

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 8 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2013～2016

課題番号：25304030

研究課題名(和文) 造成海草藻場動物群集の種多様性や個体密度をより高めるには？ タイ沿岸の環境修復

研究課題名(英文) What is the structure of the planted seagrass habitat with higher species diversity/abundance? -a case study in southern Thailand-

研究代表者

堀之内 正博 (HORINOCHI, Masahiro)

島根大学・エスチュアリー研究センター・准教授

研究者番号：30346374

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：タイ南部沿岸域において造成したモザイク状の海草藻場、外縁が凹凸の海草藻場およびコントロール海草藻場において出現する魚類群集の構造を調べたところ、種数には違いは見られないものの総個体密度は外縁が凹凸の造成海草藻場でやや高くモザイク状の造成海草藻場でやや低いという傾向がごくわずかに認められた。また、出現各種の密度パターンは外縁が凹凸の造成海草藻場とコントロールで相対的に類似性が高かったが、モザイク状の海草藻場ではこれらの区とはやや異なっていた。ハビタットの等質性やエッジの形状などが群集構造にもたらす影響を明らかにするためには今後さらにモニタリングを継続する必要がある。

研究成果の概要(英文)：Fish assemblage structures in planted seagrass habitats with mosaic structure (mixture of planted seagrass and open sand/mud areas) and with concavo-convex edge and also control planted seagrass habitats were investigated in a coastal area in southern Thailand. While total fish species numbers did not differ among these experimental quadrats, total fish densities tended to be slightly higher in planted seagrass habitats with concavo-convex edge and lower in the habitats with mosaic structure though the differences being not statistically significant. Density patterns of component species of the assemblages in the former were relatively similar to those in the controls, while some differences were recognized between the latter and others. Further studies and a continuous monitoring are evidently needed to clarify the effects of a various aspects of habitat structure including heterogeneity, edge structures and also other factors on seagrass fish assemblages.

研究分野：魚類生態学

キーワード：海草藻場造成 環境修復 魚類 種多様性 個体密度 タイ

1. 研究開始当初の背景

海草藻場は沿岸生態系の生物多様性を支え、また地域漁業資源の維持にも貢献する重要なハビタットである。しかしタイ南部では人為的攪乱などにより海草藻場が衰退・消失しつつある。したがって、海草藻場造成等による環境修復が喫緊の課題となっている。前科学研究課題においては主に海草藻場の面積などに注目して野外実験を行い、造成海草藻場の面積が大きいほど出現する魚種の種数が多くなる傾向がみられること、魚類や無脊椎動物が安定的に出現するためには造成海草藻場はある程度以上のサイズが必要である可能性があることなどを明らかにすることができた。しかし同時に、海草藻場の動物群集構造のバリエーションはこれらの要素のみでは説明ができない場合も多いことも判明した。例えば、面積の小さな海草藻場ではほとんど魚類や大型甲殻類が出現しない場合もあるが、面積は小さいにもかかわらず生息する動物の種多様性や個体密度が非常に高い海草藻場もしばしばみられる。このような現象は前課題で注目した要素だけでは説明できない。したがって、エッジの形状等の他の要素が海草藻場の動物群集に与える影響についても解明する必要がある。同じ面積の海草藻場でもより種多様性・個体密度の高い動物群集が生息できるメカニズムなどがわかれば、より効率的に水産資源回復や環境修復に貢献できる海草藻場の造成デザインの解明につながる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究ではタイ南部沿岸域において様々な構造を持った海草藻場を造成する野外実験などを行うことで、より種多様性・個体密度の高い動物群集が棲みつく海草藻場の造成デザインを明らかにすることを目的とした。すなわち本研究期間においては前期間に造成した面積の異なる海草藻場に加え、新たに造成した等質性やエッジの形状が異なる海草藻場において動物群集のモニタリングを行い、天然海草藻場との間で群集構造を比較することで、これらの要素が海草藻場動物群集の種多様性や個体密度等にどのような影響を与えるのか明らかにすることにした。また、期間中にみられた砂泥地から *Halophila ovalis* 海草藻場へのハビタット遷移(海草藻場造成の自然の実験)が動物群集構造にどのような変化をもたらすか等についても調べることにした。

3. 研究の方法

本研究はタイ国南部トラン県シカオの沿岸域において行った。

(1) 前科学研究期間に調査地の砂泥地に *Enhalus acoroides* の栽培苗を植えて造成した1×1m、3×3m、5×5mの海草藻場(以降、小、中、大型造成海草藻場)において2015年12月まで毎月1回目視観察を行い、出現

