

ノ ー ト

土壤塩基置換容量の簡易測定法

武藤和夫・桜井一男^{*}・伊藤明治

A Simplified Method for Determination of Cation Exchange Capacity (CEC) of Soils

Kazuo MUTO, Kazuo SAKURAI and Akiharu ITO

I 緒 言

土壤の塩基置換容量（陽イオン交換容量、CEC）の測定は、セミマイクロ・ショーレンベルガー（SCHOLLENBERGER）法で一般的に行われている^{2,6)} が、その測定には長時間を要するため、多くの分析点数を抱える土壤診断には不向きである。一方、振とう浸出法⁷⁾ による簡易浸出法においても遠心分離操作を伴うため、高価な遠心分離装置を必要とするなどの難点がある。

そのため、特殊な分析機器を必要としない簡易で迅速なCEC測定法の開発に対する要望が強い。そこで、桐山ろ過装置を使ったピーチ（PEECH）法²⁾ について、その簡易化を検討した結果、実用的に利用できることが明らかとなったので報告する。

II 実験方法

1 供試土壤

- 1) 火山灰土壤（北上市、軽米町） 未耕土 2点
- 2) 花こう岩質土壤（江刺市） 未耕土 1点

- 3) 三紀層土壤（江刺市、一関市） 未耕土 2点
- 4) 野菜畑土壤（火山灰土壤、沖積土壤）既耕土 9点

表1 供試土壤の特性

土 壤	土性	腐植	¹⁾ pH (H ₂ O)	CEC ²⁾ (me/100g)	塩基飽和度 (%)
北 上	L	H ₃	6.49	25.6	51.9
江刺(花) ³⁾	LS	H ₁	5.40	14.5	53.6
江刺(三) ³⁾	SL	H ₁	5.72	31.3	62.5
軽 米	L	H ₃	5.57	21.5	48.4
一 関	C	H ₁	5.18	18.5	60.1

注) 1) 腐植含量：H₁（なし～あり）、H₂（含む）、H₃（含む）、H₄（すこぶる含む）
 2) CEC：ショーレンベルガー法による測定値
 3) 江刺(花)：江刺市の花こう岩質土壤
 江刺(三)：江刺市の三紀層土壤

2 分析条件

- 1) 土壤試料のし別孔径 ①0.5mm ②1.0mm ③2.0mm
- 2) 土壤と1N酢酸アンモニウム溶液（pH7.0）の量比（土壤1gに対して加える酢酸アンモニウム溶液の量）

* 現在岩手県農政部畑作園芸課

①10ml ②20ml

3) 土壤に酢酸アンモニウム溶液を加え、30秒間振とうした後の静置時間 ①10分 ②30分 ③1時間 ④5時間 ⑤24時間

4) 土壤を洗浄するための80%エタノール溶液 (pH7.0) の量 ①20ml ②30ml ③50ml

5) 土壤に吸着されたアンモニア態窒素 (NH₄-N) を置換浸出するための10%塩化加里溶液の量 ①20ml ②30ml

なお、分析条件の検討に供試した土壤の特性については表1に示した。また、下線の条件は共通に用いた方法である。

3 NH₄-Nの定量および試薬調整

置換浸出したNH₄-Nは、ホルモール法により求めた^{1,5)}。また、試薬の調整等については常法によった^{2,6)}。

Ⅲ 実験結果および考察

1 し別による土壤粒径の大きさがCEC値に及ぼす影響

土壤試料の採取量を1gとした場合に、細土(2mm以下)に混入した有機物によってCECの測定値が影響されるのではないかと考えられ、このためし別孔径別土壤試料について検討を行った。図1にその結果を示したが、北上・一関土壤では、し別孔径が大きいくほどCECの値はやや高くなる傾向がみられたが、江刺(三紀層)土壤ではやや低下した。しかし、統計処理の結果では、し別孔径の大きさはCEC値に有意な影響は与えなかった。

一方、ショーレンベルガー法との相関関係をみると、し別孔径が2.0mmの場合に相関係数は最も高かった。このことから土壤試料のし別孔径の大きさは2.0mmで十分であると考えられた。

