

平成22年6月30日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2009

課題番号：19710034

研究課題名 (和文)

土地利用変化に伴う温室効果ガス収支の変化を評価するための生物地球化学モデルの開発

研究課題名 (英文) Development of a biogeochemical model for evaluating the change in greenhouse gas budget caused by land-use change.

研究代表者

稲富 素子 (INATOMI MOTOKO)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境変動領域・ポストドクトラル研究員

研究者番号：90419896

研究成果の概要 (和文)：陸域生態系の温室効果ガス収支を評価するために、シンプルな陸域生態系炭素循環モデル (Sim-CYCLE) に CH₄ 酸化と放出、N₂O 放出などのコンポーネントを組み込んで、新たな統合的モデル (VISIT) を開発し応用する研究に取り組んだ。大気-陸域生態系間の相互作用における、CO₂ およびそれ以外の微量温室効果ガスの寄与を評価を行った結果、主に CO₂ に注目して行われている現在の観測やモデル研究を補完し、より現実的な生態系から大気へのフィードバック効果の推定につながった。

研究成果の概要 (英文)：A terrestrial ecosystem model, called the Vegetation Integrative Simulator for Trace gases model (VISIT), which fully integrates biogeochemical carbon and nitrogen cycles, was developed to simulate atmosphere-ecosystem exchanges of greenhouse gases (CO₂, CH₄, and N₂O), and to determine the global warming potential (GWP) taking into account of radiative forcing effect of each gas.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,400,000	0	1,400,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,300,000	570,000	3,870,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学 環境影響評価・環境政策

キーワード：地球温暖化、炭素循環、窒素循環、土地利用変化、温室効果ガス、影響評価モデル、生物地球化学、検証

1. 研究開始当初の背景

将来の地球温暖化を予測するには、大気中の温室効果ガス濃度を制御する諸過程を正確に見積もる必要がある。陸域生態系は様々な大気との相互作用を介して温暖化の進行に

影響を与えると考えられているが、従来の研究では温室効果に最も寄与が大きいCO₂の交換に焦点が当てられてきた。そのため、地球圏-生物圏国際協同研究計画 (IGBP) やグローバル炭素プロジェクト (GCP) などの国際

的プロジェクトにおいて地球の炭素循環解明が図られている。しかし、実際にはCO₂だけでなくCH₄やN₂Oなど微量ではあるが温室効果能の高いガスが交換されている。特に、IGBPにおいては大気-陸域相互作用を扱うコアプロジェクトiLEAPSが立ち上げられ、ここでは生物圏起源の温室効果ガス・エアロゾル・揮発性物質など多様な物質が対象となっている。つまり、最近の動向として多様な陸域生態系機能を掘り下げ統合的理解を図る方向にある。これら微量ガスの地球環境に果たす役割は従来想像されていた以上に大きく、今後その影響度は益々増加すると予想されているため（IPCC, 2001）、それらを定量的に扱うモデルの開発が重要課題となっている。国内では陸上生態系の物質交換に関するモデル研究は少なく、土壤中の物質動態に関するプロセスベースのモデル研究は不十分である。京都議定書で排出力削減の対象となっている二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）、亜酸化窒素（N₂O）の陸域生態系における収支を定量化できるモデルを開発することで、現在の収支算定や今後の方針設定に寄与できる可能性が高い。例えばCO₂に対してCH₄は23倍、N₂Oは296倍の温室効果能を持つため（100年間； IPCC, 2001）、内陸地の土壌におけるメタン酸化や湿地のメタン生成、農耕地の亜酸化窒素生成を考慮することで、全体的な正味の温室効果への寄与は大幅に修正される可能性がある。逆に、微量物質を扱うことは生態系の物質収支に関する議論の定量的性質を高め、CO₂などの多量物質の動態に関する定量化精度を向上させると期待される。また、土地利用形態の違いによる温室効果への寄与がことなることは、観測により報告されている。しかし、モデルによる評価は炭素を中心に行われている現状である。

