

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25292100

研究課題名(和文) 温暖化で台風頻度・強度が変われば森林生態系はどう変わる？

研究課題名(英文) What is the influence on forest ecosystem when frequency and severity of typhoon will change?

研究代表者

齊藤 哲 (Saito, Satoshi)

国立研究開発法人 森林総合研究所・植物生態研究領域・室長

研究者番号：30353692

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では台風頻度、被害量、回復速度の3つのサブモデルから繰り返される台風条件下の森林動態予測モデルを作成し、攪乱の影響を評価した。過去の気象データや長期モニタリングデータを基にパラメータを決定した。作成したモデルで現在の台風頻度で照葉樹林群落が300年間推移した場合の個体群動態を試算した。主要樹種は微増タイプ、減少タイプ、急増タイプの3つに分類できた。台風の頻度が増加した場合の影響を推定した結果、現在の台風頻度に比べ全グループが個体数を減らしたが、その程度はグループ間で異なった。台風の頻度・強度の変化は照葉樹林の主要樹種の組成や優占度に影響すると考えられた。

研究成果の概要(英文)：In this study, we established a simulation model in order to evaluate influence of disturbance on forest dynamics under the frequent typhoon environment from 3 sub-models: frequency, damage and recovery. Parameters of the sub-models were determined using long-term monitoring data. We calculated the dynamics of main species in a lucidophyllous forest for 300 years with the model under the current typhoon frequency. Main species were classified into 3 types; slight increase, decrease and rapid increase. In the same way, we did under the more frequent typhoon condition. Although all groups decreased ratio of the population in contrast to current frequency, the speed of decrease differed with groups. This suggests that changes of typhoon frequency would influence composition and dominance of species in lucidophyllous forests.

研究分野：造林学、森林生態学

キーワード：台風攪乱 被害量 回復速度 再来間隔

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化が及ぼす森林生態系への影響予測は、平均気温の上昇でブナ林の最適分布域が減少する（Matsui et al. 2004）など、これまで主に静的気候変化に関するものであった。地球温暖化では静的気候変化に加え、台風や集中豪雨など突発的気象現象の強度・頻度も変化すると予測されており（Oouchi et al. 2006）、現実に集中豪雨などで人の生活でも甚大な被害が出ている。森林でも台風攪乱が生態系に及ぼす影響は大きいとされる。しかし、現段階では突発的気象現象である台風の頻度・強度の変化が森林生態系へ及ぼす影響は全く明らかになっていない。森林の強風による被害実態はこれまでも多く報告されているが（Everham and Brokaw, 1996）、森林生態系では被害だけでなくその後の回復過程も含めた議論が必要になる。また、台風攪乱の頻度も重要になる。しかし、現段階では森林を生態系とみて攪乱頻度や回復プロセスまで含めた台風の総合的な影響評価は全くできていない。本課題の申請者らは台風常襲地域の照葉樹林に長期生態観測地を設け 20 年以上個体群の長期モニタリングを継続している。20 年間で比較的大きい台風攪乱が複数回起き、同一サイトで複数の台風による被害量や回復過程を比較できる長期間のデータセットが蓄積されており、繰り返される台風の影響も評価出来るようになる目処がたってきた。

2. 研究の目的

本研究では、地球温暖化で突発的気象現象の台風の強度・頻度が変化するときの森林群落へ及ぼす量的および質的な影響の評価を目的とする。台風常襲地域の照葉樹林群落の長期モニタリングデータと新しい風況モデルを活用し、台風が繰り返される条件での個体群動態モデルを構築する。そして台風パラメータ（頻度・強度）が変化するときのバイオマス・種組成・空間構造の変化を予測する。

3. 研究の方法

台風常襲地域で長期モニタリングデータの利用が可能な照葉樹林（宮崎県綾町・鹿児島県屋久島）を研究対象とする。気象台の気象データと蓄積されてきたモニタリングデータとを併せ、(1)被害、(2)回復、および(3)強風頻度を表すサブモデルを作成する。そして各サブモデルを統合した動態モデルを構築する。最終的に、それを用いて台風強度・頻度の変化が森林生態系に及ぼす影響を予測する。各サブモデルは以下の通り。

