

牛糞堆肥の肥効率は連用により 32 %まで高まり安定する

1. 成果の要約

埋設型ライシメータを用いた圃場試験と堆肥の培養実験結果に基づき堆肥由来窒素の土壤中動態モデルを作成した。牛糞堆肥を 10a あたり 2t 連用した結果を 30 年までモデル計算したところ、無機態窒素生成割合、つまり堆肥の肥効率は、連用 1 年目で 9%であったものが徐々に上昇し、連用 15 年程度で 32%に達して安定した。堆肥の一部は有機態として残存し、その値は土壤中窒素含有率として 0.09%に収斂する。

2. キーワード

窒素無機化, 窒素溶脱, 脱窒, 窒素動態モデル, 埋設型ライシメータ

3. 試験のねらい

堆肥などの有機質資材の施用は、肥料成分の供給と総合的な土壌環境の改善効果が認められる一方、肥効率が低く、その値は連用によって変化する。また、過剰な施用は窒素溶脱量を増加することが懸念される。しかし、これまでに有機質資材由来窒素の土壌内での動態を総合的に把握し、連用による肥効率や土壌環境への長期的な影響を具体的に示す知見はほとんどない。そこで、牛糞堆肥連用野菜畑での作物による窒素の吸収量と溶脱量を測定値ならびに堆肥の無機化特性測定値に基づき堆肥由来窒素動態モデルを作成し、直接的な測定が困難な有機化(同化)や脱窒速度などを予測し、牛糞堆肥施用畑地での窒素収支を総合的に把握する。

4. 試験方法

(1) 圃場試験による吸収量と溶脱量の測定

農試本場の畑圃場(表層多腐植質黒ボク土)に埋設型キャピラリーライシメータを設置し、平成 20 年からの 10 年間、牛糞堆肥を連用しながら野菜を栽培し、窒素の作物吸収量と溶脱量を測定した。堆肥施用量は、無施用、年間 10a 当たり 1t および 2t の 3 水準とした。

(2) 堆肥由来窒素動態モデルの作成

難分解性有機態窒素、易分解性有機態窒素および無機態窒素の 3 画分によって構成される動態モデルを作成した。洗浄培養法により測定した牛糞堆肥の窒素無機態窒素生成速度から反応速度論によって日単位の反応速度係数を算出し、さらに、圃場での地温測定値を用いて年単位の速度係数に変換し、モデルの反応速度係数とした(図-1)。

5. 試験結果および考察

圃場試験の結果、堆肥の連用量を 10a 当たり 1t から 2t に増加すると収量が増えるものの窒素溶脱量も増加することが示された(表-1)。

モデル計算による堆肥由来無機態生成量と有機態窒素残存量の推移は、圃場試験での実測値と同様の傾向を示し、モデルの確からしさが示された(図-2)。

牛糞堆肥 2t/10a 連用の結果を、モデルにより 30 年まで計算したところ、無機態窒素生成割合つまり堆肥の肥効率は、連用 1 年目で 9%であったものが徐々に上昇し、連用 15 年程度で 32%に達して安定することが示された。残りの 68%は脱窒すると推定された。さらに、堆肥の一部は有機態で残存し、その値は土壤中窒素含有率として 0.09%に収斂することが示された(図-3)。

(担当者 研究開発部 土壌環境研究室 人見良実*、吉泉裕基*、亀和田國彦)

* 現経営技術課

表-1 牛糞堆肥連用 10 年間の収量指数と窒素収支 kg/10a

処理区	収量指数	窒素収支					
		収入		支出			
		堆肥	土壌	作物吸収	溶脱	脱窒	有機態残存
牛糞堆肥 2t 連用区	0.80	281	107	112	68	120	88
牛糞堆肥 1t 連用区	0.57	146	78	81	35	62	46
無施用区	0.36	0	99	58	41	0	0

牛糞堆肥施用量は、年間 10a あたり 2t または 1t、化学肥料は無施用。

使用した牛糞堆肥の C/N は 15-16。

収量指数は、毎年の化学肥料基準量+堆肥 2t 区の収量に対する比の 10 年間平均値。供試作物は、白菜-とうもろこし-ブロッコリー-ほうれん草-キャベツ-白菜-レタス-ほうれん草-大根-大根。

堆肥、作物吸収および溶脱は測定値、他はモデル計算値。

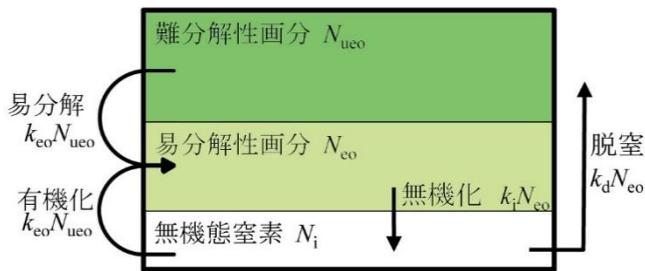


図-1 堆肥由来窒素動態モデル

k_{eo} は易分解化速度定数 0.25 y^{-1} 、 k_i は無機化速度定数 0.50 y^{-1} 、 k_d は脱窒速度定数 0.41 y^{-1} 。

