

令和 4 年 5 月 23 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06806

研究課題名(和文) 同形世代交代型紅藻を用いた単相・複相世代の生理生態学および集団遺伝学的比較研究

研究課題名(英文) Ecophysiological and population genetic study on red algae showing isomorphic life cycle

研究代表者

神谷 充伸 (Kamiya, Mitsunobu)

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：00281139

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：同所的に生育する紅藻ツノマタ類2種の生態調査したところ、イボツノマタは配偶体が、ツノマタは孢子体が優占し続け、発生初期から消失するまで世代の偏りがほとんど変化しないこと、両種とも世代間で生長速度や成熟率に顕著な差はないことが明らかになった。このことから、孢子の供給によって個体群が維持されているのではなく、藻体が消失した後も基部が残存し、そこから藻体が再生することで個体群が維持されている可能性が示唆された。配偶体は孢子体よりも藻体の水分含有量や破断強度が高い傾向が見られるため、それがイボツノマタの配偶体が優占する要因の一つと考えられるが、ツノマタの孢子体が優占する要因は特定できなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海藻に広く見られる同形世代交代型生活環の意義や利点は十分に理解されいない。これまで同形世代型海藻の世代比を調査した研究はあったが、同所的に生育する近縁種を比較した研究はなく、本研究により2種で優占する世代が異なるという初めての知見が得られた。また、世代間で藻体の物理的特性に差があり、より適応的な世代は生育環境によって異なり、それが世代の偏りを生じる要因の一つであることが明らかになり、同形世代交代が幅広い環境に適応するのに有効な生活環であることが示唆された。また、大量に産生されている生殖細胞が個体群の維持にほとんど寄与していない可能性が示され、本藻の繁殖戦略を理解する上で重要な知見が得られた。

研究成果の概要(英文)：Ecological examination of two *Chondrus* species showing sympatric distribution revealed that gametophytes and sporophytes were continuously dominant in *C. verrucosus* and *C. ocellatus*, respectively and that the growth rate and fertility rate were similar between the two phases in both species. These results suggest that the populations of the two species were possibly maintained by vegetative reproduction of holdfasts, instead of spore reproduction. Thallus water content and physical strength tended to be higher in gametophytes than sporophytes and this property may be related to the gametophyte dominance of *C. verrucosus*, but it is still unknown why sporophytes are more abundant in *C. ocellatus*.

研究分野：藻類学

キーワード：世代交代 配偶体 孢子体 生存戦略 生活環 世代比 物理特性 生態特性

1. 研究開始当初の背景

海藻では、同じ外形を示す配偶体（単相）と孢子体（複相）を交互に繰り返す同形世代交代と呼ばれる生活環をとる種が多いが、両世代が同時期・同所的に出現することが多いため、同形世代交代を行う意義や利点などは不明な点が多い。同形世代交代型海藻の場合、生殖器官を持たない未成熟個体では世代を判別するのが困難であるため、世代交代に着目した生態学的研究の例は限られている。例外として、紅藻スギノリ目藻類は、世代によって異なるタイプのカラギーナン（海藻多糖の一種）を産出するため、レゾルシノール試薬を用いた呈色反応により簡単に世代判別が可能で、生態学的研究が比較的進んでいる。これまでの報告によると、ツノマタ属の *Chondrus crispus* は多くの生育地で配偶体が優占しており（例えば Mathieson & Burns 1975, Craigie & Pringle 1978, Scrosati *et al.* 1994, Lindgren & Aberg 1996, Garbary *et al.* 2011）、その傾向は、*Iridaea* 属（Dick *et al.* 1985）、アカバギンナンソウ属（Scrosati & Mudge 2004）、オゴノリ属（Lees *et al.* 2018）でも報告されている。一方、ツノマタ（*C. ocellatus*）は、波当たりの強い環境では孢子体が、静穏な環境では配偶体が優占する傾向が示され、世代によって生育に適した環境が異なる可能性が示唆された（Kamiya *et al.* 2021）。しかしながら、複数の分類群に焦点を当てて長期にわたって生態的な研究を展開した例はほとんどなく、片方の世代が優占する要因、世代間の特性差、分類群間の相違などについては、依然として研究が進んでいない。