各魚種の個体数等を記録し、種数や個体数などがどのように変遷するのか調べた。また、調査地内に散在する天然の *E. acoroides* が構成する面積が1m²、約1~2.5m²、約6~26m²の海草藻場(以降、極小、小、中、大型天然海草藻場)および砂泥地においても同様の観察を行い、群集構造を比較した。

(2) 砂泥地に *Enhalus acoroides* の栽培苗を植えて造成したモザイク状の海草藻場、外縁が凹凸の海草藻場およびコントロール区(図1)において目視観察を行い出現各魚種の個体数等を記録し、それらの間で群集構造を比較した。

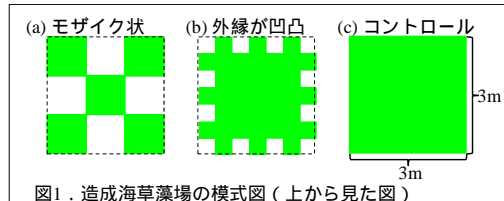


図1. 造成海草藻場の模式図(上から見た図)

(3) 本調査期間中、調査地において、オープンな砂泥地であった場所に小型の海草 *Halophila ovalis* が侵入し、新たに海草藻場が形成された。このようなハビタット遷移は海草藻場造成を模した自然の実験といえる。そこで、この *H. ovalis* 海草藻場、および近隣の砂泥地とで動物群集構造のモニタリングを行った。

4. 研究成果

(1) 2012年1月の造成時(前科学研究期間)から2015年12月まで毎月1回、1×1m、3×3m、5×5mの造成海草藻場において行った目視観察により、64種の魚類が記録された。(表1)。このうち47種が天然海草藻場にも出現しており(天然海草藻場出現魚種の約75%に相当。表1 附図)。その中には *Halichoeres bicolor* など海草藻場を特徴付けるものや *Lethrinus lentjan* など地元漁業の対象種の稚魚も含まれていた。また、出現個体の多くが各種の稚魚などの体の小さな魚類であった。

表1. のべの総種数

造成海草藻場			天然海草藻場			砂泥地
1×1m	3×3m	5×5m	極小	小型	大型	
26種	50種	56種	29種	43種	58種	36種
64種			63種			

内訳は下の附図の通り



附図. 各実験区の出現種の内訳

前科学研究期間終了時の2013年3月の時点では造成海草藻場における魚類群集構造は天然海草藻場のそれとはかなり異なっており、例えば総個体密度が前者でより低いな

どの違いがみられた。しかし経時的に両者の差は小さくなり、2015年の雨季終期（10～12月）にはほとんど違いがみられなくなった（図2）。これらの結果から、造成海草藻場は適切にデザイン/管理されている場合には天然海草藻場と同様の機能を果たすようになる可能性があること、ただし実際にそうなるまでには相当の時間がかかることなどがわかった。

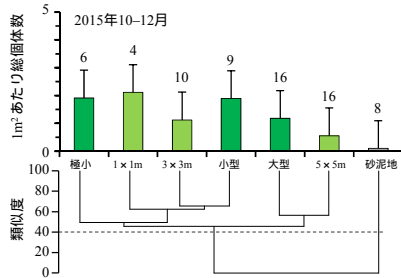


図2. 2015年10-12月における造成海草藻場（1×1m等と略記）、天然海草藻場（種小等と略記）および砂泥地に出現した魚類の種数（棒上の数字）と総個体密度、および各種の密度を基にした実験区間の類似度を用いて行ったクラスター解析により得られたデンドログラム。棒グラフの縦線は標準偏差。

(2) 造成したモザイク状の海草藻場、外縁が凹凸の海草藻場およびコントロール区において2017年1～3月に目視観察で記録された魚類の種数や総個体密度等を図3に示した。

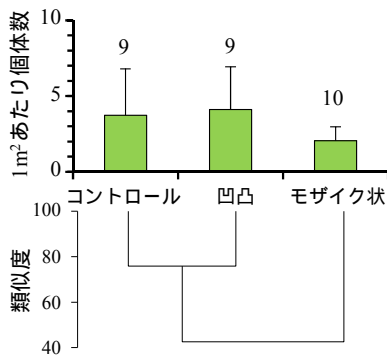


図3. 2017年1-3月における造成海草藻場（凹凸等と略記）に出現した魚類の種数（棒上の数字）と総個体密度、および各種の密度を基にした実験区間の類似度を用いて行ったクラスター解析により得られたデンドログラム。棒グラフの縦線は標準偏差。