堆肥中窒素は、難分解性有機態、易分解性有機態および無機態の 3 画分によって構成される。難分解性画分は易分解化が進行し、このとき等量の無機態窒素の同化(有機化)を伴う。易分解性画分の無機化によって無機態窒素が生成され、同時に、その際放出される電子によって無機態窒素の一部が脱窒される。

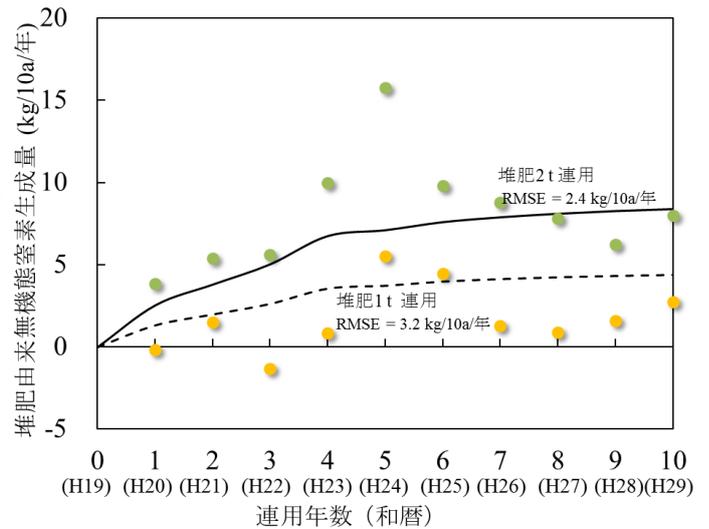


図-2 牛糞堆肥連用による堆肥由来の無機態窒素生成量実測値とモデル計算値の推移

ドットは実測値、実線はモデル計算値。

RMSE は、「二乗平均平方根誤差」で、回帰モデルの誤差を評価する指標。実測値とモデル計算値が近づくほど、小さくなる。

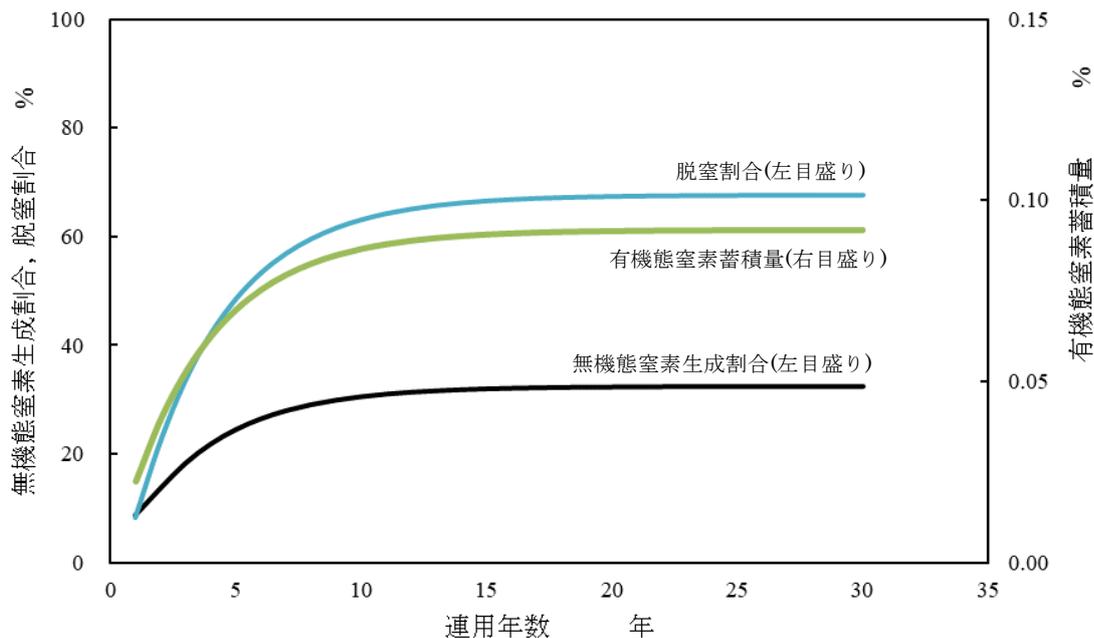


図-3 牛糞堆肥 2t/10a を 30 年間連用したモデル計算結果

無機態窒素生成割合は肥効率を示す。