

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 24 日現在

機関番号：18001

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16153

研究課題名(和文) 亜熱帯林における群集形成プロセスの空間変異に着目した伐採インパクト評価

研究課題名(英文) Assessing logging-impact on tree community assembly process in a subtropical forest

研究代表者

楠本 聞太郎 (KUSUMOTO, Buntarou)

琉球大学・理学部・博士研究員

研究者番号：90748104

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)：琉球列島の亜熱帯林において、伐採後の経過年に沿った樹木群集構造の変化を、機能特性情報と系統樹情報を用いて解析し、人為攪乱が群集集合プロセスに及ぼす影響を検証した。その結果、対象地域では確率論的な集合プロセス(例：分散制限等)が卓越しており、伐採に対する植物多様性の応答の予測性の低さが示された。葉や幹の機能特性構造では、伐採後の変動パターンに直径クラス間で共通性が見られた。一方、種子の機能特性構造は、特に若齢林で直径クラス間の変動が大きかった。これは、種子散布戦略に関わる群集集合プロセスの決定論的な改変を示している。本研究の結果から、景観の空間構造を考慮した森林管理計画の必要性が示唆される。

研究成果の概要(英文)：In the subtropical forests in Ryukyu archipelago, I analyzed tree community structures along a chronosequence after clear-cut using functional traits (leaf, wood, and seed) and species phylogeny, and assessed impacts of the human disturbance on community reassembly. I found that stochastic assembly process (e.g. dispersal limitation) is a predominant in tree reassembly in the forests, indicating low predictability of plant diversity response against forest practices. For leaf and wood traits, there were common patterns in functional-trait structures between tree size classes. On the other hand, for seed, its functional trait structure showed large variations between the size classes, especially in young forests. This indicates a deterministic alteration of community assembly process associated with species seed dispersal strategies. These results suggest the importance of forest management planning which accounts for spatial arrangement of forest practices within a landscape.

研究分野：保全生態学

キーワード：群集集合 森林管理 機能特性 群集系統 皆伐 帰無モデル

### 1. 研究開始当初の背景

森林施業が生物多様性に与える負の影響の緩和は、資源管理・保全上の重要課題である。近年では、生物多様性を創出・維持する生態プロセスを保持するような森林施業の重要性が認識され、生態的負荷の小さい伐採手法の検討が行われている(Lindenmayer et al. 2012; Messier et al. 2013)。そのような施業を実現するためには、森林施業が生物群集の形成機構をどのように改変するかを十分に理解しておく必要がある。

近年、機能特性情報や種間の系統関係を種のニッチの測度として、人為/自然攪乱による群集集合プロセス(環境フィルター、生物間相互作用、分散制限)の改変効果を評価するアプローチが注目されている(Mouillot et al. 2013)。この枠組みでは、機能特性・系統情報で群集構造(種アバンダンスや種の在・不在情報)を重みづけし、種間の機能・系統距離の頻度分布パターンを指数(メトリック)化する。更に、それらの観測値のパターンを、帰無モデルからの期待値と比較することで、非ランダムネスを検定する。それにより、人為攪乱による群集形成機構の改変効果を推論することができる。

樹木群集の機能的・系統的構造と人為攪乱の関係について、研究事例は蓄積されてきているものの(e.g. Baraloto et al. 2012; Maeshiro et al. 2013)、未だ攪乱後の群集集合プロセスの相対的重要性の変化に関する理解は不十分である。樹木群集の場合、様々なサイズクラスの個体がプールされた情報(例: 毎木調査情報、植生調査情報)を用いるのが一般的である。しかし、様々な生態プロセスの相対的重要性は、サイズクラス間で異なり得るため、それらをプールした検証では生態プロセスの重要なシグナルを見落とす可能性がある。サイズクラス依存な群集集合プロセスについては、これまでにほとんど検証されていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、琉球列島の亜熱帯性常緑樹林を対象として、生存・分散・繁殖に関わる機能特性(葉、幹、繁殖器官)と系統樹情報を用いて、樹木群集構造の変動パターンを定量し、森林伐採とその後の回復に伴う群集集合プロセスの変化を検証する。

