

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 26 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25650144

研究課題名(和文) 寄生者群集が改変する生態系のエネルギー流と群集の安定性

研究課題名(英文) Parasite-mediated energy flow and community stability

研究代表者

佐藤 拓哉 (Takuya, Sato)

神戸大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：30456743

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：「群集の安定性」は生態学の中心課題である。寄生者は自然界に普遍的に存在し、生物量でも生態系の中で大きな位置を占める。

本研究事業では、寄生生物による宿主の形質改変が、捕食-被食関係の改変を介して、食物網を流れるエネルギーの強度や経路を規定することを明らかにした。群集の安定に関する近年の理論研究は、高次の捕食者へのエネルギー流が促進されると、栄養段階間のバイオマス比をより高次に偏らせ、群集を不安定にすると予測している。本研究の成果は、寄生者が宿主の形質改変を通して群集の安定性にまで影響している可能性を示唆する。

研究成果の概要(英文)：Understanding factors controlling community stability is a central issue in ecology. Traditionally, the role of parasites in ecosystems has been considered to be negligible, but recent studies are changing this implicit assumption. In this research project, we found the possibility that manipulative parasites can make food webs top-heavy by enhancing the energy flow between hosts and/or hosts and other community members, which may destabilize communities, according to a recent theory for community stability.

研究分野：群集生態学

キーワード：宿主操作 エネルギー流 群集の安定性 メタ解析

1. 研究開始当初の背景

「群集の安定性」は生態学の中心課題である (e.g., May 1976 Nature; McCann 2000 Nature)。それはまた、生態系サービスの安定的供給という視点から人間社会全体にとっても重要な課題である (Naeem & Li 1997 Nature)。群集の安定性については近年、「エネルギー流の原則」という理論的な説明が提示されている (Rip & McCann 2011 Ecol Lett)。エネルギー流の原則は、高次の捕食者へのエネルギー流を促進する生物学的要因はすべて、栄養段階間のバイオマス比をより高次に偏らせ、群集を不安定にするというものである。エネルギー流を促進する要因とは、栄養段階間の消費効率であり、捕食者と被食者間の体サイズ比や生態化学量論的な質の差、および捕食者の代謝効率によって説明されている。捕食者 - 被食者間の消費効率に関する要因は果たしてそれだけであろうか？

寄生者は自然界に普遍的に存在し (全生物種の半数以上; Dobson et al. 2008 TREE)、そのバイオマスでも生態系の中で大きな位置を占める (Kuris et al. 2008 Nature)。多くの寄生者は複数の宿主を利用するために、行動操作によって宿主間の捕食 - 被食関係を促進する (Lefèvre et al. 2009 TREE)。また、寄生者は高次の栄養段階に分布する傾向がある (Lafferty et al. 2006 PNAS)。これらのことから、寄生者は高次の捕食者へのエネルギー流を促進し、結果として群集を不安定にする可能性がある。

研究代表者はこれまで、寄生者 (ハリガネムシ類) による陸域宿主の行動操作が河川の高次捕食者に間接的に大きなエネルギー補償 (年間消費量の 60%) をもたらし (Sato et al. 2011 Ecology)、河川の生物群集・生態系機能を改変しうることを実証してきた (Sato et al. 2012 Ecology Letters)。

2. 研究の目的

研究代表者自身が明らかにした「寄生者介在型エネルギー流」を発展的に取り入れて、寄生者による宿主の形質改変が食物網のエネルギー流の改変 (高次捕食者に偏ったバイオマス分布) を通して群集の安定性に影響するかを検証することを目的とした。

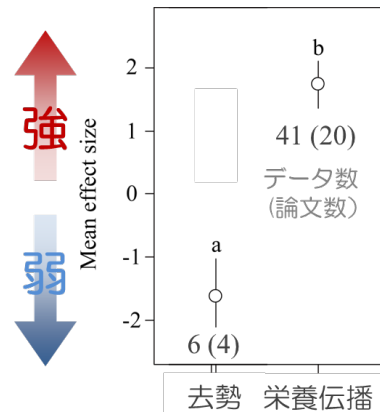
3. 研究の方法

メタ解析: 寄生生物の在・不在それぞれの条件下で捕食 - 被食関係の強度を実測している研究例を取りまとめ、宿主の形質改変が捕食 - 被食関係を量的・質的にどのように変化させるかを検討した。

野外実験: 京都大学和歌山研究林・芦生研究林において、寄生者の在・不在を操作する野外実験を実施した。

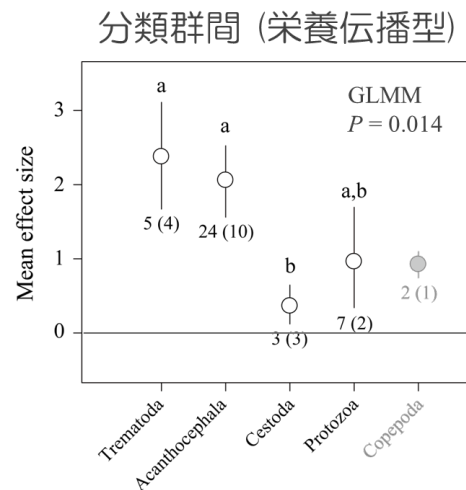
4. 研究成果

メタ解析に係る文献検索の結果、寄生者による形質改変が捕食 - 被食関係に与える影響を検証している 38 編、73 個 (寄生生物: 10 分類群 24 種、宿主: 13 分類群 23 種) のデータを得ることができた。それらのデータに基づくメタ解析の結果、寄生生物が栄養伝播を行う場合には、形質改変を受ける中間宿主と終宿主の間、および中間宿主とその他の捕食者の間の捕食強度は大きく高まっていた (図 1)。一方、寄生生物が宿主の去勢を生じる際には、形質改変を受ける中間宿主とその餌生物の間の捕食強度は弱まっていた (図 1)。



