

福岡県水田土壌の粘土鉱物組成：北九州市近郊・豊前東部・豊前西部地域

江頭, 和彦
九州大学農学部土壌学講座

森, あゆみ
九州大学農学部土壌学講座

秋山, 朋子
九州大学農学部土壌学講座

渡邊, 敏朗
福岡県農業総合試験場生産環境研究所

<https://doi.org/10.15017/23502>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 48 (1/2), pp.1-11, 1993-12. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

福岡県水田土壌の粘土鉱物組成 — 北九州市近郊・豊前東部・豊前西部地域 —

江頭和彦・森あゆみ
秋山朋子・渡邊敏朗*

九州大学農学部土壌学講座
(1993年3月15日受理)

Clay Mineralogical Composition of Paddy Soils of Fukuoka Prefecture — Kitakyushushi-kinko・Buzen-tobu・Buzen-seibu Regions —

Kazuhiko EGASHIRA, Ayumi MORI, Tomoko AKIYAMA and
Toshirou WATANABE

Laboratory of Soils, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-02, Fukuoka 812

緒 言

水田土壌の粘土鉱物組成については数多くの分析がなされ、粘土鉱物組成は上流域の地質に依存すること、海成堆積物に由来する土壌ではスメクタイトを含むことが報告されている。粘土鉱物組成は土壌の養分保持能を規定し、窒素肥沃度に関与して、水田土壌の生産力を支配する一要因であり、粘土鉱物組成と水稲収量の間には一定の対応関係があることが認められている。また、土壌の緩衝能も多少とも強く粘土鉱物組成に支配される。このように粘土鉱物組成は、水田土壌の生産能、環境保全能を規定する重要な要因であるが、今までの報告は多くが点としての分析に終わっている。

さらに、長崎県下の水田土壌の粘土鉱物を分析し、分析結果にQモード因子分析を適用して土壌を分類した。そして、粘土鉱物組成に基づく分類が、天候が良好な年次の水稲収量の高さに対応すること、また水稲収量の地域間差を少なくとも一部は説明することを認めた (Egashira *et al.*, 1992)。本報では、福岡県の北九州市近郊、豊前東部および豊前西部地域を対象に、土壌環境基礎調査で集められた水田土壌の粘土鉱物を分析した。これら地域の粘土鉱物学的性質を特徴

づけるとともに粘土鉱物組成を区分し、粘土鉱物組成区分の地域性、土壌分類との対応、水稲収量との関係を明らかにして、将来的には粘土鉱物地図を作成することを目的とした。

試料と方法

1. 地域概況

土壌環境基礎調査では、福岡県を10の地域に分ける。北九州市近郊地域 (北九州市、中間市、遠賀郡)、豊前東部地域 (行橋市、豊前市、京都郡、築上郡)、豊前西部地域 (田川市、田川郡) は福岡県の北東部に位置し、福岡県全体の水田面積 79,500ha (1991年現在) の23.8%を占める (北九州市近郊 5.4% ; 豊前東部 13.7% ; 豊前西部 4.7%)。

北九州市近郊地域の水田は、北九州市では内陸部の背後地、紫川水系の流域に分布し、中間市・遠賀郡では遠賀川下流域に発達した平野 (遠賀平野) に分布する。豊前東部地域では、水田は瀬戸内海に面する海岸平野 (行橋平野・中津平野) および英彦山あるいは貫山地に源を発する大小の河川の谷底平野に分布する。豊前西部地域の水田は、彦山川など英彦山に源流する河川の流域に沿った狭長な平野に位置する (竹下, 1988)。

平年の水稲収量は、北九州市近郊地域が 4~4.5Mg ha⁻¹、豊前東部地域が 4.5~5 Mgha⁻¹、豊前西部地域

*福岡県農業総合試験場生産環境研究所

が 4 Mg ha^{-1} 前後である。豊前東部地域に位置する福岡県農業総合試験場豊前分場の水稲収量を比較すると、筑後分場（筑後平野地域）に比べて幾分低く、本場（福岡市近郊地域）と同じレベルにある。

2. 土壌試料

土壌環境基礎調査では、耕地（水田・畑・樹園地）を対象に、各地域に数箇所から十数箇所の調査地区を設定し、地区ごとに5地点から土壌試料を採取する。これら試料のうち本報では、北九州市近郊地域2地区10地点、豊前東部地域16地区79地点、豊前西部地域2地区10地点、合計99地点の水田土壌試料を分析に用いた。付表1に、供試試料の地域、地区・地点番号、採取地点、土壌統群、土壌統、母材をまとめて示す（福岡県立農業試験場、1980、1981；福岡県農業総合試験場経営環境研究所環境保全部土壌保全研究室、1982）。北九州市近郊地域の試料は1989年、豊前東部地域の試料は1990年、豊前西部地域の試料は1986年に採取された。断面を通して類似の粘土鉱物組成が予想されるので、第1層の試料のみを分析した。