これらの造成海草藻場にはほぼ同数の魚種が出現し、それらの中には水産上重要種も含まれていた。また、出現した個体の多くは稚魚などの小型の個体であった。総個体密度は外縁が凹凸の造成海草藻場でやや高くモザイク状の造成海草藻場でやや低いという傾向がごくわずかに認められたものの、有意な違いは検出できなかった。出現各種の密度パターンは外縁が凹凸の造成海草藻場とコントロール区で相対的に類似性が高かったが、モザイク状の海草藻場ではこれらの区とはやや異なっていた。造成海草藻場が天然海草藻場と同様の機能を果たすようになるには相当の時間がかかる [上記(1)の研究結果] ことから明らかなように、ハビタットの等質性やエッジの形状などの海草藻場の構造が生息する動物群集構造にもたらす影響を解明し、種多様性・個体密度の高い動物群集

が生息できる海草藻場の造成デザインを解明するためには、今後さらにモニタリングを継続し、研究を発展させていく必要がある。

(3) 調査地で生じたオープンな砂泥地から *Halophila ovalis* 海草藻場へのハビタット遷移が生息する魚類群集へどのような影響を与えるのか、目視観察で調べたところ、新たに形成された海草藻場における魚類群集の構造は周囲の砂泥地と明確に異なることがわかった。種数にはハビタット間で違いが無かったものの（海草藻場 30 種、砂泥地 29 種）、総個体密度は海草藻場のほうが有意に低かった（海草藻場 2.28 個体/25m²、砂泥地 3.33 個体/25m²）。また、群集構成種の密度パターンは海草藻場と砂泥地とで明確に異なっていた（図4）。さらに、どちらかのハビタット

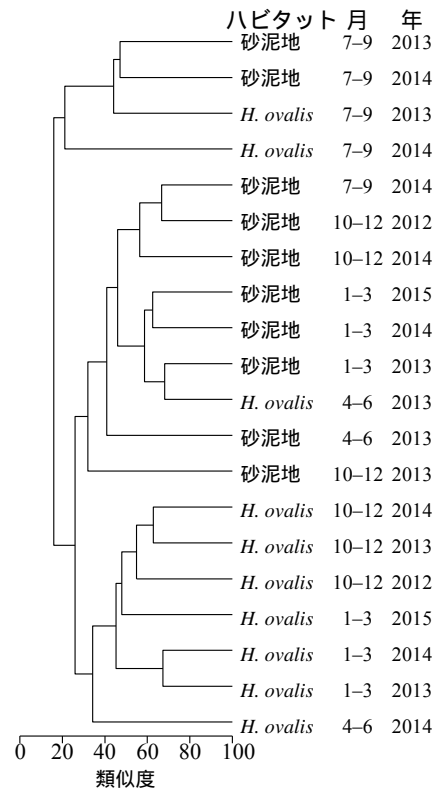


図4. 新たに形成された *Halophila ovalis* 海草藻場（*H. ovalis* と略記）と周囲の砂泥地に出現した各魚種の密度を基にしたハビタット間の類似度を用いて行ったクラスター解析により得られたデンドログラム。

トにのみ出現する種や密度がどちらかのハビタットで有意に多い種がみられた。このような違いは餌の量や獲りやすさが両ハビタットで異なることや、各種の微細生息場所に対する選好性の違いなどに起因するものと考えられた。また、海草藻場だけでなく砂泥地にも *Sillago aeolus* 等の水産上重要種の稚魚なども含む魚類からなる独特の群集が生息していることが示された。したがって、沿岸生態系の生物多様性を高く保ち、また地域漁業を今後も継続的に行っていくためには、海草藻場と砂泥地の双方を保全の対象とみなす必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

Tongnunui P, Tarangkoon W, Hukiew P, Kaeoprakan P, Horinouchi M, Rojchanaprasart N, Ponpai W (2017) Seagrass restoration: an update from Trang province, Southwestern Thailand. Proceedings of International Conference "Managing risks to coastal regions and communities in a changing world" (EMECS'11 - SeaCoasts XXVI): 1-22. 査読有
DOI:10.21610/conferencearticle_58b431687e149

Horinouchi M, Tongnunui P, Furumitsu K, Kon K, Nakamura Y, Kanou K, Yamaguchi A, Seto K, Okamoto K, Sano M (2016) Effects of habitat change from a bare sand/mud area to a short seagrass *Halophila ovalis* bed on fish assemblage structure: a case study in an intertidal bay in Trang, southern Thailand. Ichthyological Research 63: 391-404. 査読有

DOI: 10.1007/s10228-016-0510-2

Horinouchi M, Mizuno N, Jo Y, Fujita M, Suzuki Y, Aranishi F, Sano M (2013) Habitat preference rather than predation risk determines the distribution patterns of filefish *Rudarius ercodes* in and around seagrass habitats. Marine Ecology Progress Series 488: 255-266. 査読有
DOI:10.3354/meps10396

[学会発表](計10件)

