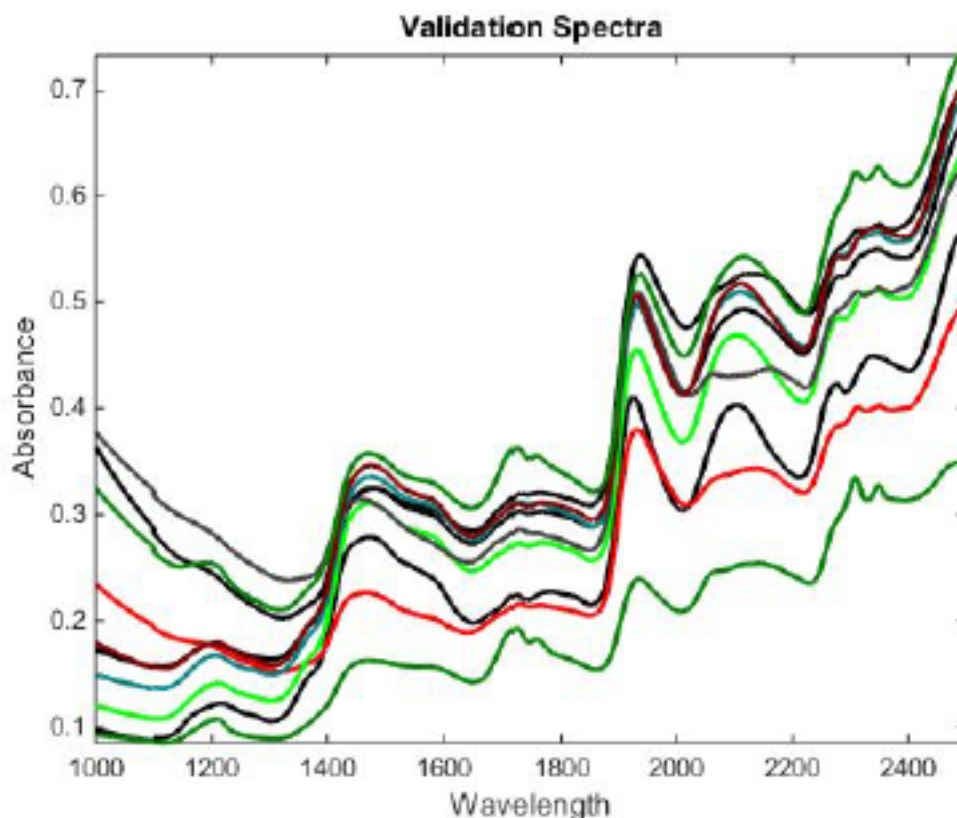


バイオガス生成におけるメタンポテンシャル (BMP, Biochemical Methane Potential) の近赤外分光法 (NIRS) を用いた短時間測定



このアプリケーションノートでは、メトローム社製近赤外分析計 DS2500 アナライザと検量モデル FlashBMP® (Ondalys 社) を組み合わせた近赤外分光法 (NIRS) を用いることで、嫌気性発酵から得られるさまざまな原料のメタンガス発生量 (BMP) の分析時間を短縮して、効率性が向上することを示します。従来の分析方法とは対照的に、NIRS は数分以内に BMP 値を分析できるため、メタン発酵プロセスを最適化するための分析手法となります。

はじめに

メタンは、廃棄物の嫌気性発酵によって生成されるバイオガスの主成分です。その生成量を示すメタンポテンシャル (BMP, Biochemical Methane Potential) は工程を管理して、収率を増加させるための重要なパラメータです。従来の BMP 試験法は、発酵プロセスに直接的な相関のある炭水化物、タンパク質、脂質、繊維などの有機物組成から分析します。しかし、この方法は30～40日と非常に長い時間を必要とするため、工程の管理ツールとしては適していません。対照的に、NIRS はバイオガス製造に用いられる原料からメタン収率を分析できるため短時間での分析が可能となります。Ondalys 社が提供する検量モデル FlashBMP® と NIR 分析計を組み合わせることにより、試薬を一切使用せずに1分以内で、原料の BMP 値を測定することができます。

表1 使用した装置

装置	製品番号
NIRS DS2500 アナライザ	2.922.0010
NIRS DS2500 サンプルカップ	6.7425.100
Vision Air ソフトウェア	6.6072.111
Flash BMP キャリブレーションモデル	(by Ondalys)



図1 NIRSDS2500アナライザの測定風景

実験内容

検量モデル FlashBMP® は、Ondalys、Veolia、および INRA-LBE と共同で作成され、約500サンプルの NIR スペクトルから作成されています。サンプルセットには、農産工業廃棄物、生物系廃棄物、エネルギー作物、農作物残留物、脂肪含有の廃棄物、植物および野菜、農産工業用スラッジ、下水汚泥および消化液が含まれています。検量モデル開発の基準となる BMP のリファレンス値の求め方は Angelidaki ら (2009) によって詳細が示されています。

