

駿河湾西岸，地頭方の海藻相とその水温環境の長期的変動

Long term fluctuations of algal flora and water temperature environment at Jitogata,
west coast of Suruga Bay, central Japan.

井鍋優子* 金原昂平†

Yuko INABE Kohei KIMBARA

芹澤(松山)和世‡ 芹澤 如比古

Kazuyo MATSUYAMA-SERISAWA Yukihiko SERISAWA

要約：静岡県牧之原市新庄（地頭方）で2009年4月～2014年9月までに63回の海藻相調査を行い、緑藻24種、褐藻34種、紅藻69種の計127種を確認した。そのうち緑藻11種、褐藻3種、紅藻21種の計35種が本研究により地頭方の新産種として確認できた。一方、過去（2007年以前）に確認されていて本研究で確認されなかった海藻も緑藻9種、褐藻11種、紅藻47種の計67種あった。本研究による海藻相の寒暖指標値はCP値が0.73、IH値が2.00、LFD値が1.21、RP値が2.09、LF値が0.22であり、過去に比べてLFD値はほとんど変化していなかったが、CP値、IH値、LF値は暖海化を、RP値は寒海化を示した。地頭方における実際の水温について1966～2013年までの過去48年間の値を長期的に解析した結果、年平均水温には緩やかな低下傾向が認められ、月平均水温には冬季に下降傾向が、夏季に緩やかな上昇傾向が認められた。地頭方では近年、御前崎港の拡大に伴って大きな環境変化が生じており、内湾化に伴う年較差拡大といった水温変化も海藻相が過去から現在で大きく変化した要因であると推察された。

I 諸言

静岡県の中西部に位置する駿河湾は開放性の湾であり、湾口幅56km、奥行き65kmで、湾口部の最大水深が2400mに達する世界でも有数の深い湾である（勝間田2004）。駿河湾において石廊崎から沼津に至る東岸域では海藻類の着生基質となる岩礁や転石が多く存在するが、田子の浦から蒲原に至る湾奥域や、由比から御前崎に至る西岸域では海藻類が着生できない砂浜域が多い（小西・林田2004、芹澤・芹澤（松山）2010、金原ら2014a）。そのような駿河湾西岸にあつて、大崩周辺と御前崎周辺には岩礁や転石が多く存在し、海藻類が豊富に生育することが古くから認められている（大島1946、谷口1964、林田・桜井1969、林田1972、澤田1991、2000、2008、小西・林田2004、芹澤・芹澤（松山）2010、2012、金原ら2014a）。したがって、これらの地域では現在と過去の海藻相が比較可能であり、大崩周辺や御前崎では実際にその比較が行われている（金原ら2014a、芹澤・芹澤（松山）2010、2012）。しかし、御前崎の約4km北西に位置する地頭方では海藻相についての古くからの知見が集積しているにも関わらず（大島1946、澤田1991、2000、2008）、現在の情報は不足しているため海藻相の比較は行われていないのが現状である。

一般に海藻相の比較には種数、種組成、類似度の他、寒暖指標値などが用いられている。海藻相の寒暖指標としては、瀬川（1956）がCP値を、中原・増田（1971）がIH値を、田中（1997）がLFD値を、Feldmann（1937）がRP値を、新崎（1976）がLF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。したがって、現在と過去の海藻相の比較にこれらの指標を使用することで、海藻相を取り巻く温度環境の変化まである程度把握できるものと考えられるが、そのような比較は著者らの研究（金原ら2014a、米谷ら2014）を除きほとんど行われていない。

*本学部ソフトサイエンス課程 †教育学研究科修士課程 ‡本学部協力研究員

かつて相良～御前崎には大型コンブ目褐藻のサガラメが約8000ヘクタールに及ぶ藻場を形成していたが(環境庁自然保護局1994),2000年には完全に消滅したことが報告されている(相楽2000,霧村・長谷川2005)。これまでに日本各地で発生しているこの様な藻場の消滅,すなわち磯焼けの原因としては様々なものが指摘されているが(Fujita 2010),アラメ・カジメ場などコンブ目海藻が形成する藻場の衰退の一因として Serisawa *et al.* (2004) は冬季の水温上昇を指摘しており,実際に御前崎では1963～2009年までの47年間で年平均水温が0.75℃上昇し,冬季の水温上昇が顕著であることが示されている(芹澤・芹澤(松山)2012)。しかし,地頭方では地元の漁協による水温の長期的な測定が行われているものの,水温の長期的な変化傾向についてはほとんど解析されていない。

そこで本研究では地頭方地先における現在の海藻相を明らかにするとともに,現在と過去の海藻相を比較し,併せて水温環境の長期的変化を詳らかにすることを目的とした。

II 材料及び方法

調査は駿河湾西岸に位置する静岡県の牧之原市新庄(旧地頭方村,以降は地頭方と表記)地先で(図1),2009年4～9月までに6回,2010年1月～2014年9月までに57回の計63回,概ね月1回,大潮の干潮時に行った。調査日は2009年4月26日,5月24日,6月23日,7月8日,8月20日,9月17日,2010年1月30日,3月1日,3月31日,4月29日,5月15日,6月13日,7月11日,8月10日,9月29日,10月23日,11月21日,12月22日,2011年1月19日,2月16日,3月21日,4月21日,5月20日,6月14日,7月13日,8月29日,9月26日,10月27日,11月24日,12月26日,2012年1月23日,2月8日,3月11日,4月9日,5月7日,6月4日,7月2日,8月2日,9月1日,10月16日,11月14日,12月13日,2013年1月11日,2月10日,3月30日,4月26日,5月26日,6月24日,7月23日,8月20日,9月18日,10月8日,11月18日,12月4日,2014年1月16日,2月27日,3月19日,4月17日,5月15日,6月14日,7月12日,8月11日,9月8日であった。胴付長靴を着用し,図1に記した調査地点の周囲の海岸線約200mの範囲で潮間帯上部から下部および潮下帯上部にかけて着生している海藻や波打ち際に打ち上げられている海藻を目視で確認し,一部をスクレイパーなどを用いて基部より採集した。採集した海藻はクーラーボックスに入れ保冷して研究室に持ち帰り,種の同定を行った後,押し葉標本を作製する前後に生標本と乾燥標本の写真を撮影した。また,乾燥標本は標本ラベルを付して山梨大学水圏植物学(芹澤)研究室の標本庫に収蔵・保管した。

研究室に収蔵されている押し葉標本を精査し,地頭方における現在の海藻種リストを作成した。また,地頭方における過去の海藻種の記録(大島1946,澤田1991,2000,2008)を基に過去の海藻種リストを作成し,現在と過去の海藻相を比較した。なお,海藻種リストの和名および学名の表記は基本的

