



Title	沖積低地土の表面荷電特性
Author(s)	今井, 弘樹; IMAI, Hiroki; 別所, 智博 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 17(1), 1-10
Issue Date	1990-03-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/12115
Type	departmental bulletin paper
File Information	17(1)_p1-10.pdf



沖積低地土の表面荷電特性

今井弘樹・別所智博

(北海道大学農学部土壌学教室)

(平成元年6月26日受理)

Surface Charge Characteristics of Lowland Soils in Hokkaido

Hiroki IMAI and Tomohiro BESSHO

(Laboratory of Soil, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, 060, Japan)

I. 緒 言

土壌の養分保持力を評価するために陽イオン交換容量 (Cation Exchange Capacity, CEC) やりん酸固定力が測定される。土壌分類や土壌診断において、CECはpH 7.0 N-NH₄OAc 溶液をもちいる SHOLLENBERGER 法 (CEC_{NH₄OAc}) により測定されることが多い。CECとは「他の競合する陽イオンによって容易に交換されるような形で陽イオンを吸着する土壌の能力であり、水分子と接触できる表面に現れる負荷電量に等しい」と一般的には定義される。

土壌の負荷電はその成因によって一定負荷電 (constant negative charge, c-charge) と変異負荷電 (variable negative charge, v-charge) に大別される¹⁾。一定負荷電はおもに、結晶性粘土鉱物内のイオン価の異なる原子間の同形置換に由来した電荷の過不足によるものであり、外液のpHやイオン濃度などにより影響を受けない。変異負荷電は鉱物表面の破壊原子価や非晶質な遊離酸化物、有機物などに由来するものであり、外液のpHや溶存イオン種、イオン濃度または温度によって変化する。一般に土壌はさまざまな性状の有機物と無機物の混合物であり、土壌の母材、生成様式、風化程度に応じて一定負荷電と変異負荷電を合わせ持っている。

土壌分類においてCECを基準に用いる際や、土壌診断においてCECから適切な肥培管理対策をたてる際には、一般的な方法で得られるCECの値を現実に即して位置づけておく必要がある。本報告は、北海道内の沖積低地土の負荷電と正荷電を評価

し、CEC_{NH₄OAc}や土壌酸度との関係を整理したものである。

II. 実験方法

供試土

本報告では、北海道農牧地土壌分類第2次案²⁾の定義に従って沖積低地土を採取し、供試土とした。低地土(大分類)とは砂丘未熟土、火山放出物未熟土、火山性土、ポドゾル、泥炭土を除く沖積世未固結堆積物に由来する土壌であり、広義には扇状堆土も含まれるがここでは除外した。排水の良否により褐色低地土、グライ低地土に中分類され、さらに暗色表層、火山灰表層の有無により小分類される。既存の土壌調査報告書を参考に、Fig. 1に示した道内25カ所の地点から低地土を採取した。採取点の概要、土壌分類名等はTable 1に示した。土壌は風乾後2mmのフルイを通し、細土画分を実験に供した。なお、本研究では沖積低地土の肥料塩保持能を評価することを主目的としたため、表層のAまたはAp層のみを対象にした。

分析項目と方法

pH(H₂O), pH(KCl): 土液比1:2.5, 脱塩水およびN-KClによるガラス電極法。
CEC_{NH₄OAc}, 交換性塩基: pH 7.0 N-NH₄OAcによるセミマイクロSCHOLLENBERGER法, Ca, Mgは原子吸光法, K, Naは炎光光度法。
交換性Al, H[Al(KCl)], H(KCl)]: N-KCl抽出, 二重滴定法(YUAN法)³⁾。

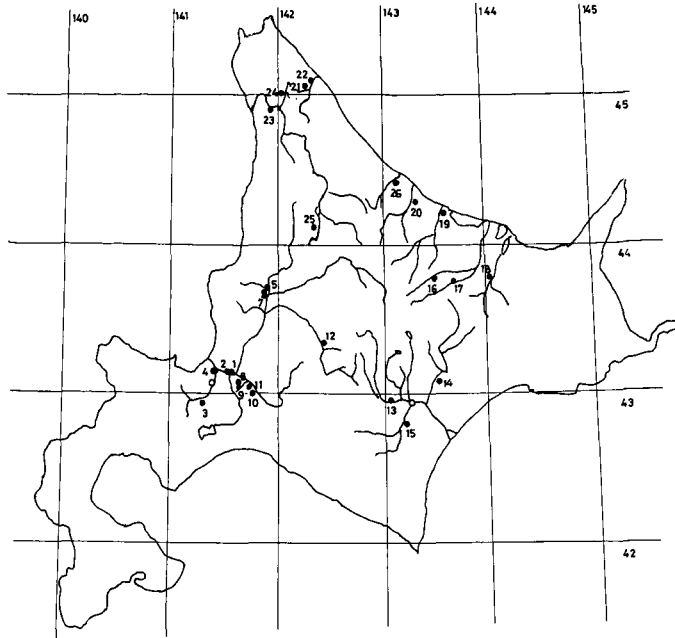


Fig. 1. Sampling sites of lowland soils.

