

令和 6 年 5 月 31 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05695

研究課題名（和文）高齢林の成長は持続する？：林業経営への応用のための新・旧仮説の検証

研究課題名（英文）Does the growth of old-aged forest decline? : Testing new and old hypotheses for application to forestry management.

研究代表者

西園 朋広 (Nishizono, Tomohiro)

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：90353797

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）：森林の成長は若齢時に最大に達した後長期的に低下し最終的にゼロに収束すると考えられてきた（仮説1）が、最大に達した後低下することなく攪乱を受けない限りは成長が持続するという考え（仮説2）が支持されつつある。また、わが国の既往研究では、両者の中間に適切な考え（仮説3）がある可能性が示されている。

本課題では、スギ林を対象に、長期モニタリングデータを用いてこれらの仮説を検証した。まず、スギ人工林のデータを用いて若齢期のピークの有無を調べた。次に、スギの高齢人工林・高齢天然林のデータを用いて高齢期に成長は低下してゼロに収束するかどうかを調べた。両者の結果は、全般的に、仮説3を支持していた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果は、森林の成長量の推移を規定する機構を理解することに貢献した。また、スギ林の伐期設定の指針に活用できる。

研究成果の概要（英文）：Traditionally, forest growth was believed to peak during the young age stage and then decline over time, ultimately converging to zero (Hypothesis 1). Recently, however, there is growing support for the idea that growth continues steadily after reaching its peak, as long as the ecosystem remains undisturbed (Hypothesis 2). Studies in Japan also suggest a possible intermediate model (Hypothesis 3) between these hypotheses.

In this study, we tested these hypotheses using long-term monitoring data from Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) forests. We first investigated the presence of a growth peak during the young age stage using data from managed cedar plantations. Then, we examined whether growth rates decline and approach zero in the mature stage by analyzing data from both mature managed plantations and old-growth natural cedar forests. The results generally supported Hypothesis 3, indicating that forest growth patterns exhibit characteristics of both initial hypotheses.

研究分野：森林計画学

キーワード：高齢林 スギ林 天然林 固定試験地 成長量

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

森林の成長は若齢時にピークに達した後に、長期的に低下し最終的にゼロに収束すると考えられてきた(仮説1; Kira and Shidei, 1967)が、最近の森林生態学では最大に達した後に低下することなく成長が持続するという考え(仮説2; Schulze et al., 2009)が支持されつつある。わが国における既往研究では、仮説1・仮説2のどちらも支持しない結果が得られており、両者の中間に適切な考え(仮説3; 大島・四手井, 1974)がある可能性を示唆している。

2. 研究の目的

本研究の目的は、わが国のスギ林を対象に仮説1・2・3を検証し、わが国のスギ林の林分成長の経年推移パターンを明らかにすることである。

3. 研究の方法

(1) 方法の概要

本研究では、わが国のスギ林を対象に、仮説1・2・3を検証する。仮説検証のために、まず、①人工林の長期モニタリングデータを用いて若齢期のピークの有無を明らかにする。次に、②高齢人工林・高齢天然林の長期モニタリングデータを用いて高齢期に成長は低下してゼロに収束するかどうかを明らかにする。以上から、どの仮説が適切かを明らかにする。

(2) データの収集

関東・中部地方のスギ人工林の固定試験地のデータ整理を進めるとともに、固定試験地の再測を実施した。追加した成長データと既存の収集データを結合し、解析用のデータセットを作成した。

秋田天然スギ林に設置された固定試験地(図1)において毎木調査を実施した。秋田県北秋田郡上小阿仁村の丘陵状の台地(標高約160m)に位置(40° 2' N, 140° 15' E)するスギ天然林1林分(上大内沢天然林収穫試験地)を研究の対象とした。林分全体の面積は3.85haである。この林分内に設置された固定試験地(1.077ha)を調査の対象とした。この試験地は、1924年に設置されており、以降複数回の調査が実施されてきた(西園ら、2006)。同試験地内で得られた9本の樹幹解析木の平均樹齢を伐倒時(1948年)の林齢と考えると、2021年の林齢は264年と推定できる。本研究以前の直近調査は2011年である。2021年7月に、同試験区内のスギ個体について、樹木位置図を参考に個体番号を特定し、ナンバーテープを付与した。同年11月に、胸高直径・樹高・枝下高を測定した。また、胸高直径と樹高から、材積式を用いて、個体材積を算出した。また、同天然林に隣接するスギ人工林に設置された固定試験地(上大内沢収穫試験地; 西園ら、2008; 図1)における長期モニタリングデータを整理した。