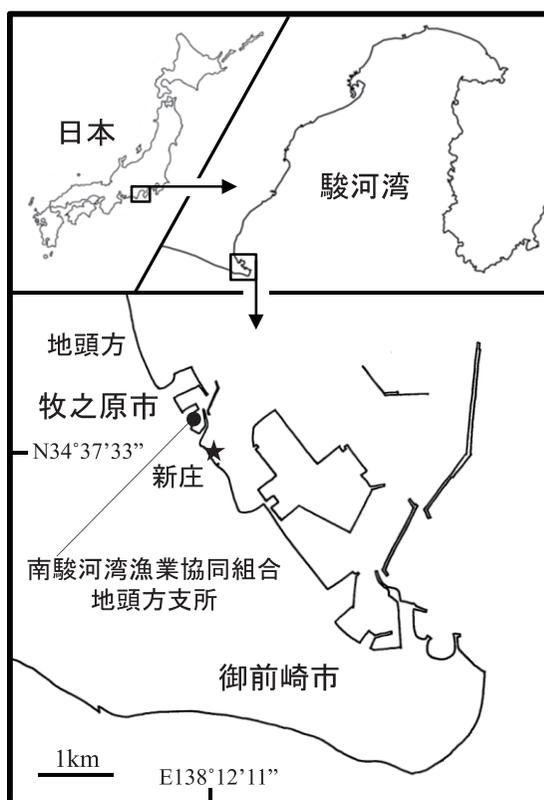


図1 本研究の調査地点(★)および水温測定地点(●)。

に吉田・吉永 (2010) に従ったが，芹澤・芹澤 (松山) (2010, 2012) や金原ら (2014a) と同様に，便宜上本研究ではアオノリ属 *Enteromorpha* をアオサ属 *Ulva* に統合せず別属として扱った。海藻相の寒暖指標として CP 値 (緑藻の種数/褐藻の種数)，IH 値 (緑藻と褐藻で，(世代交代をしない種数 + 同型世代交代を行う種数) / (異型世代交代を行う種数))，LFD 値 (褐藻コンブ目，ヒバマタ目，アミジグサ目で寒帯性種の数 (C)，温帯性種の数 (W)，熱帯性種の数 (H) として， $(C \times 0 + W \times 1 + H \times 2) / (C + W + H)$)，RP 値 (紅藻の種数/褐藻の種数)，LF 値 (コンブ目の種数/ヒバマタ目の種数) を算出し，現在と過去の比較を行った。

地頭方の水温については調査地点に隣接する南駿河湾漁業協同組合地頭方支所 (牧之原市新庄 1209-1) の前浜で同漁協によりほぼ毎日午前 9 時に測定された 1966 年 1 月～2013 年 12 月のデータを基に解析を行った。なお，1966 年 1 月～2012 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，2013 年 1～12 月までは同研究所のホームページより「海洋情報」，「海況，資源情報」に移動して得られる漁海況月報に掲載されていた月平均水温を利用した。まず，1966～2013 年までの 48 年間で年平均水温と各月の平均水温を算出した。次に，海藻相の過去の調査期間 (1966～2007 年) と本研究の調査期間 (2009～2013 年) でそれぞれ月平均水温を求めて比較した。さらに，1966～2013 年の各年，各月，および冬季 (1～2 月) と夏季 (8～9 月) の平均水温を長期的に一次回帰し，回帰直線を算出した。なお，回帰直線の傾きは分散分析により検定した。また，一次回帰直線上の 1966 年と 2013 年で各月と年の水温を算出し，その差を求めた。

III 結果と考察

本研究で地頭方から確認された海藻種と過去の知見で地頭方から確認された海藻種を海藻相の寒暖指標値とともに表 1 に示した。本調査期間中に地頭方では，緑藻 24 種，褐藻 34 種，紅藻 69 種の計 127 種が確認された。大島 (1964) と澤田 (1991, 2000, 2008) によると地頭方では過去に緑藻 22 種，褐藻 42 種，紅藻 95 種の計 159 種が確認されており，本研究で確認された種と併せると，過去から現在に地頭方では，緑藻 33 種，褐藻 45 種，紅藻 116 種の計 194 種が確認された。同じ駿河湾西岸に位置する大崩周辺では，過去から現在にかけて緑藻 26 種，褐藻 48 種，紅藻 105 種の計 179 種が確認されており (金原ら 2014a)，御前崎では過去から現在にかけて緑藻 42 種，褐藻 48 種，紅藻 166 種の計 256 種が確認されている (大島 1946, 林田 1972, 澤田 1991, 2000, 2008, 小西・林田 2004, 芹澤・芹澤 (松山) 2010, 2012)。この様に地頭方で確認された海藻類の総種数は御前崎に比べて少なく，大崩周辺に比べて多かった。御前崎は遠浅で，岩礁帯や転石帯が地頭方よりも広範囲に広がっているが，大崩周辺は断崖が海岸線に迫った急深な地形が多く，潮間帯が地頭方よりも発達していない。上述の総種数の違いはこのような海藻類の着生可能な面積に関係していると言えよう。

本研究により地頭方から新たに確認された種は，緑藻がシワランソウモドキ *Collinsiella cava*，ヤブレグサ *Umbraulva japonica*，カイゴロモ *Cladophora conchopheria*，ミドリゲ *Cladophoropsis javanica*，オオハイミル *Codium dimorphum*，タマミル *Codium minus*，エンシュウミル *Codium omaezakiense* (仮称)，クロミル *Codium subtubulosum*，ウスバミル *Codium tenuifolium*，フサハネモ *Bryopsis corymbosa*，アシツキヒメイトゲ *Pedobesia ryukyuensis* の 11 種，褐藻がアツバコモングサ *Spatoglossum crassum*，ウスカワフクロノリ *Colpomenia peregrina*，カゴメノリ *Hydroclathrus clathratus* の 3 種，紅藻がウスカワカニノテ *Amphiroa zonata*，ヒメモサズキ *Jania adhaerens*，ヒライボ *Lithophyllum okamurae*，ウミサビ *Spongites yendoi*，ヒメテングサ *Gelidium divaricatum*，オオブサ *Gelidium pacificum*，ヨレクサ *Gelidium vagum*，キントキ *Grateloupia angusta*，サクラノリ *Grateloupia imbricata*，スジムカデノリ *Grateloupia ramosissima*，マタボウ *Polyopes polyideoides*，カズノイバラ *Hypnea flexicaulis*，タチイバラ *Hypnea variabilis*，クロトサカモドキ *Callophyllis adhaerens*，オオマタオキツノリ *Ahnfeltiopsis divaricata*，コスジフシツナギ *Lomentaria*

hakodatensis, ニクサエダ *Herpochondria corallinae*, エナシダジア *Dasya sessilis*, ヤナギノリ *Chondria dasyphylla*, ニッポンソゾ *Laurencia japonensis*, クロソゾ *Palisada intermedia* の21種であり, 合計35種であった(図2, 3, 4)。以下にこれら新産種の形態的または生態的特徴や同定根拠などを記す。

表1 本研究で確認された地頭方の海藻種と過去の知見で地頭方から報告された海藻種のリストおよび海藻相の寒暖指標値。白丸: 確認された種, 白三角: 打ち上げでのみ確認された種, *: 未記載種。

