

第3章 スギの肥大成長と炭素収支の関係性

信州大学 山岳科学研究領域 安江 恒
岐阜大学 流域圏科学研究センター 斎藤 琢

要点

- スギの肥大成長への気候変動の影響を評価するため、^{*22}大きな環境傾度を有する国内の12地点において^{*23}年輪構造クロノロジーを構築し、気候応答解析を行いました
- ^{*6}フラックス観測データを利用して^{*10}生態系モデル (NCAR/LSM) を調整し、上記の12地点について炭素収支計算を行いました
- 冷涼な地域の肥大成長および林分炭素収支の変動には冬から春先にかけての気温が重要な役割を果たすことが明らかになり、肥大成長の変動と生態系モデルによって予測される^{*24}総一次生産量の変動はよく合っていました
- 生態系モデル (NCAR/LSM) を用いて気候変動にともなう炭素収支変化の将来予測を行ったところ、第1章 (^{*7}Biom-BGC) による予測結果と概ね一致しました

研究の重要性

気候変動にともなう森林の生産力の予測で、その妥当性を確認するためには異なる方法を用いた相互比較による検証が必要になります。本章では、1) ^{*23}年輪構造クロノロジーの構築、2) ^{*10}生態系モデル (NCAR/LSM) による予測を独自に行い、第1章の結果と比較します。年輪は数十年にわたる気候変動の影響を記録しており、多様な気象条件の中で成長量への影響が大きい^{*9}気象要素を抽出することが可能です。加えて、森林の主生産物である木材の成長量を直接的に表す指標でもあります。生態系モデル (NCAR/LSM) は長期にわたる^{*6}フラックス観測に基づいて調整することで、精密な炭素収支変動を提供することが可能となります。

目的

年輪構造の変動と生態系モデルを利用した炭素収支推定値との関係を定量的に表すとともに、生態系モデルにより将来の炭素収支を予測することを目的としました。

方法

幅広い環境条件を含むように全国12地点を選択し、年輪構造クロノロジーを作成しました。年輪幅、^{*25}早材幅、^{*26}晩材幅クロノロジーと、気温、降水量、日照時間などの気象要素との相関分析を行い、それぞれの変動に影響する気象要素を明らかにしました。

また、岐阜大学流域圏研究センター高山試験地において、気象およびフラックス観測を継続し、生態系モデル (NCAR/LSM) をスギ林用に合うように改善しました。年輪採取地に該当する全国12地点を対象に、当該モデルを用いて現在と将来の炭素収支を予測しました。

成果

スギの年輪幅の変動と^{*25}早材幅の変動は全ての地点において高い正の相関を示し ($r = 0.94 \sim 0.99$)、材積成長量の主要な指標となる年輪幅は早材幅に規定されていることが明らかになりました (平野ら 2020)。最寄りの気象観測点の^{*9}気象要素との単相関解析を行ったところ、早材幅について、冷涼な生育地では冬～春先の月平均気温および月最高気温との正の相関が認められました (図3-1)。一方で、温暖な生育地においては有意な相関は認められませんでした。以上の結果より、冷涼な地域のスギの肥大成長は冬～春先の気温に主に制限されており、その制限要因がなくなる温暖地との間にしきい値が存在することがわかりました (図3-2)。一方、亜熱帯 (奄美、沖縄) では、1月の気温が負の寄与を示すことが明らかになりました (図3-1)。

^{*23}年輪構造クロノロジーを作成した12地点のうち亜熱帯を除く10地点について、27年分 (1990 - 2016年) の^{*10}生態系モデルの推定値と気象要素の相関分析を実施しました。特に、早材幅に最も影響を及ぼす当年春の生産量に着目すると、冷涼な地域においては、この時期の生産量は主に気温によって制御されていることが明らかとなりました (図3-3、栃木、香川、愛媛、岐阜、福島)。一方、温暖な地域 (宮崎、長崎、静岡、福岡、茨城) においては、春の生産量と気温との関係性が低い傾向でした。この結果は、早材幅クロノロジーと気象要素との相関解析の結果と整合性がとれていました。

第1章のモデルシミュレーションとの相互比較を実施するために、5つの^{*12}気候モデル (HadGEM2-ES、MRI-CGCM3、CSIRO-Mk3-6-0、MIROC5、GFDL-CM3) の将来の気候変動予測値 (2096-2100年、PCP2.6の気候シナリオ) および現在の気象条件 (1996-2000) を利用し、全国12地点の将来気候における生態系モデルを用いた^{*5}純一次生産量を予測しました。いずれの気候モデルでも、寒冷な地域ほど、純一次生産量が増加する傾向にあり、温暖な地域では、純一次生産量が減少する可能性も見いだされました。特に気温上昇の大きい気候モデルGFDL-CM3では、多くの地点で純一次生産量が減少する結果となりました。それらの傾向は第1章の結果と概ね一致していました (図3-4)。

参考文献

平野・斎藤・安江ら (2020) 木材学会誌 66: 117-127.

