

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23770015

研究課題名(和文) 植生遷移にともなう多様性・生産性関係の変化

研究課題名(英文) change in diversity-productivity relationship along vegetative succession

研究代表者

鈴木 亮 (SUZUKI, Ryo)

筑波大学・生命環境系・助教

研究者番号：90418781

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：生物多様性の役割を説明する「多様性・生産性仮説」は、植物の種多様性が高いほどその場所の生産性(1年に生産されるバイオマス)が高くなると予測する。この仮説は、人工草本群落では支持され自然植物群落ではほとんど支持されないという大きな矛盾に直面している。

本研究は、この矛盾の原因は遷移段階の違いにあると予測し、遷移の速度を変えた野外操作実験によってその予測を検証した。結果、予測通り遷移初期状態の処理区では多様性と生産性に正の相関が見られ、遷移後期の処理区では負または無相関であった。この結果は、生物多様性の持つ生態系機能が時間的に変化することを示す画期的な成果と言える。

研究成果の概要(英文)：Diversity-productivity hypothesis predicts that community productivity increases with increasing species richness in a plant community. Many studies demonstrated this relationship under artificially synthesized, plant communities. In contrast, natural plant communities often showed no patterns or negative patterns. Mechanisms reconciling this contradiction between artificial and natural communities remain unclear. This study hypothesized that diversity-productivity relationship would change with the progress of vegetative succession. To test this hypothesis, a field experiment with manipulation of successional stages was conducted in a semi-natural grassland. The result demonstrated that in the treatment of early successional stage, species richness was positively correlated with biomass, but not in the treatment of late successional stage. This finding indicates ecosystem functioning of biodiversity will change with time, such as vegetation dynamics, succession, and disturbance.

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：生物多様性 生産性 植生遷移 土壌かく乱 温暖化 生態系機能

1. 研究開始当初の背景

生態学において最も注目されている仮説の1つに、多様性・生産性仮説がある。この仮説は、植物の種多様性とその場所の生産性(1年に生産されるバイオマス)が正に相関すると予測する。

先行研究では、植物の種数を制御した人工草本群落においてこの仮説が数多く支持され、結論が得られたかと思われた(Tilman et al. 1996. Nature 379: 718-720, Tilman et al. 2001. Science 294: 843-845, Hector et al. 1999. Science 286: 1123-1127)。しかし、近年になり自然草本群落ではこの仮説が成り立たず、多様性と生産性に負の相関が検出されることが指摘され始めた(Schmid 2002. Trends in Ecol & Evol 17: 113-114, Jiang et al. 2009. J Ecol 97:603-608)。

したがって、多様性・生産性仮説をめぐる議論は再び高まっている。人工植物群落と自然植物群落の間の矛盾がなぜ起こるのかについて、解明が待たれている。

2. 研究の目的

本研究は、多様性・生産性仮説における人工群落と自然群落の矛盾の原因は、遷移段階の違いにあると予測し、植生遷移に伴う多様性・生産性関係の変化を検証する。

生態系は植生遷移とともに絶えず変化する。この明らかな事実にもかかわらず、多様性・生産性仮説を検証した先行研究は、生態系の発達過程(植生遷移)を一切考慮してこなかった。人工群落と自然群落の違いは、繊維段階の違いと捉え直すことができるだろう。すなわち、人工群落はどの種も分布や量が等しく、競争排除が起きていない遷移初期段階に近い一方、自然群落の多くはすでに競争が強く働き、特定の種が優占する遷移後期段階であろうと予想した。この予測が正しければ、人工群落と自然群落の乖離を説明し、両者を統一的に理解できる。

具体的には以下2つの仮説を検証する。

(1) 遷移初期は多様性と生産性に正の相関が生じるが、遷移が進むにつれて両者の相関は負に変化していく。

(2) 遷移の進行速度を人為的に操作すると、多様性・生産性の相関係数もそれに応じた速度で変化する。

3. 研究の方法

(1) 実験処理区の設置

遷移の速度を変える以下4種類の実験処理区を設けて、処理区間での植物の種間相互作用と多様性・生産性関係を分析した。

4つの処理区: 裸地化+毎年掘り起こし、

裸地化+毎年刈り取り、 裸地化+放棄、

掘り起こしなしで毎年刈り取り。実験開始

前年の裸地化処理は、遷移段階を2次遷移初期に戻す。処理の毎年掘り起こしは、2次遷移初期に戻す。処理との刈り取りは、秋に地上部を除去することで春に様々な種

の定着を促進し、多年草の独占を弱める。処理の放棄は、枯草が堆積した中で生育できる多年草が素早く優占するようになる。これらの処理によって、処理からの順に遷移段階が2次遷移初期に近くなると仮定している。

