

京都府亀岡盆地の耕地土壌における粘土鉱物と 重金属元素の分布について

服部 共生・松井 敏彦・米林 甲陽

TOMOO HATTORI, TOSHIHIKO MATSUI and KOYO YONEBAYASHI

Distribution of clay minerals and heavy metals on the cultivated
land in Kameoka basin of Kyoto prefecture

要約：京都府亀岡盆地の種々の地形面上にある耕地土壌における、粘土鉱物と王水-過塩素酸分解で抽出される重金属元素の分布を調べた。亀岡盆地の耕地は、母材と地形面からおよそ5地域に分けられ、その地域の作土の粘土鉱物組成と重金属含量はつぎのようであった。

1. 花こう岩風化物を母材とする行者山周辺の扇状地地区の土壌の粘土鉱物組成はメタハロイサイトを主成分とし、少量のイライト、Al-intergrade 鉱物、および両者の混層鉱物を随伴し、重金属元素含量ではカドミウムが多く、銅、ニッケルが少ない傾向が認められた。

2. 古生層系岩石風化物を母材とする中～低位段丘地区の土壌にあつては、その粘土鉱物組成はカオリン鉱物を主とし、Al-intergrade 鉱物、パーミキュライト、イライトを伴っていた。重金属含量は後脊山地の岩石が砂岩系か頁岩系により異なり、前者では鉛以外のものが一般に少ない傾向を示し、後者ではすべての元素が全地域の平均的な値を示した。

3. 大堰川北側の沖積地区や扇状地地区の土壌母材は湖底堆積物を主としておりと考えられ、粘土鉱物組成はイライトを主にカオリン鉱物、パーミキュライト、Al-intergrade 鉱物を伴っていた。この地区は亜鉛、銅、ニッケルが多く、カドミウムが少ない傾向を示した。

4. 大堰川南側の本支流の沖積地地区の粘土は、湖底堆積物に古生層系岩石や花こう岩風化物が種々の割合で混入したと思われる鉱物組成を示した。重金属含量も沖積地後脊の岩石により偏差が大きく、古生層砂岩系の影響を受けた地区で鉛以外の元素が少ない傾向を示し、花こう岩風化物の影響の強い地区でカドミウムが多い傾向を示した。

5. 高位段丘面上の土壌の粘土鉱物組成は Al-intergrade 鉱物とイライトを伴っていた。亜鉛、銅、ニッケルの含量は少ない傾向を示した。

6. 作土層と第二層における粘土鉱物組成や重金属含量には、2、3の例外を除けば大差はなかった。

7. 亀岡盆地の耕地土壌における鉱物や重金属元素の分布は土壌により規制され、母材は盆地周辺の地質岩石により定まると結論され、この法則性は河川上中流部の盆地において一般に当てはまるものと思われた。

I 緒 言

沖積地の土壌の粘土鉱物組成については、水田土壌の粘土鉱物の研究として多くの報告があり、それらは沖積地を流れる河川の集水域の地質岩石とその風化度に支配されるとともに、水田土壌の位置する地形面や

地形発達史を考慮しなければならないことが指摘されている¹⁾²⁾。一方台地土壌の粘土鉱物組成は、中位、高位の段丘とも表層部において大差のないことが、近畿地方の台地について報告されている。また重金属元素の土壌中での含量は母材の地質岩石に規制されると考えられている³⁾。しかし母材の岩質やその風化度に

京都府立大学農学部土壌学植物栄養学研究室

Laboratory of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, JAPAN

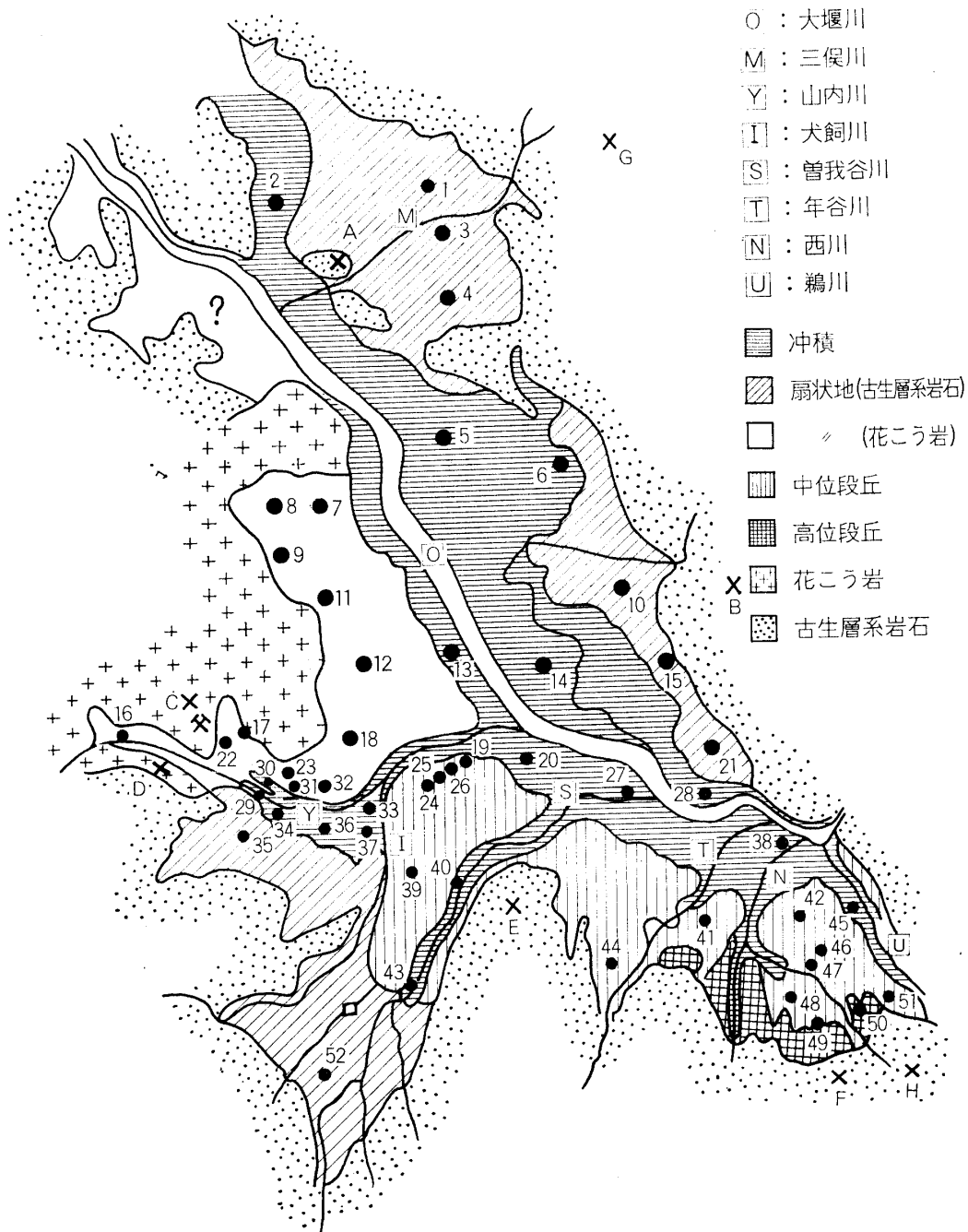
昭和49年7月29日受理

規制されると考えられる土壌の粘土鉱物組成や重金属含量との関係を総合して調査した結果はほとんどない。

本報告では、京都府下亀岡盆地の種々の地形面上にある土壌について、粘土鉱物組成と重金属含量を測定し、両者の関係を検討し、それらの分布が後脊山地の地質岩石により規制されていることを明らかにしたので報告する。

