

生産力を異にする同一成因の畑地および水田土壌の 性質の変化に関する研究

第14報 火山灰畑カリ（カルシウム）土壌群の電気透析における
電流の減少割合（ K^+ （ Ca^{2+} ）の解離程度）の時間的変化
と透析中各時期の平均電流と電流低下度より算出した土
壌の K^+ （ Ca^{2+} ）の吸着容量

永井 恭三

Studies on the Changes in Properties of a Series of Upland or Paddy Field Soils with Same Conditions of Formation and Different Productivities

XIV. Change in the rate of electric current decrease with
time (the degree of desorption of K or Ca ion) and
the exchange capacity of soils for K or Ca ion
calculated from the decrement rate in electro dialysis
of the volcanic ash upland field K- (or Ca-) soils

KYOZO NAGAI

1. 緒 言

前報¹⁾に供試した茨城県火山灰畑表土群の2種と栃木
県那須土壌群の計3種について、今回はイオンの吸脱着
について簡単な電気化学的性質の比較を試みた。

塩基置換容量（C.E.C. と以下記す）と生産力との間
に密接な関係のあることは、さきに述べた等電点との関
係²⁾においても明らかに見られるように、等電点の低下、
酸性基の増加、C.E.C. の増大と、これらは全く同一事
実を別の土壌性質に表現しているにすぎない。本報では
C.E.C. について今まで発表されている方法とは趣を変
えて土壌懸濁液の電気透析を行ない、そのときの電流の
低下割合より吸着イオンの脱着割合また各時期のイオン
の吸着容量とみなされるべきものを、1つの仮定式に基
づいて算出して比較考察を試みたので、これらについて
以下述べる。

2. 実験方法

1. 供試土壌

前報¹⁾に供試した火山灰畑表土群の風乾土（ < 0.5

mm）5g に 1N KCl（または $CaCl_2$ ）50 ml を加え1
時間激しく水平振とうし吸引濾過し、洗液に Cl^- の認
められなくなるまで水洗する。ついで室内に2、3日風
乾した土壌を用いた。

2. 実験操作

処理供試風乾表土 3g を電気透析装置（三田村器械：
攪拌器付3分割透析槽自動循環式 200 ml 容量）の中央
室にとり定電圧装置（菊水電波：725C 形可変直流安定
化電源。変動 $\pm 0.3\%$ ）で 300V（後述の超音波処理の
場合に限り 200V）で電流測定はミリアンペア計（横河
電機：MPFB 形 5/10 mA ミリアンペアメーター。確
度 $\pm 0.5\%$ ）を用い、通電後5分ごとに2時間継続して
電流の強さを記録した。なお透析膜は陰・陽イオン交換
膜を使用し、透析中は終始攪拌を続けた。水の循環が沸
騰フラスコの突沸により円滑に行なわれない場合は、電
流もまたスムーズな動きをしないことを認めたので、還
流用ガラス管は、ガス抜きをつけた大きい丁字管に取り
替えてゴム管で接続した。これにより突沸によるガス圧
の急上昇によっても、丁字管のあいた管からガスが抜け
環流が中断されないで電流は終始円滑に流れた。また

茨城県鉍質 K- 土壌について透析操作の前に超音波処理(超音波工業: VSV-150 V-4A 形広帯域超音波発生装置を使用, 25 kc/sec 10 分間, 100 W で 300 ml ビーカーに液量約 50 ml 処理する) 後電気透析をした。

3. 実験結果と考察

上記の操作により 3 土壌群について得られた透析時間と電流変化の経過を第 1~6 表に掲げた。

1. イオンの解離程度の比較

上記の表について, (通電 t 分後の電流)-(t+5) 分後の電流)/(t 分後の電流)-(2 時間後の電流) の比(電流の減少割合) を % で求めた。この値は通電後各時期における K⁺ および Ca²⁺ の土壌からの脱着の程度(換言すれば土壌に対する吸着強度) を表わすものと解すべきで, その時期以後における吸着イオンの全解離量(2 時間で解離は終了するものと仮定) に対するその時刻(正確には 5 分間) の解離量の割合を示すことになる。この値を上記の表の 2, 3 を除いたものについて算出したのが第 7~10 表である。

これらの表について気づくことは, まず各土壌に一般的にいうと, 時間的にみれば, 透析開始後 10 分から 30~40 分まで, 以後約 1 時間までの 20~30 分間はそれぞれだいたい一定値を示しているが, 1 時間をすぎるとし