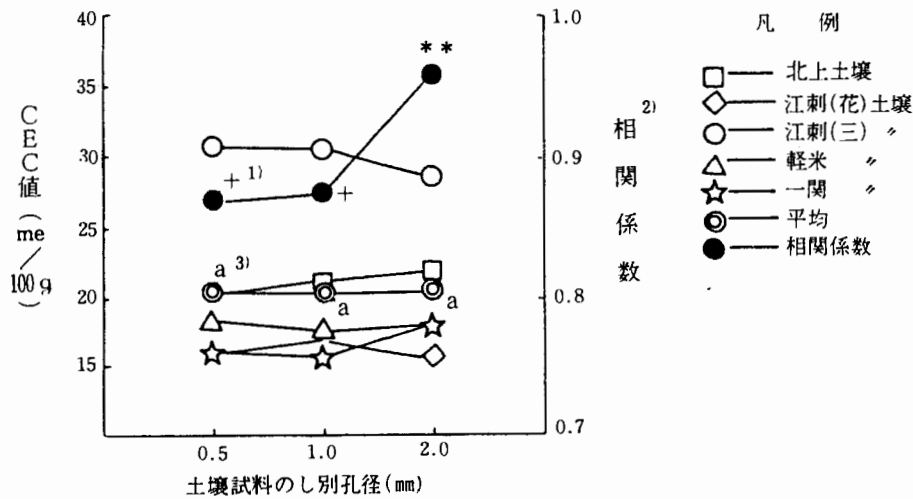


図1 土壤試料のし別孔径の大きさがCEC値に及ぼす影響

注) 1) 有意水準は** : 1%, * : 5%, + : 10%である

2) ショーレンベルガー法との相関係数 (n = 5)

3) 異符号間は5%水準で有意差あり(ダンカンの多重検定)

2 土壤と酢酸アンモニウム溶液の量比がCEC値に及ぼす影響

土壤に酢酸アンモニウム溶液を加えて、土壤に吸着されている塩基を置換浸出するが、その際には反応を十分に行わせることが必要である。そこで、土壤1gに対して、酢酸アンモニウム溶液10mlあるいは20ml加えた場合のCECの測定値について検討した結果を図2に示した。

酢酸アンモニウム溶液の添加量が10mlから20mlに増加した場合に、土壤のCEC値は低下の傾向をみせ、とくに軽米土壤では他の土壤に比べて、CEC値の低下がやや

大きかった。

一方、ショーレンベルガー法との相関関係では、いずれの場合においても高い相関が認められた。このことから、酢酸アンモニウム溶液の量は液量の少ない10mlが適当と考えられた。

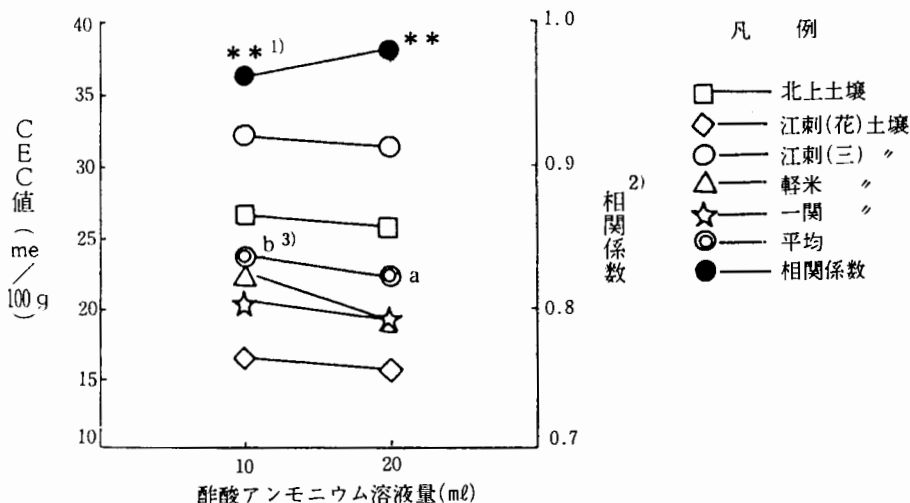


図2 土壤と酢酸アンモニウム溶液の量比がCEC値に及ぼす影響
注) 1)、2)、3)は図1に同じ

3 振とう後の静置時間がCEC値に及ぼす影響

土壤に酢酸アンモニウム溶液を添加し30秒間振とうした後、十分に反応させるために必要な静置時間についてみると(図3)、江刺(三紀層)土壤では10分および1時間の場合にCEC値の上昇がみられた。また、一関土壤では静置時間の経過とともにCEC値の上昇がみられ