2. 研究の目的

本研究では、従来までに開発されたシンプルな炭素循環モデル（Sim-CYCLE; Ito and Oikawa, 2002）を基礎にして、土壌中の生物地球化学的プロセスを新たに導入し、より現実に近い形で大気-陸上生態系の相互作用を扱えるモデルを開発することを目的とする。

3. 研究の方法

森林土壌におけるCH₄酸化、湿地土壌におけるCH₄生成、硝化と脱窒に伴うN₂O発生といったプロセスを新たに導入する。基礎となるモデル（Sim-CYCLE）は、大気-陸域間のフラックス観測が行われている地点で炭素循環に関するシミュレーションに用いられており、新たな生物地球化学的プロセスを取り入れたモデルを適用することは容易である。開発し

たモデルをいくつかの代表的な地点に適用し、必要なパラメータ値の較正とモデルの検証を行う。その結果に基づいて、現在の陸上生態系と大気との物質交換が地球環境に果たす役割を定量的に評価する計算や、環境変化が物質交換過程に与える影響を評価するシミュレーションを実施する。環境変化に関しては、気候変動はもちろんのこと、特に土地利用形態の違い（畑、水田、植林地、二次林など）により陸上生態系と大気との物質交換が地球環境に果たす役割の定量的評価を行う。

4. 研究成果

陸域生態系の温室効果ガス交換を一通り推定するモデルを完成させ、そのモデルの広域スケールの応用を試みた。

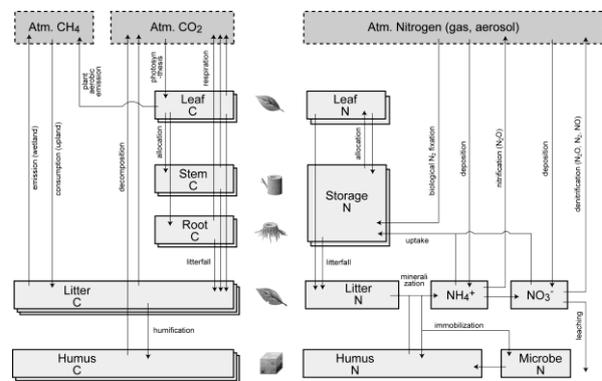


Figure1 Schematic diagram of carbon and nitrogen cycles in [the](#) VISIT model.

つまり、モデルを日本・アジア域、グローバルに展開し、陸上生物圏全体として大気組成との相互作用をモデル解析した。具体的な数値実験として、過去および将来の長期時系列気象データをモデルに入力して陸域ガス交換の季節変動や年々変動のシミュレートを行った。広域的なモデルシミュレーションの検証材料として、大気組成の観測データとの比較を行った。このような研究は主にCO₂に関して行われてきており、本研究においてメタンなどの微量物質についてそれを行うことで独創性のある寄与を行うことができた。グローバルスケールの実験では、全陸域からの温室効果気体収支が推定されることになり、観測でも不確定性が大きいとされるメタンや亜酸化窒素の収支に関するモデル研究からの寄与ができた。

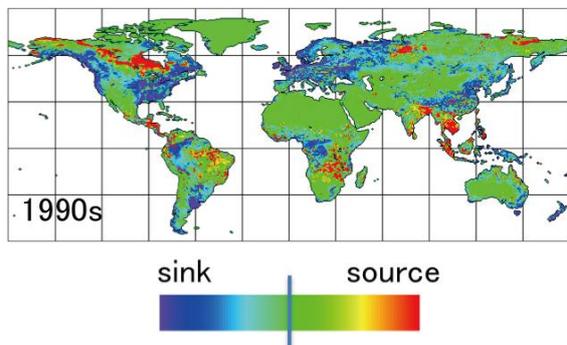


Figure2 Total GHG budget

これらは炭素、窒素、および生物起源物質のグローバルな生物地球化学的循環を解明する上で非常に有意義な研究になった。まとめとして、拡張された陸域モデルのシミュレーション結果に基づいて、大気-陸域生態系間の相互作用における、CO₂およびそれ以外の微量温室効果ガスの寄与を評価を行った。それは、主にCO₂に注目して行われている現在の観測やモデル研究を補完し、より現実的な生態系から大気へのフィードバック効果の推定につながった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① Inatomi M., Ito A, Ishijima K, Murayama S (2010) Greenhouse gas budget of a cool-temperate deciduous broadleaved forest in Japan estimated with a process-based model. ECOSYSTEMS 13: 472-483. 査読有.

