

# 琉球大学学術リポジトリ

ジャーナルとその母材に関する研究：(第 6 報)沖縄本島，  
具志川市具志川および名護市為又原土壌(層)断面の理  
化学性と粘土鉱物(農芸化学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 渡嘉敷, 義浩, 仲村, 健, Tokashiki, Yoshihiro, Nakamura, Takeshi メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/4084">http://hdl.handle.net/20.500.12000/4084</a>

# ジャーガルとその母材に関する研究

(第6報) 沖縄本島, 具志川市具志川および名護市為  
又原土壌(層)断面の理化学性と粘土鉱物

渡嘉敷 義 浩\*・仲 村 健\*

---

Yoshihiro TOKASHIKI and Takeshi NAKAMURA: Studies  
on the "Jaagaru" soils and their parent materials VI.  
Physical and chemical properties and clay minerals of  
soil profiles at Gushikawa, Gushikawashi and Bimatabaru,  
Nago-shi, Okinawa Island

---

## I 緒 言

沖縄本島の中, 南部一帯には主として第3紀島尻層群の青灰色~灰色の泥灰岩が堆積し, それを基底にして第4紀琉球石灰岩(サンゴ石灰岩)が広く分布している。沖縄地方の方言では, 前者の泥灰岩を“クチャ”それを母材とする土壌を“ジャーガル”とそれぞれ称し, さらに“ジャーガル”は沖縄県内における作物生産力の最も高い肥沃な土壌としても知られている。また, 後者の琉球石灰岩に由来する土壌を“島尻マージ”と称している。他方, 沖縄本島の中, 北部一帯には主として中, 古生紀の粘板岩や千枚岩, 結晶質石灰岩および第4紀国頭礫層が堆積し, これらを母材とする風化土壌を“国頭マージ”と称して区別している<sup>6,11)</sup>。

著者らは, “ジャーガル”がその母材である海成堆積物の泥灰岩の質的差異やその堆積する周辺環境因子の差異によって, 種々の性質を有することを推察した<sup>12)</sup>。そして, 島尻層群地帯の土壌の風化生成および“ジャーガル”とその母材の知見を得る目的で, またさらに各種堆積物の諸性質に関する基礎的知見を得る目的で, 第3紀泥灰岩層を中心にその上部に堆積する各種の堆積土層と, それらに由来する風化物からなる土壌(層)断面について調査し, それらの堆積層序の様式, 理化学性および1次鉱物や2次鉱物の組成などの特徴を明らかにしてきた<sup>10,13,15,16)</sup>。

最近, 沖縄本島北部あるいは久米島仲里村などの農耕地の基盤整備地域において, 植栽した作物に著しい生育障害が発現した。それらの耕地土壌は, 外見上本島中, 南部に分布するいわゆる典型的な泥灰岩土壌の“ジャーガル”に類似したが, パイライトを含有する酸性硫酸塩土壌であることが報告された<sup>4,9)</sup>。本島北部の同地域を調査する機会を得た著者らは, 問題になっている堆積土層とは別に, 外観および理化学性のかなりの結果がいわゆる典型的な泥灰岩層に類似する堆積土層を発見した。本島本部地域におけるこの種の堆積土層については, これまでにほとんど報告されてはいないように思われる<sup>8)</sup>。

---

\* 琉球大学農学部農芸化学科

本研究では、沖縄本島における“ジャーガル”および“国頭マージ”の境界地域と目される中部の具志川市、および上述の北部地域の名護市からのいずれも、(1) 泥灰岩層の上部に直接国頭礫層および“国頭マージ”が堆積する層序様式の土壌(層)断面における理化学性、1次および2次鉱物組成の特徴を調べ、(2) 両断面の両泥灰岩層の諸性質と既往の泥岩層との諸性質を比較検討し、(3) さらに両断面の国頭礫層と泥灰岩層との間の特異的な土層の生成および粘土部分中の鉱物の起源を考察することを目的として行なった。

