

（課題名）堆肥・土壌を安価迅速に測定できる装置とシステムの開発

（受託者）株式会社相馬光学

（統括責任者）浦 信夫（株式会社相馬光学 代表取締役）

（研究代表者）大倉 力（株式会社相馬光学 技師長）

## 1 試験研究の概要

### （1）試験研究の目的

環境規制として、平成16年10月より、家畜排せつ物の野積み・素掘りが禁止され、堆肥を投入する農地、販路を持たない畜産農家で堆肥保管場所・処理経費が問題となっており、堆肥の効果的運用が望まれている。

堆肥には、多投による、窒素過剰から、稲の倒伏や野菜の硝酸態窒素等の問題、堆肥の連年大量施用による環境汚染問題などがある上に、窒素飢餓、塩基バランスの悪化を発生することもある。更に、未熟な堆肥は環境、栽培に悪影響を及ぼし、悪臭が問題となる上に、未熟堆肥の施用は害虫を呼び寄せる。

これらの問題を避けるため、堆肥成分・腐熟度が計測・表示されていれば、正確な施肥設計が可能で、堆肥使用が促進され、農産物の品質が向上し、農薬の散布量を削減できる。しかし、そのためには大量の土壌・堆肥の分析が必要であるが、実際に可能な分析点数は数%以下である。分析割合の低さは分析時間と労力が主因である。また価格も高価であり、可給態窒素の測定は、費用が5,000円以上で、他項目と合せ1万円以上となる。このような現状から、低価格で、堆肥・土壌を分析できる技術の開発が求められている。このような要求に答えられる近赤外分光による測定装置の開発が試験研究の目的である。

### （2）試験研究の概要

低価格で、誰でも容易に使用できる、検量線を組み込んだ、堆肥・土壌専用の近赤外分光装置を開発する。下記4項目について試験研究を実施し、その結果として近赤外分光装置を新規開発した。

#### ①堆肥・土壌用近赤外分光装置開発

堆肥・土壌測定に必要な性能を吟味し、その性能を持った近赤外分光装置のハードウェアを開発する。

#### ②検量線開発

堆肥・土壌スペクトルから、その成分をどのようにして高い精度で算出するかを調査・検討・研究し、検量線を開発する。特に土壌成分については、精度を高くすることが従来困難であったため、SIMCAによる測定対象の分類を行うことにより精度の向上を試みる。

#### ③試料収集分析試験

堆肥・土壌の検量線を開発するにあたり、大量の堆肥・土壌サンプルと、化学分析により求めた成分値が必要である。本研究では、堆肥・土壌各々1000点以上のサンプルの収集と化学分析を実施し、検量線開発に供する。

#### ④装置維持管理システムの開発

近赤外分光装置は高いハードウェア性能を長期間にわたり維持しなければ、ならないが、それをどのように実現するかを検討した。



図1 試験研究の目的

## 2 成果の概要

(1) 堆肥・土壌用近赤外分光装置開発  
堆肥・土壌の測定に必要な近赤外分光装置ハードウェアに必要な仕様を事前測定に基づき解析的に検討し、表 1 に示す性能を開発目標とした。

表 1 開発する装置の目標仕様

装置仕様		
1	測定項目	拡散分光反射率
2	波長範囲	1200nm～2500nm
3	SN 比	50 $\mu$ ABS (0.01%)
4	波長分解能	20nm
5	光源	ハロゲンランプ
6	波長走査	パルスモータによる
7	照射ビーム	$\phi$ 3mm
8	試料位置	回転
10	波長走査時間	1 秒

平成 21 年度 H21 試作器により、分光器性能を確認した。測定には試料の測定位置を回転する必要があったため、その御試料回転機構を組みこみ H21～H22 モデルを製作し、堆肥・土壌の測定性能を確認した。この確認結果に基づき、H22～23 モデルを製作、最終性能を確認した上で、最終的な H23 商品モデルを製作した。開発した装置は、目標仕様を達成することができた。