### 3. 研究の方法

樹木群集のデータには、琉球列島の3島(奄美大島、沖縄島、西表島)に設置された毎木調査プロット情報(216プロット; 面積100 m<sup>2</sup> ~ 900 m<sup>2</sup>)を用いた。これらのプロットは、皆伐後の経過年に沿って設置されており(推定林齢15年~198年; 伐採履歴のない原生林の林齢は、200年と仮定した)、樹高2m以上のすべての樹木幹が記録されている。

種ごとの機能特性情報(Maeshiro et al. 2013; 比葉面積、葉中窒素濃度、葉中林

濃度、最大樹高、材密度、萌芽率、種子重)と、種レベルの系統樹情報(Smith et al. 2011を編集)を用いて、各プロットの機能・系統構造を評価した。機能・系統構造の指標として、群集内の種間の機能/系統距離の最小値(MNTD/MNPD)を用いた。観測したMNTD・MNPDを帰無モデルに基づく期待値分布と比較した。帰無モデルでは、出現種全種をプールした機能特性/系統距離行列の種ラベルを無作為に並べ替え、1000個のランダム群集を生成した(チップシャッフル法; Hardy 2008)。その後、以下の式を用いて、観測値を標準化効果量に変換した: 標準化効果量 = (観測値 - 帰無値の平均値) / 帰無値の標準偏差。

MNTD・MNPDの非ランダムネスに基づき、群集集合に影響する生態学的プロセス(生物間相互作用、環境フィルター)と確率論的プロセス(分散制限)の相対的重要性を評価した。具体的には、環境フィルターが強く作用した場合には、環境ニッチの類似した種が集まるため、機能/系統構造には有意な収れんパターンが見られると期待できる。一方で、負の生物間相互作用が作用する場合には、ニッチの類似した種間は共存しにくいいため、機能/系統構造には有意な過分散パターンが見られると期待できる。また、確率論的なプロセス(例: 分散制限)が卓越する場合には、観測値はランダム期待値の範囲内に収まると期待される。

MNTD・MNPDと伐採後の経過年の関係を見ることで、伐採後の回復に伴う群集集合プロセスの変化を検証した。これらの分析は、樹木種群集全体と、サイズクラス別(直径5 cm以下、5 cm~10 cm、10~15 cm、15~20 cm、20 cm以上)で行った。

### 4. 研究成果

多くの調査プロットにおいて、MNTDとMNPDは、ランダム期待値の範囲内に収まっていた。葉特性のMNTDでは、伐採後の経過年数との負の相関が見られた。幹特性のMNTDでは、弱い正の相関が見られた。

いずれの場合も、MNTDの平均値はランダム期待値の範囲内に収まっていた。MNPDでは、伐採後の経過年との相関は見られなかった。これらの結果は、伐採後の群集集合において、確率論的な集合プロセス(例: 分散制限等)が卓越していることを示しており、伐採に対する植物多様性の応答の予測性の低さを示唆している。

本研究で用いた帰無モデルでは、全調査プロットをプールした後、機能特性・系統距離行列の種ラベルを無作為に並べ替えている。この方法は、種プールや局所群集中の種アバンダンス構造が保たれない(無作為化される)ため、第二種の過誤(Type II エラー)が起こりにくいモデルと言える。それにも関わらず、多くのプロットの機能・系統構造がランダム期待値内に収まるという結果は、確

率論的なプロセスが帰無モデルの統計的性質ではなく、生態学的に解釈すべきシグナルであることを示唆している。

葉や材のMNTDは、伐採後の林齢に関わらず負の値をとる(収れんする)傾向があり、サイズクラス間での違いは小さかった(図1)。一方で、種子重のMNTDはサイズや林齢によるばらつきが顕著で、特に遷移初期の上層木集団で種間の変異が大きかった。種子重のMNTDのサイズクラス間の差は、林齢に伴って小さくなった。これらは、過去の森林伐採が、種子散布戦略に関連した群集集合プロセスに対して、決定論的な改変をもたらしたことを示している。本研究の結果は、林分の孤立度、林分間のソース・シンク構造など、景観内の空間構造を考慮した森林管理計画の必要性を示唆している。しかしながら、現時点での種子特性に関する情報は、葉や幹に比べて欠損も多いため、群集構造のパターンとプロセスについて、より頑健な結果を得るためには、種特性情報の拡充が不可欠と考えられる。