第 1 表 茨城県鉍質火山灰畑 K- 土壌の通電後時間と電流 (mA) の関係

土壌時間(分)	II-1	II-4	II-7	I-7	II-10	II-13	I-24
5	4.75	6.10	9.30	7.20	8.50	7.20	5.95
10	4.50	5.83	8.10	6.28	7.70	5.90	5.23
15	4.25	5.40	7.05	5.66	6.70	5.02	4.72
20	4.02	5.02	6.22	5.15	6.00	4.29	4.32
25	3.84	4.60	5.45	4.52	5.30	3.85	3.85
30	3.59	4.26	4.86	4.11	4.80	3.52	3.53
35	3.48	3.98	4.32	3.70	4.38	3.30	3.21
40	3.20	3.68	3.87	3.40	4.05	3.10	2.97
45	3.03	3.44	3.45	3.12	3.78	2.97	2.75
50	2.88	3.24	3.18	2.90	3.45	2.86	2.58
55	2.70	3.05	2.90	2.67	3.18	2.75	2.42
60	2.57	2.91	2.68	2.59	2.92	2.68	2.28
65	2.43	2.74	2.45	2.35	2.82	2.60	2.18
70	2.32	2.62	2.26	2.21	2.72	2.51	2.10
75	2.22	2.48	2.10	2.09	2.62	2.46	2.02
80	2.12	2.34	2.02	1.98	2.52	2.40	1.92
85	2.05	2.24	1.92	1.89	2.48	2.35	1.88
90	2.00	2.13	1.81	1.79	2.40	2.28	1.82
95	1.91	2.03	1.72	1.70	2.33	2.23	1.79
100	1.85	1.94	1.64	1.63	2.25	2.21	1.72
105	1.80	1.88	1.58	1.58	2.18	2.18	1.68
110	1.75	1.80	1.52	1.52	2.12	2.12	1.63
115	1.71	1.73	1.48	1.48	2.02	2.08	1.58
120	1.68	1.69	1.43	1.43	1.88	2.03	1.54

第 2 表 茨城県鉍質火山灰 Ca- 土壌の通電後時間と電流 (mA) の関係

土壌時間(分)	II-1	II-4	II-7	I-7	II-10	II-13	I-24
5	2.42	3.27	3.40	3.58	4.70	4.22	4.58
10	2.38	3.09	3.15	3.37	4.42	3.93	4.21
15	2.26	2.90	2.92	3.09	4.12	3.60	3.73
20	2.13	2.75	2.70	3.05	3.73	3.25	3.48
25	2.02	2.62	2.52	2.83	3.38	2.98	3.07
30	1.92	2.52	2.42	2.61	3.10	2.72	2.77
35	1.83	2.42	2.40	2.41	2.80	2.60	2.50
40	1.75	2.32	2.30	2.21	2.57	2.31	2.29
45	1.69	2.21	2.19	2.03	2.34	2.15	2.11
50	1.62	2.11	2.08	1.88	2.17	2.01	1.97
55	1.55	2.02	1.98	1.74	2.00	1.90	1.83
60	1.50	1.94	1.89	1.63	1.87	1.80	1.73
65	1.44	1.87	1.80	1.53	1.75	1.71	1.67
70	1.40	1.80	1.72	1.44	1.62	1.62	1.60
75	1.35	1.73	1.68	1.37	1.51	1.55	1.54
80	1.31	1.68	1.62	1.30	1.40	1.49	1.49
85	1.28	1.62	1.58	1.23	1.31	1.42	1.46
90	1.23	1.57	1.52	1.19	1.23	1.37	1.42
95	1.20	1.52	1.48	1.13	1.18	1.33	1.38
100	1.18	1.48	1.43	1.10	1.12	1.30	1.35
105	1.16	1.44	1.40	1.08	1.08	1.27	1.30
110	1.14	1.42	1.36	1.06	1.05	1.23	1.25
115	1.12	1.40	1.32	1.04	1.02	1.20	1.21
120	1.10	1.38	1.30	1.03	0.99	1.18	1.17