2. 研究の目的

本研究の調査地点として選定した神奈川県沿岸では、イボツノマタとツノマタが同所的に生育しているため、この2種を対象にした生態調査と物理特性の比較により、生活環を通じた繁殖戦略を明らかにすることを目的とした。具体的には、イボツノマタとツノマタの世代比、湿重量、成熟率、水分含有量を定期的に調査するとともに、藻体の破断強度測定と成熟藻体の生残率調査を実施した。また、水深が異なる場所に生育するイボツノマタ間で比較することにより、環境の違いが世代比等にどのような影響を及ぼすかを検証した。

3. 研究の方法

関東沿岸域の6地点（銚子・安房小湊・館山・城ヶ島・真鶴・下田）において、イボツノマタもしくはツノマタを20~40個体採集した。神奈川県真鶴ではイボツノマタとツノマタが同所的に生育しているため、2020年12月から2021年8月にかけて両種を約30個体ずつ計6回採集した。神奈川県三浦市城ヶ島では、2021年5月から10月にかけて、潮間帯下部と潮下帯に生育していたイボツノマタを約30個体ずつ計6回採集した。採集した個体に関しては、成熟の有無を記録し、未成熟の個体はレゾルシノール試験により世代を識別した。湿重量と乾重量を測定後、水分含有量を算出した。藻体の破断強度を測定するために、ばねばかりと藻体の基部付近をひもで括りつけ、垂直方向に引っ張り、藻体が

基部から剥離した時の重さを記録した。種・世代間で藻体の生残率を比較するため、真鶴においてイボツノマタ（配偶体 8 個体、孢子体 3 個体）とツノマタ（配偶体 5 個体、孢子体 5 個体）の成熟葉にプラスチック製タグを取り付け、毎月のサンプリング時に各個体の生残状況を確認した。

4. 研究成果

関東沿岸域の 6 地点（銚子・安房小湊・館山・城ヶ島・真鶴・下田）で採取した藻体について配偶体率（採集個体のうち配偶体が占める割合）を調べたところ、イボツノマタが

60%以上だったのに対し、ツノマタは 40%以下であった。イボツノマタとツノマタの世代比が生長や成熟が進むとともにどのように変動するかを明らかにするため、両種が同所的に生育する真鶴において、配偶体率、藻体の湿重量、成熟率、水分含有量を定期的に調査した。両種ともに、12月に藻体の芽生えが観察され、4・5月に藻体湿重量がピークに達した後、大型の藻体は消失し始めた（図 1、2）。どちらの種も孢子体の方が配偶体よりも 1 ヶ月早く藻体湿重量がピークに達したが、どの月も世代間の藻体湿重量に有意差は見られなかった。配偶体率については、イボツノマタは 80-97%、ツノマタでは 4-27%と大きく異なっており、発生初期から消失するまで配偶体の割合が大きく変動することはなかった（図 3）。成熟率については、イボツノマタでは孢子体（50 - 100%）の方が配偶体（4 - 68%）よりも成熟した個体が多かったのに対し、ツノマタではどちらの世代もほぼすべて成熟していた。配偶体が孢子体よりも有意に水分含有量が高かったのは、イボツノマタは 4 月、ツノマタは 5 月のみで、それ以外の月は世代間で有意差は見られなかった。以上の結果をもとに

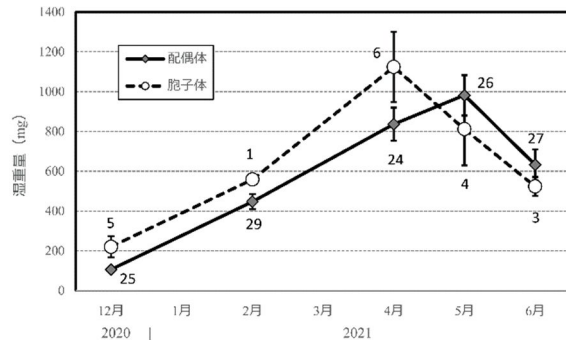


図 1. 真鶴におけるイボツノマタの平均湿重量の季節変化. 数値は採集個体数を示す.