3. 粘土画分の採取とX線回折

風乾細土（ $< 2 \text{ mm}$ ） 5.00 g を過酸化水素で加熱処理し、有機物を分解、除去した。水洗後音波処理し（水槽型、 38 kHz 、 250 W ）、 1 M 水酸化ナトリウムを加えて $\text{pH}10$ に合わせた。けんだく液を 1 L 容沈定シリンドラーに移して定容とし、所定の時間後 20 cm の深さからサイフォンで粘土画分（ $< 2 \text{ }\mu\text{m}$ ）を採取した。音波処理（20分間）—沈定—粘土画分採取の操作を全部で3回繰り返した。採取した粘土ゾルに少量の 3 M 塩化ナトリウムを加えて凝集させ、定容としたのち粘土濃度を測定し、粘土含量（風乾細土基準）を求めた。

粘土画分の鉱物の同定はX線回折法により行い、X線回折用の試料は次のように調製した。粘土 50 mg

を含む粘土ゾルを2本の 10 mL 容ガラス製遠沈管に取り、遠心分離した。上澄液を捨て、 1 M 酢酸ナトリウム（ $\text{pH}5$ ）— 1 M 塩化ナトリウム混液で2回遠沈洗浄した。続いて一方の遠沈管には 1 M 塩化カリウム、他方には 0.5 M 塩化マグネシウムを加えて、それぞれ3回遠沈洗浄した。1回の液量は 8 mL とし、2回目の洗浄の際一夜放置した。両方の遠沈管に 8 mL の水を加えて遠沈洗浄し、脱塩した。水 1 mL を加えてよくけんだくし、その 0.4 mL （粘土約 20 mg ）をスライドガラス（ $28 \text{ mm} \times 48 \text{ mm}$ ）の $2/3$ をおおうようにメスピペットで滴下、風乾した。このようにして調製した試料は定方位粉末試料であり、カリウム飽和粘土は風乾、 573 K 加熱と 823 K 加熱試料、マグネシウム飽和粘土は風乾とグリセロール処理試料のX線回折を行った。X線回折には理学ディフラクトメータを用い、コバルト $\text{K}\alpha$ 線（鉄フィルター）を照射して、以下の条件で行った。管電圧： 30 kV ；管電流： 10 mA ；スケールレンジ： 1000 cps ；時定数： 2 s ；走査速度： 2° min^{-1} ；チャート速度： 1 cm min^{-1} ；スリット系： $1^\circ - 0.3 \text{ mm} - 1^\circ$ ；走査範囲： 3° から $35^\circ 2\theta$ 。

4. 粘土鉱物含量の計算

粘土画分のX線回折の結果、層状ケイ酸塩鉱物として、雲母粘土鉱物（以下雲母と呼ぶ）、スメクタイト、バーミキュライト、緑泥石、 $2:1$ 型鉱物—緑泥石中間種鉱物（以下中間種鉱物と呼ぶ）、カオリン鉱物、雲母とバーミキュライトあるいは雲母と中間種鉱物の混合層鉱物（以下混合層鉱物と呼ぶ）が同定された。これら7種の鉱物の含量をX線回折図のピーク強度に基づいて計算した。ピーク強度と質量は、それぞれの鉱物間で必ずしも1対1には対応しないので、ピーク強度から質量への換算に当たっては、雲母を基準にした、表1に示す換算係数を用いた。

表1 等しい質量を有する鉱物のX線回折ピークの相対強度

鉱物	処 理			
	Mg, 風乾	Mg, グリセロール	K, 風乾	K, 823 K 加熱
雲母	1.0nm 1	1.0nm 1	1.0nm 1	1.0nm 1
スメクタイト	1.5nm 3	1.8nm 3		
バーミキュライト	1.4nm 1.5	1.4nm 1	1.0nm 1	
緑泥石	1.4nm 1	1.4nm 1		1.4nm 1
	0.7nm 2		0.7nm 2	
中間種鉱物	1.4nm 2	1.4nm 1		
カオリン鉱物	0.7nm 2		0.7nm 2	
混合層鉱物	1.2nm 1.5		1.2nm 1.5	
			1.0nm 1	

まず、以下のピークの強度をピーク高さに半価幅をかけて計算する。

処理	ピーク	ピーク強度
Mg, 風乾	1.4-1.5nm	a
	1.2nm	b
	1.0nm	c
	0.7nm	d
Mg, グリセロール	1.8nm	e
	1.4nm	f
K, 風乾	1.2nm	g
	1.0nm	h
	0.7nm	i
K, 823K 加熱	1.4nm	j