(1) Nakatoikanbetsu
No 24

(2) Otomi
No 16

(3) Taisho
No 15

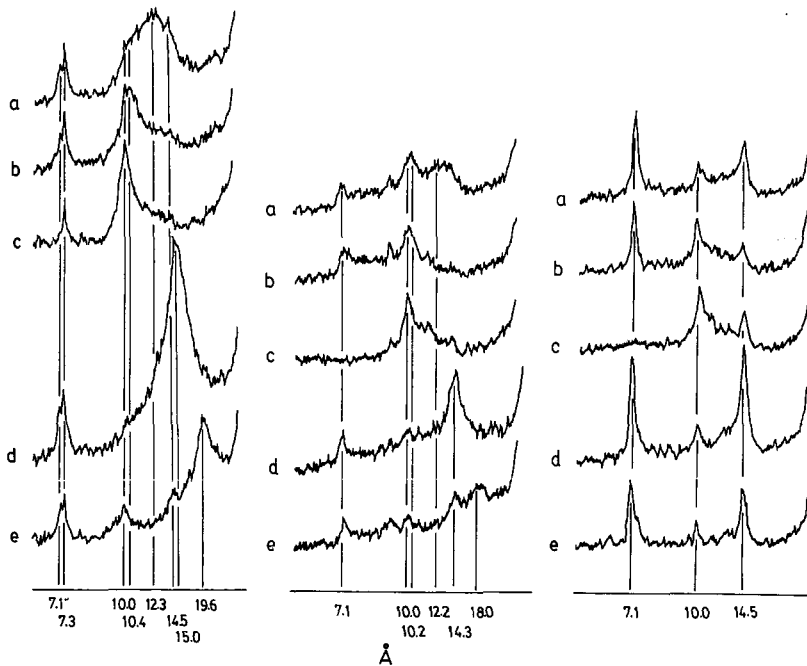


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of parallel oriented clays of Nakatoikanbetsu(1), Otomi(2) and Taisho(3).

a. K saturated and air-dried, b. K saturated and heated at 350°C, c. K saturated and heated at 550°C, d. Mg saturated and air-dried, e. Mg saturated and treated with Glycerol

加水酸度 (CaOAc Acidity): pH 7.0 N-CaOAc
 による抽出滴定法。
 抽出酸度 (Ext. Acidity): pH 8.2 BaCl₂-トリエタ
 ノールアミン法。
 全炭素: TYURIN 法。
 全窒素: サリチル硫酸で分解後, 蒸留滴定法。
 リン酸吸収係数 (PAC): 土液比 1:2, 2.5%
 (NH₄)₂HPO₄ 法。

粒径組成: H₂O₂ で有機物分解後, ピペット法。
 粘土鉱物組成: 粘土画分を定法により脱鉄処理後,
 K 飽和, Mg 飽和させ, 定方位試料を Cu 陰極によ
 る X 線回折法により主要粘土鉱物を同定した。
 pH 荷電曲線: 供試土のなかから炭素含量, 粘土鉱
 物組成により, 石山 (No 3), 雨竜 (No 5), 大野
 (No 8), 大森 (No 14), 大正 (No 15), 岩富 (No
 18), 中渚滑 (No 20), 宇津内 (No 21), 中間寒別

Table 1. Brief description of sampling sites of lowland soil.

Soil No	Sampling site	Altitude (m)	Land use	Hori-zon (Depth)	Classification	
					(a)	(b)
1	Shinotsu, Ebetsu	8	4	A(0-25)	2	1
2	Nakajima, Ebetsu	7	2	Ap(0-20)	1	1
3	Ishiyama, Sapporo	100	1	Ap(0-15)	1	1
4	Shinoro, Sapporo	3	1	Ap(0-18)	1	1
5	Uryu	45	3	A11(0-25)	2	6
7	Fukuidani, Shintotsukawa	35	1	Ap1(0-18)	2	6
8	Ono, Nanporo	10	4	Ap(0-30)	4	7
9	Tsuruki, Nanporo	10	3	Ap(0-10)	3	4
10	Furukawa, Yuni	30	1	Ap(0-13)	1	1
11	Naganuma	25	3	Ap(0-13)	1	1
12	Nishiogiyama, Furano	180	1	Ap(0-15)	1	1
13	Kitamemuro, Memuro	55	1	Ap(0-30)	1	1
14	Omori, Ikeda	35	2	Ap(0-17)	1	1
15	Taisho, Obihiro	90	4	A(0-25)	1	2
16	Otomi, Rubeshibe	250	1	Ap(0-21)	1	1
17	Nishitomi, Kunnepu	170	2	Ap2(5-26)	1	1
18	Iwatomi, Tsubetsu	40	1	Ap(0-20)	1	1
19	Tsubetsu	8	3	A(0-9)	3	4
20	Nakashokotsu, Monbetsu	20	2	Ap(0-20)	1	6
21	Utsunai, Hamatonbetsu	15	3	A(0-14)	3	6
22	Tokiwa, Hamatonbetsu	6	3	A1(0-14)	6	3
23	Onobunai, Teshio	10	2	Ap(0-17)	1	5
24	Nakatoikanbetsu, Horonobe	20	3	A(0-19)	4	3
25	Kenbuchi	140	1	Ap(0-23)	5	3
26	Okoppe	—	2	Ap2(5-20)	1	1