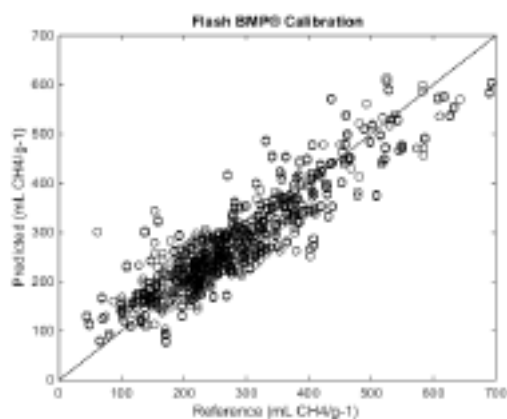


図2 検量モデル Flash BMP® の相関プロット

表2 検量モデル Flash BMP® の詳細

サンプル数	約500
レンジ	20 - 700 mL CH ₄ ·g ⁻¹ VS
検量線モデル精度	15-20 (% deviation)
サンプル	<ul style="list-style-type: none"> • 植物の廃棄物 • 農業廃棄物 • エネルギー作物 • 農産工業廃棄物 • 固形廃棄物 • スラッジ

このアプリケーションノートでは、検量モデル Flash BMP® の精度を検証するために、BMP 値が209～443mL CH₄·g⁻¹ VS の10種類の異なる原料サンプルを使用しました。原料サンプルは凍結乾燥した後に粉碎して測定しました。この処理をすることで測定サンプルの均質性が向上し、より精度の高い結果が得られます。NIR 測定には、メトローム社製 DS2500アナライザを使用して BMP 値を測定しました。

BMP のリファレンス値と NIR 予測値を Tab.4に示します。検証の結果、NIRS の予測精度とリファレンス値の精度は同等でした。SEP (Standard Error of Prediction) は14.3 mL CH₄·g⁻¹ VSであり、RMSD (Root Mean Squared of Standard Deviation) は14.8 mL CH₄·g⁻¹ VSで、10サンプルの標準偏差は、0.5～8.8%でした。したがって、この検証結果は BMP 値測定における NIRS の有効性を示しています。

表3 検証用サンプル

サンプル名	原料タイプ
S0370	肥料
S0380	花
S0388	肥料
S0390	モロコシ
S0391	エネルギー作物
S0393	小麦
S0394	肥料
S0401	小麦、モロコシ、キビ
S0413	ひまわり
S0419	脂肪

図4 BMP のリファレンス値と NIR 予測値の比較

サンプル	リファレンス値	NIR 予測値	%偏差
S0370	228	229	0.5
S0380	303	306	1.0
S0388	216	197	8.8
S0390	291	283	2.8
S0391	296	283	4.4
S0393	334	309	7.5
S0394	209	196	6.3
S0401	259	274	5.8
S0413	304	288	5.3
S0419	443	460	3.9

結果

検証サンプルのスペクトルを図3に示します。

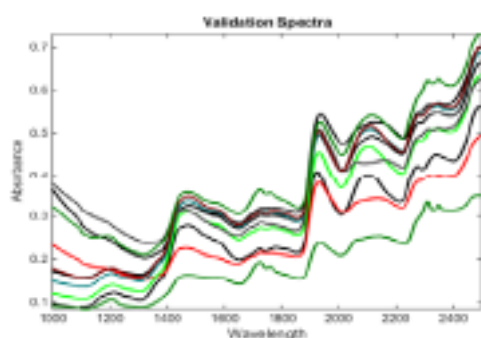


図3 検証サンプルの NIR スペクトル

結論

このアプリケーションノートでは、バイオガスプラントでの様々な原料の BMP 値評価における近赤外分光法 (NIRS) の有効性を示しました。メトローム社製 DS2500 アナライザと Ondalys 社が提供する検量モデル Flash BMP® を組み合わせることで、機器導入直後から化学薬品を一切使用せずに BMP の短時間分析が可能となります。この結果は、従来の分析方法よりも操作が簡単で、はるかに短時間の測定が実現可能となります。



本社 〒143-0006
東京都大田区平和島 6-1-1
東京流通センター アネックス 9F
TEL 03-4571-1745 (スペクトロスコピー部)
FAX 03-3766-2080
大阪支店 〒541-0047
大阪市中央区淡路町 3-1-9
淡路町ダイビル 5 階 502C
TEL 050-4561-3140 FAX 06-6232-2312
e-mail metrohm.jp@metrohm.jp