II 供試土壌と分析方法

亀岡盆地は京都府のほぼ中央、桂川の上流大堰川流域に展開する標高約90~120m、周辺を峻険な山々に囲まれた南北約18km、東西約2~4kmの第三紀末の断層運動により形成されたものである。上治⁴⁾によれば周辺の山地は盆地西側の行者山の花こう岩山塊を除き、秩父古生層系の岩石からなる。この古生層系岩石は盆地南方から流入する年谷川以東では砂岩、硬砂岩が多く、以西および盆地北側では頁岩が多い。これら



第1図 亀岡盆地の地質、地形区分と試料採取地点

の山塊から新旧の扇状地性の堆積面が盆地中央に延び、中央部は大堰川の氾濫原となっている。なお古い扇状地性の段丘面を山内川、犬飼川、曾我谷川、年谷川、西川、鶯川などが下刻して、小さな沖積面を形成している。曾我谷川、犬飼川、山内川の山地側には新しい扇状地が古い扇状地の上に乗っている。

航空写真と地形図から、後脊山地の地質岩石を考慮に入れ、耕地の地形地質区をつぎのように区分した。

1. 大堰川沖積低地：1a 大堰川左岸沖積地
1b 大堰川右岸沖積地
2. 段丘面を刻む沖積低地：
 - 2a 山内川、犬飼川沖積地
 - 2b 曾我谷川沖積地
 - 2c 年谷川沖積地
 - 2d 西川沖積地
 - 2e 鶯川沖積地
3. 古生層系岩石風化物新扇状地（ウォッシュアウトを含む）：
 - 3a 盆地北側新扇状地
 - 3b 盆地南側新扇状地
4. 古生層系岩石風化物旧扇状地（段丘）：
 - 4a 年谷川以東中位面、高
位面
 - 4b 年谷川以西中位面
5. 行者山山ろく花こう岩風化物新旧扇状地

これらの地形面上にみられる土壌は国土調査の土壌分類に従えば、灰色低地土壌、灰褐色低地土壌が主であって、沖積地の一部にグライ土壌が、中位段丘上の一部に灰色台地土壌、台地グライ土壌、黄色土壌（くろぼく土壌の性格をもつものもある）が、高位段丘面に赤色土壌が分布する。土地利用の状況は、かつてはほとんど水田であったが、現在では4a、5地区において畑地としての利用が一部にみられる。

分析に供した土壌試料は第1図に示した地点の作土層と第二層から採取した。耕地以外に周辺の山地からも数点の試料を採取した。山地の試料はつぎのようなものである。

- A, B, E：古生層系岩石風化物を母材とする乾性褐色森林土の表土
 C：花こう岩風化物を母材とする乾性褐色森林土の表土
 D：花こう岩風化物（マサ）、地表下約2m
 F, G：湖底堆積物と思われる白色粘土
 H：湖底堆積物を母材とすると思われる乾性褐色森林土
 第1図には地域区分と周辺の地質を示した。F, G

のような湖底堆積物は地域区分4a、4bの山地に近い水田の下部においても出現している。

粘土の鉱物組成は国際法機械分析法に準じて2 μ m以下の部分を採取し、Ca-、Mg-、K-飽和粘土を調整し、風乾、500°C加熱、グリセロール、ヒドラジン処理を行った配行試料につきX線回折を行ない決定した。

土壌中の重金属元素の抽出には種々の方法が提案されているが、鉱物中の重金属元素は溶出しませんが、これらの風化によって放出された形態や、二次的に外部から加えられたものはほとんど溶解すると考えられる王水-過塩素酸分解で抽出される亜鉛、銅、カドミウム、ニッケル、鉛を原子吸光法で測定した。

III 結果と論議

1. 粘土の鉱物組成

供試土壌の粘土のX線回折結果は第2図(a)(b)(c)に代表例として示したパターンをとるものが大部分であった。すなわち、Ca-飽和風乾処理において14Å、12Å、10Å、7Åの回折線を示す粘土鉱物が、試料によりこれらの強度を変えていることから、種々の割合で混在する粘土であると推定される。

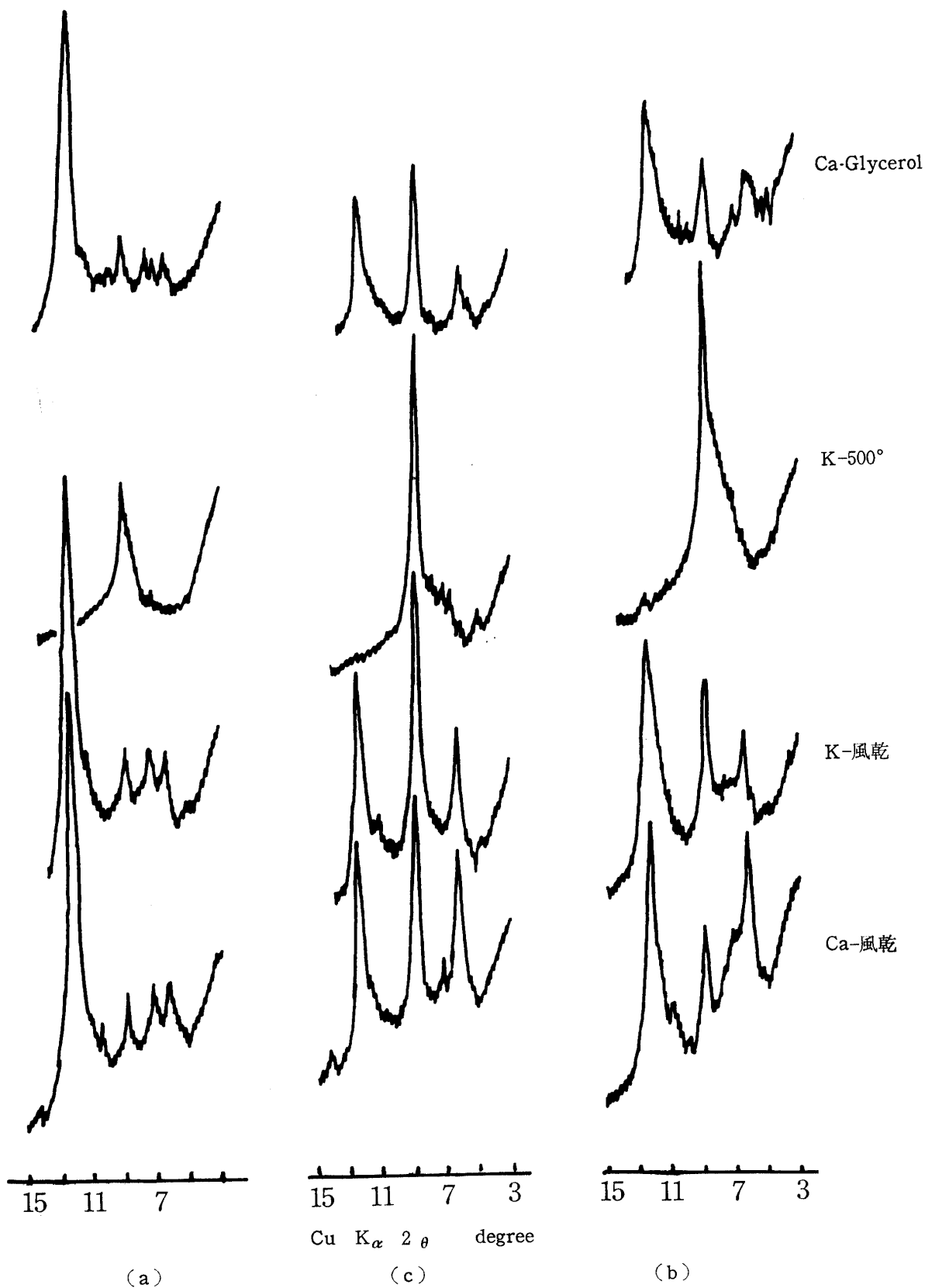
第2図(a)のCa-飽和風乾処理のX線回折図において、14Åの回折線はMg-飽和グリセロール処理、K-飽和風乾処理によってほとんど変化せず、K-飽和500°C加熱処理で10Åに収縮することからAl-intergrade鉱物（恐らくはAl-interlayeringパーミキュライトと思われるがくわしい検討をしていない）によるものであろう。10Åの回折線はグリセロール処理で変化せずイライトによるものと考えられる。12Åの回折線も14Åの回折線と同様にK-飽和500°C加熱処理で消失する以外は変化しないことから、イライトとAl-intergrade鉱物の混層鉱物と思われる。7Åの回折線は正確には7.2~7.3Åの位置にあり、K-飽和500°C加熱処理で消失し、ヒドラジン処理で11Åに移行することからメタハロイサイトと同定される。以上の解析結果と第2図(a)のX線回折図の回折線の強さから、この粘土はメタハロイサイトを主成分とし、少量のイライト、Al-intergrade鉱物、それらの混層鉱物を随伴するといえる（Group I）。

