

温室効果ガス発生を抑制する水田水管理の DNDC モデルによる探査 Seeking water management practices to mitigate the emission of greenhouse gases from a rice paddy field using DNDC model

加藤孝* 徳本家康** 矢崎友嗣* 登尾浩助*

Takashi Kato, Ieyasu Tokumoto, Tomotsugu Yazaki, and Kosuke Noborio

1. 背景と目的

産業革命以降、温室効果ガスの排出量の急激な増加により地球温暖化が進行し、地球の気温は 1906~2005 年の 100 年の間に約 0.74℃上昇した。このまま地球温暖化が進んでいくと 2100 年には地球の気温が最大で 6.4℃も上昇すると予測されている。(IPCC, 2007)温室効果ガスには、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素といったものが挙げられる。排出される温室効果ガスの大半は二酸化炭素であり、メタンや亜酸化窒素の排出量はわずかであるが、その温室効果は無視できない。メタンや亜酸化窒素の発生は人間活動による影響が大きく、その中でも農業活動が大きな影響を与えている。特に水田では湛水時の嫌气的条件によってメタンが発生し、硝化・脱窒によって亜酸化窒素が発生する。そのため、水田からのメタンや亜酸化窒素の発生の抑制が地球温暖化防止に対して大きな意味を持つと考えられる。

Li ら(1992)によって開発された DNDC モデルは水田を含む農業生態系における土壌の炭素・窒素の循環を扱うモデルであり、温室効果ガスの発生量を予想できる。また、Minamikawa と Sakai(2005)は水田から発生する温室効果ガスは水管理により変動すると報告している。

本研究では DNDC モデルを用いて、収量を減らさずに水田における温室効果ガスの発生を最小に抑えるような水管理を探査することを目的とした。

2. 実験方法

DNDC モデルに土壌特性データ、作物特性データ、肥培管理データ、気象データを入力し、シミュレーションを行った。入力データには平塚市の水田管理のデータを用いた(表 1)。気象データは神奈川県農林水産情報センター気象観測情報データベースから 2007 年 1 月 1 日から 2007 年 12 月 31 日までの測定値を使用した。様々な水管理に対して、シミュレーションを行った。計算に使った管理方法は、連続湛水、中干し、間断灌漑である。「間断灌漑」では、中干し後に湛水と非湛水を 3 日ずつ交互に行った。「中干し」では、中干し後再び湛水した。

表 1 計算に使った水田管理例
Rice paddy field management
used for simulation

日付(累加日)	管理
5/20 (140)	田おこし
5/30 (150)	代かき
6/2 (153)	田植え
7/14 (195)	中干し
7/23 (204)	中干し終
9/15 (258)	落水
9/27 (270)	収穫

* 明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University

** テキサス A&M 大学 Texas A&M University

キーワード: DNDC モデル, 水田灌漑, 水田, 温室効果ガス

3. 結果と考察

CH₄フラックスの変動を図1に示した。CH₄は間断灌漑においては、土壌に吸収された。中干しと連続湛水の間には発生・吸収の差は見られない。また、実際に測定された Minamikawa と Sakai (2005) の結果と比較すると DNDC モデルによる CH₄ 発生量は非常に小さい値であった。CH₄ 発生は主に酸化還元電位が-150mV~-300mV のときに起こる (Yu ら, 2004)。シミュレーションで得られた酸化還元電位の最小値は約-150mV であったことが、小さな CH₄ 発生量の原因であると考えられる。

N₂O フラックスの変動を図2に示した。N₂O フラックスは田起こしの直後に大きくなっているが、湛水を始めると同時に発生が抑えられた。また間断灌漑の場合だけ、落水の直前に発生した。これにより他の二つの方法よりも発生量が多くなった。

表2にはそれぞれの水管理における収量と温室効果ガス発生量を示した。水管理による CO₂ 発生量の違いはほとんど見られなかった。従って、水管理による CO₂ 発生への影響は少ないと考えられる。

水稻収量は間断灌漑で最大になったが、総 CO₂ 換算発生量は水管理にほとんど影響を受けなかった。そのため、単位収量あたりの総 CO₂ 換算発生量は間断灌漑が最も小さかった。三つの水管理の中では間断灌漑が収量維持と温室効果ガス抑制に適していると考えられる。

表2 水管理の水稻収量と温室効果ガス発生量への影響

Paddy rice yield and greenhouse gas yield effected by water management practices

管理	CO ₂ (kgC・ha ⁻¹)	N ₂ O (gN・ha ⁻¹)	CH ₄ (kgC・ha ⁻¹)	水稻収量 (kgC・ha ⁻¹)	総CO ₂ 換算量 (kgC・ha ⁻¹)	単位水稻収量 あたりのCO ₂ 換算量
連続	4162.57	726.2	0.26	139.4	4421.89	31.72
中干	4173.5	735.5	0.21	142.5	4434.91	31.12
間断	4199.28	846.2	-0.05	293.4	4493.33	15.31

引用文献

- Li, C. S., S. Frohking and T. A. Frohking: A model of nitrous oxide evolution from soil driven by rainfall events: 1. Model structure and sensitivity. *J. Geophys. Res.*, 97: 9759-9776. 1992.
- K. Minamikawa, N. Sakai: The effect of water management based on soil redox potential on methane emission from two kinds of paddy soils in Japan. *Agri. Ecosyst. Environ.*, 107: 397-407. 2005.
- Yu, K. and W. H. Patrick, Jr.: Redox Window with Minimum Global Warming Potential Contribution from Rice Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 68: 2086-2091. 2004.

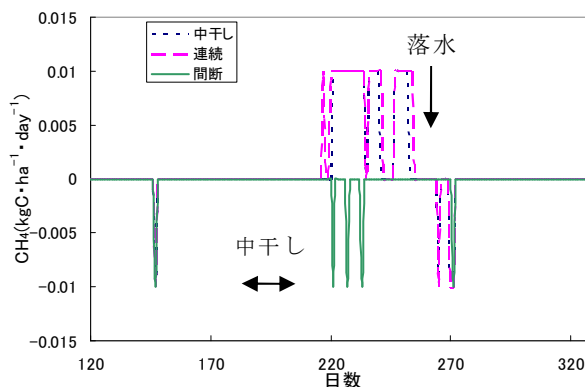


図1 CH₄フラックスの変動
Temporal changes of CH₄ flux

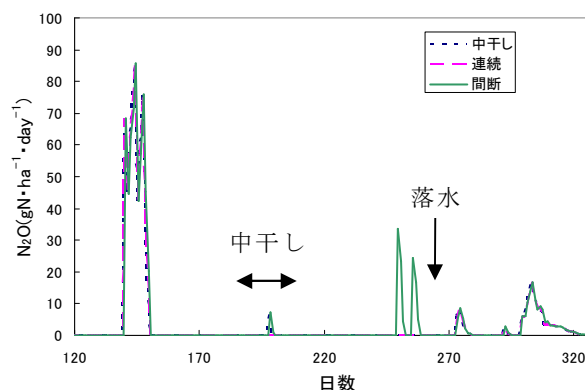


図2 N₂Oフラックスの変動
Temporal changes of N₂O flux