各処理区は4ブロックずつ配置し、1ブロック(6 x 25 m)内で、上下左右2mをのぞいた中心部に1m²方形区(40個)を設置した。

(2) 地上部刈り取り調査

各ブロックの方形区10つを利用し、年に2回(6月、8月)各方形区内の0.1m²範囲で植物の地上部を刈り取った。刈り取った植物地上部は種ごとに乾燥重量を測定した。また、刈り取り時に、方形区内の群落高を測定した。これにより毎年320カ所サンプリングした(10方形区 x 4ブロック x 4処理区 x 2季節 = 320)。

採集による植生破壊の影響を防ぐため、毎年刈り取りに用いる方形区は、変更した。

(3) 植生追跡調査

刈り取りを行わない方形区を用いて、植生追跡調査を行った。各方形区内の種組成、草丈を毎年10月に測定した(4方形区 x 4ブロック x 4処理区 = 64区)。

これらの実験処理区を用いて以下の調査を3年間行った。

(4) 環境測定

植生追跡方形区において環境を測定した。環境条件は5項目(水、光、窒素、リン、カリウム)を測定した。水は小型測定器(HydroSense)を用いて現場で測定した。光は光量子センサー2台を用いて群落の上と群落の下(地上2cm)を同時に測り、相対光量子密度を算出した。窒素・リン・カリウムは土壌サンプルを採集し、蒸留水に溶かした後試験紙を浸し、分析機(RQフレックス)で定量した。

(5) 解析

種多様性とバイオマスの相関の季節変動および年変動の統計解析を実施した。

4. 研究成果

2011年から2013年の3年間、各年2季節で、地上部刈り取り調査を行った。それをもとに、地上部バイオマスと種数の相関関係を解析した。

その結果、どの年、どの季節でも、毎年掘り起こしを行う処理で、バイオマスと種数に有意な正の相関が観られた。一方、他の処理区では、有意な相関関係がほとんどみられなかった。この結果は、仮説1「遷移初期は多様性と生産性に正の相関が生じるが、遷移が進むにつれて両者の相関は負に変化していく。」を強く支持するものである。

本研究の結果により、多様性・生産性関係に

みられる人工植物群落と自然植物群落の間の矛盾を説明できるだろう。すなわち、人工群落と自然群落の違いは、遷移段階の違いという点から統一的に理解できる。

この成果は、多様性生産性仮説をめぐる議論に大きな進展をもたらすと考えられる。

表1 処理区、年、季節ごとのバイオマスと種数の相関関係

| | ①毎年掘り起こし | | ②毎年刈り取り | | ③放棄 | | ④対象区 | |
|----------|----------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | r | P | r | P | r | P | r | P |
| 2011 Jul | 0.41 | 0.008 | -0.33 | 0.037 | 0.36 | 0.022 | 0.23 | 0.150 |
| 2011 Aug | 0.62 | 0.000 | 0.12 | 0.489 | 0.07 | 0.648 | 0.05 | 0.762 |
| 2012 Jul | 0.42 | 0.007 | 0.22 | 0.169 | -0.08 | 0.626 | 0.17 | 0.287 |
| 2012 Aug | 0.62 | 0.000 | 0.26 | 0.108 | 0.09 | 0.602 | -0.30 | 0.064 |
| 2013 Jun | 0.55 | 0.000 | 0.32 | 0.042 | -0.20 | 0.218 | 0.20 | 0.212 |
| 2013 Aug | 0.36 | 0.021 | 0.41 | 0.009 | -0.17 | 0.304 | -0.14 | 0.387 |

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13件)

査読有り

*Sakamoto, S.H., *Suzuki, S.N., Koshimoto, C, Okubo, Y., Eto, T. & *Suzuki, R.O. (in press) Trap distance affects the efficiency and robustness in monitoring the abundance and composition of forest-floor rodents. *Journal of Forest Research*. *Equally contributing authors.

Suzuki, R.O., Degawa, Y., Suzuki, S.N. & Hosoya, T. (in press) Local- and regional-scale spatial patterns of two fungal pathogens of *Miscanthus sinensis* in grassland communities. *Mycoscience*.

Numata, S., Yasuda, M., Suzuki, R.O., Hosaka, T., Nur Supardi, M.N., Fletcher, C.D. & Hashim, M. (2013) Geographical pattern and environmental correlates of regional-scale general flowering in Peninsular Malaysia. *PLoS ONE* 8(11): e79095. DOI:10.1371/journal.pone.0079095

Hosoya, T., Hosaka, K., Saito, Y., Degawa, Y. & Suzuki, R. (2013) *Naemacyclus culmigenus*, a newly reported potential pathogen to *Miscanthus sinensis*, new to Japan. *Mycoscience* 54: 433-437.

Suzuki, R.O. & Kachi, N. (2013) Effects of local densities and abiotic microenvironments on reproductive outputs of a biennial, *Lysimachia mauritiana* var. *rubida*. *Plant Species Biology*. Published online. DOI: 10.1111/1442-1984.12010

堀清鷹・鈴木亮・出川洋介・村上哲明. (2012) 菅平(長野県)で新たに確認された

絶滅危惧コケ植物 6 種. *蘚苔類研究* 10: 259-260.

