

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

芹澤如比古^{1,3*}・松浦裕己²・米谷雅俊³・芹澤（松山）和世¹

¹ 山梨大学教育人間科学部（〒400-8510 山梨県甲府市武田4-4-37）

² 三立ケミー株式会社（〒411-0941 静岡県駿東郡長泉町上土狩697-1）

³ 山梨大学大学院教育学研究科（〒400-8510 山梨県甲府市武田4-4-37）

Yukihiko Serisawa^{1,3*}, Hiroki Matsuura², Masatoshi Kometani³ and Kazuyo Matsuyama-Serisawa¹: Seasonal change of stranded seaweeds at Mihonomatsubara beach, western coast of Suruga Bay, central Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 61: 133-140, November 10, 2013

All stranded seaweeds were collected monthly in 2006 along two 500 m sites (Masaki and Orido) at the Mihonomatsubara beach, except when a large quantity of a specific species was stranded. Wet weight of each species was divided into five logarithmic classes and the total amount of stranded seaweeds were estimated using the median for each class. The annual total biomass of stranded seaweeds (wet weight / 500 m) was ca. 190 kg in Masaki whereas 150 kg in Orido, being dominated by *Sargassum* species. The monthly biomass was maximum in June and minimum in November at both sites, showing a higher value in August at Masaki whereas in April at Orido. The number of species was maximum in August at Masaki whereas in April at Orido and minimum in November at both sites. Total number of species identified throughout the year was 92 at the two sites (54 at Masaki whereas 79 at Orido), of which 7 were green algae, 40 brown algae (22 Sargassaceae), 43 red algae, and 2 seagrasses. The stranded seaweeds at both sites were considered to be affected by both seaweeds growing in the nearshore area and also drifting *Sargassum* species.

Key Index Words: drifted seaweed, phenology, seaweed flora, Sargassum

¹ Faculty of Education and Human Sciences, University of Yamanashi, Takeda 4-4-37, Kofu, Yamanashi 400-8510, Japan

² Sanritsu Chemicals, Kamitogari 697-1 Nagaizumi-cho, Suntou-gun, Sizuoka 411-0941, Japan

³ Graduate School of Education Master's Course, University of Yamanashi, Takeda 4-4-37, Kofu, Yamanashi 400-8510, Japan

* Author for correspondence: yserisawa@yamanashi.ac.jp

緒言

打ち上げ海藻は沿岸生態系において砂浜や潮間帯上部など一次生産者の少ないところへ有機物を供給する役割を担うとともに（八谷 2005），日本各地で古くから食用・肥料用として利用されてきた（e.g. 池原 1987，池原・林田 2003，今田 2003）。例えば，静岡県内では伊豆半島でテングサ類が，御前崎でワカメ *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar やかつてはサガラメ *Eisenia arborea* Areschoug が，静岡市清水ではツルツル *Grateloupia turuturu* Yamada やフダラク *Grateloupia lanceolata* (Okamura) Kawaguchi などが打ち上げ海藻として採集され，自家消費または市場へ出荷され，食用とされている（た）（e.g. 池原・林田 2003）。このように打ち上げ海藻は生態学的にも水産学的にも重要であり（e.g. 八谷 2005，池原 1987，池原・林田 2003，今田 2003），看過できない研究対象である。

打ち上げ海藻には，波浪により打ち上がった周辺の岩礁帯などの基盤に着生していた海藻と，海流などの影響を受けて遠方より漂着し打ち上がった流れ藻がある（池原・林田 2003）。海域を漂流している流れ藻に関しては日本各地で知見が集積しており，流れ藻の種組成や生物量の季節変化だ

けでなく，その起源についても推定されるなど詳細な研究がなされている（e.g. 吉田 1963，池原・佐野 1986，Hirata et al. 2001，八谷 2005，八谷ら 2005，2006，田井野 2006）。しかし，打ち上げ海藻に関する知見としては，東シナ海岸の福岡県津屋崎に冬季に打ち上がったホンダワラ類の種組成と生物量（吉田 1963），日本海岸の新潟市に冬季に打ち上がった海藻の種組成と生物量（池原・佐野 1986），太平洋岸の三保半島で冬季に打ち上がった海藻の種組成（澤田 1991）や打ち上げ海藻の季節変化（池原・林田 2003）など，池原・林田（2003）以外は限られた季節の断片的な記載であり，情報が極めて不足している。

