ＤＮＤＣモデルを用いたカバークロップによる硝酸態窒素溶脱量削減効果の検討
Using the DNDC Model to Examine the Influences of Cover Crops in Reduction of Nitrate Leaching

中川　陽子　　　凌　祥之
Yoko Nakagawa　　　Yoshiyuki Shinogi

１．はじめに

土壌由来の温室効果ガス発生量を予測するために開発されたDNDCモデル(De-Nitrification and Decomposition model）は、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、有用である。モデルの適合性は既に北米，欧州，中国で確認されているが（Li ら，1994）、日本の農耕地におけるモデルの適合性の確認した報告は未だ少ない。ここでは、鹿児島県農業試験場内で行われたライシメーター試験の結果を用いてシミュレーション条件を策定し、実測値とシミュレーション値を比較し、モデルの適合性を検討した。また、この条件で作物が栽培されていない期間中の硝酸態窒素溶脱量が年間溶脱量の約半分に達することから、カバークロップを栽培して裸地状態を避けることで、どの程度溶脱量を削減出来るかシミュレーションを行った。

２．方法

（１）モデルの適合性テスト

気象及び土壌条件，営農管理方法等のシミュレーションに必要なデータは、農業試験場のデータ、文献等を参考にした。入手出来なかったデータはモデルのデフォルト値を代用し，シミュレーション条件を策定した。得られた結果と実測値を比較し、モデルの適合性を検討した。

（２）カバークロップ栽培による硝酸態窒素溶脱抑制対策

キャベツ収穫後とサツマイモ植え付けを行う 20 日前の約 2 ヶ月間、アルファルファ、エン麦、ライ麦を栽培すると想定した。ａ）アルファルファは全量鋤込み、次作のサツマイモ用に施用される鶏ふん堆肥は、全量施用と無施用、ｂ）エン麦とライ麦は全量鋤込みと根以外は畑外に持ち出し、次作用の鶏糞堆肥は全量施用とし、毎年同じ条件で、10 年間のシミュレーションを行った。

３．結果と考察

（１）図１に、鹿児島県農業試験場大隅支場内黒ボク土壌におけるサツマイモ及びキャベツ栽培（鶏ふん堆肥単用区ライシメーター）からの硝酸態窒素溶脱量の推移を示す。図１から、本モデルが測定日毎の硝酸態窒素溶脱量を概ね予測可能なことが分かる。また、計算されたサツマイモ及びキャベツの窒素吸収量は、それぞれ 97kg/ha、141kg/ha と、実測値（それぞれ 91kg/ha、139kg/ha）と比べて殆ど合致していた。

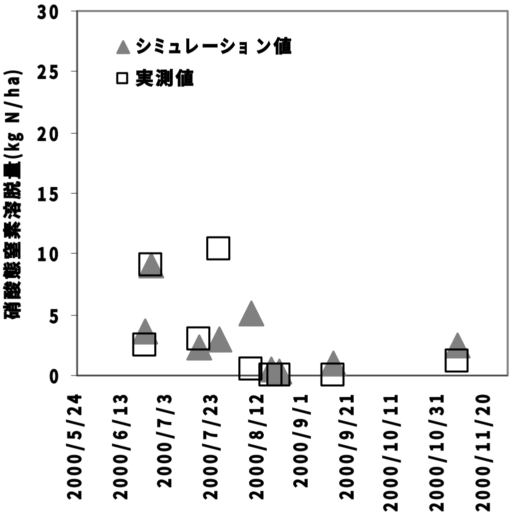

図１　鹿児島県農業試験場大隅支場黒ボク土壌鶏ふん堆肥施用区における硝酸態窒素溶脱量モデルシミュレーション値と実測値の比較.
Simulated and observed nitrate leaching from poultry manure applied Kuroboku soil at Osumi Branch, Kagoshima Prefectural Agricultural Experimental Station.

（２）カバークロップの栽培が、硝酸態窒素溶脱量にどのように影響を与えるかをシミュレーションした結果を図２に示す。また、硝酸態窒素溶脱量、作物の窒素吸収量、有機化量、無機化量、正味無機化量の差違を表１にまとめた。

アルファルファはCN 比が低く、鋤込み後に無機態窒素を多く放出するため、後作のサツマイモ用の堆肥施用を省略しても、後作の窒素吸収量が、アルファルファを栽培しない場合よりも増加した。また、年間溶脱量も 23%削減することが分かった。しかし、アルファルファを栽培後鋤込み、なおかつアルファルファを栽培しない場合と同様に堆肥を施用すると、裸地状態時よりも溶脱量が多くなるという結果を得た。このため、アルファルファのようにCN 比が低く、鋤込み後に無機態窒素を多く放出す

独立行政法人農業工学研究所　National Institute for　Rural Engineering
キーワード：モデル、硝酸態窒素、溶脱、環境保全型営農方法、カバークロップ

