

生物圏と海洋の経年変動を制約に入れた炭素循環モデルの構築：衛星データから算出された植生純一次生産量との相互比較

A carbon cycle model constrained by biospheric and oceanic carbon cycle history: Comparison with satellite-based NPP

市井 和仁[1], 山口 靖[1], 小川 克郎[1]

Kazuhito Ichii[1], Yasushi Yamaguchi[1], Katsuro Ogawa[1]

[1] 名大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ

<http://www.eps.nagoya-u.ac.jp/sys>

生物圏・海洋の炭素収支経年変動データを制約条件に用いて、1850年から1990年までの炭素循環モデルの構築を行った。本モデルは、大気のみならず生物圏・海洋についても妥当であることが示された。本モデルによれば植生純一次生産量は1920年以降増大し、1980年代には10年で1%の増加傾向を示した。一方、衛星データから算出された植生純一次生産量の経年変動はモデルと比較して約6倍高い増加傾向を示した。衛星データについては、データ補正手法の改善等が必要である。

1. はじめに

近年の人為的なCO₂排出による地球環境変動の予測は、現在の地球環境問題における最重要課題の一つである。大気CO₂濃度の将来予測や、生物圏・海洋のCO₂吸収能力の見積もりは、将来の気候変動を予測する上で非常に重要な役割を占める。

大気中CO₂濃度の変動の予測は、産業革命以前を平衡状態であると仮定した100年スケールの炭素循環モデルを用いて行われている。これらのモデルは、パラメータの多様性に比較して入力パラメータ・検証パラメータ(特に経年変動データ)が少ないことが問題である。経年変動データについては、大気CO₂濃度の観測結果を用いてモデルの検証を行っているにすぎない。従って、モデルの入力・検証パラメータを増やし、より強い制約を与えることで、信頼性を向上させることが重要である。

本研究では、大気CO₂濃度経年変動に加えて、大気CO₂, ¹³Cデータをを用いて推定された生物圏や海洋の炭素収支経年変動データを制約条件として用い、炭素循環モデルを構築した。また、衛星データから算出されたNormalized Difference Vegetation Index (NDVI; 正規化植生指標)等を用いて、1980年代のNet Primary Production (NPP; 純一次生産量)の経年変動を算出した。これら2つの方法によって得られたNPP経年変動の相互検証を行い、今後の課題についての検討を行った。

2. 四圏炭素循環モデルの構築とNPPの長期経年変動

本モデルでは、地球を5つの炭素リザーバー(大気、海洋、地圏、生物、腐植)に分割し、1850年以前の炭素循環を平衡(人為的排出なし)と仮定し、1850年から1990年までをシミュレートした。なお、CO₂濃度増大による光合成増大効果と海洋の緩衝効果をモデルに取り入れ、人為的な影響である化石燃料の消費と土地利用の変化を考慮した。また、現在の炭素循環の見積もり・観測された大気CO₂濃度長期変動(1850年~1990年)と、Single/Double Deconvolution法から得られた大気と生物圏・海洋の炭素収支経年変動(1850年~1990年)を制約条件として用い、モデルの最適パラメータを決定した。その結果、本モデルは大気のみならず生物圏や海洋の炭素量についても妥当な結果を得ることができたため、従来のモデルより高い信頼性を示すと考えられる。モデルの結果から、特に1950年から1970年の土地利用変化によるCO₂放出量データの誤見積もりの可能性・近年の生物量増加傾向が示された。NPPは1920年以降増大傾向にあり1980年代には10年で1%程度の増加傾向が算出された。

3. 衛星データを用いたNPPの短期経年変動推定

本研究では、Kumar and Monteith(1981)に示されるNPPモデル($NPP = SOL \cdot 0.5 \cdot FPAR \cdot Eff$)を利用した。SOL(太陽入射光量)は、LaRC・GISSデータセットの2種類を使用した。FPAR(植生による太陽光吸収率)は、NDVIとの線形関係を仮定して算出した。NDVIは、NOAA/AVHRRを基に作成され、全球を8kmの分解能でカバーするPathfinder AVHRR Land (PAL) Data Setsを用いた。NDVIの経年的なノイズを軽減するため、砂漠域・高NDVI域を用いた補正を行った。Eff(光合成変換効率)は、簡略化のために全球で一定と仮定した。以上よりNPPは、NDVIとSOLの積に比例する。本研究では、全球NPPを55GtC/年と仮定して、1984年から1990年のNPPの経年変動を算出した。その結果10年で約6%の全球NPP増加傾向が見られた。

4. まとめ・今後の課題

本研究では以下の結果が得られた。(1)生物圏・海洋の炭素収支を制約条件に用いて炭素循環モデルの構築を行い、モデルの妥当性を示すことができた。(2)衛星データ・炭素循環モデルの双方から近年のNPP増加傾向を見

積もったところ、10年あたりそれぞれ6.1と求められた。双方ともに近年のNPP増加傾向を示しているが、約6倍の開きがあり今後の両手法の改善が必要である。

今後の課題としては、衛星データについては、短期気候変動成分を除去する必要がある。また、NDVI補正手法とNPPモデルの検証が必要である。炭素循環モデルについては、今回のモデルでは海洋の扱いが単純であるため、より実態に合うように海洋モデルの改善が必要である。また、気候変動等による植生の肥沃化効果を考慮することも必要であろう。