

天神島における海藻相と海水温度との関係

高橋昭善*・山本 薫**

Relationships between sea temperature and marine algal flora in Tenjin-jima Island

Akiyoshi TAKAHASHI * and Kaoru YAMAMOTO **

キーワード: 海藻相, 三浦半島, 相模湾, 天神島

Key words: algal flora, Miura Peninsula, Sagami Bay, Tenjin-jima Isl.

神奈川県横須賀市佐島に位置する天神島において、海藻相の把握と保全活動のための基礎資料を得ることを目的に、2006年から2023年までの18年間、春季に調査を行った。その結果、藻類28種、褐藻類43種、紅藻類90種、合計161種が確認され、そのうち19種は減少傾向、3種は増加傾向にあると推察された。さらに、天神島では消失したと考えられていた4種が約30年ぶりに出現したことも明らかになった。また、2018年以降の海藻の出現種数と海水温度に負の相関がみられたため、近年の海水温度の上昇が天神島の海藻相の多様性の減少に寄与する可能性が示唆された。海水温度の上昇の要因のひとつには2017年8月に発生した黒潮大蛇行の影響も考えられ、今後も継続的に海藻相と海水温度を調査する必要がある。

In the Tenjin-jima Marine Biological Garden attached to the Yokosuka City Museum, 161 marine algal species (28 green, 43 brown, and 90 red algae) were recorded by a 1-day survey every spring from 2006 to 2023. Of these, 19 species were estimated to be on the decline and 3 species were on the increase. Furthermore, 4 species thought to have disappeared reappeared for the first time in approximately 30 years. A negative correlation was found between the number of seaweed species and seawater temperature since 2018, and it was inferred that increasing seawater temperatures contributed to the decline of marine algal flora. One of the causes of the increase in seawater temperature was thought to be the influence of the Kuroshio large meander that occurred in August 2017. It is necessary to continue investigating marine algal flora and seawater temperatures in the future.

* 相模湾海藻調査会 〒249-0008 神奈川県逗子市小坪1-13-11 高橋昭善 気付

** 横須賀市自然・人文博物館 〒238-0016 神奈川県横須賀市深田台95

原稿受付 2024年12月1日 横須賀市博物館業績799号

Corresponding author: Kaoru YAMAMOTO, yamamo10kaoru@gmail.com

はじめに

相模湾の北東部に位置する天神島(神奈川県横須賀市佐島)は、周囲約1 kmの島であり、天神島とその沖合約300 mに位置する笠島と周辺海域は1965年に神奈川県指定天然記念物及び名勝に指定されている。翌1966年には当該地域は横須賀市自然・人文博物館の付属施設となり、天神島臨海自然教育園として周辺海域に分布する動植物の保全活動を行っている。保全活動に際しては、天神島周辺海域における生物相の変遷を把握する必要がある。特に、海中の環境は陸上に比べて周期的な温度変動が小さいため、気候変動による温度変化に適応できない生物が存在することが知られている(Pinsky *et al.*, 2019)。海藻は近年の温暖化によって海藻相の多様性が減少する例が報告されており(熊谷, 2020)、現状を把握すべき分類群の一つである。天神島のア藻相についてはこれまでに川瀬(1968)、石塚・田中(2004)、高橋・大森(2015)によって調査されてきた。本研究では、天神島における海藻相保全のための基礎資料を得るため、(1)現在の海藻相を明らかにすることと、(2)近年の海水温度の上昇が海藻相の多様性の減少に寄与する可能性を検証することを目的とし、調査を行った。

材料と方法

海藻相の調査は、2015年から2023年の9年間、3月から5月にかけての大潮時に、潮間帯と潮下帯浅所において行った。これは横須賀市自然・人文博物館主催の観覧会において実施した市民参加型の調査である。ただし、2020年および2021年については観覧会を実施することができなかったため、著者の高橋のみが調査した。

