

# ME2 LANDIS-II を用いた自然資本と生態系サービスに関する 将来シミュレーションシステムの開発

## —日本の気候変動・社会変化シナリオとモデルの接続—

Development of Future Simulation System of Natural Capital and Ecosystem Services using LANDIS-II

—Linking the Model and Climate-Social Change Scenarios in Japan—

指導教員 町村 尚准教授・地球循環共生工学領域

08E12054 芳賀智宏 (Chihiro HAGA)

**Abstract:** A quantitative scenario approach for natural capital and ecosystem services (ESs) plays the key role in facilitating decision making for sustainable management of landscapes. In this study, I developed a scenario simulation system using the LANDIS-II model (a Forest Landscape Model). This system models landscape change process considering climate change and management of forest and grassland, and evaluates natural capital and ESs. In the case of Bekanbeushi Watershed in eastern Hokkaido, land cover changed under population distribution and capital selection scenarios. The results suggested that developed simulation system could visualize the changes in plausible future of natural capital and quantify the available ecosystem services in a regional scale under different scenarios.

**Keywords:** forest landscape model, forestry practices, farmland abandonment, wood provisioning, carbon sequestration

### 1. 背景と目的

持続可能な生態系管理には、自然資本や生態系サービス (ESs) に関する定量的なシナリオアプローチが有効である。諸外国では、自然の過剰利用による生物多様性や ESs 変化を評価するためのフレームワークの開発やモデルによる分析が進んでおり<sup>1)</sup>、今後は日本国内でも同様のシミュレーションモデルの開発が求められる。そこで本研究では、人口分布・資本選好の変化で構成される定性的な社会変化シナリオを定量的に評価するために、シナリオに応答した植生動態をシミュレーションし、シナリオ別の自然資本と ESs の変化を自然的価値の観点から評価できる一連のシステムを開発した。

### 2. 方法

#### 2.1 開発したシステムの概要

本システムでは、図1のような定性的な社会変化シナリオから、森林・農地管理のルールを設定した。管理の変化に応じた植生動態は、森林景観モデルの LANDIS-II<sup>2)</sup> で動的・空間明示的にシミュレーションした。シナリオを特徴づける資本の選好 (図1 縦軸) は、食料・木材自給率の変化を反映し、森林施業の施業強度と農地の放棄地面積率で表現した。また、人口分布 (図1 横軸) と地理的条件に応じて、放棄される農地の空間配置を変化させた。自然資本は優占植生と樹種構成の変化、ESs は炭素固定サービスと木材・牧草供給サービスを指標として、シナリオを評価した。

#### 2.2 ケーススタディの概要

本システムを北海道別寒牛川流域に適用した。時間分解能は1年、空間分解能は100mに設定し、全球気候モデルMRI-CGCM3のRCP8.5シナリオの下で、2016年から2050年まで35年間の植生遷移を計算した。