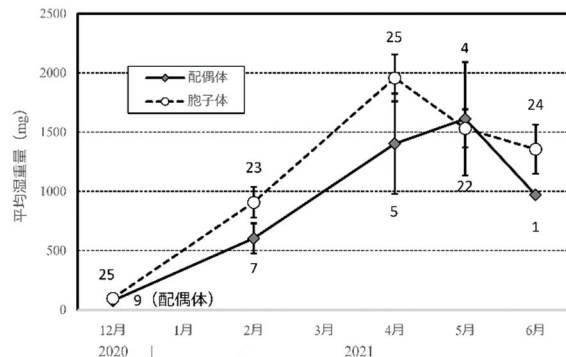


図 2. 真鶴におけるツノマタの平均湿重量の季節変化. 数値は採集個体数を示す.

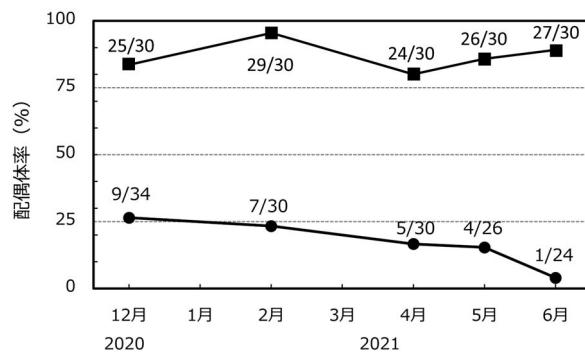


図 3. 真鶴におけるイボツノマタ (○) とツノマタ (□) の配偶体率. 数値は採集した配偶体数 / 全個体数.

世代比が偏る要因について考察すると、冬季の発生初期からイボツノマタは配偶体、ツノマタは孢子体が優占していたこと、常に一方の世代が優占し続けることから、孢子の供給

によって個体群が維持されているのではなく、藻体の直立体が消失した後も基部が残存し、そこから直立体が再生することで個体群が維持されている可能性が考えられる。

先行研究において、ツノマタ類の種類や世代によって藻体の強度が異なると報告されているため、現地において藻体の破断強度を調べたところ、イボツノマタはツノマタよりも約4~5倍の破断強度を示した。世代間で比較したところ、両種ともに配偶体の方が孢子体よりも有意に破断強度が大きかったことから、破断強度の高い配偶体の方が波当たりの強い場所でより適応的である可能性がある。

イボツノマタはツノマタよりも波当たりの強い場所に出現する傾向があるため、イボツノマタの配偶体が優占しやすいのかもしれない。さらに、城ヶ島での調査により、潮間帯下部のイボツノマタは潮下帯のイボツノマタよりも配偶体率が約30%高いことが明らかになった(図4)。わずかな差ではあるが、より水分含有量の高い配偶体の方が乾燥に対する耐性が高く、干出しやすい高所ほど配偶体が優占しやすい可能性が示唆された。

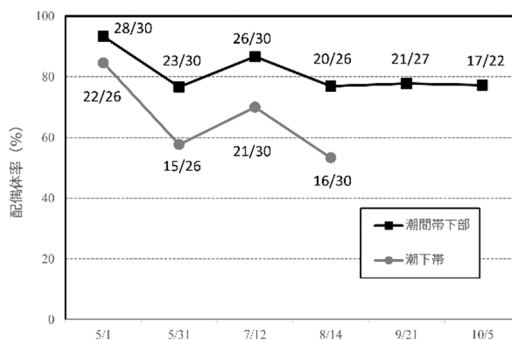


図4. 城ヶ島の潮間帯下部と潮下帯に生育するイボツノマタの配偶体率. 数値は採集した配偶体数/全個体数.