鉱物の質量を雲母を Wmi, スメクタイトを Wsm, パーミキュライトを Wvt, 緑泥石を Wch, 中間種鉱物を Wint, カリオン鉱物を Wkl, 混合層鉱物を Wmix で表すと、ピーク強度と質量は次のように関係づけられる。

$$c = Wmi$$

$$a \times e / (e + 3f) = 3Wsm$$

$$a \times 3f / (e + 3f) = 1.5Wvt + Wch + 2Wint$$

$$h \times (d/i) - \{b - g \times (d/i)\} / 1.5 = Wmi + Wvt$$

($\{b - g \times (d/i)\}$ の値は正か
小さくとも零)

$$j = Wch$$

$$d = 2Wch + 2Wkl$$

$$b = 1.5Wmix$$

式を解いてそれぞれの鉱物の質量を得、

$$k \times \{Wmi + Wsm + Wvt + Wch + Wint + Wkl + Wmix\} = 100$$

となるようにおき、各質量に係数 k をかけて鉱物含量 (%) を求める。

結果と考察

1. 北九州市近郊、豊前東部および豊前西部地域の水田土壌の粘土鉱物学的性質

分析した 99 点の水田土壌の粘土画分の鉱物含量および土壌の粘土含量と比表面積を付表 2 に載せる。なお、比表面積は次式により計算した。

$$A = 10^{-5} \times \sum m_i a_i$$

ここで、A は土壌の比表面積 ($m^2 kg^{-1}$)、x は土壌の粘土含量 ($g kg^{-1}$)、 m_i は粘土画分中の個々の鉱物の含量 (%), a_i は個々の鉱物の比表面積で、スメクタイトに $800 \times 10^3 m^2 kg^{-1}$ 、パーミキュライトに $400 \times 10^3 m^2 kg^{-1}$ 、雲母、緑泥石、中間種鉱物、カオリン鉱物、

混合層鉱物にそれぞれ $100 \times 10^3 m^2 kg^{-1}$ を仮定した。

北九州市近郊、豊前東部および豊前西部地域の全般にわたって言えば、大部分の水田土壌がカオリン鉱物を主とし、粘土含量は $300 g kg^{-1}$ 以下、比表面積は $50 \times 10^3 m^2 kg^{-1}$ 以下であり、さきに行った長崎県水田土壌の粘土鉱物組成に基づく分類では、グループ IV (低粘土含量グループ) に対応する (Egashira *et al.*, 1992)。したがって、この地域の潜在的な水稻生産力は低く、環境保全能も低いことが予想される。その反面管理し易く、適当な土壌管理、肥培管理あるいは営農技術によって高い水稻収量をあげることが期待される。

2. 粘土鉱物組成区分

北九州市近郊、豊前東部および豊前西部地域の水田土壌の粘土鉱物組成を、カオリン鉱物と他の鉱物の相対含量に基づいて区分した。すなわち、次に示すように、鉱物含量の大きさによって 4 段階に分け、1 から 4 までの数字で表示した。

雲母、緑泥石、中間種鉱物、

カオリン鉱物, 混合層鉱物	スメクタイト	パーミキュライト	表示
20-35%	10-25%	15-30%	1
35-50%	25-40%	30-45%	2
50-65%	40-55%	45-60%	3
65%以上	55%以上	60%以上	4

雲母を M, スメクタイトを S, パーミキュライトを V, 緑泥石を C, 中間種鉱物を I, カリオン鉱物を K, 混合層鉱物を Mx で表し、これら鉱物記号に含量段階を示す数字を付して、例えば K4 あるいは K3M1 のように表して、粘土鉱物組成を区分した。さらに、粘土含量が $300 g kg^{-1}$ 以下であれば、例えば K4' あるいは K3M1' のように ' をつけて $300 g kg^{-1}$ 以上の試料と区別した。

このようにして全試料を区分した結果を付表 2 に示す。なお、204-11~35 と 206-23 の試料は X 線回折強度が弱く、非晶質鉱物と層状ケイ酸塩鉱物の混在が予想されたので、Am-Ls としてのみ表示し、非晶質鉱物の測定あるいは層状ケイ酸塩鉱物含量の計算は行わなかった。

99 地点の水田土壌が 10 に区分された。最も多いのは K4' で、次いで K3M1' と K3' であり、3 者で全体の 6 割を占めた。表 2 に、得られた 10 の粘土鉱物組成区分、並びに各組成区分に属する試料の試料数、粘土画分中の鉱物含量および土壌の粘土含量と比表面積の平均値を挙げる。

3. 粘土鉱物組成区分の地域性

北九州市近郊、豊前東部および豊前西部地域の水田

表2 粘土鉱物組成区分, 並びに鉱物含量, 粘土含量および比表面積の平均値

粘土鉱物組成区分	試料数	粘土画分中の鉱物含量 (%)							粘土含量 (gkg ⁻¹)	比表面積 (10 ⁻³ m ² kg ⁻¹)
		雲母	スメクタイト	パーミキユライト	緑泥石	中間種鉱物	カオリン	混合層鉱物		
K4'	28	13	1	5	2	9	68	2	210	25
K3'	14	13	1	9	2	11	60	4	210	28
K3M1'	20	24	0	7	3	6	58	2	236	29
K3S1'	2	14	13.5	4.5	2	14	50.5	1.5	229	47.5
K3V1'	7	10	2	20	5.5	5	55	2.5	233	40
K3V1M1'	5	24	0	19	1	0	54	2	225	36
K3I1'	10	12	1	6	3	21	54	3	215	28
K2I2'	6	7	3	3	5	35	45	2	267	35
C2M1'	1	30	0	11	36	1	18	4	208	28
Am-Ls	6								312	