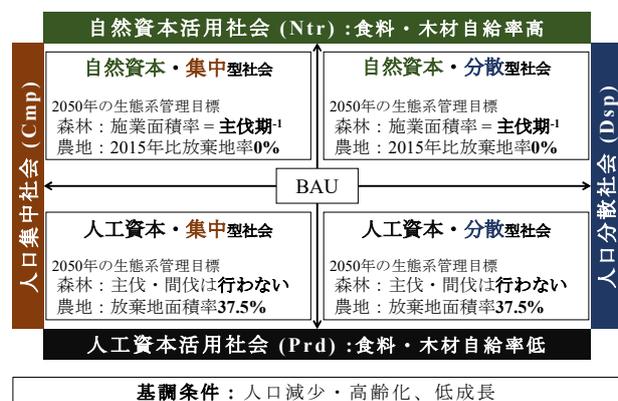


図1 2050年の社会シナリオ

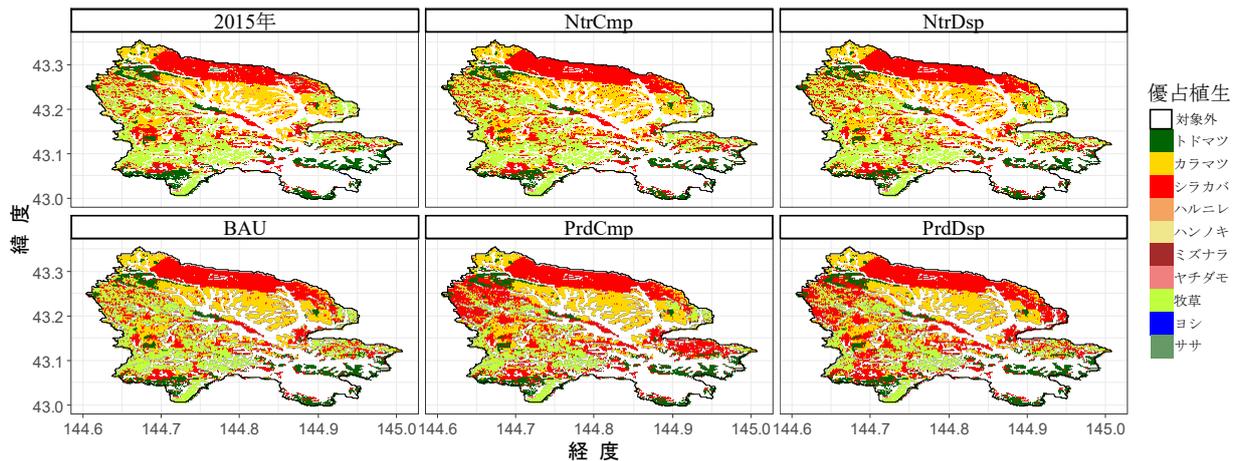


図2 シナリオ別の優占植生の変化

NOTE: Ntr は自然資本活用 (Natural capital basis), Prd は人工資本活用 (Produced capital basis), Cmp は人口集中 (Urban compactification), Dsp は人口分散 (Dispersed population) を表す。

表1 シナリオ別の35年間のESs・自然資本の変化量 (緑が濃いほどサービス・バイオマスの増加が大きく、多様度の減少が小さい)

シナリオ名	生態系サービス (ESs)		自然資本の変化		
	供給サービス [10 <sup>3</sup> t-Biomass]	炭素固定サービス [10 <sup>5</sup> t-C]	バイオマス [10 <sup>3</sup> t-Biomass]	自然資本の多様度 バイオマス [-]	土地被覆 [-]
NtrCmp	4.7	5.0	50.0	-0.112	-0.030
NtrDsp	4.7	5.0	49.6	-0.114	-0.030
BAU	4.1	9.4	114.0	-0.093	-0.027
PrdCmp	3.1	15.1	191.2	-0.096	-0.044
PrdDsp	3.1	14.9	188.6	-0.096	-0.044

### 3. 結果

図2に土地被覆の分布の変化を示す。特に人工資本活用社会 (Prd) では牧草地の放棄がBAUの10倍で進展するため、先駆種のシラカバの拡大が顕著だった。また、Prdの中でも人口集中社会 (Cmp) と人口分散社会 (Dsp) を比較すると、人口分布の違いにより放棄された牧草地の空間分布に特徴がみられた。PrdCmpでは流域内の人口が0になり、最寄りの釧路・標津から距離が遠い南東部と北西部の牧草地が放棄された。一方でPrdDspでは2015年の可住地域に人が残り続けるため、人口分布に起因するペナルティ以上に標高や傾斜条件が厳しい南西部や北東部の牧草地の放棄が進展した。

シナリオ別のESsの累積値、自然資本の変化量を比較すると(表1)、人工資本活用社会 (Prd) と比べて、自然資本活用社会 (Ntr) では、自然資本の活用の進展により供給サービスが多い一方で、牧草地が継続的に管理されることでバイオマスの増加量が小さく、炭素固定サービスもPrdの1/3程度であった。自然資本の多様度の観点からは流域全体の地上部バイオマス・土地被覆のシンプソンの多様度の変化量(表1)を比較した。自然資本活用型では積極的主伐によりバイオマスの多様度が減少する一方で、牧草地の維持によりシラカバ拡大が抑制され、土地被覆の多様度の減少が小さくなった。このようにシナリオに応じた自然資本・ESsを定量評価でき、意思決定支援への貢献が期待できる。

### 4. 今後の課題

今後の課題としては、社会変化シナリオから生態系管理を設定するロジックの改良、LANDIS-IIの表現力・信頼性の向上、さらに、評価指標の拡充による多面的な評価や詳細な分析が挙げられる。

### 参考文献

- 1) IPBES (2016): The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services., Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany., 348 pages.
- 2) Robert M. Scheller, James B. Domingo, Brian R. Sturtevant, Jeremy S. Williams, Arnold Rudy, Eric J. Gustafson, David J. Mladenoff: Design, development, and application of LANDIS-II, a spatial landscape simulation model with flexible temporal and spatial resolution, *Ecological Modelling*, Vol. 201, Issues 3-4, pp.409-419, 2007.