

水田からのメタン発生量を推定する数理モデル・DNDC Rice の開発

[要約]

水田の稲わら処理方法や肥料の種類によるメタン発生量の変化をコンピュータで推定できる数理モデル (DNDC Rice) を開発しました。このモデルを活用することにより、水田からのメタン発生量とその削減ポテンシャルを広域評価することが可能になります。

[背景と目的]

メタンは二酸化炭素の 20 倍以上の温室効果を持つガスですが、全世界のメタン発生量の約 1 割が水田に由来すると考えられています。水田から発生するメタンを減らすためには「どうすれば、メタンがどれだけ減るのか」を精度良く推定することが重要です。そこで、DNDC という数理モデルを改良して新たなモデル (DNDC Rice) を開発し、稲わらの処理方法や肥料の種類によるメタン発生量の変化について検証しました。

[成果の内容]

水田の土壤に棲むメタン生成菌によってメタンが作られますが、その発生量は土壤の性質やイネの栽培方法などによって変わります。水田に稲わらをすき込むと分解されてメタン生成菌のエネルギー源を供給するため、メタンの発生量が増加します。一方、土壤中の鉄酸化物や肥料の硫酸に含まれる硫酸塩にはメタンの発生を抑制する作用があります。この研究では DNDC という数理モデルを改良し、これらの作用を定量的に計算して、メタン発生量を推定できるモデル (DNDC Rice) を開発しました (図 1)。

日本と中国の 3 地点 (つくば市、北海道比布町、南京市) の水田で行われたほ場実験で得られた観測値を用いて、DNDC Rice がメタン発生量を正しく推定できるかどうか確かめました。ほ場実験では、稲わらすき込みの有無や時期、肥料の種類によって、イネ栽培期間のメタン発生量が $2\sim 17\text{ g m}^{-2}$ の範囲で変化することが観測されました。これらの観測値について DNDC Rice でシミュレーションを行ったところ、従来の DNDC モデルでは不十分だった稲わらの処理方法や肥料の種類の影響の推定精度が改善され、メタン発生量の観測値に対する平均誤差は 4 g m^{-2} 以下でした (図 2、3)。

このように、DNDC Rice は水田の稲わら処理方法や肥料の種類によるメタン発生量の変化を精度良く推定できます。したがって、DNDC Rice を用いることで水田からのメタン発生量とその削減ポテンシャルを広域評価することが可能になり、農耕地からの温室効果ガス発生量を削減するための効果的なメタン削減計画立案に貢献できます。今後、さらに水管理によるメタン発生量の変化を推定できるように、モデルの検証と改良を行う計画です。

本研究は、環境省地球環境研究総合推進費 S2-3a「農業生態系における CH_4 、 N_2O ソース抑制技術の開発と評価」および環境省地球環境保全試験研究費「温暖化と大気 CO_2 増加が農業生態系に及ぼす影響のプロセスモデリング」による成果です。

リサーチプロジェクト名：温室効果ガスリサーチプロジェクト

研究担当者：物質循環研究領域 麓多門、八木一行、大気環境研究領域 長谷川利拡

発表論文等：Fumoto et al., *Global Change Biology*, 14: 382-402 (2008)

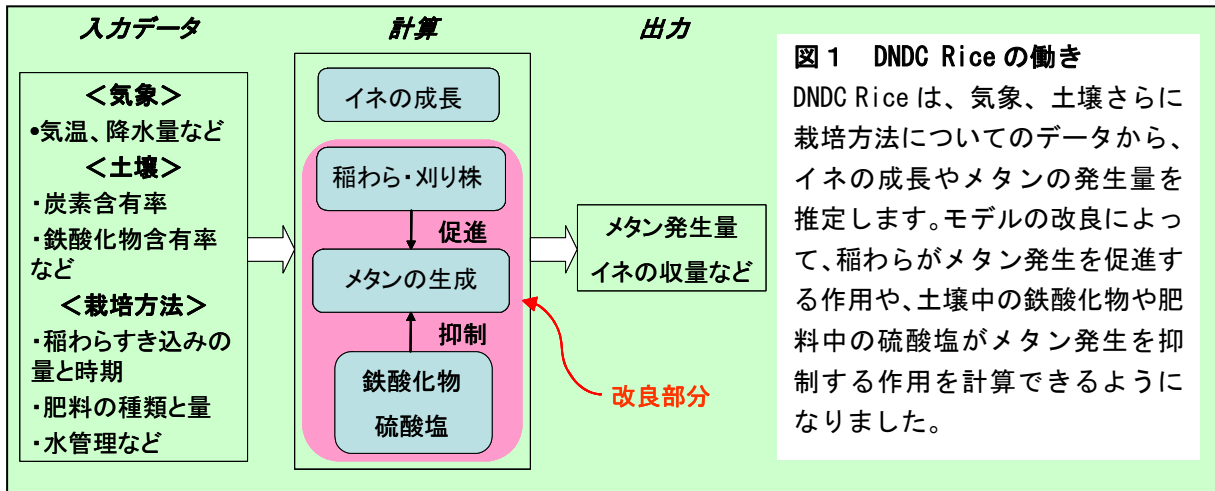


図1 DNDC Riceの働き
DNDC Riceは、気象、土壌さらに栽培方法についてのデータから、イネの成長やメタンの発生量を推定します。モデルの改良によって、稲わらがメタン発生を促進する作用や、土壌中の鉄酸化物や肥料中の硫酸塩がメタン発生を抑制する作用を計算できるようになりました。

