

アロケーション比を基にした陸域生態系モデルの多変量最適化 Allocation based robust methodology for simultaneous reproduction of carbon fluxes, LAI, and forest biomass

近藤 雅征^{1*}, 市井 和仁¹, 植山 雅仁², 溝口 康子³, 平田 竜一⁴, 三枝 信子⁴

Masayuki Kondo^{1*}, Kazuhito Ichii¹, Masahito Ueyama², Yasuko Mizoguchi³, Ryuichi Hirata⁴, Nobuko Saigusa⁴

¹ 福島大学 共生システム理工学類, ² 大阪府立大学 生命環境科学研究科, ³ 森林総合研究所 北海道支所, ⁴ 国立環境研究所

¹ Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University, ² Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University, ³ Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, ⁴ National Institute for Environmental Studies

陸域炭素フラックス・蓄積量は、干ばつ、台風、火災、林齢、土壌・植生タイプなど、多くの気候・生態系要素に影響される。それらの定量化には個々の影響要素を複合的に考慮することが必要であり、複雑なプロセスを伴う。この複雑なプロセスに、任意の仮定、理論、経験式など加味し、一律化したものが生態系モデルであり、炭素フラックス・蓄積量の見積りに利用されている。しかし、今日までに提唱された数々の生態系モデルには、未だ、モデル間のばらつきが大きい。現状の精度では多くの場合、パラメータの調節無しでは地上観測との整合性をとることが困難である。

より精度の高い炭素フラックス・蓄積量の見積りにはパラメータ調節は必要であるが、調整が偏ると不都合が生じる場合がある。例えば、炭素フラックスに偏った調整が施された場合、バイオマスや土壌炭素量の見積りには観測とかけ離れるケースが多く、また、その逆も然りである。よって、生態系モデルは個々の項目に偏ることなく、数項目を同時に再現するようなパラメータ値を確立することが今後の課題となっている。

前研究の例では、地上観測サイトの観測項目（炭素フラックス、バイオマス、リターフォール、土壌炭素など）に対して、数段階において数種のパラメータを変動させ最適なモデルパラメータを決定するというものであった。このような数あるモデルパラメータを無作為に最適化する手法は、計算コストが非常に高く、全球での適用は困難である。従って、シンプルかつ、他モデルにも適用可能な最適化手法が望まれる。本研究では、無作為な最適化ではなく、ある基盤となるパラメータを基にした新たな最適化手法の確立を試みた。

本研究の目的のために、基盤となるパラメータは以下の必要条件を満たさなければならない。(1) 炭素フラックスと蓄積量の双方に強い感度を持つこと。(2) 他の生態系モデルにも共通な森林生態学における基盤のパラメータであること。これらの条件を満たすパラメータはアロケーション比であると考えられる。まず、アロケーション比は純一次生産として蓄えた炭素量の林木への配分をコントロールすることからバイオマスへの影響は多大である。さらに、林木内では幹から根へのアロケーション比がおおよそ地上部・地下部バイオマス比に対応する。また、残余は葉の炭素量、また枯葉となるが、それぞれ総一次生産量と生態系呼吸量に強く相関がある。従って、葉の炭素量（または Leaf Area Index (LAI)）、総一次生産量、生態系呼吸量、地上部・地下部バイオマスの再現が、適切なアロケーション比の値を設定することによって可能であると考えられる。

これらの背景を踏まえ、本研究は Biome-BGC モデルを用い、Asiaflux ネットワークから選出した4サイトでアロケーション比を基盤とする最適化実験を行った。最適化対象となる項目は、LAI、総一次生産、地上部・地下部バイオマスとした。生態系呼吸は総一次生産との高い相関から直接の最適化対象とはしなかった。幹・根、細根・葉、幹・葉の3つのアロケーション比の変化に対する、モデル・観測の差の応答分布を明示した。これにより、どのようなアロケーション比の組み合わせが対象項目を同時に再現しうるか判定した。結果として、モデル・観測の差が小さいアロケーション比の組み合わせは、総一次生産で最も多く、次いで、LAI、バイオマスとなった。全ての項目を再現しうる組み合わせは、総一次生産を再現しうる組み合わせに対し4%、同様に LAI、バイオマス再現しうる組み合わせに対し、其々、8%、10%であった。従って、全ての項目を精度良く再現する確率は、任意に総一次生産に対してアロケーション比の調整を試みた場合に最も低く、バイオマスに対して調整を試みた場合が最も高いことがわかった。しかし、いずれにしても最大10%の確率は非常に低く、パラメータ調整・最適化は単独の項目に特化するべきではないと言える。本研究から、Biome-BGC モデルでは LAI、総一次生産、バイオマス再現しうる適切なアロケーション比の値が存在することが分かった。同様の手法・解析により、他のモデルでもこれらの項目を再現できうる適切なアロケーション比の値が存在するのかが検証する必要がある。また、存在するとすれば、それらのアロケーション比の値をモデル間で比較することも必要である。

謝辞:

本研究は、環境省 環境研究総合推進費「衛星データを複合利用したモデル データ融合による陸域炭素循環モデルの高精度化」(RFa-1201)により実施された。

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



ACG37-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月21日 18:15-19:30

キーワード: 最適化手法, アロケーション, 陸域生態系モデル, 炭素フラックス, バイオマス
Keywords: optimization, allocation, terrestrial ecosystem model, carbon fluxes, biomass