大分類群	番号	和名	学名	文献 調査期間	大島	澤田	澤田	澤田	文献まとめ	本研究	過去～	
					(1946) 1941～ 1946	(1991) 1954春～ 1991春	(2000) 1954春～ 2000	(2008) 1954春～ 2007.10	(過去) 1941～ 2007.10	(現在) 2009.4～ 2014.9	現在 1941～ 2014.9	
緑藻	1	シワランソウモドキ	<i>Collinsiella cava</i>							○	○	
	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	ボタンアオサ	<i>Ulva conglobata</i>			○	○	○	○	○	○	
	6	アナアオサ	<i>Ulva pertusa</i>		○	○	○	○	○	○	○	
	7	ヤブレグサ	<i>Umbraulva japonica</i>							△	○	
	8	ホソジュズモ	<i>Chaetomorpha crassa</i>				○	○	○	○	○	
	9	フトジュズモ	<i>Chaetomorpha spiralis</i>			○	○	○	○	○	○	
	10	ワタシオグサ	<i>Cladophora albida</i>					○	○	○	○	
	11	カイゴロモ	<i>Cladophora conchopheria</i>							○	○	
	12	ミヤビシオグサ	<i>Cladophora flexuosa</i>					○	○	○	○	
	13	オオンシオグサ	<i>Cladophora japonica</i>			○	○	○	○	○	○	
	14	ツヤナシシオグサ	<i>Cladophora opaca</i>					○	○	○	○	
	15	クロシオグサ	<i>Cladophora prolifera</i>		○	○			○	△	○	
	16	キヌシオグサ	<i>Cladophora stimpsonii</i>			○	○				○	
	17	アオモグサ	<i>Boodlea coacta</i>			○			○	○	○	
	18	ハネアオモグサ	<i>Boodlea composita</i>				○	○	○	○	○	
	19	ミドリゲ	<i>Cladophoropsis javanica</i>							○	○	
	20	ニセマユハキ属の一種	<i>Pseudochlorodesmis</i> sp.					○	○	○	○	
	21	オオハイミル	<i>Codium dimorphum</i>								○	○
	22	ミル	<i>Codium fragile</i>		○	○	○	○	○	○	○	○
	23	ヒラミル	<i>Codium latum</i>		○	○	○	○	○	○	○	○
	24	ハイミル	<i>Codium lucasii</i>			○	○	○	○	○	○	○
	25	タマミル	<i>Codium minus</i>								△	○
	26	エンシウミル*	<i>Codium omaezakiense</i> *								○	○
	27	クロミル	<i>Codium subtubulosum</i>								△	○
	28	ウスバミル	<i>Codium tenuifolium</i>								△	○
	29	フサハネモ	<i>Bryopsis corymbosa</i>								○	○
	30	ハネモ	<i>Bryopsis plumosa</i>			○	○	○	○	○	○	○
	31	ハネモ属の一種	<i>Bryopsis</i> sp.								○	○
	32	ミルツユノイト	<i>Derbesia minima</i>					○	○	○	○	○
	33	アシツキヒメイトゲ	<i>Pedobesia ryukyensis</i>								○	○
褐藻	34	ヤハズグサ	<i>Dictyopteris latiuscula</i>				○	○	○	○	○	
	35	ヘラヤハズ	<i>Dictyopteris prolifera</i>		○	○	○	○	○	○	○	
	36	アミジグサ	<i>Dictyota dichotoma</i>					○	○	○	○	
	37	カズノアミジ?	<i>Dictyota divaricata</i>					○	○	○	○	
	38	イトアミジ?	<i>Dictyota linearis</i>			○	○	○	○	○	○	
	39	サナダグサ	<i>Pachydictyon coriaceum</i>					○	○	○	○	
	40	ウミウチワ	<i>Padina arborescens</i>					○	○	○	○	
	41	コナウミウチワ	<i>Padina crassa</i>					○	○	○	○	
	42	アツバコモングサ	<i>Spatoglossum crassum</i>								△	○
	43	コモングサ	<i>Spatoglossum pacificum</i>			○	○	○	○	○	○	○
	44	クロモ	<i>Papenfussiella kuromo</i>					○	○	○	○	○
	45	ネバリモ	<i>Leathesia difformis</i>					○	○	○	○	○
	46	シフノカワ	<i>Petrospongium rugosum</i>		○	○	○	○	○	○	○	○
	47	ウスカワフクロノリ	<i>Colpomenia peregrina</i>								○	○
	48	フクロノリ	<i>Colpomenia sinuosa</i>		○	○	○	○	○	○	○	○
	49	カゴメノリ	<i>Hydroclathrus clathratus</i>								○	○
	50	イワヒゲ	<i>Myelophycus simplex</i>			○	○	○	○	○	○	○
	51	ハバノリ	<i>Petalonia binghamiae</i>		○	○	○	○	○	○	○	○
	52	セイヨウハバノリ	<i>Petalonia fascia</i>					○	○	○	○	○
	53	ウスカヤモ	<i>Scytosiphon gracilis</i>					○	○	○	○	○
	54	カヤモノリ	<i>Scytosiphon lomentaria</i>					○	○	○	○	○
	55	ムチモ	<i>Cutleria cylindrica</i>			○	○	○	○	○	○	○
	56	タバコグサ	<i>Desmarestia tabacoides</i>				○	○	○	○	△	○
	57	ケウルシグサ	<i>Desmarestia viridis</i>						○	○	△	○
	58	ワカメ	<i>Undaria pinnatifida</i>		○	○	○	○	○	○	○	○
	59	カジメ	<i>Ecklonia cava</i>		○	○	○	○	○	○	△	○
	60	サガラメ	<i>Eisenia arborea</i>				○	○	○	○	○	○
	61	アラス	<i>Eisenia bicyclis</i>		○	○	○	○	○	○	○	○
	62	イシゲ	<i>Ishige okamurae</i>								○	○
	63	ジョロモク	<i>Myagropsis myagroides</i>			○	○	○	○	○	○	○
	64	ホンダワラ	<i>Sargassum fulvellum</i>			△	○	○	○	○	○	○
	65	ヒジキ	<i>Sargassum fusiforme</i>								○	○
	66	オオバノコギリモク	<i>Sargassum giganteifolium</i>					○	○	○	○	○
	67	アカモク	<i>Sargassum horneri</i>		○	○	○	○	○	○	○	○

