

ユーザーベネフィット

- ◆ 土壤抽出液中の全有機体炭素 (TOC) および全窒素 (TN) を同時にかつ迅速に測定できます。
- ◆ 装置の自動希釈機能を用いることにより、土壤抽出液中の塩分による装置への影響を低減することが可能です。
- ◆ オートサンプラー-ASI-Lを用いることにより、多検体を自動測定することができます。

■はじめに

土壌中の有機体炭素は、微生物の活動により分解され、地中から大気中にCO<sub>2</sub>として放出されます。現在、土壤炭素貯留やカーボンファーミングなど多くの研究機関の取り組みでは、土壌中の有機体炭素の分解に影響をあたえる土壤微生物の活動が着目されています。土壤微生物の活性や土壤炭素動態を反映する指標の一つである土壤微生物バイオマス炭素は、土壤微生物分野で重要な研究対象となっています。

クロロホルム燻蒸-抽出法<sup>1)</sup>は土壌のバイオマスを定量する方法の一つです。他の方法と比較した場合、土壌性質と微生物種類による影響が少ないことから、信頼性および再現性に優れています。この方法で調製された溶液試料を、島津全有機体炭素計TOC-Lで測定し、土壌からの炭素抽出率による補正計算を行うと、土壤微生物バイオマス炭素 (Microbial Biomass Carbon : MBC) の情報を得ることができます。また、全窒素ユニット (TNM-L) を付加すれば、土壤微生物バイオマス窒素 (Microbial Biomass Nitrogen : MBN) の情報も同時に得られます。

今回は、島津全有機体炭素計TOC-Lによる、クロロホルム燻蒸-抽出法を用いた土壤MBCとMBNの測定をご紹介します。

■測定試料

表1に示すように二つ異なる場所から表層土と次表層土 (土壤表面から深さが異なる土) を採取し、それぞれについて、クロロホルム燻蒸処理の有無で2種類の試料を準備しました。

クロロホルム燻蒸処理では、クロロホルム雰囲気としたデシケーター内に土壤サンプルを24時間置き、処理しました。これにより微生物の細胞壁が破壊され、バイオマス成分が抽出されやすくなります。燻蒸処理後、土壌中に残留するクロロホルムを除去しました。

その後、クロロホルム燻蒸処理ありの土壤 (F) と処理なしの土壤 (NF) を0.5Mの硫酸カリウム (87 g/L相当) で抽出しました。測定試料中に塩類が多く含まれると触媒や燃焼管の劣化が早まるため、抽出液を純水で5倍に希釈し測定溶液としました。

なお、TOC-Lは、自動希釈機能を備えており、手間をかけずに希釈操作を自動化することも可能です。

表1 土壤試料

試料名	クロロホルム燻蒸処理 (F:あり、NF:なし)	試料名	クロロホルム燻蒸処理 (F:あり、NF:なし)
場所① 表層土	F	場所② 表層土	F
	NF		NF
場所① 次表層土	F	場所② 次表層土	F
	NF		NF

■分析方法

分析には、全有機体炭素計TOC-Lに全窒素ユニットTNM-Lを付加したシステムを用いました (図1)。測定条件を表2に示します。

TOC測定には不揮発性有機体炭素 (Non-Purgeable Organic Carbon : NPOC) 法を使用しました。NPOC法は酸添加により試料を酸性化し、通気処理で無機体炭素 (IC) を除去してから、全炭素 (TC) = TOCとして測定します。TN測定は、TOC測定とともに同時に測定しました。

分析計の校正として、TC測定は0と50 mgC/Lのフタル酸水素カリウム水溶液を使用し、TN測定は0と10 mgN/Lの硝酸カリウム水溶液を使用して検量線を作成しました。検量線は、標準液の調製に用いた純水に含まれるTOCとTN成分を補正するために、原点移動を行いました。

それぞれの土壤試料に対して、その燻蒸処理ありとなしの測定値の差からMBCとMBNを求めました。



図1 全有機体炭素計TOC-Lと全窒素ユニットTNM-Lのシステム  
①オートサンプラー-ASI-L、②全窒素ユニットTNM-L  
③全有機体炭素計TOC-L