第2図(b)のCa-風乾処理のX線回折図において、14Åの回折線はグリセロール処理でわずかに膨脹する部分もあるが、Mg-飽和グリセロール処理ではほとんど変化せず、K-飽和風乾処理で10Åに収縮するものと14Åにそのまま残るものに分かれ、K-飽和500°C加熱処理ですべて10Åに収縮することから、14Åの回折線はパーミキュライトとAl-intergrade鉱物の両者を含

Group I
No. 17-作土

Group III
No. 27-第二層

Group II
No. 25-作土



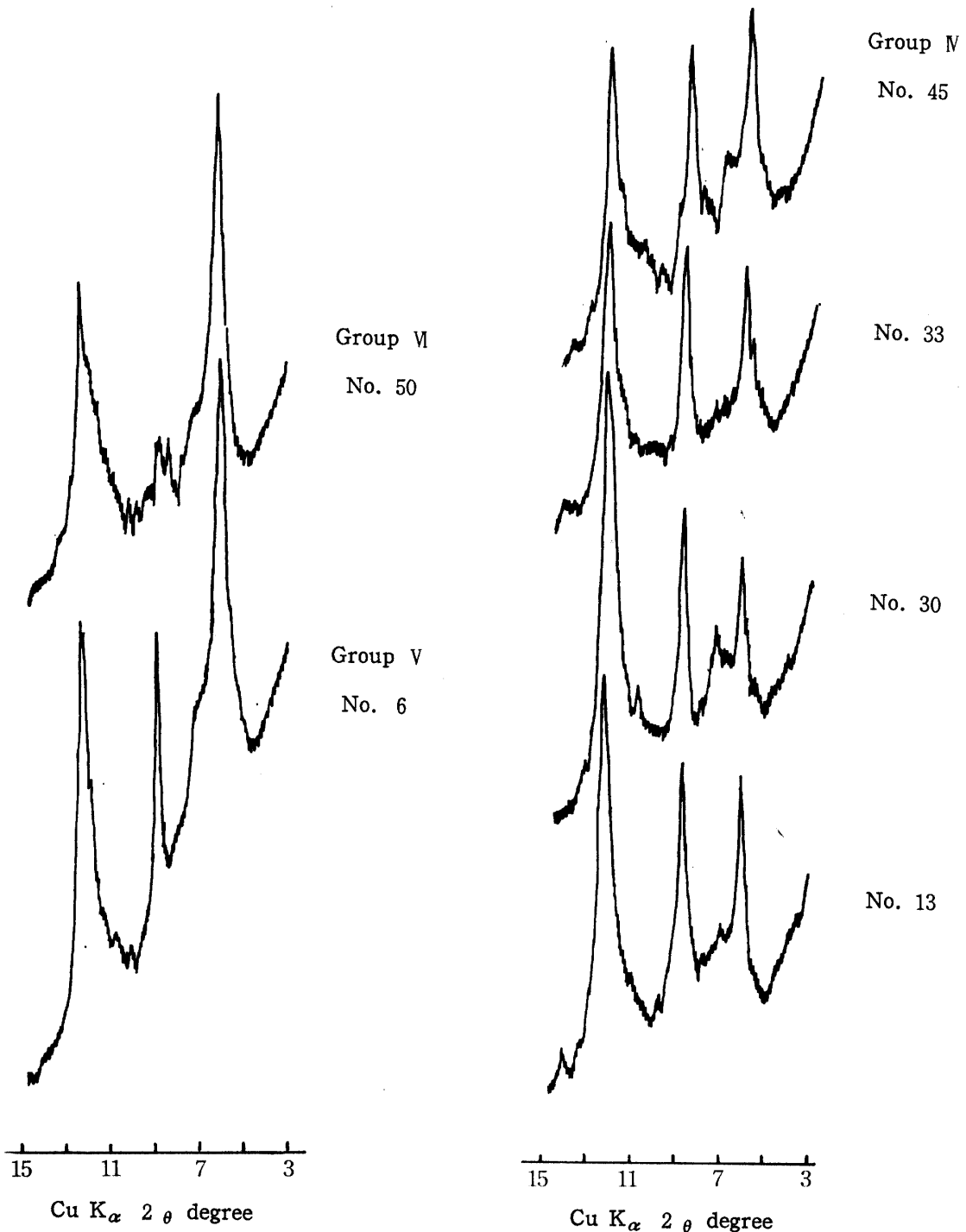
第2図 Group I, II, IIIの代表的粘土の各種処理配行粘土のX線回折図

むと推定される。10Å, 7 Å の回折線は第2図(a)と同様な処理変化を示すが、後者は正確には7.1~7.2Åであった。以上の解析結果と回折線の強度から、このようなX線回折パターンを示す粘土は、カオリナイト、パーミキュライト、Al-intergrade 鉱物、イライトを含むといえよう (Group II)。

