

近赤外分光法による成分調整堆肥肥料成分の迅速測定技術

平川達也・梅田剛利・小山 太
(福岡県農業総合試験場)Tatsuya Hirakawa, Taketoshi Umeda and Futoshi Koyama :
Quick Prediction of a few Chemical Properties of Compost Pellets Blended of Dairy Cattle
by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy

近年、堆肥中心の施肥管理では有効肥料成分のバランスが悪いことから、農地への環境負荷が大きな問題になっており、現場では堆肥の肥料成分を迅速に測定することが必要となっている。そこで、窒素分を添加し成分を調整した堆肥の近赤外分光法による肥料成分迅速評価について検討した。

1. 材料および方法

1) 供試材料：乳牛モミガラ堆肥に8種類の成分調整資材を、混合割合を変えて成型した54点を用いた。

2) 分析成分：試料を乾燥粉碎した後の全窒素、リン酸 (P_2O_5)、加里 (K_2O) の3項目である。

3) 検量線の作成：0.5mmのメッシュを用いて粉碎した試料を、標準粉体セルに詰め、近赤外分析計 NIRSsystems 社の6500型を用いて、400~2500nmの範囲内で2nm毎にスペクトル測定した。得られた近赤外スペクトルは、2次微分処理後2種類の回帰分析法の結果を比較しながら多数の検量線を作成した。

4) 検量線の検定：作成した検量線は、検定用試料として19点を用いた。検量線の推定精度は、未知試料に対する標準誤差 (SEP) と推定精度の評価指数である EI 値 ($2 \times SEP / \text{幅} (\text{最大値} - \text{最小値}) \times 100$) を用いて比較した。

2. 結果および考察

今回、分析した成分調整堆肥は、乳牛モミガラ堆肥に比べ母集団のレンジを広くとることができた (第1表)。

第1表 成分調整堆肥の肥料成分含量

分析項目	最大	最小	平均±標準偏差	変動係数
全窒素	5.41	1.34	2.62±1.03	39.37
リン酸	5.90	1.09	2.43±1.14	46.92
加里	4.19	1.60	3.08±0.64	20.85

注) 単位：乾物中%。

MLR (線形重回帰分析) では3波長で精度の高い検量線を得ることができ、その内容を第2表に示した。全窒素・リン酸に関しては、EI値が8.2~13.8と判定が良かった。全窒素の第一波長は2193nmを選択した。窒素と関連の深い蛋白質の吸収波長が2180nmであることから、帰属は確認できた。無機物は官能基を持たず、関係の深い成分との相関から推定できるとの報告もあるが、固有の官能基に影響されない可能性も考慮し、変数として分数を採用した結果、リン酸では検定の相関係数0.968, SEPが0.306と精度の高い検量線を得ることができた。

第2表 成分調整堆肥肥料成分の検量線の作成結果

MLR ^{a)}	波長数	採用波長 ^{c)} (nm)			r ^{d)}	SEC ^{e)}
		1st	2nd	3rd		
全窒素	3	2193	1535	2110	0.976	0.236
リン酸	3	2144/2040		1820	0.939	0.393
加里	3	1168	1515	1806	0.807	0.414
PLSR ^{b)}		因子数 ^{f)}			r	SEC
全窒素	8				0.994	0.134
リン酸	5				0.875	0.581
加里	9				0.949	0.246

注) a) MLR: 線形重回帰分析。

b) PLSR: 部分最小2乗法による回帰分析。

c) 採用波長: 変数増加法で得られた検量線のうち最も精度の良い検量線の波長。

d) r: 相関係数。

e) SEC: 検量線の標準誤差。

f) 因子数: PLSRで最も精度の良い検量線の因子数。

PLSR (部分最小2乗法による回帰分析) では5~9のFactor (因子数) を選択することで、最も適合性が高くなり、EI値も11.8~26.7と精度の良好な検量線を得ることができた。加里に関しては、検量線の相関係数が0.949と高いにも関わらず、検定の相関係数が0.870と低くなったのは、各種要因によりFactorが増えすぎたことによる過剰適合であると思われる。

MLRとPLSRによる検量線の精度を比較すると、全窒素とリン酸ではMLRで作成したものが精度が高く、加里についてはPLSRによる検量線が精度が良かった。これら最も精度の高い検量線では、EI値が8.2~26.7と良好なことから、乳牛ふんモミガラ堆肥に成分調整資材を混合した堆肥についても、近赤外分光法により肥料成分の推定は可能であると判断された。ただし、成分調整資材の種類により測定精度は左右されるため、測定する環境に応じて検量線を作成する必要がある。

第3表 MLRおよびPLSRによる検量線の推定精度

	MLR			PLSR		
	r	SEP ^{a)}	EI ^{b)}	r	SEP	EI
全窒素	0.990	0.150	8.2	0.980	0.220	11.8
リン酸	0.968	0.306	13.8	0.910	0.510	23.1
加里	0.683	0.445	38.4	0.870	0.310	26.7

注) a) SEP: 予測標準誤差。

b) EI: 推定精度の評価指数 ($2 \times SEP / \text{幅} \times 100$)。