富士山の世界文化遺産として登録された三保松原海岸では，近年，安倍川から供給される土砂量の急減による海岸浸食が深刻な問題となり，その浸食域は「羽衣の松」を有する御穂神社の前浜まで到達する勢いであった（e.g. 宇多ら 1993）。そのような現状に対応するため，1991年より三保松原海岸一帯では様々な人工構造物が設置され，養浜が行われている（e.g. 秋山ら 2003，2004）。三保海岸ではこのような海岸域の変化に伴い，沿岸生物相が大きく変わっている可能性があり，打ち上げ海藻の種組成や現存量も変化している

ことが予想される。しかし、三保半島では1997～1998年の調査(池原・林田2003)以降、打ち上げ海藻に関する知見は皆無である。

駿河湾では西岸から湾奥部にかけては砂浜海岸が多く、海藻類が着生できる磯浜海岸(岩石海岸)は大崩地先や御前崎地先などに限定されているが(澤田1991, 2000, 2008), 湾東岸の伊豆半島側では多くが磯浜海岸であり、多くのホンダワラ類を含む多様な海藻種が着生することが知られている(阿部・鈴木1972, 林田1998, 小西・林田2004)。駿河湾は南に大きく開いた開放性の湾であり、沖合を西から東へ黒潮が流れ、その分派流が湾口東部からしばしば流入し(稲葉1996), その流れは湾内を反時計回りに左旋回するケースと時計回りに右旋回するケースがあるが、左旋回するケースが優勢であることが知られている(中村1982)。また、湾奥部海域では黒潮に関係なく反時計回りの還流が卓越するという(稲葉1996, 道田ら2006)。池原・林田(2003)は三保半島の駿河湾に面する折戸地区に打ち上げられた海藻の中でホンダワラ類の多くは上記の潮流に乗って伊豆半島岸などから流れ藻となって漂着したとしている。一方、澤田(1991)は三保半島の清水港に面する三保マリーナから内浜にかけて打ち上げられた海藻はほぼその周辺に生育していたと述べており、三保半島の先端部に位置する真崎海岸には潮流の関係でどのような海藻種がどれくらいの量打ち上がるのか大変興味深い。

著者らはその真崎地区に多量の打ち上げ海藻があることを確認することができた。そこで、本研究では海岸浸食の影響で沿岸環境が大きく変わりつつある三保半島の真崎地区と折戸地区において周年を通した打ち上げ海藻の調査を行い、両地で打ち上げられる海藻類の生物量と種組成の季節変化を明らかにしたので報告する。

方法

調査地は駿河湾の西岸、静岡県三保半島の先端部に位置する真崎地区と、三保半島の付け根付近の折戸地区である(Fig. 1)。両地はともに小石交じりの砂浜海岸であり、真崎地区では沖合に防波堤が目視確認できる距離に存在するものの、すぐ近くには消波ブロックなどの人工物はない。一方、折戸地区では海岸浸食を防ぐために低潮線付近に消波ブロックが並んでいる。

打ち上げ海藻の現存量を調べるための採集は真崎地区と折戸地区の海岸線約500mの範囲(真崎地区35°01' 11" N, 138°31' 21" E～35°01' 02" N, 138°31' 38" E, 折戸地区34°59' 14" N, 138°31' 07" E～34°59' 02" N, 138°30' 02" E)で、2006年1～12月までそれぞれの地区で月1回大潮の前後など打ち上げ量の多い日に行った。調査日は2006年1月18日, 2月13日, 3月13日, 4月14日, 5月27日, 6月22日(折戸地区のみ)・23日(真崎地区のみ)(打ち上げ量が多かったので両地区の採集を2日に分けた), 7月19日, 8月9日, 9月30日, 10月17日, 11月