た。しかし、静置時間が30分から5時間にかけては、CEC値は比較的安定していた。

一方、ショーレンベルガー法との相関関係をみると、10分の静置時間は相関係数がやや低いが、他の静置時間においては相関係数は高かった。そのため、静置時間は30分から5時間の間が望ましいと考えられた。

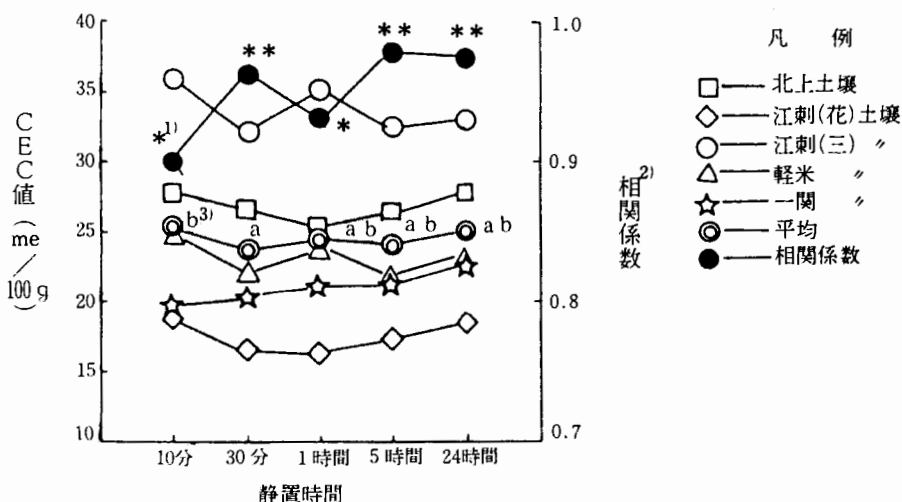


図3 振とう後の静置時間がCEC値に及ぼす影響
注) 1)、2)、3)は図1に同じ

4 過剰の酢酸アンモニウム溶液を洗浄するためのアルコール溶液の量がCEC値に及ぼす影響

土壤に吸着されたNH₄-N以外の過剰のNH₄-Nを洗浄するためのアルコール溶液の量が、CEC値に及ぼす影響について検討した結果を図4に示した。北上・一関土壤ではアルコール溶液の量が増加するにつれて、C

EC値は低下する傾向を示したが、他の土壤ではアルコール溶液の量が50mlの場合に、CEC値が低下した。統計処理の結果では、アルコール溶液の量が50mlの場合にCEC値の低下が認められた。

一方、ショーレンベルガー法との相関関係では、アルコール溶液の量が増加するにつれて、相関係数は低下し

た。このことから、洗浄のためのアルコール溶液の量は20mlで十分であると考えられた。

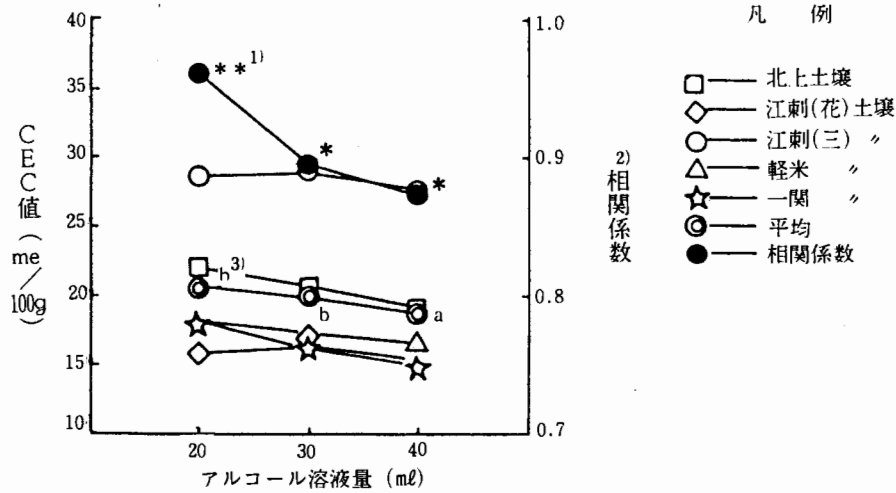


図4 土壌を洗浄するためのアルコール溶液量がCEC値に及ぼす影響

注) 1)、2)、3) は図1に同じ

5 土壌に吸着されたNH₄-Nを置換浸出するための塩化加里溶液の量がCEC値に及ぼす影響

この結果を図5に示したが、一関・北上土壤では塩化加里溶液を増加させた場合、CEC値は若干低下した。一方、江刺(三紀層)・江刺(花こう岩質)土壤ではCEC値の上昇がみられた。しかし、統計処理の結果では

