

土壤中腐植物質の簡易測定方法の開発

田島 創・木村紀久*・山本亮一**・五十嵐 昭**・麦島 昌***

Development of the On-the-spot analyzer for the Humic acid in the Soils

So TAJIMA, Norihisa KIMURA, Ryoichi YAMAMOTO, Akira IGARASHI and Syo MUGISHIMA

土壤中腐植物質は、土壤の性質や肥沃度を決定する重要な物質である。本研究では、土壤から抽出された腐植の吸光度から腐植量を測定できる簡易的土壤分析器を開発した。腐植量に対する土壤の全窒素量と陽イオン交換容量(CEC)の関連についても検討した。

キーワード：腐植物質、土壤分析器、陽イオン交換容量

Humic acid in the soil is important substance for determine the soil fertility and properties. We have developed on-the-spot soil analyzer determining the humic acid in the soil. And we have also investigated the relationship between humic acid and nitrogen contained and cation exchange capacity (CEC) of the soils.

Keywords : humic acid、soil analyzer、cation exchange capacity

1 まえがき

土壤を構成する物質である土壤中の有機物は、その土壤の性質や植物の成長に影響をあたえる重要な物質である。腐植物質は、土壤中の有機物が微生物などによる分解を受け、その分解産物から化学的あるいは生物的に合成された物質であり¹⁾、土壤有機物の大半はこの腐植物質とされている。腐植物質は、アルカリと酸に対する溶解性から、腐植酸、フルボ酸、そして、ヒューミンの3画分に分けられる。腐植酸のモデル構造²⁾を図1に示す。図1のように腐植酸の複雑な構造の末端には、カルボキシル基(-COOH)や水酸基(-OH)が存在しており、土壤中での水の保持やpHに対する緩衝作用、更には化合物中の電荷の偏りによるイオン保持作用などを示す。

野菜の生産現場において、腐植酸の土壤中含有量を知ることが重要だと考えられるが、生産現場において測定できる簡易的な分析装置を確認することができなかった。本研究では、腐植酸を野菜の生産現場において定量的

に分析できる簡易的分析装置を開発することを目的とし、研究を行った。

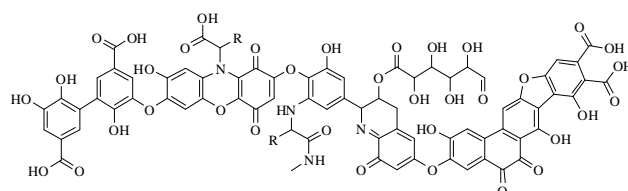


図1 腐植酸のモデル構造²⁾

2 方法

2.1 実験

2.2.1 材料

土壤は、日本国内の圃場から採取した黒ボク土、赤色土、そして、黄色土³⁾など、10種を用いた。水は純水を用いた。分析に用いた化学物質は、純度の高いものを精製することなく使用した。

2.2.2 装置

土壤から抽出した腐植量の測定及び陽イオン交換容量(CEC)の測定には、全農型土壤分析器(富士平工業社:ZA-II)を用いた。生産現場で利用できる土壤分析器として、簡易型土壤分析器(土づくり推進機構社:M0-01)を利用し

環境・省エネ係 *バイオ食品係 **材料技術係
***合同会社土づくり推進機構

た。抽出した腐植の紫外-可視吸収スペクトル測定には、分光光度計（島津製作所社:UV-2400PC）を利用した。

3 結果及び考察

3.1 土壤中腐植の吸収スペクトル

本研究で用いた土壌の土質、栽培方法、そして、pH を表 1 に示す。本研究の実証対象である土壌分析器は、特に限定するもので

表 1 実験に用いた土壌

No.	土壌	栽培方法	pH
1	粘土質	有機栽培	7.0
2	粘土質	有機栽培	7.5
3	黒ボク火山灰土	慣行栽培	7.1
4	黒ボク火山灰土	有機栽培	6.9
5	砂状土	有機栽培	6.8
6	赤色土	無機栽培	4.4
7	資材粉	-	8.6
8	黒ボク火山灰土	有機栽培	6.7
9	火山灰土	無肥料栽培	6.0
10	黒ボク火山灰土	特別栽培	7.5