Abbreviations

Land use

1. Crop field 2. Pasture 3. Uncultivated bare field 4. Secondary forest

Soil classification

(a) 2nd approximation by Hokkaido soil classification committee

1. Typic Brown Lowland Soils 2. Brown Lowland Soils with Dark Epipedon
 3. Typic Gray Lowland Soils 4. Gray Lowland Soils with Dark Epipedon
 3. Typic Gley Lowland Soils 6. Gley Lowland Soils with Dark Epipedon

(b) Soil Taxonomy

1. Typic Udifluvents 2. Typic Udorthents 3. Typic Haplaquents 4. Typic Fluvaquents
 5. Histic Fluvaquents 6. Fluventic Haplumbrepts 7. Fluvaquentic Humaquents

(No 24), 剣淵 (No 25) について, 他報⁴⁾と同様に SCHOFIELD 法に準じ pH を各段階に調整した 0.2N- NH_4Cl 溶液をもちい pH 荷電曲線を作成した。 NH_4 , Cl 吸着量をそれぞれ SCHOFIELD 法負荷電量 (CEC), 正荷電量 (Anion Exchange Capacity, AEC) として表示した。

III. 結果および考察

供試土壌のおもな理化学性を Table 2 に示した。粘土鉱物の定量化は試みていないが, X 線回折の各ピークの高さをもとに定性的に土壌の粘土鉱物組成を三グループに類分けした。そのなかから CEC NH_4OAc の大きく異なる, 中間寒別 (No 24, CEC NH_4OAc = 32.7 meq/100 g), 大富 (No 16, CEC NH_4OAc = 20.9 meq/100 g), 大正 (No 15, CEC

NH_4OAc = 15.9 meq/100 g) の X 線回折図を Fig. 2 に示した。

中間寒別 (Fig. 2-1) はモンモリロナイトが卓越する土壌の例である。その他パーミキュライト, イライト, カオリナイト等が含まれている。7.3Å のピークは K 飽和 550°C 加熱処理でも残っており, 蛇紋石鉱物も含まれている。

大富 (Fig. 2-2) はモンモリロナイト, パーミキュライト, カオリナイトを含む土壌の例である。この他 10/14Å 混層鉱物も含まれている。

大正 (Fig. 2-3) はカオリナイト, クロライト, イライト, パーミキュライトを含み, モンモリロナイトを含まない土壌の例である。

他の土壌試料もそれぞれ 7Å, 10Å, 14Å 鉱物を含んでおり, Soil Taxonomy の鉱物クラスでは,

Table 2. Physical and chemical properties of soil.

Soil No	pH		Ex. Cations				H (KCl)	Al	CaOAc Acidity meq/100 g	Ext. Acidity	CEC		BS %	C %	N %	PAC mgP ₂ O ₅ /100 g	Clay %	Texture
	(H ₂ O)	(KCl)	Ca	Mg	K	Na					ECEC	NH ₄ OAc						
1	5.6	4.3	11.3	3.97	1.67	0.73	0.57	0.75	6.9	20.9	18.4	24.6	72	2.96	0.35	790	33.9	LiC
2	7.2	5.9	14.1	4.72	1.88	0.42	0.27	0.0	1.9	9.9	21.1	18.6	113	1.71	0.19	770	23.4	CL
3	6.7	4.6	13.4	4.39	0.77	0.36	0.30	0.11	2.5	9.9	19.0	20.6	92	0.68	0.09	940	9.3	SL
4	6.9	6.0	19.8	2.77	2.25	0.35	0.26	0.0	1.9	10.9	25.2	25.4	99	1.12	0.14	1090	23.8	CL
5	5.4	3.9	11.9	2.21	2.10	0.29	1.17	3.02	16.2	42.2	19.5	41.1	40	7.21	0.56	1140	31.8	LiC
7	5.3	4.0	10.3	1.71	1.68	0.19	0.73	1.52	10.4	32.9	15.4	33.6	42	4.88	0.37	940	34.3	LiC
8	6.1	4.7	7.87	10.1	0.85	0.27	0.28	0.13	7.1	22.4	19.2	30.4	63	4.26	0.36	890	25.7	LiC
9	6.8	5.1	3.20	7.25	0.71	0.14	0.16	0.09	2.1	7.9	11.4	12.6	90	2.27	0.12	500	12.7	SL
10	5.8	4.4	7.68	5.80	0.90	0.14	0.33	0.25	3.8	13.4	14.8	19.3	75	1.42	0.17	680	30.9	LiC
11	6.7	5.1	6.87	5.57	1.09	0.18	0.19	0.13	2.4	8.9	13.8	17.3	79	1.28	0.16	620	25.8	LiC
12	7.3	6.1	9.98	4.29	0.73	0.07	0.24	0.08	1.7	7.3	15.2	14.3	105	1.30	0.11	610	14.7	SL
13	6.0	4.8	10.3	0.96	0.75	0.13	0.34	0.16	4.8	17.8	12.3	18.5	66	2.28	0.24	800	20.6	CL
14	6.2	4.7	15.1	2.07	1.40	0.22	0.30	0.08	3.2	10.9	18.9	22.4	84	1.31	0.17	760	20.2	CL
15	6.0	4.7	6.79	1.00	0.64	0.10	0.31	0.40	4.9	18.0	8.9	15.9	54	2.72	0.29	690	12.6	L
16	6.2	4.7	14.3	0.99	1.07	0.45	0.28	0.12	4.4	15.4	17.4	20.9	83	2.09	0.21	740	18.1	CL
17	5.9	4.5	13.3	1.70	0.56	0.58	0.44	0.19	5.7	18.8	16.3	21.5	75	2.65	0.29	800	19.5	CL
18	5.9	4.5	14.6	2.16	3.50	0.46	0.38	0.11	5.2	17.9	20.8	24.5	85	1.92	0.21	690	15.6	SCL
19	5.6	4.4	21.5	6.00	1.41	0.95	0.75	0.19	9.8	29.9	30.1	39.8	75	6.97	0.73	1260	28.1	LiC
20	6.3	4.8	12.6	1.58	1.15	0.24	0.25	0.0	3.2	11.4	15.6	15.8	99	1.47	0.21	660	36.4	LiC
21	5.9	4.1	7.44	8.13	0.78	0.32	0.57	0.58	5.2	16.9	17.3	22.2	75	1.82	0.24	900	37.0	LiC
22	5.8	4.2	9.14	8.98	0.71	0.74	0.61	0.44	7.0	21.8	20.0	29.2	67	3.24	0.36	960	46.9	HC
23	4.8	3.6	1.73	0.69	0.51	0.42	2.52	11.5	18.7	43.8	14.9	38.9	9	6.27	0.65	1580	51.7	HC
24	5.4	3.8	5.35	12.5	0.62	0.74	1.29	3.64	10.7	31.0	22.9	32.7	59	4.29	0.48	1130	51.7	HC
25	5.3	3.8	8.86	3.81	0.62	0.25	1.11	2.07	7.4	22.9	15.6	28.3	48	2.23	0.21	1150	43.1	LiC
26	7.1	5.8	29.3	2.35	0.42	0.29	0.25	0.0	2.3	12.9	32.4	25.7	126	2.02	0.40	1090	43.9	LiC