表2 測定条件

分析計	全有機体炭素計TOC-L <sub>CPH</sub> +全窒素ユニットTNM-L
触媒	TOC/TN触媒
測定項目	NPOC (酸性化通気処理によるTOC) TN
注入量	40 μL
希釈倍率	5倍
オプション	オートサンプラー-ASI-L
検量線	TC : 0-50 mgC/Lフタル酸水素カリウム水溶液による2点検量線 TN : 0-10 mgN/L硝酸カリウム水溶液による2点検量線

## ■測定結果

土壌抽出液中のTOC濃度と校正係数を用いて換算し得られたMBC濃度を表3に示し、TN濃度とMBN濃度を表4に示します。TOCとTN濃度は測定値に希釈倍率5を乗じ、抽出液原液中の濃度を示します。校正係数 $k_{EC}$ と $k_{EN}$ (は、文献<sup>2,3)</sup>を参照し、よく使われている校正係数として $k_{EC}=0.45$ と $k_{EN}=0.54$ を採用しました。

表3 土壌試料のTOC測定結果

試料名	TOC <sub>F</sub> 濃度 <sup>*1</sup> [mgC/L]	TOC <sub>NF</sub> 濃度 <sup>*2</sup> [mgC/L]	MBC濃度 <sup>*3</sup> [mgC/L]
場所① 表層土	126	48.4	172
場所① 次表層土	74.6	50.3	54.0
場所② 表層土	148	48.5	221
場所② 次表層土	80.9	48.9	71.0

表4 土壌試料のTN測定結果

試料名	TN <sub>F</sub> 濃度 <sup>*1</sup> [mgN/L]	TN <sub>NF</sub> 濃度 <sup>*2</sup> [mgN/L]	MBN濃度 <sup>*3</sup> [mgN/L]
場所① 表層土	21.4	10.7	19.9
場所① 次表層土	5.31	3.23	3.84
場所② 表層土	30.3	15.4	27.5
場所② 次表層土	6.21	3.78	4.50

\*1 TOC<sub>F</sub>、TN<sub>F</sub>：燻蒸処理ありのTOC濃度、TN濃度

\*2 TOC<sub>NF</sub>、TN<sub>NF</sub>：燻蒸処理なしのTOC濃度、TN濃度

\*3  $MBC = (TOC_F - TOC_{NF}) / k_{EC}$   
 $MBN = (TN_F - TN_{NF}) / k_{EN}$

表層土のMBCとMBNはいずれの場所でも、次表層土より濃度が高いという傾向がみられています。この結果は、土壌表層土の微生物活性が高いという知見と一致しています。

測定データの一例を図2と図3に示します。繰り返し精度はいずれも良好でした。

今回の結果から、全有機体炭素計TOC-Lと全窒素ユニットTNM-Lのシステムは、土壌中のMBCとMBN測定に対応できることがわかりました。

## ■まとめ

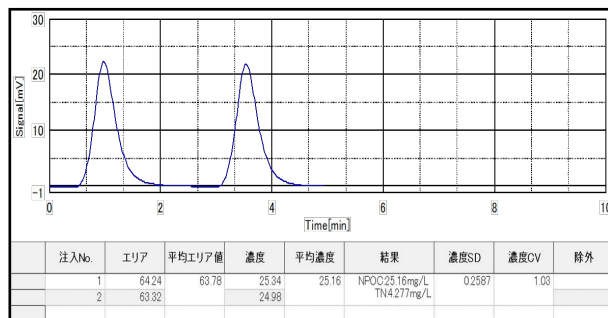
本稿では、全有機体炭素計TOC-Lと全窒素ユニットTNM-Lのシステムが土壌MBCとMBNの測定に適していることを確認しました。オートサンプラーASI-Lを用いれば多検体を自動測定することができ、分析効率の向上に貢献できます。

