

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：若手研究(A)

研究期間：2012～2014

課題番号：24687003

研究課題名(和文)生態系間相互作用の季節動態：寄生者が引き起こすパルスの資源補償の生態学的意義

研究課題名(英文)Seasonal changes in ecosystem linkages mediated by parasites

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) 19,100,000円

研究成果の概要(和文)：生態系をまたぐ資源移動が群集構造や生態系機能に影響することは広く知られている。しかしながら、資源移動の時間的変化が群集や生態系機能の動態をどのように駆動するのは明らかでない。本研究では寄生者(ハリガネムシ類)がその宿主の操作によって駆動するエネルギー流の季節性に注目した。河川に供給される陸生昆虫類の季節性を人為的に改変する大規模野外操作実験を行い、生態系間のエネルギー流のタイミングが河川生態系の季節的な動態に影響することを実証した。この成果は、気候変動等によってある生態系のフェノロジーが変化することが、隣接する生態系にも大きな影響を及ぼす可能性があることを示唆する初めての実証研究と言える。

研究成果の概要(英文)：Spatial resource subsidies that can influence community dynamics are temporally variable. However, we know little about the effects of their temporal pattern on community dynamics and ecosystem processes. We tested the effects of seasonality of the resource subsidies, terrestrial invertebrate inputs, on stream ecosystems using large-scale field experiments. We found large increases in the individual growth rates and population biomass of a recipient consumer in response to the early resource pulse, but not to the late pulse. This timing-dependent consumer response cascaded down to stream communities and ecosystem functions. Furthermore, the early resource pulse could influence consumer's numerical response, suggesting the importance of the subsidy timing on long-term community dynamics. Our results emphasize the need to acknowledge timing-dependent consumer responses to subsidies, which can have cascading effects on community dynamics and ecosystem processes.

研究分野：群集生態学

キーワード：宿主操作 生態系間相互作用 エネルギー流

1. 研究開始当初の背景

すべての生態系は解放系であり、資源(捕食者、餌生物、デトリタス、栄養塩等)の移動を通して他の生態系と相互作用している (Polis & Strong 1997 Am Nat)。先行研究により、資源移動が受け手側の群集構造に影響する強度や方向性(正・負の間接効果)を予測するための重要な知見が蓄積されつつある (Marczak *et al.* 2007 Ecology; Leroux & Loreau 2008 Ecol Lett; Takimoto *et al.* 2009 Am Nat)。しかしながら、資源移動の影響を短期的な操作実験(～数か月程度)で評価したものがほとんどであり、生態系間相互作用の動態を理解するという点で先行研究は明らかに不十分である。資源移動はしばしば季節性をもって生じる(Nakano & Murakami 2001 PNAS)。それにもかかわらず、資源移動の季節性を明示的にとらえた実証研究は未だほとんどない。気候変動を含む人為攪乱により、様々な生物や物質循環の季節性が変わることが予測される近年、このような知見の蓄積は極めて重要である。

そのような中、申請代表者はこれまでに、寄生者(ハリガネムシ類)による宿主の行動操作が森林-河川生態系間のエネルギー流を駆動することを世界に先駆けて発信してきた。寄生者が介在するこのエネルギー流は、**パルス的なエネルギー補償**として、当該季節における河川の栄養カスケードを改変して群集構造や生態系機能を大きく改変する効果をもつ。さらに、現在進行中の広範な野外調査と文献探索から、ハリガネムシ類-宿主関係の多様化が、このエネルギー流の季節性に変異を生むことも明らかになってきている。すなわち、ハリガネムシ類は、その生息地域や種に応じて、春先と秋口にそれぞれ、パルス的な資源供給を引き起こす。

2. 研究の目的

本研究では、森林から供給される陸生無脊椎動物の季節性を改変する大規模野外操作実験を実施し、河川の生物群集と生態系機能の応答を、年間を通して評価することを目的とした。

3. 研究の方法

春と秋という異なる季節に陸生無脊椎動物の供給量を操作する大規模野外実験を行う。これにより、陸生無脊椎動物が河川の生物群集と生態系機能に与える影響の強さが季節によって異なるかを検証する。また、それぞれの季節に検出された影響が、その後の群集動態や生態系機能に影響するかを追跡する。

