと考えられる。海藻相に変化をもたらす何らかの環境変化が同所において過去から現在にかけて起こったと推察される。

1971～2010年までの過去40年間の焼津市小川港の月平均水温は13.8～25.7℃、静岡市駿河区曲金の気温は6.6～26.9℃であり、年平均水温は19.2℃、気温は16.5℃であった(図3)。同じ駿河湾西岸の南部に位置する御前崎で2009年に測定された年平均水温は18.3℃、気温は16.4℃(芹澤・芹澤(松山)2012)であり、本研究で解析を行った浜当目近傍の2地点の方が御前崎より北側に位置しているにも関わらず年平均水温は御前崎の方が低く、気温は同程度であった。これは、駿河湾内において黒潮が銭洲の北まで同湾に接岸すると湾口東部から暖流である黒潮の分流が湾内に流入し左旋回する(稲葉1996)ため、御前崎より北部に位置する浜当目周辺で水温が高くなるものと考えられる。

過去に大崩近傍で報告された海藻に本研究の結果を併せると、過去から現在の大崩近傍(用宗～浜当目)で確認された海藻は、緑藻26種、褐藻48種、紅藻105種の計179種となった(表1)。同じ駿河湾西岸の南部に位置する御前崎では、緑藻26種、褐藻48種、紅藻166種の計240種が確認されており(澤田2008)、これは大崩近傍より61種多い。大崩近傍の岩礁帯の海岸線は御前崎より長い、大崩近傍では断崖が海岸線に迫った急深な地形が多く、御前崎よりも潮間帯が明らかに発達していない。したがって大崩では潮間帯に生育する海藻が少なく、そのことも御前崎との種数差に影響していると考えられる。

現在の浜当目の海藻相リストと過去の大崩近傍の海藻相リストを併せた過去から現在の大崩近傍の海藻相から算出した海藻相の寒暖指標値はCP値が0.54、RP値が2.19、IH値が2.22、LF値が0.25、LFD値が1.23であった。CP値とIH値については中原・増田(1971)により日本近海26ヶ所で算出されており、大崩近傍のCP値とIH値は千葉県銚子の値(0.5と2.4)や三重県の値(0.6と2.6)と近く、静岡県の値(0.8と3.1)と異なっていた。LF値については新崎(1976)により日本沿岸諸区域

で算出されており，大崩の LF 値は和歌山県潮岬～千葉県房総の値（0.2～0.5）の範囲内にあり，千葉県犬吠崎～福島県塩屋崎の値（0.3～0.4）より低かった。LFD 値については田中（1997）により日本各地で算出されており，大崩は和歌山県南部の値（1.37）より低く，静岡県値（1.17）や神奈川県三崎の値（1.21）と近かった。大崩の海藻相と他の太平洋沿岸各地の海藻相を寒暖指標値で比較すると，大崩の海藻相は暖温帯的であると評価できる。しかし，大崩の海藻相の寒暖指標値が静岡県値と異なることがあるのは，静岡県としてまとめられている寒暖指標値には暖海性種が多く生育している伊豆半島の海藻種が大きく影響しているためと考えられる。

1971～2010 年までの各年の年平均水温，気温について長期的に一次回帰した回帰直線はそれぞれ  $y = 0.0234x - 27.305$ ， $y = 0.0260x - 35.302$  であり，水温，気温とも有意（ $P < 0.01$ ）に上昇し，過去 40 年間で水温は  $0.91^{\circ}\text{C}$ ，気温は  $1.01^{\circ}\text{C}$  上昇していることが明らかとなった（図 4）。本研究により現在の浜当目の海藻相の寒暖指標値は CP 値が 0.47，RP 値が 1.57，IH 値が 2.14，LF 値が 0.27，LFD 値が 1.23 であり，過去の大崩近傍の CP 値は 0.38～0.67，RP 値は 1.38～2.69，IH 値は 1.71～3.00，LF 値は 0.33～0.60，LFD 値は 1.10～1.26 であった（表 1）。また，浜当目を調査地に含む過去の知見（澤田 1991，2000，2008）の CP 値は 0.43～0.50，RP 値は 2.57～2.69，IH 値は 1.88～2.08，LF 値は 0.33～0.44，LFD 値は 1.19～1.21 であった。本研究では浜当目に限定した調査を行っており，過去の知見による大崩近傍の寒暖指標値と一概に比較はできない。そこで，浜当目を調査地に含む過去の知見の寒暖指標値と比較すると，本研究の CP 値は澤田（1991，2000，2008）の範囲内にあり，RP 値は低く，IH 値，LF 値，LFD 値は高かった。したがって RP 値の変化より寒海化が，IH 値，LF 値，LFD 値の変化より暖海化が示された。実際の水温と気温が長期的に上昇していたことから，本研究では IH 値，LF 値，LFD 値の変化が現場の温度環境の変動を反映していると評価された。