いずれも mixed 型に区分される。モンモリロナイトを指標に土壌試料を次のように分類した。

A グループ(モンモリロナイトに富む土壌) :

3, 4, 14, 18, 24

B グループ(モンモリロナイトを含む土壌) :

1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 17, 19, 20

C グループ(モンモリロナイトを含まない土壌) :

12, 15

土壌の CEC_{NH_4OAc} と炭素含量, 粘土含量との関係を Fig. 3 に示した。炭素含量が 3% 以下の土壌では, CEC_{NH_4OAc} と炭素含量に明確な関係は認められないが, 3% 以上含む土壌では炭素含量が多いほど CEC_{NH_4OAc} は直線的に上昇する。一方, CEC_{NH_4OAc} と粘土含量との間には正の相関が認められるが ($n=25, r=0.63^{**}$), 図からも認められるように両者はかならずしも単純な関係にはない。しかし, 有機物含量が高い試料を除き, モンモリロナイトに富む A グループの土壌は粘土活性(単位粘土量あたりの CEC_{NH_4OAc} , meq/100 g) が他の土壌に比べ大きい傾向を示している。全試料について CEC_{NH_4OAc} と炭素含量, 粘土含量の間に次の回帰式が成立した。

$$CEC_{NH_4OAc} = 3.26 \cdot C(\%) + 0.24 \cdot Clay(\%) + 9.3 \quad (1)$$

($r^2 = 0.812$)

上式による CEC_{NH_4OAc} の実測値と測定値の関係を Fig. 4 に示した。モンモリロナイトに富む A グループの土壌試料では推定値は実測値より低い値を示しており, 粘土活性が他の土壌と明確に異なるこ

とを意味している。A グループの土壌を除いて次の回帰式が成立する。

$$CEC_{NH_4OAc} = 3.37 \cdot C(\%) + 0.35 \cdot Clay(\%) + 3.5 \quad (2)$$

($r^2 = 0.936$)

土壌の表面荷電曲線の例を Fig. 5 に示した。負荷電量はいずれの土壌も pH が高いほど大きな値を示す。また, pH 5 以上では pH の上昇に伴う負荷電の増加量は多くなり, pH 5 以下では相対的に負荷電の変化量は少なくなる。pH 2 においても負荷

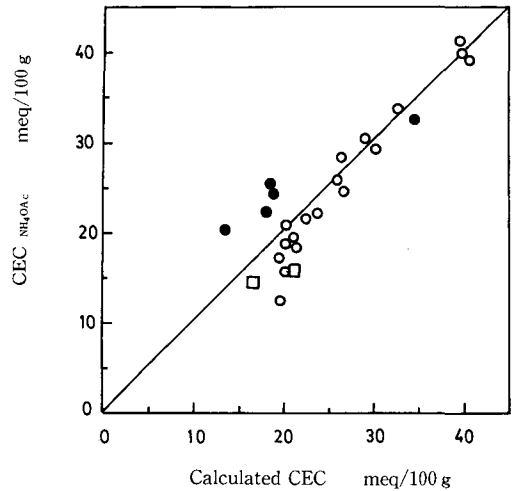


Fig. 4. The relation between calculated CEC by regression analysis and CEC_{NH_4OAc} .
● Group A ○ Group B □ Group C

