

令和 2 年 7 月 9 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C)（特設分野研究）

研究期間：2017～2019

課題番号：17KT0149

研究課題名（和文）捕食圧に対応できる藻場創成

研究課題名（英文）Creating marine forests that can withstand herbivory

研究代表者

ニシハラ グレゴリーナオキ（NISHIHARA, Gregory N.）

長崎大学・海洋未来イノベーション機構・准教授

研究者番号：40508321

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：沿岸生態系が悪化の一途をたどるなかで、地方漁村の経済力は減衰している。藻場生態系の最も重要とされる機能は有用水産生物の餌場、産卵場、生育場である。藻場の回復に有用な手法は植食性生物のバイオコントロールである。本研究では、被食のリスクを与えるだけでウニの摂餌行動を制限することを明らかにしたが、当初検討していた海藻の増殖速度と被食の相互作用の効果はみられなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海藻の捕食者の駆除は藻場生態系の保全に欠かせない条件ではないと考えられる。海藻を食べる捕食者の摂餌行動を変えることで、食圧を制御することが可能である。たとえば、ウニに対する捕食のリスクが高まると、ウニ行動に制限がかかり、海藻を頻度が下がることを証明した。藻場生態系の回復と保全は完全な植食性生物の駆除が不要であり、持続可能な藻場生態系の管理は現実的であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The economic potential of our regional fisheries communities are in danger because of the degradation of seaweed ecosystems. One of the most important function of seaweed ecosystems is providing a place for food, spawning, and growth for economically important species. We show that biocontrol is a possible means of controlling herbivores to enable the restoration of seaweed ecosystems. We show that if sea urchins are exposed to predation risk, we can control the feeding behavior. However, the interactive effects of seaweed growth and predation risk was inconclusive.

研究分野：生態学

キーワード：ウニ いそやけ 回復 栄養塩

1. 研究開始当初の背景

藻場は多様な生態系サービスを提供しているにも関わらず、もっとも研究されていない生態系の一つである。例えば、藻場は光合成による炭素固定やダイビングと釣り場などのような生態系サービスを提供しているが、藻場の最も社会的に重要な生態系サービスはアワビ、ウニ、サザエなどの磯根資源の提供である。

食料資源を供給する場として重要な藻場は多様な生態系機能ももっている。特に、アワビ、ウニ、サザエ、魚などの有用水産物の繁殖場、成育場、摂餌場の提供が藻場の最も重要な生態系機能である。さらに、海水中の栄養塩を吸収し、水質を浄化することも重要な生態系機能である。

ところが、環境の悪化と植食性生物の過剰な捕食圧によって国内の藻場面積は著しく減少した。さらに、藻場の衰退と磯根資源漁獲量の減少の相関関係は明らかであり、対策が求められている。長崎県を例にした場合、2003年において、県内の藻場面積は1989年の約7割に減少し、磯根資源漁獲量(サザエ、アワビ、ウニ、海藻)は12千トン以上から4千トンまで減少したことが報告されている。研究代表者は藻場の長期回復における地方漁村の磯根資源漁獲量および経済発展に向けた研究を目指している。

今まで実施されてきた、藻場回復研究は次のように分類できる。(1)植食性生物の捕食圧を阻止する研究。(2)栄養塩を供給し、藻場の海藻の増殖速度を促す研究。(3)藻場が必要とする基盤を人工的に増やすことにより、藻場面積の拡大を試みる研究。研究代表者は(1)と(2)を同時に検討することが重要であると考えており、本計画を立案した。

3つに分類した研究においては、研究期間中に高い成果を得ており、藻場の回復に効果的な活動であると評価できる。ところが、Fig. 1に示したように、これらの研究成果は短期的であり、研究活動が終了するたびに、回復した藻場は磯焼け状態にもどる。藻場を定常状態まで回復させる、現実的な手法が求められている。研究代表者は、藻場を定常状態まで回復させるためには、海藻の増殖速度と海藻を食べる生物の摂餌速度に注目する必要があると考えた。