褐藻	68	ノコギリモク	<i>Sargassum macrocarpum</i>		○	○	○	○		○
	69	トゲモク	<i>Sargassum micracanthum</i>			○	○	○	△	○
	70	タマハハキモク	<i>Sargassum muticum</i>	○	○	○	○	○	○	○
	71	タマナシモク	<i>Sargassum nipponicum</i>			○	○	○		○
	72	ヤツマタモク	<i>Sargassum patens</i>	○					△	○
	73	マメタワラ	<i>Sargassum piluliferum</i>			○	○	○	△	○
	74	オオバモク	<i>Sargassum ringoldianum</i>	○	○				△	○
	75	ヨレモク	<i>Sargassum siliquastrum</i>			○	○	○	○	○
	76	ウミトラノオ	<i>Sargassum thunbergii</i>	○	○				○	○
	77	ヨレモクモドキ	<i>Sargassum yamamotoi</i>			○	○	○	○	○
78	エンドウモク	<i>Sargassum yendoi</i>		○				△	○	
紅藻	79	マルバアマノリ	<i>Porphyra suborbiculata</i>	○					○	○
	80	アマノリ属の一種	<i>Porphyra</i> sp.			○	○	○		○
	81	ミルノベニ?	<i>Audouinella howei</i>			○	○	○		○
	82	ヒラガラガラ	<i>Dichotomaria falcata</i>	○	○				△	○
	83	フサノリ	<i>Scinaia japonica</i>		○	○	○	○	○	○
	84	ニセフサノリ	<i>Scinaia okamurae</i>		○	○	○	○	○	○
	85	ウスカワカニノテ	<i>Amphiroa zonata</i>						○	○
	86	ヒリヒバ	<i>Corallina pilulifera</i>		○	○	○	○	○	○
	87	ヒメモサズキ	<i>Jamia adhaerens</i>						○	○
	88	ヒライボ	<i>Lithophyllum okamurae</i>						○	○
	89	フサカニノテ	<i>Marginisporum aberrans</i>				○	○	○	○
	90	ウミサビ	<i>Spongites yendoi</i>						○	○
	91	ノリマキ	<i>Titanoderma tumidulum</i>				○	○		○
	92	ヒステングサ	<i>Gelidium divaricatum</i>						○	○
	93	マクサ	<i>Gelidium elegans</i>	○			○	○	○	○
	94	オニクサ	<i>Gelidium japonicum</i>		○	○	○	○		○
	95	オオブサ	<i>Gelidium pacificum</i>						○	○
	96	ハイテングサ	<i>Gelidium pusillum</i>	○					○	○
	97	コヒラ	<i>Geridium tenue</i>		○	○	○	○		○
	98	ヨレクサ	<i>Gelidium vagum</i>						○	○
	99	オバクサ	<i>Pterocladia tenuis</i>		○	○	○	○	○	○
	100	ヒラクサ	<i>Ptilophora subcostata</i>		○	○	○	○	○	○
	101	ホウノオ	<i>Schmitzia japonica</i>		○	○	○	○	○	○
	102	イソダンツウ	<i>Caulacanthus ustulatus</i>		○	○	○	○	○	○
	103	ヒビロウド	<i>Dudresnaya japonica</i>						○	△
	104	フクロフノリ	<i>Gloiopeltis furcata</i>						○	○
	105	カイノリ	<i>Chondracanthus intermedius</i>		○	○	○	○	○	○
	106	スギノリ	<i>Chondracanthus tenellus</i>		○	○	○	○	○	○
	107	オオバツノマタ	<i>Chondrus giganteus</i>		○	○	○	○	○	○
	108	ツノマタ	<i>Chondrus ocellatus</i>		○	○	○	○	○	○
	109	イトフノリ	<i>Gloiosiphonia capillaris</i>	○	○				○	○
	110	オオムカデノリ	<i>Grateloupia acuminata</i>				○	○	○	○
	111	キントキ	<i>Grateloupia angusta</i>						△	○
	112	ムカデノリ	<i>Grateloupia asiatica</i>		○	○	○	○	○	○
	113	ニクムカデ	<i>Grateloupia carnosia</i>		○	○	○	○	○	○
	114	タンバナリ	<i>Grateloupia elliptica</i>				○	○		○
	115	サクランリ	<i>Grateloupia imbricata</i>						○	○
	116	フダラク	<i>Grateloupia lanceolata</i>		○	○	○	○	○	○
	117	ヒラムカデ	<i>Grateloupia livida</i>	○	○	○	○	○	○	○
	118	スジムカデノリ	<i>Grateloupia ramosissima</i>						○	○
	119	オオバキントキ	<i>Grateloupia schmitziana</i>	○	○	○	○	○	○	○
	120	ヒヂリメン	<i>Grateloupia sparsa</i>				○	○	○	○
	121	ツルツル	<i>Grateloupia turuturu</i>		○	○	○	○	○	○
	122	ムカデノリ属の一種	<i>Grateloupia</i> sp.				○	○	○	○
	123	キョウノヒモ	<i>Polyopes lancifolius</i>		○	○	○	○	○	○
	124	マタボウ	<i>Polyopes polyideoides</i>						○	○
	125	コメノリ	<i>Polyopes prolifer</i>	○					○	○
	126	イバラノリ	<i>Hypnea asiatica</i>		○	○	○	○	○	○
	127	カズノイバラ	<i>Hypnea flexicaulis</i>						○	○
	128	カギイバラノリ	<i>Hypnea japonica</i>			○	○	○	○	○
	129	タチイバラ	<i>Hypnea variabilis</i>						○	○
	130	クロトサカモドキ	<i>Callophyllis adhaerens</i>						○	○
	131	ヒロハノトサカモドキ	<i>Callophyllis crispata</i>		○	○	○	○	○	○
	132	ホソバナトサカモドキ	<i>Callophyllis japonica</i>				○	○	○	○
	133	ヤツデガタトサカモドキ	<i>Callophyllis palmata</i>		○	○	○	○	○	○
	134	トサカモドキ属の一種	<i>Callophyllis</i> sp.						○	○
	135	オオマタオキツノリ	<i>Ahnfeltiopsis divaricata</i>						○	○
	136	オキツノリ	<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>		○	○	○	○	○	○
	137	ハリガネ	<i>Ahnfeltiopsis paradoxa</i>		○	○	○	○	○	○
	138	ユカリ	<i>Plocamium telfairiae</i>		○	○	○	○	○	○
	139	ホソバナミノハナ	<i>Portieria hornemannii</i>				○	○	○	○
	140	ナミノハナ	<i>Portieria japonica</i>		○	○	○	○	○	○
	141	ベニスナゴ	<i>Schizymenia dubyi</i>		○	○	○	○	○	○
	142	トサカノリ	<i>Meristotheca papulosa</i>						○	○
	143	カバナリ	<i>Gracilaria textorii</i>		○	○	○	○	○	○
	144	オゴノリ	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>				○	○	○	○
	145	ウツナギソウ	<i>Champia parvula</i>		○	○	○	○	○	○
	146	ウツナギソウ属の一種	<i>Champia</i> sp.		○	○	○	○	○	○
	147	フシツナギ	<i>Lomentaria catenata</i>	○			○	○	○	○
	148	コスジフシツナギ	<i>Lomentaria hakodatensis</i>						○	○
	149	ヒメフシツナギ	<i>Lomentaria pinnata</i>				○	○	○	○
	150	フクロツナギ	<i>Coelarthrum opuntia</i>		○	○	○	○	△	○