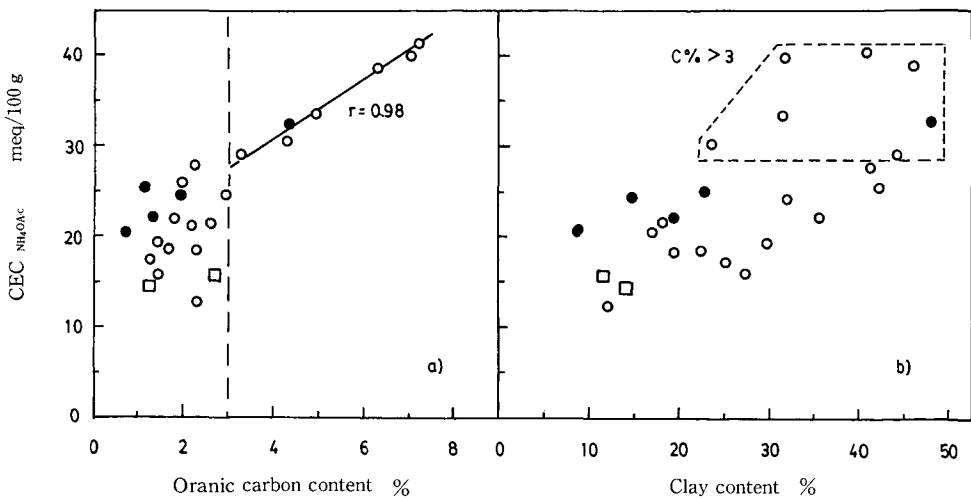


Fig. 3. The relation among CEC_{NH_4OAc} , organic carbon(a) and clay contents(b).
● Group A ○ Group B □ Group C

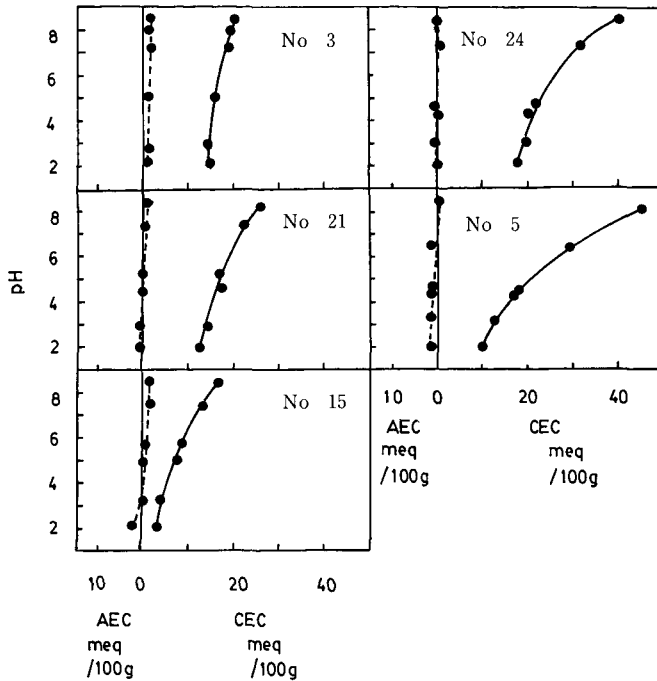


Fig. 5. Surface charge characteristics of selected soil samples.

電を持ち、一定負荷電が存在する。正荷電量はいずれの土壤もきわめて小さい。

モンモリロナイトに富む石山 (No 3), 中間寒別 (No 24) は一定負荷電が多い。炭素含量の少ない石山は負荷電の大半は一定負荷電である。中間寒別は粘土、炭素含量とも高く、一定、変異負荷電とも多い。正荷電は両土壤ともほとんどなく、石山では全 pH 範囲で負の値を示した。

モンモリロナイトを含む宇津内 (No 21), 雨竜 (No 5) の負荷電および正荷電は石山, 中間寒別と同様であるが、一定負荷電量はやや少ない。りん酸吸収係数が $1140 \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ mg}/100 \text{ g}$ とやや高い雨竜では pH 5 以下でわずかに正荷電が発現する。

モンモリロナイトを含まない大正 (No 15) は一定負荷電がきわめて少なく、pH 7 における負荷電の 75% は変異負荷電である。

土壤の一定負荷電、変異負荷電の分別定量法はいくつか提案されているが^{5,6,7,8)}、現在のところ厳密な定量法は確立されていない。便宜的に ECEC (Effective CEC, 交換性塩基と Al (KCl) の含量) を一定負荷電量、抽出酸度と Al (KCl) の差 (Acidity Al) の変異負荷電量の指標に用いている。Fig. 4 の結果からは pH 3 付近でも負荷電量は変化してお

り、変異負荷電が低 pH でも発現していることを示している。供試土の pH (KCl) は 3.6 から 6.1 の範囲にあり、多くの試料は 4 台を示している。従って、pH 荷電曲線の結果からも予測されるように、Table 2 に示した ECEC 値は測定時の pH において変異負荷電を含めた値を与えていることになる。ECEC 値は必ずしも一定負荷電量とみなせない。

pH 荷電曲線法による pH 2 における CEC を一定負荷電量、pH 7 と pH 2 における CEC の差を変異負荷電量とみなし、一定負荷電量と粘土含量との関係を Fig. 6 に示した。B, C グループ土壤では一定負荷電量と粘土含量に直線関係が認められる。A グループの土壤のうち粘土含量の低い石山 (No 5), 大森 (No 14), 岩富 (No 18) の高い一定負荷電量はモンモリロナイトに由来すると思われる。