塩化加里溶液の量については、有意な差は認められなかった。

また、ショーレンベルガー法との相関関係についてみると、塩化加里溶液の量が30mlの場合において相関係数が低下するので、その量は20mlとするのが良いと考えられた。

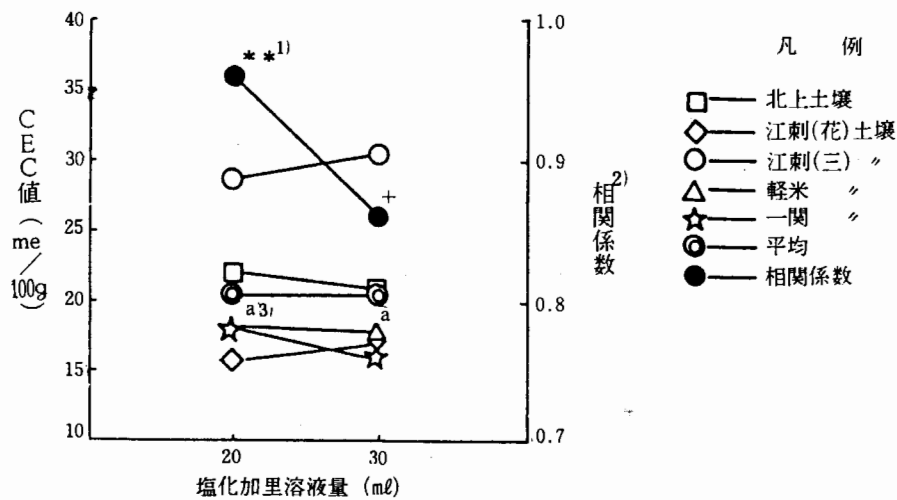


図5 置換浸出するための塩化加里溶液量がCEC値に及ぼす影響

注) 1)、2)、3) は図1に同じ

以上の結果から、土壌のCECの簡易な測定法のフローチャートを示せば図6のようである。簡易測定法とショーレンベルガー法との相関関係について、野菜畑土壌を含めて検討した結果を図7に示した。簡易測定法はシ