(1) 個別樹種の被害のサブモデル

このサブモデルでは毎年の個体数の減少量を表現する。被害は風の強さに最も強く影響を受け、齊藤・佐藤（2007）は風速の二

乗を独立変数とした単回帰式で枯死率を示した。本研究でも同様に以下の式を用い蓄積されたモニタリングからパラメータ a_1 、 b_1 を決める。そして主要樹種ごとに各年の最大風速での成木クラスの枯死数を予測する。

$$\text{枯死率} = a_1 + b_1 \times (\text{最大瞬間風速の期間最大値})^2$$

(2) 個別樹種の回復速度のサブモデル

このサブモデルは攪乱後の回復プロセスを表わす。過去のモニタリングデータから台風攪乱後の成木クラスへの進級率の経時変化を示し、モデル化する。主要樹種毎にパラメータを決め各年の成木クラスへの進級数を予測する。

(3) 台風頻度のサブモデルでは各年の最大瞬間風速年最大値を予測する。申請者は強風発生確率求める手法を提示している（Saito, 2002）。それを基に台風の頻度・強度が現状のままの場合とそれが変化した場合のふた通りについて、最大瞬間風速年最大値のこの先 300 年の仮定の推移を計算する。

4. 研究成果

(1) 枯死率推定

主要樹種の枯死率の各モニタリング期間の実測値と上述の推定式とモニタリングデータから求めた推定値との比較を図 1 に示す。

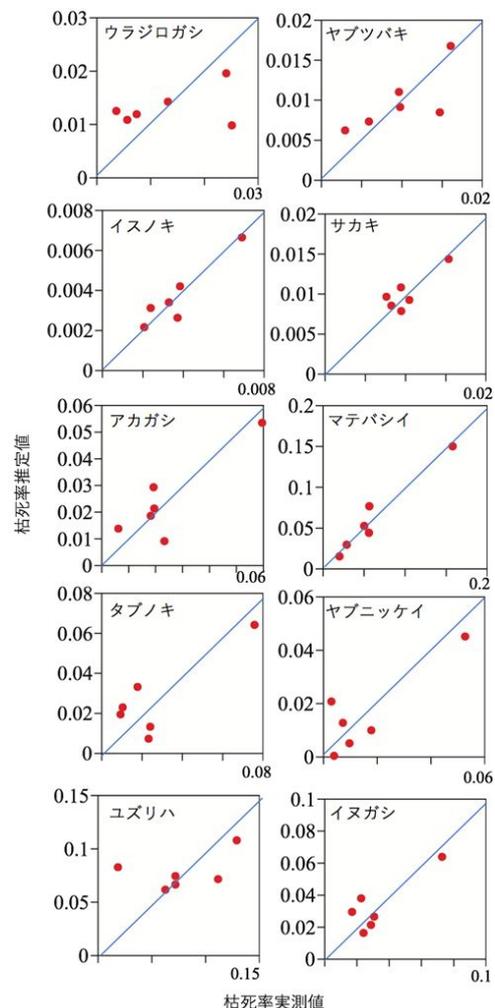


図 1 各モニタリング期間の枯死率実測値と推定値との比較（青線は 1:1 のライン）

マテバシイのように推定値が実測値とよく合っている種もみられる一方で、アカガシ、ユズリハのように推定値の精度がよくない種もみられた。

(2) 回復速度の推定

綾の試験地では1993年に大きな台風攪乱があり、成木サイズへの進級率は全種込にした場合、攪乱後の10年後くらいまで増加傾向にあった。図2の結果をもとに各年の進級率は前回の攪乱の経過年数とその大きさの影響を受けると仮定し、次式を用いて求めた。

