

# 滋賀県における森林管理シナリオの相乗効果と トレードオフのモデリング

Modeling Synergies and Trade-Offs of Forest Management in Shiga

地球循環共生工学領域 08E17020 片岡佑太 (Yuta KATAOKA)

**Abstract:** Future forest management planning from multiple perspectives is essential to enable sustainable provisioning of forest ecosystem services. I simulated the change of vegetation dynamics using LANDIS-II forest landscape simulation model. A comparison between forest management scenarios of Shiga prefecture was executed; BaU forest management plan; the Lake Biwa basic forest management plan. And the synergy and trade-off between carbon sequestration, woody biomass provisioning, and biodiversity were evaluated. Forest zoning and active forest management increase the amount of carbon sequestration and woody biomass provisioning simultaneously and caused little damage to biodiversity. The contribution of the formulation of forest management plans that can decarbonize Shiga prefecture without trade-offs between biodiversity and ecosystem services is expected.

**Keywords:** forest management, ecosystem services, carbon sequestration, wood production, biodiversity, LANDIS-II

## 1. 背景と目的

滋賀県は県土の半分を森林が占めており、生態系サービスの供給源として県民の生活と深く関わっている。一方で、人口減少や少子高齢化により手入れの行き届かない森林が増加している。脱炭素化に向けて森林の炭素固定や木材生産サービスの向上を目指すと同時に生物多様性の保全も達成するには、地域スケールで複数の観点から将来の森林管理を計画する必要がある<sup>1)</sup>。本研究では、都道府県スケールで森林管理シナリオに基づく炭素固定、木材生産サービスと生物多様性の時系列変化を気候変動下でシミュレーションし、指標間の相乗効果とトレードオフを明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

### 2. 1 森林管理シナリオの設計と森林景観シミュレーション

対象地は滋賀県の国有林と民有林とした (図 1)。滋賀県では 2021 年度から実施予定の第 2 期琵琶湖森林づくり基本計画<sup>2)</sup> (以下、基本計画) に沿って、森林を資源の循環利用を促進する循環林と自然のサイクルで維持する環境林にゾーニングすることが計画されている。基本計画に基づいた森林管理 (以下、計画シナリオ) と、現在行われている森林管理の実績をもとに設定した Business as Usual (BaU) の 2 つの森林管理シナリオを設計した。伐採する樹種と毎年の施業面積は、計画シナリオでは基本計画、BaU では森林・林業統計要覧 2020<sup>3)</sup> から設定した。計画シナリオでは、水資源量と土壌状態を考慮した林業適正地<sup>4)</sup> から主伐と間伐を行う循環林の空間分布を決定した。BaU では現在の人工林で主伐と間伐を行った。バイオマスや炭素循環を計算可能な森林景観シミュレーションモデルの LANDIS-II で、森林管理シナリオ別の 2013 年から 2100 年までの森林植生動態をシミュレーションした。気候変動の影響は、滋賀県域で 2100 年までの気温と降水量の変化が大きい CSIRO-Mk3-6-0 と HadGEM2-ES の RCP2.6, CSIRO-Mk3-6-0 と GFDL-CM3 の RCP8.6 の農研機構の 1 km 地域気候予測シナリオデータセットで感度分析した。

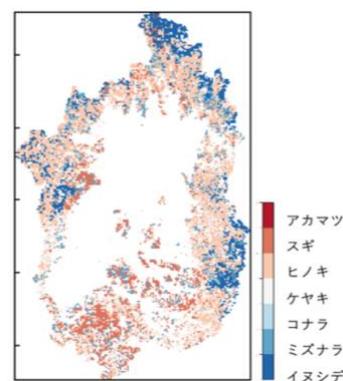


図 1 滋賀県の優占植生 (2013 年)

### 2. 2 生態系サービスの評価方法

炭素固定・木材生産サービスと生物多様性の 3 つの観点から、森林管理シナリオを 2050 年付近と 2100 年付近で評価した。炭素固定と木材生産は LANDIS-II で計算された純生態系炭素交換 ( $\text{gC m}^{-2} \text{yr}^{-1}$ ) と木材収穫量 ( $\text{g-biomass yr}^{-1}$ )、生物多様性は地上部バイオマスのシャノンの多様度指数で評価した。