土壌の粘土鉱物は、大きくは低粘土含量、カオリン鉱物主で特徴づけられたが、粘土鉱物組成区分による表示では、多少とも地区内あるいは地区による違いがみられた。北九州市近郊地域の101地区(小倉南区)では、上流域の地質を反映して、合馬川(上流域の地質は玢岩・花崗岩)流域の徳吉、吉兼、合馬がK4'と区分された。一方、紫川(上流域の地質は古生層(非変成~弱変成))流域の道原はC2M1'と区分され、合馬川との合流点の下流に位置する南方はK2I2'と区分されて、合馬川に由来する堆積物との混合の結果とみなされた。103地区(中間市砂山)の水田土壌は、遠賀川(上流域の地質は第三紀層)の堆積物に由来する黒泥土で、中間種鉱物化が進み、K2I2'と区分された。

豊前東部地域では、201地区~207地区の土壌の粘土画分にクリストパライトの比較的強い回折がみられ、これら地区の水田土壌は、主として安山岩崩積物に由来すると推定した。クリストパライトのピークはとくに201地区~206地区で強かった。208地区~216地区は、もっぱら花崗岩崩積物に由来すると推定したが、第三紀層、古生層、変成岩の影響もあると予想される。208地区と214地区では地点によってはクリストパライトのピークがみられ、安山岩崩積物の混入が考えられた。

豊前東部地域の201地区(新吉富村)は佐井川流域に位置し、台地上に分布する黄色土の緒方、八並、大ノ瀬がK4'あるいはK3'、灰色低地土の成恒がK3M1'と区分された。202地区(大平村東上)は東友枝川上流にあり、雲母の含量が高く、K3M1'と区分された。203地区(豊前市)は中津平野の西端に位置し、鳥越はK4'と区分されたが、四郎丸と八屋はスメクタイ

トの含量が相対的に高く、一部海成堆積物に由来することが予想され、とくに203-22と24の地点はK3S1'と区分された。204地区(豊前市堀立)は5地点のうち4地点が多湿黒ボク土であり、X線回折の結果でも非晶質鉱物の混在が示唆され、Am-Lsと区分した。205地区(築城町・椎田町)は台地上の黄色土であり、カオリン鉱物含量が高く、もっぱらK4'と区分された。206地区(築城町)は城井川流域の谷底平野であり、寒田がAm-Lsとされたほか、伝法寺と上本庄はK3M1'と区分された。

行橋市の水田土壌のうち、207地区(馬場・元永)は祓川河口近くの、208地区(今井・長江・羽根木・福富)は今川と祓川にはさまれたグライ土であり、K3V1'あるいはK3I1'と区分された。少量のスメクタイトの存在は、海成堆積物の影響を示唆する。209地区(上検地・上津熊・宮市・下津熊)は長狭川沿いのグライ土であり、K4'と区分された。5地点のうち宮市だけは少量のスメクタイトを含んでいた。211地区(常松・福丸・大行事)と212地区(常松・須磨園)は小波瀬川がつくる扇状地に位置し、K3'あるいはK3M1'と区分された。213地区(長木)は長狭川の支流の扇状地にあるが、地点ごとに区分が異なった。荊田町の210地区(葛川・上片島・稲光・岡崎)は小波瀬川あるいはその支流の流域に位置し、K4'とK3V1M1'に分かれた。地区内で、また同じ水系でも母材の異なりがみられるのかもしれない。

犀川町に分布する水田土壌のうち、216地区(崎山・大熊)では、今川の上流部にある崎山がK3V1M1'あるいはK3I1'と区分され、喜多良川流域に位置する大熊がK4'と区分された。215地区(下高屋)は高屋川

流域にあり、K4'あるいはK3M1'と区分された。喜多良川と高尾川の今川への合流点に位置する214地区(統命院・花熊・木山)はK4', K3M1'あるいはK3I1'と区分された。

豊前西部地域の301地区(添田町中元寺)と302地区(赤村赤)は中間種鉱物含量が高く、半分の5地点がK3I1'と区分された。豊前西部地域の水田は、花崗岩に加えて第三紀層の崩積物を母材としており、その影響が粘土鉱物組成区分に現れていると考えられる。

302地区は今川の上流部にある。今川水系について粘土鉱物組成区分を比較すると、上流部の302地区と216地区(11と22の地点)ではK3I1'が最も多く、中流部の214地区ではK4'が最も多く、下流部の208地区(今川だけでなく祓川の堆積物にも由来する)ではK3V1'が最も多かった。これら主要組成区分の変