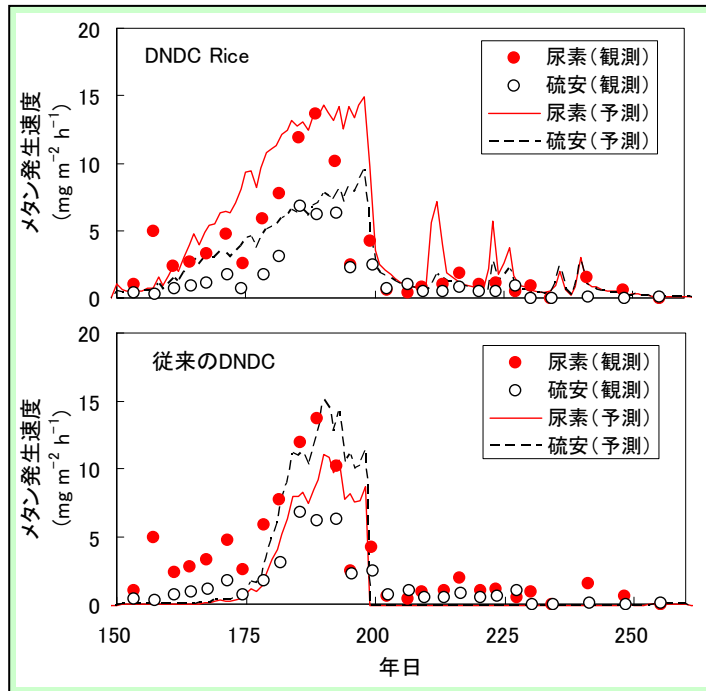


図2 新旧のモデルによるメタン発生速度の推定結果の比較
南京で行われた実験では、肥料として尿素の代わりに硫酸を使うとメタンの発生速度が減ることが観測されました。DNDC Riceは硫酸の使用でメタンの発生速度が減ることを推定できました(上の図)。それに対して、従来のDNDCモデルでは、そのような実験結果を推定できませんでした(下の図)。

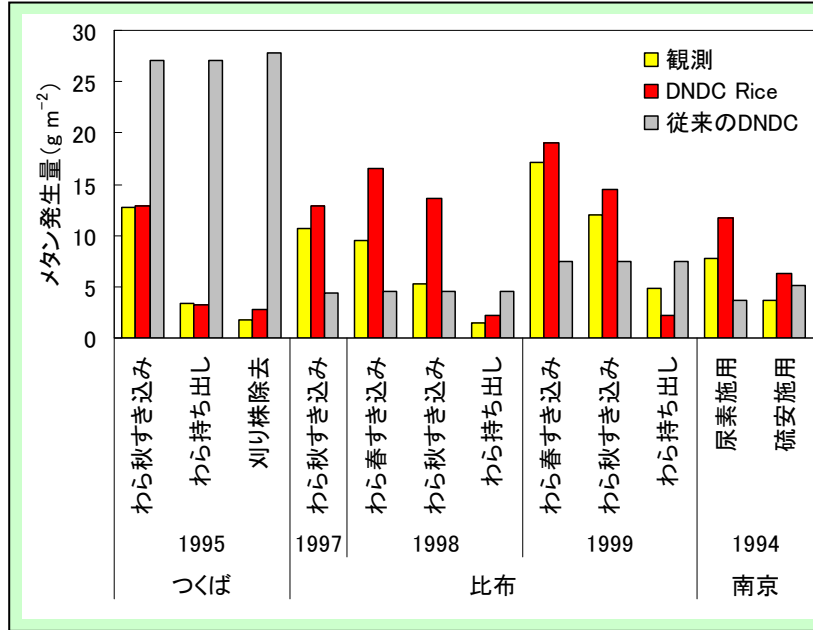


図3 新旧のモデルによるイネ栽培期間のメタン発生量の推定結果の比較
DNDC Riceは、1998年の比布のメタン発生量の推定誤差が大きいものの、わらの処理方法や肥料の種類によるメタン発生量の変化を概ね推定できました。それに対し、従来のDNDCでは、わらの処理方法や肥料の種類による影響を推定できませんでした。