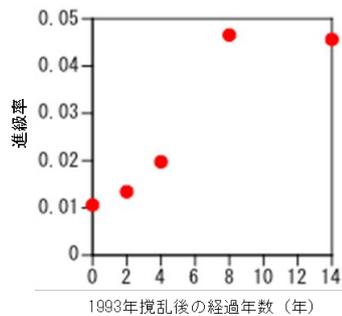


図2 1993年の台風攪乱後の進級率の推移

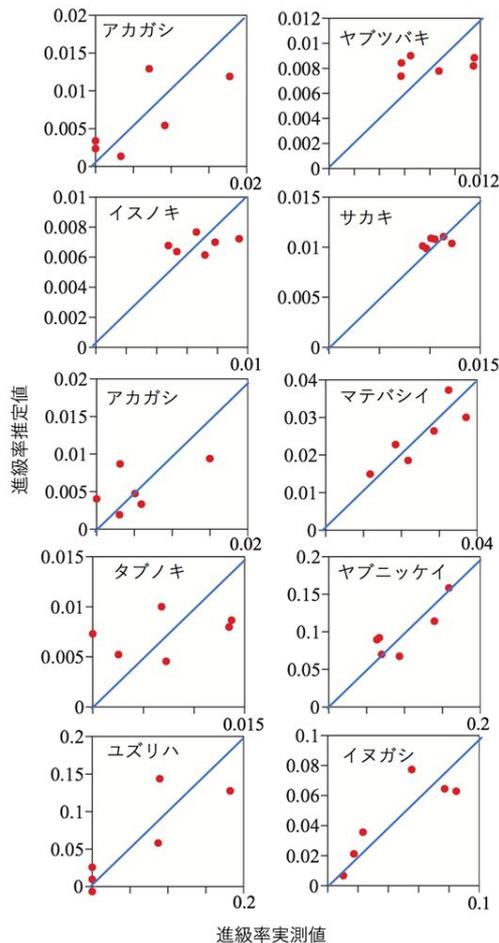


図3 各モニタリング期間の進級率実測値と推定値との比較 (青線は1:1のライン)

進級率 = $a_2 + b_2 \times (\text{過去10年の瞬間風速最大値})^2 + c_2 \times (\text{その攪乱からの経過年数})$

a_2, b_2, c_2 は定数。

それを用いて推定した結果を図3に示す。進級率の推定値はマテバシイ、ヤブニッケイなどが比較的好く実測値を反映し、イスノキ、タブノキは実測値との適合度は低かった。

(3) 台風頻度・強度

宮崎地方気象台の過去63年のデータから現状の各年の最大瞬間風速年最大値の発生確率を求めると図4の赤い線のようになる。現状では最大瞬間風速年最大値が28m/sとなる確率が最も高い。この結果をもとに現状と比べ強風の頻度が高くなる(多頻度: 最大瞬間風速年最大値30m/s以上の頻度が1.3倍に増加、図4上段青いライン)ケースと頻度は減るが強度が増す(強度増大: 最大瞬間風速年最大値30m/s以上の頻度が64%に減り同40m/s以上が2.3倍に増加、図4下段青いライン)を仮定し、以降の台風の頻度・強度が変化する場合の個体群動態予測に用いた。

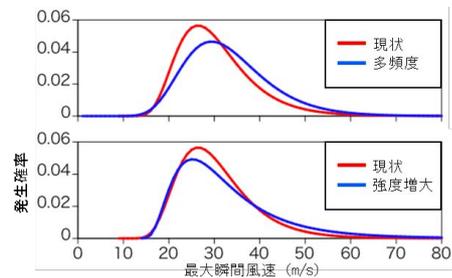


図4 現状(上下段赤ライン)、多頻度(上段青ライン)および強度増大(下段青ライン)のケースの核俊寛風速の発生確率

(4) 現状の個体群動態予測

台風の頻度・強度が現状通りとして、図4の赤ラインの確率密度関数からランダムにサンプリングし、300年分の仮想の強風推移を算出した。そして(1)~(3)の結果をもとに主要樹種の個体群動態を推定した結果を図5に示す。主要樹種の個体群動態は以下の3タイプに分類できた、A: 微増タイプ(イスノキ

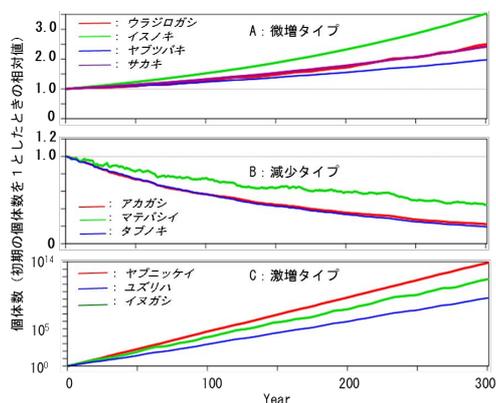


図5 300年間現状の台風頻度・強度が続く場合の主要樹種の個体群動態予測

など、図5上段)、B:減少タイプ(アカガシなど、図5中段)、激増タイプ(ヤブニッケイなど、図5上段)。

(5)多頻度・強度増大の影響予測
台風の頻度がすると仮定し図4上段青ラインの確率密度関数からランダムにサンプリングし、同様に300年分の強風推移およびその条件下での個体群動態を推定した。そして現状のままと仮定した場合に対する比(多頻度/現状)で表した結果を図6に示す。