第 3 表 茨城県鉍質火山灰 K- 土壌の超音波処理後の通電後時間と電流 (mA) の関係

土壌時間(分)	II-1	II-4	II-7	I-7	II-10	II-13	I-24
5	9.10	9.60	8.20	8.12	6.33	6.12	6.20
10	8.88	9.14	7.42	7.22	5.54	5.83	5.51
15	8.40	8.40	6.55	6.13	4.82	4.66	5.00
20	7.90	7.67	5.49	5.10	4.23	4.01	4.40
25	7.39	6.90	5.16	4.45	3.78	3.51	3.88
30	6.93	6.26	4.52	3.70	3.43	3.11	3.47
35	6.52	5.69	3.98	3.30	3.17	2.80	3.13
40	6.15	5.17	3.52	2.95	2.97	2.54	2.85
45	5.80	4.71	3.12	2.60	2.77	2.35	2.63
50	5.44	4.32	2.79	2.40	2.62	2.19	2.48
55	5.11	4.00	2.48	2.19	2.51	2.05	2.33
60	4.80	3.69	2.23	2.02	2.42	1.95	2.22
65	4.50	3.40	2.02	1.90	2.32	1.85	2.13
70	4.22	3.15	1.85	1.79	2.26	1.79	2.07
75	3.98	2.90	1.70	1.69	2.19	1.73	2.01
80	3.72	2.68	1.59	1.60	2.12	1.67	1.96
85	3.59	2.47	1.51	1.53	2.08	1.61	1.91
90	3.27	2.25	1.45	1.47	2.04	1.58	1.86
95	3.06	2.09	1.36	1.40	2.00	1.52	1.82
100	2.88	1.94	1.28	1.36	1.96	1.50	1.78
105	2.68	1.78	1.21	1.32	1.92	1.48	1.75
110	2.50	1.65	1.16	1.28	1.87	1.44	1.72
115	2.34	1.54	1.11	1.23	1.83	1.41	1.69
120	2.20	1.45	1.07	1.20	1.80	1.39	1.67

第4表 茨城県腐植質火山灰 K-土壌の通電後
時間と電流 (mA) の関係

土壌 時間 (分)	III-8	III-4	III-10	III-3	III-15
5	7.80	8.81	6.02	6.50	7.61
10	7.50	8.02	5.43	5.92	6.80
15	6.92	7.20	4.72	5.32	5.82
20	6.38	6.30	4.14	4.73	5.06
25	5.87	5.60	3.70	4.25	4.42
30	5.48	4.91	3.40	3.77	3.90
35	5.10	4.38	3.18	3.37	3.49
40	4.75	4.00	3.02	3.08	3.21
45	4.50	3.62	2.91	2.81	3.01
50	4.22	3.25	2.81	2.61	2.88
55	4.02	3.02	2.73	2.44	2.74
60	3.82	2.80	2.68	2.32	2.54
65	3.67	2.59	2.61	2.20	2.40
70	3.50	2.43	2.57	2.12	2.28
75	3.35	2.31	2.67	2.07	2.19
80	3.21	2.20	2.52	2.02	2.12
85	3.10	2.12	2.40	1.99	2.08
90	3.01	2.05	2.32	1.96	2.03
95	2.93	1.99	2.27	1.93	2.02
100	2.87	1.93	2.21	1.90	2.00
105	2.80	1.88	2.17	1.90	1.98
110	2.77	1.83	2.12	1.89	1.97
115	2.72	1.80	2.10	1.88	1.95
120	2.69	1.78	2.08	1.87	1.94

第6表 栃木県腐植質火山灰 Ca-土壌の通電後
時間と電流 (mA) の関係

土壌 時間 (分)	那-1	那-2	那-3	那-4	那-5
5	3.22	3.70	3.82	5.42	4.70
10	3.22	3.51	3.56	5.09	4.43
15	3.07	3.30	3.40	4.67	4.03
20	2.90	3.10	3.10	4.23	3.76
25	2.73	2.92	2.89	3.87	3.48
30	2.60	2.87	2.67	3.51	3.22
35	2.50	2.62	2.48	3.21	3.01
40	2.42	2.48	2.29	2.95	2.80
45	2.35	2.37	2.12	2.73	2.62
50	2.28	2.25	1.99	2.55	2.48
55	2.22	2.15	1.87	2.39	2.31
60	2.17	2.07	1.75	2.24	2.20
65	2.11	1.99	1.64	2.12	2.10
70	2.05	1.91	1.58	2.01	2.00
75	2.00	1.85	1.50	1.92	1.92
80	1.94	1.80	1.42	1.84	1.87
85	1.89	1.75	1.38	1.78	1.80
90	1.86	1.70	1.32	1.72	1.73
95	1.83	1.66	1.27	1.68	1.69
100	1.81	1.62	1.22	1.62	1.62
105	1.80	1.61	1.18	1.59	1.59
110	1.78	1.59	1.14	1.55	1.56
115	1.75	1.57	1.11	1.52	1.52
120	1.72	1.54	1.09	1.50	1.50