開発した装置はコンピュータにより制御されるが、コンピュータの測定制御画面を図 3 に示す。測定されたスペクトルの右側に堆肥または土壌の成分が表示される。

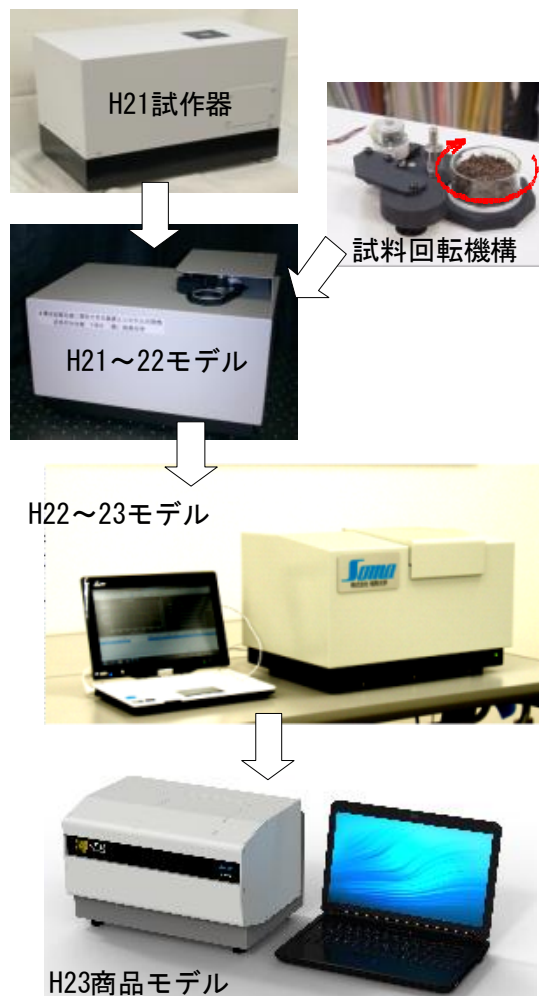


図 2 近赤外分光装置の開発

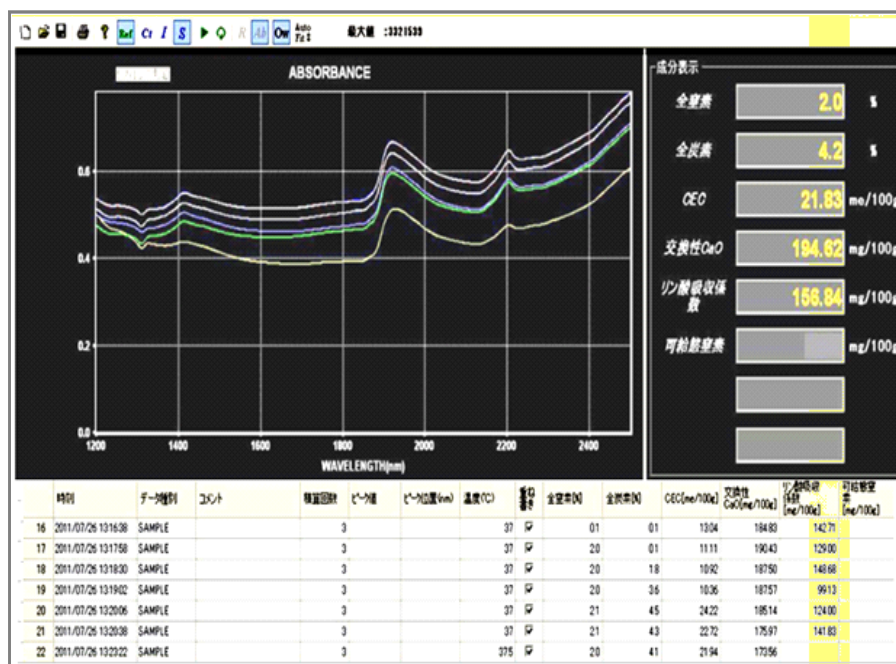


図 3 測定制御画面

開発された装置により測定された堆肥・土壌のスペクトルを図4に示す。

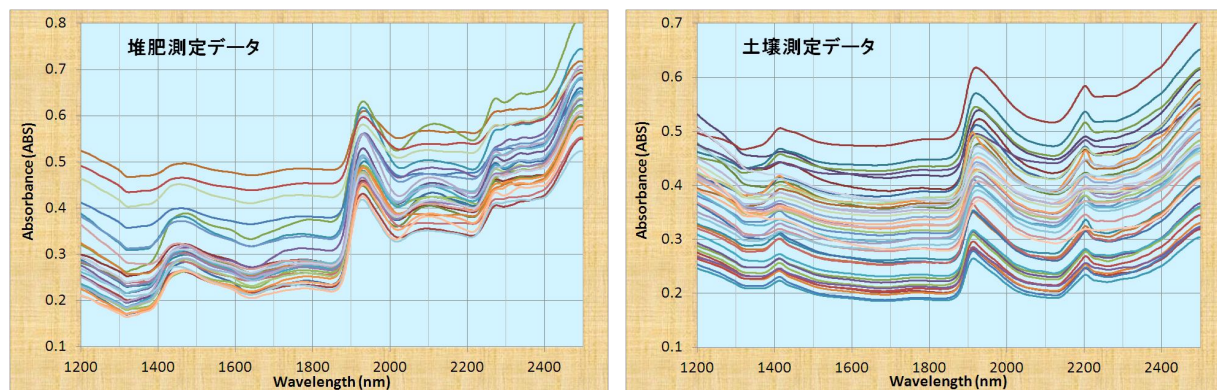


図4 開発した装置による測定結果 (左図-堆肥 右図-土壌)

このほか、波長精度、SN比においても当初目標通りの高い性能を単純な機構により得ることができ、十分堆肥・土壌の成分推定には十分な性能を持つ装置を開発することができた。

