

## 中国湖南省湖南農学院周辺土壤の粘土鉱物について

蔣健容\*・宮内信文・和田久美子\*\*・北垣尊子・櫛下町鉦敏\*\*\*

(食糧生産制御化学講座)

平成6年8月10日 受理

### Clay Mineralogical Study of the Soils around Hunan Agricultural College, China

Jianrong JIANG\*, Nobufumi MIYAUCHI, Kumiko WADA\*\*, Takako KITAGAKI, Kanetosi KUSIGEMATI\*\*\*  
(Laboratory of Agronomical and Food Chemistry)

#### 緒 言

著者らは文部省科研費国際学術研究—大学間協力研究—により中国湖南農学院（現農業大学）と「水稻栽培および水田利用に関する共同研究」を実施しつつある。本研究ではその一環として、同学院周辺の土壤について予備的検討<sup>5)</sup>に引き続き粘土鉱物学的検討を行った。

湖南省は楊子江南、中国の中間地域にある。内陸性の中亜熱帯—北亜熱帯気候区に属し、年降雨量1,000—2,000mmである。主要土壤は黄色土および赤色土に分類されている。稲作（水稻2期作+菜種作等の3毛作水田）を中心とした中国有数の農業省であり、熱帯経済作物としてのかんきつ類、茶、甘蔗、竹等の生産も盛んである<sup>6)</sup>。湖南農学院は湖南省のほぼ中央に位置する省都長沙市にあり、土壤的にも同地域の代表的地点とみなし得る。

粘土鉱物はその比表面積の大きさや荷電特性からその組成が土壤の理化学性—土地生産性—に大きく反映される土壤構成成分である。本研究により該地域の農業生産上の基礎データを提供するものと考えた。

#### 試料および実験方法

供試土壤は地目、母材を異にする6地点からそれぞれ0—10cm（表層、作土A<sub>p</sub>層）および10—20cm（下層、BまたはBC層）、計12点を採取した。採取地点とその説明はFig.1に示した。

粒径組成はH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>による有機物分解後、水中分散—沈降—サイホン採取の反復により全粘土（0.002mm）次いで全微砂画分（0.02—0.002mm）を採取、最後に細砂（0.2—0.02mm）、粗砂画分（0.2—2mm）を篩別しそれぞれを定量した。

土壤pHは、土：液（H<sub>2</sub>Oおよび1N KCl）=1：2.5の分散系をガラス電極法で測定した。置換性塩基は、1N NH<sub>4</sub>CH<sub>3</sub>COO抽出によるCa、Mg、KおよびNaを原子吸光法で定量した。用いた試料から交換性アンモニウムを抽出定量し塩基置換容量（CEC）を求めた。

粘土画分中の鉱物種の同定はX線回折法に依った。即ち、ガラススライド上にMgおよびK飽和粘土をc軸方向に配位させ2θ：3—35°間の回折パターンを求めた。さらにMg—粘土についてはethylene glycol（EG）処理による層間膨潤検定、K—粘土については加熱による収縮検定を行い鉱物種を同定した。

#### 結 果 と 考 察

供試土壤中の粘土鉱物含量はTable 1に示す粒径分布の粘土画分量によってほぼ推定される。各試料とも砂画分、特に粗砂がきわめて少ない、シルト画分が最も多く粘土含量もNo.1下層（50%）を除いては20—30%台と比較的高い風化、土壤化の進んだ土壤であることがわかる。

\* 平成4年度訪問研究員。湖南農業大学  
Visiting Researcher in 1992 from Hunan Agricultural College, Changsha, China  
\*\* 現サン食品（株） 鹿児島市  
San-syokuhin Co., Kagoshima  
\*\*\* 植物保護学講座  
Laboratory of Plant Pathology and Entomology

