

日本の農耕地土壌へのDNDCモデル適合性の検討

Validation of the DNDC model for Japanese Agricultural Lands

中川 陽子 凌 祥之
Yoko Nakagawa Yoshiyuki Shinogi

1. はじめに

DNDC モデル (De-Nitrification and Decomposition model) は土壌中の炭素及び窒素を循環のシミュレーションするモデルであり、土壌由来の温室効果ガス発生量を予測するため、Li らによって開発され、その適合性は北米、欧州、中国で確認されている (Li et al., 2000, Stange et al., 2000)。また当該モデルは水田と畑地の両方に適応し、土壌からの硝酸態窒素溶脱量や作物による炭素、窒素吸収量なども予測することが出来るため、人為的な環境負荷の削減を考慮する際には非常に有力なモデルと考えられる。しかし、日本特有の気候や土壌条件下でのモデルの適合性はあまり確認されておらず、特に黒ボク土壌への適合性は低いものであった (澤本, 2002)。そのため、日本の土壌、気象、作物栽培等の条件下で得られた実測値を用いて、モデルの適合性を確認する必要があった。ここでは鹿児島県農業試験場を始めとする各農業試験場、研究所の協力を得て、シミュレーションに必要な野菜及び水稲栽培のデータを収集し、それらのデータをもとにシミュレーションを行った。得られたシミュレーション結果を実測値と比較することで、DNDC モデルの日本の農耕地土壌への適合性を検討した。

2. 方法

気象、土壌特性、肥培管理データなどシミュレーションに必要な情報を収集し、データの欠測はモデルのデフォルト値や該当地区の代表値を代用し、シミュレーションを行った。また DNDC モデルはアメリカで開発されており、モデルの作物生理機能のデフォルト値と日本の作物のそれとに若干違いがあると想定された。そのため作物生理機能を変えることでシミュレーションが改善されるかどうかを検討した。

3. 結果と考察

Fig.1 に黒ボク土壌における水稲の栽培過程における積算窒素吸収量を示す。図から分かるように、モデルにより予測された水稲の栽培期間中の積算窒素吸収量と実測値には殆ど差がなかった。灰色低地土壌における水稲栽培においても同じような結果を得た。Fig.2 に黒ボク土壌におけるサツマイモ栽培時の硝酸態窒素溶脱量の推移を示す。Fig.3 に灰色低地土壌におけるレタス栽培期間中の硝酸態窒素溶脱量の

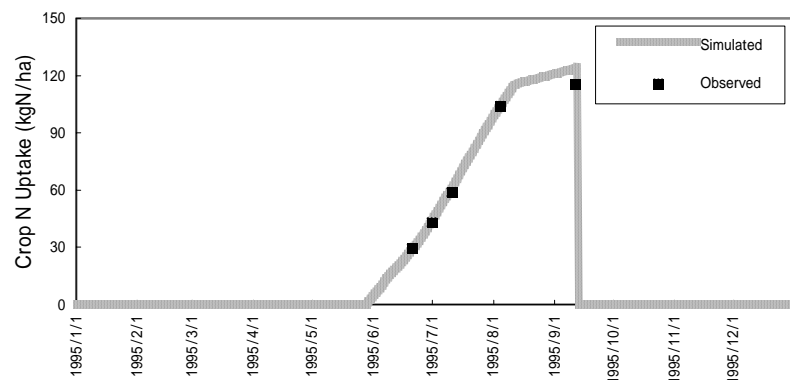


Fig.1 Accumulated crop N uptake for ando soil under paddy rice production in Aomori (Chemical fertilizer, 110kg N/ha)

推移を示す。これらの図から分かるように、モデルにより予測された栽培期間中の硝酸態窒素溶脱量と実測値には顕著な差が見られなかった。また別の黒ボク土壌において異なった肥料形態と施肥量でキャベツ栽培を行った調査データを参考にシミュレーションを行った。その実測値とシミュレーション結果を Table1 に示す。ネット無機化の実測値とシミュレーション値の差は小さくないが、他の項目は実測値とシミュレーション値は大差なかった。ネット無機化率については、想定された家畜糞堆肥の肥効率が実際と違うと思われること、使用した調査データにも欠測があることを考慮すると、一概にモデルの構造上の問題とは断定出来ない。このことも踏まえ、他の調査データを出るだけ多く収集し、シミュレーションを行い、その上でモデルの改良すべき点を考えていかなければならない。

独立行政法人農業工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード：環境負荷、硝酸態窒素溶脱、温室効果ガス

4. おわりに

DNDC モデルの日本の農耕地土壌への適合性を検討した。当初懸念されていたモデルの黒ボク土壌への適合性は多少問題点があるものの、作物による窒素吸収、硝酸態窒素溶脱量予測に関しては利用可能であることが分かった。しかしモデルを更に精度良く適合させるためには、実測値を用いた他の項目に対する更なる適合性の解明が必要であり、場合によってはモデル自体の改良を図る必要がある。

