

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05755

研究課題名（和文）NFI（国家森林資源調査）データの不連続性の評価と補正手法の構築

研究課題名（英文）Evaluation of data continuity in Japanese National Forest Inventory

研究代表者

北原 文章（Kitahara, Fumiaki）

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等

研究者番号：50582748

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：国家森林資源調査（NFI）は現地調査に基づく日本の森林資源統計量得るための調査である。NFIデータを用いて西日本南部におけるスギ人工林の連続性を確認したところ、伐採や枯死などの影響を除いても蓄積量が減少するなどのプロットが多く存在していた。その要因としては樹木の計測誤差が考えられ、精度検証事業以前と以降でその影響度合いが異なっていた。固定試験地でのデータをもとに成長関数を一般化差分式へ誘導し不連続なデータを補正する補正式の構築を行いその有効性が確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題の成果を全国的に適応することで、プロット単位での時系列NFIデータの信頼性が高まり、国のみならず地域（県や流域）でのデータの有効利用（資源量予測、成長予測等）を図ることが可能となる。また、今後パリ協定等の国際報告において、データの不連続性の評価およびその補正は、わが国のNFIやその森林資源統計量の信頼性を高めることとなり、日本の森林資源量把握として学術的のみならず、国際対応の面からも有用である。

研究成果の概要（英文）：The National Forest Inventory (NFI) is a survey to obtain forest resource statistics in Japan based on field surveys. the temporal continuity of Japanese cedar plantations in southern western Japan was confirmed using NFI data, and many plots showed unnatural discontinuities such as decreasing accumulation even after excluding the effects of logging and mortality. The reason for this was the measurement error of the trees. One of the possible reasons for this was measurement error of the trees, and the degree of influence was different before and after QA/QC program. In order to correct for the unnatural discontinuities in the observed values, a correction equation was constructed by inducing the growth function into a generalized difference equation based on the data from the fixed test site in the artificial cedar forest, and the effectiveness of the equation was confirmed.

研究分野：森林科学

キーワード：国家森林資源調査 連続性 一般化差分式

## 1. 研究開始当初の背景

林野庁が1999年から実施している「森林生態系多様性基礎調査」は、日本における国家森林資源調査（以下NFI；National Forest Inventory）である。NFIは、全国の森林を対象に4km格子点に調査点を配し（約15,000点）、5年間で全国を調査している（2021年現在、第5期調査の3年目）。NFIは国レベルでの森林調査であるため、データの基礎となる測定手法の同質性が重要視されており、日本のNFIでは2010年（第3期）から精度検証事業によって、測定誤差の評価が行われている。この事業では、再測（コントロール）調査により測定誤差を評価し、その誤差の要因を調査員にフィードバックするとともに、調査マニュアルに反映させている。また、この事業によって測定誤差は減少傾向にあり、近年（第3~4期）では一定の調査精度が維持され始めている。しかし、第1・2期調査では、蓄積推定に最も影響を与える樹高の測定値が過小に測定される傾向にあり、同じプロットでの樹高の連続性が低いことが指摘されている（Kitahara et al. 2009）。つまり、1・2期と比べ、精度検証が始まった3期目以降から急に樹高測定値が高くなる。今後、同一調査地をモニタリングするNFIデータを時系列データとして扱う際（たとえば、期ごとの差分による変化量推定）、その連続性の低さが大きな問題（学術的な問い：連続する日本の森林資源量のインベントリとなっているのか？）であり、これまでNFIの連続性の評価は全く行われていない状況である。

## 2. 研究の目的

本研究では、時系列NFIデータの連続性を担保するために、単木蓄積推定に最も影響を与える樹高に注目し、上層木樹高モデル式を作成することでこれまでのNFIデータ（樹高）の不連続性を評価し、その補正手法を構築することを目的とした。