はないが、主に有機的野菜生産現場を対象としている。本研究においても、有機栽培を行っている土壌を中心に、慣行栽培や無機肥料による栽培を行っている土壌、更に、腐植を多く含む腐植資材を測定対象とした。

No. 4 黒ボク土と No.5 砂状土から、熊田法により抽出された腐植のアルカリ水溶液中の吸収スペクトルを図 2 に示す。吸収スペクトル

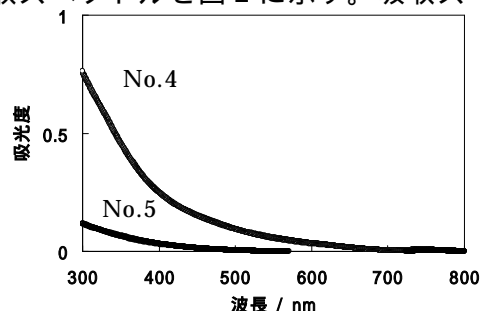


図 2 腐植のアルカリ水溶液中の吸収スペクトル

ル測定の結果から、No.4 黒ボク土から抽出さ

れた腐植は、長波長側で 700 nm 付近の光まで吸収することがわかった。一方、砂状土である No.5 の土壌は、450 nm 付近の光までしか吸収しなかった。また、吸光度は、No.4 黒ボク土が No.5 砂状土に比べ高くなった。これらの結果から、No.4 黒ボク土から抽出される腐植量は、No.5 から抽出される腐植量より多く、抽出される腐植の構造は、共役が長くなっている事が推測された。土壌中の腐植は、有機物が微生物により分解され、その後合成過程などを経て生成するとされている¹⁾。一方で、生成される腐植も更に微生物などによる分解を受けることから、No.5 砂状土では No.4 の黒ボク土に比べ、有機物からの腐植の生成過程が生じづらくなっているか、もしくは生成した腐植が微生物などにより二酸化炭素や水等に分解され、共役系が短くなっていることが示唆される。

3.2 土壤中腐植量と全窒素量

土壤中腐植は、微生物によるその生成過程において、窒素を固定化することが知られている¹⁾。図 2 に吸収を与えた、土壌から抽出された物質が腐植であることを確認するため、土壌に含まれる全窒素量をケルダール法により測定し、熊田法により測定した腐植量との相関を調べた。測定結果を表 2 に、腐植量に対する全窒素量を図 3 にそれぞれ示す。これらの結果から、少なくとも腐植量 3.5wt%以下の土壌では、土壤中腐植量が増すに従って全窒素量が多くなる傾向にあることが分かった。

表 2 土壌中の腐植量、全窒素量、そして CEC 量

No.	土壌	腐植量 wt%	全窒素量 wt%	CEC me/100g土壌
1	粘土質	1.9	0.25	17.6
2	粘土質	1.49	0.22	19.0
3	黒ボク火山灰土	1.21	0.39	17.8
4	黒ボク火山灰土	2.19	0.30	21.2
5	砂状土	0.52	0.07	8.8
6	赤色土	1.41	0.06	12.8
7	資材粉	4.73	0.39	14.0
8	黒ボク火山灰土	3.30	0.42	23.9
9	火山灰土	1.59	0.25	12.2
10	黒ボク火山灰土	1.01	0.07	10.9

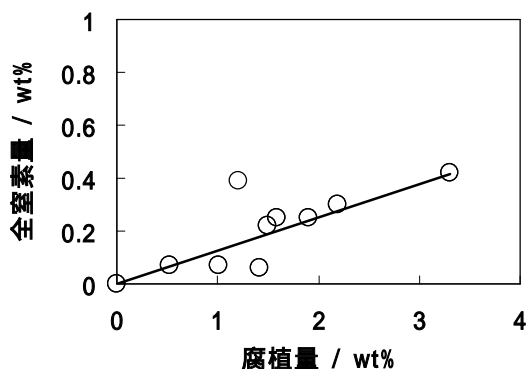


図3 腐植量に対する全窒素量 図中の直線は最小自乗法により近似した結果

No.3 黒ボク火山灰土を採取した圃場では、無機資材の投入量が多いことが確認されたため、No.3を除いた、腐植量に対する全窒素量の最小自乗法による近似は、相関係数が0.86であり、良い相関を示すことが分かった。