## II 供試土壌および土層断面

供試する土壌および土層の試料は、沖縄本島中部の具志川市具志川(O-30)および北部の名護市為又原(O-31)の両土壌(層)断面からそれぞれ採取した。断面の土層区分はこれまでと同様に、肉眼的特徴に基づいて行なった。そして、表層土壌を除く各試料はいずれも各土層のほぼ中央附近から採取し、いずれの試料も2mm以下の粒径に揃えて用いた。両土壌(層)断面の特徴は、柱状図(Fig. 1)および断面の記載(Table 1)にそれぞれ示したとおりである。なお、Table では国頭礫層と泥(灰)岩層とを実線で区別した。

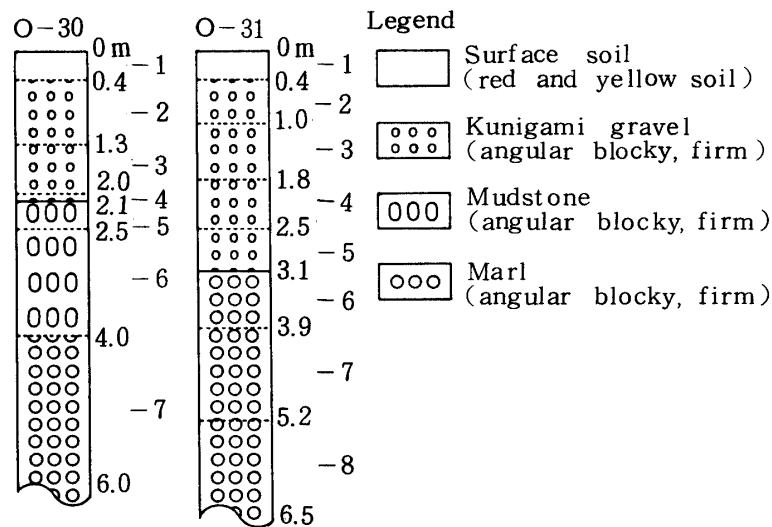


Fig. 1. Columnar sections of Gushikawa (O-30) and Bimatabaru (O-31) soil profiles

O-30の断面では、1~4層は全般に赤黄色の強酸性で珪岩礫を含有し、いわゆる第4紀国頭礫層に由来する土壌(層)の特徴を示した。外見上5~7層の特徴は、いわゆる典型的な泥灰岩層にすこぶる類似した。しかしこれらの土層は、灰色で強酸性、炭酸カルシウムをほとんど含有せず希塩酸溶液で発泡が認められない、層厚約2mの泥岩層(5~6層)と、灰色で弱アルカリ性、炭酸カルシウムを多少含有し希塩酸溶液で発泡が認められる泥灰岩層(7層)とに分けられた。表層土の植生は琉球松の林地であった。こゝでは特徴的な泥岩層とは別に、層厚約10cmで重粘質の特異的な赤色土層が礫層と泥岩層との層間に堆積していた。しかしこの種の土層は、次の為又原土壌(層)断面には認められなかった。

他方、O-31の断面では、1~5層は先のO-30のいわゆる国頭礫層の土壌(層)と同様の特徴を示したが、特に4~5層はいずれも少量の小さな2枚貝などの化石を含有することが異なった。また、

Table 1. Depth, Soil color, pH, Contents of Calcium carbonate, Gravel and Fine soil for two soil profiles