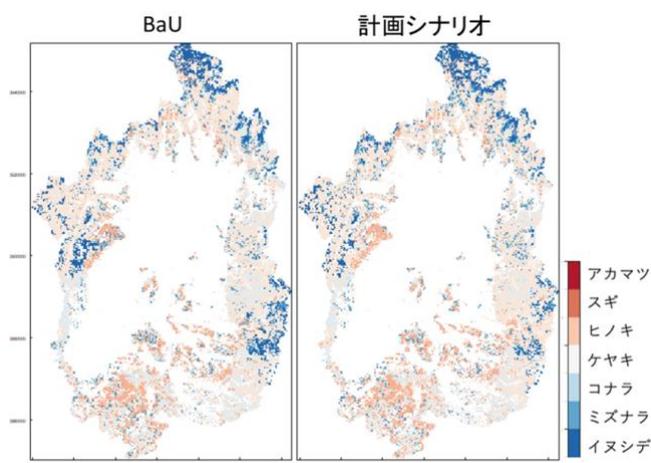


図 2 2100 年のシナリオ別の優占植生

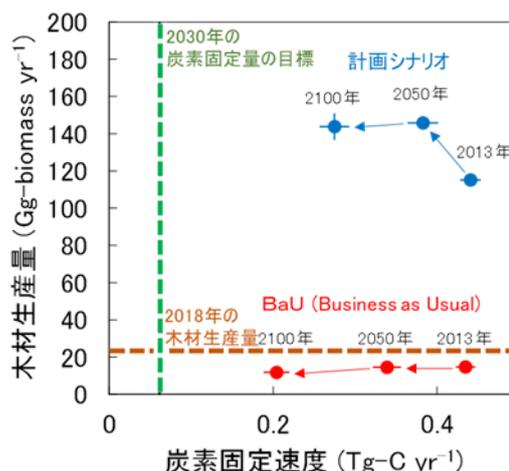


図 3 炭素固定速度と木材生産量の経年変化

図 3 の点とエラーバーは 2013, 2050, 2100 年付近の 10 年間の気候シナリオ間の平均値と標準偏差を表す。茶色の点線は 2018 年の木材生産量の実績, 緑色の点線は 2030 年の炭素固定量の目標値を示す。

### 3. 結果と考察

#### 3. 1 生態系サービスと生物多様性の評価

図 2 に 2100 年でのシナリオ別の優占植生を示す。森林施業面積が  $1636 \text{ ha yr}^{-1}$  と少ない BaU と比較して、循環林で  $4716 \text{ ha yr}^{-1}$  ずつ積極的に施業する計画シナリオでは、針葉樹のアカマツとヒノキのバイオマス量がそれぞれ 14%, 18% 減少した。木材生産量は、計画シナリオは 2100 年時点で 2018 年の木材生産量<sup>6)</sup>の 4.4 倍に増加するのに対し、BaU は現在の収穫量を下回った (図 3)。炭素固定量は、どちらのシナリオでも 2100 年まで滋賀県の 2030 年の目標値<sup>5)</sup>を上回った (図 3)。BaU では 2100 年付近で  $204 \text{ Gg-C/yr}$  なのに対し、計画シナリオでは 2100 年付近で  $275 \text{ Gg-C/yr}$  となり、計画シナリオで循環林を設定して積極的に伐採することで炭素固定量が高く維持されることが示された。また、木材生産・炭素固定サービスでは、気候シナリオの影響は森林管理シナリオの違いによりも小さいことが示された。2100 年付近の地上部バイオマス量のシャノンの多様度指数の平均値は、計画シナリオで 0.212 (s.d. 0.003), BaU で 0.213 (s.d. 0.001) であり、森林管理シナリオによる違いは見られなかった。

#### 3. 2 指標間の相乗効果とトレードオフの分析

図 3 からは、木材生産サービスと炭素固定サービス間に相乗効果があることが示された。BaU は木材生産量と炭素固定速度が 2013 年現在よりも減少した。一方で、計画シナリオでは木材生産量が 2013 年より増加し、BaU よりも高い炭素固定速度が期待できることが示された。また、生物多様性の指標であるシャノンの多様度指数と木材生産・炭素固定サービスの間には、人工林や循環林を対象とした主伐および間伐による森林管理に伴う相乗効果やトレードオフは確認されなかった。

### 4. 今後の課題

生態系サービスの供給量の向上と生物多様性の保全を両立しつつ、脱炭素を可能にする森林管理政策を提案するために、1) 最適な循環林・環境林のバランスと空間配置を検討, 2) 木材需要と森林管理のコストを考慮, 3) 木材生産量や物質循環の指標をステークホルダーで共通する SDGs の文脈に翻訳する。

### 参考文献

- 1) Biber P et al., Forest Biodiversity, Carbon Sequestration, and Wood Production: Modeling Synergies and Trade-Offs for Ten Forest Landscapes Across Europe. *Front Ecol Evol*, doi:10.3389/fevo.2020.547696, 2020.
- 2) 滋賀県,琵琶湖森林づくり基本計画(第2期)素案, <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/5158966.pdf> (2020.12.07 参照)
- 3) 小島ら, 滋賀県森林の水源涵養機能の評価, 水利科学, 2018;62(2):32-49. doi:10.20820/suirikagaku.62.2\_32
- 4) 滋賀県, 滋賀県森林・林業統計要覧令和元年度, <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/5206128.pdf> (2021.01.20 参照)
- 5) 滋賀県, 滋賀県低炭素社会づくり推進計画, <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/47779.pdf> (2020.12.23 参照)