

第1章 将来のスギ林の生産力を予測する

(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 立地環境研究領域 橋本 昌司

要点

- 気候変動のスギ人工林への影響を評価するため、炭素循環モデルを改良し、全国1 kmの解像度でスギ林の生産力（⁵純一次生産量）の将来予測を初めて行いました
- 将来、スギ林の生産力が増加する地域と低下する地域の両方が出現する可能性があり、特に西日本で低下する懸念があることがわかりました
- 将来の生産力は将来の気候予測により異なり、低下幅は小さい可能性がある一方で、激しく温暖化が進んだ場合、生産力が低下する地域が広がると予測されました

研究の重要性

気候変動により、森林生態系は大きな影響を受けることが予想されており、世界中でその影響予測の研究が行われています。特に、気候変動により森林の生産力がどのように変化するのは、人工林の管理や林業の将来を考える上で重要なポイントです。樹木の光合成は大気環境に加え、生育地の土壌環境、それぞれの樹種に特有の生理特性にも影響を受けるためプロセスは複雑で、生産力予測のためには炭素循環モデルを用いた評価が必要です。しかしこれまで、スギ人工林を対象とした気候変動影響予測はほとんど研究がありません。

目的

森林の生産力を予測できる炭素循環モデルを日本のスギ林用に調整し、気候変動下でのスギ林の生産力を評価することを目的としました。

方法

国内外の研究事例を調べ、広く世界で利用されている⁷Biome-BGCというモデルを改良して、スギ林の将来の生産力を予測する炭素循環モデルを構築しました。過去に国内で行われたスギに関わる研究データを学術雑誌などから集約し、新たなデータベースを構築しました（Osone et al. 2020）。また、国内のスギ林の⁶フラックス観測タワーサイトのデータも取り寄せました。これらのデータを活用してモデル内の変数を調整し、スギ林の炭素循環を適切に表現できるようにしました。そのモデルに、現在の気候と将来の気候予測（¹¹気候シナリオ）をそれぞれ入力し、スギの生産力（純一次生産量、NPP）の変化を調べました（Toriyama et al. 2021）。将来の気候の予測は、今後の温室効果ガスの排出量の予測やそれに基づいて気候を予測するモデルにより、たくさんのシナリオが示されています（トピック1 参照）。本研究では、世界で広く採用される5つの¹²気候モデルの結果のうち、二酸化炭素濃度の上昇が小さいシナリオ（¹¹RCP2.6）と大きいシナリオ（¹¹RCP8.5）を用いました。

成果

モデル調整のために構築したデータベースは、ヒノキのデータも含め22,000のデータを収録することができました。そのデータベースなどを活用しモデルを調整した結果、日本のスギ林に適したモデルを構築することができました。そのモデルを用いて、全国の森林域のスギ林の生産力（⁵純一次生産量）を1kmの解像度で推定できるシステムを構築しました。そのシステムに現在の気候と将来の気候を入力してスギ林の生産力を評価し、その差を見ることによって将来どの地域において生産力が増えるか、減るかを評価しました。複数の¹²気候モデルの結果を平均して評価しました。

まず、スギ林の純一次生産量の変化量を全国の平均で見ると（図1-1）、¹¹RCP2.6でもRCP8.5でも生産力は増加しました。しかし、RCP2.6では生産力が低下する地域も多く見られました。RCP8.5では高二酸化炭素濃度の影響によりスギの光合成が促進され、全国的に生産力が現在よりも増加する可能性が明らかになりました。

次に、生産力の変化量の地域分布を見ると（図1-2）、東日本よりも西日本でスギ林の生産力が低下する可能性が明らかになりました。また、冬と夏の季節別に見ると、冬では全国的に生産力が増加する傾向にありましたが、夏では特に西日本で生産力が低下することがわかりました。したがって、西日本の生産力低下には夏の影響が大きいと考えられました。しかし、生産力が低下する地域であってもその低下幅は小さく、気候変動の影響はそれほど大きくない可能性もあります。

ただし、今回の予測結果には注意が必要です。特に気温上昇が大きい気候モデルでは、東日本も含むほぼ全域でスギ林の生産力が低下し、低下度合いも大きいことがわかります（図1-1、1-3）。つまり、今回の試算は温暖化の進行具合に強く依存します。また、一部の研究で示唆されているように、将来の高二酸化炭素濃度下でスギの光合成能力がモデルでの想定通りに高まらない場合は、スギ林の純一次生産量の予測値は下方修正される可能性があります。

このように、気候変動によって、日本の人工林は成長が良くなる可能性もありますが、成長が大きく低下する可能性もあることがわかりました。今後は、今回評価の対象にしなかった生理的なメカニズムや極端現象の影響を炭素循環モデルに組み込むなどさらなる研究を進めるとともに、今後の気候変動の進行を慎重に見極めていく必要があります。

参考文献

Osone, Y. et al. (2020) Ecological Research 35: 274–275.