Sample no.	Depth cm	Soil color	pH		CaCO <sub>3</sub> %*	Gravel 2mm < %**	Fine soil 2mm > %**
			H <sub>2</sub> O	KCl			
O-30-1	0-40	Brown/Dark brown 7.5 YR 4/4	4.94	3.86	0.0	5.8	94.2
"	40-130	Strong brown 7.5 YR 5/6	4.40	3.74	0.0	19.0	81.0
"	130-200	Yellowish brown 10 YR 5/6	4.77	3.82	0.0	9.5	90.5
"	200-210	Red 2.5 YR 4/6	4.56	3.47	0.0	2.9	97.1
"	210-250	Olive gray 5 Y 5/2	4.55	3.39	0.0	0.0	100.0
"	250-400	Gray 5 Y 5/1	4.78	3.33	0.0	0.0	100.0
"	400-600	"	7.19	5.75	0.8	0.0	100.0
O-31-1	0-40	Yellowish brown 10 YR 5/6	4.90	3.83	0.0	15.9	84.1
"	40-100	Strong brown 7.5 YR 5/6	4.67	3.73	0.0	26.2	73.8
"	100-180	Dark yellowish brown 10 YR 4/4	4.91	3.84	0.0	24.7	75.3
"	180-250	Yellowish brown 10 YR 5/6	5.38	3.80	0.0	0.3	99.7
"	250-310	Dark yellowish brown 10 YR 4/4	7.23	6.93	1.7	12.7	87.3
"	310-390	Olive gray 5 Y 4/2	7.05	6.84	1.7	0.0	100.0
"	390-520	"	7.30	7.02	1.7	0.0	100.0
"	520-650	Dark gray 5 Y 4/1	7.21	7.02	1.7	0.0	100.0

\* On the oven-dry basis of the whole soil material.

\*\* On the air-dry basis of the whole soil material.

O-30の礫含量に比べて2~3倍量多く、そして次の泥灰岩層と接する土層(5層)はかなりの層厚で弱アルカリ性を呈し、数%の炭酸カルシウムを含有する特徴も示した。表層土はパイナップル植栽後の放任荒地で、ススキやチガヤの植生が見られた。他の6~8層は希塩酸溶液による発泡が認められ、灰色で弱アルカリ性の角塊状を示し、先の具志川(O-30)の7層とほぼ同様のいわゆる典型的な泥灰岩層の特徴を示したが、その他に直上部の国頭礫層土と同様に少量の小さな2枚貝などの化石を含有する特徴も示した。

### III 分析方法

#### 1. 土色、土壌(層)pH、粒径組成、粘土鉱物組成および1次鉱物組成

これらの分析測定はいずれも前報<sup>16)</sup>に従って行なった。土色は半湿土でマンセル土色帳によった。pHは土壌:溶液比が1:2.5で攪拌しながらpHメーターで測定した。粒径組成は有機物処理後の土壌を沈定法の繰り返しで各粒径部分に分別し、それぞれの重量%を求めた。粘土鉱物組成は脱鉄処理(ジチオナイト処理)後の粘土部分を定方位X線回折分析<sup>17)</sup>で、1次鉱物組成はシルト部分を乱方位X線回折分析<sup>1)</sup>でそれぞれ調べた。

#### 2. 有機および無機炭素量と炭酸カルシウム含量

小坂・本田・井碓法による湿式燃焼重量分析法<sup>2)</sup>を用いた。風乾細土(<0.25mm)1~3gに重クロム酸カリウム粉末2g、硫酸・リン酸混液(3:2)25mlを加え、燃焼分解して発生する炭酸ガスをアスカライト(原法ではソーダライム)に吸収させ、重量法で全炭素量を求めた。次に、これとは別に同試料3gを3mlの硫酸・硫酸第1鉄溶液で炭酸塩を除去した後、25mlの重クロム酸カリウム・硫酸・リン酸混液を加え、上と同様にして有機炭素量を求めた。そして、先の全炭素量と有機炭素量との差を無機炭素量として求めた。炭酸カルシウム含量は、無機炭素量と8.3339(CからCaCO<sub>3</sub>への変換係数)との積から求めた。

#### 3. リン酸吸収係数

関谷の記述した方法<sup>3)</sup>によった。風乾細土(<2mm)50gに100mlの2.5%リン酸アンモニウム液(pH7)を加え、24時間後のろ液の1部についてバナドモリブデン酸法による黄色液を400mμで比色測定して求めた。