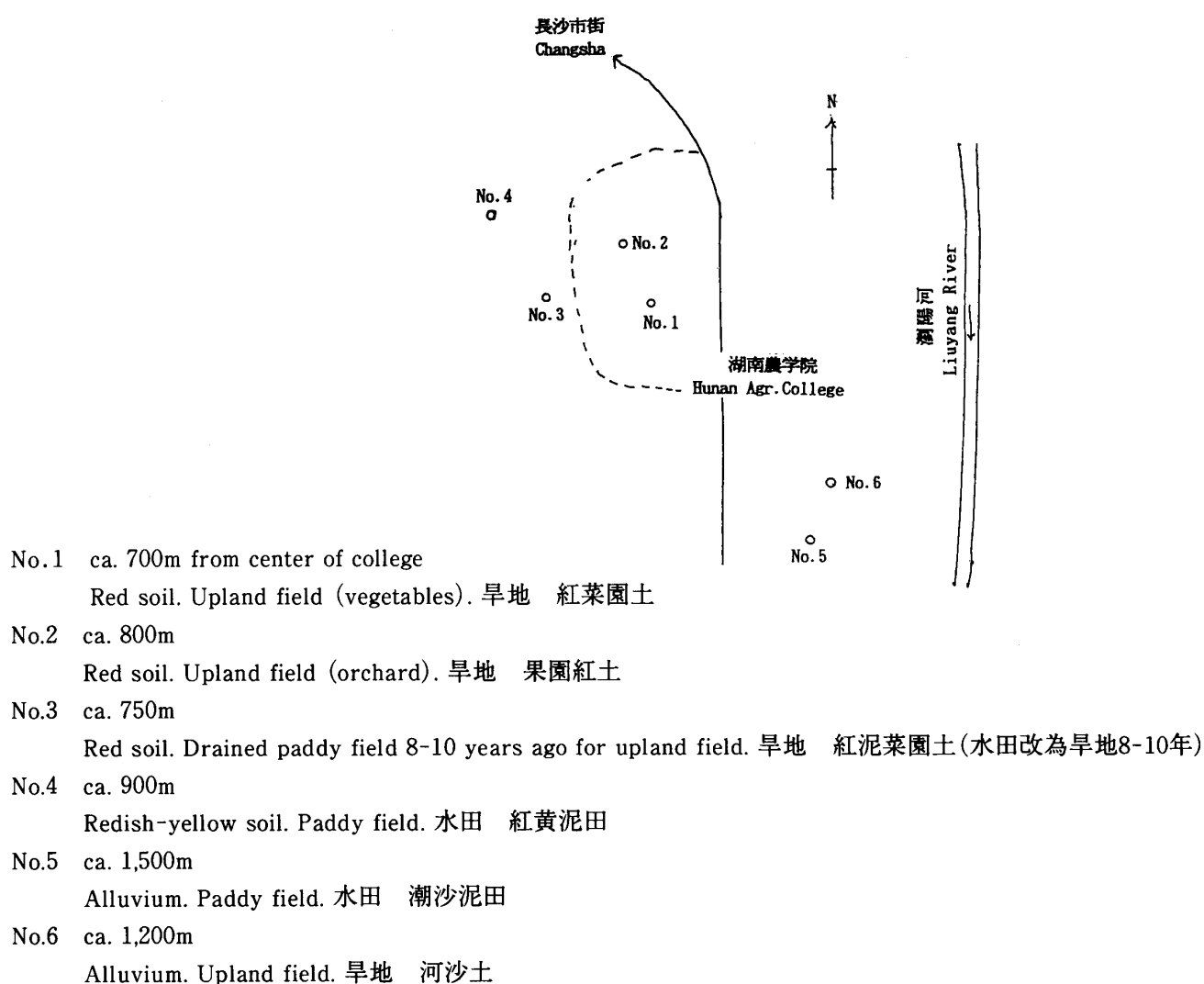


Fig. 1. Sampling sites and their brief descriptions

Table 1. Particle size distributions of samples

Sample No.	Content of each fraction (%)			
	coarse sand	fine sand	silt	clay
1-top	2.6	27.6	45.0	25.0
- 2 sub	2.2	13.5	34.3	50.0
3-top	2.9	22.9	49.2	25.0
-sub	2.5	28.3	46.7	22.5
4-top	3.1	20.5	46.4	30.0
-sub	3.3	18.6	45.0	32.5
5-top	3.6	29.0	44.7	20.0
-sub	2.5	27.3	47.7	22.5
6-top	1.6	24.3	51.6	22.5
-sub	1.5	25.9	52.6	20.0