さらに、鹿児島県の屋久スギ林および高知県の魚梁瀬スギ林に設定された固定試験地においても、毎木調査を実施して成長データを得た。

(3) 解析方法

関東・中部地域のスギ人工林固定試験地データ(28試験区)を解析して、若齢期のピークの有無を明らかにした。まず、各試験区の毎木の直径・樹高データを用いて幹材積を算出し、その値を試験区で積算して林分材積を算出した。各試験区の林分材積の経時データから総収穫量・純成長量を計算した。得られた林齢-純収穫量関係にスプライン曲線を回帰して、平均的な推移傾向を把握した。回帰にはRのgamm関数(mgcvパッケージ)を利用した。

上大内沢天然林収穫試験地と上大内沢人工林収穫試験地の直径・樹高データを用いて、幹材積を算出し、その値を試験区で積算して林分材積を算出した。各試験区の林分材積の経時データから総収穫量・純成長量を計算した。両試験区の林齢-林分材積関係を図示して、視覚的に比較した。

4. 研究成果

関東中部地域の人工林固定試験地データを解析した結果(図2)、スギ林の成長量は若齢時に増加し30-50年にピークがあることがわかった。また、成長量がゼロに収束する傾向はなかった。

秋田天然スギ林に設置された固定試験地における2021年時点の林分構成値は、平均直径で94.7(cm)、平均樹高で42.9(m)、林分材積で1874.0(m³/ha)、本数密度で145(本/ha)であった。97年間の林分材積純成長量(図3)は、最小で2.9(m³/ha/年)、最大で32.8(m³/ha/年)を示し、増減が大きかった。全般的に林齢170年頃が大きくなり、その後は減少する傾向があった。97年間の観測期間中の本数減少のほとんどは間伐収穫によるものであり、枯死による本数減少は少なかった。

さらに、この天然林固定試験地と隣接する人工林に設置された固定試験地における長期モニ

タリングデータを比較した (図 3)。その結果、林齢 200 年以上の高齢天然林の材積成長量は平均で 10.0(m³/ha/yr)程度であり、林齢 90~100 年の近隣の人工林よりやや小さかった。しかし、ゼロではなかった。つまり、枯死による本数減少がなければ、高齢期でも林分材積は増加することがわかった。また、高齢天然林では樹高の増加量は小さく、断面積の増加量は大きい。よって、高齢林における材積成長は、伸長成長よりも肥大成長によってもたらされると考えられた。以上の結果から、わが国におけるスギの長期モニタリングデータは、全般的に、仮説 3 を支持していると判断した。

屋久スギ林と魚梁瀬スギ林の固定試験地についても、詳細な解析を行い、成長傾向に関する地域的な差異の有無を検討することが今後の課題である。また、スギ以外の樹種について検討を進めることも今後の課題である。

<引用文献>

Kira, T. and Shidei, T. (1967) Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the Western Pacific. Jpn. J. Ecol. 17: 70-87.
 西園朋広・澤田智志・粟屋善雄 (2006) 秋田地方における高齢天然スギ林の林分構造と成長の推移. 日本森林学会誌 88 : 8-14.
 西園朋広・田中邦宏・粟屋善雄・大石康彦・林 雅秀・横田康裕・天野智将・久保山裕史・八巻一成・古井戸宏通 (2008) 秋田地方のスギ人工林における林分材積成長量の経年推移. 日本森林学会誌 90:232-240.
 大島誠一・四出井綱英 (1974) 森林の純生産量の経年推移に関する検討. 京大演報 46 : 40-50.
 Schulze, E. D. et al. (2009) Old-Growth Forests (Wirth et al. eds, pp512, Springer, Berlin, Heidelberg, New York) 343-366.