ョーレンベルガー法に比べて変動係数がやや大きいものの、両法間には高い相関関係が認められた ($r=0.921$ 、回帰式の標準誤差は2.3)。

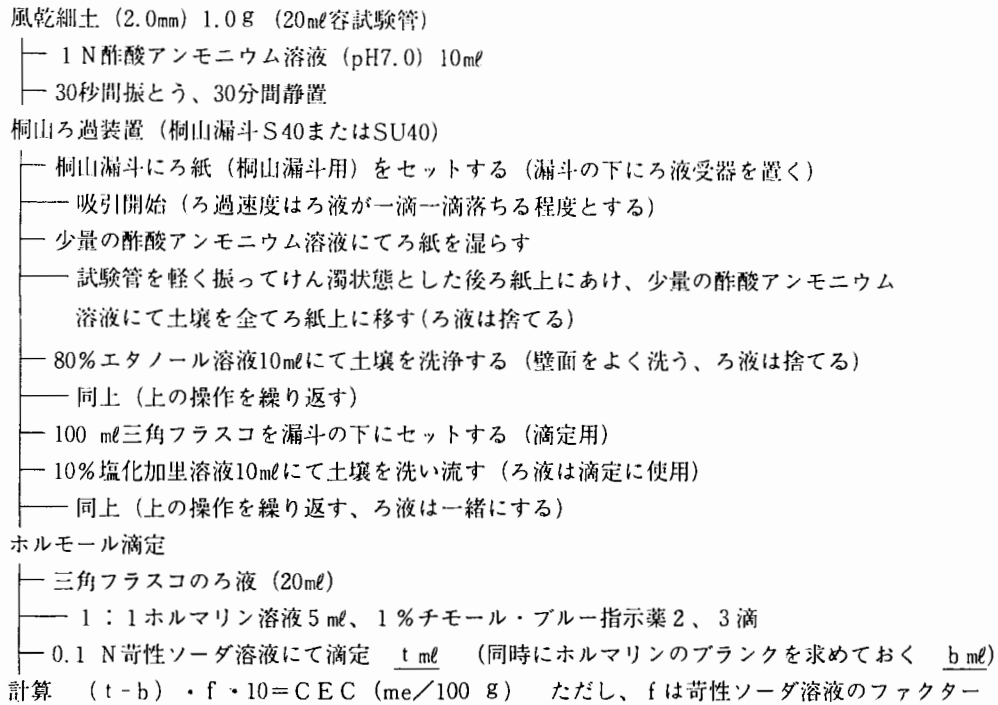


図6 土壤のCEC簡易測定法のフローチャート

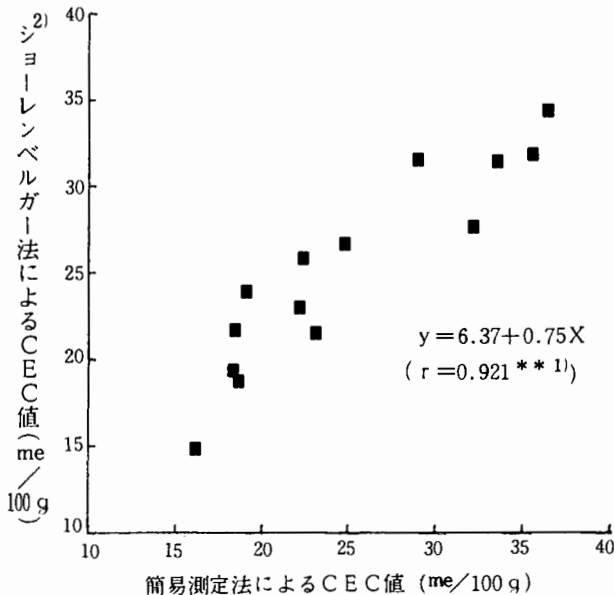


図7 簡易測定法とシヨールンベルガー法との関係 (n=14)

- 注) 1) 有意水準は** : 1%である
 2) 平均値土標準偏差 (変動係数)
 ①シヨールンベルガー法 : 24.9±5.8(23.3%)
 ②簡易測定法 : 24.7±7.1(28.7%)

土壤のCECの測定法に関しては、原田の総説など^{3,4)}に詳しい。それによれば、現行のシヨールンベルガー法についても種々の問題、例えば、黒ボク土のような変異荷電を多く有する土壤において特に誤差が大きい、などの指摘がなされている。そして、それに代わり得る方法についても2、3検討されているが、現状のままでは測定操作の煩雑さのために、ルーチン・ワークの測定法としての採用は無理と考えられている。

近年の土壤診断は、土壤の塩基飽和度によって行う場合が多くなってきており、土壤のCECを簡易に測定できることが必須条件となっている。本法は、シヨールンベルガー法との相関も高いことから、現場の土壤診断室において実用的に利用できると考えらる。

IV 摘 要

桐山ろ過装置を使ったピーチ法について、CEC測定の簡易化を検討したところ、実用性が高いと考えられた。その方法の概略は以下のとおりである。

土壤1gを20ml試験管に採取し、1N酢酸アンモニウム溶液を10ml加えて、30秒間振とうし、30分間静置後、桐山ろ過装置を用いてろ過する。土壌を80%アルコール溶液(10ml、2回)で洗い、最後に10%塩化加里溶液(10ml、2回)で置換浸出する。置換浸出したNH₄-Nはホルモール法により定量する。

引用文献

- 1) 鎌田春海. 1975. 火山灰土壌の塩基バランス改善. 野菜畑の土壌管理. 実用化技術レポート. 農林水産省農林水産技術会議事務局. 20:11-12
- 2) 蔵本正義・小菅伸郎・高橋和司. 1970. 塩基置換容量・全置換性塩基・塩基飽和度. 土壌養分分析法. 土壌養分測定法委員会編. 養賢堂. 33-44 .
- 3) 原田靖生. 1984. 土壌の陽イオン・陰イオン交換容量-測定法とその背景-. 土肥誌. 55:273-283.
- 4) 日本土壌肥料学会編. 1981. 土壌の吸着現象-基礎と応用-. 博友社. 1-160.
- 5) 蜷木翠. 1960. Formol 法による土壌の塩基置換容量測定における NH_4^+ の定量について. 土肥講要集. 6:41.
- 6) 農林水産省農蚕園芸局農産課編. 1979. 土壌環境基礎調査における土壌, 水質及び作物体分析法. 73-75
- 7) 竹間孝和・蜷木翠. 1960. 振盪浸出法による塩基置換容量の測定について. 土肥講要集. 6:41.