第2図(c)のX線回折パターンは第2図(b)とほぼ同じ処理変化を示すが、回折線の強度がCa-風乾処理にお

いて10Åが最強である点とK-風乾処理で14Åの回折線の弱体化が大きい傾向がみられる点で異なる。以上のことから、この粘土はイライトを主とし、カオリナイト、パーミキュライト、Al-intergrade 鉱物を含むと推定される (Group III)。

以上の他に第3図にCa-飽和風乾処理粘土のX線回折図を示した粘土のグループがある (Group IV)。この粘土は Group IIIの粘土に Group II または I の粘



第3図 Group IV, V, VIの代表的 Ca-風乾処理配行粘土のX線回折図

第1表 試料採取地点の地質地形区，土壤型と土壤の礫含量，土性および粘土のX線回折結果

試料 番号	地質地形区	土壤型	土地 利用	作 土 層				第 二 層			
				礫 %	土 性	X線回折図にお けるピーク面積		礫 %	土 性	X線回折図にお けるピーク面積	
						7Åピ ークの 割合 (%)	14Åピー ク面積/ 10Åピー ク面積			7Åピ ークの 割合 (%)	14Åピー ク面積/ 10Åピー ク面積
7	5	灰 褐	水田	2.0	CL	50	2.85	1.0	CL-SL-SCL	47	1.94
8	5	"	"	0	L~CL	51	2.06	7.8	L~CL	48	2.06
9	5	"	"	0	SCL	57	2.58	0	LS~SL	49	3.25
11	5	"	"	11.2	SL	55	2.00	1.4	LS	50	2.13
12	5	"(くろぼく)	"	0.6	SCL	55	1.81	0.9	CL	51	1.72
16	5	"	畑	5.2	L	53	1.94	10.4	SL~L	47	2.53
17	5	"	水田	0	L	59	1.73	0	SL	59	2.42
18	5	"(くろぼく)	"	0	SCL	61	2.17	2.2	SCL	62	2.17
22	5	"	"	9.2	SCL	46	2.38	8.4	SL	50	2.13
23	5	"	"	2.0	SCL	52	1.67	0.7	SCL	53	2.13
31	5	"	"	3.0	SL	55	2.00	0	CL	48	1.48
32	5	灰 色 褐	畑	0	SL	52	1.53	0	SCL	51	1.88
19	4b~1bの斜面	灰 "	水田	5.9	SCL	41	1.36	2.2	CL	46	1.16
24	4b	灰 色	"	1.6	SCL	37	1.52	7.8	CL	41	1.19
25	4b	"	"	0	SL	39	2.21				
26	4b	"	"	2.8	CL	42	1.90				
37	4b~2aの斜面	グ ラ イ	"	0	SCL	39	1.54	17.7	SCL	48	0.93
39	4b	"	"	16.1	SL	48	1.26	27.3	L	46	1.59
41	4b	灰 色	"	3.3	CL	45	1.50	16.7	CL	43	1.03
44	4b	"	"	3.3	L~CL	37	1.63	6.5	CL	44	1.15
42	4a	"(くろぼく)	畑	30.2	CL	27	2.04	34.3	LiC	25	2.13
46	4a	"(くろぼく)	"	23.1	SCL	32	1.83				
47	4a	黄 褐	"	21.9	CL	36	1.78				
48	4a	灰 褐	水田	6.7	CL	33	1.68	0	CL	32	1.34
51	4a	"(くろぼく)	"	9.8	CL	40	1.22	5.9	LiC	36	1.56
45'	4a~2eの斜面	灰 色 褐	"	12.2	CL	32	1.43				
49	4a中~高位	灰 色 褐	畑	14.5	CL	38	2.26	21.1	LiC	37	2.15
50	4a高位	灰 赤	"	6.1	SCL	33	5.70				
50'	4a	"	竹林	18.1	LiC	37	3.50	16.7	LiC	35	2.82
1	3a	"	水田	5.6	L	34	0.87	13.9	L	35	0.41
3	3a	灰 色	"	5.1	L~CL	31	0.68	3.8	CL	33	0.46
4	3a	"	"	6.5	L~CL	37	0.43	5.2	CL~SiCL	33	0.34
10	3a	"	"	8.8	CL	36	0.60	3.7	L~CL	32	1.13
15	3a	礫 層	木材団地	59.7	SL	26	0.76	58.7	SL	27	0.66
21	3a	灰 色	水田	15.0	CL	33	0.76	36.1	SL	32	0.84
2	1a旧河道沿い?	灰 褐	"	5.0	L~CL	37	0.91	7.7	CL	35	1.17
5	1a	灰 色	"	3.8	CL	37	0.53	4.1	CL	29	0.87
14	1a	"	"	8.1	CL	38	0.68	7.8	CL~LiC	36	0.76
28	1a	"	"	0.7	LiC	33	0.63	0	LiC	33	0.63
13	1b	灰 褐	"	0	CL	47	0.83	3.5	CL	43	0.90
20	1b	"	"	1.9	SCL	47	0.89	1.0	CL	40	1.14
27	1b	"	"	0.7	CL	32	1.27	0	SCL	31	1.03
38	1b	"	"	0	SCL	38	0.77	0	SCL	33	0.97
6	1a	グ ラ イ	"	1.1	L	35	1.67	6.9	L~CL	37	1.52
29	2a	"	"	0.3	SL~SCL	42	1.00	4.3	CL	38	0.72
30	2a	灰 色 層	"	0	CL	43	1.19	1.4	CL	46	1.16
33	2a	灰 層	"	2.2	SCL	44	1.00	9.3	SL	41	0.74
34	2a	灰 層	"	0	CL	36	0.88	6.4	CL	39	0.91
36	2a	灰 色 層	"	3.3	CL	47	1.21	0	LiC	43	1.48
38	2a	灰 色 褐	"	0	SCL	38	0.77	0	SCL	33	0.97
40	2b	灰 色	"	2.7	SL	37	1.03	0	SCL	37	0.97
43	2b	"	"	3.2	SCL	44	1.00	4.2	SL	40	1.00
45	2e	"	"	3.8	SCL	31	1.23	6.6	CL	30	0.89
35	3b 山内川沿い	灰 色	"	8.9	CL	39	0.49	36.2	CL	39	0.97
52	3b 曾我谷奥	グ ラ イ	"	3.8	SL	50	2.85	5.8	SL	51	2.77

土が種々の割合で混入したものと考えられる。No. 6の土壌の粘土のX線回折結果は Group IIとよく似るが、14Åの回折線はK-飽和風乾処理で12Åの巾広い回折線に、Mg-飽和グリセロール処理で17.7Åに膨脹することからモンモリロナイトによるものと考えられる (Group V)。また、No. 49, 50, 50'の粘土も Group IIと似たX線回折パターンを示すが、10Åの回折線が弱く、14Åの回折線はグリセロール処理、K-飽和風乾処理でほとんど変化しないことから、Group IIの粘土にくらべイライトの量が少なく、Al-intergrade 鉱物が14Å 鉱物の主成分となっていると考えられる。