Table 2. Some chemical conditions of samples

Sample No.	pH		Exchangeable Cations (me/100g)					CEC (me/100g)	Base Sat. Degree (%)
	H <sub>2</sub> O	KCl	Ca	Mg	K	Na	total		
1-top	4.4	3.7	1.75	0.62	0.33	0.16	2.86	22.4	12.8
1-sub	4.3	3.7	1.13	0.30	0.19	0.09	1.71	23.6	7.2
2-top	4.9	4.4	2.58	0.90	0.34	0.17	3.99	12.6	31.7
2-sub	4.4	3.9	0.56	0.12	0.18	0.10	0.96	19.8	4.8
3-top	5.6	4.9	5.00	0.80	0.14	0.54	6.48	11.8	54.9
3-sub	7.2	5.7	7.00	0.78	0.12	1.21	9.11	9.4	96.9
4-top	5.1	4.4	2.13	0.32	0.11	0.09	2.65	10.8	24.5
4-sub	6.2	5.5	4.20	0.36	0.07	0.12	4.75	19.4	24.5
5-top	5.3	4.6	2.58	0.32	0.19	0.12	3.21	20.6	15.6
5-sub	6.7	5.7	4.50	0.64	0.11	0.14	5.39	27.6	19.5
6-top	4.8	4.2	2.45	0.62	0.26	0.14	3.47	22.4	15.5
6-sub	6.2	5.5	3.58	0.60	0.07	0.12	4.37	22.6	19.4

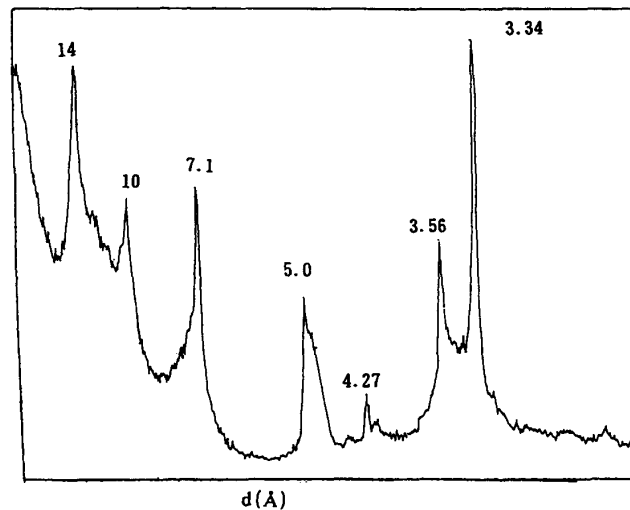


Fig. 2. X-ray diffraction pattern of clay fraction of sub-soil, Sample No.1, (Mg-saturated and parallelly oriented)

Table 2に粘土の荷電に起因する土壤の化学状態量を示した。総負荷電量 (CEC) は10-20数 me/100g と概して高かった。これに対する対イオン

としての置換性陽イオン量は相対的に少なく塩基飽和度もNo.3を除いてはきわめて低く、従って土壤 pHも多くはかなり低い値を示した。

供試土壌の粘土鉱物組成は、各土壌の粘土画分(2 $\mu$ )についてのX線分析で求められた。Fig.2に示すように、No.1のX線回折図(Mg飽和、定配位試料)には、14, 10, 7.1, 5.0, 4.27, 3.58および3.34Åにはっきりしたピークが現れている。これらのうち石英による4.27, 3.34Åのピークの他は層状珪酸塩(粘土鉱物)の14, 10, 7 Å鉱物の底面反射によるピークである。このデータは前報<sup>5)</sup>とも一致しており、今回の全試料を通じてX線回折図でのピーク位置=鉱物種は相似していた。この3主粘土鉱物成分は、Mg-EGとK-加熱による層間隔の変化から、14Å成分はバーミキュライト(蛭石)、10Åは雲母鉱物・イライト(水性雲母)、7 Åはカオリナイト(高麗石)であると同定された。各試料の表、下層土のX線回折図にはほとんど差がみられなかったが、各試料間ではこれら3鉱物成分の相対的ピーク強度比にかなりの差異が認められ、試料毎に3鉱物成分の含量に違いのあることが見出された。この差異はFig.3のK-飽和、加熱処理による層間隔の変化で示される3グループに大別される。得られた3グループの鉱物組成をTable 3に要約した。