151	キヌイトグサ	<i>Aglaothamnion callophyllidicola</i>		○	○	○	○	○	○
152	キヌグサ属の一種	<i>Anotrichium</i> sp.		○	○	○	○	○	○
153	フツツガサネ	<i>Antithamnion pectinatum</i>		○	○	○	○	○	○
154	フトイギス	<i>Campylaephora crassa</i>	○	○	○	○	○	○	○
155	トゲイギス	<i>Centroceras clavulatum</i>	○	○	○	○	○	○	○
156	マキイギス	<i>Ceramium aduncum</i>		○	○	○	○	○	○
157	アミクサ	<i>Ceramium boydenii</i>		○	○	○	○	○	○
158	ハネイギス	<i>Ceramium japonicum</i>	○	○	○	○	○	○	○
159	イギス	<i>Ceramium kondoii</i>		○	○	○	○	○	○
160	ハリイギス	<i>Ceramium paniculatum</i>	○						
161	ケイギス	<i>Ceramium tenerimum</i>		○	○	○	○	○	○
162	キヌイトカザシグサ	<i>Griffithsia subcylindrica</i>		○	○	○	○	○	○
163	ニクサエダ	<i>Herpochondria corallinae</i>						○	○
164	サエダ	<i>Herpochondria elegans</i>						○	○
165	クスダマ属の一種	<i>Pleonosporium</i> sp.		○	○	○	○	○	○
166	ベニヒバ	<i>Psilothallia dentata</i>	○						
167	ヨツガサネ	<i>Pterothamnion yezoense</i>		○	○	○	○	○	○
168	チリモミジ	<i>Reinboldiella schmitziana</i>		○	○	○	○	○	○
169	ナガウブゲグサ	<i>Spyridia elongata</i>		○	○	○	○	○	○
170	エナシダジア	<i>Dasya sessilis</i>						○	○
171	ケブカダジア	<i>Dasya villosa</i>							○
172	ダジア属の一種	<i>Dasya</i> sp.	○						
173	イソハギ	<i>Heterosiphonia japonica</i>		○	○	○	○	○	○
174	ヤレウスバノリ	<i>Acrosorium flabellatum</i>		○	○	○	○	○	○
175	スジウスバノリ	<i>Acrosorium polyneurum</i>	○	○	○	○	○	○	○
176	カギウスバノリ	<i>Acrosorium venulosum</i>		○	○	○	○	○	○
177	タチウスベニ	<i>Erythrogllossum pinnatum</i>		○	○	○	○	○	○
178	アヤニシキ	<i>Martensia fragilis</i>		○	○	○	○	○	○
179	ウスベニ	<i>Sorella repens</i>		○	○	○	○	○	○
180	ユナ	<i>Chondria crassicaulis</i>	○	○	○	○	○	○	○
181	ヤナギノリ	<i>Chondria dasyphylla</i>						○	○
182	コブソノ	<i>Chondrophycus undulatus</i>	○	○	○	○	○	○	○
183	ケハネグサ	<i>Kintarosiphonia fibrillosa</i>		○	○	○	○	○	○
184	ニッポンソノ	<i>Laurencia japonensis</i>						○	○
185	ミツデソノ	<i>Laurencia okamurae</i>	○	○	○	○	○	○	○
186	マギレソノ	<i>Laurencia saitoi</i>		○	○	○	○	○	○
187	ソノ属の一種	<i>Laurencia</i> sp.		○	○	○	○	○	○
188	キブリイトグサ	<i>Neosiphonia harveyi</i>		○	○	○	○	○	○
189	ヒメイトグサ	<i>Neosiphonia savatieri</i>		○	○	○	○	○	○
190	クロソノ	<i>Palisada intermedia</i>						○	○
191	クロイトグサ	<i>Polysiphonia fragilis</i>	○	○	○	○	○	○	○
192	シヨウジョウケノリ	<i>Polysiphonia senticulosa</i>	○	○	○	○	○	○	○
193	コザネモ	<i>Symphocladia marchantioides</i>		○	○	○	○	○	○
194	ヒメコザネ	<i>Symphocladia pumila</i>		○	○	○	○	○	○
	緑藻の種数 (C)		5	11	17	19	22	24	33
	褐藻の種数 (P)		11	29	38	38	42	34	45
	遠方より漂着と推定されるものを除いた褐藻の種数 (P)		11	29	36	36	40	33	43
	紅藻の種数 (R)		9	55	87	86	95	69	116
	合計 (C+P+R)		25	95	142	143	159	127	194
	CP 値 (C/P)		0.45	0.38	0.47	0.53	0.55	0.73	0.77
	CとPの世代交代しない種と同型世代交代を行う種 (I)		10	25	35	36	41	38	51
	CとPの異型世代交代を行う種 (H)		6	15	18	19	21	19	25
	IH 値 (I/H)		1.67	1.67	1.94	1.89	1.95	2.00	2.04
	コンブ目、ヒバマタ目、アミジグサ目の寒帯性種		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		8	14	18	18	21	15	22
	コンブ目、ヒバマタ目、アミジグサ目の熱帯性種		0	5	6	5	6	4	6
	LFD 値 ((寒帯性種×0+温帯性種×1+熱帯性種×2) / (寒帯性種+温帯性種+熱帯性種))		1.00	1.26	1.25	1.22	1.22	1.21	1.21
	RP 値 (R/P)		0.82	1.90	2.42	2.39	2.38	2.09	2.70
	コンブ目 (L)		3	4	2	2	4	2	4
	ヒバマタ目 (F)		4	8	13	13	14	9	14
	LF 値 (L/F)		0.75	0.50	0.15	0.15	0.29	0.22	0.29

緑藻のシワランソウモドキは袋状で手触りが柔らかく、岩礁の上部に着生していた。ヤブレグサはくすんだ緑色を呈し、硬く滑らかであり、調査期間中に2012年3月にのみ打ち上げで確認された極めて稀な種であった。カイゴロモはサザエ科の巻貝であるスガイの貝殻上に着生していた。ミドリゲは硬く鮮やかな黄緑色を呈し、夏季に塊状に岩礁上に着生していた。フサハネモは柔らかく枝は密に互生しており、夏季の短期間に岩礁の側面に着生していた。アシツキヒメイトゲは葉緑体がレンズ状で分枝部分がくびれない特徴が認められ、砂を被った岩礁の下部に着生していた。オオハイミルはこれまでハイミルと同定されていたものだと思うが、小囊の形態的特徴はハイミルのように小囊の先端部に蜂の巣状小孔がなく、ナンバンハイミルのように小囊の先端部がくびれていないことからオオハイミルと同定した。なお、著者らがこれまでに御前崎でナンバンハイミルと同定していたもの(芹澤・芹澤(松山)2010, 2012)についても同様の理由でオオハイミルであったと考えられた。エンシュウミル(仮称)は



図2 本研究で新たに確認された種の標本写真.

(a) シワランソウモドキ *Collinsiella cava*, (b) ヤブレグサ *Umbraulva japonica*, (c) カイゴロモ *Cladophora conchopheria*, (d) ミドリゲ *Cladophoropsis javanica*, (e) オオハイミル *Codium dimorphum*, (f) タマミル *Codium minus*, (g) エンシュウミル *Codium omaezakiense* (仮称), (h) クロミル *Codium subtubulosum*, (i) ウ斯巴ミル *Codium tenuifolium*, (j) フサハネモ *Bryopsis corymbosa*, (k) アシツキヒメイトゲ *Pedobesia ryukyuensis*.



図3 本研究で新たに確認された種の標本写真.

(a) アツバコモンゴサ *Spatoglossum crassum*, (b) ウスカワフクロノリ *Colpomenia peregrina*, (c) カゴメノリ *Hydroclathrus clathratus*, (d) ウスカワカニノテ *Amphiroa zonata*, (e) ヒメモサズキ *Jania adhaerens*, (f) ヒライボ *Lithophyllum okamurae*, (g) ウミサビ *Spongites yendoi*, (h) ヒメテングサ *Gelidium divaricatum*, (i) オオブサ *Gelidium pacificum*, (j) ヨレクサ *Gelidium vagum*, (k) サクラノリ *Grateloupia imbricata*, (l) スジムカデノリ *Grateloupia ramosissima*.