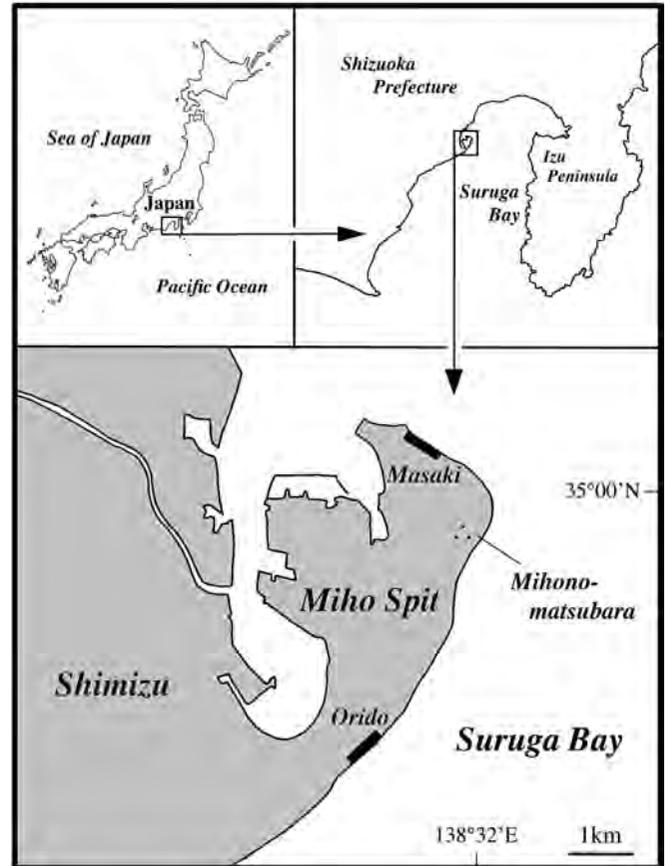


Fig. 1. Map showing the study coastline (approximately 500 m) of Masaki and Orido at Miho spit, Shizuoka Prefecture, central Japan.

22日, 12月15日である。採集した海藻類は研究室に持ち帰り、海水でごみ・砂を取り除き、水を切り、種の同定を行い、電子天秤で種別に湿重量を測定した。測定した湿重量を5階級に分け(階級1:10 g未満, 階級2:10 g以上100 g未満, 階級3:100 g以上1 kg未満, 階級4:1 kg以上10 kg未満, 階級5:10 kg以上), 吉田(1963)に従いそれぞれの階級の対数の中央値(階級1:3 g, 階級2:30 g, 階級3:300 g, 階級4:3 kg, 階級5:30 kg)をとり、打ち上げ量を推定した。なお、明らかに1 kgを越えるほど大量に打ち上げられている種類については採集を行わず、階級4, 5のどちらの階級かを判断し、階級と種を記録した。

上記の現存量調査以外でも打ち上げ海藻の種組成を調べるために、2006年2月18日, 2月20日, 2月21日, 3月17日, 3月20日, 3月29日, 4月3日, 4月13日, 4月19日, 4月20日, 5月15日, 5月16日, 5月25日, 5月26日, 6月9日, 8月15日, 9月1日, 10月23日, 11月15日に採集を行い、種の同定を行った。なお、5月16日には幸運にも波あたりが通常より弱く、胴長を着用して折戸地区の一部の消波ブロックに近づくことができたので、そこに着生する海藻類についても採集し、種の同定を行った。種の同定は既存の図鑑などを基にして行い、特にホンダワラ類の

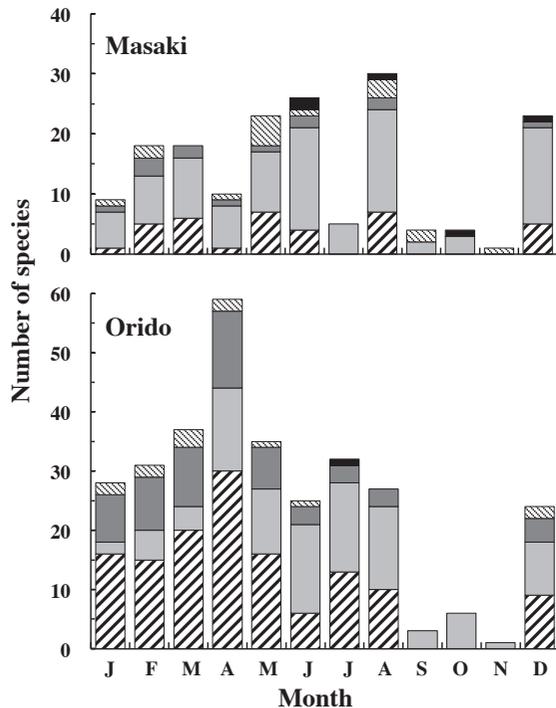


Fig. 2. Monthly changes in the number of species for stranded seaweed of brown algae (Sargassaceae (■) and other brown algae (■)), red algae (▨), green algae (▩) and seagrass (■) at Mihonomatsubara beach, Shizuoka Prefecture.