#### 4. 置換性塩基(Ca, Mg, K, Na)量とCEC

著者らが先に提案した方法<sup>14)</sup>によった。風乾細土(<0.25mm)2gを20mlの80%メタノールで4回遠心洗浄して可溶性塩類(Ca, Mg, K, Na)を測定し、次に80%メタノール中1規定塩化ストロンチウム溶液(pH8.2)の20mlで、同様に4回遠心洗浄して置換性塩基のCaとMgを原子吸光法、KとNaを蛍光法でそれぞれ測定した。その後、20mlの90%アセトンで遠心洗浄を繰り返して過剰塩を除去した後、20mlの1規定塩化ナトリウム溶液で4回遠心洗浄し、Srを蛍光法で測定してCECを求めた。

### IV 結果

#### 1. 具志川(O-30)土壌(層)断面

##### 1) 理化学性

供試土壌(層)の粒径組成、土性、置換性塩基のCa, Mg, KおよびNa量、CEC、有機炭素量、

Table 2. Physical and chemical properties of Gushikawa and Bimatabaru soil profiles

Sample no.	Fine soil (< 2 mm) % *			Texture	SrCl <sub>2</sub> Exchangeable-bases me / 100g				CEC me / 100g	Org. carbon % *	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ab. coef. mg / 100g	
	Coarse sand	Fine sand	Silt		Clay	Ca	Mg	K				Na
O-30-1	24.23	30.60	19.57	25.60	LiC	2.00	1.45	0.11	0.09	5.86	1.5	596
" - 2	47.87	25.38	18.46	8.29	SL	0.27	0.17	0.01	0.26	2.87	0.1	378
" - 3	65.61	19.06	12.10	3.23	"	0.12	0.25	0.01	0.13	1.38	0.0	239
" - 4	5.26	15.30	24.61	54.82	HC	0.63	3.15	0.07	0.29	20.61	0.1	1116
" - 5	14.66	18.05	33.29	34.00	LiC	1.94	5.86	0.22	0.95	32.22	0.1	1450
" - 6	10.77	15.47	32.97	40.79	"	5.92	6.52	0.27	1.11	29.81	0.1	1281
" - 7	10.73	32.68	36.16	20.43	CL	19.75	8.09	0.26	1.04	29.56	0.3	1285
O-31-1	38.40	27.82	23.89	9.88	SL	0.19	0.39	tr	0.06	5.71	0.0	554
" - 2	31.43	30.12	27.11	11.35	L	0.09	0.23	tr	0.09	7.22	0.0	539
" - 3	45.41	22.66	24.19	7.74	SL	0.09	0.62	tr	0.11	6.01	0.1	542
" - 4	1.72	58.22	24.19	15.87	CL	4.70	5.00	tr	0.40	15.54	0.1	806
" - 5	24.81	39.77	27.55	7.87	L	8.65	0.75	tr	0.28	9.78	0.1	940
" - 6	0.27	15.79	71.41	12.53	SiL	16.24	1.65	0.01	0.13	18.27	0.4	992
" - 7	0.48	24.24	67.90	7.38	"	16.25	2.26	0.01	0.15	18.95	0.3	941
" - 8	0.09	19.61	74.41	5.89	"	16.28	3.18	0.01	0.15	20.07	0.4	1116

\* On the oven-dry basis of the whole soil material.

およびリン酸吸収係数の各特徴については、Table 2にまとめて示した。

珪岩礫を3~19%含有する強酸性の国頭礫層(1~4層)では、泥岩層直上の4層の理化学性は、その上層の諸性質とは著しく異なり、特に土色の赤味が強く粘土含量が著しく高い重埴土質で、CECおよびリン酸吸収係数のいずれも著しく大きい特徴を示した。他方1~3層では、上層から下層へかけて軽埴土~砂埴土質で、粗砂含量が増加して粘土含量がかなり減少する傾向を示し、風化作用による土壌生成の進行過程が示唆された。これらの土層の置換性塩基のCa量は最大2 me/100gでMg量の倍程度多く、1~6 me/100gの比較的小さいCECと同様に下層ほど減少する傾向も示した。最上層の有機炭素量は林地を反映してかなり高く1.5%を示した。また、リン酸吸収係数は240~600 mg/100gでその下の泥(灰)岩層の半分量以下を示し、下層ほど減少する傾向を示した。

