

D3 森林管理モデルを用いた地域の低炭素化のための 木材生産・利用システムの最適化

Optimization of woody biomass production and utilization system for a low carbon region

using a forest management model

地球循環共生工学領域 08E11039 館林香菜 (Kana TATEBAYASHI)

Abstract: In the full carbon accounting approach, changes in carbon stocks and fluxes within and among all carbon pools are calculated. This method is attracting attention as a way to mitigate carbon emissions. With that in mind, I designed an optimum woody biomass production and utilization system for a low carbon region. BGC-ES based on forest management model was employed to estimate carbon fixation of forest ecosystem and carbon in wood product, and I obtained an optimized combination of the two. With the best forest management, net cumulative carbon balance was estimated to be 1.1 Mt-C in 2100 compared with 2010.

Keywords: BGC-ES, carbon fixation of forest ecosystem, carbon in wood product, harvesting, thinning

1. 研究の背景と目的

地球温暖化緩和のための CO₂ 排出量削減には、森林管理による生態系炭素固定量を増加させるとともに、家具や建材などの用材に貯蔵することで炭素を固定し、さらに木材をバイオエネルギー利用することで化石燃料代替することが有効である。そのため、炭素削減と森林管理の統合を目的とする研究において、森林生態系と社会生態系の全体での炭素収支を分析するフルカーボンアカウンティング・アプローチが注目されている¹⁾。この背景から、本研究では、森林施業による森林生態系炭素固定量の増加と社会での木質バイオマス利用による炭素固定量の増加を統合することで、木材生産・利用システムの全体最適化を支援するためのシミュレーションモデルの開発を目的とする。

2. 分析方法

2.1 森林施業ケースの設定と BGC-ES を用いた生態系炭素固定量と木材生産量の分析

和歌山県の日高川流域の日高川町，日高町，由良町，美浜町及びおよび御坊市の森林約 17,000 [ha] を対象地域とした。主伐期は 40, 50, 60, 70, 80, 90 [y] の 6 水準，年間間伐面積率は 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 % [y⁻¹] の 11 水準の組み合わせで 66 の森林施業ケースを設定した。生態系および木材生産量の算出には，森林管理モデル BGC-ES Version1.1²⁾ を用いた。BGC-ES は気象データ，主伐期や間伐強度などの森林管理計画，対象森林の樹種構成や年齢構成などの森林生態系の状態量を入力データとし，土壌，地上部バイオマス中の炭素量，木材生産量などの各年の出力が得られるシミュレーションモデルである。対象地域の 2005 年の森林簿から得られた 2,079 の準林班を対象に，地上部・地下部バイオマス，リター層および土壌中炭素の合計である生態系炭素固定量，主伐および間伐により生産・搬出された木材の炭素量の 2010 年から 2100 年までの変化量をシミュレーションした。

2.2 用材による炭素固定および木質バイオマスの燃料による化石燃料代替効果の評価

次に，対象地域の用材需要量，温泉施設，園芸施設の熱需要の実績値から，木質バイオマス燃料の需要モデルを構築し，毎年の木材生産量と比較することで，木質バイオマス燃料による化石燃料代替効果や用材による炭素固定量を分析した。また，温泉施設は灯油の需要量を木質パウダー，園芸施設は重油の需要量を木質ペレットで代替し，余剰分はバイオマス発電で利用すると仮定した。ここで，人口減少に比例して各需要量は減少すると仮定した。これにより算出される木質バイオマス燃料の需要下でケース別の炭素収支を算出した。