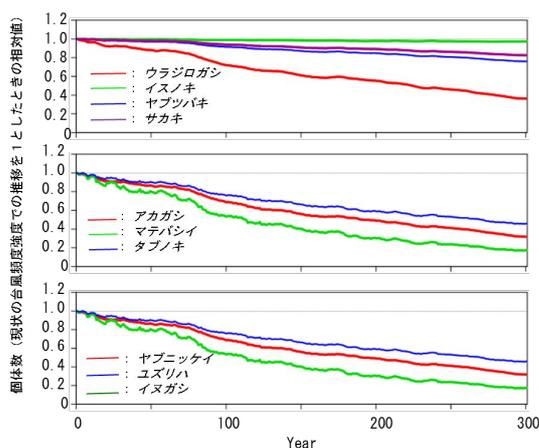


図6 300年間現状の台風頻度・強度が続く場合の主要樹種の個体群動態予測

いずれの樹種も台風の頻度が増加した場合、現状に比べ個体数が減る方向に変化した。しかし、減少速度(傾き)に種間で差がみられた。イスノキ、サカキ、ヤブツバキはそれ以外の種に比べ傾きが緩やかであった。台風の強度が増大する場合も同様の結果であった。

つまり台風頻度が増加したとき、群落全体では個体数が減る方向に変化するが、種ごとに比較するとその影響度が異なった。林冠上層部を空間的に優占していたタブノキ、カシ類は相対的に優占度を落とし、個体数で優占していたイスノキ、サカキなどの優占度が増すことが予測された。このように台風頻度・強度の変化は森林生態系の種組成や林冠構造にも影響することが予測された。

<引用文献>

Everham and Brokaw, Forest damage and recovery from catastrophic wind, *The Botanical Review*, 612, 1996, 113-185
Oouchi, K., Yoshimura, J., Yoshimura, H., Mizuta, R., Kusunoki, S. and Noda, A., Tropical cyclone climatology in a global-warming climate as simulated in a 20 km-mesh global atmospheric Model: Frequency and wind intensity analyses, *Journal of Meteorological Society Japan*, 84, 2006, 259-276

Mataui, T., Nakaya, T., Yagihashi, T., Taoda, H. and Tanaka, N., Climatic controls on distribution of *Fagus crenata* forests in Japan, *Journal of Vegetation Science*, 15, 2004, 57-66

Saito S., Effects of a severe typhoon on forest dynamics in a warm-temperate evergreen broad-leaved forest in southwestern Japan, *Journal of Forest Research*, 7, 2002, 137-143
齊藤哲、佐藤保、照葉樹林の主要樹種の台風被害の特性 一綾の LTER サイトにおける複数の台風攪乱の比較解析、*日本森林学会誌*、

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 9 件)

齊藤哲、永淵修、中澤暦、金谷整一、新山馨、宮崎県綾町の照葉樹林群落の動態と影響する様々な環境要因との関係、*環境科学会誌*、2017、30、190-202、査読有、DOI: 10.11353/sesj.30.190

川嶋敦史、永松大、鳥取県東部におけるシカの採植による植生の被害状況、*山陰自然史研究*、2016、12、9-17、査読有

Do T.V., Sato T., Saito S., Kozan O., Yamagawa H., Nagamatsu D., Nishimura N., Manabe T., Effects of micro-topographies on stand structure and tree species diversity in an old-growth evergreen broad-leaved forest, southwestern Japan., *Global Ecology and Conservation*, 4, 2015, 185-196, 査読有, URL:

<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2015.06.010>

佐藤保、小南陽亮、齊藤哲、新山馨、田内裕之、綾照葉樹林における主要構成樹種の落葉量と落下パターンの比較、*関東森林研究*、2015、66、123-126、査読有

Do T.V., Sato T., Saito S., Kozan O., Fine-root production and litterfall: main contributions to net primary production in an old-growth evergreen broad-leaved forest in southwestern Japan., *Ecological Research*, 2015, 30, 921-930, 査読有, DOI 10.1007/s11284-015-1295-x

