

研究種目：若手研究（スタートアップ）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20870036
 研究課題名（和文）藻食魚と藻類との栽培共生：水域における植物—植食者相互作用系の種レベルでの解明
 研究課題名（英文）Cultivation mutualism between herbivorous fish and algae: species interactions between algae and herbivore in aquatic ecosystems
 研究代表者
 畑 啓生（HATA HIROKI）
 近畿大学・農学部・講師
 研究者番号：00510512

研究成果の概要（和文）：サンゴ礁に生息する藻食性スズメダイは、なわばり内に藻類の畑を維持する。琉球列島では、クロソラスズメダイは不要な藻類を除藻することで、餌に適した一種類のイトグサ種を繁茂させている。このスズメダイはインドー太平洋に広く分布するため、その地理的変異を調べたところ、この広い分布域で、スズメダイとイトグサとの間に高い特異性が保たれていた。同時に、海域によってはスズメダイが利用するイトグサ種が異なることもあった。これにより、水域でも、陸上に見られるように、一次生産者（藻類）と、その消費者（藻食魚）との間に高い種特異性があることが分かった。この特異性は、水域においても生物多様性の形成や維持に重要な役割を果たしていると考えられる。

研究成果の概要（英文）：

Herbivorous damselfishes maintain algal farms inside their territories. In Ryukyu Islands, dusky farmer fish, *Stegastes nigricans*, weeds unpalatable algae and enhances growth of one species of algae of genus *Polysiphonia* that is digestible for the fish. In the distribution area of this fish, the species-specificity between *S. nigricans* and *Polysiphonia* alga is highly maintained, although the fish use other indigenous *Polysiphonia* species in some localities. In this way, species-specificity between primary producer (algae) and its consumer (herbivorous fish) is revealed. This species-specificity may be universal and play an essential role in species diversity in aquatic ecosystems as is known in terrestrial ecosystems.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,340,000	402,000	1,742,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,540,000	762,000	3,302,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：生態学

1. 研究開始当初の背景

植物と植食者との相互作用系を紐解いていくことは、私たちがこの地球上の生物多様性や、生態系の仕組みを理解する上で不可欠である。植物は生産者として有機物を生み出し、それを食べる植食者とともに地球の生物多様性の大半を占める。陸上生態系においては、植物と植食者との間に高い種特異性が見出され、両者の共進化や頻繁に起こった寄主転換が、生物多様性の多くを生み出したと考えられている。一方、水域生態系では、一次生産の多くを担う植物は微小な藻類であり、それらは一般に形態が単純で観察や採集が困難なため、多くの隠蔽種の存在が予測されている。そのため水域の藻類と藻食者との関係において両者の種特異性は著しく過小評価されてきた。申請者はこれまでの研究で、形態だけでは分類が困難な微細な藻類を、DNA塩基配列を用いて分類し、サンゴ礁に生息する藻食性スズメダイ類と、そのなわばり内のイトグサ類との間に高い種特異性があることを発見した。なかでもクロソラスズメダイは、なわばり防衛に加えて除藻も行うことでイトグサの一種をなわばり内に繁茂させ主食として利用しており、一方そのイトグサもクロソラスズメダイのなわばりのみを生息場所としていた(図1)。こうして両者は互いの生存を依存しあう絶対栽培共生にあることが明らかとなった。



図1. クロソラスズメダイと、そのなわばりに繁茂するイトグサ

2. 研究の目的

水域生態系における藻類と藻食者との相互作用を種のレベルで分析し、水域生態系のなりたちや、その生物多様性を理解することを目的とする。本研究では、インド太平洋のサンゴ礁域に生息する計18種のなわばり性スズメダイ類と、そのなわばり内の藻類を対象とし、サンゴ礁のスズメダイと藻類との間に築かれた栽培共生系の全貌の解明を目指す。

3. 研究の方法

インド-西太平洋のサンゴ礁域のスズメダイ類とイトグサとの栽培共生系の実態を明らかにするため、西はインド洋の西端にあたるケニヤ東海岸、紅海のアカバ湾、モーリシャス島、モルディブ諸島、タイ西岸のアンダマン海、ボルネオ島西岸、日本の琉球列島、オーストラリア北東部グレートバリアリーフにて調査を行った。この8地点において、藻食性でなわばりを持つスズメダイ18種について、なわばり内外から採集した藻類を、形態情報とDNA塩基配列を合わせ用いて分類し、なわばり内外の藻類群落の種組成を明らかにした。またこれら藻食魚による藻類の利用や管理について明らかにするため、対象魚の行動観察や、胃内容分析を行った。

4. 研究成果

形態観察と18S遺伝子に基づいてイトグサ類の分類を行った結果、インド-西太平洋の18種のスズメダイのなわばり内外から、計21種のイトグサが見つかった(図2)。クロソラスズメダイの藻園では、どの海域においてもイトグサ属の藻類が繁茂しており、スズメダイにとって主要な作物となっていることが分かった。そして沖縄でクロソラスズメダイの藻園で単作となっていたイトグサの一種は、モーリシャスとオーストラリアの、クロソラスズメダイのなわばりのみから見つかった。しかし、沖縄ではクロソラスズメダイの藻園はこのイトグサの単作となるのに対し、モーリシャスとオーストラリアでは必ずしも単作とはならなかった(図3)。一方エジプトとケニヤ、モルディブのクロソラスズメダイの藻園では、イトグサ sp.1 に極めて近縁なそれぞれの地に固有のイトグサ種が繁茂していた。