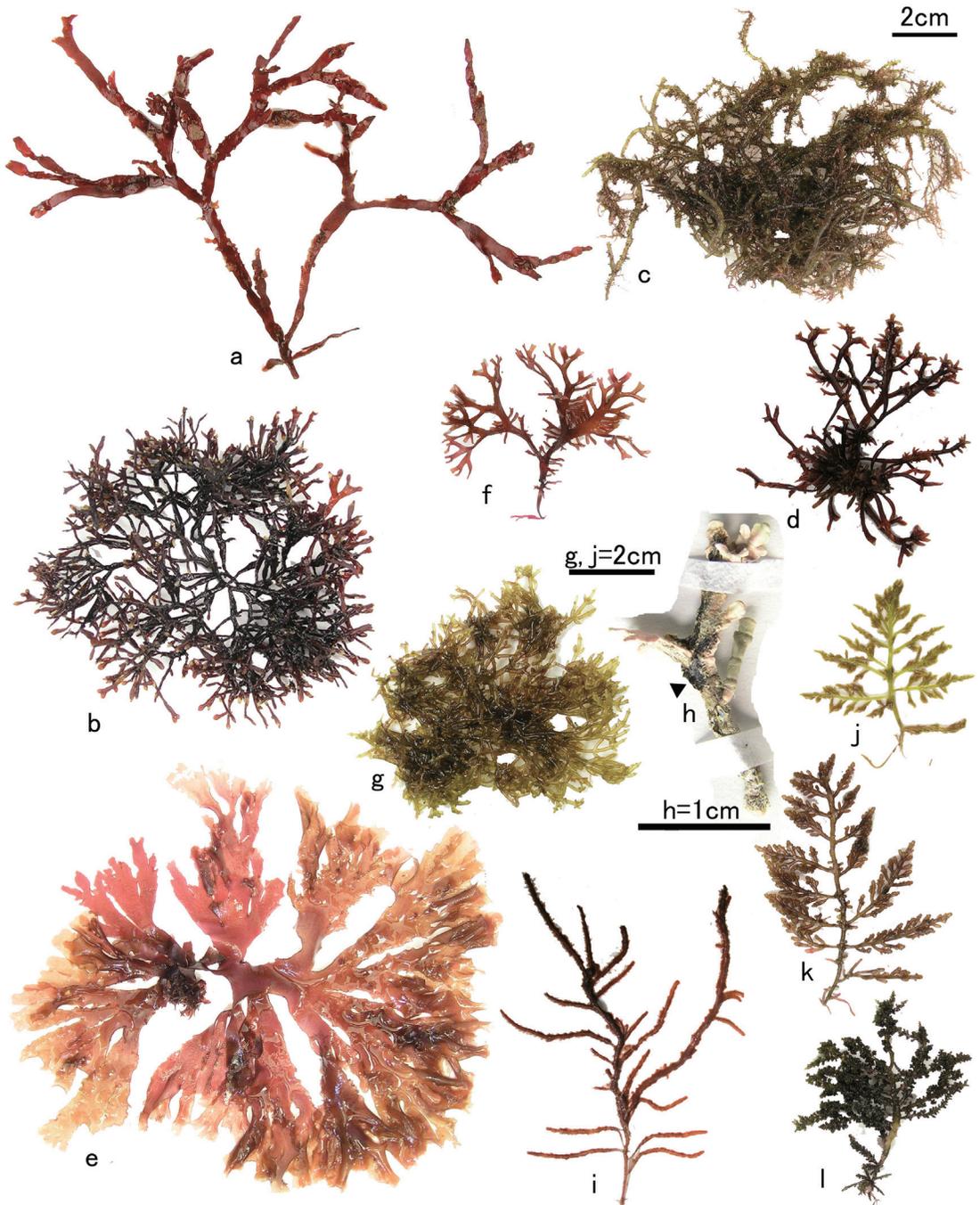


図4 本研究で新たに確認された種の標本写真.

(a) キントキ *Grateloupia angusta*, (b) マタボウ *Polyopes polyideoides*, (c) カズノイバラ *Hypnea flexicaulis*, (d) タチイバラ *Hypnea variabilis*, (e) クロトサカモドキ *Callophyllis adhaerens*, (f) オオマタオキツノリ *Ahnfeltiopsis divaricata*, (g) コスジフシツナギ *Lomentaria hakodatensis*, (h) ニクサエタ *Herpochondria corallinae*, (i) エナシダジア *Dasya sessilis*, (j) ヤナギノリ *Chondria dasyphylla*, (k) ニッポンソゾ *Laurencia japonensis*, (l) クロソゾ *Palisada intermedia*.

円柱状から扁圧で叉状に分枝し、ミルやモツレミルと外部形態がやや似ているが、小囊の形態的特徴が大きく異なることから近く新種記載しようとしている種である(金原ら 2014b)。ウスバミルはヒラミルよりも明らかに薄く淡い色をしており、クロミルは扁圧で叉状に枝分かかれし、先端が細くなる特徴が認められた。タマミルは球状で小囊が顕著に長い特徴が認められ、稀に打ち上げでのみ確認された。

褐藻のカゴメノリは膜状で大小多数の穴が開く形態をしており、ウスカワフクロノリとともに春季から夏季に岩礁上に着生していた。なお、ウスカワフクロノリはフクロノリと形態が類似しているが、フクロノリに比べて明らかに薄い特徴が認められた。アツバコモングサは叉状に分枝し、藻体がコモングサよりも厚く、サナダグサに似るが、サナダグサのように髄層が一層ではなく多層であった。

紅藻のヒメテングサは小型で岩礁の上部やそこに生息するヒザラガイまたはカサガイ類の貝殻上などにも着生していた。オオブサは生殖器官を持つ小枝が房状に集まって出ており、ヨレクサは主枝が上部にいくにつれて細くなる特徴が認められ、どちらも岩礁の溝などに着生していた。無節サンゴモ類のヒライボは突起状の凹凸が認められ、石を覆うように着生しており、ウミサビは薄い桃色を帯び、潮間帯上部の岩礁上を覆っていた。有節サンゴモ類のウスカワカニノテは叉状に分枝し、上部で分枝が多く、岩礁の溝などに着生していた。ヒメモサズキはウスカワカニノテにやや似るが、明らかに小型で細かった。サクラノリは楔形で先端が細かく分枝しており、スジムカデノリは黒みがかっており、体は細い円柱状で上部から下部までほぼ一定の太さで、小枝の先端はとがっていた。キントキは体が扁平で分枝付近がややくびれており、打ち上げでのみ確認された。マタボウは硬い円柱状で数回叉状に分枝し、先端部は丸みを帯びていた。クロトサカモドキは扁平で叉状に分枝し、押し葉標本にすると黒い跡がつく特徴が認められた。カズノイバラは藻体同士が絡まり合い、緑色を帯びていた。タチイバラは深い赤色で、形態はカイノリに似るが藻体が容易に折れることで区別できた。オオマタオキツノリはオキツノリに形態が似るが、枝がやや幅広く、下部の主枝から小枝が対生に出ている特徴が認められた。コスジフシツナギは円柱状で枝の付け根がくびれており、近縁のフシツナギに比べて明らかに細く柔らかく、緑がかった赤色であった。ニクサエダは黒みの強い赤色を呈し、フサカニノテに着生していた。エナシダジヤは福山大学の山岸博士によって四分孢子囊の特徴などから本種であることが確認された。ヤナギノリは円柱状で柔らかく緑がかっており、小枝が細かった。ニッポンソゾはミツデソゾと形態が似るが、ミツデソゾより赤色を帯びており、小枝がややしっかりとしている特徴が認められた。クロソゾは黒色を呈し、硬くて太い円柱状で、コブのような小枝が認められた。

一方、地頭方において、過去(大島 1946, 澤田 1991, 2000, 2008)に確認されていながら本研究で確認されなかった海藻も緑藻 9 種、褐藻 11 種、紅藻 47 種の計 67 種あった。地頭方で現在と過去に確認された海藻類の種数のみを単純に比較すると、現在では過去に比べて緑藻が 2 種多く、褐藻が 8 種少なく、紅藻が 16 種少なく、全体で 32 種少ないことが判明した。以上より、地頭方では過去から現在までに海藻相が大きく変化していることが明らかになり、何らかの大きな環境の変化が生じているものと推察された。