本研究と同様の調査方法で得られた高橋・大森(2015)の記録を用いて、2006年から2023年までの結果について考察を行った。1年に1回の調査であっても、春季に記録される種数は年間調査と同等であることがわかっている(高橋・大森, 2015)。本研究では、大型藻類の緑藻綱(広義)、褐藻綱および紅藻綱(広義)に属す藻類のうち、肉眼目視で科または属の特徴が確認できるものを採集し、種同定を行った。種同定については田中(2004)に従い、分類体系は吉田ほか(2015)に従った。

海水温度については、開園日の10時と14時に計測されたデータを用い、日平均を求めたうえで年平均水温を算出した。海水温度と種数の関係については相関分析を用いて検証を行った。

結果と考察

出現種の推移

2006年から2023年の調査において、緑藻類28種、褐藻類43種、紅藻類90種、合計161種が確認された(第1表)。1回あたりの出現種数は45~70種、平均57種であった。18回の調査のうち14回以上(80%以上の頻度)確認された種は、緑藻類1種(ヒトエグサ)、褐藻類9種(サナダグサ、ウミウチワ、フクロノリ、ワカメ、イロロ、ヒジキ、タマハハキモク、ヤツマタモク、ウミトラノオ)、紅藻類10種(マクサ、オバクサ、ツノマタ、フダラク、ツノムカデ、オキツノリ、ユカリ、トサカノリ、カバノリ、フシツナギ)、合計20種であった。

また、5回以上(30%以上の頻度)の出現が確認されている種のうち、最近5年以上(少なくとも2019年以降)確認されていない種は、緑藻類2種(タレツアオノリ、ウスバミル)、褐藻類3種(ジョロモク、オオバモク、ヨレモクモドキ)、紅藻類4種(フサノリ、タンバノリ、カギウスバノリであった。さらに、2018年以前と比較して、2019年以降の出現頻度が1/2以下になった種は、緑藻類1種(アナアオサ)、褐藻類4種(カゴメノリ、カジメ、トゲモク、マメタワラ)、紅藻類3種(ニセフサノリ、オゴノリ、タチイバラ)であった。この17種に加え、2014年までに4回確認されたものの2015年以降の出現が確認できていないボタンアオサ(緑藻類)と、2015年までは毎回(毎年)出現していたものの2016年以降の出現頻度が約40%になったアラメ(褐藻類)を含めた19種が天神島において減少傾向にあると考えられた。これらのうち、ジョロモク、カジメ、アラメ、トゲモクは1970年代から2000年代にかけて高緯度方向へ移動(北上)しつつ減少している種、ヨレモクモドキとマメタワラは低緯度へ移動(南下)しつつ減少している種と推定されており(熊谷, 2020)、国内全体での海藻分布の傾向と同様であった。また、本研究では出現種の量的なデータを取得していないが、カジメとアラメについては天神島付近の海中における藻場の被度が調べられている(秋元ほか, 2012)。この結果では、カジメの被度は減少し、ア