第5表 栃木県腐植質火山灰 K-土壌の通電時
間と電流 (mA) の関係

土壌 時間 (分)	那-1	那-2	那-3	那-4	那-5
5	8.45	7.65	7.10	7.12	5.42
10	8.50	7.68	7.00	6.48	4.98
15	8.48	7.45	6.69	5.82	4.59
20	8.28	7.12	6.27	5.18	4.17
25	8.03	6.78	5.87	4.60	3.82
30	7.72	6.45	5.47	4.08	3.45
35	7.38	6.12	5.08	3.68	3.18
40	7.00	5.78	4.75	3.37	2.92
45	6.63	5.45	4.43	2.96	2.72
50	6.32	5.10	4.11	2.69	2.52
55	5.95	4.75	3.87	2.45	2.32
60	5.65	4.50	3.62	2.23	2.18
65	5.38	4.26	3.42	2.08	2.06
70	5.10	4.03	3.22	1.97	1.93
75	4.88	3.80	3.03	1.85	1.83
80	4.60	3.66	2.88	1.75	1.76
85	4.41	3.42	2.69	1.67	1.70
90	4.22	3.23	2.52	1.59	1.63
95	4.03	3.08	2.38	1.52	1.58
100	3.89	2.95	2.23	1.47	1.52
105	3.71	2.82	2.11	1.41	1.48
110	3.58	2.72	2.00	1.37	1.44
115	3.45	2.62	1.90	1.32	1.41
120	3.32	2.53	1.82	1.28	1.38

第7表 茨城県鉬質火山灰 Ca-土壌の Ca²⁺ 脱
着程度の時間的变化

土壌 時間 (分)	II-1	II-4	II-7	I-7	II-10	II-13	I-24
5	3.0	9.5	11.9	8.2	7.5	9.55	10.8
10	9.4	11.1	12.4	12.0	8.75	12.0	15.8
15	11.2	9.9	13.6	1.9	12.4	14.5	9.8
20	10.7	9.5	12.8	10.9	12.8	13.0	17.7
25	10.9	8.1	8.2	12.2	11.7	14.4	15.8
30	11.0	8.8	1.8	12.7	14.2	7.8	16.9
35	11.0	9.2	9.1	14.5	12.7	20.4	15.8
40	9.2	11.7	11.0	15.3	14.5	14.2	16.1
45	11.8	12.1	13.9	15.0	12.6	14.4	14.9
50	13.4	12.3	12.7	16.5	14.4	13.3	17.5
55	11.1	12.5	13.2	15.5	12.9	13.9	15.2
60	15.0	12.5	15.2	16.7	13.6	14.0	10.7
65	11.8	14.3	16.0	18.0	17.1	17.0	14.0
70	16.6	16.6	9.5	17.1	17.5	15.9	14.0
75	16.0	14.3	15.8	20.6	21.1	16.2	13.5
80	14.3	20.0	12.5	25.9	24.4	22.6	9.0
85	27.8	20.8	21.4	20.0	25.0	20.8	13.8
90	23.1	26.3	18.2	37.5	20.8	21.0	16.0
95	20.0	28.6	27.8	30.0	31.6	20.0	14.3
100	25.0	40.0	23.1	28.6	30.8	25.0	27.8
105	33.4	33.4	40.0	40.0	33.4	44.5	38.5
110	50.0	50.0	66.7	66.7	50.0	60.0	50.0