磯焼けの主な原因は藻場の増殖速度と植食性生物の捕食圧のバランスが崩れているからだと考えた。一次生産者とその捕食者に関する研究例は陸上生態系では多いが、沿岸生態系における藻場においては、十分に検証されていないことから、本研究は学術的にも高い意義をもつと考えた。

2. 研究の目的

本研究は次の2つのモデルを検証することを目的とし、不等式に重要な環境要因および生態学的な過程を明らかにする。

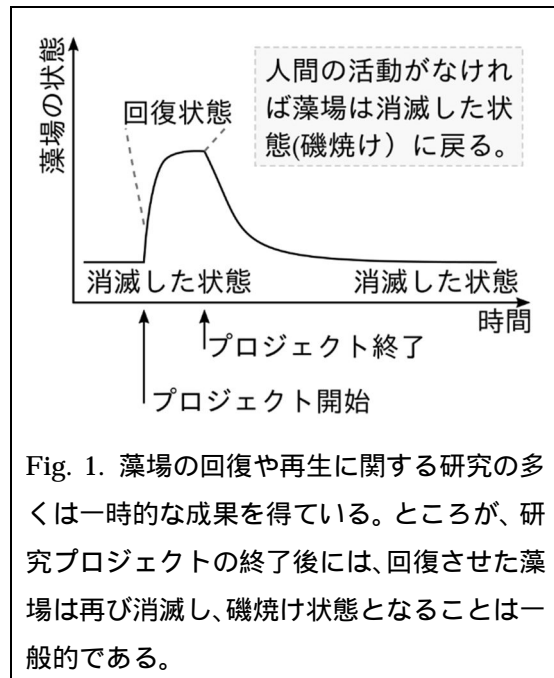


Fig. 1. 藻場の回復や再生に関する研究の多くは一時的な成果を得ている。ところが、研究プロジェクトの終了後には、回復させた藻場は再び消滅し、磯焼け状態となることは一般的である。

藻場が消滅	藻場の海藻の増殖速度 - 植食性生物の摂餌速度 ≤ 0	(Eq. 1)
藻場が回復	藻場の海藻の増殖速度 - 植食性生物の摂餌速度 > 0	(Eq. 2)

藻場に十分な栄養塩を供給することで、海藻の増殖速度の上昇は期待できるが植食性生物の摂餌速度を上回るためには、どの程度供給する必要があるのかが課題である。

3. 研究の方法

藻場の維持に必要な海藻の増殖速度と植食性生物の摂餌速度のバランスを決める要因と、そのメカニズムを解明することが本研究の目的であり、次のモデルを検証する。

長崎県新上五島町には多数の入り江があり、網で仕切れるように設備が備えられている。網仕切りの入り江は魚類の養殖に利用されていたが、多くの入り江は現在使われていない。この網仕切りの入り江は最適な実験フィールドだと考えられ、今までできなかった天然環境における施肥と捕食圧に関する実験が可能である。

本研究は上述した、プロジェクト(1)(2)(3)のように独立した実験ではなく、(1)と(2)を検討する、施肥と捕食圧の有無実験である。(3)は今後の課題として残す。実験藻場に使う海藻はノコギリモク (*Sargassum macrocarpum*) であるが、必要であればヨレモク (*Sargassum siliquastrum*) も利用できる。

4. 研究成果

当初の研究は長崎県新上五島町に設定していたが、様々な要因によって長崎県小値賀町六島に研究拠点を移した。六島海域のリン酸塩濃度が低かったため、リン添加における実験を実施した結果、1シーズン目には海藻の幼体の付着は確認できたが、夏の水温(28)が高かったため、生存する個体は確認できなかった。2シーズン目の実験も同様な結果だった。