[図 1. 寄生生物の生活史戦略と関連した捕食 - 被食強度の改変効果 (寄生生物による寄生がない場合の捕食 - 被食関係との比較)。図中のバーはブートストラップ法に基づく 95% 信頼区間を示す]

これに加えて、宿主の形質改変を介した捕食の強度は、寄生生物の分類群 (図 2) と関連していた。すなわち、栄養伝播型の寄生生物では、すべての分類群で有意に形質改変を受ける中間宿主と終宿主の間の捕食強度が高まっていたが、その程度は吸虫類 (Trematode) と鉤頭虫類 (Acanthocephala) で高く、条虫類 (Cestoda) で低い傾向にあった。



[図 2. 寄生生物の分類群ごとの捕食 - 被食強度の改変効果。図の説明は図 1 に同じ]

さらに、宿主の形質改変は、寄生生物の生活史スケジュールと関連して、時間的に集中して起こる例が多かった。このことは、寄生生物によって、捕食 - 被食関係の時間変動性が変化することを示唆する。

これらの結果と寄生生物の普遍性を実証する近年の研究例を踏まえると、寄生生物による宿主の形質改変は、捕食 - 被食関係の改変を介して、食物網を流れるエネルギーの強度や経路を規定する隠れた要因になる可能性が高い。今後は個別の捕食-被食関係における寄生者の形質改変効果を検証するだけでなく、食物網全体のエネルギー流に対する寄生生物の影響を定量的に評価する試みが重要であろう。

この点について、寄生者の在・不在を操作した野外実験の結果（現在サンプル分析中）も踏まえて、寄生者による宿主操作が食物網のエネルギー流の改変（Parasite-mediated energy flow）によって群集の安定性に影響するかを検証することが現在の課題である。

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 4 件)

1. Crutsinger, G. M., Rudman, S. M., Rodriguez-Cabal, M. A., McKown, A. D., Sato, T., MacDonald, A. M., Heavyside, J., Geraldine, A., Hart, E. M., LeRoy, C. J. and El-Sabaawi, R. W. 2014. Testing a 'genes-to-ecosystems' approach to understanding aquatic-terrestrial linkages. *Molecular Ecology* 23: 5888-5903.

2. Sato, T., Watanabe, K., 2014. Do stage-specific functional responses of consumers dampen the effects of subsidies on trophic cascades in streams? *Journal of Animal Ecology* 83: 907-915.

3. Sato, T., Watanabe, K., Fukushima, K., Tokuchi, N., 2014. Parasites and forest chronosequence: Long-term recovery of nematomorph parasites after clear-cut logging. *Forest Ecology and Management* 314: 166-171.

4. Richardson, JS., Sato, T. Resource flows across freshwater-terrestrial boundaries and influence on processes linking adjacent ecosystems. *EcoHydrology* 8: 406-415.

〔学会発表〕(計 3 件)

1. 佐藤拓哉. 森林 - 河川相互作用とサケ科魚類の柔軟な生活史変化. 日本生態学会第 61 回大会, 2014 年 3 月. 広島.

* シンポジウム「遺伝子から生態系間相互作用

用まで：これからの河川生態学を探る！」を小泉逸郎博士（北海道大学）と共同企画

2. 佐藤拓哉. 森と川を紡ぐ細い糸：寄生者を介した生態系間相互作用. 日本生態学会第 61 回大会, 2014 年 3 月. 広島.

* 第 18 回宮地賞受賞講演

3. 佐藤拓哉. 寄生生物と宿主が作り出す種間相互作用と生物多様性. 日本生態学会第 62 回大会, 2015 年 3 月. 鹿児島.

* 企画集会「Ecosystem Parasitology: 寄生から探る新たな群集生態学の展開」を片平浩孝博士（北海道大学）・鏡味麻衣子博士（東邦大学）と共同企画.

〔図書〕(計 0 件)

該当なし

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

該当なし

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 0 件)

該当なし

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

神戸大学大学院理学研究科生物学専攻

教員紹介ページ

<http://www.edu.kobe-u.ac.jp/fsci-biol/faculty/sato.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤拓哉 (Takuya Sato)

神戸大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号：30456743

(2)研究分担者

該当なし ()

研究者番号：

(3)連携研究者

該当なし ()

研究者番号：

(4) 研究協力者

1. Andreas Schmidt-Rhaesa

University of Hamburg · Zoological Museum ·
Curator

研究者番号 該当なし

*ハリガネムシ類の形態による種同定につ
いて研究協力を得た

2. Ben Hanelt

University of New Mexico · Department of
Biology · Assistant Professor

研究者番号 該当なし

*ハリガネムシ類の世界的な分布・採集日時
のデータベース作成について研究協力を得
た

3. Kevin D. Lafferty

University of California, Santa Barbara,
Marine Science Institute · Principal Investigator

研究者番号 該当なし

寄生者による宿主操作の影響の強さについ
てのデータ収集において研究協力を得た