

## F2 LANDIS-II を用いた気候変動と森林施業によるバイオマスと種構成の変化予測

Predicting Climate- and Management-driven Changes in Biomass and Vegetation Composition with LANDIS-II

地球循環共生工学領域 08E13062 堀尾亮太 (Ryota HORIO)

**Abstract:** Climate change impacts on forest composition and the distribution of tree species. To develop a climate-change adaptation plans, regional impact assessment on the forest under climate change is required. In this study, I simulated forest landscape dynamics in Ishikawa Prefecture using the forest landscape simulation model, LANDIS-II. The result shows that the rate of change of tree species composition differed between the RCP8.5 scenario and current climate scenario after a disturbance, natural regeneration, by regional scale. As the result of RCP8.5 scenarios, climate change effects on forest composition depending on the region.

**Keywords:** CMIP5, RCP8.5, LANDIS-II, forest distribution, climate change, forest succession, Japan

### 1. 背景

気候変動が与える影響を最小化するためには、それぞれの地域の特徴を考慮した詳細な気候変動の適応策の検討が必要であり、地域スケールでの様々な影響を評価することが求められている<sup>1)</sup>。そのため、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) が第5次評価報告書のために開発した RCP シナリオ (Representative Concentration Pathways)<sup>2)</sup> を利用した影響評価の高解像度化が期待されている。代表的な先行研究では気候変動に伴うブナなどの潜在生息域の変化が予測されているが<sup>3)</sup>、プロセスベースの植生遷移や種子散布、人為的攪乱が表現されていない。そこで本研究では、RCP8.5 シナリオと森林景観シミュレーションモデルを用いて、森林施業に起因する植生遷移を予測することで、地域スケールのバイオマス量や樹種構成への影響を評価することを目的とする。

### 2. 分析方法

#### 2. 1 シナリオ設計と LANDIS-II を用いたシミュレーション

石川県を対象地として、森林景観シミュレーションモデルの LANDIS-II<sup>4)</sup> を用いて、RCP8.5 シナリオ下の植生遷移を予測した。

植生の初期状態は縮尺 2 万 5 千分の 1 の植生図と石川県の森林簿から作成した。Ecoregion は土壌と気候データを用いて 6 つに分割した (図 1)。植生と Ecoregion のパラメータは先行研究から決定した。気候データは不確実性を考慮するために、4 つの全球気候モデル (GFDL-CM3, CSIRO-Mk3-6-0, MRI-CGCM3, MIROC5) ごとの RCP8.5 シナリオの出力値を JAMSTEC が 1km 解像度に統計的ダウンスケーリングしたものを用いた。各モデルの気候データに 2005 年の気候が続くケースを加え、5 つのシナリオ (GFDL, CSIRO, MRI, MIROC, Base) を設定した。人為的攪乱として間伐、植林、天然林施業から構成される森林施業を再現した。時間分解能は 1 年、空間分解能は 100m、計算期間は 2005 年から 2055 年までの 51 年間に設定して、各シナリオの植生遷移を予測した。

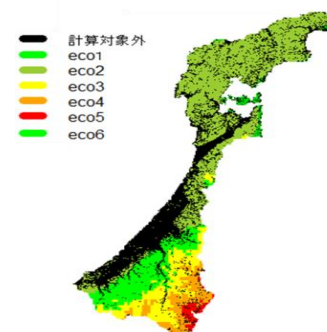


図 1 石川県の Ecoregion

#### 2. 2 シナリオ別のバイオマス量の変化と種構成の推移の評価

まず、セル別に地上部バイオマス量の合計値を算出し、シナリオ別に計算対象領域内のシミュレーション開始年と終了年の地上部バイオマス量の差分を計算した。次に、最も地上部バイオマス量の差分が大きかった GFDL と Base シナリオで、Ecoregion 別に森林施業後の樹種構成の推移を評価した。

