

令和 6 年 5 月 16 日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K15580

研究課題名（和文）海藻ホンダワラの被食耐性：生殖器官の再生能力の解明

研究課題名（英文）Feeding tolerance of Sargassum: study on regenerability of their receptacles

研究代表者

秋田 晋吾（AKITA, Shingo）

北海道大学・水産科学研究院・助教

研究者番号：80828195

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,700,000円

研究成果の概要（和文）：本邦の藻場を構成する主要なグループであるホンダワラ類の生殖器官（生殖器床）は損傷したあと再生するが、植食動物によって選択的に摂餌されている様子が観察されていた。この関係性を明らかにするために、日本沿岸に広く分布するホンダワラ類を採集し、葉と生殖器床の損傷と再生の程度を比較した。その結果、損傷と再生の割合は種によって異なり、生殖器床よりも葉が被食している種類の存在が明らかになった。さらに、培養により生殖器床の再生には2週間程度を要することがわかり、野外でも同様と考えられた。生殖器床の再生は、ホンダワラ類の藻場の存続と関連性が低いように思われた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

藻場は沿岸生態系の基盤として極めて重要であるが、近年の水温上昇により、植食動物が活発化し世界中で藻場が衰退もしくは減少している。植食動物がどのように海藻を摂餌するかについて詳細を理解する必要がある。特に、ホンダワラ類では、生殖器官が特異的に摂餌されている可能性と、生殖器官は再生能力を持つということが指摘されていた。本研究によって、生殖器官が特異的に摂餌される点は全ての種に共通していないことが明らかになった。また、同時に再生速度が遅いため過剰な摂餌圧の下ではこの能力は藻場の維持に貢献できないと考えられた。

研究成果の概要（英文）：Sargassum species are a major group producing kelp forests in Japan. In this group, regeneration of reproductive organs (receptacles and conceptacles) after physical damage has been observed. It is likely the herbivores selectively feed the reproductive organs. To clarify this relationship, we collected several Sargassum species in the field distributed along the coast of Japan. We compared the degree of damage and regeneration of leaves and the receptacles. The results revealed that the rate of damage and regeneration varied between species, with some species having more damage on leaves than receptacles. Furthermore, culture showed that it takes two weeks for reproduction. This period may be similar in the field. Thus, we conclude that the regeneration of receptacles is not a function for Sargassum species to maintain their forests.

研究分野：海藻の生態学

キーワード：藻場 ホンダワラ オオバモク ノコギリモク トゲモク ヨレモク エゾノネジモク

1. 研究開始当初の背景

海藻や海草の群落である藻場は沿岸域の重要な一次生産者で、生物多様性の維持にも貢献している。その中でも、褐藻類のホンダワラ類が形成する藻場は、一次生産力が高いだけでなく全長が 1 m を超える大型の海藻であることから、水産有用種を含む多種多様な魚介類の住処や餌場として機能している。しかしながら、近年の海水温の上昇に伴い、藻食性魚類の摂餌行動が活発化し、世界各地でホンダワラ類の藻場の衰退や消失が報告されている。

摂餌行動の活発化に伴い、これまでの研究ではホンダワラ類の被食耐性に着目され、特に、葉、茎や付着器などの栄養組織での再生能力が研究されてきた。一方、研究代表者の先行研究において、ホンダワラ類の一種であるオオバモクでは、栄養組織だけではなく、生殖器床と呼ばれる精子や卵を放出する生殖組織で、藻食性魚類の摂餌を選択的に受けていることを発見した (Yamano et al. 2020)。また、興味深いことに、オオバモクの損傷した生殖器床は再生し、卵や精子を放出することが明らかになった (Yamano et al. 2020)。既往研究では、藻食性魚類が選択的に生殖器床を摂餌すること (Clements & Choat 1993, 野田ら 2012, Gianni et al. 2017) や、生殖器床は被食し損傷しても再生すること (Dawson 1940, Fletcher & Fletcher 1975, Hales Fletcher 1992) の報告がある。複数の報告があるが、いずれも事実報告に留まり、ホンダワラ類において生殖器床の損傷や再生は普遍的な現象であるのか、全く研究が進んでいない。生殖器床はホンダワラ類の繁殖に貢献する部位であり、その被食耐性 (= 再生能力) と藻食性魚類の摂餌選択性を解明することは、藻食性魚類の食圧による藻場の衰退や消失への理解がより進む。

2. 研究の目的

日本沿岸に幅広く生育するホンダワラ類複数種の生殖器床の再生能力を、野外調査と培養実験から解明すること、日本沿岸の代表的な藻食性魚類であるアイゴを用いて摂餌実験を行い、生殖器床に対する摂餌選択性の有無を明らかにすること、を当初の目的とした。しかしながら、新型ウイルスの蔓延に伴いフィールドに出向いての採集活動が困難な期間に直面したことと、研究代表者の異動に伴い、研究フィールドが温帯と亜寒帯の境界となったことから、研究目的を「野外におけるホンダワラ類の生殖器床の再生状況の把握」と修正し、本研究を実施した。

3. 研究の方法

まず培養によりオオバモクの生殖器床を用いて生殖器床の再生が認められるのかを試みた。野外観察では、千葉県館山市で 2020 年 8-10 月にオオバモクを 2020 年 7-12 月にノコギリモクを毎月 5 個体程度採集し、それぞれにおいて生殖器床と葉を 100 枚ずつ観察して、欠損数の有無を計数し、1 個体あたりの欠損率を求めた。2021 年度には、4~12 月にトゲモクを毎月 15 個体以上採集して同様に葉と生殖器床の損傷と再生状況を調べた。2023 年 5 月~2024 年 3 月には北海道北斗市でヨレモクとエゾノネジモクを毎月 15 個体ずつ採集して同様に調査した。