遷は、今川水系において、上流から下流への主要な母材の変化に対応しているのかもしれない。

4. 粘土鉱物組成区分と土壤分類の関係

北九州市近郊、豊前東部および豊前西部地域の水田土壌において、粘土鉱物組成区分と農耕地土壌分類の分類単位との間に対応がみられるかどうかを調べた。結果を表3に示すように、土壌統群レベルでは、同じ粘土鉱物組成区分が幅広い土壌統群にわたってみられ、両者の間に一定の対応があるとは言えなかった。それでも土壌群レベルでみれば、黄色土ではK4'が多く、灰色低地土ではK4'に加えてK3'とK3M1'が多く、一方グライ土ではK3', K3M1'の代わりにK3V1'が多いという傾向が認められた。この関係は、これらの地域に限られるとしても地質と地形の反映であり、粘土鉱物地図作成においてひとつの参考になると思われる。

表3 粘土鉱物組成区分と土壤群、土壌統群のクロス表

土 壤 群	土 壤 統 群	粘 土 鉱 物 組 成 区 分									
		K4'	K3'	K3M1'	K3S1'	K3V1'	K3V1M1'	K3I1'	K2I2'	C2M1'	Am-Ls
多湿黒ボク土	表層腐植質多湿黒ボク土										4
灰色台地土	細粒灰色台地土										1
黄色土	細粒黄色土, 斑紋あり 礫質黄色土, 斑紋あり	3	1								
		2	1	1							
褐色低地土	礫質褐色低地土, 斑紋あり	4		1					1	1	1
灰色低地土	細粒灰色低地土, 灰色系 中粗粒灰色低地土, 灰色系 礫質灰色低地土, 灰色系 細粒灰色低地土, 灰褐色系 中粗粒灰色低地土, 灰褐色系 礫質灰色低地土, 灰褐色系 灰色低地土, 下層有機質		2	2						1	
		4	1	2			1	1			
		5	2	4			1	1			
		1	2		2						
			2	2				3			
		1	5			1					
グライ土	細粒強グライ土 中粗粒強グライ土 礫質強グライ土 細粒グライ土	3	1	1		2	2	1			
			1			2		2			
		1				2					
		4				1		1			
黒泥土	黒泥土	1		1						5	

5. 粘土鉱物組成区分と水稻収量の関係

豊前東部地域の水田を対象に、土壌環境基礎調査のアンケート調査で集められた水稻収量のデータを用いて、粘土鉱物組成区分と水稻収量の関係について調べた。1980年の水稻収量は冷害・寒害、風水害、病害、虫害による減収が大きく、検討から除外した。表4に、

1985年と1990年について、各粘土鉱物組成区分に属する土壌の水稻収量の平均値を示す。

組成区分 Am-Ls を除いて、水稻収量の平均値は4.6~4.9Mgha⁻¹ (1985年) あるいは4.4~4.9Mgha⁻¹ (1990年) の範囲にあり、K3'の収量がやや低く、K3S1'で収量の年次変動が大きいという傾向はみられ

表4 粘土鉱物組成区分と水稻収量の平均値（豊前東部地域）(Mgha⁻¹)

年次	粘 土 鉱 物 組 成 区 分							
	K4'	K3'	K3M1'	K3S1'	K3V1'	K3V1M1'	K3I1'	Am-Ls
1985	4.9	4.6	4.7	4.8	4.7	4.8	4.9	5.4
1990	4.7	4.6	4.7	4.4	4.9	4.9	4.7	4.6

たものの、粘土鉱物組成区分による収量の違いは明確には認められなかった。このことは、豊前東部地域の水田土壌が大きくは低粘土含量、カオリン鉱物主で特徴づけられることと一致し、潜在的な水稻生産力は低いとしても、粘土鉱物組成が低生産性の制限要因になっていないことを示すと考えられる。

要 約

土壌環境基礎調査で集められた、福岡県北九州市近郊、豊前東部および豊前西部地域の水田土壌の粘土含量を測定し、粘土画分の層状ケイ酸塩鉱物を同定した。大部分の土壌が粘土含量 300gkg⁻¹ 以下で、カオリン鉱物を主とし、雲母粘土鉱物、パーミキュライト、2:1型鉱物一緑泥石中間種鉱物を伴った。この結果は、これら地域の水田土壌の生産力が潜在的には低いことを示唆した。

粘土鉱物組成の類似性に基づいて、99の土壌を10に区分した（非晶質鉱物と層状ケイ酸塩鉱物を混合する土壌も含めて）。このようにして得られた粘土鉱物組成区分には、地区による違いが多少ともみられ、ま

た土壌群により幾分異なる傾向がみられた。しかしながら、水稻収量の平均値は粘土鉱物組成区分によらず、ほぼ類似の 4.6~4.9Mgha⁻¹ の範囲にあり、粘土鉱物組成が低生産性の制限要因にはなっていないと推測した。