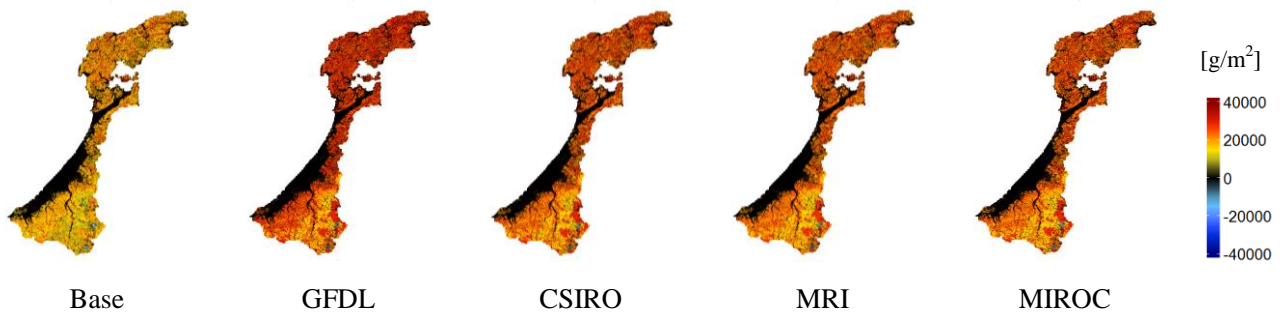


図2 シナリオ別のシミュレーション開始年と終了年の地上部バイオマス量の差分

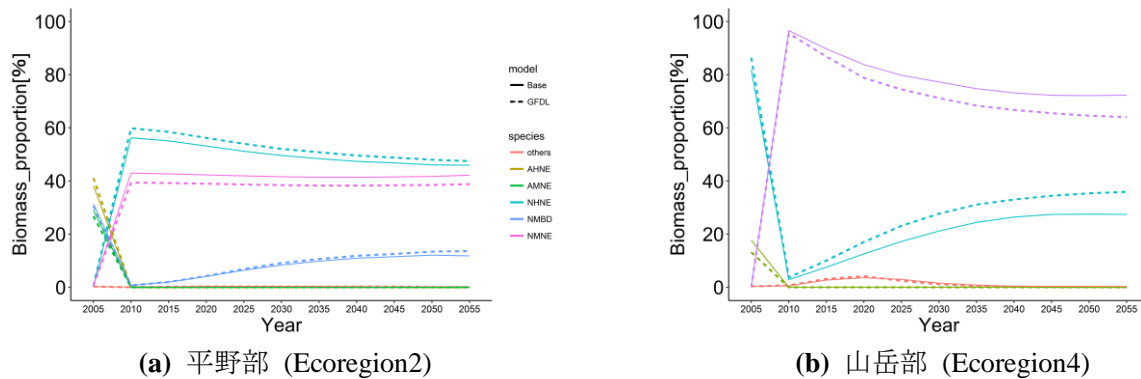


図3 天然林施業後の種構成の推移 (2006~2010年に間伐後に天然更新)

※凡例の略語は1文字目のAが人工林、Nが天然林、2文字目は、植生の気候帯を表し、Aは高山帯、Sはコケモトウヒクラス域、Mはブナクラス域、Hはヤブツバキクラス域、3文字目以降は、NEが常緑針葉樹、BDは落葉広葉樹、othersはその他の樹種を表す。

### 3. 結果

図2にシナリオ別のシミュレーション開始年である2005年と終了年である2055年のバイオマス量の差分の結果を示す。2005年と比較して、バイオマス量がBaseシナリオでは $24.7[\text{kg m}^{-2}]$ から $42.0[\text{kg m}^{-2}]$ に、GFDL、CSIRO、MRI、MIROCシナリオでは、それぞれ $51.3[\text{kg m}^{-2}]$ 、 $49.8[\text{kg m}^{-2}]$ 、 $47.4[\text{kg m}^{-2}]$ 、 $49.2[\text{kg m}^{-2}]$ に増加した。特に、平野部 (Ecoregion2) と山岳部 (Ecoregion4) ではバイオマス量が増加している。図3にBaseとGFDLシナリオの天然林施業後の種構成の推移を示す。これは2006年から2010年にかけて間伐を行った後に天然更新を行ったセルの遷移を表している。両Ecoregionに共通して天然林施業後の種構成に変化があった。温暖で降水量が多い特徴がある平野部のEcoregion2 (図3(a)) では、GFDLシナリオの方がより温暖であるヤブツバキクラス域の常緑針葉樹林への遷移があった。一方で、寒冷で降水量が少ない山岳部であるEcoregion4 (図3(b)) では、GFDLシナリオのブナクラス域の常緑針葉樹林の方がBaseシナリオのブナクラス域の常緑針葉樹林よりバイオマスの割合が減少した。

### 4. 今後の課題

気候変動に伴って強度の高い台風が増加するなどの極端現象や、虫害が増えるなどの攪乱は森林構造に大きく影響するため<sup>5)</sup>、LANDIS-IIにDisturbance Extensionを実装し、予測することを課題とする。

### 参考文献

- 1) 申龍熙, 高橋潔, 花崎直太, 脇岡靖明: 日本域付近の気候予測—CMIP3気候シナリオとCMIP5気候シナリオの比較—, 土木学会論文集G (環境), Vol.68, No.5, pp.159-169, 2012.
- 2) Taylor K.E., Stouffer R.J., Meehl G.A.: A summary of the CMIP5 experiment design, World, Vol.4, pp.1-33, 2009.
- 3) 環境省: 気候予測計算結果をもとにした影響評価の結果について, <<https://www.env.go.jp/council/06earth/y0616-08/ref02.pdf>>, [20.01.2017]
- 4) A.de Bruijn, et al.: Toward more robust projections of forest landscape dynamics under novel environmental conditions: Embedding PnET within LANDIS-II, Ecological Modelling, Vol 287, pp. 44–57, 2014.
- 5) Matthew J, et al.: Recovery dynamics and climate change effects to future New England forests, Landscape ecology, pp.1-13, 2016.