上記のような粘土鉱物組成の特徴を数値的に表わすため、Ca-風乾処理粘土のX線回折図における各回折線の面積を求め、全回折線面積中の7Å回折線面積の

割合と14Åと12Åの回折線と10Åの回折線の面積比を計算して、第1表に各地域別に示した。この表には試料採取地点の地質地形区(地域区分)、土壌型、礫含量、土性も併記しておいた。

2. 粘土鉱物の分布

供試土壌の作土について、粘土鉱物のグループ区分を行なうと第2表のようである。この表には、各地域区分ごとのCa-風乾処理粘土の回折線の面積割合、比および土壌中の活性アルミニウム(N/5塩酸可溶)と活性酸化物中のアルミニウムの原子百分率の平均値、標準偏差および範囲を示した。この表からも明らかのように、粘土鉱物組成によるグループ区分と地域区分の間には比較的よい対応が認められる。すなわち、Group Iの土壌は花こう岩山塊の山ろくの扇状地

第2表 供試土壌作土の粘土鉱物組成の特徴、活性酸化物と地質地形区との関係

粘土鉱物組成によるグループ区分	地質地形区	試料番号	Ca 風乾粘土のX線回折図†におけるピーク面積		N/5 塩酸可溶成分 †	
			7 Å ピーク面積割合 (%)	14Å + 12Å ピーク面積 / 10Å ピーク面積	Al ₂ O ₃ (%)	活性酸化物中の Al の原子百分率 (%)
I	5	No. 7, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 18, 22, 23, 31, 32	54 ± 4 (46~61)	2.06 ± 0.39 (1.53~2.58)	2.69 ± 0.64 (1.87~3.97)	53 ± 9 (36~63)
II	4 a	No. 19, 24, 25, 26, 37, 39, 41, 44	41 ± 4 (37~48)	1.62 ± 0.31 (1.26~2.21)	1.47 ± 0.21 (1.30~1.70)	38 ± 6 (31~49)
	4 b	No. 42*, 46*, 47*, 48, 51*, 45'	33 ± 4 (27~40)	1.66 ± 0.29 (1.22~2.04)	*3.98 ± 1.50 1.72 ± 0.28 (1.57~6.06)	*58 ± 7 41 ± 1 (40~65)
III	1 a	No. 1, 3, 4, 5, 10, 14, 15, 21, 28, 38	34 ± 4 (26~38)	0.67 ± 0.13 (0.43~0.87)	1.95 ± 0.78 (1.18~3.59)	45 ± 7 (35~54)
	1 b					
	3 a					
IV	1 a	No. 2	37	0.91	2.18	40
	1 b	No. 13, 20, 27	42 ± 9 (32~47)	1.00 ± 0.24 (0.83~1.27)	1.77 ± 0.34 (1.41~2.09)	41 ± 2 (39~44)
	2 a	No. 29, 30, 33, 34, 36	44 ± 4 (36~47)	1.06 ± 0.14 (0.88~1.21)	1.95 ± 0.61 (1.53~3.02)	40 ± 6 (35~49)
	2 b	No. 40, 43	41 ± 5 (37~44)	1.02 ± 0.02 (1.00~1.03)	1.61 ± 0.21 (1.46~1.78)	44 ± 2 (41~47)
	2 e	No. 45	31	1.23	1.55	44
	3 b	No. 35, No. 52	39, 50	0.49, 2.85	2.05, 2.27	46, 39
V	1 a	No. 6	35	1.67	2.19	34
VI	4 b	No. 49, 50, 50'	36 ± 3 (33~38)	3.82 ± 1.74 (2.26~5.70)	2.30 ± 0.25 (2.13~2.56)	53 ± 9 (44~62)

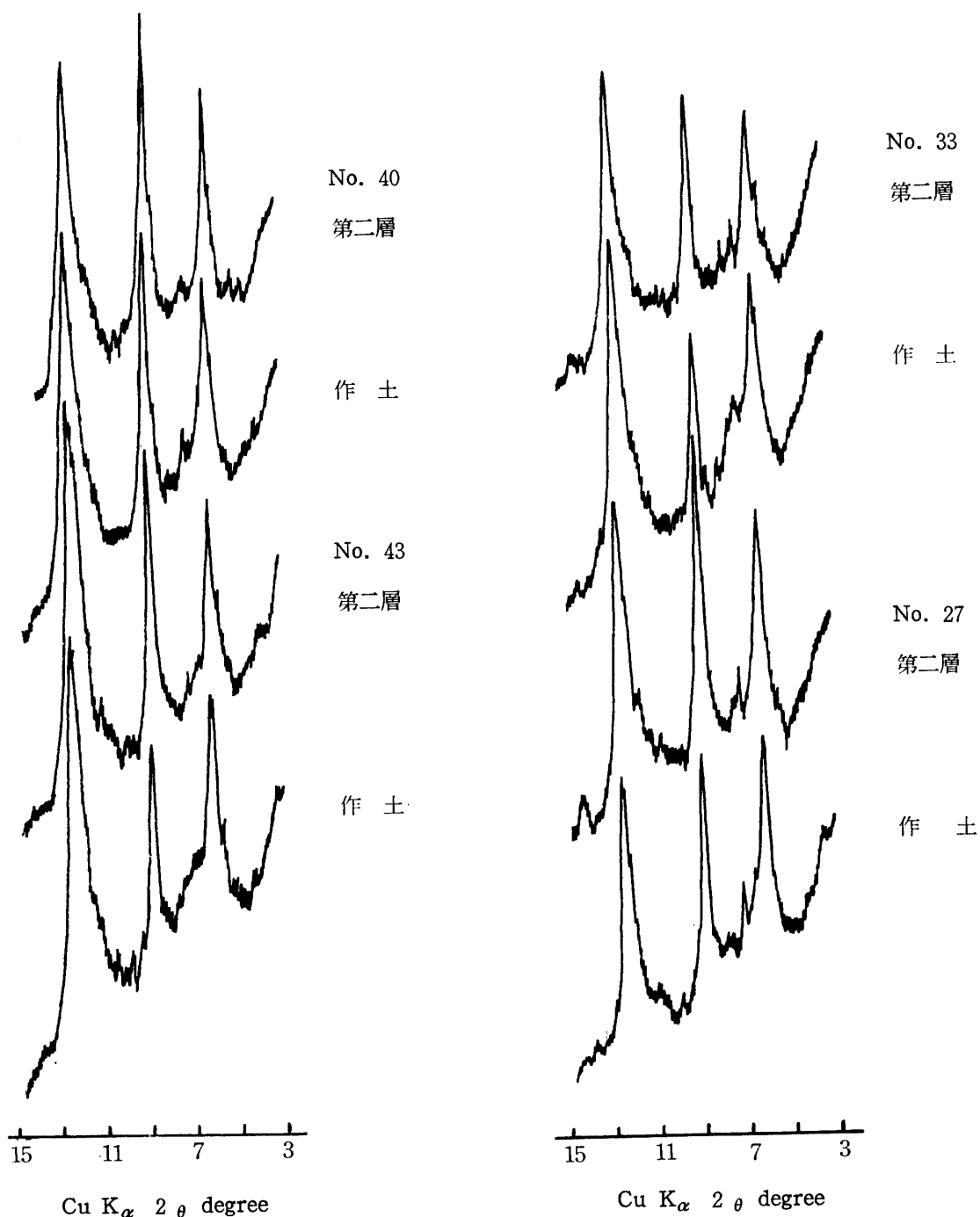
† 数値は平均値、標準偏差、範囲を表わす

* ころぼく土壌的性格を示す

区(5)に, Group IIは大堰川南側に広がる段丘地区(4 a, 4b)に, Group IIIは大堰川東北側の沖積地(1a)および扇状地地区(3a)に分布する。Group IVは大堰川右岸の沖積地(1b)や, 段丘面を下刻して形成した支流の沖積面(2a, b, e)に分布し, Group Vは盆地東南の面積の小さい高位段丘(4a)の畑土壌である。なおNo.37は地域区分では3b~4aの中間位置と思われる。