Hirata, A., Kamijo, T., Saito S., Contribution of environmental conditions to habitat segregation of two abundant vascular epiphytes, *Tsukuba Journal of Agriculture and Forestry*, 2014, 2, 19-29, 査読有, http://www.nourin.tsukuba.ac.jp/tjaf/pdf/2014/nourin-g2014_19-29.pdf

齊藤哲、壁谷大介、川崎達郎、飛田博順、梶本卓也、林冠内の開空度の3次元分布、*関東森林研究*、2014、65、311-314、査読有

Kamimura, K., Saito S., Kinoshita, H., Kitagawa, K., Uchida, T., Mizunaga, H., Analysis of wind damage caused by multiple

tropical storm events in Japanese Cryptomeria japonica forests., Forestry, 2013, 86, 411-420, 査読有, doi:10.1093/forestry/cpt011
山川博美, 伊藤 哲, 中尾登志雄, 照葉樹二次林に隣接する伐採地における6年間の種子散布, 日本生態学会誌, 2013, 63, 219-228, 査読有, URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/seitai/63/2/63_KJ00008775867/_pdf

〔学会発表〕(計 7 件)

Saito Satoshi, Influence of climate change on plantation in Japan -approach to decide suitable site for plantation, International Symposium on the Advanced Nursery and Silvicultural Practice Responding to the Climate Change (招待講演) (国際学会), 2017/6/13, Seoul (Republic of Korea)

齊藤哲, 新山馨, 屋久島西部照葉樹林における立地基質による樹木の分布および成長の差異, 第128回日本森林学会大会, 2017/3/28, 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)

永松大, 奥村拓哉, 照葉樹天然林の台風攪乱と落葉樹種の定着, 植生学会第21回大会, 2016/10/23, 大阪産業大学(大阪府大東市)

川口千尋, 伊藤哲, 平田令子, 高木正博, 吉田藍子, 山川博美, 照葉樹林帯における老齡スギ人工林の種多様性と種組成 - 原生林, 壯齡二次林及び壯齡人工林との比較 -, 第127回日本森林学会大会, 2016/3/28, 日本大学(神奈川県藤沢市)

川口千尋, 伊藤哲, 平田令子, 山川博美, 南九州の老齡スギ人工林の林分構造 種組成とサイズ分布, 植生学会第20回大会, 2015/10/11, 高知大学(高知県高知市)

Saito Satoshi, Nagamatsu Dai, Yamagawa Hiromi, Kominami yohsuke, Nishimura Naoyuki, Manabe Tohru, Sato Tamotsu and Niiyama Kaoru, Modeling tree population dynamics in relation to typhoon disturbance in lucidophyllous forests in western Japan, 6th EAFES International Congress Ecosystem dynamics in changing environment (国際学会), 2014/4/10, Haikou(People's Republic of China)

山川博美, 齊藤哲, 西村尚之, 永松大, 小南陽亮, 佐藤保, 真鍋徹, 新山馨, 綾照葉樹林 LTER サイトにおける20年間の林分構造の変化, 日本生態学会第61回全国大会, 2014/3/15, 広島国際会議場(広島県広島市)

〔図書〕(計 1 件)

永松大: 2.1.8 中国山地のシカ被害とシカ柵による二次林の再生. シカの脅威と森の未来 シカ柵による植生保全の有効性と限界(前迫ゆり・高槻成紀編). 文一総合出版, 東京, pp.147-156, ISBN978-4-8299-6525-2, 2015

6. 研究組織

(1) 研究代表者

齊藤 哲 (Saito Satoshi)

国立研究開発法人森林総合研究所・植物生態研究領域・室長

研究者番号: 30353692

(2) 研究分担者

山川 博美 (Yamagawa Hiromi)

国立研究開発法人森林総合研究所・森林植生研究領域・主任研究員

研究者番号: 00582751

永松 大 (Nagamatsu Dai)

国立大学法人鳥取大学・学内共同利用施設等・教授

研究者番号: 20353790

新山 馨 (Niiyama Kaoru)

国立研究開発法人森林総合研究所・森林植生研究領域・研究専門員

研究者番号: 70353795