

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：14301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2022～2023

課題番号：22K20591

研究課題名（和文）亜高山帯に分布するオオシラビソにおける樹体内炭素分配と成長量の解明

研究課題名（英文）Carbon allocation in woody organs of Abies seedlings

研究代表者

田邊 智子（Tanabe, Tomoko）

京都大学・生存圏研究所・研究員

研究者番号：40967402

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,200,000円

研究成果の概要（和文）：研究期間に3年生のモミ（*Abies firma*）苗80個体を育て、幹枝の伸長成長と肥大成長を対象に成長期間の計測と炭素安定同位体をトレーサーとしたパルスラベリング実験を行った。計画当初は材料をオオシラビソ（*Abies mariesii*）としていたが、必要な本数の苗を準備することが困難であったため、同じ属のモミを材料とした。幹枝ともに、伸長成長終了後に肥大成長が開始した。成長時期の違いから、伸長成長と肥大成長は影響する気候要因も異なる可能性が明らかになった。成長期間の結果に基づいて季節を分割し、その間にラベリングを実施した個体の同位体分析をすべく試料の準備を継続中である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

木部生産に使われた炭素は長期間樹体内に留まるため、中長期的な地球の炭素循環を考えるうえで重要なパートである。木部は伸長成長と肥大成長を毎年繰り返すことで体積が増え、地上高1.3 m位置の肥大量は木部生産量の指標とされてきた。しかし本成果を受け、モミの伸長と肥大は成長期間が重複しておらず、成長中の気象条件が全く異なることが明らかとなった。これは、成長に影響する気象の要素やその時期が、伸長と肥大とは異なることを示唆している。従来の指標で年単位の木部生産量を評価して気象と解析する方法では、少なくとも *Abies* において、個体レベルの木部体積増加に影響する要素を抽出できていないかもしれない。

研究成果の概要（英文）：Growth periods were measured for the elongation and radial growth of stems and branches, and pulse labeling experiments were conducted using stable carbon isotopes as a tracer in three-yr-old *Abies firma* seedlings. Both stems and branches started radial growth after the cessation of elongation growth. Differences in growth periods revealed that the climatic factors influencing elongation and radial growth may differ. Seasons of 2023 were divided based on the results of growth periods, and only the individuals labeled during those periods were used for isotope analysis. These samples remain to be prepared and I continue to work on this task to reach the original objective of this project.

研究分野：森林科学

キーワード：気候変動 森林 生産量 樹体内炭素分配 パルスラベリング 炭素安定同位体 フェノロジー *Abies*

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

人為由来で放出された CO₂ は陸域と海域が吸収し、残りが大気に蓄積される。過去 80 年間に於いて、人為由来の CO₂ 放出量と海域による吸収量はほぼ一定の右肩上がりを示すが、陸域による吸収量は顕著な年変動を示し、誤差範囲も一番大きい¹⁾。したがって、全球的な炭素循環予測を改善するためには、陸域の巨大な炭素プールである森林の炭素蓄積能を確からしく推定することが不可欠である。

樹木は光合成により大気中の炭素を吸収する。取り込まれた炭素は、分裂組織の異なる伸長成長と肥大成長というふたつの成長に使われると長期間樹体内に蓄積される。そのため樹木成長量は、地球の炭素循環を考えるうえで長期的に炭素を留めておく要素の一つとして重要である。樹木成長量の年変動は、幹の高さ 1.3 m (胸高) の肥大量を指標とした評価が主流であり、それらと気象要素との網羅的な統計解析を行うことで、成長量に影響しうる気象要因が抽出されてきた²⁾。

一方で、胸高の幹肥大量の多い年に、幹伸長量や枝肥大量も多いとは限らない^{3,4)}。つまり、ある高さの幹肥大量では、個体全体の成長量の年変動を正しく評価できていない可能性があり、樹木成長量の気候応答を解明するには、器官ごとに影響する要因を特定する必要性が出てきた。