4. 研究成果

培養によりオオバモクの生殖器床を人為的に切断して再生するまでの期間を調べたところ、2 週間程度で再生することがわかった。

オオバモクでは 7~10 月に生殖器床の形成が認められた。この期間において葉の欠損率は 0~79.0% (平均: 19.2 ± 17.1%) で、季節的に特異的な増加が認められ、7 月から 10 月に 0% から 34.4%

へと徐々に上昇した。生殖器床については欠損率が0~100% (平均: $24.9 \pm 24.1\%$) の範囲で推移した。欠損が認められた生殖器床のうち0~100% (平均: $24.9 \pm 24.1\%$) の生殖器床が再生していた。ノコギリモクでは7~11月に生殖器床が認められた。この期間において葉の欠損率は、先端の葉で17.0~81.0% (平均: $51.0 \pm 17.6\%$)、基部の葉で9.0~49.0% (平均: $40.7 \pm 8.9\%$) の範囲でそれぞれ推移したが、オオバモクとは異なり、季節的な変化は認められなかった。ノコギリモクの生殖器床の欠損率は6.0~88.0% (平均: $46.7 \pm 22.5\%$) の範囲だった。欠損が認められた生殖器床のうち0~47.0% (平均: $7.2 \pm 9.9\%$) で再生が認められた。トゲモクにおいては、生殖器床の形成が5~7月に認められた。この期間において葉の欠損率は、18.2~27.5% (平均: $21.3 \pm 7.5\%$) であった。一方、生殖器床については、0~14.2% (平均: $6.5 \pm 5.3\%$) の割合で欠損が認められた。生殖器床の再生は認められなかった。北海道北斗市沿岸で採集したヨレモクおよびエゾノネジモクでは、葉や生殖器床の欠損および再生は認められなかった。

以上から、生殖器床の欠損や再生はホンダワラ類に共通して認められる現象ではないことが明らかになった。特に同じ沿岸で採集したオオバモク、ノコギリモクおよびトゲモクでは、トゲモクにおいて生殖器床より葉の欠損率が高かったことから、ホンダワラ類すべてにおいて生殖器床が選択的に摂餌されるわけではないことが明らかになった。生殖器床の形状や含有物質が関連している可能性があるため、これらの点について今後調べていく必要がある。また、北海道北斗市沿岸では生殖器床の損傷が認められなかったことから、生殖器床の損傷については、温帯域に生息する動物が関連していると考えられた。再生速度については、培養下であるが、2週間を要したことから、野外でも再生にはある程度の期間が必要と考えられる。藻場の消失を引き起こす植食性魚類の摂食圧は非常に強力で、数日で海藻類を食べ尽くしてしまう現象が観察されていることから、この再生機構がホンダワラ類の藻場の維持に関連しているとは考えられないという結論に至った。

参考文献

- Clements, K. D., & Choat, J. H. (1993). Influence of season, ontogeny and tide on the diet of the temperate marine herbivorous fish *Odax pullus* (Odacidae). *Marine Biology*, 117, 213–220.
- Dawson, A. E. (1940). Studies in the Fucales of New Zealand. II. Observations on the Female Frond of *Carpophyllum flexuosum* (Esp.) Grev.= *Carpophyllum phyllanthus* (Turn.) Hook. & Harv. *New Phytologist*, 283–302.
- Fletcher, R. L., & Fletcher, S. M. (1975). Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. II. Regenerative ability. 10. Hales J.M. & Fletcher R.L. (1992) *Phycologia*, 31: 591–601.
- Gianni, F., Bartolini, F., Pey, A., Laurent, M., Martins, G. M., Airoidi, L., & Mangialajo, L. (2017). Threats to large brown algal forests in temperate seas: the overlooked role of native herbivorous fish. *Scientific reports*, 7, 6012.
- 野田幹雄・北山和仁・新井章吾 (2002) 響灘蓋井島の秋季と春季における成魚期のアイゴの食性. *水産工学*, 39s, 5–13.
- Yamano, S., Akita, S., Hayakawa, Y., & Fujita, D. (2020). Finding of regeneration in a large number of wounded receptacles in *Sargassum ringgoldianum* (Phaeophyceae, Fucales). *Phycological research*, 68, 183–186.

5. 主な発表論文

[学会発表]

1. 竹内日向子・秋田晋吾・鳶田 智, 館山市坂田地先における褐藻トゲモクの季節的消長, 第46回日本藻類学会福井大会, 2022年3月29日
2. 南口蒼太・如澤侑汰・日吉海斗・秋田晋吾, 局所スケールの遺伝的プロフィールに基づく褐藻 ヒジキの再生産様式の解明, 第48回日本藻類学会神戸大会, 2024年3月23日
3. 如澤侑汰・南口蒼太・日吉海斗・秋田晋吾, 北海道北斗市葛登支岬におけるエゾノネジモクおよびヨレモクの形態の季節変化と差異, 第48回日本藻類学会神戸大会,, 2024年3月23日

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 竹内日向子, 秋田晋吾, 鳶田智
2. 発表標題 館山市坂田地先における褐藻トゲモクの季節的消長
3. 学会等名 第46回日本藻類学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 南口蒼太・如澤侑汰・日吉海斗・秋田晋吾
2. 発表標題 局所スケールの遺伝的プロフィールに基づく褐藻 ヒジキの再生産様式の解明
3. 学会等名 日本藻類学会第48回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 如澤侑汰・南口蒼太・日吉海斗・秋田晋吾
2. 発表標題 北海道北斗市葛登支岬におけるエソノネジモクおよびヨレモクの形態の季節変化と差異
3. 学会等名 日本藻類学会第48回大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔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
---------	---------