変異負荷電量は炭素含量と密接に関連しているが、単位炭素量あたりの変異負荷電量は炭素含量により異なっている (Fig. 7)。炭素含量 3% までは含量が少ないほど活性が高くなるのに対して、3% 以上の試料ではほぼ 3.2 meq/gC 前後に推移している。炭素含量の少ない土壤では有機物は相対的に負荷電を発現しやすいと考えられる。Fig. 3a) に示したように、炭素含量が 3% 以上の試料では

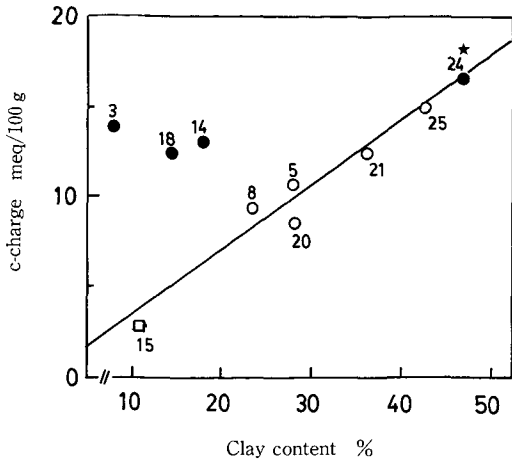


Fig. 6. The relation between clay content and constant negative charge.
★ Soil No

CEC_{NH₄OAc} と炭素含量との間には直線関係が認められる。こうした沖積低地土では炭素含量が3%前後で有機物の存在形式、負荷電の発現様式が異なっている可能性がある。

CEC_{NH₄OAc} と pH 荷電曲線法による pH 7, pH = pH(H₂O), pH = pH(KCl) における CEC との関係を図 8 に示した。CEC_{NH₄OAc} が 20 meq/100 g 以上の土壌では SCHOFIELD 法の CEC (pH 7) は CEC_{NH₄OAc} より 10 から 20% 程度低い値を与える。

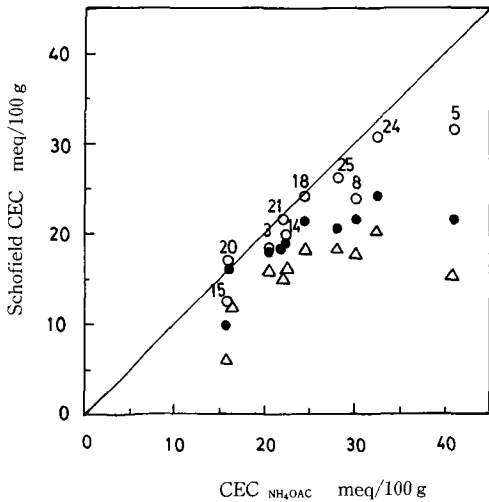


Fig. 8. The relations among CECs at various pH obtained by SCHOFIELD method and CEC_{NH₄OAc}.
○ at pH 7 ● at pH(H₂O) △ at pH(KCl)

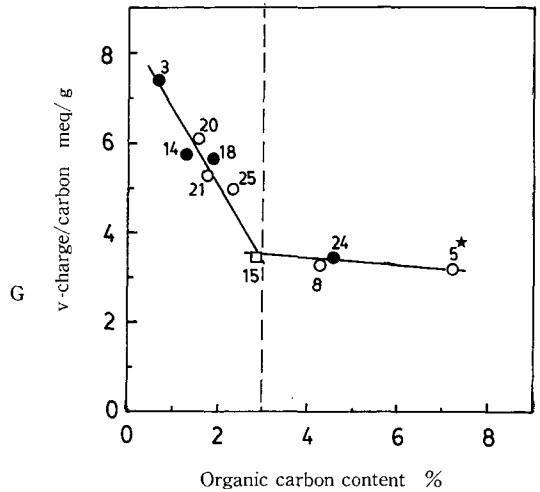


Fig. 7. The relation between carbon content and variable negative charge/carbon (meq/g C).
★ Soil No

pH (H₂O), pH (KCl) での CEC はさらに低い。CEC_{NH₄OAc} が 20 から 40 meq/100 g と異なっても、圃場条件に近い pH では CEC の差はそれよりも小さいことになる。すなわち、CEC_{NH₄OAc} の値は圃場条件下で土壌が吸着しうるカチオン量の目安としては過大評価となる。それに対して、ECEC の値は pH 荷電曲線法による pH = pH(H₂O) での CEC とほぼ一致する (Fig. 9)。

従って、圃場条件下の土壌の養分保持力として、

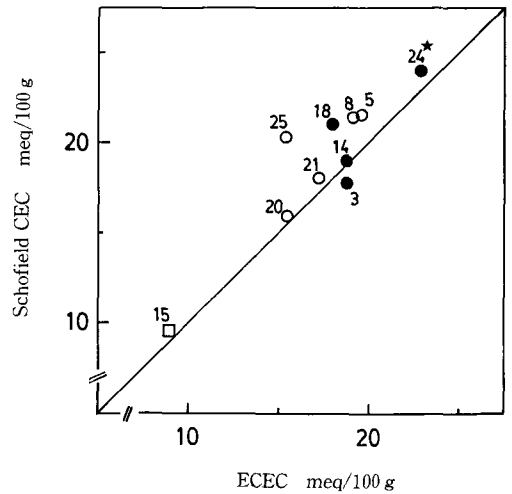


Fig. 9 The relation between CEC at pH(H₂O) and effective CEC (ECEC).
★ Soil No ● Group A ○ Group C
□ Group C