第8表 茨城県鉾質火山灰 K- 土壤の超音波処理後の K⁺ 脱着程度の時間的变化

土壤 時間 (分)	II-1	II-4	II-7	I-7	II-10	II-13	I-24
5	3.4	5.65	10.9	13.0	17.4	15.6	13.0
10	7.2	9.6	13.7	17.6	19.2	18.0	15.5
15	8.1	10.5	13.9	20.9	19.5	18.7	18.0
20	8.95	12.4	13.4	16.7	18.5	19.1	19.0
25	8.9	11.7	15.6	23.0	17.7	18.9	18.5
30	8.7	11.8	15.6	16.0	16.0	18.0	18.9
35	8.6	12.2	15.8	16.7	14.6	18.4	19.2
40	8.9	12.3	16.3	20.0	17.1	16.5	18.6
45	10.0	12.0	16.1	14.3	15.5	16.7	15.6
50	10.3	11.1	18.0	17.5	13.4	17.5	18.5
55	10.6	12.2	17.8	17.2	12.7	15.2	16.7
60	11.9	12.9	18.1	14.7	16.1	17.9	16.4
65	12.2	12.7	17.9	15.7	11.5	13.0	13.0
70	11.9	14.7	19.2	17.0	15.2	15.0	15.0
75	14.6	15.2	17.5	18.4	17.9	17.6	14.7
80	8.55	17.1	15.4	17.5	12.5	21.4	17.2
85	23.0	21.5	13.6	18.2	14.3	13.6	20.8
90	19.6	20.0	23.7	25.9	16.7	31.6	21.0
95	20.9	23.5	27.6	20.0	20.0	15.4	26.6
100	29.4	32.7	33.3	25.0	25.0	18.2	27.3
105	37.5	39.4	35.7	33.4	41.6	44.5	37.5
110	53.4	55.0	55.6	62.5	57.2	60.0	60.0

第10表 栃木県腐植質火山灰 K- 土壤の K⁺ 脱着程度の時間的变化

土壤 時間 (分)	那-1	那-2	那-3	那-4	那-5
5			1.9	10.9	10.9
10	0.4	4.5	7.5	12.7	10.8
15	1.9	6.7	8.6	14.1	13.1
20	5.0	7.4	9.0	14.9	12.6
25	6.6	7.8	9.9	15.7	15.2
30	7.7	8.4	10.7	10.9	13.0
35	9.4	9.5	10.1	12.9	14.4
40	10.0	10.1	10.9	19.6	13.0
45	9.4	12.0	12.2	16.0	14.9
50	12.3	13.6	10.4	17.0	17.5
55	11.4	11.2	10.2	18.8	14.9
60	11.6	12.2	11.1	15.8	15.0
65	13.6	13.3	12.5	13.8	19.1
70	12.4	15.3	13.6	17.4	18.2
75	17.9	11.0	17.5	17.6	15.5
80	14.8	21.2	17.9	17.0	15.8
85	17.4	21.4	19.6	20.5	21.9
90	21.1	21.4	20.0	22.6	20.0
95	19.7	23.6	26.8	20.8	30.0
100	31.6	31.0	29.3	31.6	28.6
105	33.3	34.5	38.0	30.8	40.0
110	50.0	52.7	55.6	55.6	50.0

第9表 茨城県腐植質火山灰 K- 土壤の K⁺ 脱着程度の時間的变化

土壤 時間 (分)	III-8	III-4	III-10	III-3	III-15
5	5.9	11.2	15.0	12.5	14.3
10	12.0	13.1	21.2	14.8	20.1
15	12.7	16.6	22.0	17.1	19.6
20	13.8	15.5	21.3	16.8	20.5
25	12.2	18.1	18.5	20.2	21.0
30	13.6	17.0	16.7	21.0	20.9
35	14.5	14.6	14.5	19.3	18.0
40	12.1	17.1	11.7	22.8	15.7
45	15.5	20.1	11.1	21.3	12.1
50	13.1	15.6	11.0	23.0	14.9
55	15.0	17.7	7.7	21.1	25.0
60	13.3	20.6	11.7	26.7	23.4
65	17.3	19.8	7.55	24.0	25.1
70	13.3	18.5		20.0	26.5
75	21.2	20.8	22.8	25.0	28.0
80	21.2	19.0	27.3	20.0	22.2
85	21.9	20.6	25.0	25.0	35.7
90	25.0	22.2	20.8	33.3	11.1
95	25.0	28.6	31.6	33.3	25.0
100	38.9	33.3	30.8	25.0	33.3
105	27.3	50.0	71.0	33.3	25.0
110	62.5	60.0	50.0	50.0	66.6