今孝悦・堀之内正博・Tongnunui Prasert・古満啓介・山口敦子・加納光樹・中村洋平・岡本研・佐野光彦．タイ国トランの砂浜動物群集に対するマングローブ落葉の機能．日本水産学会春季大会、2017年3月28日、東京海洋大学(東京都港区)

堀之内正博・Tongnunui Prasert・古満啓介・今孝悦・中村洋平・加納光樹・山口敦子・岡本研・佐野光彦．タイ国トラン沿岸域を漂流するマングローブの葉や海草等に付随する仔稚魚および大型無脊椎動物．日本水産学会春季大会、2017年3月27日、東京海洋大学(東京都港区)

加納光樹・堀之内正博・Tongnunui Prasert・今孝悦・佐野光彦．タイ国トラン沿岸のマングローブ葉に付随するコモチサヨリ属仔稚魚．日本魚類学会年会、2016年9月24日、岐阜大学(岐阜県岐阜市)

Tongnunui P, Tarangkoon W, Hukiew P, Kaeoprakan P, Horinouchi M, Rojchanaprasart N, Ponpai W. Seagrass restoration: an update from Trang province, Southwestern Thailand. EMECS'11 - SEACOASTS XXVI JOINT CONFERENCE-Managing risks to coastal regions and communities in a changing world, 22-27 August 2016, Azimut Hotel, St. Petersburg

(Russia)

堀之内正博・Tongnunui Prasert・古満啓介・今孝悦・中村洋平・加納光樹・山口敦子・岡本研・佐野光彦．タイ国トラン沿岸の潮間帯に存在する海草藻場とその周囲の砂泥地における魚類群集構造．日本水産学会春季大会、2016年3月27日、東京海洋大学(東京都港区)

Horinouchi M, Tongnunui P, Furumitsu K, Kon K, Nakamura Y, Kanou K, Yamaguchi A, Okamoto K, Sano M. Fish assemblage structures in planted seagrass habitats of different sizes. Thailand National Conference on Conservation Status: Present and Future of Biodiversity, 11 June 2015, Thumrin Thana Hotel, Trang (Thailand)

堀之内正博・Tongnunui Prasert・古満啓介・今孝悦・中村洋平・加納光樹・山口敦子・岡本研・佐野光彦．タイ国トラン沿岸域に形成された*Halophila ovalis*海草藻場とその周囲の砂泥地における魚類群集構造の違い．日本水産学会春季大会、2015年3月30日、東京海洋大学(東京都港区)

堀之内正博・Tongnunui Prasert・古満啓介・中村洋平・加納光樹・山口敦子・岡本研・佐野光彦．タイ国トラン沿岸域に造成した面積の異なる海草藻場における魚類群集構造とその経時変化．日本水産学会春季大会、2014年3月28日、北海道大学水産学部(北海道函館市)

堀之内正博・Tongnunui Prasert・古満啓介・中村洋平・加納光樹・山口敦子・岡本研・佐野光彦．タイ国トランの砂泥地に新たに形成された*Halophila ovalis*海草藻場に出現した魚類群集．日本水産学会秋季大会、2013年9月20日、三重大学水産学部(三重県津市)

Horinouchi M, Mizuno N, Jo Y, Fujita M, Suzuki Y, Aranishi F, Sano M. Mechanisms determining the distribution patterns of filefish *Rudarius ercodes* in and around seagrass habitats. The 9th Indo-Pacific Fish Conference, 27 June 2013, Okinawa Convention Center, Ginowan (Japan)

[図書](計 件)

[産業財産権]

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

堀之内 正博 (HORINOUCHI, Masahiro)
島根大学・汽水域研究センター・准教授
研究者番号：30346374

(2) 研究分担者

佐野 光彦 (SANO, Mitsuhiko)
東京大学・農学生命科学研究科・教授
研究者番号：50178810

山口 敦子 (YAMAGUCHI, Atsuko)
長崎大学・水産・環境科学総合研究科・教授
研究者番号：10310658

岡本 研 (OKAMOTO, Ken)
東京大学・農学生命科学研究科・准教授
研究者番号：20160715

加納 光樹 (KANOU, Kouki)
茨城大学・広域水圏環境科学教育研究センター・准教授
研究者番号：00527723

中村 洋平 (NAKAMURA, Yohei)
高知大学・教育研究部総合科学系黒潮圏科学部門・准教授
研究者番号：60530483

古満 啓介 (FURUMITSU, Keisuke)
長崎大学・水産学部・助教
研究者番号：30554266

今 孝悦 (KON, Kouetsu)
筑波大学・生命環境科学研究科(系)・助教
研究者番号：40626868

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者

Tongnunui Prasert (TONGNUNUI, Prasert)