Group IVに属する試料はNo.6のみで, この土壌

はpHも中性を示し, 交換性塩基含量も多く, 同じ地区(1a)内の土壌と性格を異にしているが, この土壌にのみモンモリロナイトが同定されている。この試料採取地点の後背山地に古生層石灰岩レンズの産出が知られ, その影響を受けていると考えられる。モンモリロナイトの存在が石灰質母材と思われる地点で認められることは興味深い。高位段丘面の土壌は中位段丘面の土壌(Group II)にくらべて, イライトが減少し, Al-intergrade 鉱物が優勢であることから, より

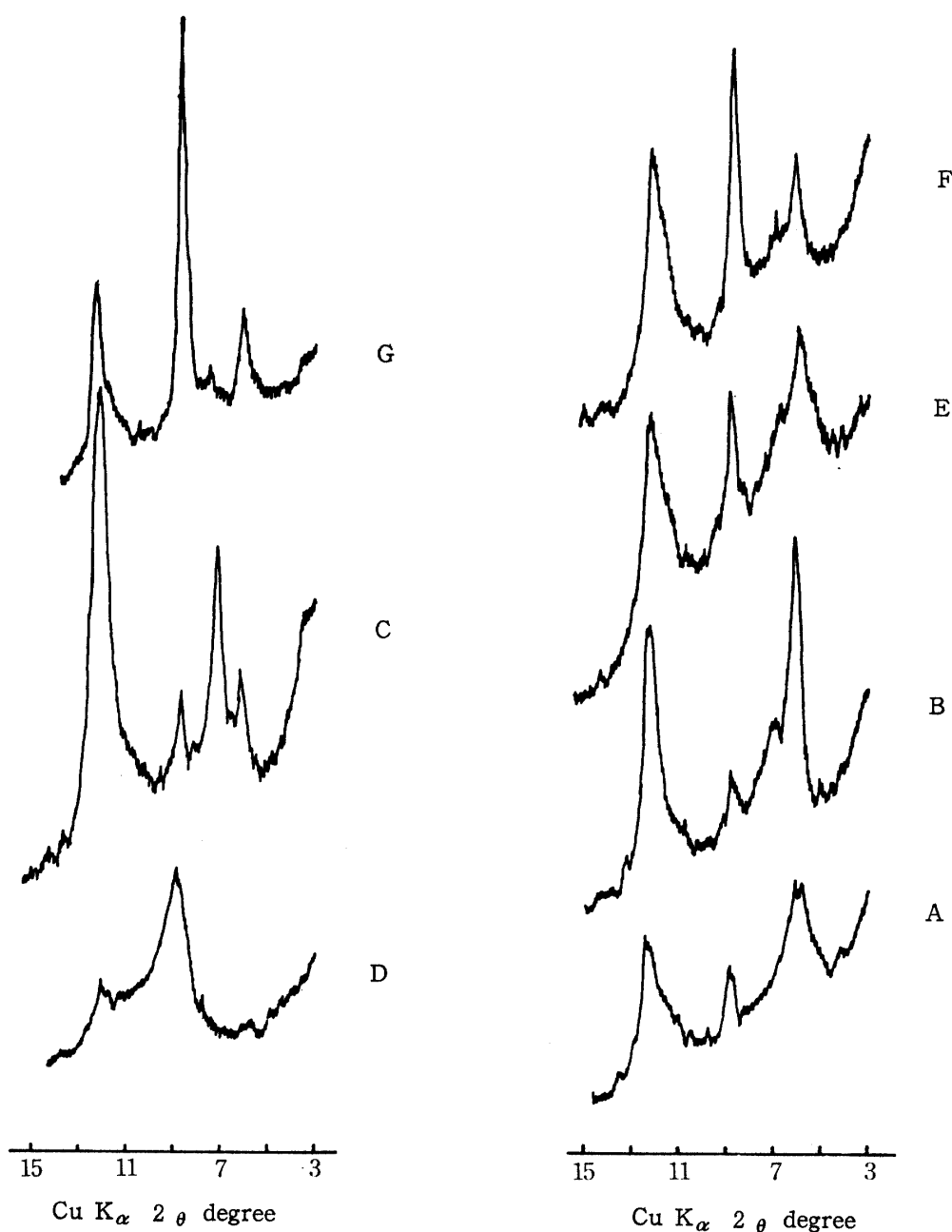


第4図 Ca-風乾粘土のX線回折図—作土層と第二層の粘土鉱物組成の異なる場合—

強い風化を受けたと予想される。なおこの粘土鉱物組成は、近畿地方の台地上の黄色土壌や赤色土壌と酷似している。Group I の土壌では少量含まれる 14\AA 鉱物の大部分が Al-intergrade 鉱物であるのに反し、Group II, III, IV の土壌ではパーミキュライトと Al-intergrade 鉱物の両者を含む。この相違は気候、土地利用等に大差はないと考えられるので、母材の特徴を反映していると思われる活性アルミナ含量や活性酸化物中のアルミニウムの占める割合が、くろぼく土壌の性格をもつ 4a 地区の土壌以外の他 Group の土壌より大きいこと（第2表参照）から推定されるよう

に、このGroupの土壌にあつては、Al-intergrade を形成するために必要な膨脹性 2 : 1 型粘土鉱物が少なく、層間に入るアルミニウムの供給力が大きいことによるものであろう。

以上述べたような Al-intergrade 鉱物、パーミキュライト、イライトの分布の地域的特徴は、すなわち、沖積地でイライトが、中位段丘面ではパーミキュライトと Al-intergrade 鉱物の両者が、高位段丘面では Al-intergrade 鉱物が主成分をなしていることは、粘土鉱物の風化序列で説明されるように思える。しかし、2a~2e の沖積地の土壌粘土が Group III の