今後も浜当目を含む静岡県沿岸各地で海藻相の調査や温度環境の解析を行い，海藻相とそれを取り巻く温度環境の長期的傾向を明らかにしていきたい。

#### IV 謝辞

水温データを提供して頂いた静岡県水産技術研究所，調査にご協力頂いた東海大学海洋学部水産学科水産植物学（芹澤）研究室と山梨大学教育人間科学部水圏植物学（芹澤）研究室の学生諸氏に謝意を表す。

#### V 引用文献

- 新崎盛敏. 海藻. *In* 新崎盛敏・堀越増興・菊池泰二（著）海藻・ベントス. 海洋科学基礎講座第 5 巻. 東海大学出版会，東京，p1-147. 1976.
- 遠藤庄三. 海藻目録. 東京文理科学大学付属下田臨海実験所生物報告 1：1-11. 1935.
- Feldmann J. Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. La cote des Alberes. *Revue Algologique* 10：1-340. 1937.
- 林田文朗・桜井武磨. 駿河湾用宗海岸の海藻相と海藻群落. *日本生態学会誌* 19(2)：52-56. 1969.
- 千原光雄. 静岡県産海藻目録. *In* 静岡県生物研究会（編）静岡県植物誌. 静岡大学教育学部，静岡，p70-90. 1967.
- 稲葉栄生. 駿河湾の海流. *In* 東海大学海洋学部（編）新版・駿河湾の自然. 静岡新聞社，静岡，p57-64. 1996.
- 北原正彦・入来正躬・清水剛. 日本におけるナガサキアゲハ (*Papilio memnon* Linnaeus) の分布の拡大と気候温暖化の関係. *蝶と蛾* 52：253-264. 2001.
- 小西由高・林田文朗. 駿河湾における海藻植生について. 「海—自然と文化」東海大学紀要海洋学部 1(2)：15-27. 2004.
- 文部科学省・気象庁・環境省. 温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」. 環境省，

東京. 2009.

中原紘之・増田道夫. 緑藻と褐藻の生活と水平分布. 海洋科学 3(11) : 768-770. 1971.

大島勝太郎. 駿河湾海藻目録. 謄写印刷物, 静岡, 25pp. 1946.

澤田威. 大崩海岸の海藻. 謄写印刷物, 静岡, 15pp. 1961.

澤田威. 駿河湾西岸と海藻. 著者出版, 静岡, 121pp. 1991.

澤田威. 駿河湾西岸の海藻. 著者出版, 静岡, 135pp. 2000.

澤田威. 駿河湾西岸を主とした原色海藻図鑑. 著者出版, 静岡, 151pp. 2008.

Segawa S. On the marine algae of Susaki, Prov : Idzu, and its vicinity. Sci. Pap. Inst. Algolog. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ. 1(1) : 59-90. 1935.

Segawa S. On the marine algae of Susaki, Prov : Idzu, and its vicinity II. Sci. Pap. Inst. Algolog. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ. 1(2) : 175-197. 1936.

Segawa S. On the marine algae of Susaki, Prov : Idzu, and its vicinity III. Sci. Pap. Inst. Algolog. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ. 2(1) : 131-153. 1938.

Segawa S. New or noteworthy algae from Izu. Sci. Pap. Inst. Algolog. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ. 2 : 251-271. 1941.

Segawa S. A new Laminariaceous alga found in Izu. Jour. Fac. Agri., Kyushu Univ. 9(1) : 59-63. 1948.

瀬川宗吉. 原色日本海藻図鑑. 保育社, 大阪, 302pp. 1956.

芹澤如比古・芹澤(松山)和世. 静岡県御前崎の緑藻類. 山梨大学教育人間科学部紀要 11 : 45-54. 2010.

芹澤如比古・芹澤(松山)和世. 静岡県御前崎の緑藻相と水温・気温の長期的変動. 藻類 60 : 135-141. 2012.

芹澤如比古・松浦裕己・米谷雅俊・芹澤(松山)和世. 駿河湾西岸, 三保松原海岸に打ち上げられる海藻類の季節変化. 藻類 61 : 133-140. 2013.

田中次郎. 褐藻(コンブ目, ヒバマタ目, アミジグサ目)の分布にもとづく海藻相解析. 藻類 45 : 5-13. 1997.

谷口森俊. 静岡県御前崎の海藻群落. 北陸の植物 13(1) : 23-25. 1964.

吉田忠生. 新日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京, 1222pp. 1998.

吉田忠生・吉永一男. 日本海藻目録(2010年改訂版). 藻類 58 : 69-122. 2010.