4. 研究成果

カナダブリティッシュコロンビア大学が有する(Malcolm Knapp Research Forest: MKRF)と京都大学北海道研究林において、森

林から河川に供給される陸生昆虫類の季節性を人為的に操作する大規模野外操作実験を行った。すなわち、寄生者を介した陸生昆虫の河川への供給量やそのタイミングに関するこれまでの知見をもとに、市販のミールワームとヨーロッパイコオロギを早期(6-8月)と後期(8-10月)にそれぞれ投入する試験区および対照区を設けて、その後の河川生物群集(魚類、底生動物群集、藻類)および生態系機能(水質形成、落葉分解速度)を経時的に調べた。

その結果、MKRFの河川では、魚類は早期に投入されたミールワームにより強く反応して、個体群の現存量を大きく増大させた。この魚類の現存量の増大は、底生動物群集への影響を通して、落葉分解速度にまで影響を及ぼした。一方、既存の研究でよく報告されている栄養カスケード(魚類の捕食圧が底生動物類への影響を介して藻類の現存量に影響する)の改変は認められなかった。早期の資源補償を受けた処理区では、魚類が栄養塩帰還率(主にアンモニア)を高めることで、河川の水質形成にまで影響する可能性が明らかになった。(京都大学北海道研究林で行った同様の実験結果については現在分析中である)。

事業全体として、本研究は寄生者-宿主関係の多様化と関連して寄生者が宿主を河川に誘導するタイミングが変化すると、河川生態系の季節的な動態にも影響することを示唆する。さらに一般的にまとめると、本研究は、気候変動等によってある生態系のフェノロジーが変化することが、隣接する生態系にも大きな影響を及ぼす可能性があることを示唆する初めての实証研究と言える。

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

[学会発表](計 8 件)

1. Sato, T. Nematomorphs alter cross-ecosystem energy flow via host manipulation. American Society of Parasitology Annual Meeting 第 87 回大会, 2012 年 7 月. Virginia, USA.

* 「First International Nematomorph Symposium」の講演者として発表

2. Sato, T & Watanabe, K. Resource subsidy alters a trophic cascade in a recipient system through consumer's stage-specific functional responses

ASLO Annual Meeting, 2012 年 8 月. 滋賀.

* 企画シンポジウム「Consequences of cross-ecosystem resource subsidies for freshwater foodwebs」を John S. Richardson 教授 (The University of British Columbia, Canada) と共同企画

3. Sato, T., El-Sabaawi, R., Campbell, K., Ohta, T., Richardson, J. The importance of resource pulse timing to the response of stream ecosystems. 日本生態学会第 60 回大会, 2013 年 3 月. 静岡.

* 国際シンポジウム「Scaling up the impacts of resource pulses from individuals to ecosystems: toward theoretical advances of temporally-dynamic community ecology」を瀧本

岳博士 (東京大学) と共同企画

4. 佐藤拓哉. 森と川の季節的な繋がり: 森林管理が資源移動の季節性に与える影響とその帰結. 日本森林学会第 124 回大会, 2013 年 3 月. 盛岡.

* テーマ別シンポジウム「森林管理と溪流生態系: 河川管理と森林管理の融合にむけて」を富樫博幸博士・徳地直子博士 (京都大学) と共同企画

5. Sato, T., El-Sabaawi, R., Campbell, K., Ohta, T., Richardson, J. The importance of resource pulse timing to the response of stream ecosystems. Ecological Society of America Annual Meeting 2013. Minneapolis, USA. 2013 年 8 月.

6. 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

7. 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

8. 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)

[産業財産権]

出願状況 (計 0 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 0 件)

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. 徳地直子 (Naoko Tokuchi)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・教授

研究者番号 60237071

2. John S. Richardson

University of British Columbia・Department of Forest & Conservation Science・Professor

研究者番号 該当なし

3. Rana El-Sabaawi

University of Victoria・Department of Biology・Assistant Professor

研究者番号 該当なし