審 査 の 結 果 の 要 旨

氏　　名　　麓　多門

背景および目的

水田は米生産の場であるとともに、温室効果気体の発生源でもある。特にメタンは、CO_2に次いで重要な温室効果気体の一つであり、水田が人為起源のメタン放出量の 10%以上を占めるとも推定されている。大気中の CO_2 とメタンの濃度が急速に上昇しつつあることは広く知られているが、CO_2 濃度の上昇が水田からのメタン排出を増やすことも明らかになっている。メタン排出量は、水田の水管理によって減らせるが、そうすると逆に CO_2 や一酸化二窒素（N_2O）の排出が増える場合がある。水田からの温室効果気体排出量の予測や排出削減対策の設計にあたって、こうした環境変化や栽培方法の影響の他、複数の温室効果気体の発生も考慮する必要があるが、従来は不可能であった。

そこで本研究では、大気 CO_2 濃度を始めとする大気・土壌環境の変化とさまざまな栽培管理法の下における、水田からの温室効果気体排出量を的確に予測できるプロセス指向モデルの開発を目的とした。

モデルの開発

本研究では、農林生態系における炭素・窒素循環と温室効果気体の排出量を予測するためのモデル DNDC を大幅に改良して、DNDC-Rice と呼ぶモデルを開発した。DNDC に、イネの光合成、呼吸および炭素分配のモデルを組み込み、さらに CO_2 増加が光合成に及ぼす影響やイネの根からの有機物浸出と酸素排出をモデル化した。土壌プロセスについては、田面水温を微気象学的熱収支モデルによって推定するよう改良した。土壌の酸化還元反応については、有機物分解とイネ根からの有機物浸出による電子供与体（H_2 と溶存有機態炭素）の供給に基づいて、メタン生成速度と電子受容体（Mn(IV)、Fe（III)、SO_4^{2-}）の還元速度を求めるように改良した。メタンの生成と排出を、根重量や茎数などイネの成長パラメータと関係づけたことも改良点の一つである。

モデルの検証
様々な処理（イネ残渣すき込み、水管理、硫酸塩施用、CO_2濃度）を加えた6 地点の水田におけるメタン排出量の観測データによって、DNDC-Rice を検証した。その結果、残渣すき込み、水管理、硫酸塩施用によるメタン排出量の変動については、観測値と適合性のある推定値が得られ、メタン排出量予測モデルとしての有効性が示された。一方、開放系大気CO_2増加（FACE）実験の観測結果との比較では、CO_2濃度上昇によるメタン排出量増加をモデルは過少評価した。以上の結果より、DNDC-Rice は現在のメタン排出量推定には有効であるが、近未来の高CO_2環境でのメタン排出量の予測には、植物プロセスのより精緻なモデルによる改良が必要であることが分かった。

広域スケールでのモデル適用
国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）のガイドラインは、水田からのメタン排出量を Tier 3 の 手法で推定するように各国に推奨している。Tier 3 とは、国ごとに検証されたモデルや詳細な観測によって、温室効果ガス排出量を高解像度で推定する手法である。DNDC-Rice は、Tier 3 によるメタン排出量の推定に最適と期待されるので、北海道の水田における水管理改良による温室効果ガス削減可能量を、DNDC-Rice で推定した。そのために、北海道を対象に約 1km 解像度の水田面積、土壌特性、日別気象および栽培管理に関する GIS データベースを作成した。
　5 通りの水管理シナリオで計算した結果、中干し期間の延長によってメタン排出量を現在に比べ最大 41%削減できると推定された。それに伴って、CO_2とN_2Oの排出量が若干増加するものの、差し引きで 2.6 $MgCO_2eq.\ ha^{-1}\ y^{-1}$の温室効果ガス削減になると推定された。全国規模でのデータベースを作成することにより、同様に DNDC-Rice を用いて、日本全体の水田からのメタン排出量とその削減可能量を推定できよう。

今後の展開
現在まで、DNDC-Rice の検証と適用はほぼ日本国内に限られてきたが、
DNDC-Rice はアジアを中心とする世界の稲作国における気候変動への緩和策・適応策の確立に役立てることができるものと期待される。

　これらの研究成果は、学術上応用上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。