文 献

- Egashira, K., K. Osaka and S. Nakashima 1992
 Technical classification of the clay mineralogical composition of paddy soils using multivariate analysis in reference to rice production. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **38**: 431-442
- 福岡県立農業試験場 1980 昭和54年度土壌保全対策事業成績書、土壌環境基礎調査（定点調査）成績
- 福岡県立農業試験場 1981 昭和55年度土壌保全対策事業成績書、土壌環境基礎調査
- 福岡県農業総合試験場経営環境研究所環境保全部土壌保全研究室 1982 昭和56年度土壌保全対策事業成績書、土壌環境基礎調査
- 竹下敬司 1988 九州の地形、土と基礎, **36**(3): 9-14

Summary

Paddy soil samples were collected at the regions of Kitakyushu-shi-kinko, Buzen-tobu and Buzen-seibu situated in the northeastern part of Fukuoka prefecture, Kyushu, and analyzed for the layer-silicate minerals of the <2 μm clay fraction. Most of the soils were characterized by the low clay content (less than 300gkg⁻¹). Principal clay mineral was kaolin mineral followed by micas, vermiculite and 2:1 mineral-chlorite intergrade.

Soil samples were classified based on the similarity of the clay mineralogical composition and 99 soils were classified into 10 groups. Distribution of the mineralogical groups was affected by the geological and topographical characteristics in the regions. The rice yields of both 1985 and 1990 of the Buzen-tobu region were attempted to be correlated with the mineralogical groups. The average of the rice yields of all the groups, however, ranged between 4.6 and 4.9 Mg ha⁻¹ in both years and there was observed essentially no difference between the groups.

付表1 水田土壌試料の記載

地域	地区-地点 番号	採取地点	土 壤 統 群	土壌統	母 材
北九州 市近郊	101-11	小倉南区徳吉	礫質褐色低地土, 斑紋あり	大沢	非固結堆積岩
	-22	〃 吉兼	〃	〃	〃
	-23	〃 南方	〃	〃	〃
	-24	〃 道原	〃	〃	〃
	-25	〃 合馬	〃	〃	〃
	103-11	中間市砂山	黒泥土	今の浦	植物遺体/非固結堆積岩
	-22	〃	〃	〃	〃
	-23	〃	〃	〃	〃
	-24	〃	〃	〃	〃
	-25	〃	〃	〃	〃
豊 前 部 東	201-11	新吉富村緒方	細粒黄色土, 斑紋あり	北多久	非固結堆積岩
	-22	〃 八並	〃	〃	〃
	-23	〃 大ノ瀬	〃	〃	〃
	-34	〃 成恒	礫質灰色低地土, 灰褐色系	赤池	〃
	-35	〃	灰色低地土, 下層有機質	泉崎	非固結堆積岩/植物遺体
	202-11	大平村東上	礫質灰色低地土, 灰褐色系	栢山	非固結堆積岩
	-22	〃	〃	〃	〃
	-23	〃	〃	〃	〃
	-24	〃	〃	〃	〃
	-25	〃	〃	〃	〃
	203-11	豊前市四郎丸	細粒灰色低地土, 灰褐色系	緒方	非固結堆積岩
	-22	〃 八屋	〃	〃	〃
	-23	〃 鳥越	〃	〃	〃
	-24	〃 四郎丸	〃	〃	〃
	-25	〃	〃	〃	〃
	204-11	豊前市堀立	表層腐植質多湿黒ボク土	三輪	非固結火成岩/非固結堆積岩
	-22	〃	〃	〃	〃
-23	〃	〃	〃	〃	
-24	〃	〃	〃	〃	
-35	〃	細粒灰色台地土	江迎	〃	
205-11	築城町金井	礫質黄色土, 斑紋あり	氷見	非固結堆積岩	
-22	〃 池内	〃	〃	〃	
-23	〃 広末	〃	〃	〃	
-24	椎田町奈古	〃	〃	〃	
-35	〃	細粒黄色土, 斑紋あり	北多久	〃	
206-11	築城町伝法寺	礫質褐色低地土, 斑紋あり	井尻野	非固結堆積岩	
-22	〃	〃	〃	〃	
-23	〃 寒田	〃	〃	〃	
-34	〃 上本庄	中粗粒灰色低地土, 灰褐色系	善通寺	〃	
-35	〃	〃	安来	〃	
207-11	行橋市馬場	中粗粒強グライ土	滝尾	非固結堆積岩	
-22	〃	〃	〃	〃	
-23	〃 元永	〃	〃	〃	
-24	〃	〃	〃	〃	
-25	〃	〃	〃	〃	