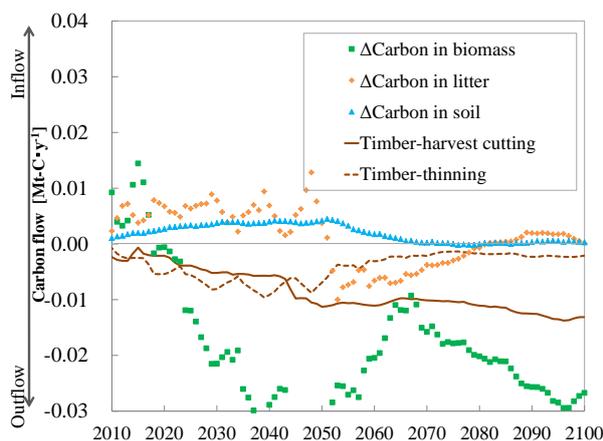


図1 HY90t06 ケースの炭素固定速度の経年変化

表1 2100年の施業ケース別の炭素収支 [Mt-C]

	HY90t06	HY40t06
Carbon emission reduction by substituting fuel oil	0.3	0.4
Carbon emission reduction by substituting fossil fuel for electricity production	0.1	0.3
Carbon fixation in ecosystem	0.3	-0.3
Carbon fixation by timber	0.4	0.4
Net cumulative carbon balance	1.1	0.8

HY : 主伐期 [y], t : 年間間伐面積率 %

3. 分析結果

3.1 生態系炭素固定量と木材生産量の動態

グリッドサーチにより得られた2010年から2100年の生態系炭素固定量が最大となるケースは主伐期が90[y]、年間間伐面積率が6%[y⁻¹](以下、HY90t06 ケース)で、生態系炭素固定量と木材生産量の合計が最大となるのは主伐期が40[y]、年間間伐面積率が6%[y⁻¹](以下、HY40t06 ケース)の施業ケースであった。HY90t06 ケースの生態系および木材炭素固定速度の経年変化を図1に示す。

HY90t06 ケースでは2010年の施業開始直後、主伐対象となる準林班が全体の森林面積の1.2%しか存在しないため、主伐材よりも間伐材の生産量が多い。2050年以降は、主伐対象となる準林班が全体の9.5%に増え、主伐材と間伐材の生産量が約0.018[Mt-C・y⁻¹]となった。この木材生産に伴い2050年以降は多くの地上部バイオマスが森林生態系外へ持ち出されるが、主伐後の再植林によって若齢林が増加することで成長速度が上昇し2100年の生態系炭素固定量は2010年から約0.3[Mt-C]増加するという結果になった。これに対して、HY40t06 ケースでは、短伐期施業による施業面積が増加したため、生産量が毎年約0.020[Mt-C・y⁻¹]に上昇するが、樹木の成長量を上回って地上部バイオマスが搬出されるため生態系炭素固定量は2010年から約0.3[Mt-C]減少した。

3.2 用材および木質バイオマス燃料の需給バランスを考慮した炭素収支

それぞれのケースの2100年の木質パウダー、ペレットによる化石燃料代替効果や用材による炭素固定量および生態系炭素固定量の累積値を表1に示す。HY40t06 ケースでは2100年までの炭素収支が約0.8[Mt-C]、HY90t06 ケースでは約1.1[Mt-C]となり、生態系での炭素固定と化石燃料代替効果をバランスさせたHY90t06 ケースのほうが炭素収支が有利であるということが分かった。HY40t06 ケースではHY90t06 ケースよりも累積で約1.1[Mt-C]多くの木材が生産されたが、CO₂排出削減効果が比較的大きい重油を木質バイオマス燃料で代替するという観点からは、木質バイオマス燃料の供給過多になるため、生産木材の約60%がCO₂排出削減効果が比較的小さいバイオマス発電に利用され、化石燃料代替効果が非効率になった。さらに木材の過剰搬出に伴い生態系炭素固定量が2010年から減少し、化石燃料代替効果を上回る量の生態系からの炭素排出が生じることが原因であることがわかった。このことから、生態系の炭素固定量の増加と適切な木材生産量の両立が重要であることが示唆された。

参考文献

- 1) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2001: Mitigation, 2001.
- 2) M. Ooba et al.: Biogeochemical model (BGC-ES) and its basin-level application for evaluating ecosystem service under forest management practices, Ecological Modeling 221, pp.1979-1994, 2010.