[学会発表] (計11件)

- ① Inatomi M. and Ito A.: Estimation of CH₄ emission from Asian region by VISIT model. 2nd iLEAPS Science Conference. 2009年8月24日. Softel Melbourne,メルボルン(オーストラリア).
- ② Inatomi M. and Ito A.: Terrestrial greenhouse gas budget using a coupled carbon and nitrogen cycles model VISIT: global simulation and

site-scale validation. 8th International Carbon Dioxide Conference. 2009年9月14日. Friedrich-Schiller-Universit, イエナ(ドイツ).

- ③ Inatomi M. and Ito A.: Greenhouse-gas exchange of croplands worldwide: a process-based model simulation. 2009 AGU Fall Meeting. 2009年12月15日. Moscone Center, サンフランシスコ(アメリカ).
- ④ 稲富素子, 伊藤昭彦: モデルによる農業生態系の温室効果ガス収支評価: 日本の水田への適用. 日本土壌肥料学会2008年愛知大会. 2008年9月11日. 名古屋市立大学(愛知県).
- ⑤ 稲富素子, 伊藤昭彦: 陸域生態系モデルVISITによるグローバル推定: メタン収支. 第14回大気化学討論会. 2008年10月29日. 海洋研究開発機構横浜研究所(神奈川県).
- ⑥ Inatomi, M., Ito, A: Terrestrial greenhouse gas budget using a coupled carbon and nitrogen cycles model VISIT: global simulation and site-scale validation. Greenhouse gases and aerosols: Interactions between northern ecosystems and climate. 2008年6月16日. アイスランド大学, レイキャビク(アイスランド).
- ⑦ Inatomi, M., Ito, A: Carbon-Nitrogen cycle model of terrestrial ecosystem for plot scale: application to cool temperate deciduous broad-leaved forest and cool temperate evergreen coniferous forest in central Japan. Ecological Society of America 2008 Annual Meeting. 2008年8月4日. The Midwest Airlines Center, ミルウォーキー(アメリカ).
- ⑧ Inatomi, M., Ito, A: Terrestrial greenhouse gas budget using a coupled carbon and nitrogen cycles model VISIT: estimation of greenhouse gas budget in northern hemisphere. First International Symposium on the Arctic Research. 2008年11月6日. 日本科学未来館(東京都).
- ⑨ Inatomi, M., Ito, A: Estimation for global terrestrial methane budget using a coupled carbon and nitrogen cycles model VISIT. 2008 AGU Fall Meeting. 2008年12月17日. Moscone Center, サンフランシスコ(アメリカ).
- ⑩ Inatomi, M., Ito, A: Carbon-Nitrogen cycle model of terrestrial ecosystem

for plot scale: Application to cool temperate deciduous broad-leaved forest and cool temperate evergreen coniferous forest in central Japan. Nitrogen 4th Conference. 2007 年 10 月 3 日. Costa do Sauipe, サルバドール (ブラジル) .

- ⑪ Inatomi, M., Ito, A: Carbon-Nitrogen cycle model of terrestrial ecosystem for plot scale: Application to cool temperate deciduous broad-leaved forest and cool temperate evergreen coniferous forest in central Japan. 2007 AGU Fall Meeting. 2007 年 12 月 12 日. Moscone Center, サンフランシスコ (アメリカ)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲富 素子 (INATOMI MOTOKO)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境
変動領域・ポストドクトラル研究員
研究者番号 : 90419896

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者