同定には Yoshida (1983) や高橋ら (2000) などを参考にした。種名リストの学名の記述は基本的に吉田・吉永 (2010) に従ったが、アオサ属とアオノリ属については過去の報告と比較するため、便宜上分けて扱った。また、種の同定が困難なものは科、属、亜属までにとどめ、それらに複数の種が含まれる場合も1種として扱った。さらに、ホンダワラ類については生殖器床の有無についても確認した。

結果

三保松原海岸の真崎地区と折戸地区に打ち上げられた海藻種とその重量階級を Table 1 と 2 に示す。また、過去の知見において三保半島で打ち上げ海藻として報告された種と、今回の調査で生殖器床が確認されたホンダワラ類についても同表に示している。調査期間中に真崎地区では 54 種 (緑藻 5 種、褐藻 29 種うちホンダワラ類 22 種、紅藻 18 種、海草 2 種)、折戸地区では 79 種 (緑藻 5 種、褐藻 37 種うちホンダワラ類 21 種、紅藻 36 種、海草 1 種)、2 地点を併せて 92 種 (緑藻 7 種、褐藻 40 種うちホンダワラ類 22 種、紅藻 43 種、海草 2 種) が打ち上げられた。このうち、真崎地区でのみ確認された種は 13 種 (緑藻 2 種、褐藻 3 種うちホンダワラ類 1 種、紅藻 7 種、海草 1 種) であり、折戸地区でのみ確認された種は 38 種 (緑藻 2 種、褐藻 11 種、紅藻 25 種) であった。また、両地の共通種数は 41 種で、どちらか一方の海岸でのみ確認された種は 51 種であった。

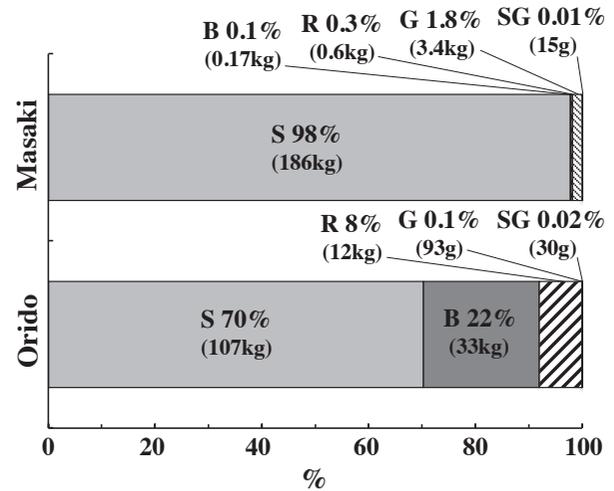


Fig. 3. Percentage biomass of brown algae (Sargassaceae (S) and other brown algae (B)), red algae (R), green algae (G) and seagrass (SG) to the annual total of stranded seaweed biomass at Mihonomatsubara beach, Shizuoka Prefecture.

折戸地区で5月に行った調査から、消波ブロック上の着生海藻のうちクロガシラ属の一種 *Sphacelaria* sp., ネバリモ *Leathesia difformis* (Linnaeus) Areschoug, テングサ属の一種 *Gelidium* sp., イソダンツウ *Caulacanthus ustulatus* (Turner) Kützinger, トゲイギス *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne, コノハノリ科の一種 *Delesseriaceae* sp. 以外の種は全て同地の5月の打ち上げ海藻に含まれていたが、上記の種については両地の全調査期間中の打ち上げ海藻にも含まれていなかった。また、折戸地区では冬季から春季にかけて打ち上げ海藻拾いを行う地元住民をよく見かけた。主に打ち上げられたフダラクやツルツルなどの膜状紅藻とワカメを採集しており、膜状紅藻については酢味噌和えなどにして食することであった。一方、真崎地区では釣り人は多く見かけたものの、打ち上げ海藻拾いをしている地元住民は見かけなかった。

本研究において三保半島に打ち上げられたホンダワラ類は 22 種であり、このうち、ナラサモ *Sargassum nigrifolium* Yendo を除く種は真崎地区と折戸地区の両方で共通して確認された (Table 1)。なお、ナラサモについては未成熟個体が12月に真崎地区でのみ確認された。ホンダワラ類に生殖器床が確認された期間はジョロモク *Myagropsis myagroides* (Mertens ex Turner) Fensholt で4月と6月、コブクロモク *Sargassum crispifolium* Yamada, フタエモク *S. duplicatum* Bory, タマナシモク *S. nipponicum* Yendo, *Sargassum* 亜属で6~8月、ホンダワラ *S. fulvellum* (Turner) C. Agardh で4月、ヒジギ *S. fusiforme* (Harvey) Setchell, ウミトラノオ *S. thunbergii* (Mertens ex Roth) Kuntze で5~7月、イソモク *S. hemiphylum* (Turner) C. Agardh, ヤツマタモク *S. patens* C. Agardh で4~8月、アカモク *S. horneri* (Turner) C. Agardh で1~6月と8月、ノコギリモク *S. macrocarpum* C.