地頭方においてこれまでに確認された種のうち、明らかに伊豆半島などから流れ藻となり打ち上がったと考えられる暖海産褐藻のタマナシモク *Sargassum nipponicum* とマメタワラ *Sargassum piluliferum* を除いて、海藻相の寒暖指標を算出したところ、本研究の CP 値は 0.73, IH 値は 2.00, LFD 値は 1.21, RP 値は 2.09, LF 値は 0.22 であった(表 1)。また、過去の海藻種リストから算出した CP 値は 0.55, IH 値は 1.95, LFD 値は 1.22, RP 値は 2.38, LF 値は 0.29 であった。したがって、LFD 値はほとんど変化していないが、CP 値, IH 値, LF 値は暖海化を、RP 値は寒海化を示していることがわかった。このように寒暖指標値が現在と過去の海藻相の比較においてそれぞれ異なった傾向を示すことは、同じ駿河湾西岸で地頭方よりも北部に位置する大崩周辺でも報告されており、金原ら(2014a)は IH 値, LFD 値, LF 値が現場環境を反映していたと報告している。そこで、地頭方における実際の水温環境の変化

を調べるため、1966～2013年の各年の平均水温を長期的に一次回帰したところ、直線の傾きは有意ではないが長期的に緩い下降傾向を示し、48年間で年平均水温が0.23℃低下していることが判明した(図5、表2)。地頭方の周辺海域では地球温暖化に伴い、焼津市では1971～2010年の各年の平均水温は有意に上昇し、40年間で年平均水温が0.91℃上昇したことが報告されており(金原ら2014a)、御前崎では1935～2009年の各年の平均水温は有意に上昇し、75年間で年平均水温が0.47℃上昇したことが報告されている(芹澤・芹澤(松山)2012)。このように地頭方の周辺海域では明らかに水温が長期的に上昇しているが、本研究により地頭方では年平均水温はやや低下していることがわかった。したがって、海藻相の寒暖指標による現在と過去の比較では、寒海化傾向を示したRP値または傾向をほとんど示さなかったLFD値が現場環境を反映していたと言える。

一方、過去から現在の地頭方における総出現種から寒暖指標値を算出したところ、CP値は0.77、IH値は2.04、LFD値は1.21、RP値は2.70、LF値は0.29であった(表1)。金原ら(2014a)は大崩周辺での過去から現在の寒暖指標値をCP値0.54、IH値2.22、LFD値1.23、RP値2.19、LF値0.25と報告しており、IH値、LFD値、LF値からは地頭方が寒海的であることが、CP値、RP値からは逆に地頭方が暖海的であることが示された。地頭方における1966～2013年までの48年間の年平均水温は18.1℃であり、これは焼津の1971～2010年までの40年間の年平均水温である19.2℃(金原ら2014a)より低かった。したがって、海藻相の寒暖指標による地頭方と大崩周辺の比較では、IH値、LFD値、LF値が現場環境を反映していたことになり、上述の現在と過去の寒暖指標値の傾向とは一致しなかった。以上より、地頭方では年平均水温には現れない環境変化を考慮する必要があると考えられた。

地頭方における海藻相の過去の調査期間(1966～2007年)と本研究の調査期間(2009～2013年)の月平均水温の周年変化を図6に示し

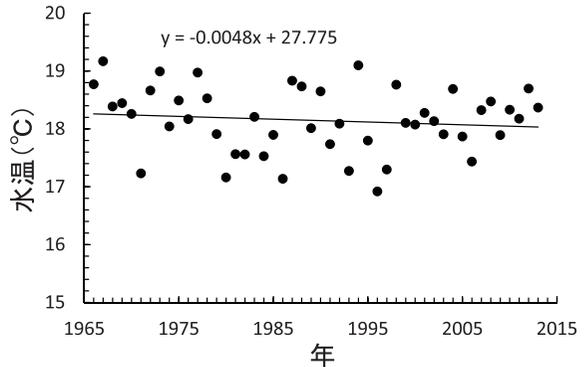


図5 地頭方における1966～2013年の年平均水温の長期的変動。直線は一次回帰直線。

表2 地頭方における長期的な月平均水温と年平均水温の一次回帰直線から推定された1966年と2013年の値およびその差。

	水温		
	1966	2013	差
1月	12.73	10.94	-1.80
2月	11.75	10.69	-1.06
3月	12.27	12.67	0.40
4月	15.05	15.65	0.60
5月	17.90	18.58	0.68
6月	20.94	21.25	0.31
7月	23.65	23.44	-0.22
8月	25.62	25.95	0.33
9月	24.53	24.81	0.27
10月	21.21	21.30	0.08
11月	18.29	17.30	-0.99
12月	14.73	13.38	-1.35
年平均	18.34	18.11	-0.23

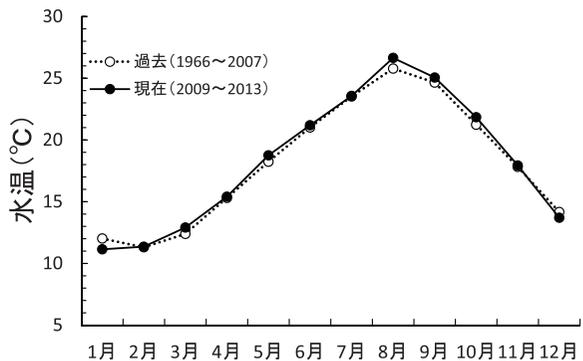


図6 地頭方の海藻相における過去の文献での調査期間(過去)と本研究の調査期間(現在)の月平均水温。

た。地頭方における1966～2013年までの48年間の月平均水温は11.3～25.9℃であり、過去の調査期間の月平均水温は11.3～25.8℃、本研究の調査期間の月平均水温は11.1～26.6℃であった。焼津では1971～2010年までの40年間の月平均水温が13.8～25.7℃と報告されており(金原ら2014a)、地頭方は焼津に比べて月平均水温の最低値と最高値の差が大きく、最近この水温差がさらに拡大していることがわかった。そこで、地頭方における1966～2013年の各月の平均水温を長期的に一次回帰したところ、11～2月と7月の月平均水温には下降傾向が認められ(傾きは12～2月には有意, $p < 0.05$), 3～6月と8～9月の月平均水温には有意ではないが上昇傾向が認められた(図7, 表2)。また、低水温期の1月と2月を冬季, 高水温期の8月と9月を夏季として1966～2013年の冬季と夏季で平均水温を長期的に一次回帰したところ、冬季には有意な下降傾向が($p < 0.05$), 夏季には有意ではないが上昇傾向が認められた(図8)。したがって、地頭方では水温の年較差が拡大していることが明らかになった。

地頭方における上述のような水温環境の変化の背景として周辺地形の大きな改変などがないか調べるため、国土地理院のホームページの地図・空中写真閲覧サービスから得られる過去と現在の地頭方周辺の航空写真を比較した。その結果、1960年代以降、地頭方港が建設され、地頭方南東部に位置する御前崎港が徐々に大きく拡大して調査地の沖合まで達し、それらの建設に伴って大規模な埋め立てが行われていたことが判明した。地頭方地先ではこのような湾港整備に伴って水質の汚濁や海藻類の生育場の消滅など、海藻の生育にマイナスの要因が生じている可能性が考えられた。また、調査地周辺は以前に比べて明らかに閉鎖環境化していた。一般に内湾は陸地の影響を強く受けるため水温は冬季に低く、夏季に高く、年較差が大きく、海藻類の種数は外海域に比べて少ないという(澤田2000)。