またこれまでは月別の気象データを用いた解析が踏襲されてきたが、同じ月でも上旬と下旬では成長段階が異なるため、月別の期間は樹木の成長開始や停止といった成長フェノロジーと対応していない。樹木の成長量を左右する時期を特定するためには、成長フェノロジーに基づいて樹木の時間軸で期間を区切り、気候要素との解析を行うことが重要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、樹木成長量に直接影響を与える光合成期間を特定することにある。具体的には幹と枝の伸長量と肥大量を対象に、成長フェノロジーの測定と炭素安定同位体を利用した光合成産物の追跡を繰り返し行うことで、樹木の時間軸で期間を区切ったうえで、その間の光合成産物の行き先を照合する。各器官の成長量に直結する光合成期間が分かれば、その間の気温や日射量といった環境要因が、それぞれの成長量に大きく関与していることが示唆される。

3. 研究の方法

京都府京都市左京区の京都大学北白川試験地を調査地とした。3 年生のモミ (*Abies firma*) 苗 80 個体を準備し、2023 年 1 月にひと個体ずつ鉢に植えた。計画当初は材料をオオシラビソ (*Abies mariesii*) としていたが、必要な本数の苗を準備することが困難であったため、同じ属のモミを材料とした。

各器官の成長期間の計測は 5 個体を対象とし、2023 年成長期について計測を行った。肥大量は、幹の地際から 5 cm 位置および樹冠下部の一次枝基部にマイクロデンドロメーター (MIJ-02LMS; Environmental Measurement, Fukuoka, Japan) を装着して直径変化をロガーに記録した。伸長量は、幹および樹冠上部の一次枝と樹冠下部の一次枝を対象とし、試験地へ通り物差しで当年枝長を計測した。

光合成産物の追跡は、炭素安定同位体をトレーサーとしたパルスラベリング実験を行った。この実験は、対象個体をビニール等で覆い高濃度の ¹³CO₂ を葉から吸収させることで、その後の炭素の行方を追跡する方法である⁵⁾。異なる個体を対象に時期を変えてラベリングを行い、樹体のさまざまな部位の炭素安定同位体比を分析することで、炭素が吸収された時期とその使い道を明らかにできる。ラベリングは 2023 年成長期に計 9 回行い (3/10, 3/22, 4/10, 4/17, 4/28, 5/9, 5/24, 6/7, 10/17)、それぞれ異なる 3 個体を対象とした。

4. 研究成果

伸長成長と肥大成長は、幹枝ともに成長時期が異なった (図 1, 2)。伸長成長の開始日は、幹で DOY82 (3 月 23 日)、枝で DOY83 (3 月 24 日) であった。肥大成長の開始時期は、幹で DOY145 (5 月 25 日)、枝で DOY137 (5 月 17 日) であった。伸長成長の成長停止時期は、幹で DOY154 (6 月 3 日)、枝で DOY147 (5 月 17 日) であった。

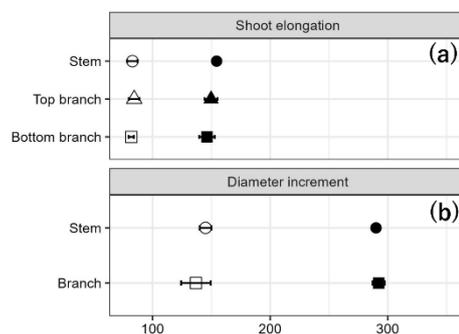


図1 a)伸長成長と b)肥大成長の成長期間
白抜き印 (○, △, □) は成長開始日、塗潰しの印 (●, ▲, ■) は成長停止日を示す。エラーバーは標準偏差を示す。