生産力の高い土壤から順次にこの値は漸増することを示すといえる。II-I 土壤では K- 土壤も Ca- 土壤も超音波処理しないものは明らかとはいえないが、栃木県 K- 土壤、超音波処理茨城県 K- 土壤では生産力の小さくなる順序に一致して未墾地で最大とはいえないようであるが最劣悪畑を最高として漸増していることは明らかに認められる。すなわち優良畑ほど K⁺ も Ca²⁺ も土壤に強く吸着されていて脱着されにくいということになる。後述するように K⁺ の置換容量も優良畑ほど漸増していることがわかるが、こうしてみると、置換容量のみならず置換強度にも大小があることとなる。吉田⁹⁾、原田¹⁰⁾らは、腐植は Ca を、無機粘土は NH₄ を選択的に吸着することを述べているが、K⁺ (NH₄⁺ と同一傾向を持つ) に対すると同様に Ca²⁺ に対する土壤の吸着程度は、第7表の Ca- 土壤についてみても、また第6表より求めた栃木県 Ca- 土壤 (表は示さなかった) においても、優秀畑ほどこの数値が遞減しているが、これより熟畑化による腐植含量の漸減が K⁺ 吸着強度の増大をもたらしたとも考えられず、この問題の解明は今後に待たねばならない。

2. イオン置換容量の比較

第1~6表より各土壤について透析中時期の電流の強さより、その時期 (実際は5分間) に土壤より放出された電気量を計算し、これに電気化学当量を適用した電

だいに大きな値になり終りころでは相当に大となる。これよりこの2つの時間の範囲内では、電流対時間曲線はそれぞれ別な指数関数関係で示されるとみてよい。各群について土壤間の違いを見ると、いずれの表においても

第 11 表 茨城県鉾質火山灰 Ca- 土壌の各時期の Ca²⁺ 置換容量 (me/100 g 風乾土)

土壌 時間 (分)	II-1	II-4	II-7	I-7	II-10	II-13	I-24
5	75.2	29.9	23.1	30.6	39.6	30.6	28.1
10	23.8	25.2	21.5	28.5	32.5	23.2	18.0
15	19.4	28.2	19.3	121.0	21.4	18.2	27.8
20	20.8	29.4	20.3	21.1	19.6	19.4	14.4
25	20.5	34.8	32.2	18.1	20.3	16.9	15.6
30	20.7	32.2	151.0	17.0	15.8	31.1	14.0
35	21.2	29.7	29.1	14.4	16.9	11.4	18.1
40	25.9	24.7	24.3	13.5	14.2	16.7	14.5
45	20.7	24.7	22.0	13.7	16.1	16.5	15.9
50	19.0	25.1	21.8	12.6	14.8	18.5	13.8
55	24.5	25.9	22.0	13.8	15.4	18.2	16.9
60	19.0	27.3	20.0	13.3	14.6	18.2	25.3
65	26.6	25.4	20.4	13.1	11.7	16.4	20.2
70	19.9	23.5	37.7	15.0	11.9	19.0	21.6
75	23.2	30.5	23.9	13.5	11.4	20.3	24.2
80	29.2	23.9	33.6	12.2	10.9	16.0	37.9
85	16.7	26.8	21.1	19.2	10.8	20.5	27.2
90	25.8	25.1	29.5	11.9	15.4	23.9	25.6
95	36.9	29.5	22.3	21.8	11.7	29.9	32.5
100	35.8	28.0	34.9	31.0	15.9	28.8	18.5
105	34.6	53.2	25.0	29.9	19.8	20.5	17.2
110	33.4	51.8	23.6	28.7	18.7	23.7	19.9
115	32.1	50.3	44.6	55.7	17.7	31.7	18.6

第 13 表 茨城県腐植質火山灰 K- 土壌の各時期の K⁺ 置換容量 (me/100 g 風乾土)

土壌 時間 (分)	III-8	III-4	III-10	III-3	III-15
5	102.9	48.6	30.3	36.1	35.1
10	48.3	38.6	20.0	28.7	22.7
15	44.2	28.0	18.7	23.5	21.5
20	39.6	26.2	19.1	23.0	19.4
25	44.2	22.2	22.6	18.4	18.3
30	39.5	22.2	26.3	17.4	18.2
35	37.2	25.0	31.9	19.4	21.6
40	45.5	20.8	42.1	27.6	25.8
45	36.3	17.4	43.1	19.7	25.3
50	45.0	22.9	50.4	20.3	29.9
55	40.8	20.7	76.5	25.1	18.7
60	49.4	17.9	52.4	22.6	23.2
65	40.0	21.0	87.5	30.8	24.2
70	41.4	24.8	—	46.1	29.3
75	40.6	24.5	—	43.8	34.9
80	49.9	30.8	26.7	69.9	57.6
85	54.5	32.7	36.6	27.9	44.2
90	57.9	35.7	55.1	65.7	21.3
95	73.2	33.7	43.9	63.7	105.1
100	60.2	38.1	62.6	—	102.9
105	134.5	36.1	48.2	—	202.4
110	82.1	57.3	115.7	184.2	99.9
115	126.9	83.3	113.5	182.2	196.5