Agardhで6~9月, トゲモク *S. micracanthum* (Kützing) Endlicherで4~6月, タマハハキモク *S. muticum* (Yendo) Fensholtで4~5月, マメタワラ *S. piluliferum* (Turner) C. Agardhで5~8月, オオバモク *S. ringgoldianum* Harveyで8~9月, ヨレモク *S. siliquastrum* (Turner) C. Agardhで7~8月, アズマネジモク *S. yamadae* Yoshida et T. Konnoで4月, 6月と9月, ヨレモクモドキ *S. yamamotoi* Yoshidaで4~8月と12月, エンドウモク *S. yendoi* Okamura et Yamadaで1~2月と6~8月であり, 夏季に生殖器床を付けた種が多く確認されたが, 真崎地区と折戸地区で生殖器床が確認された期間には若干の違いが認められた。ナラサモの他にオオバノコギリモク *S. giganteifolium* Yamadaについても両地の打ち上げ藻体では生殖器床が確認されなかった。

三保松原海岸の打ち上げ海藻の月別の種数変化を Fig. 2 に示す。月別の種数は真崎地区では8月に30種(緑藻3種, 褐藻19種うちホンダワラ類17種, 紅藻7種, 海草1種)と最大, 11月に1種(アオノリ属)と最小となったが4月と7月にも極小値を示し, 月による変動が大きかった。一方, 折戸地区では4月に59種(緑藻2種, 褐藻27種うちホンダワラ類14種, 紅藻30種)と最大, 11月に1種(マメタワラ)と最小となり, 概ね4月にかけて増加し, 11月にかけて減少する季節変化がみられた。また月別種数は両地とも9~11月には少なく, 12月には増加した。さらに, 打ち上げ海藻全種に占めるホンダワラ類の割合は真崎地区では周年を通して高く, 折戸地区では夏季などに高い傾向が認められた。

Table 1と2の重量階級値を元に算出した三保松原海岸の打ち上げ海藻の年間総量を分類群毎の割合で Fig. 3 に示す。打ち上げ海藻の年間総量は真崎地区で約190 kg, 折戸地区で約150 kgと推定され, 真崎地区の方が高い値を示した。また, 両地ともに打ち上げ海藻に占めるホンダワラ類の割合が最も高く, 真崎地区では特にそれが顕著であったが, 折戸地区では次いでホンダワラ類以外の褐藻, 紅藻の順であった。

Table 1と2の重量階級値を元に算出した三保松原海岸の打ち上げ海藻の月別の打ち上げ量の変化を Fig. 4 に示す。月別の打ち上げ量は6月に真崎地区では約107 kg, 折戸地区では約68 kgと最大で, 真崎地区では8月(約65 kg), 折戸地区では4月(約66 kg)にも高い値を示し, 両地とも11月に最小でともに3gであった。真崎地区では6月にイソモク, マメタワラ, ヨレモクモドキが, 8月にノコギリモクとオオバモクが, 折戸地区では4月にワカメとヨレモクモドキが, 6月にマメタワラとヨレモクモドキが大量に打ち上がった(Table 1)。

考察

三保松原海岸において真崎地区と折戸地区では打ち上げられた海藻類の総出現種数にして24種の差が認められ, 両地の共通種数は41種, どちらか一方の海岸でのみ確認された種は51種と大きく隔たっていた。それにも関わらず, ホンダワラ類についてはほぼ同じ種が両地で確認されたことは興味深い(Table 1, 2)。折戸地区では波打ち際に海岸浸食を