## 3. 研究の方法

西日本南部（南近畿，四国，南九州）におけるスギ人工林を対象として、申請者の所属組織において長期的に調査・管理を行っている長期固定試験地（以下LTE：Long-Term Experiments）と、短期固定試験地（以下STE：Short-Term Experiments）のデータ収集を行った。LTEは、森林総研四国および九州支所において、これまで約50年間調査が行われている収穫試験地のデータを収集した。STEについては、林野庁事業で日本森林技術協会がこれまでNFIの精度検証事業として行ったコントロール調査地点において2度目のコントロール調査を行うことで、2時期のデータを取得した。得られたLTE，STEデータをもとに8つの成長関数（Hossfeld式、Korf式、King-Praodan式、Chapman-Richards式、Sloboda式、Stand式）からサイトパラメータの異なる15の一般化差分式（以下GADA式：Generalized Algebraic Difference Approach）へ誘導を行い、最もあてはまりのよいベストモデルを探索した。一般的な成長関数をGADA式へ誘導することで、ある時点の上層木樹高（ $h_1$ ）と2時点の林齢（ $t_0, t_1$ ）を説明変数として、 $t_0$ 時点の上層木樹高の推定が可能となる。この式を用いて上層木樹高を遡って推定することで不連続データに対する補正手法を検討した。

## 4. 研究成果

基礎解析の結果、西日本南部におけるスギ人工林529点のうち69.2%のプロットが第1期から第3期にかけて蓄積が増加していたが、30.8%のプロットではどこかの時点で減少していた（伐採や枯死等の影響は除く）。その要因分析をした結果、調査本数、DBH、樹高がその変化量が蓄積に与える要因であることが明らかとなり、特に樹高については、1期から2期については最も影響度合いが高かったが、2期から3期にかけては低くなっていた。これらの影響度合いの変化については精度検証事業の成果が効いているものと考えられるが、調査デザイン上の問題もあると考えられた。樹高の測定誤差の他に、各期における選木による樹高曲線のモデル誤差により樹高推定値の連続性が保たれない可能性を評価するために、2つのプロットにおいて全木の樹高を測定し、モンテカルロ法を用いて様々な組み合わせによりモデル式を構築し推定誤差を算出した。その結果、選木による林分材積の誤差は数%であることが明らかとなり、直径や樹高の測定誤差に起因する誤差の方が大きいことが示唆された。

収集したLTE・STEデータの期首と期末の林齢および上層木樹高を用いて当てはめた結果、Korf式の一つがベストモデルとして選ばれた（図1，RMSE=0.91）。図2にはLTE・STEデー

夕および地位指数別に作成した GADA 式を示す。対象とする西日本南部における NFI プロット（1-3 期まで継続調査林分）において、本モデル式を当てはめたところ RMSE は 2.78 と大きかった。この誤差の中には NFI データの観測値には測定誤差が多分に含まれていると考えられ、連続性の評価には注意が必要である。そこで、STE データの期末情報をもとに期首樹高の推定を行ったところ、RMSE は 1.77 となりその半数以上は±1m以内に収まっていた。また、一部のプロットでは推定値がコントロール値に近似しており、補正手法としての有効性が確認できた。