第5図 盆地周辺の森林土壌および湖底堆積物中の Ca 飽和風乾処理粘土の X線回折図

土壤粘土に Group I または II の土壤粘土が混入したような粘土鉱物組成を示すこと、また点数は少ないが、わずか10~20cmの深さの差で第4図にX線回折図で示すような粘土鉱物組成に差があることは、低地の表層部へは常により高い地点からの物質の流入があると考えられる。そこで盆地内の耕地周辺の山地の土壤、岩石風化物、堆積物について、その粘土の鉱物組成を調べた。X線回折結果の一部を第5図に示した。この結果からも明らかなように、花こう岩風化物やそれを母材とする土壤(第5図C, D)は第2図(a)と似たX線回折図をあたえるものとハロイサイトと少量のメタハロイサイトを含むものの2種があり、これらの混合物が行者山周辺の土壤母材となっていることが推定された。一方古生層系岩石風化物や土壤の粘土のX線回折図(第5図A, B, E)は Group II, IV, V と似た図形を示す。ただし、 14\AA の回折線は耕地土壤と異なり、パーミキュライトとモンモリロナイトの両者を含み、Al-intergrade 鉱物の量は少ないようであった。

大堰川南側の耕地土壤の粘土鉱物組成とよく似た粘土を含む森林土壤や岩石風化物が、周辺の山地に認められることは、これらの沖積地や段丘面へ運ばれ堆積したものが耕地土壤の母材になっているものと推定される。後脊山地の地質岩石が段丘上においてさえその土壤母材に影響している証拠が、4aと4b地区の土壤の礫含量に認められる。すなわち、両者で粘土鉱物組成に差はないにもかかわらず、4b地区の土壤で礫含量が多い。これは4b地区の後脊山地が古生層砂岩、硬砂岩が広い地域を占めるのに反し、4a地区では頁岩系の岩石の分布が大きいことによる。その理由は硬砂岩系の岩石は礫を、頁岩系の岩石は粘土および砂を風化によって形成し易いという岩石風化の不連続性によると解釈できるからである⁹⁾。

一方大堰川の東北側の沖積地や扇状地ではNo. 6を除いてイライトの優勢な粘土であり、このような粘土は盆地東北側の古生層系岩石風化物を母材とする土壤では認められず、旧亀岡湖の湖底堆積物と思われるものの粘土と似ている。ただし耕地土壤では 14\AA 鉱物がパーミキュライトと Al-intergrade 鉱物であるのに反し、試料、FやGではモンモリロナイト的性格の強いパーミキュライトであり、試料Gではイライトが特に多く、Al-intergrade 鉱物を含んでいる(第5図F, G)。このような分布の特徴は、大堰川の氾濫原の勾配が急で沖積作用が弱く、大堰川上流の集水域(古生層岩石を主とする)からの運搬された物質は礫など大きな粒子のみを堆積し、細かい粒子は周辺の山地から

運ばれたものであったと考えられる。大堰川北東側の山地には標高300~400mの高所にまで湖底堆積物が存在するため、それらが扇状地や氾濫原に流入し、その他に試料A, Bのような古生層系、風化物が混して、現在みられる大堰川左岸の扇状地や沖積面の土壤母材となっているものと思われる。この場合、湖底堆積物の影響がとくに強いものと思われる。

要するに亀岡盆地の各地形面の土壤の粘土鉱物組成は土壤生成過程での粘土鉱物の変化よりは、母材の地質学的なサイクルの中での形成、運搬、堆積といった過程により規制されているといえよう。

しかし、盆地内の耕地土壤の粘土において、Al-interlayering が周辺の森林土壤におけるより進行していることは、これら土壤の水田化によるものか、近畿地方の台地土壤の表層部でとくに強く進行していることから予想される現在のこの地方の気候条件下での土壤化過程の表われであるか明らかでなく、今後の問題として残されている。

3. 重金属元素の分布

供試作土中の王水-過塩素酸分解で抽出される重金属元素含量を第3表に地質地形区別に示した。また粘土鉱物組成グループと地質地形区とを組合せた区分を行なって、各区分の平均値、標準偏差、範囲を第4表に示した。

これらの結果から明らかなように、重金属含量は粘土鉱物組成による区分や地質地形区分によって分けられる地域間に、元素の種類によって差異があることがわかる。このことは、重金属含量も粘土鉱物組成と同様に母材によって規制されるといえよう。すなわち、花こう岩風化物を母材とする行者山周辺の扇状地地区では、カドミウムが多く、銅、ニッケルが少ない傾向が、古生層系岩石風化物を母材とする大堰川南側の段丘地区では、鉛以外の重金属元素が少ない傾向が、そして湖底堆積物をおもな母材とする大堰川東北側の沖積地、扇状地地区では亜鉛、銅が多くカドミウムが少ない傾向が認められる。湖底堆積物と古生層系岩石風化物または花こう岩風化物の混合物を母材とすると考えられる大堰川南側の沖積地地区では、それぞれの混合割合によって偏位の大きい中間的な値を示す。しかし、後脊の山地が古生層砂岩、硬砂岩が広い面積を占める曾我谷川、鶺鴒川の沖積地では銅、ニッケル等が少ないのに反し、山内川、犬飼川の沖積地のように花こう岩の影響を受けている場合には亜鉛、カドミウムなどが多い傾向を示す。母岩の重金属含量の測定を行っていないが、以上の結果から、湖底堆積物は銅、ニッケルに富み、花こう岩風化物はカドミウムに富み、銅

第3表 土壌中の王水-過塩素酸分解性重金属含量（風乾土当り ppm）

試料 番号	作 土 層					第 二 層				
	Z n	C u	C d	N i	P b	Z n	C u	C d	N i	P b
7	88	23	2.0	20	33.5	83	18	2.2	24.5	29
8	103	27.5	2.2	25.5	38	85	24	2.3	27	32
9	121	27	2.2	17.5	42.5	83	24	2.0	15	25.5
11	67	20.5	1.7	15	30	39	11.5	1.6	13.5	21
12	67.5	32	1.7	15	36					
16	124	48	2.5	20	33	91	38.5	1.9	20	31
17	82.5	33	2.4	19.5	41.5					
18	90	28.5	2.0	19	45	72	22.5	1.7	16	40.5
22	190	122	4.4	16	41	138	56.5	2.3	16	27.5
23	105	44.5	2.3	20	36.5	76	27	2.0	16	32.5
31	192	55.5	7.0	20	42	94	46.5	2.6	19	47
32	147	36.5	5.0	17.5	38	91	31.5	3.0	20	36
42	132.5	50	2.2	34	67					
45'	79	25.5	1.4	29.5	41.5					
46	95	30.5	2.0	31	42.5	69	34	1.9	30	41
47	64	35.5	1.5	32	47					
48	66	30.5	1.4	27	41.5					
51	93	33	1.7	35	44.5					
49	62	21	1.5	24	41.5					
50	61	19.5	1.9	35	41.5					
50'	66	19.5	1.9	32	44.5					
19	80	29.5	1.7	24	33.5					
24	83	32	1.5	27	30.5					
25	70	21	1.3	26.5	40					
26	70	21	1.2	23.5	40					
39	67	19.5	1.2	24.5	28	51	17	1.6	25.5	23
41	65	21.5	1.7	24.5	43	45	14	1.6	23	32.5
44	66	23	1.7	21.5	41	50	14	1.7	25.5	34.5
37	137	34.5	1.8	25	40	70	39.5	1.2	29.5	34.5
1	92.5	39	1.5	31	38					
3	95	52	1.5	42	40	90	52	1.7	45.5	45.5
4	80	31.5	1.2	29.5	45.5	70	32.5	1.4	31	34.5
5	80	34.5	1.3	33	40	80	40.5	1.3	42	40
10	112	48	1.3	36	43	92	50	1.6	43.5	43
14	115	45	1.5	40.5	40	102	39.5	1.6	45.5	43
15	85	48	1.3	37.5	43	115	48	1.5	43.5	40
21	120	42.5	1.5	34.5	48.5	140	57.5	1.7	50.2	48.5
2	102.5	43	2.2	38.5	50					
6	89.5	40	2.0	37.5	36					
13	74.5	25.5	1.4	25	33.5					
20	102.5	34	2.5	34	33.5					
27	135	45	3.1	40.5	45.5	80	31	1.5	38	28.5
38	96	45.5	1.9	38	34	88	41	1.4	40.5	31
29	105	38	2.0	31	38					
33	82	24.5	1.5	32	39					
34	113.5	51	2.2	44.5	47					
35	110	45	1.9	39.5	47					
36	101.5	39	1.7	26	36					
40	87	23	1.6	31	40	62	21.5	1.7	32.5	31
43	112	36.5	1.7	30.5	38					
45	61.5	21	1.2	22.5	30.5					
52	54.5	16	1.5	15	25					

