



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Effects of the model-data integration on the carbon cycle simulation of terrestrial ecosystems [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	近藤, 雅征
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	乙第6970号
Issue Date	2015-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/60154
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Masayuki_Kondo_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 近藤 雅征

審査担当者 主 査 教 授 平野 高司
 副 査 教 授 鮫島 良次
 副 査 助 教 加藤 知道

学 位 論 文 題 名

Effects of the model-data integration on the carbon cycle simulation of terrestrial ecosystems
(陸域生態系炭素循環におけるモデル—データ融合の効果)

本論文は、図24、表10を含む107頁の英文論文であり、参考文献3編が添えられている。

陸域植生は温室効果気体である二酸化炭素（CO₂）の吸収源であり、地球規模の炭素循環において重要な役割を担っている。また、大気 CO₂ 濃度の上昇にともなう気候変動は、陸域炭素収支に大きく影響すると考えられている。そのため、陸域炭素収支をより高精度に推定することが、気候変動の影響を評価する上での課題である。陸域生態系モデルは陸域炭素収支を評価・予測するための主要なツールであり、様々なモデルが提唱されてきた。しかし、アプローチや仮定の違いにより、モデルによる予測結果には大きな不確実性が存在し、更なる精度向上が求められている。

モデル—データ融合は、観測データを用いてモデルの自由度を制約することで予測精度を向上させる手法である。地上観測による CO₂ 濃度を大気輸送モデルの制約に用いるトップダウン手法と、フラックス観測や生態学的測定を生態系モデルの制約に用いるボトムアップ手法がある。ボトムアップの先行研究では、生態系光合成量（GPP）、生態系呼吸量（RE）、純生態系生産量（NEP）などを制約としたモデル—データ融合実験が行われてきたが、技術的に特化した研究が多く、気候変動や陸域炭素循環などへの応用研究は行われなかった。

そこで本研究では、陸域炭素循環予測の高精度化のためのモデル—データ融合の応用実験を行った。目的は、1) 陸域炭素循環の評価におけるモデル—データ融合の効果を明らかにする、2) 多数・多年の観測データを制約とし、気象条件と森林の純一次生産量（NPP）の関係を明らかにする、3) 観測データを基に推定した 2 つの全球炭素収支量を比較し、モデル—データ融合の広域化における問題点を明らかにする、ことであった。

1. 東アジアの 4 つの森林サイトにおいて、GPP とバイオマスを用いてモデル—データ融合実験

を行った。実験には生態系モデル Biome-BGC を使い、GPP のみ、バイオマスのみ、GPP とバイオマスの両方をそれぞれ制約とする 3 条件で、NEP とバイオマスの再現性を比較するとともに、将来予測の違いを評価した。結果として、GPP あるいはバイオマスだけでなく、両方を制約とすることが炭素収支とバイオマスの予測精度向上に重要であることが分かった。

2. 多数・多年の観測データを制約とするモデルーデータ融合実験を行った。モデルは Biome-BGC である。高山サイトで観測された様々な炭素フラックス・プール量をモデルーデータ融合に利用することで、森林 NPP の年次変化を再現するとともに、観測から欠如していた細根 NPP の年次変化を算出した。春季に温暖であった 2002 年と夏季に日射量が減衰した 2003 年のデータを解析した結果、2002 年には木部 NPP が増加し、細根 NPP が減少したが、2003 年には NPP に変化が認められなかった。この違いは、森林 NPP が春季の気象条件に左右されることを示唆している。

3. 全球スケールに対して、2 つの異なるデータ融合から推定した炭素収支の時空間変化を評価した。全球カラム平均 CO₂ 濃度を制約とする GOSAT プロダクトと全球 144 サイトの地上フラックス観測データを制約とするサポートベクタ回帰 (SVR) モデルの炭素収支プロダクトを比較した。その結果、北半球の亜寒帯、温帯地域において整合性がみられたが、熱帯地域では大きな乖離があった。この違いは、各プロダクトに使用された観測データに起因することがわかった。GOSAT プロダクトは衛星観測による CO₂ 濃度データに依存するため、地域的なバイアスは少ないが、SVR では炭素収支の推定に使用したフラックスサイトが亜寒帯・温帯地域に集中しており、熱帯地域には 3 サイトがあるのみである。したがって、SVR の熱帯地域の見積もりには、データ不足による強いバイアスがあったと考えられる。

本研究から、モデルーデータ融合の有用性と今後の課題が明らかになった。サイトスケールでの解析から、炭素収支とバイオマスの将来予測において、GPP とバイオマスの両方を生態系モデルの制約として用いることの重要性が示された。また、多数・多年の観測データを制約に用いることで、観測から欠如していた項目の年次変化を算出できることを示した。一方、全球スケールに適用した場合では、観測データの欠如・不均一な分布により炭素収支の時空間変化に大きなバイアスが生じることを示した。以上より、本論文は生態系モデル研究における今後の方向性を示すとともに、陸域炭素収支の評価・予測における推定精度の向上に大きく貢献すると考えられる。よって、審査員一同は近藤雅征が博士(農学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。