

山梨県若手研究者奨励事業 研究成果概要書

所属機関名	東京農工大学 農学部附属フィールドサイエンス教育研究センター
職名・氏名	助教・小林 勇太 ㊞

1 研究テーマ

日本特化型の森林将来予測モデルの開発-樹木の成長・死亡プロセスの改良-

2 研究の目的

森林管理には、目標とする森林ビジョンの明確化と管理手法のバックキャストが必要である。しかし、既存のプロセスモデルは欧米の森林をベースに開発されており、日本の森林に特有の生態系事象を再現できない。この現状に対し、「100 年間の森林の姿がボタン一つで予測できるアプリケーション」の作成に向けた日本特化型の森林将来予測モデル開発プロジェクトが始動している。本助成では、このモデル内で計算される樹木の成長・死亡プロセスを適切に記述するための基礎研究に取り組んだ。

3 研究の方法

独型森林景観モデル (the individual-based forest landscape and disturbance model) の計算アルゴリズムを、日本 (モンスーンアジア) の森林に適合するように書き換える。これにあたり、以下のような研究が必要となる。

- A-1. 樹木の平均寿命に基づく、年齢-枯死率モデルの作成
- A-2. 風・シカによる死亡率増加プロセスの記述と A-1 モデルへの実装
- B-1. 衛星データと現地観測データの統合によるリーフフェノロジー予測モデルの開発
- B-2. " 水分-成長量関係式の推定
- B-3. " 光合成温度順化予測モデルの開発
- C-1. 風による個体死亡・ササによる移入個体の定着抑止プロセスのモデル化

本助成では、このうち A-1 と B-1 に取り組んだ。以下にその概要を示す。

A-1 樹木の平均寿命に基づく、年齢-枯死率モデルの作成

環境省や林野庁、日本長期生態学研究ネットワーク (JaLTER) が公開している情報を収集し、日本全国の約 100 万本の樹木の追跡調査データを収集した。個体毎に成長率と死亡率を計算し、樹木サイズとの関係を検証することで、約 50 種類の高木種の時間-生存曲線 (生

留意事項

- ① 3 枚程度で作成してください。
- ② 特許の出願中等の理由により、一定期間公表を見合わせる必要がある箇所がある場合であっても、所定の期日までに公表可能な範囲で作成・提出してください。当該箇所については、後日公表可能となった際に追記して再提出してください。

命表)を作成した。次に、寿命に関わる新しい評価フレームワークを構築し、以下 2 つの寿命指標を計算した：1) 1cm 直径の樹木を 0 歳と仮定したときに、天然林における直径分布の 99 パーセンタイル値に到達するまでにかかる平均的な時間 (potential maximum lifespan)、2) 0 歳から potential maximum lifespan までを範囲とした平均余命 (life expectancy at 1 cm diameter)。両者の比を各種の気候適地と比較することで、寿命への資源アロケーションの階層構造に関する一連の考察を行った。

B-2 衛星データと現地観測データの統合によるリーフフェノロジー予測モデルの開発

森林の最大葉量、展葉・落葉時期は衛星画像の時系列解析によって特定することができるが、林内には多様な種が共存しているため、画像情報はそれらの平均的な値となる。群馬県みどり市に位置する東京農工大学農学部附属フィールドミュージアム草木に設置された 1ha の森林モニタリングプロットのリターフォールデータ (2005~2011 年) に基づき、各種の存在量と最大葉量の関係を検証することで、衛星データと現地観測データの統合を試みた。具体的には、回収されたリターを樹種別・器官別に分類・測定し、各樹種について年間リター重量/胸高断面積 (kg/ha) を算出した。説明変数を各気候因子 (年間平均気温・暖かさ指数・年間積算降水量)、応答変数をプロット内の優占種 5 種 (イタヤカエデ・クリ・シオジ・ミズキ・ミズナラ) の年間リター重量/胸高断面積 (kg/ha) とし、単回帰分析を行った。

4 研究の成果

A-1 樹木の平均寿命に基づく、年齢-枯死率モデルの作成

Potential maximum lifespan は 176 から 758 年の範囲で変化し、平均値は 327 ± 120 年だった。Life expectancy at 1cm diameter は 18.3 から 207.9 年と potential maximum lifespan よりもかなり狭い範囲で変化し、平均値は 80.4 ± 40.9 年だった。すべての樹木において、potential maximum lifespan は人の最大寿命を超えたが、life expectancy at 1cm diameter は 52% の種が人の平均寿命を下回った。Potential maximum diameter と life expectancy at 1 cm diameter は正の相関を示したが、傾きは約 0.22 であり 1 からは大きく逸脱していた。我々は、1:1 ラインからの逸脱度を life expectancy at 1 cm diameter と potential maximum lifespan の比 (LE:PL ratio) として示し、各種の気候要因との関連性について探った。結果として、厳しい環境に分布する樹木ほど LE:PL 比が有意に低くなるという結果が得られた。これは、環境-potential-lifespan 関係の傾きに比べて環境-life-expectancy の傾きが高くなることに起因しており、種のデータスクリーニングの基準 (直径-死亡率の補完割合に課している制約) を緩くしても・厳しくしても確認されるロバストなパターンであった。

B-2 衛星データと現地観測データの統合によるリーフフェノロジー予測モデルの開発

葉量は、年ごとに 10~20% の変動幅を持ちながら、種ごとに異なる反応しながら推移していくことが分かった。例えば、優占種であるシオジの胸高断面積当たりのリター重量は、

留意事項

- ① 3 枚程度で作成してください。
- ② 特許の出願中等の理由により、一定期間公表を見合わせる必要がある箇所がある場合であっても、所定の期日までに公表可能な範囲で作成・提出してください。当該箇所については、後日公表可能となった際に追記して再提出してください。

450～600kg/ha の値で推移した。この年変動を説明する気候変数として、すべての種に共通するものは見つけることができなかった。ただし、一部の種では、ある変数と強い相関関係を示すものがあり、複数の変数の相互作用などを加味した複合的な統計解析の必要性が示唆された。

5 今後の展望

A-1 に関しては、モデルに組み込むための一連のアルゴリズムが完成したため、これをベースとした死亡モジュールの作成に取り組む予定である。なお、作成した生存曲線は、死因を分離することができていないため、各地の GIS・気候データをもとに、環境と死亡率の関係性を定量化することで、A-2に取り組んでいく予定である。B-1 に関しては、解析を継続し、他の地域で得られたデータを合わせて解析することで、リーフフェノロジー予測までつなげる予定である。B-2、B-3、C-1 については、資金と人的なリソースの制約のために実施するめどが立っていないが、上記の研究を終了次第、順次取り組んでいく予定である。

6 研究成果の発信方法（予定を含む）

A-1 の成果については、2024 年 3 月に横浜にて開催された第 71 回日本生態学会大会の自由集会『JaLTER を活用してこんな研究ができた! したい! : 若手研究者による長期生態系観測の利用』において発表した。A-1、B-1 の研究成果は、国際誌での発表を予定している。双方ともに、受理された際にはプレスリリースを行って発信する予定である。

留意事項

- ① 3 枚程度で作成してください。
- ② 特許の出願中等の理由により、一定期間公表を見合わせる必要がある箇所がある場合であっても、所定の期日までに公表可能な範囲で作成・提出してください。当該箇所については、後日公表可能となった際に追記して再提出してください。