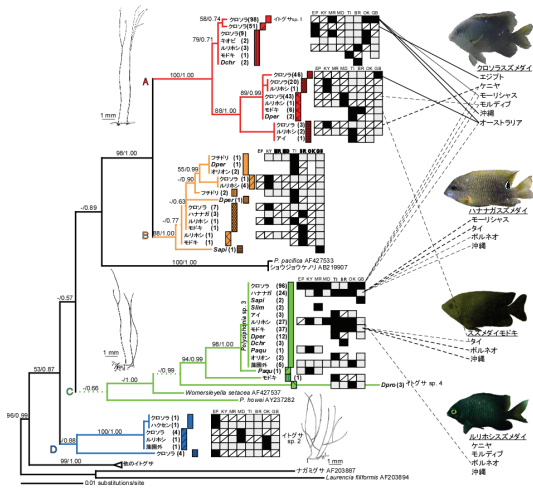


図 2. インドー西太平洋の 18 種のスズメダイのなわばりから採集された 21 種のイトグサとその系統関係。18SrDNA に基づき、最尤法で描かれている。右は調査海域に広汎に分布し、個体数の多かったスズメダイ 4 種。それぞれの生息海域と、そこで出現したイトグサが線で結ばれている。

これにより、クロソラスズメダイと、クレード A のイトグサとの共生関係は、調査したインドー西太平洋の広い海域で維持されていることが分かった。しかし互いの種特異性は非対称であり、クロソラスズメダイとイトグサとの間の一対一の絶対栽培共生が全ての海域で成り立っているわけではなく、イトグサ sp. 1 はクロソラスズメダイのなわばりにしか生育していないが、クロソラスズメダイは必ずしも全ての海域でイトグサ sp. 1 が生育に必要というわけではなかった。

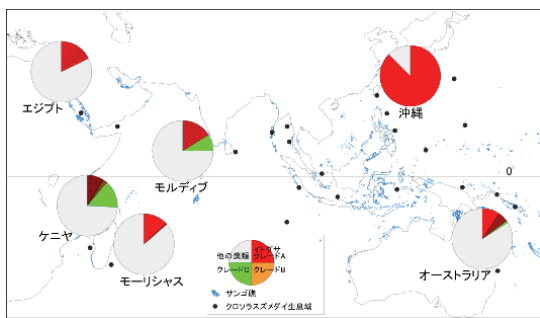


図 3. インドー西太平洋におけるクロソラスズメダイとイトグサとの栽培共生とその地理的変異

これによりスズメダイが分布域を広げる際、新しい生息場所で、その地に生育していたイトグサにパートナーをシフトしながら、様々な栽培様式を多様化させてきたと考えられ

る。

こうして、本研究は植物（藻類）と植食者（藻食者）との関係性があまり知られていない水域生態系で、隠蔽種が多く含まれる藻類の多様性を分子生物学的手法を活用して明らかにし、それら藻類と藻食者との種レベルでの関係性を明らかにした。水域においても、植物（藻類）と植食者（藻食者）の間には高い種特異性があり、それがインドー太平洋の広い海域で高く維持されていることが分かった。このような、一次生産者と、その消費者との特異性は、生態系の物質やエネルギーを複雑なものにし、多くの種の共存を成り立たせるものである。陸上生態系では、植物とそれを利用する草食性昆虫が生物の種多様性の大半を占めるまでに多様化している。水域生態系においても、今後ますます藻類と藻食者との関係性が明らかになり、両者の種特異性が生物多様性の創出や維持に果たす役割が明らかになるだろう。

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2件)

- ① Hata, H., K. Watanabe, M. Kato, Geographic variation in the damselfish-red alga cultivation mutualism in the Indo-West Pacific, BMC Evolutionary Biology, 査読有, in press
- ② 畑 啓生、魚による農業：サンゴ礁におけるスズメダイとイトグサとの栽培共生、種生物学研究、査読有、印刷中

[学会発表] (計4件)

- ① Hata, H., Cultivation mutualisms between territorial damselfish and algae in the Indo-West Pacific, 11th International Society for Reef Studies, July 2008, Fort Lauderdale
- ② 畑啓生、農業する魚：共生の海サンゴ礁で見られる新たな栽培共生、共生科学研究センターシンポジウム、2008年12月、奈良女子大学
- ③ Hata, H., M. Nakajima, Y. Takeuchi, M. Yasugi, H. Asawa, M. Nakae, K. Yamaoka, M. Kohda, J. Kitamura, M. Hori, Laterality of fish: its universality, secretion and origin, The 8th Indo-Pacific Fish Conference, June 2009, Fremantle
- ④ Hata, H. Geographic mosaic of damselfish-alga cultivation mutualisms in the Indo-West Pacific, 国立科学博物館国際シンポジウム 2009, Origin of biodiversity by biological interactions, 2009年11月, 国立科学博物館

6. 研究組織

(1) 研究代表者

畑 啓生 (HATA HIROKI)
近畿大学・農学部・講師
研究者番号：00510512

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：