5~6層の泥岩層は灰色で、礫や炭酸カルシウムを含有せず、希塩酸溶液でも発泡しない強酸性を示した。この種の土層(層)は前報<sup>12)</sup>および川崎ら<sup>4)</sup>の報告にも見られた。これらの土層はシルトと粘土の含量が約70%でその半分量以上を粘土が占め、先の報告<sup>12)</sup>より粘土含量が著しく多く軽埴土質を示した。また、置換性塩基のMg量がCa量より多く約6~7 me/100gを示した。CECは前報<sup>10,13)</sup>の泥灰岩層のそれと同様に約30~32 me/100g、有機炭素量も1%以下をそれぞれ示し、いずれも次の泥灰岩層のそれに類似した。そしてリン酸吸収係数は下の泥灰岩層と同様あるいはそれ以上で、1300~1500 mg/100gを示した。

最下層のいわゆる泥灰岩層(7層)は粘土含量がその上の泥岩層に比べて約半分量の20%で、細砂が2倍量程度多い埴埴土質を示した。この土層では、置換性塩基のCa量が約20 me/100gで直上の泥岩層より著しく増大し、Mg量がCa量の半分量弱で若干増加した。一般的には泥灰岩層の諸性質は前報<sup>10,13)</sup>の泥灰岩層のそれらによく一致する特徴を示した。

## 2) 粘土および1次鉱物組成

供試土層(層)の粘土およびシルト部分のX線回折図(Fig. 2~6)は、いずれも特徴的な1, 4, 5および7層をそれぞれ代表で示し、それらの鉱物組成の結果はTable 3にまとめて示した。

1~4層の国頭礫層土層(層)の粘土鉱物組成は、X線回折図の特徴(Fig. 2)からカオリン鉱物、イライト、パーミキュライト-クロライト中間種およびパーミキュライト-イライトの不規則混層鉱物がそれぞれ同定された。カオリン鉱物は、K粘土550°C加熱処理後にK粘土風乾で約7 Åの回折線が消失すること、イライトは、MgおよびK粘土の各処理後に約10 Åの回折線が消失しないこと、パーミキュライト-クロライト中間種は、K粘土風乾で約14~10 Åの幅広い回折線がMg粘土風乾で見られずK粘土加熱処理後に徐々に約10 Åへ肩を有しながら移行すること、およびパーミキュライト-イライトの不規則混層鉱物は、Mg粘土風乾で約12 Å附近にピークを持つ約14~10 Åの幅広いかなり強い回折線およびK粘土550°C加熱処理後に約12 Å附近のピークが消失することから、それぞれの粘土鉱物が同定された。これらの鉱物組成は、本島北部の粘板岩あるいは国頭礫層に由来する土壌の粘土鉱物組成の報告<sup>5,7)</sup>と一致した。ここでの国頭礫層では下層ほどパーミキュライト-イライトの不規則混層鉱物が消失し、下の泥岩層と接する土層(4層)ではさらにパーミキュライト-クロライト中間種も消失して、イライトおよびパーミキュライトが粘土鉱物の主体を占め、他にカオリン鉱物が随伴するのが特徴である(Fig. 4)。パーミキュライトは、Mg粘土風乾で約14 Åの回折線強度がK粘土風乾で約10 Å