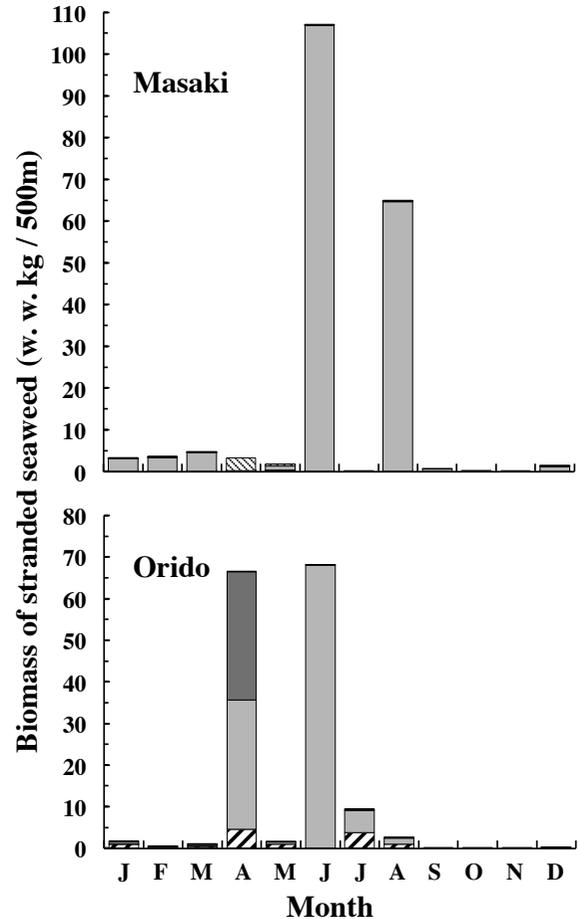


Fig. 4. Monthly changes in the biomass of stranded brown algae (Sargassaceae (■) and other brown algae (□)), red algae (▨), green algae (▧) and seagrass (■) at Mihonomatsubara beach, Shizuoka Prefecture.

防ぐための消波ブロックが次々と設置されており (e.g. 秋山ら 2003), その上には海藻類の着生が認められるが, 真崎地区では沖合に防波堤があるものの海岸近くには大きな構造物は見られない。折戸地区における5月のホンダワラ類以外の打ち上げ海藻は付近の消波ブロック上の海藻相と似通っており, 折戸地区では消波ブロックに着生する海藻も波浪などの影響で打ち上げ海藻となっていると考えられる。したがって, 波打ち際の人工構造物の有無は, ホンダワラ類以外の打ち上げ海藻の種組成が両地で大きく隔たった一因と言える。一方, 流れ藻となって漂流するホンダワラ類の種組成が両地でほぼ一致していたのは, それらがより遠方より海流に乗り漂着したためであろう。

澤田 (1991) は三保半島の清水港に面する三保マリーナから内浜にかけて打ち上げ海藻として21種を(緑藻1種, 褐藻7種うちホンダワラ類1種, 紅藻13種), 池原・林田 (2003) は今回調査を行った折戸地区とほぼ同じ場所で打ち上げ海藻・海草46種(緑藻1種, 褐藻27種うちホンダワ

ラ類 23 種、紅藻 16 種、海草 2 種) を報告している (Table 1, 2)。今回、三保半島の真崎地区と折戸地区を併せて 92 種が確認され、このうち、これまでの報告 (澤田 1991, 池原・林田 2003) で確認されていない 52 種 (緑藻 6 種、褐藻 15 種うちホンダワラ類 2 種、紅藻 31 種) を新たに三保半島の打ち上げ海藻として確認できた。一方、過去の知見でのみ確認された打ち上げ海藻も 20 種 (緑藻 1 種、褐藻 7 種うちホンダワラ類 3 種、紅藻 12 種) あった。このように本研究では過去の知見に比べ打ち上げ海藻の種数が大幅に増加している一方で、過去の知見でしか確認されていない種も認められるが、その主要な要因としては年に 500m 以上の速度で進行した海岸浸食 (宇多ら 1993) や、それを食い止めるために折戸地区の波打ち際などに設置された人工構造物の増加 (秋山ら 2003)、人工構造物上の海藻植生の遷移の進行などが考えられる。なお、サガラメ (過去の文献ではしばしばアラメ *Eisenia bicyclis* (Kjellman) Setchell と記述) については 2000 年に駿河湾からほぼ消滅したことが報告されている (相楽 2000, 霜村・長谷川 2005)。

総打ち上げ量に占めるホンダワラ類の割合は、真崎地区では約 98%、折戸地区では約 70% であり、総打ち上げ量の多くをホンダワラ類が占めていた (Fig. 3)。駿河湾に生育するホンダワラ類については大島 (1946)、林田・桜井 (1969)、阿部・鈴木 (1972)、林田 (1998)、小西・林田 2004、澤田 (1991, 2000, 2008) が報告しており、三保半島ではヨレモクモドキ (澤田 2000) やイソモク (5 月の折戸地区の消波ブロック上で確認) が少量生育しているのみであり、池原・林田 (2003) は三保半島で打ち上げられるホンダワラ類のほとんどが他の海域から漂着したと推察している。また、本調査で確認されたホンダワラ類のうち駿河湾西岸での報告が無く、東岸 (伊豆半島岸) でのみ報告されている種はホンダワラ、アズマネジモク、ナラサモ、フタエモク、コブクロモクであった。今回の調査でこれらの種の打ち上げ量の合計は真崎地区で約 7kg と、折戸地区の約 1.1kg の 6 倍以上であり、年間の総打ち上げ量も真崎地区で約 40kg 多く打ち上がったことから、真崎地区は折戸地区に比べ駿河湾内の左旋海流によって運ばれてくるホンダワラ類がより打ち上がりやすい場所であったと推察される。