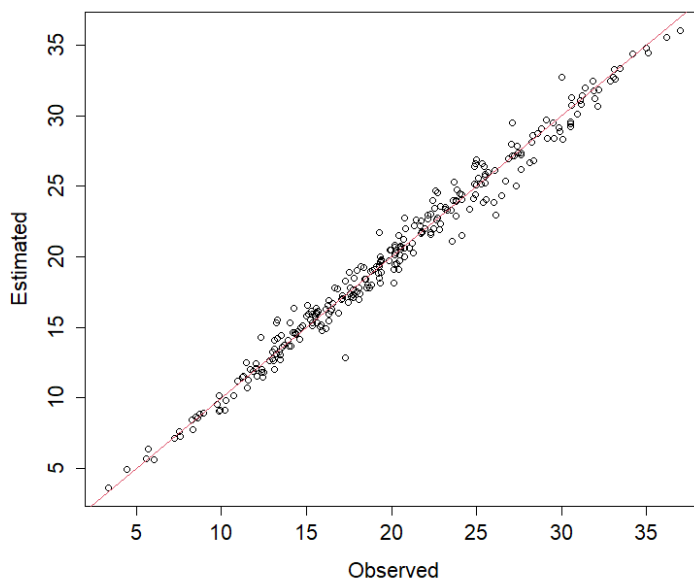


図 1 ベストモデルの観測値と推定値の関係

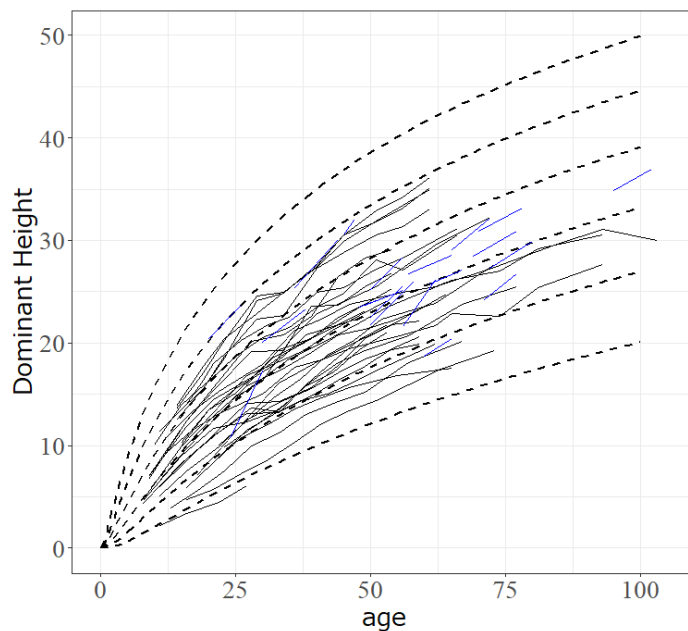


図 2 観測値と推定値

(黒線：LTE データ，青線：STE データ，破線：地位別 GADA 式)

図3には、NFI実測値、STE(コントロール)値、第3期NFIをもとにしたGADA式による補正值の関係を3つ例示する。図3aでは、補正值とSTE値が比較的類似しており、1-2期のNFI値は精度検証事業前であるため過小で不連続なデータとなっているが、補正值によって推定の可能性が示唆された。図3bでは3期NFI値とSTE値に近い値であることから第4期STE値と補正值との差はSTE値とNFI値との差よりも小さい。一方で図3cではその差が大きく、3期NFI値の信頼性の低さが補正值の誤差の問題に起因していると考えられる。このようにGADA式による補正はNFI実測値を用いるためNFI値の測定誤差の影響を受けてしまい、精度検証事業以降のデータを用いたとしても乖離がおこる可能性がある。そのため、コントロール調査による検証によって一定の精度が確認できた時期のプロットでは、本手法によって連続性の評価や補正が可能である。また、ある1時期のプロットの信頼性を評価するうえでコントロール調査は重要であり、さらに2時期以上のデータを蓄積することでSTEデータとしても利用可能であると結論づけた。

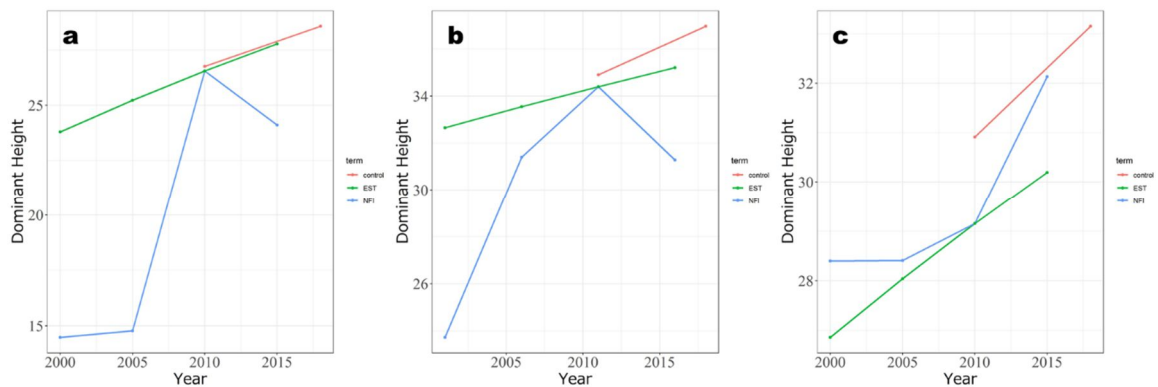


図3 3つのプロットにおける実測値・コントロール値・補正值の例  
 (青線：NFI実測値，赤線：コントロール値，緑線：補正值)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 北原文章	4. 巻 52
2. 論文標題 森林計画学会春季シンポジウム2018「国家森林資源調査（NFI）のこれまでとこれから」開催報告	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 森林計画学会誌	6. 最初と最後の頁 89-96
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20659/jjfp.52.2_89	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 KITAHARA Fumiaki
2. 発表標題 Evaluation of data continuity in Japanese National Forest Inventory
3. 学会等名 IUFRO World Congress（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北原文章
2. 発表標題 国家森林資源調査におけるデータの連続性評価
3. 学会等名 第130回 日本森林学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------