第 12 表 茨城県鉾質火山灰 K- 土壌の超音波処理後の各時期の K⁺ 置換容量 (me/100 g 風乾土)

土壌 時間 (分)	II-1	II-4	II-7	I-7	II-10	II-13	I-24
5	127.0	68	28.4	23.8	16.4	16.4	21.4
10	55.0	37.4	20.6	15.2	13.8	13.0	16.8
15	47.2	31.8	18.4	12.2	12.8	10.8	13.4
20	40.8	25.2	17.4	13.0	13.0	10.4	12.1
25	39.7	24.4	13.4	8.8	13.4	10.0	12.0
30	39.3	22.6	12.2	11.2	15.0	10.2	11.6
35	38.5	19.6	11.2	10.1	16.8	9.6	11.6
40	36.3	19.2	10.0	8.1	14.6	11.2	12.2
45	31.3	18.8	9.6	11.2	17.2	10.8	15.4
50	30.1	19.4	8.2	9.0	21.0	11.4	13.8
55	28.3	17.2	8.1	9.4	23.8	14.1	16.6
60	25.7	15.6	7.8	11.4	19.8	12.8	18.8
65	23.5	15.4	8.0	11.0	30.6	19.4	25.6
70	24.9	13.2	7.6	10.1	24.8	18.1	24.2
75	20.4	12.6	8.8	10.6	23.2	16.8	27.4
80	36.2	11.4	13.4	12.2	38.4	15.8	26.2
85	13.2	9.3	12.8	13.2	37.0	29.6	24.8
90	17.0	10.6	7.8	10.4	35.6	16.1	29.4
95	17.4	9.4	7.8	16.6	34.2	39.4	28.2
100	13.8	7.8	7.8	15.6	23.8	38.6	36.2
105	13.4	8.1	9.8	14.8	25.2	18.6	35.0
110	13.0	8.2	9.0	11.0	29.8	23.6	33.8
115	13.0	8.8	10.4	17.2	38.2	34.0	49.2

第 14 表 栃木県腐植質火山灰 K- 土壌の各時期の K⁺ 置換容量 (me/100 g 風乾土)

土壌 時間 (分)	那-1	那-2	那-3	那-4	那-5
5			259	39.2	33.1
10	1870	130	80.0	31.5	31.6
15	183	85.0	53.5	25.9	24.8
20	140	75.2	49.2	22.6	24.7
25	105	70.1	43.1	19.9	19.4
30	88.6	63.6	38.3	20.5	21.8
35	72.2	55.3	39.1	21.6	19.3
40	66.7	50.9	35.3	13.5	21.3
45	71.6	42.5	30.6	16.0	18.4
50	54.2	37.1	35.4	14.9	15.8
55	59.6	45.5	30.0	13.5	19.3
60	59.7	42.5	32.9	16.6	20.0
65	52.2	41.5	29.4	19.8	16.3
70	59.8	35.6	27.4	16.2	18.8
75	42.8	52.5	30.9	17.2	24.2
80	56.5	27.9	21.9	19.3	26.2
85	51.8	31.0	21.3	17.6	20.9
90	47.5	35.2	22.8	18.3	27.0
95	58.9	37.0	19.0	23.5	21.1
100	42.4	34.3	20.9	18.3	29.5
105	53.9	40.3	20.4	25.3	28.0
110	50.1	37.6	20.2	19.0	35.4
115	46.4	38.7	22.9	22.2	33.9

流対時間曲線が分数関数関係で表わされると仮定して次の式により各時期の K^+ または Ca^{2+} の風乾土 100g 当たりの置換容量 (me) とみなされるものを算出してみた。

$$\frac{\text{平均電流 (amp.)} \times 5 \times 300 \text{ (または } 200) \times 33.3}{96.5} \div \frac{t \text{ 分後の電流} - (t + 5) \text{ 分後の電流}}{t \text{ 分後の電流}}$$

第 11~14 表にこの結果を示す。処理土壌すべてについて求めなかったが、これらの表を見てイオン解離の程度の項で述べたが、通電後 10 分から 30~40 分までの数値は時間にかかわりなく、第 14 表栃木県土壌群以外はず先一定値を示すといつてよいようであるが、この土壌も含めて全土壌群に、30~40 分後、約 30 分間の値は、だいたいそれぞれについて一定になっているといえようである。そして各土壌群について、1, 2 の例外はあるが、優良畑ほど大きく、劣悪畑ほど小さくなっていることがうかがわれる。