八谷 (2005) は打ち上げ海藻が約 2 ヶ月間隔で突発的に打ち上げ量が増加することを報告しており、その理由としてホンダワラ類の流失には強い波浪などの物理的要因だけでなく、ホンダワラ類がある程度伸長することが必要で、流失した後の開いた空間 (ギャップ) に伸長して再び打ち上がると推察している。本調査では真崎地区で 6 月と 8 月に、折戸地区で 4 月と 6 月に大量の打ち上げ海藻が確認されており (Table 1, Fig. 4)、両地で打ち上がったヨレモクモドキや、真崎地区のヒジキ、ノコギリモク、マメタワラ、ヤツタタモクなどには約 2 ヶ月間隔で突発的に打ち上がる傾向が認められた。駿河湾では東岸伊豆半島側の戸田沖に流れの集束場があり、春から夏には反時計回りの循環がある (道田ら 2006)

ことから、一度集束場に集まることにより打ち上がる時には大量に打ち上がると考えることもできる。さらに、本調査で打ち上げ海藻として確認されたナラサモは駿河湾内からの報告が無く (大島 1946, 林田・桜井 1969, 阿部・鈴木 1972, 林田 1998, 小西・林田 2004, 澤田 1991, 2000, 2008)、太平洋側では千葉県～高知県に分布し (吉田 1998)、近隣では伊豆半島の東岸、下田市の須崎 (Segawa 1935) や田牛 (芹澤ら 2003) から報告されている。また、アズマネジモクは駿河湾内では伊豆半島の突端に位置する石廊崎の北西部の南伊豆町入間でのみ報告されている (Yoshida & Konno 1983)。したがって、駿河湾外に生育するナラサモが伊豆半島の突端部付近に生育するアズマネジモクとともに三保半島まで漂着した可能性もある。しかし、アズマネジモクについては沼津や由比地先の消波ブロックにも生育しているという情報もあり (東海アクアノーツの松永氏、私信)、報告が無いだけでナラサモが駿河湾内に生育していないと言い切ることもできない。三保半島の打ち上げ海藻の起源を推定するためには、伊豆半島西岸の最近の海藻相についての知見が著しく乏しく、今後の研究が期待されよう。

以上より三保松原海岸の打ち上げ海藻は流れ藻となって漂着するホンダワラ類だけでなく、養浜のために波打ち際などに設置された人工構造物など周囲の着生可能な基盤に生育する海藻類にも影響を受けていたことが明らかになった。また、本調査により、折戸地区の打ち上げ海藻が実際に利用されている実態が確認された。打ち上げ海藻を採集している地元住民を真崎地区では見かけず、折戸地区ではよく見かけたことから、両地の打ち上げ海藻の種組成の違いを地元住民が経験的に理解していると言えよう。さらに、本研究により打ち上げ海藻となった多くのホンダワラ類で生殖器官が確認されたことから (Table 1)、今後それらのホンダワラ類は周辺の人工構造物などの着生基盤に定着する可能性があると考えられる。また、本調査において *Sargassum* 亜属の数を同定することができなかったが、高知県などでは南方系の *Sargassum* 亜属の分布域が拡大していることが報告されており (e.g. Tanaka et al. 2012)、今回三保半島で打ち上がった *Sargassum* 亜属の数種がすでに駿河湾に定着しているかどうかについても今後明らかにして行く必要がある。

謝辞

本研究は東海大学海洋学部水産学科水産植物学 (芹澤) 研究室 2006 年度の卒業研究の一部をまとめたものである。ホンダワラ類についてご教授頂いた元東京海洋 (水産) 大学の今野敏徳博士、貴重な情報を頂いた (株) 東海アクアノーツの松永有之氏、調査にご協力頂いた水産植物学 (芹澤) 研究室の森康次氏、原雄一郎氏、鈴木平吉氏、石井壮記氏、細見賢祐氏、有益なご助言を頂いたレフリーの方々へ感謝の意を表す。