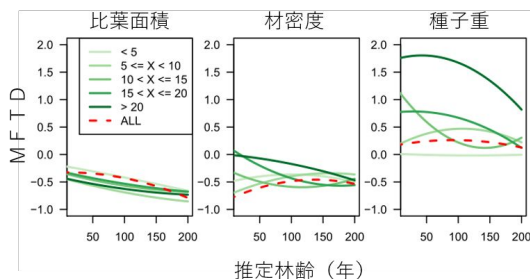


図1 直径サイズ毎の最小機能特性距離(MNTD)と推定林齢の関係。曲線は各直径クラスのMFTDに対する回帰分析の結果を示す。回帰分析では、MFTDを応答変数、推定林齢およびその2乗項を説明変数として用いた。

#### < 引用文献 >

- Baraloto et al. 2012 Contrasting taxonomic and functional responses of a tropical tree community to selective logging. *Journal of Applied Ecology*, 49:861-870
- Hardy 2008 Testing the spatial phylogenetic structure of local communities: statistical performances of different null models and test statistics on a locally neutral community. *Journal of Ecology* 96:914-926
- Lindenmayer et al. 2012 A major shift to the retention approach for forestry can help resolve some global forest sustainability. *Conservation Letters* 5:421-431
- Maeshiro et al. 2013 Using tree functional diversity to evaluate management impacts in a subtropical forest. *Ecosphere* 4: art70

- Messier et al. 2013 Managing Forests as Complex Adaptive Systems: Building Resilience to the Challenge of Global Change
- Mouillot et al. 2013 A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in Ecology and Evolution*, 28, 167 - 177
- Smith et al. 2011 Understanding angiosperm diversification using small and large phylogenetic trees. *American Journal of Botany* 98:404-414

#### 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1件)

Kusumoto, B., Baba, A., Fujii, S., Fukasawa, H., Honda, M., Miyagi, Y., Nanki, D., Osako, T., Shinohara, H., Shiono, T. & Kubota, Y. (2016) Dispersal process driving subtropical forest reassembly: evidence from functional and phylogenetic analysis. *Ecological Research*, 31, 645-654. DOI: 10.1007/s11284-016-1373-8

[学会発表](計4件)

Kusumoto, B., Shiono, T., & Kubota, Y. (2017). How species assembly processes are captured in conservation priority areas: a multi-taxon comparison in the East Asian islands. In 8th Biennial Conference of The International Biogeography Society (p. Jan 9-13). Tucson, Arizona, USA. ポスター発表

Kusumoto, B. Species-based co-occurrence analysis for inferring macro-ecological processes: a case study of the East Asian islands flora. シンポジウム S11 Biodiversity: linking biogeographic pattern and process. 日本生態学会第65回全国大会, 2018年3月. 札幌. 口頭発表

楠本 閏太郎 種の共存パターンに基づくマクロ生態プロセスの分析. 動物植物生態三学会合同沖縄例会, 2017年11月18日. 西原. 口頭発表.

塩野 貴之, 楠本 閏太郎, 藤井 新次郎, 久保田 康裕. 琉球列島の主要5島における樹種多様性パターンの形成機構: 分類学的・系統的・機能的情報を用いた検証. 植生学会第22回大会, 2017年10月, 那

覇. 口頭発表.

〔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：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等  
特になし

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

楠本 聞太郎 (KUSUMOTO, Buntarou)  
琉球大学・理学部・博士研究員  
研究者番号：90748104

### (2)研究分担者

なし

### (3)連携研究者

なし

### (4)研究協力者

久保田 康裕 (KUBOTA, Yasuhiro)  
研究者番号：50295234