第4表 供試土壌作土の粘土鉱物組成による区分, 地質地形区と
重金属含量の平均値, 標準偏差, 範囲 (ppm)

粘土鉱物組成による区分	地質地形区	試料番号	Zn	Cu	Cd	Ni	Pb	
I	5	7, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 18, 22, 23, 31, 32	94±21 (67~124)	33±3 (20.5~44.5)	2.1±0.3 (1.7~2.5)	20±6 (15~25.5)	37±5 (33~42.5)	No. 22, 31, 32は汚染土壌としてはよく
II	4 a	42, 45', 46, 47, 48, 51	81±12 (64~93)	31±4 (25.5~35.5)	1.6±0.3 (1.4~2.0)	31±3 (27~35)	43±2 (41.5~47)	No. 42はくろぼく土壌としてはよく
	4 b	19, 24, 25, 26, 39, 41, 44	72±7 (65~83)	24±5 (19.5~32)	1.5±0.2 (1.2~1.7)	25±2 (21.5~27)	37±6 (28~40)	
III	1 a	5, 6, 14, 28	100±18 (80~137)	44±9 (31.5~62.5)	1.5±0.3 (1.2~2.0)	38±7 (29.5~56)	42±5 (34~48.5)	
	3 a	1, 3, 4, 10, 15, 21						
	1 b	38						
IV	1 a	2	93±16 (74.5~102.5)	34±9 (25.5~43)	2.0±0.6 (1.4~2.5)	33±7 (25~38.5)	39±10 (33.5~50)	No. 27は汚染土壌としてはよく
	1 b	13, 20, 27						
	2 a	29, 33, 34, 36, 37	108±18 (82~137)	39±9 (24.5~51)	1.9±0.2 (1.5~2.2)	33±8 (25~44.5)	41±5 (36~47)	
	3 b	35						
	2 b	40, 43	79±26 (54.5~112)	24±9 (16~36.5)	1.5±0.2 (1.2~1.7)	25±8 (15~31)	33±7 (25~40)	
	2 e	45						
3 b	52							
3 b	52							
V	4 a	49, 50, 50'	63±3 (61~66)	20±1 (19.5~21)	1.8±0.2 (1.5~1.9)	30±6 (24~35)	41±4 (36~41.5)	

第5表 王水-過塩素酸分解法で抽出される重金属含量の作土層/第二層の比

試料番号	Zn	Cu	Cd	Ni	Pb
7	1.06	1.28	0.93	0.82	1.16
8	1.21	1.15	0.94	0.94	1.19
9	1.46	1.13	1.07	1.17	1.67
11	1.72	1.78	1.10	1.11	1.43
16	1.36	1.25	1.32	1.00	1.06
18	1.25	1.27	1.18	1.19	1.11
22	1.38	2.16	1.88	1.00	1.49
23	1.38	1.65	1.15	1.25	1.12
31	2.04	1.19	2.68	1.05	0.89
32	1.62	1.16	1.65	0.88	1.06
39	1.31	1.15	0.74	0.96	1.22
41	1.44	1.54	1.10	1.07	1.32
44	1.32	1.64	1.00	0.84	1.19
37	1.96	0.87	1.51	0.85	1.16
46	1.38	0.90	1.08	1.03	1.04
3	1.06	1.00	0.85	0.92	0.88
4	1.14	0.98	0.90	0.95	1.32
5	1.00	0.85	1.00	0.79	1.00
10	1.22	0.96	0.84	0.83	1.00
14	1.12	1.14	0.91	0.88	0.93
15	0.74	1.00	0.91	0.86	1.08
21	0.86	0.74	0.85	0.69	1.00
28	1.04	0.96	1.00	1.11	1.00
38	1.09	1.11	1.32	0.94	1.10
27	1.69	1.45	2.11	1.07	1.63
40	1.40	1.07	0.91	0.95	1.29
平均	1.32	1.21	1.19	0.97	1.17
標準偏差	0.31	0.32	0.44	0.14	0.21

やニッケルに乏しく古生層系岩石は両者の中間的性格をもつといえよう。

作土層と第二層の間には行者山にある鉱山からの排水の影響を受けたと思われる試料を除いて大差はなかった(第5表)。このことは粘土鉱物組成と同様に、土壌表層部の母材は均質であることを示すものである。

IV 結 語

亀岡盆地における耕地土壌の粘土鉱物組成と重金属含量は盆地周辺に現在みられる地質岩石の種類により規制されていることが明らかにされた。このような土壌の粘土鉱物や重金属の分布の様相は、大河川の沖積平野や海岸平野を除外した、河川中上流部の盆地においては一般的なことと考えられる。

謝 辞

試採採取に当ってご便宜を与えられた京都府農業研究所環境部の土壌肥料関係の方々、亀岡市役所農政課の方々に厚くお礼申し上げます。

引 用 文 献

- 1) 松井健：粘土科学 5 2~13 (1966)
- 2) 庄子貞雄・金子誠二・増井淳一：土肥誌 44 47~53, 81~88 (1973)
- 3) Mitchell, R. L. : The Chemistry of Soils, chap. 8, ed. by F. E. Bear, Reinhold Pub. Co., New York, USA (1964)
- 4) 上治寅次郎：京都近傍地質図，地下資源研究所 (1961)
- 5) 小出博：日本の国土(上) p.59~62 東大出版会 (1973)

Summary

The distribution of clay mineral and heavy metal on the cultivated land in Kameoka basin of Kyoto prefecture were examined.

The cultivated land were divided into five areas according to the characteristics of soil parent materials and geomorphic surfaces. It was concluded from the experiment that the mineralogical characteristics of clay fractions and heavy metal contents in the cultivated

soils sampled from five areas were controlled by the types of rocks found around Kameoka basin. Namely, there were differences of clay mineral compositions and heavy metal contents among the granitic fan area, older terrace areas formed by the weathered paleozoic rocks and alluvial plains sedimented with the old lake deposits.