3.3 土壤中腐植量とCEC値

トンプソンら¹⁾や八槇ら⁴⁾による実験などから、土壌の重要な性質の一つである養分吸収機能について報告がなされている。

施肥した養分を土壌がどの程度保持できるかの指標となる陽イオン交換容量(CEC)は、施肥量を決定するために重要な指標とされる。しかし、その測定方法は煩雑であり、生産現場においてCECを測定することはできなかった⁴⁾。

粘土を構成する微粒子の無機材や腐植が土壌に電荷を持たせることが知られている。土壌が持つマイナスの電荷は、陽イオンを引きつけ、これを土壌内にとどめるとされる。本研究では、土壌のCEC値を式1で表されると仮定し、腐植量とCEC値の相関を調べることにした。

$$\text{CEC 値} = \text{CEC}_{\text{in}}[\text{無機電荷}] + \text{CEC}_{\text{org}}[\text{腐植量}]$$

式1

ここで、 $\text{CEC}_{\text{in}}[\text{無機電荷}]$ は、無機質が持つCEC値を表す。 CEC_{org} は、腐植によるCEC値である。腐植量に対しCEC値をプロットすることにより直線関係が得られるならば、直線の傾きから CEC_{org} が、切片から

$\text{CEC}_{\text{in}}[\text{無機電荷}]$ がそれぞれ見積もられると考え、実験結果を解析した。表2及び図4に腐植量に対するCEC値を示す。この結果から得られた腐植量とCEC値の直線関係から、本研究で用いた土壌については、 $\text{CEC}_{\text{in}}[\text{無機電荷}] = 7.2 \text{ me}/100\text{g 土壌}$ 、 $\text{CEC}_{\text{org}} = 5.4 \text{ me}/100\text{g 土壌}/\text{wt}\%$ を得る事ができた。

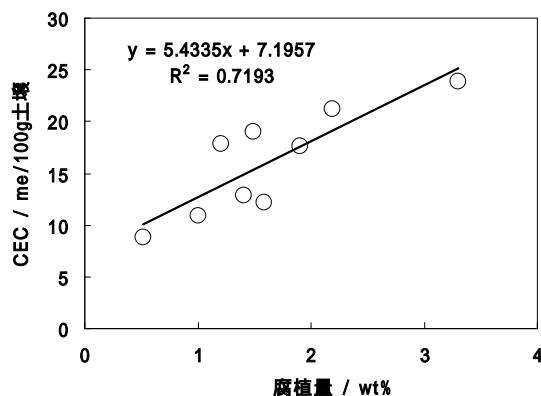


図4 腐植量に対するCEC値

本研究で用いた土壌の数は10点程度であり、また、数値にバラツキもあるが、少なくとも腐植量が増えるとCEC値が増加する傾向(相関係数0.72)にあることが分かった。

これらの結果を基に、腐植の測定方法の仕様を作成し、野菜生産現場において土壌の腐植量を測定できる土壌分析器の開発を行った。

4 まとめ

土壌の肥沃度の指標とされる腐植の簡易的な測定装置を開発した。測定された腐植量と土壌が含む全窒素量、陽イオン交換容量の関係について、検討を行った。今後は、試料数を増やし、開発された測定装置の精度の向上を目指したい。

文献

- 1) 松中照夫: 土壌学の基礎、農文協、(2003) .
- 2) G.R.Aiken et. al. : Humic substances in soil, sediment and water-geochemistry, Wiley, New York: (1985) .
- 3) 農耕地土壌分類委員会: 農耕地土壌分類第3次改訂版、(1995) .
- 4) 八槇 敦、安西徹郎、日本土壌肥料学雑誌、72、(2001)、679 .