引用文献

- 阿部秀直・鈴木克美 1972. 南伊豆沿岸の海藻相の概略. 静岡県海中公園学術調査報告書. 海中公園センター報告 31: 51-74.
- 秋山幸秀・M. P. B. セーナカシリ・根元謙次・弘松峰男 2003. Air-borne LiDAR による三保海岸浸食調査. 測量調査技術 85: 82-95.
- 秋山幸秀・根元謙次・横山心一郎 2004. Air-borne LiDAR による三保海岸浸食調査 (part2). 測量調査技術 87: 7-21.
- 林田文郎 1998. 駿河湾におけるホンダワラ類の植生について. 藻類 46: 97-103.
- 林田文郎・桜井武磨 1969. 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.
- Hirata, T., Tanaka, J., Iwami, T., Ohmi, T., Dazai, A., Aoki, M., Ueda, H., Tsuchiya, Y., Sato, T. & Yokohama, Y. 2001. Ecological studies on the community of drifting seaweeds in the south-eastern coastal waters of Izu Peninsula, central Japan. I: Seasonal changes of plants in species composition, appearance, number of species and size. Phycol. Res. 49: 215-229.
- 池原宏二 1987. 日本海沿岸における食用としてのホンダワラとアカモク. 藻類 35: 233-234.
- 池原宏二・佐野修 1986. 佐渡海峡における流れ藻の出現種と分布. 日水研報 36: 59-75.
- 池原宏二・林田文郎 2003. 駿河湾奥部三保海岸における打ち上げ海藻類について. 「海-自然と文化」東海大学紀要海洋学部 1 (1): 31-37.
- 今田節子 2003. 海藻の食文化. 成山堂書店. 東京.
- 稲葉栄生 1996. 駿河湾の海流. 新版・駿河湾の自然, 東海大学海洋学部編. pp. 57-64. 静岡新聞社. 静岡.
- 小西由高・林田文郎 2004. 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.
- 道田豊・石神健二・小松輝久・浅野啓輔 2006. 駿河湾における表層流の取束発散と流れ藻の移動. 月刊海洋 38: 547-552.
- 中村保昭 1982. 水産海洋学的見地からの駿河湾の海洋構造について. 静岡水試研報 17: 1-153.
- 大島勝太郎 1946. 駿河湾海藻目録. 謄写印刷物. 静岡.
- 相楽充紀 2000. 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.
- 澤田威 1991. 駿河湾西岸と海藻. 自費出版. 静岡.
- 澤田威 2000. 駿河湾西岸の海藻. 自費出版. 静岡.
- 澤田威 2008. 駿河湾西岸を主とした原色海藻図鑑. 著者出版. 静岡.
- Segawa, S. 1935. On the marine algae of Susaki, Prov. Idzu, and its vicinity. Sci. Pap. Inst. Algolog. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ. 1: 59-90. pls.19-20.
- 芹澤如比古・村上裕重・田中次郎・青木優和・坂西芳彦・平田徹・御園生拓・横浜康継 2003. 静岡県下田市田牛地先の異なる水深における褐藻カジメ・アラメ群落の特徴. 水産増殖 51: 287-294.
- 霜村胤日人・長谷川雅俊 2005. 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.
- 田井野清也 2006. 高知県沿岸における流れ藻の分布と種組成. 月刊海洋 38: 590-594.
- 高橋昭義・井上勲・田中次郎 2000. ヒバマタ目(褐藻綱)の気胞内髓糸の形態. 植物研究雑誌 75: 339-346.
- 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.
- 宇多高明・鈴木忠彦・山本幸次・板橋直樹 1993. 三保松原の危機的海岸侵食状況. 土木学会海岸工学論文集 40: 441-445.
- 八谷光介 2005. ホンダワラ藻場の生産・流出過程に関する研究. 京都海洋セ研究論文集 7: 1-41.
- 八谷光介・西垣友和・道家章生・和田洋藏 2005. 若狭湾西部海域で採集された流れ藻の種組成. 京都海洋セ研報 27: 13-18.
- 八谷光介・西垣友和・白藤徳夫・和田洋藏 2006. 若狭湾西部海域の定置網の側張りに捕捉された流れ藻の現存量と幼胚放出数. 京都海洋セ研報 28: 21-26.
- 吉田忠生 1963. 流れ藻の分布と移動に関する研究. 東北水研研報 23: 141-186.
- Yoshida, T. 1983. Japanese species of *Sargassum* subgenus *Bactrophycus* (Phaeophyta, Fucales). J. Fac. Sci., Hokkaido Univ. Ser.V (Botany) 13 (2): 99-246.
- 吉田忠生 1998. 新日本海藻誌. 内田老鶴圃. 東京.
- Yoshida, T. & Konno, T. 1983. Taxonomic study on *Sargassum sagamianum* Yendo and related species (Phaeophyta, Fucales). Bot. Mag. Tokyo 96: 145-157.
- 吉田忠生・吉永一男 2010. 日本産海藻目録 (2010年改訂版). 藻類 58: 69-122.

(Received May 24, 2013; Accepted Jul. 12, 2013)