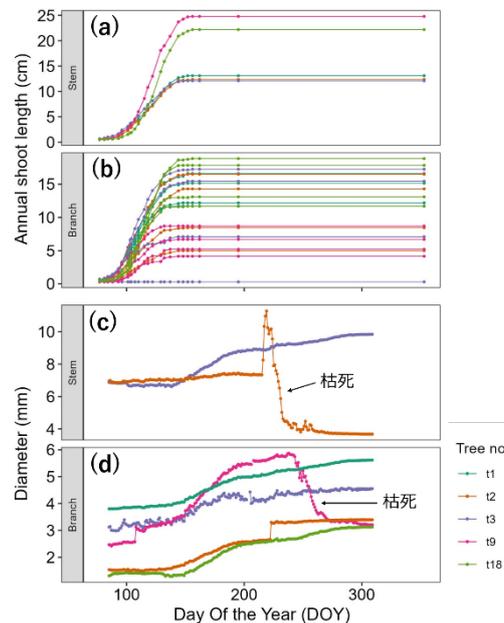
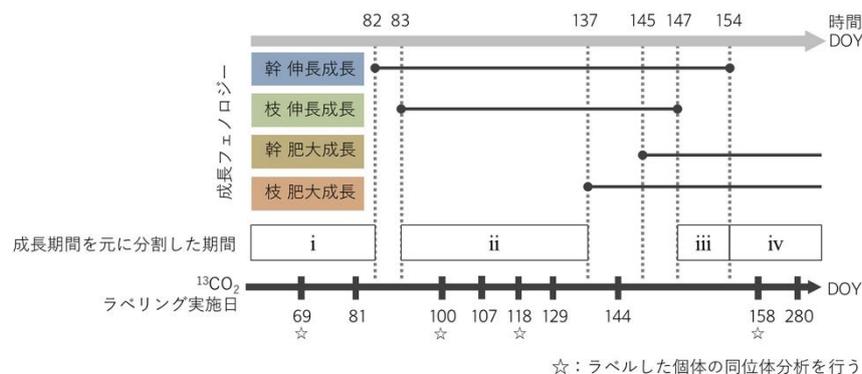


図2 当年枝長と木部直径の時間変化
a)幹の当年枝長、b)枝の当年枝長、c)幹直径、d)枝基部直径

月 27 日) であった。肥大成長の停止時期は、幹で DOY290 (10 月 17 日)、枝で DOY292 (10 月 19 日) であった。以上のように、幹枝ともに、伸長成長が停止したのち肥大成長が開始し、伸長と肥大は成長期間が重複していなかった。成長中の気象条件が全く異なる可能性ことが明らかとなった。

成長期間の結果に基づいて季節を分割した (図 3, i ~iv)。i ~iv の各期間にラベリングを実施した個体を同位体分析個体とした。成長は当年伸長部の軸を採取し、肥大成長は当年の年輪内から木片を採取した。7 月の同位体分析に向けて現在試料準備を進めている。



<引用文献>

- 1) Friedlingstein, P. et al., Global carbon budget 2022, *Earth Syst. Sci. Data Discuss.* 2022, 1–159, 2022.
- 2) Cook, E. R. & Kairiukstis, L. A., *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences*, Springer Science & Business Media, 394pp, 1990.
- 3) Mäkinen, H. & Colin, F. Predicting branch angle and branch diameter of Scots pine from usual tree measurements and stand structural information. *Can. J. For. Res.* 28, 1686–1696, 1998.
- 4) Vennetier, M. et al. Climate change impact on tree architectural development and leaf area. *Clim. Chang. realities, impacts over ice cap, sea Lev. risks. Rijeka, Croat. InTech*, 103–126, 2013.
- 5) Epron, D. et al. Pulse-labelling trees to study carbon allocation dynamics: a review of methods, current knowledge and future prospects. *Tree physiology*, 32(6), 776-798, 2012.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Tomoko Tanabe
2. 発表標題 Temporal dynamics of carbon allocation to apical and cambial activities corresponding to phenology in <i>Abies firma</i>
3. 学会等名 10th Pacific Regional Wood Anatomy Conference (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 田邊智子, 高橋けんし
2. 発表標題 炭素安定同位体を用いた樹木炭素蓄積量に影響する要因の解明
3. 学会等名 第515回生存圏ミッションシンポジウム
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 神代花穂, 田邊智子, 隅田明洋
2. 発表標題 モミ (<i>Abies firma</i>) 苗木の成長フェノロジーが樹形形成に及ぼす影響
3. 学会等名 日本植物学会第88回大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 神代花穂, 田邊智子, 隅田明洋
2. 発表標題 モミ苗木における幹枝の形態とフェノロジー
3. 学会等名 第135回日本森林学会
4. 発表年 2024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
---------	---------