*Sakamoto, S.H., Suzuki, S.N., Degawa, Y., Koshimoto, C & *Suzuki, R.O. (2012) Seasonal habitat partitioning between sympatric terrestrial and semi-arboreal Japanese wood mice, *Apodemus speciosus* and *A. argenteus* in spatially heterogeneous environment. *Mammal Study* 37: 261-272. *Equally contributing authors.

鈴木亮・前迫ゆり. (2012) 春日山原始林の林床草本ミヤコカンアオイの個体群動態. *地域自然史と保全* 34:37-43.

Suzuki, R.O., Numata, S., Okuda, T., Nur Supardi M.N., Abd. Rahman K. & Kachi, N. (2012) Species associations among dipterocarp species co-occurring in a Malaysian tropical rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 28: 281-289.

Suzuki, R.O. & Suzuki, S.N. (2012) Morphological adaptation of a palatable plant to long-term grazing can shift interactions with an unpalatable plant from facilitative to competitive. *Plant Ecology* 213: 175-183.

Numata, S., Suzuki, R.O., Nishimura, S., Naito, Y., Konuma, A., Tsumura, Y., Tani, N., Okuda, T. & Nur Supardi M.N. (2012) Fruiting behavior of dipterocarps in two consecutive episodes of general flowering in a Malaysian lowland rain forest. *Journal of Forest Research* 17: 378-387.

Suzuki, S.N. & Suzuki, R.O. (2011) Distance-dependent shifts in net effects by an unpalatable nettle on a palatable plant species. *Acta Oecologica* 37: 386-392.

Suzuki, R.O. & Suzuki, S.N. (2011) Facilitative and competitive effects of a large species with defensive traits on a grazing-adapted, small species in a long-term deer grazing habitat. *Plant Ecology* 212: 343-351.

[学会発表](計8件)

鈴木亮・金井隆治・正木大祐・菅平高原での温暖化実験: 温度・雪解け・土壌攪乱の交互作用. 中部山岳地域環境変動研究機構第4回年次報告会, 2013年11月22日, 菅平

鈴木亮・鈴木智之・細矢剛・齊藤由紀子・保坂健太郎・出川洋介. ススキに発生した2

種の病理菌類の空間動態: Ustilago と Naemacyclus . 日本生態学会第 60 回大会, 2013 年 3 月 7 日, 静岡

細矢剛・齊藤由紀子・保坂健太郎・鈴木亮・出川洋介. ススキに発生した日本新産盤菌類 Naemacyclus culmigenus. 日本菌学会第 56 回大会, 2012 年 5 月 27 日, 岐阜

鈴木亮. 寒冷地菅平高原での温暖化実験: 積雪深、バイオマス、種数の変化. 日本地球惑星科学連合 2012 大会, 2012 年 5 月 20 日, 幕張

堀清鷹・鈴木亮・出川洋介・村上哲明. 菅平のコケ植物相の変遷 40 年前と現在, 中部山岳地域環境変動研究機構第二回年次報告会, 2011 年 12 月 16 日, 松本

鈴木亮. 菅平の草原での温暖化実験: 積雪深, バイオマス, 種数の変化. 中部山岳地域環境変動研究機構第二回年次報告会, 2011 年 12 月 16 日, 松本

鈴木亮. 菅平の草原での温暖化実験: 積雪深、バイオマス、種数の変化. 筑波大学中部山岳連携研究交流会, 2011 年 11 月 28 日, つくば

鈴木亮・田中健太. 半自然草原での多様性・生産性関係. 日本生態学会第 58 回大会, 2011 年 3 月 10 日, 札幌

〔図書〕(計 2 件)

鈴木亮・前迫ゆり. (2013) 春日山原始林に生きる林床植物の適応戦略 - 大仏の足下で小さくなる植物たち. In: 「世界遺産 春日山原始林 - 照葉樹林とシカをめぐる生態と文化」前迫ゆり(編). ナカニシヤ出版. p.150-161.

鈴木亮. (2012) 生物学からみた地理学. In: 「役に立つ地理学」伊藤修一・有馬貴之・駒木伸比古・林 琢也・鈴木晃志郎(編). 古今書院. p.102-112.

〔その他〕

以下の教育・社会貢献事業を通じて研究成果を紹介した。

筑波大学菅平高原実験センター自然観察会 (2011、2012、2013 年)

筑波大学公開講座「高校生対象公開講座」 (2011、2012、2013 年)

筑波大学公開講座「様々な生き物からみる生物多様性とその重要性」(2012 年)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 亮 (SUZUKI, Ryo)

筑波大学・生命環境系・助教
研究者番号: 90418781