第1表(4) 天神島における出現種(2006～2023年)。

目 名	科 名	学 名	和 名	調 査 年																		
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
イバラノリ科		<i>Prionitis cornea</i>	ツノムカデ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		<i>Prionitis crispata</i>	トサカマツ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		<i>Prionitis divaricata</i>	ヒトツマツ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		<i>Hymnea charoides</i>	イバラノリ								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		<i>Hymnea japonica</i>	カギイバラノリ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
ツカサノリ科		<i>Hymnea variabilis</i>	タチイバラ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		<i>Callophyllis adnata</i>	ネザシノトサカモドキ								+					+						
		<i>Callophyllis japonica</i>	ホソバナトサカモドキ								+	+										
		<i>Callophyllis okamurae</i>	キヌハダ	+																		
		<i>Peyssonellia caulifera</i>	エツキイワノカワ				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
オキツノリ科		<i>Phacelocarpus japonicus</i>	キジノオ								+											
		<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	オキツノリ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	ユカリ科		<i>Plocamium recurvatum</i>	マキユカリ							+											
			<i>Plocamium telfairiae</i>	ユカリ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	ナミノハナ科		<i>Portieria homemannii</i>	ホソバナミノハナ							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		<i>Portieria japonica</i>	ナミノハナ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
ベニスナゴ科		<i>Schizymenia dubyi</i>	ベニスナゴ		+						+						+	+	+	+		
	ミリノ科		<i>Meristotheca populosa</i>	トサカノリ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
			<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	シラモ							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	オゴノリ科		<i>Gracilaria gigas</i>	オオオゴノリ							+											
			<i>Gracilaria incurvata</i>	ミゾオゴノリ							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		<i>Gracilaria textorii</i>	カバノリ			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
		<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	オゴノリ							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
		<i>Champia bifida</i>	ヘラワツナギソウ		+						+											
マサゴシバリ目		<i>Champia parvula</i>	ワツナギソウ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	フシツナギ科		<i>Lomentaria catenata</i>	フシツナギ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
			<i>Lomentaria hakodatensis</i>	コスジフシツナギ																		
		<i>Coelathrum opuntia</i>	フクロツツナギ																			
	イギス科		<i>Rhodomenia intricata</i>	マサゴシバリ							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		<i>Ceramium tenerimum</i>	ケイギス								+											
		<i>Herpochondria corallinae</i>	ニクサエダ								+											
		<i>Reinboldella schmitziana</i>	チリモミジ												+	+						
		<i>Acrosorium polyneurum</i>	スジウスバノリ								+											
コノハノリ科		<i>Acrosorium venulosum</i>	カギウスバノリ		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
		<i>Acrosorium yendoi</i>	ハイウスバノリ								+						+					
	フジマツモ科		<i>Laurencia intermedia</i>	クロソソ		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
			<i>Laurencia okamurae</i>	ミツデソソ		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
			<i>Laurencia satoi</i>	マギレソソ				+				+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		<i>Laurencia undulata</i>	コブソソ		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
		<i>Leveillea jungermannioides</i>	ジャババノリ								+								+			