塩分濃度が高い硫酸カリウムの土壌抽出液に対して、装置の自動希釈機能を使用すれば、手間をかけずに塩類による触媒や燃焼管の劣化を軽減することができます。なお、触媒寿命を延ばすために、オプションの高塩試料用燃焼管キットの使用も有効です。

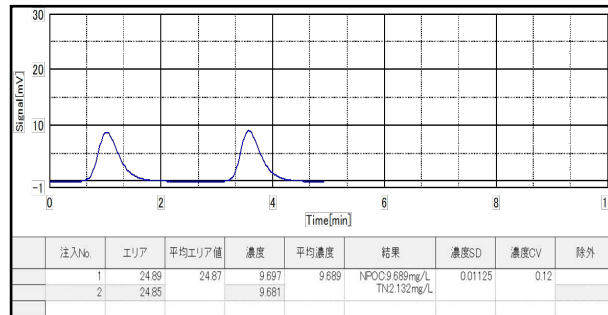
このように全有機体炭素計TOC-Lと全窒素ユニットTNM-Lのシステムは土壌微生物バイオマス炭素・窒素の測定に役立つことが期待されます。

<謝辞>

本アプリケーションの作成にあたり京都大学農学研究所土壌学研究室舟川 晋也教授、柴田 誠助教、Zixiao Wang様には、試料のご提供など多大なご協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

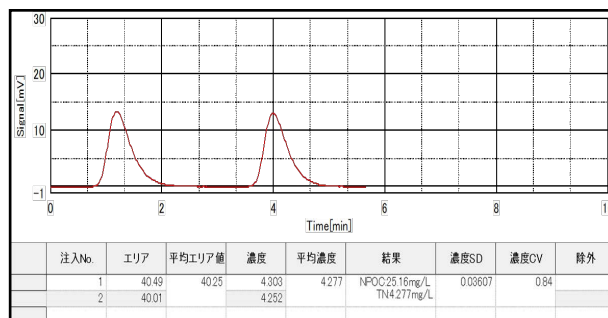


(a) 場所① 表層土 燻蒸処理あり (F) TOC

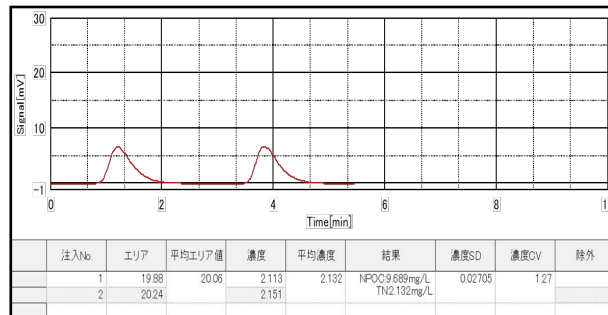


(b) 場所① 表層土 燻蒸処理なし (NF) TOC

図2 場所① 表層土のTOC測定データ



(a) 場所① 表層土 燻蒸処理あり (F) TN



(b) 場所① 表層土 燻蒸処理なし (NF) TN

図3 場所① 表層土のTN測定データ

<参考文献>

- 1) E.D. Vance, P.C. Brookes, D.S. Jenkinson(1987), An extraction method for measuring soil microbial biomass C, Soil Biology and Biochemistry, 19(6), 703-707.
- 2) Rainer Georg Joergensen(1996), The fumigation-extraction method to estimate soil microbial biomass: Calibration of the  $k_{EC}$  value, Soil Biology and Biochemistry, 28(1), 25-31.
- 3) Rainer Georg Joergensen, Torsten Mueller(1996), The fumigation-extraction method to estimate soil microbial biomass: Calibration of the  $k_{EN}$  value, Soil Biology and Biochemistry, 28(1), 33-37.

＞ アンケート

**関連製品** 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。



＞ TOC-Lシリーズ（燃  
焼触媒酸化方式）  
全有機体炭素計

## 関連分野

＞ 環境

＞ 土壌

＞ 微生物

＞ 価格お問い合わせ

＞ 製品お問い合わせ

＞ 技術お問い合わせ

＞ その他お問い合わせ