



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Future projection on Siberian wildfire and its aerosol emissions by the improved fire module of Spatially Explicit Individual Based Dynamic Global Vegetation Model [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Nurrohman, Reza Kusuma
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第16101号
Issue Date	2024-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/93554
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Reza_Kusuma_Nurrohman_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（農学） 氏 名 Reza Kusuma Nurrohman

審査担当者	主査	教授	平野	高司
	副査	教授	濱本	昌一郎
	副査	助教	中島	大賢
	副査	教授	加藤	知道（国際食資源学院）

学位論文題名

Future projection on Siberian wildfire and its aerosol emissions by the improved fire module of
Spatially Explicit Individual Based Dynamic Global Vegetation Model
(空間明示的個体ベース動的全球植生モデルの改良型火災モジュールによるシベリア林野火
災とそれによるエアロゾル排出量の将来予測)

本論文は英文 138 頁、図 56、表 10、5 章からなり、参考論文 1 編が付されている。本研究は、シベリアにおける林野火災の強度と、林野火災によるエアロゾル排出量の 21 世紀末までの将来予測を目的とし、空間明示的個体ベース動的全球植生モデルに改良型火災モジュールを結合させ、シナリオ気候データを入力に利用して将来予測を行ったものである。

林野火災は、世界の森林生態系における主な自然災害要因であり、森林生態系の物理的構造と炭素収支に強い影響を与える。また広大なシベリアでは林野火災が近年頻発し、炭素循環の改変だけでなく、大気汚染物質を大量に放出しており、その将来予測を正確にする必要がある。そこで森林構造や樹木個体間競争をメカにステイックに再現できる動的全球植生モデル SEIB-DGVM (Spatially Explicit Individual-Based Dynamic Global Vegetation Model) に、最新の林野火災モジュール SPITFIRE (SPread and InTensity of FIRE) を結合した上で、火災による消失したバイオマスに対して放出係数を掛けて、3 3 種類のガス (CO₂、CO 等) と粒子 (ブラックカーボン、PM2.5 等) の放出量を定量的に計算できる仕組みを開発した。そして、代表濃度経路シナリオ (RCP: Representative Concentration Pathways) による気候予測シナリオを入力データに利用し、シベリア林野火災とそれによるエアロゾル排出量の将来予測を 2016-2100 年まで行った。

第 1 章では、林野火災やシベリア地域のこれまでの研究事例を調べ、陸域生態系モデルによる林野火災影響の研究の歴史について明らかにしたと述べている。

第 2 章では、研究対象地であるシベリアの樹木タイプおよび、SEIB-DGVM と SPITFIRE のモデル構造と計算式の記述および、入力する気象データ、人口分布と落雷分布のデータについての説明をしている。さらに排出係数、モデル実験プロトコル、モデル検証に利用された人工衛星による火災データや森林バイオマスデータ

について解説している。

第 3 章では、モデル実験の結果について解説している。本研究ではオリジナルの SEIB-DGVM に組み込まれていた火災モデル Glob-FIRM と、今回導入した SPITFIRE による現在における林野火災推定量を人工衛星による火災発生頻度と強度や、それらをもとに計算した各種ガスとエアロゾル排出量の比較を行い、SPITFIRE による推定の方が、精度が高いことが示された。さらに、将来予測ではどの気候シナリオにおいても、火災面積・消失バイオマス量および、それらによるガスとエアロゾルの放出量が増加することがわかった。例えば、RCP8.5 気候シナリオでは、CO₂、CO、PM_{2.5}、総粒子物質 (TPM: total particulate matter)、総粒子炭素 (TPC: total particulate carbon) の放出が、現在 (2000-2020 年) と比べて将来 (2081-2100 年) には、それぞれ 189.66 ± 6.55 , 15.18 ± 0.52 , 2.47 ± 0.09 , 1.87 ± 0.06 , 1.30 ± 0.04 Tg species year⁻¹ 増加すると予測された。同時に火災による生態系純正産 (NPP: net primary production) の喪失量は、現在の 2 倍の 385.19 ± 40.4 g C m⁻² year⁻¹ になると予測された。次に、気候シナリオ間では、最も気温が上昇する RCP8.5 シナリオが最も低い火災面積とガス・エアロゾル放出量を示した。

第 4 章では、改良された火災モジュールによって、火災消失バイオマスとガス・エアロゾル放出量の推定が上がった理由について論じ、次に将来の火災消失バイオマス量の増加は、高 CO₂ 濃度や温暖化による植物光合成量・成長期間の増加によって、燃料としてのリター蓄積量の上昇が原因であると示唆した。また気候シナリオ間で RCP8.5 が最も低い火災面積と放出量を示した原因は、気温と同時に増加する降水量が、リターの湿度を高めることで、火災をわずかに起きにくくしているためであると考察している。

第 5 章では、本研究のまとめと、将来の林野火災モデル開発についての方向性と、人間社会における情報提供の重要性について論じた。

これらの結果より、世界の中でもより林野火災が頻発している広大にシベリア地域において、陸域生態系モデルによる影響予測が高い精度で可能であることを示すことに成功したと考えられ、今後、他の地域やグローバルに同様のモデル研究を行える将来性も高く評価できた。

よって審査員一同は、Reza Kusuma Nurrohman が博士 (農学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。