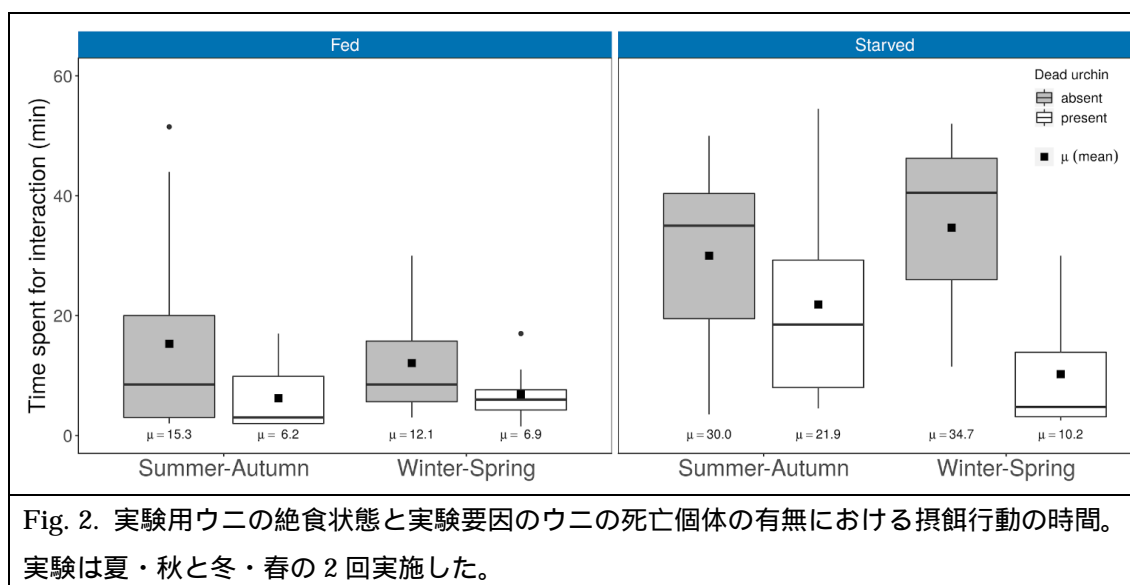


Fig. 2. 実験用ウニの絶食状態と実験要因のウニの死亡個体の有無における摂餌行動の時間。実験は夏・秋と冬・春の2回実施した。

植食性生物の捕食者についての実験は高い成果を得た。生きた実験用のウニは、実験要因のウニの死亡個体が存在するとき、明らかに摂餌行動の時間を減らしていることが明らかになった。さらに、実験用のウニが絶食状態の場合、捕食リスク(死亡個体の存在)に関わらず摂餌行動の時間を高く維持していた。

本研究は藻場衰退の歯止めと磯焼けからの回復について、新たな可能性を開いた。本研究成果の応用により藻場を持続的に回復させ得ると考えられる。ウニの行動を制御することで藻場生態系の保護と回復は可能であると明らかにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Belleza DFC, Kawabata Y, Toda T, Nishihara GN	4. 巻 March
2. 論文標題 Effects of dead conspecifics, hunger states, and seasons on the foraging behavior of the purple urchin <i>Heliocidaris crassispina</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 bioRxiv	6. 最初と最後の頁 1-64
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1101/2020.03.09.984674	査読の有無 無
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

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Dominic Franco C. Belleza, Yuuki Kawabata, Gregory N. Nishihara
2. 発表標題 Observation of Trait Mediated Indirect Interactions (TMII) of purple urchins in an algal forest patch
3. 学会等名 日本藻類学会第43会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Dominic Franco C. Belleza, Yuuki Kawabata, Gregory N. Nishihara
2. 発表標題 Effects of predation risk on urchin grazing behavior on <i>Sargassum patens</i> C. Agardh
3. 学会等名 The 23rd International Seaweed Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Gregory N. Nishihara, Ryuta Terada, Iris Ann Borlongan, Yukio Inoue, Satoshi Shimada
2. 発表標題 Higher-order modeling of photosynthesis-temperature curves
3. 学会等名 The 8th Asian Pacific Phycological Forum (国際学会)
4. 発表年 2017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
研究 分担 者	戸田 龍樹 (TODA Takatsuki) (10222150)	創価大学・理工学部・教授 (32690)	