イボツノマタの配偶体優占は、配偶体の高い破断強度と水分含有量と関連している可能性が高いが、ツノマタの孢子体優占については要因を特定できなかった。先行研究において、内生藻の感染率や植食性動物による被食率が世代間で異なるという報告がある(Correa & McLachlan 1992, Lindgren *et al.* 2003)。本研究において、ツノマタの表面にはしばしば無節サンゴモ類が着生し、藻体内部には糸状の内生緑藻が散見されたが、着生藻や内生藻の量について世代間で特に違いは見られなかった。植食性動物についても、希に小型の巻貝が藻体に付着していることはあったが、目立った摂食痕は見られなかった。今後は世代間の生理特性の比較や、孢子による新規加入の頻度調査などにより、世代比の偏りが発生・継続する要因を解明する必要がある。

本研究により、同属でも種によって優占する世代が異なることが初めて明らかになった。また、調査期間を通じて成熟した藻体が常に高頻度で観察されたにも関わらず、常に同じ世代の藻体が優占し続けていることがわかった。産生された孢子は、空いたニッチに新規加入する際には有効だが、残存した基部からの栄養繁殖の方が個体群の維持に大きく貢献している可能性が示唆された。さらに、世代間で藻体の物理特性が異なるため、それぞれの生育環境においてより適応的な世代が生き残りやすく、それが世代の偏りを生じる要因になっていると考えられる。本研究により、同形世代交代型生活環の意義や役割について極めて重要な知見が得られたが、一方で、同形世代交代型紅藻の繁殖戦略に関する考え方を見直す必要性が明らかになった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 5件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Hoshino, M., Tanaka, A., Kamiya, M., Uwai, S., Hiraoka, M. & Kogame, K.	4. 巻 57
2. 論文標題 Systematics, distribution, and sexual compatibility of sexScytosiphon species (Scytosiphonaceae, Ectocarpales) from Japan and the description of four new species.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Phycology	6. 最初と最後の頁 416 ~ 434
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jpy.13089	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Orfanoudaki Maria, Hartmann Anja, Kamiya Mitsunobu, West John, Ganzera Markus	4. 巻 25
2. 論文標題 Chemotaxonomic Study of Bostrychia spp. (Ceramiales, Rhodophyta) Based on Their Mycosporine-Like Amino Acid Content	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 3273 ~ 3273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules25143273	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Wynne Michael J., Kamiya Mitsunobu, West John A., Go?r Susan Loiseaux-de, Lim Phaik-Eem, Sade Ahemad, Russell Hannah, K?pper Frithjof C.	4. 巻 35
2. 論文標題 Morphological and molecular evidence for the recognition of <italic>Hypoglossum sabahense</italic> sp. nov. (Delesseriaceae, Rhodophyta) from Sabah, Malaysia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ALGAE	6. 最初と最後の頁 157 ~ 165
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4490/algae.2020.35.5.31	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Kawai Hiroshi, Hanyuda Takeaki, Ahibata Kensuke, Kamiya Mitsunobu, Peters Akira F.	4. 巻 58
2. 論文標題 Proposal of a new brown algal species, Mesogloia japonica sp. nov. (Chordariaceae, Phaeophyceae), and transfer of Sauvageaugloia ikomae to Mesogloia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phycologia	6. 最初と最後の頁 63 ~ 69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00318884.2018.1517537	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Terada Ryuta, Abe Mahiko, Abe Takuzo, Aoki Masakazu, Dazai Akihiro, Endo Hikaru, Kamiya Mitsunobu, Kawai Hiroshi, Kurashima Akira, Motomura Taizo, Murase Noboru, Sakanishi Yoshihiko, Shimabukuro Hiromori, Tanaka Jiro, Yoshida Goro, Aoki Misuzu	4. 巻 69