Toriyama, J. et al. (2021) PLOS ONE <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247165>

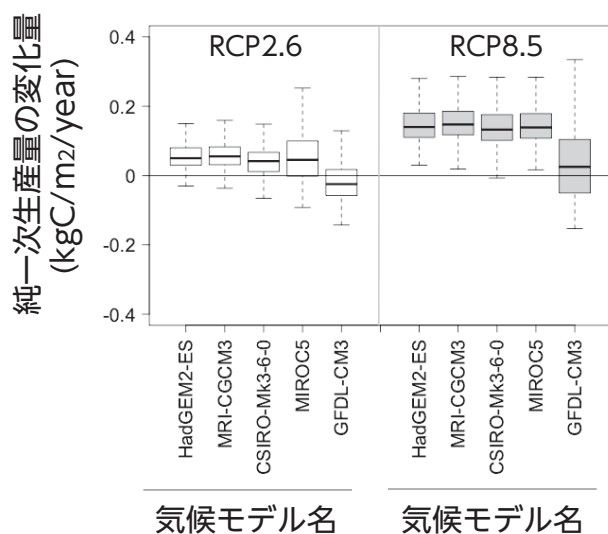


図1-1. 2つの¹¹気候シナリオ (RCP2.6とRCP8.5) における5つの¹²気候モデルごとの生産力の変化量。2000年頃からみた2100年頃の変化量。特に気温上昇が大きい気候モデル (GFDL-CM3) では、生産力の低下度合いが大きい。

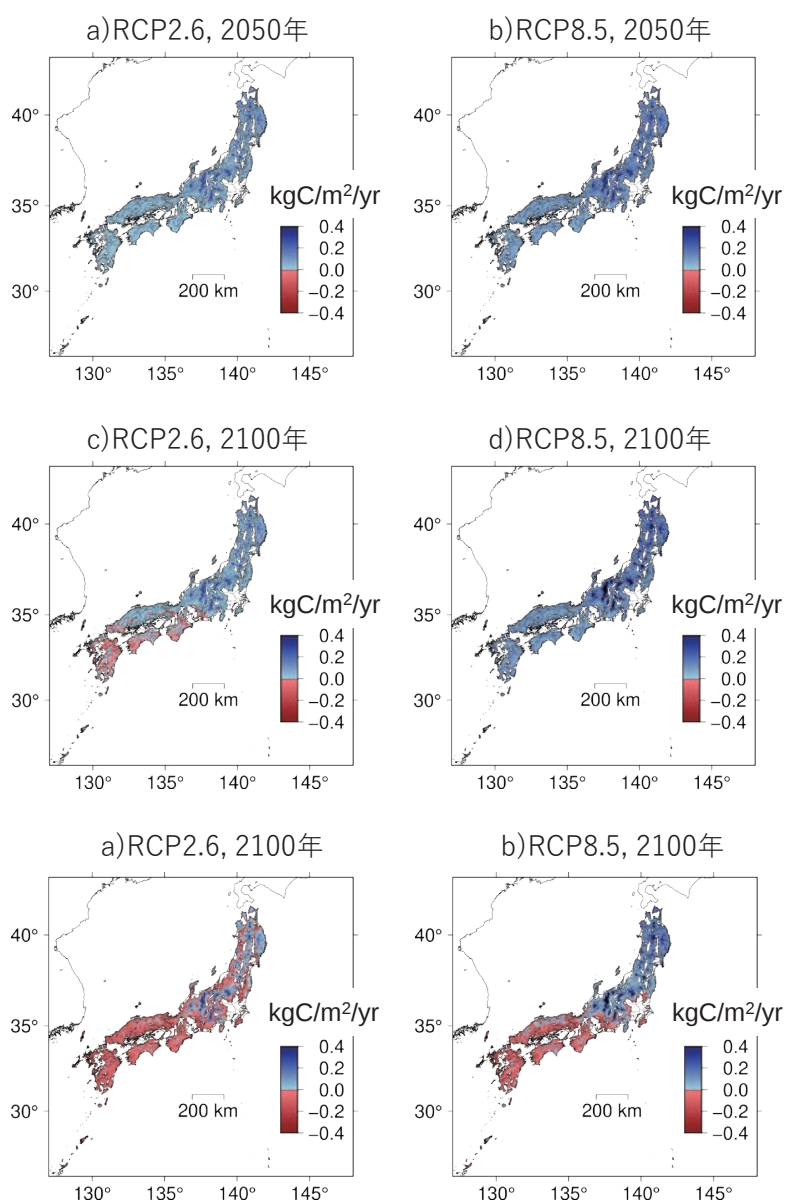


図1-2. 生産力の変化量の地域分布。5つの気候モデルの結果の平均を示す (左上 a : RCP2.6, 2050年、右上 b : RCP8.5, 2050年、左下 c : RCP2.6, 2100年、右下 d : RCP8.5, 2100年)。青色は生産力が増大、赤色は生産力が低下している。RCP2.6の2100年に赤い地域が広がっている。

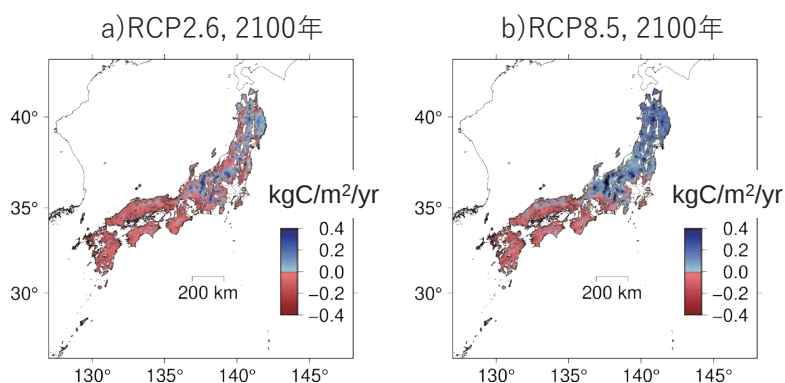


図1-3. 特に気温上昇が大きい気候モデル (GFDL-CM3) を用いた場合の生産力の変化量。特にRCP2.6では東日本を含め広い範囲で低下が見られる。RCP8.5でも関東と中部以西で低下が見られる。