本研究により明らかになった地頭方の水温の年較差が過去から現在で拡大していることは、このような湾港整備により地頭方が内湾化していることを裏付けていると言えよう。したがって、地頭方地先では周辺地形の改変に伴う内湾化によって上述のような水温環境の変化が生じており、そのことも本研究で新産種が35種発見されながらも総種数では過去よりも32種減少したというような海藻相の大きな変化

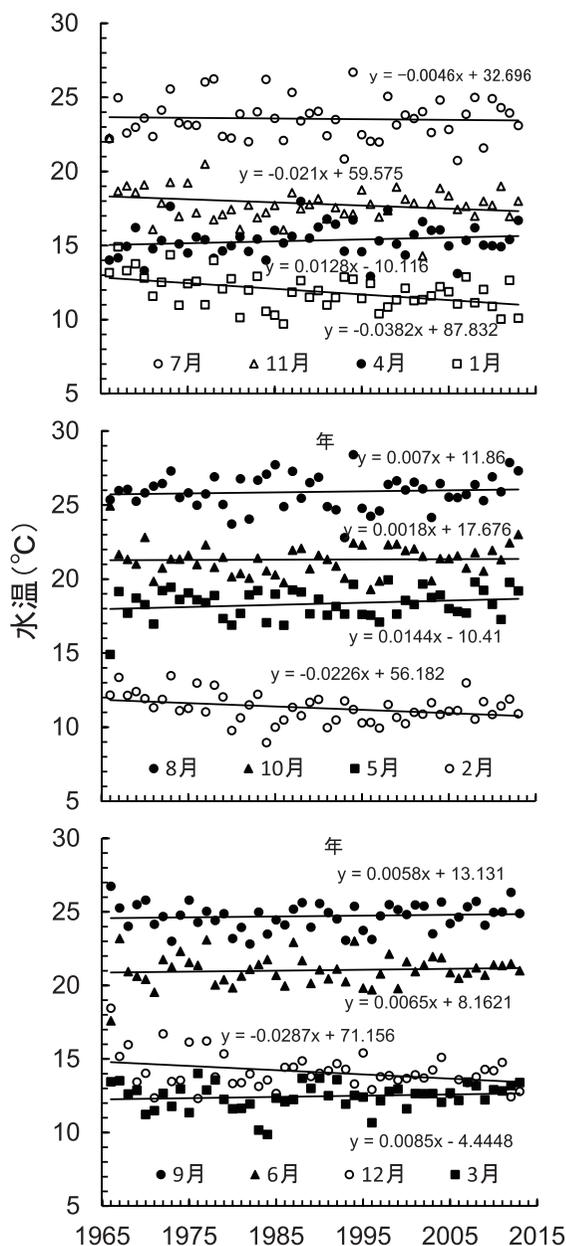


図7 地頭方における1966～2013年の月平均水温の長期的変動. 直線は一次回帰直線. 黒塗りシンボル: 上昇傾向, 白抜きシンボル: 下降傾向

を引き起こした要因と推察された。また現在、御前崎港をさらに拡張する計画があり (e.g. 静岡県公式ホームページ, 御前崎港計画図), 海岸地形の改変などにより, 地頭方地先の海藻相や水温環境が今後も変化していく可能性があるだろう。

静岡県沿岸各地における海藻相の調査や水温環境の解析を引き続き行い, 県内各地の海藻相の特色や水温との関係を明らかにしていきたい。

IV 謝辞

本研究で解析を行った水温データを御提供いただいた静岡県水産技術研究所, エナシダジア

を同定いただいた福山大学の山岸幸正博士, 共に調査や標本作製を行った山梨大学教育人間科学部水圏植物学(芹澤)研究室の学生・院生, 渡邊友美, 深代牧子, 牧田篤弥, 佐藤裕一, 米谷雅俊, 渡邊広樹, 坂本倫美, 白澤直敏, 藤澤ひかる, 奥田真実, 渋谷里夏, 田口由美, 佐野英樹, 近山卓也, 石川のぞみの各氏に謝意を表す。

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.
- Feldmann J. Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. La cote des Alberes. Revue Algologique 10: 1-340. 1937.
- Fujita D. Current status and problems of Isoyake in Japan. Bull. Fisheries Research Agency. 32: 33-42. 2010.
- 林田文郎・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): 52-26. 1969.
- 林田文郎. 駿河湾・御前崎の海藻. 静岡県出版文化会(編) 駿河湾の自然. 静岡教育出版社, 静岡, p166-174. 1972.
- 環境庁自然保護局. 第4回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査報告書. 第2巻, 藻場. 財団法人海中公園センター, 東京, 400pp. 1994.
- 勝間田高明. 駿河湾への外洋水の流入過程. 東海大学大学院 2003年度博士論文, 110pp. 2004.
- 金原昂平・米谷雅俊・芹澤(松山)和世・芹澤如比古. 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. 山梨大学教育人間科学部紀要 15: 263-272. 2014a.
- 金原昂平・畠田智・芹澤(松山)和世・芹澤如比古. 御前崎産エンシュウミル(仮称)の形態および分子系統. 藻類 62: 43. 2014b.
- 米谷雅俊・芹澤(松山)和世・芹澤如比古. 静岡県下田市沿岸の海藻相と温度環境に関する既往資料解析. 山梨大学教育人間科学部紀要 15: 273-284. 2014.
- 霧村胤日人・長谷川雅俊. 本県における海藻群落の現状 聞き取り調査から - VII 由比町, 静岡市, 焼津市, 相良町, 御前崎市. 伊豆分場だより 302: 2-10. 2005.
- 小西由高・林田文郎. 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.
- 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.

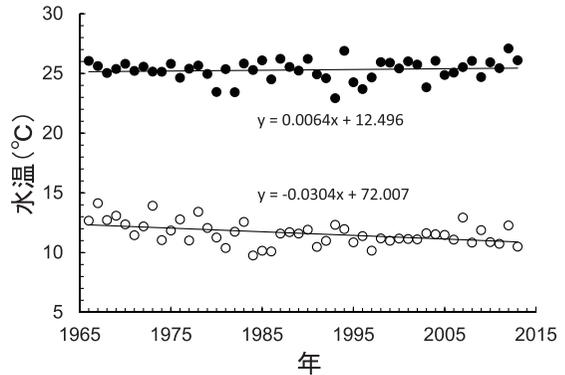


図8 地頭方における1966～2013年の冬季(1～2月)の平均水温(白丸)と夏季(8～9月)の平均水温(黒丸)の長期的変動. 直線は一回帰直線.

- 相楽充紀. 磯焼け海域における海中林復元に向けて－配偶体を利用した藻場造成法の検討－. 伊豆分場だより 282:2-7. 2000.
- 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.
- 瀬川宗吉. 原色日本海藻図鑑. 保育社, 大阪, 302pp. 1956.
- Serisawa Y., Imoto Z., Ishikawa T., Ohno M. Decline of *Ecklonia cava* population associated with increased seawater temperatures in Tosa Bay, southern Japan. Fisheries science 70:189-191. 2004.
- 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.
- 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・吉永一男. 日本海藻目録（2010年改訂版）. 藻類 58:69-122. 2010.