今回のモデル適合性の検証の結果を踏まえて、今後のモデルの適応性を抽出した。まずは、家畜糞尿などの有機性廃棄物を農地に還元した場合の環境負荷の解明である。家畜糞尿などを原料とした堆肥は昔から土作りに利用されてきたが、農作物の吸収量を大きく超えた施用は地下水の硝酸態窒素濃度の上昇などの環境負荷を引き起こし、また長期連用することにより栄養素が土壌中に蓄積することが報告されている（金森，1996）。

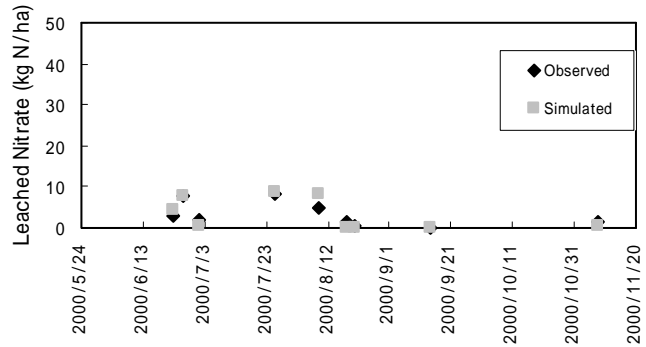


Fig.2 Leached nitrate for ando soil under sweet potato production in Kagoshima (Chemical Fertilizer, 80kg N/ha)

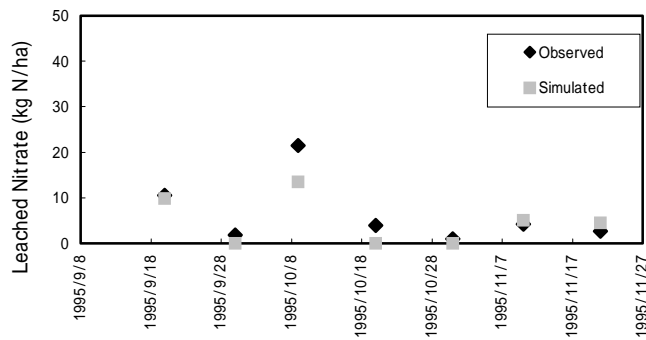


Fig.3 Leached nitrate for grey lowland soil under lettuce production in Kanagawa (Chemical fertilizer and farmyard manure, 256kg N/ha)

Table 1 N uptake, net mineralization, denitrification rate, & leached nitrate for ando soil under cabbage production in Kumamoto

	Total N Applied	N Uptake	Net Mineralization	Denitrification	Leached Nitrate
(Unit)	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha
Chem. Fertilizer Only (Observed)	400	360	84	16	115
Chem. Fertilizer Only (Simulated)	400	306	72	38	60
Farm Yard Manure Only (Observed)	498	229	173	56	30
Farm Yard Manure Only (Simulated)	498	187	329	55	68
Chem. & Manure (Observed)	898	417	194	81	277
Chem. & Manure (Simulated)	898	373	292	73	215

このモデルは長期にわたる作物栽培も取り扱うことが出来るため、家畜糞尿などの堆肥施用の際の最適量を予測するのに有効であると思われる。またこのモデルは水田への適応も可能と考えられるため、水田による窒素除去効果や水管理によるメタンガスなどの温室効果ガス発生制御効果の解明などにも利用可能と期待される。

参考文献

(1) Li C. 2000: Modeling trace gas emissions from agricultural ecosystems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 58, 259-276. (2) Stange F., Butterbach-Bahl K., Papen H., Zechmeister-Boltenstern S., and Aber J.: A process-oriented model of N₂O and NO emissions from forest soils: 2. Sensitivity Analysis and validation. *Journal of Geophysical Research*, 105 (D4), 4385-4398, 2000. (3) 澤本卓治, 日本の農耕地土壌からの温室効果ガス発生予測 - DNDC モデル適応の検討 -, 平成 14 年度(2002 年度)気象環境研究会, pp.77-88. (4) 金森哲夫, 環境保全型農業における土壌改良資材の開発・利用, 圃場と土壌, 第 328・329 号, pp.73-81, 1996.

[謝辞] 本報告のデータ収集にあたり、青森県農林総合研究センター環境保全部藤澤春樹氏、山口紀彦氏、齋藤雅人氏、鹿児島県農業試験場大隅支場土壌改良研究室古江広治氏、神奈川県農業総合研究所環境農政部農業振興課山田裕氏、同研究所農業環境部渡邊清二氏、熊本県農業研究センター生産環境研究所環境保全研究室柿内俊輔氏のご協力を得た。記して深謝の意を表す。