++,+: 正の相関 (p < 0.01, 0.05)
 --, -: 負の相関 (p < 0.01, 0.05)

早材幅 vs 平均気温	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
安佐の入(福島)	9.1												++	++	++	++	++								++
高山TKC(岐阜)	10.0																								
① 百川(栃木)	11.0																								
浅木原(香川)	11.1																								
萩の入(静岡)	11.1																								
滑床山(愛媛)	11.9																								
筑波試験地(茨城)	12.9																								
② 小石原(福岡)	13.0																								
西郷温泉岳(長崎)	14.9																								
河原谷(宮崎)	15.5																								
③ 八津野(奄美)	21.2																								
与那(沖縄)	21.6																								

図3-1. 気候帯が異なる各地域における²⁵早材幅と月平均気温との相関。①冬期の気温上昇により肥大成長量が増える地域、②冬期の気温上昇と肥大成長量の関係がない地域、③最寒月の気温上昇により肥大成長量が減る地域。

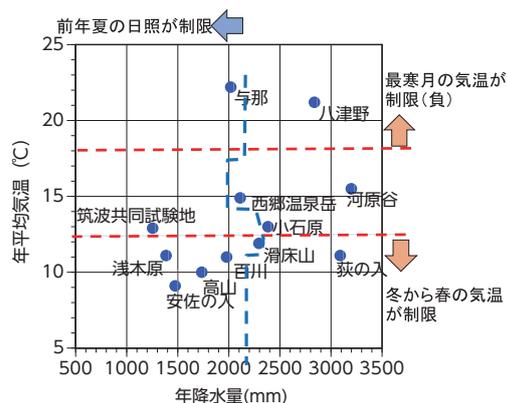


図3-2. 気候帯が異なる各地域における早材幅を制限する気象要素

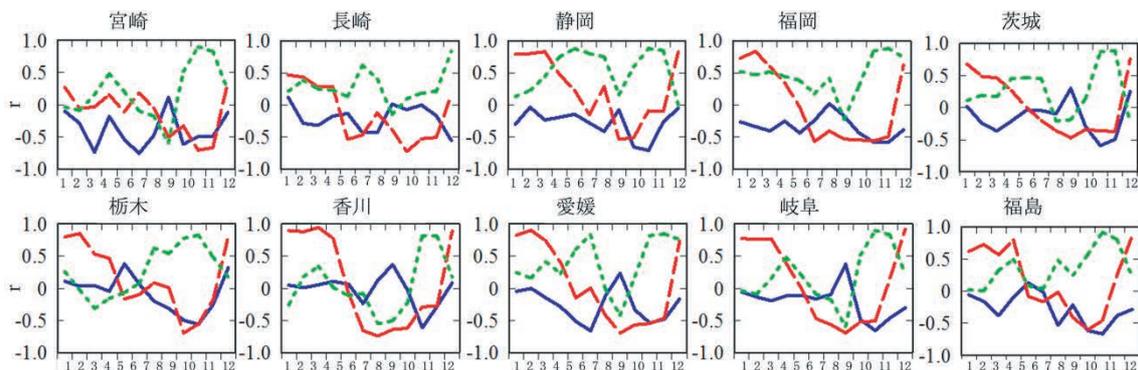


図3-3. 気候帯が異なる各地域における純一次生産量のモデル推定値と気象要素(降水量(青線)、気温(赤線)、日射量(緑線))との相関係数の季節変化

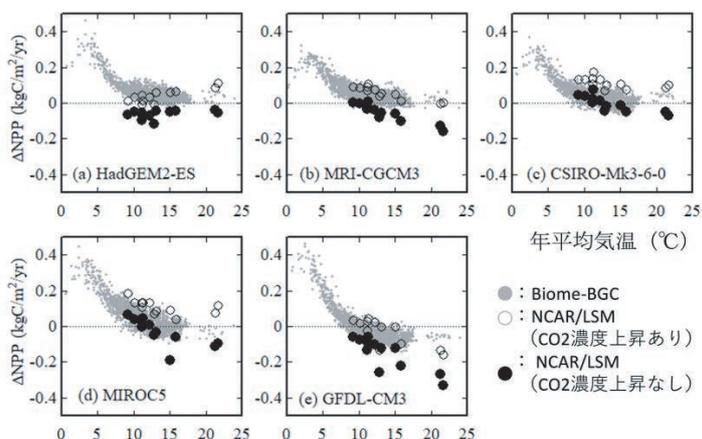


図3-4. 5つの気候モデルを利用して推定された年積算純一次生産量(NPP: kgC/m²/year)の気候変動応答と年平均気温の関係。ΔNPPは、将来気候(2096-2100年)と現在気候(1996-2000年)の差分。