供試土壌No.1~No.4は第4紀沖積地(母質: 第4紀紅色粘土)が発達した土壌であり、No.5, 6は付近の瀏陽河が運んだ堆積層(河流沖積物)であり母材を異にしている。粘土鉱物組成の違いは地目とは関連がなく、この母材の相違にまず起因していると思われる。即ち、近年の河川堆積であるNo.5および6(グループⅢ)は他の4地点土壌よりも構成鉱物種が複雑で、K-550℃加熱後の12および14Åピーク(Fig.3)から随伴鉱物としてかなり量の

バーミキュライト/雲母混層鉱物とクロライト(緑泥石)の存在が明らかであった。これに対し試料No.1, 3, 4(グループⅠ)とNo.2(グループⅡ)とでは本質的な差はなくバーミキュライト、雲母、カオリナイトと一次鉱物石英が主体であった。

雲母は造岩鉱物として母岩、母材中に普遍的に存在している。その結晶構造は2:1型粘土鉱物と同一の珪酸塩鉱物であることから、変成・風化作用でその基本構造を継承しつつイライト(水性雲母)さらにはバーミキュライト等へ変化していく過程が広く認められている。また、雲母→カオリナイトの過程も普遍的である。

最近Egashira and Iwashita<sup>4)</sup>は中国江蘇省南京近郊のジュラ紀砂岩崩積母材の黄褐色土壌の粘土鉱物学研究を行い、雲母からスメクタイト(蒙脱石)構造あるいはバーミキュライト構造への変化機構を論じている。Alamら<sup>1,2,3)</sup>はバングラデシュ土壌粘土の包括的研究を実施中であるが、氾濫原土壌の粘土鉱物は雲母を起源としつつガンジス、ブラマプトラ両大河流域でそれぞれスメクタイトおよびバーミキュライトが生成されており母材の違いで異なった粘土生成が起こっていることを明らかにした。

本試料の粘土鉱物も河川上流の母材に含まれていた雲母に由来していることは確実であろう。No.1~4では母材堆積後さらに風化・土壌化が進みバーミキュライト、カオリナイトの生成が進んでいることが推察できた。No.5, 6の新鮮沖積地では1~4と母材が異なること、より新しい堆積であることから雲母量の相対的に多いやや複雑な鉱物組成になっているものと思われる。

Table 3. Mineralogical compositions of clay fractions for used soils

Group	Sample Nos.	Mains			Others	
		1-st	2-nd	3-rd	abundance	→
I		Vt	Kt	Mi	Q	
II		Vt	Kt, Mi		Q	Vt/Mi
III		Kt, Mi		Vt	Q	Vt/Mi Ch.