※ 近縁種が複数含まれる可能性があるが、ここではトエグサと表記する。

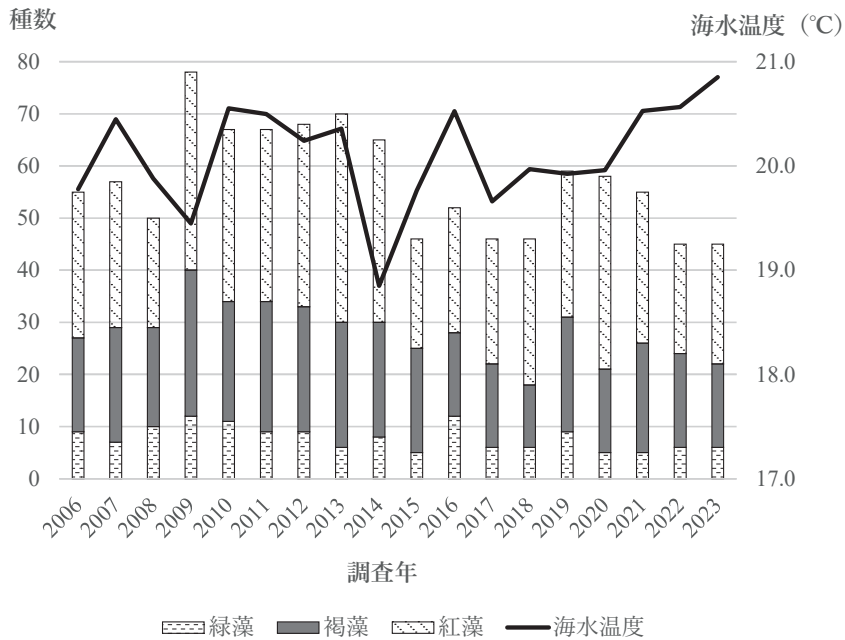
ラメの被度は横ばいであることが示されており、本研究の結果と大きく矛盾しない。

一方で、ヒラミル（緑藻類）は2019年に出現し、以後毎回確認された。シワノカワ（褐藻類）も2019年に初めて出現して以降、2022年を除く全ての年で確認された。スジアオノリ（緑藻類）は、2019年以降の出現頻度が2018年以前と比較して20%から80%と大きくなった。これら3種については個体数の増加もしくは生育量が増大している可能性が考えられた。

また、1回のみの出現が確認されている種は緑藻類7種、褐藻類4種、紅藻類22種であり、そのうち、

2019年以降に確認された種は緑藻類1種（シオグサ）、褐藻類1種（イワヒゲ）、紅藻類5種（ガラガラ、ハイテングサ、フクロノリ、オオバツノマタ、マサゴシバリ）であった。

前述のとおり2019年以降に継続して出現しているヒラミルと、2019年以降に出現が確認されたイワヒゲ、ガラガラ、フクロノリについては、1988年以降の記録がないため天神島では消失したと考えられていた（高橋・大森, 2015）。これら4種が約30年ぶりに出現した要因は不明であるが、近年の海況変化が影響を与えた可能性について考慮する必要がある。



第1図 天神島における出現種数と年平均海水温度（2006～2023年）.

第2表 天神島における出現種数と年平均海水温度（2006～2023年）.

調査年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
緑藻類	9	7	10	12	11	9	9	6	8	5	12	6	6	9	5	5	6	6
褐藻類	18	22	19	28	23	25	24	24	22	20	16	16	12	22	16	21	18	16
紅藻類	28	28	21	38	33	33	35	40	35	21	24	24	28	28	37	29	21	23
合 計	55	57	50	78	67	67	68	70	65	46	52	46	46	59	58	55	45	45
海水温 (°C)	19.8	20.4	19.9	19.4	20.6	20.5	20.2	20.4	18.9	19.8	20.5	19.7	20.0	19.9	20.0	20.5	20.6	20.9

出現種数と海水温度の関係

第1図および第2表は2006年から2023年の海水温度の年平均値と出現種数を示したものである。海藻の生育可能な分布域を決める最大の限定要因は水温であるため (Hoek van den, 1982), 天神島の出現種数と海水温度について相関分析を行った。2006年から2023年の年平均海水温度と出現種数との相関係数は-0.19であり、相関がみられなかった。しかし、2018年以降の海水温度と出現種数の相関係数は-0.58と負の相関がみられ、2019年以降とでは-0.87と強い負の相関がみられた。この結果は、海水温度の上昇が天神島の海藻相の多様性の減少に寄与する可能性を支持する。

海水温度については、2017年8月から発生し、現在も継続している黒潮大蛇行の影響が考えられる (気象庁, 2017; 2024)。黒潮大蛇行では、関東・東海周辺を中心とした高水温・高潮位のほか、相模湾において暖水波及が頻発し、「ヒジキ、ワカメ、カジメ、テングサ、アオノリ等の成育の状況が全域的に不良」との報告もある (美山, 2023; 日下ほか, 2021)。また、馬場ほか (2024) は、天神島から約10 km南に位置する城ヶ島において2017年以降の海水温の上昇傾向を認めたとうえで、「黒潮流路の変化の影響を除いたとしても加速的に進んでいる可能性」を示唆している。天神島の海水温度の上昇は、黒潮大蛇行と人為的な気候変動による温暖化の影響のどちらの可能性も考えられた。いずれにしても、今後も継続的に海藻相と海水温度を把握する必要がある。