ECECは CEC_{NH_4OAc} に比べより適切と思われる。肥料塩の NH_4 やKと土壌CaやMgとのイオン交換恒数が得られれば、施用した NH_4 やKの固相保持量をECECからある程度予測できるとと思われる。この点は今後の課題であろう。

土壌酸度の測定には種々の溶液が用いられている。交換酸度法のように強電解質の中性塩溶液をもちいると平衡液のpHは低くなり、Fig. 5からも予測されるように変異負荷電の見積量は少ない。pH=pH(KCl)におけるH(KCl)量はTable 2に示されているように、炭素含量の多い雄信内(No 23)で2.52 meq/100 gと多いものの、大半は1 meq/100 g以下である。それに対し弱酸塩溶液をもちいる加水酸度や抽出酸度の場合平衡溶液のpHが高く、交換酸度法よりはるかに多量の変異負荷電を見積もることになる。 CEC_{NH_4OAc} の測定と抽出液の条件が比較的類似している加水酸度と交換性塩基の含量は(Fig. 10)、塩基飽和度が100%をこす土壌やAl(KCl)を1 meq/100 g以上含む平衡液のpHが7より大きく低下する土壌を除き CEC_{NH_4OAc} と一致する。通常、酸度の測定対象は酸性の陽イオンであるが、CECや酸度の測定はイオン交換反応を利用して土壌の負荷電を測定することも意味している。これまでわが国では酸度の表示としてml/100 gが慣用されることが多く、この点土壌特性としての化学量論的取り扱いに不便を生じていたと言える。

加水酸度はまた、CaOAc抽出液のpHと負の指

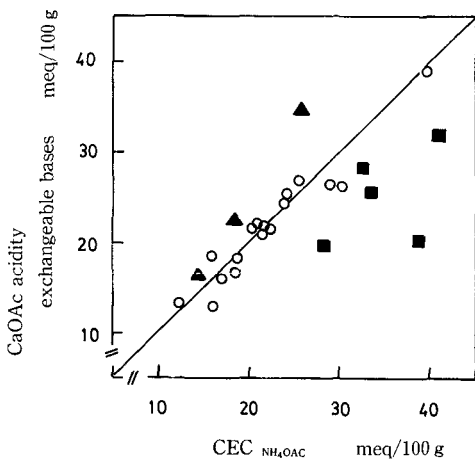


Fig. 10. The relation between CEC_{NH_4OAc} and sum of CaOAc acidity and exchangeable bases. \blacktriangle Base saturation >100% \blacksquare Al(KCl) >1 meq/100 g \circ Others

数関係にある(Fig. 11)。塩基飽和度が100%をこす土壌では抽出液の平衡pHは6.5以上を示しており、加水酸度も低い。それに対し交換性Alを1 meq/100 g以上を含む土壌では抽出液のpHは6.0以下であり、加水酸度は6 meq/100 g以上を示している。土壌の酸性矯正のための石灰所要量を交換酸度や加水酸度から算出することが、これまで試みられてきた。交換酸度はpH(KCl)におけるAl(KCl)量と変異負荷電(H(KCl))に相当を含むものである。加水酸度法ではFig. 11に示されるように、平衡液のpHは土壌により5.5から6.7にあり、交換性Alとともに異なるpHにおける変異負荷電量の含量を与えるものである。すなわち、交換酸度法や加水酸度法は変異負荷電の測定条件が一定ではないことになる。従って、各酸度相当量やそれに一定の係数を乗じた量の石灰量では、矯正後のpHが土壌により異なることは明らかである。また、雨竜(No 5)のようなpH(KCl)(=3.9)付近においても変異負荷電が多量に存在する土壌では、交換性Alと等量の石灰量では交換性Alを中和するのに不充分であることも明らかである。

V. 要 約

道内の沖積低地土25点の理化学性、粘土鉱物組成、pH荷電曲線を調べ CEC_{NH_4OAc} 、土壌酸度の意義について論じた。

1) 全供試では CEC_{NH_4OAc} と炭素含量、粘土含量に

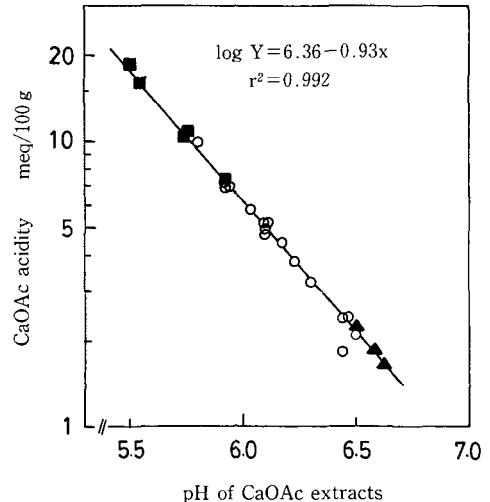


Fig. 11. The relation between equilibrium pH of CaOAc extract and CaOAc acidity. \blacktriangle Base saturation >100% \blacksquare Al(KCl) >1 meq/100 g \circ Others