208-11	行橋市今井	細粒強グライ土	田川	非固結堆積岩	
-22	〃 〃	〃	〃	〃	
-23	〃 長江	〃	〃	〃	
-34	〃 羽根木	礫質強グライ土	深沢	〃	
-35	〃 福富	〃	〃	〃	
209-11	行橋市上検地	細粒グライ土	三隅下	非固結堆積岩	
-22	〃 〃	〃	〃	〃	
-23	〃 上津熊	〃	〃	〃	
-24	〃 宮市	〃	〃	〃	
-35	〃 下津熊	細粒強グライ土	西山	〃	
210-11	苅田町葛川	細粒強グライ土	田川	非固結堆積岩	
-22	〃 上片島	〃	〃	〃	
-23	〃 葛川	〃	〃	〃	
-24	〃 稲光	〃	〃	〃	
-25	〃 岡崎	〃	〃	〃	
211-11	行橋市常松	細粒灰色低地土, 灰色系	鴨島	非固結堆積岩	
-22	〃 福丸	〃	〃	〃	
-33	〃 常松	中粗粒灰色低地土, 灰色系	加茂	〃	
-34	〃 〃	礫質灰色低地土, 灰色系	追子野木	〃	
-35	〃 大行事	〃	〃	〃	
212-11	行橋市常松	礫質灰色低地土, 灰色系	国領	非固結堆積岩	
-22	〃 〃	〃	〃	〃	
-23	〃 〃	〃	〃	〃	
-34	〃 須磨園	〃	追子野木	〃	
-35	〃 〃	中粗粒灰色低地土, 灰色系	加茂	〃	
213-11	行橋市長木	黒泥土	田貝	植物遺体	
-22	〃 〃	〃	〃	〃	
-33	〃 〃	細粒グライ土	浅津	非固結堆積岩	
-34	〃 〃	細粒強グライ土	田川	〃	
214-11	犀川町続命院	礫質灰色低地土, 灰色系	国領	非固結堆積岩	
-22	〃 〃	〃	〃	〃	
-23	〃 花熊	中粗粒灰色低地土, 灰色系	加茂	〃	
-24	〃 木山	〃	〃	〃	
-25	〃 花熊	〃	〃	〃	
215-11	犀川町下高屋	礫質灰色低地土, 灰色系	追子野木	非固結堆積岩	
-22	〃 〃	〃	〃	〃	
-23	〃 〃	〃	〃	〃	
-24	〃 〃	〃	〃	〃	
-25	〃 〃	〃	〃	〃	
216-11	犀川町崎山	中粗粒灰色低地土, 灰色系	加茂	非固結堆積岩	
-22	〃 〃	〃	〃	〃	
-23	〃 大熊	〃	〃	〃	
-24	〃 〃	〃	〃	〃	
-35	〃 〃	礫質強グライ土	竜北	〃	
豊前西部	301-11	添田町中元寺	細粒灰色低地土, 灰色系	鴨島	非固結堆積岩
	-22	〃 〃	〃	〃	〃
	-23	〃 〃	〃	〃	〃
	-34	〃 〃	細粒グライ土	浅津	〃
	-35	〃 〃	礫質灰色低地土, 灰褐色系	赤池	〃

302-11	赤村赤	中粗粒灰色低地土, 灰褐色	安来	非固結堆積岩
-22	〃	〃	〃	〃
-23	〃	〃	〃	〃
-24	〃	〃	〃	〃
-25	〃	〃	〃	〃

付表2 粘土鉱物分析結果

地区-地点 番号	粘土画分中の鉱物含量 (%)							粘土含量 (gkg ⁻¹)	粘土鉱物 組成区分	比表面積 (10 ⁻³ m ² kg ⁻¹)
	雲母 (M)	スメク タイト (S)	パーミキュ ライト (V)	緑泥石 (C)	中間種 鉱物 (I)	カオリン 鉱物 (K)	混合層 鉱物 (Mx)			
101-11	14	0	4	5	10	65	2	196	K4'	22
-22	19	0	3	3	7	66	2	250	K4'	27
-23	15	0	1	16	27	39	2	260	K2I2'	27
-24	30	0	11	36	1	18	4	208	C2M1'	28
-25	11	1	2	1	18	64	3	240	K4'	27
103-11	6	4	1	3	36	47	3	236	K2I2'	31
-22	4	4	9	3	30	47	3	282	K2I2'	44
-23	7	3	4	3	32	49	2	244	K2I2'	32
-24	5	3	4	2	40	44	2	294	K2I2'	39
-25	5	5	1	2	44	42	1	286	K2I2'	39
201-11	15	1	6	3	7	65	3	288	K4'	36
-22	17	0	7	5	6	61	4	340	K3'	41
-23	18	0	5	2	6	65	4	244	K4'	28
-34	19	0	14	8	7	50	2	324	K3M1'	46
-35	23	0	8	5	6	57	1	342	K3M1'	42
202-11	28	0	8	0	0	61	3	256	K3M1'	32
-22	29	0	9	4	9	47	2	230	K3M1'	29
-23	25	0	12	10	4	46	3	272	K3M1'	37
-24	26	0	9	3	1	60	1	260	K3M1'	33
-25	25	0	19	1	0	54	1	232	K3V1M1'	36
203-11	12	9	5	2	11	59	2	216	K3'	38
-22	16	13	0	2	15	53	1	234	K3S1'	45
-23	12	1	6	3	10	67	1	294	K4'	37
-24	12	14	9	2	13	48	2	224	K3S1'	50
-25	10	5	4	2	15	62	2	274	K3'	40
204-11	非晶質鉱物と層状ケイ酸塩鉱物(カオリン鉱物主)の混合							306	Am-Ls	
-22								340	Am-Ls	
-23								346	Am-Ls	
-24								330	Am-Ls	
-35								294	Am-Ls	
205-11	17	1	4	2	8	67	1	210	K4'	25
-22	18	0	9	6	2	62	3	270	K3'	34
-23	23	1	7	5	0	60	4	300	K3M1'	38
-24	10	0	0	7	6	75	2	312	K4'	31
-35	13	0	0	6	7	70	4	254	K4'	25