2. 論文標題 Japan's nationwide long term monitoring survey of seaweed communities known as the “<i>Monitoring Sites 1000</i>”: Ten year overview and future perspectives	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phycological Research	6. 最初と最後の頁 12 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/pre.12395	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kamiya Mitsunobu, Inoue Naoto, Suzuki Chika, Abe Shin ichiro	4. 巻 57
2. 論文標題 Ecological, physiological, and biomechanical differences between gametophytes and sporophytes of <i>Chondrus ocellatus</i> (Gigartinales, Rhodophyta)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Phycology	6. 最初と最後の頁 1590 ~ 1603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jpy.13193	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hoshino Masakazu, Hiruta Shimpei F., Croce Maria Emilia, Kamiya Mitsunobu, Jomori Takahiro, Wakimoto Toshiyuki, Kogame Kazuhiro	4. 巻 30
2. 論文標題 Geographical parthenogenesis in the brown alga <i>Scytosiphon lomentaria</i> (Scytosiphonaceae): Sexuals in warm waters and parthenogens in cold waters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Ecology	6. 最初と最後の頁 5814 ~ 5830
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mec.16152	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 8.Fukuoka, M., Suzuki, H., Kamiya, M. & Tanaka, J.	4. 巻 97
2. 論文標題 Taxonomy of the marine epiphytic Cyanobacteria <i>Cyanoplacoma adriatica</i> from the Pacific Coast of Japan.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Japanese Botany	6. 最初と最後の頁 63 ~ 76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田中次郎・北山太樹・坂山英俊・寺田竜太・神谷充伸・鳶田智	4. 巻 70
2. 論文標題 絶滅のおそれのある野生生物の選定・評価検討 - レッドリスト2020藻類 -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 藻類	6. 最初と最後の頁 29~37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計26件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 新井嵩博・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 褐藻アミジグサの世代比調査と培養による生活環の再検証
3. 学会等名 日本植物学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 貞包 和希・鈴木 秀和・神谷 充伸
2. 発表標題 紅藻ツノマタ類2種における配偶体と胞子体の比較
3. 学会等名 日本藻類学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仙田和輝・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 玉泉妙音沢におけるSheathia属 (真正紅藻綱, カワモズク目) の分類学および生態学的研究
3. 学会等名 日本藻類学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 新井高博・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 褐藻アミジグサの野外調査と成熟誘導による世代比の検証
3. 学会等名 日本藻類学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 新井高博・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 瀬底島における海藻相の季節変化
3. 学会等名 沖縄生物会議第56回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Islam, MA, Mauya, MZ, Kamiya, M & Liao, LM.
2. 発表標題 Morphometric account of <i>Caloglossa</i> (Delesseriaceae, Rhodophyta) including four new records from the Sundarbans, Bangladesh
3. 学会等名 Phycological Society of America Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Oku, N, Hasada, A, Igarashi, Y, Honoki, H & Kamiya, M.
2. 発表標題 New antimicrobial ether lipids from “Tateyama-marimo” (<i>Aegagropilopsis moravica</i>), a rare species of marimo (Chlorophyta).
3. 学会等名 Marine Biotechnology Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笹森里菜・近藤理美・北山知代・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 海藻のDNA解析による小笠原諸島アオウミガメの餌生物種の同定