るものを利用する際は、後作用の肥料や堆肥の施用量を減らすか、または省略する必要がある。

エン麦とライ麦を栽培した場合、年間窒素溶脱量は何も栽培しない場合と比べそれぞれ 37%、42%に留り、次作のサツマイモの窒素吸収量はそれぞれ 15%、11%減少した。これは CN 比が比較的高いエン麦やライ麦は栽培後に鋤込むと、有機化が促進され、軽度の窒素飢餓が起こるためだと思われる。そこで、エン麦とライ麦栽培後は、根以外は持ち出されると想定しシミュレーションを行った。しかし、無機化量、有機化量共に低下し、有機化量は無機化量よりも顕著に低下したため、正味無機化量が増加し、土壌中の無機態窒素量が増加した。これに伴い、サツマイモの窒素吸収量が僅かながら増加したが、同時に窒素溶脱量も増加した。このため、CN 比が高いカバークロップを鋤込む際は、後作の窒素吸収量の低下、ひいては収量の低下に繋がる可能性もあり、その利用には注意が必要である。

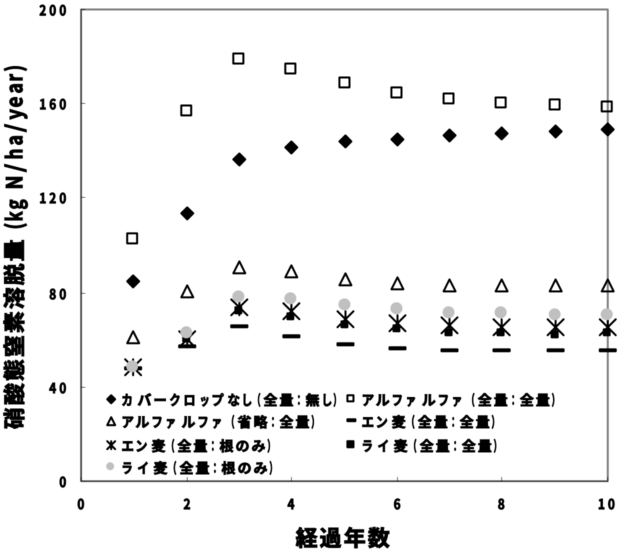

図2　カバークロップ栽培による硝酸態窒素溶脱抑制効果.
モデルによるシミュレーション (堆肥施用:カバークロップ鋤込み).
Simulated effects of cover crops on nitrate leaching
(Manure application: Cover crop incorporation).

表 1　カバークロップ栽培の作物による窒素吸収量、硝酸態窒素溶脱量、総有機化量、総無機化量、正味無機化量への影響.
モデルによるシミュレーション (10 年目). 単位は kg N/ha.
Simulated effects of cover crops on nitrate leaching, total assimilation and mineralization rates, and net mineralization rate (10th year).
Units are in kg N/ha.

	カバークロップ無し(堆肥:全量;カバークロップ鋤込み:無し)	アルファルファ(堆肥:全量;カバークロップ鋤込み:全量)	アルファルファ(堆肥:省略;カバークロップ鋤込み:全量)	エン麦(堆肥:全量;カバークロップ鋤込み:全量)	エン麦(堆肥:全量;カバークロップ鋤込み:根のみ)	ライ麦(堆肥:全量;カバークロップ鋤込み:全量)	ライ麦(堆肥:全量;カバークロップ鋤込み:根のみ)
N 吸収量 (カバークロップ)	0	94	94	64	67	62	62
N 吸収量 (サツマイモ)	100	107	107	86	91	89	92
N 吸収量 (キャベツ)	141	141	141	141	141	141	141
N 溶脱量 (カバークロップ)	18	15	10	10	12	11	12
N 溶脱量 (サツマイモ)	52	87	60	29	33	30	34
N 溶脱量 (キャベツ)	79	57	44	17	21	21	25
総 N 溶脱量 (年間)	149	159	114	55	65	62	71
総無機化量 (年間)	480	603	535	572	550	561	546
総有機化量 (年間)	277	497	455	486	431	456	419
正味無機化量 (年間)	202	107	80	86	119	105	128

４．おわりに

DNDC モデルの日本の農耕地土壌への適合性を、鹿児島県農業試験場内で行われたライシメーター試験の結果を参考に検討した。その結果、モデルが作物の窒素吸収量と硝酸態窒素溶脱量については適応可能であることが分かった。

カバークロップの栽培により、裸地状態の土壌からの硝酸態窒素溶脱量を削減するシミュレーションを行った。エン麦とライ麦のように CN 比が比較的高いものを栽培後鋤込むと、溶脱抑制効果は高いが、後作の窒素吸収量が低下する懸念がある。アルファルファのように CN 比が比較的低いものは、栽培後に鋤込むと土壌中の無機態窒素が増加し、CN 比が高いものと比べると溶脱抑制効果は低い。その一方で、後作の堆肥施用が省略可能で、また後作の窒素吸収増加の効果も期待出来る。これらの理由から、カバークロップの利用においては、用途と目的を十分考慮した上で、品種を選択し、栽培後に、鋤込みするか、または持ち出しをする等の処理方法を検討する必要がある。

引用文献

Li, C., Frolking, S., and Harriss, R. (1994), Modeling carbon biogeochemistry in agricultural soils, Global Biogeochemical Cycles, 8, 237-254.