(2) 検量線

・堆肥

開発した装置による、堆肥測定性能を表2に、実際の成分値と推定値の散布図を図5に示す。施肥設計に十分な推定性能を幽していることがわかる。

表2 牛糞堆肥の推定性能

牛糞堆肥	相関係数 (R <sup>2</sup> )	誤差 SEP
全窒素	0.890	0.207
全炭素	0.826	3.976
AD-N	0.867	0.198
AD-OM	0.921	2.852

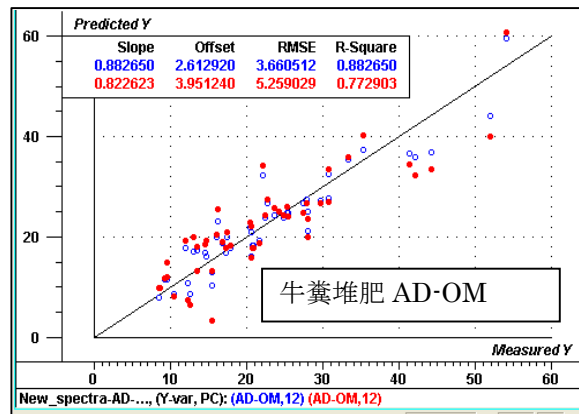
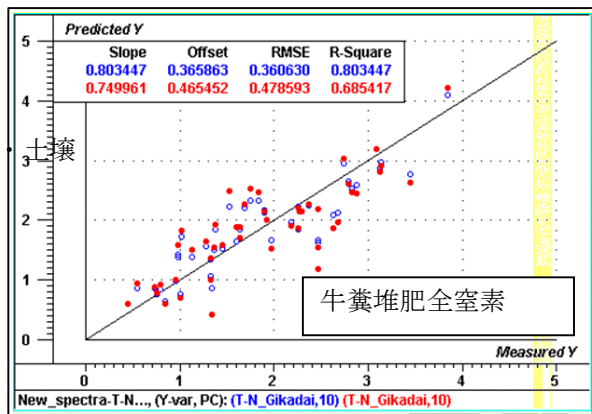


図5 堆肥成分の推定値 (左図-全窒素 右図-AD-OM)

・土壌

土壌については、表3に示す推定性能を得ることができた。真値と推定性能の散布図を図6に示す。

今後、検量線性能を更に強化し、多様な土壌を高い精度で推定可能なものとする。

表3 土壌成分推定性能(愛知県グライ土)

土壌	相関係数 (R <sup>2</sup> )	誤差 SEP
全窒素	0.937	0.011
全炭素	0.845	0.204
陽イオン交換容量	0.887	1.375
リン酸吸収係数	0.813	55.14
可給態窒素(湛水)	0.908	1.220
可給態窒素(畑)	0.843	1.028
トリオーグリン酸	0.760	2.776

### (3) 特許・学会発表・展示会

#### ・特許

本開発に係わる分光器光学系について下記特許を出願した。

出願番号 特願 2010-031548 出願日 平成 22 年 2 月 16 日  
発明の名称 走査型回折格子分光器 発明者 大倉 力  
出願人 株式会社 相馬光学

#### ・学会発表

学会名	発表者	発表タイトル	発表月日
第 14 回国際近赤外学会	大竹	Influence of X-leverage on Regression Result in Calibration Equation Development	H21/11/12
2010 国際拡散反射学会	大倉	How to design a NIR Spectrometer for a special purpose	H22/8/3
2010 第二回 アジア近赤外学会	大倉	The Influence of Instrumentation on NIR Spectral Waveforms	H22/10/17
2010 第二回 アジア近赤外学会	大竹	More Attention on Spectral Information in Calibration Sample Selection	H22/10/16
2010 国際拡散反射学会	大竹	Influence of X-leverage on Spectral Pre-treatment	H22/8
H22 近赤外フォーラム	朴 他	低価格高性能な近赤外法装置の開発	H22/12/2
2011 日本土壤肥料学会	大竹他	近赤外分光法で、堆肥・土壌の成分を測定する - 複数検量式への振り分けを可能にする手法と安価なシステムの紹介	H23/8

### 3 成果を踏まえた今後の事業化の見通しについて

土壌の検量線については、今後、強化する必要があるが、堆肥については、現時点で十分な性能が得られているので、7月をめぐりに販売を開始する。土壌の検量線は、11月には完成し、その後販売開始予定である。

販売については、この分野で日本最大の規模を誇る、富士平工業(株)の協力を得られることとなり、打合せ進行中である。年内には、予定どおり、10台前後を販売予定であり、計画通りの納付を予定している。

### 4 問い合わせ先

株式会社相馬光学 浦 信夫

TEL : 042-597-3256

FAX : 042-597-3208

e-mail address : [n-ura@somaopt.co.jp](mailto:n-ura@somaopt.co.jp)

URL : <http://www.somaopt.co.jp/>