上述の算出の式は時間と電流関係が $1/Kx + C$ (x : 時間, K, C 定数) で表わされる場合にだけ一定値を示すが、この算出容量がはたして実際の土壌の C.E.C. を表わすか否か、もしくはいかなる関係をもつものであるかについての検討は今後に譲る。いずれにせよ各土壌群とも優良化の順位に一致した順序は見られないが、高生産の熟畑土壌ほど単位重量当たりの土壌の負荷電量は漸増していることは明らかであるといえよう。

最後に Ca- 土壌と K- 土壌の比較についてであるが、第 11 表の茨城県鉾質 Ca- 土壌についていえば、優良畑群と劣悪畑群の大きな違いはあるが各土壌間の差異ははっきり認められないといえるようで、これは第 1, 2 表を比較してみてもわかるように、電流の強さ・変化にも相当の相違がみられることから Ca- 土壌としてこの種の比較を試みるのは不溶性カルシウム塩の生成をもたらす可能性も考えられるので、適当でないように思われる。表にして示さなかったが、第 6 表より得られる栃木

県 Ca- 土壌の数値をしらべても、だいたい同様なことがいえるようである。

4. 要 約

既報の熟畑化程度を異にする、茨城県赤ノッポ・黒ボク、栃木県黒ボクの 3 土壌群について K- 土壌または Ca- 土壌を作成し、これをいずれも 300 V (超音波処理のものに限り 200 V)、2 時間陰陽イオン交換膜を用いて電気透析を行ない、5 分間ごとの電流を記録した。

この程度の電圧では透析中に粘土の分解に基づく電流の増加もなく、漸減の一途をたどったが、最後にあつてもだいたい 2 mA 程度流れていた (第 1~6 表参照)。各土壌群について電流変化より K^+ (または Ca^{2+}) の脱着程度の時間的変化および土壌の放電量を化学当量に結びつけて得られた各土壌のイオン置換容量の透析中各時期の数値を算出して次の結果を得た。

1. K^+ の脱着程度は透析開始後 10 分から 30~40 分までとそれ以後、透析開始後 1 時間くらいまでの 2 つの範囲内では各土壌ともそれぞれだいたい一定値を示し、生産力の高い畑ほど小さく、劣悪畑ほど大きい。すなわち熟畑ほど K^+ は土壌に強く吸着されているようだ。Ca- 土壌についてもこの傾向は明らかである。

2. イオン置換容量については、Ca- 土壌では明らかとはいえないが、K- 土壌についていえば 1. の場合と同様に 2 つの範囲内でだいたい各土壌ともそれぞれ一定値を示すが、優良畑が大きい値を示し、劣悪畑ほど小さくなるのは 1. と反対である。これは熟畑ほど負荷電の増大していることを物語るものといえよう。

文 献

- 1) 永井: 茨大農学術報告, No. 14, 61 (1966)
- 2) 永井: 土壌肥料, 37, 435 (1966)
- 3) 吉田: 土壌肥料, 27, 241 (1956)
- 4) 原田・久津那: 農技研報告, 135, 1 (1955)

Summary

Electrodialysis of the three groups of volcanic ash upland field K- or Ca- soils, each group of which is consisted of several soils with same conditions of formation and different productivities reported often before, was conducted for two hours at 300 V (at 200 V in case of ultrasonic wave treatment).

The values of electric current decreased gradually to the figure of about 2mA or below at the end with most soils were recorded at an interval of five minutes and the changes in both the degree of desorption and exchange capacity of soil for the ions with time were calculated from the current values.

The results obtained were as follows.

1. Of the extent of ion dissociation of most soils, each nearly constant value was shown in two periods respectively; one is the duration from 10 to 30 or 40 and the other from 30 or 40 to ca. 60 minutes after the beginning of the dialysis. The values at each group were found to be less as soil became more productive and greatest at the worst. That is, it is concluded that ions are supposed to be adsorbed more strongly as soil is more "mature".

2. With exchange capacity of soil for K^+ , there were also two nearly constant, respective values in the two periods as mentioned above. However, the value was greater as soil became more productive and greatest at the best. This means that soil comes to have more negative charge as it becomes more "mature".