Mi: mica minerals

Vt: vermiculite

Kt: kaolinite

Vt/Mi: Mixed-layer of Vt and Mi

Ch: Chlorite

Q: quartz

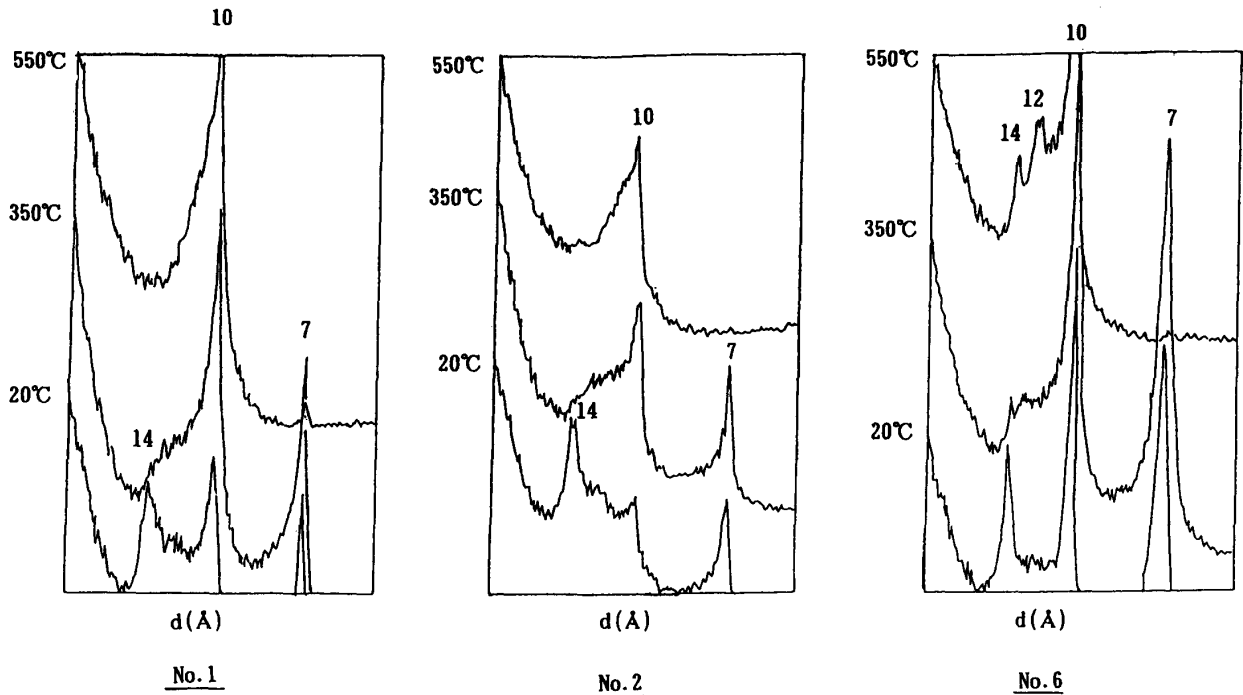


Fig. 3. X-ray diffraction patterns of K-saturated and 350°C and 550°C heated clays of Sample Nos.1, 2 and 6 (sub-soils).

## 要 約

中国湖南農学院周辺の6地点から表, 下層計12点の赤～黄色沖積土壌を採取し, その粘土鉱物組成を調べた。試料の粘土画分は主として雲母鉱物, パーミキュライトおよびカオリナイトと一次鉱物石英からなっていること, 試料間でそれら鉱物種の量比が異なり3組成群に大別できるが特に瀏陽河の運搬堆積物層と以前からの第4紀沖積地で発達した土壌との相違が大きかった。また, これら粘土鉱物は母岩, 母材中に普遍的に含まれている造岩鉱物雲母から変質・生成されたものと推定した。

**謝辞** 中国語文献の解説に当たり植物保護学講座劉寧五氏, 農業経営経済学講座李航氏のご援助をいただいた。記して謝意を表する。

## 文 献

- 1) Alam, MD. L., Kakoi, T. and Miyauchi, N.: Electron microscopic observation of clays of calcareous and noncalcareous soils of Bangladesh. *South Pac. Study*, **13**, 161-172 (1993)
- 2) Alam, MD. L., Miyauchi, N. and Shinagawa, A.: Study on clay mineralogical characteristics of calcareous and noncalcareous soils of Bangladesh. *Clay Sci.*, **9**, 81-97 (1993)
- 3) Alam, MD. L., Miyauchi, N. and Shinagawa, A.: Study on clay mineralogical characteristics of hill and terrace soils of Bangladesh. *Clay Sci.*, **9**, 109-121 (1993)
- 4) Egashira, K. and Iwashita, S.: Transformation of mica to high-charge smectite, depending on the particle size, in a yellow-brown soil of China. *Clay Sci.*, **8**, 211-220 (1992)
- 5) 蔣健容・宮内信文: 長沙東郊第四紀紅土紅壤粘土鉱物組成X射線照射法分析。湖南農学院学報, **19**, 617-619 (1993)
- 6) 全国農業区画委員会・中国農業資源与区画要覧編委会編: 中国農業資源与区画要覧 p.17-22, 27-31, 73-79, 測絵出版社・工商出版社 (1987)

### Summary

Clay mineralogical compositions of the soils collected from six sites around Hunan Agricultural College were investigated by X-ray analysis. These soils are classified into Red to Redish Yellow Soils and four of them are developing on Quarternary red clay and two are the recent deposits by river near the sampling sites.

Clay fractions ( $2\mu$ ) of the samples were composed mainly of mica minerals (illite), vermiculite, kaolinite and primary mineral quartz. The relative abundance in the three clay specis were more or less different among the soils reflecting on their weathering degree and especially on their parent materials. Mica occurs commonly in parent rocks of soils and its structure was considered to be inherited to illite and further to vermiculite through alteration or weathering process in the soils. Kaolinite might also be an alteration product from mica.