206-11	17	0	5	3	4	69	2	206	K4'	24	
-22	19	1	7	6	3	61	3	246	K3M1'	31	
-23	非晶質鉱物と層状ケイ酸塩鉱物(カオリン鉱物主)の混合								254	Am-Ls	
-34	19	0	0	4	7	64	6	302	K3M1'	30	
-35	21	0	7	2	5	62	3	322	K3M1'	39	
207-11	10	2	5	2	23	54	4	245	K3I1'	32	
-22	8	2	14	3	12	58	3	230	K3'	36	
-23	8	0	5	6	19	61	1	186	K3I1'	21	
-24	10	5	15	8	10	51	1	254	K3V1'	46	
-25	9	1	25	0	0	63	2	182	K3V1'	33	
208-11	9	4	18	5	14	47	3	181	K3V1'	33	
-22	11	2	19	8	5	53	2	210	K3V1'	36	
-23	13	5	12	6	20	43	1	264	K3I1'	45	
-34	11	3	21	4	6	53	2	245	K3V1'	45	
-35	11	1	19	10	1	54	4	282	K3V1'	46	
209-11	11	0	11	0	3	70	5	194	K4'	26	
-22	17	1	5	1	5	68	3	200	K4'	24	
-23	11	0	12	1	6	67	3	165	K4'	21	
-24	12	6	5	2	9	63	3	150	K4'	19	
-35	8	1	8	1	11	69	2	164	K4'	21	
210-11	9	0	9	1	1	75	5	204	K4'	26	
-22	6	0	16	3	0	73	2	360	K4'	53	
-23	32	0	14	2	0	51	1	242	K3V1M1'	34	
-24	19	1	22	1	0	57	0	272	K3V1M1'	47	
-25	20	0	13	5	0	60	2	316	K3M1'	44	
211-11	12	0	12	3	8	57	8	129	K3'	18	
-22	13	0	14	1	7	61	4	159	K3'	23	
-33	27	0	12	2	1	50	8	189	K3M1'	26	
-34	26	0	11	1	0	58	4	156	K3M1'	21	
-35	18	0	6	1	8	62	5	193	K3'	23	
212-11	28	0	8	0	3	59	2	171	K3M1'	21	
-22	12	0	4	3	8	67	6	200	K4'	22	
-23	23	0	24	3	0	47	3	185	K3V1M1'	32	
-34	17	1	11	1	5	57	8	119	K3'	17	
-35	11	0	7	0	16	64	2	198	K3'	24	
213-11	31	0	3	5	5	56	0	278	K3M1'	30	
-22	14	0	10	4	5	66	1	301	K4'	41	
-33	10	0	20	3	0	64	3	277	K3V1'	44	
-34	17	0	1	3	13	63	3	319	K3'	33	
214-11	12	1	3	0	19	64	1	189	K3I1'	22	
-22	10	2	5	0	16	65	2	168	K4'	22	
-23	19	1	4	2	10	63	1	176	K3M1'	21	
-24	16	0	4	1	9	69	1	140	K4'	16	
-25	14	1	2	0	12	70	1	155	K4'	18	
215-11	11	0	0	0	14	74	1	151	K4'	15	
-22	13	0	3	1	12	69	2	168	K4'	18	
-23	27	0	2	0	7	63	1	140	K3M1'	15	
-24	23	0	0	0	10	66	1	141	K3M1'	14	
-25	17	0	4	0	10	68	1	144	K4'	16	

216-11	20	0	17	0	0	59	4	192	K3V1M1'	29
-22	8	0	9	1	21	57	4	139	K3I1'	18
-23	9	0	4	1	18	67	1	206	K4'	23
-24	8	0	12	0	14	64	2	158	K4'	21
-35	7	0	3	1	19	69	1	170	K4'	19
301-11	22	0	2	2	19	52	3	219	K3M1'	23
-22	15	0	5	6	22	49	3	243	K3I1'	28
-23	19	0	4	2	16	58	1	72	K3M1'	8
-34	7	1	11	1	23	51	6	201	K3I1'	28
-35	7	0	9	0	17	64	3	153	K3'	19
302-11	9	1	5	2	24	58	1	148	K3I1'	18
-22	13	0	13	3	16	54	1	182	K3'	25
-23	16	4	6	4	20	46	4	365	K3I1'	53
-24	20	1	0	0	24	54	1	167	K3I1'	18
-25	16	1	12	1	13	55	2	159	K3'	23