今後の課題

本研究では海藻出現種のみを扱っており、生育密度や打上がった量については調査していない。今後は、定量的な調査を加えることで天神島における海藻の増減をより正確に把握したい。また、海藻の生活史と分布に影響を与えるものには、海水温度のほかに生育基質、水質、塩分濃度、波動、光、生物間競争などがある (宮田, 1999; 富塚ほか, 2011)。これらの調査や計測を加えたうえで、天神島の海藻相の多様性に寄与する環境要因を検証していきたい。

謝 辞

田中次郎博士と神谷 伸博士には観察会の講師お

よび海藻の種同定にご協力いただいた。杉山順子氏、萩原清司氏には海藻相調査にご協力とご助言をいただいた。小長谷美沙氏、中村 薫氏には海藻相調査と海水温度調査にご協力いただいた。また、現地調査に協力いただいた東京海洋大学の学生ならびに市民の方に感謝申し上げる。

引用文献

- 秋元清治・中西敏之・小山利郎・加藤健太 2012. 相模湾におけるカジメ・アラメ場の実態について. 神奈川県水産技術センター研究報告, (5): 1-9.
- 馬場真哉・石井 洋・芳山 拓 2024. 線形ガウス状態空間モデルを用いた神奈川県城ヶ島地先における海水温トレンドの推定. 水産海洋研究, **88**(3): 190-199.
- van den Hoek, C. 1982. Phytogeographic distribution groups of benthic marine algae in the north Atlantic Ocean. A review of experimental evidence from life history studies. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, **35**: 153-214.
- 石塚 綾・田中次郎 2004. 三浦半島西岸 (天神島付近) における海藻および海草の季節消長. 横須賀市博研報 (自然), (51): 53-66.
- 川瀬ツル 1968. 天神島・笠島周辺の海藻類. 横須賀市博雑報, (13): 5-8.
- 気象庁/海上保安庁 2017. 黒潮が12年ぶりに大蛇行. 2017年9月29日. https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/kaikyo/etc/20170929_kuroshio.pdf
- 気象庁 2024. 海洋気象観測船による観測 (令和6年7月26日～7月29日) (黒潮統流). 令和6年8月2日. https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/vessel_obs/description/kuroshio/kuroshio_obs20240726.html
- 熊谷 直喜 2020. 気候変動に伴う藻場群集の地理的分布変化. 藻類, **68**: 91-97.
- 日下 彰・櫻井正輝・山田和也・竹尻浩平・後藤直登・伊與田慎右・石川陽子・陶山公彦・丸山拓也・中野哲規・上原陽平・岸 香緒里・東元俊光・今泉洋介・大畑 聡・大森健策・瀬藤 聡 2021. 黒潮大蛇行発生に伴う海況変化が本州太平洋沿岸域の漁海況へ及ぼす影響. 黒潮の資源海洋研究, (22): 1-5.
- 美山 透 2023. 変わりゆく海洋環境: 黒潮大蛇行と温暖化. 消防防災の科学, **153**: 42-44.
- 宮田昌彦 1999. 潮だまりの海藻に聞く海の自然史.

- 131 ページ. 岩波書店.
- Pinsky M., Eikeset A. M., McCauley D. J., Payne J. L. and Sunday J. M. 2019. Greater vulnerability to warming of marine versus terrestrial ectotherms. *Nature*, **569**: 108–111.
- 高橋昭善・大森雄治 2015. 天神島の海藻相とその特色—2006～2014年の春季海藻相調査に基づいて一. 横須賀市博研報(自然), (62): 17–24.
- 田中次郎 2004. 日本の海藻 基本284 田中次郎(解説), 中村庸夫(写真). 248 ページ. 平凡社.
- 富塚朋子・岩槻邦男・宮田昌彦 2011. 緑藻, 褐藻, 紅藻の生活史と分布にもとづく海藻相の新しい評価指数 $[I/H]_{RCP}$. 植物研究雑誌, **86**(5): 287–293.
- 吉田忠生・鈴木雅大・吉永一男 2015. 日本産海藻目録 (2015年改訂版). 藻類, **63**(2): 129–195.