は次の回帰式が成立した。

$$CEC_{NH_4OAc} = 3.26 \cdot C(\%) + 0.24 \cdot Clay(\%) + 9.3$$

$$(r^2 = 0.812)$$

モンモリロナイトに富む土壌を除いては次式が得られた。

$$CEC_{NH_4OAc} = 3.73 \cdot C(\%) + 0.35 \cdot Clay(\%) + 3.5$$

$$(r^2 = 0.936)$$

炭素含量が3%以上の土壌では CEC_{NH_4OAc} は炭素含量に密接に関連した。

2) SCHOFIELD法により測定した低地土のAECはきわめて小さく、pH5付近では-1.0から1.0 meq/100gの範囲にあった。CECはpHが高いほど大きくなるが、単位炭素量あたりの変異負荷電量は炭素含量が3%前後で異なった。一定負荷電量は粘土含量と密接に関連するが、モンモリロナイトに富む土壌では単位粘土量あたりの一定負荷電量が他の土壌より多かった。

3) pH荷電曲線法で得られる、 $pH = pH(H_2O)$ や $pH = pH(KCl)$ でのCEC値は CEC_{NH_4OAc} の40から60%の範囲にある。土壌により CEC_{NH_4OAc} が大きく異なっても、圃場のpH条件ではCECの差が小さくなり、またCECの大小関係が逆転する場合も認められた。 CEC_{NH_4OAc} の値は圃場条件下の土壌の養分保持力としては過大評価となる。 $pH = pH(H_2O)$ におけるCECはECECの値とほぼ一致した。

4) 塩基飽和度が100%をこす土壌やAl(KCl)を1 meq/100g以上含む土壌を除いて、加水酸度は抽出液のpHから $60^{(6.36 - 0.93 \cdot pH)}$ により求められる。

謝辞：土壌採取にあたり御協力いただきました、北海道立中央農試橋本均氏、北見農試佐藤辰四郎氏、十勝農試関谷長昭氏、天北農試三木直倫、山神正弘氏及び関係各位に感謝します。

文 献

1. PARFITT, R. L. (1979): Anion adsorption by soils and soil materials, *Advan. Agron.* **30**, 1-50.
2. 北海道土壌分類委員会 (1979): 北海道の農牧地土壌分類第2次案, 北海道立農試資料, **10**, p. 89.
3. YUAN, T. L. (1959): Determination of exchangeable hydrogen in soils by a titration method, *Soil Sci.*, **88**, 164-167.
4. 今井弘樹・岡島秀夫 (1979): 土壌の養分保持能に関する研究 (第1報), CEC, AECが土壌溶液濃度に及ぼす影響, 土肥誌, **50**, 33-39.
5. MEHLICH, A. (1948): Determination of cation and anion-exchange properties of soils, *Soil Sci.*, **66**, 429-445.
6. UEHARA, G. and G. P. GILLMAN (1981): The mineralogy, chemistry and physics of tropical soils with variable charge clay, p. 170, Westview Press, Colorado.
7. 吉田 稔 (1957): 土壌の吸着能に関する研究 (第3報), 塩基吸着基の吸着特性による分類と分別定量法, 土肥誌, **28**, 195-198.
8. WADA, K. and Y. HARADA (1969): Effects of salt concentration and cation species on the measured cation exchange capacity of soils and clays, PROC. LNTERN. CLAY CONF, Tokyo, **1**, 561-571.

Summary

The conventional method for cation exchange capacity and acidity measurements of soil were criticized by using 25 surface soils of alluvial lowland in Hokkaido (20 Entisols and 5 Inceptisols). The physical, chemical analysis of soils and mineralogical study of clay fraction were carried out for all samples. Surface charge characteristics for selected samples were also measured by SCHOFIELD method. The results obtained are summarized as follows.

1) For all soil samples, following regression equation was obtained among CEC_{NH_4OAc} , carbon and clay contents.

$$CEC_{NH_4OAc} = 3.26 \cdot C(\%) + 0.24 \cdot Clay(\%) + 9.3$$

$$(r^2 = 0.812)$$

Except for soils of which dominant clay mineral was Montmorillonite, following equation was obtained.

$$CEC_{NH_4OAc} = 3.73 \cdot C(\%) + 0.35 \cdot Clay(\%) + 3.5$$

$$(r^2 = 0.936)$$

CEC_{NH_4OAc} of soils which had carbon content higher than 3% were closely related to the carbon contents.

2) Generally, AEC of lowland soils were quite negligible and ranged from -1.0 to 1.0 meq/100g at pH 5. The CEC consisted of constant and variable charges and showed larger values with higher

pH.

3) CECs at pH(H₂O) and pH(KCl) measured by SCHOFIELD method were in the range from 40 to 80% of CEC_{NH₄OAc}. Thus, CEC_{NH₄OAc} gives the overestimation for the nutrient retention ability of soil under field condition. As ECEC gives the almost

identical values with CEC at pH(H₂O), ECEC is the better indication.

4) Except for the soils which had higher base saturation than 100% and higher exchangeable Al than 1 meq/100 g, the sum of CaOAc acidity and exchangeable bases coincided with CEC_{NH₄OAc}.