3. 学会等名 日本ウミガメ会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅原一輝・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 千葉県小湊産紅藻マギレソソ上の付着珪藻相
3. 学会等名 日本珪藻学会第39回研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笹野凧・鈴木秀和・神谷充伸・長田敬五
2. 発表標題 日本産クチビルマガイケイソウ属Seminavisの形態と分類
3. 学会等名 日本珪藻学会第39回研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牟田神東陽奈・鈴木秀和・神谷充伸・長田敬五
2. 発表標題 神奈川県野島公園の管棲珪藻相とその群集構造
3. 学会等名 日本珪藻学会第39回研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉岡夢生・鈴木秀和・神谷充伸・綿貫豊
2. 発表標題 珪藻が海鳥を介して運ばれる可能性
3. 学会等名 日本珪藻学会第39回研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笹森里菜・近藤理美・北山知代・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 小笠原諸島アオウミガメの消化管内に見られる摂餌海藻の多様性
3. 学会等名 日本藻類学会第44回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 新井嵩博・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 褐藻アミジグサの生活環における核相変化の検証
3. 学会等名 日本藻類学会第44回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺田竜太・阿部拓三・神谷充伸・川井浩史・倉島彰・本村泰三・坂西芳彦・鳥袋寛盛・田中次郎・青木美鈴
2. 発表標題 環境省モニタリングサイト1000沿岸域調査における藻場のモニタリング 2019年の成果
3. 学会等名 日本藻類学会第44回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺田竜太・阿部拓三・神谷充伸・川井浩史・倉島彰・本村泰三・坂西芳彦・島袋寛盛・田中次郎・青木美鈴
2. 発表標題 環境省モニタリングサイト1000沿岸域調査における藻場のモニタリング 2020年の成果.
3. 学会等名 日本藻類学会第45回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kamiya, Mitsunobu
2. 発表標題 Long-term monitoring survey of Japanese seaweed communities: overview and significance.
3. 学会等名 Shanghai Ocean University and Tokyo University of Marine Science and Technology Joint Symposium. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神谷充伸
2. 発表標題 紅藻類の生活環と繁殖戦略について
3. 学会等名 日本生態学会第69回大会シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺田竜太・阿部拓三・神谷充伸・川井浩史・倉島彰・長里千香子・坂西芳彦・島袋寛盛・田中次郎・上井進也・青木美鈴
2. 発表標題 環境省モニタリングサイト1000沿岸域調査における藻場のモニタリング 2021年の成果.
3. 学会等名 日本藻類学会第46回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新井嵩博・小山知洋・福岡将之・北野端生・宇田春花・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 17年分の保存標本を利用した沖縄県渡嘉敷島の海藻相解析
3. 学会等名 日本藻類学会第46回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 仙田和輝・北野端生・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 埼玉県妙音沢産Sheathia属藻類（真正紅藻綱，カワモズク目）の生育特性と配偶体形成の誘導条件
3. 学会等名 日本藻類学会第46回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 倉島彰・青木優和・秋田晋吾・神谷充伸・坂西芳彦・鈴木はるか・田中次郎・渡邉裕基
2. 発表標題 静岡県下田市志太ヶ浦におけるアラメ・カジメ藻場の長期変化，特に最近の顕著な藻場衰退について
3. 学会等名 日本藻類学会第46回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大森貴人・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 日本産スギノリ属藻類（紅藻綱スギノリ目）の系統分類学的研究
3. 学会等名 日本藻類学会第46回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中森美希・鈴木秀和・神谷充伸
2. 発表標題 アオモグサ（アオサ藻綱シオグサ目）の細胞内結晶に関する野外調査と培養実験
3. 学会等名 日本藻類学会第46回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 貞包 和希・鈴木 秀和・神谷 充伸
2. 発表標題 紅藻ツノマタ類2種における生態・物理特性の世代間比較
3. 学会等名 日本藻類学会第46回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北野 瑞生・鈴木 秀和・神谷 充伸
2. 発表標題 淡水産紅藻カワモズク類3属の日本における遺伝的多様性と生育環境特性
3. 学会等名 日本藻類学会第46回大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Inaba, K. and Hall-Spencer, J. M.	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 367
3. 書名 Japanese Marine Life; A Practical Training Guide in Marine Biology	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------