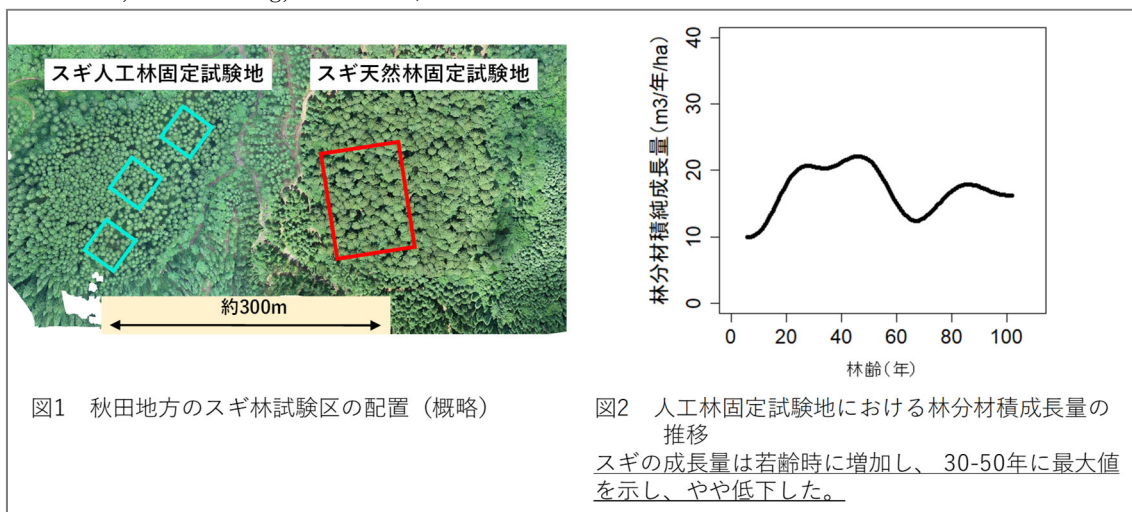


図1 秋田地方のスギ林試験区の配置 (概略)

図2 人工林固定試験地における林分材積成長量の推移
 スギの成長量は若齢時に増加し、30-50年に最大値を示し、やや低下した。

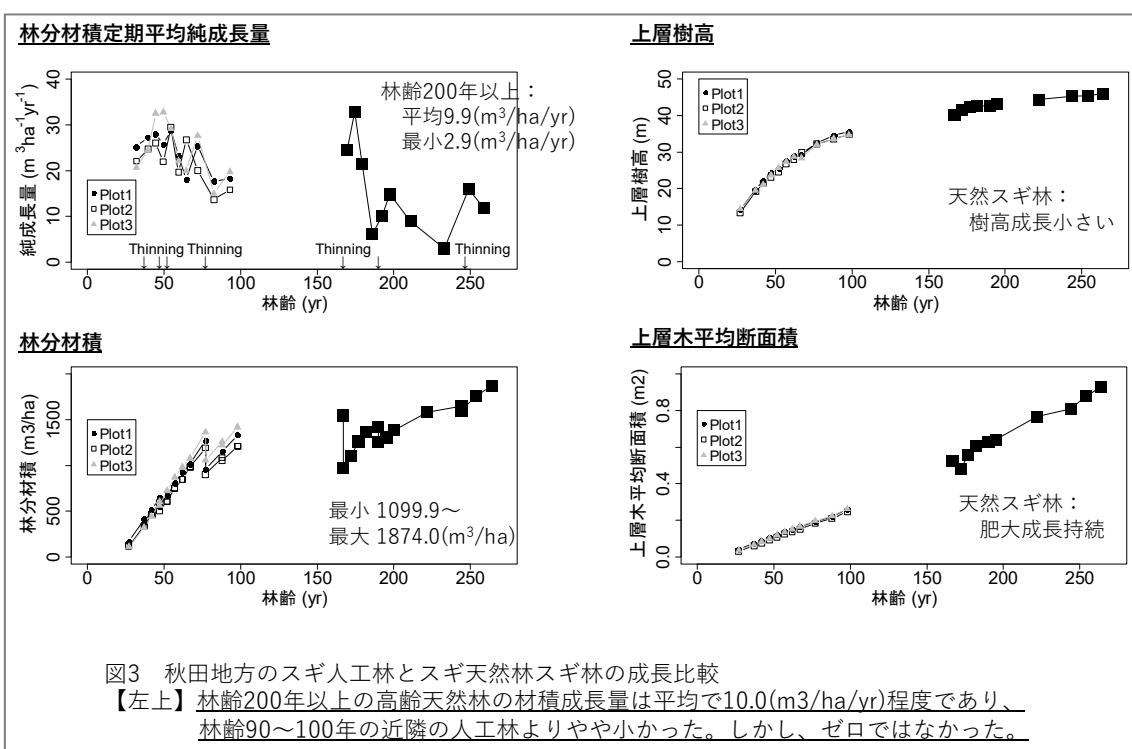


図3 秋田地方のスギ人工林とスギ天然林スギ林の成長比較

【左上】 林齢200年以上の高齢天然林の材積成長量は平均で10.0(m³/ha/yr)程度であり、林齢90~100年の近隣の人工林よりやや小さかった。しかし、ゼロではなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 西園朋広、澤田智志、福本桂子、北原文章、高嶋敦史、志水克人、鄭峻介、小谷英司、松浦俊也、齋藤英樹、細田和男
2. 発表標題 秋田地方における天然スギ林の成長 - 上大内沢試験地における97年間の観測 -
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2023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
研究分担者	福本 桂子 (Fukumoto Kieko) (30822712)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・研究員 (82105)	
研究分担者	高嶋 敦史 (Takashima Atsushi) (40433099)	琉球大学・農学部・助教 (18001)	

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
---------	---------