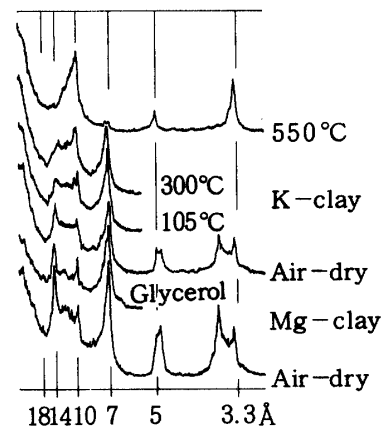
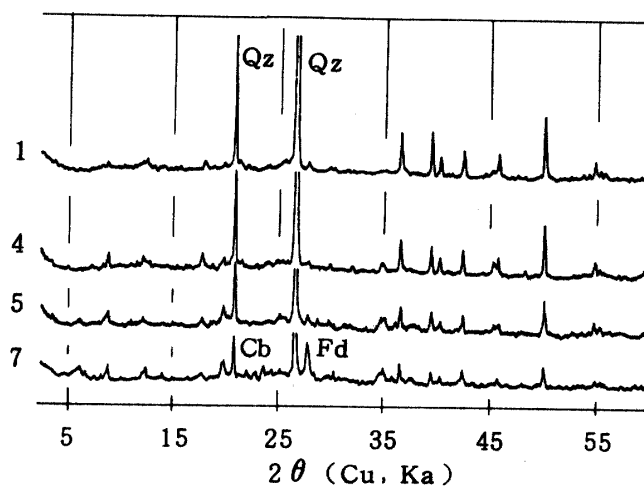


Fig. 2. Oriented X-ray diffractograms of deferrated O-30-1 clay fraction

Table 3. Summary of mineralogical analysis of clay and silt fractions in two soil profiles

Sample no.	Mineral constituent *	
	Clay fraction	Silt fraction
O-30-1	Kt, It, Vt-Ch, Vt/It	Qz >>>> Fd
" -2	"	Qz
" -3	Kt, It, Vt-Ch	"
" -4	It, Vt > Kt	"
" -5	It, Mt > Vt, Kt	Qz >> Fd
" -6	"	Qz >>> Fd, Cb
" -7	It, Mt > Vt, Vt-Ch, Ch, Kt	Qz >> Fd, Cb
O-31-1	Kt, It > Ch/Vt	Qz >> Fd
" -2	"	"
" -3	"	Qz >> Fd, Cb
" -4	Mt, It > Vt, Vt-Ch, Kt	"
" -5	It > Mt, Kt, Vt, Vt-Ch	Qz >> Fd
" -6	It > Mt, Kt, Ch, Vt-Ch > Vt	Qz >> Fd, Cb
" -7	"	"
" -8	"	"

\* Abbreviation : Cb = cristobalite ; Ch = chlorite ; Ch/Vt = chlorite/vermiculite irregular mixed-layer mineral ; Fd = feldspar ; It = illite ; Kt = kaolin minerals ; Mt = montmorillonite ; Qz = quartz ; Vt = vermiculite ; Vt-Ch = vermiculite-chlorite intergrade ; Vt/It = vermiculite/illite irregular mixed-layer mineral



For legend see Table 3.

Fig. 3. X-ray diffraction patterns of the Gushikawa (O-30-1~7) silt fractions (Random orientation)



の回折線強度に増大し移行することから同定された。これらの上層から下層へかけての粘土鉱物組成の変化する傾向は、土壤生成作用による粘土鉱物の風化生成を示唆した。シルト部分の1次鉱物組成は、これまでの“国頭マージ”や“島尻マージ”<sup>12,13,16)</sup>のと同様にほとんど石英が主要鉱物で、最上層には少量の長石も随伴した。石英はX線回折図 (Fig. 3) の3.35 Å 附近の回折線、長石は3.20 Å 附近の回折線からそれぞれ同定された。

泥岩層 (5~6層) のX線回折図 (Fig. 5) の特徴は、その上部の国頭礫層のそれとは明らかに異なり、主要粘土鉱物としてモンモリロナイトが同定され、前報<sup>10,12,13,15,16)</sup>のいわゆる泥 (灰) 岩層と同

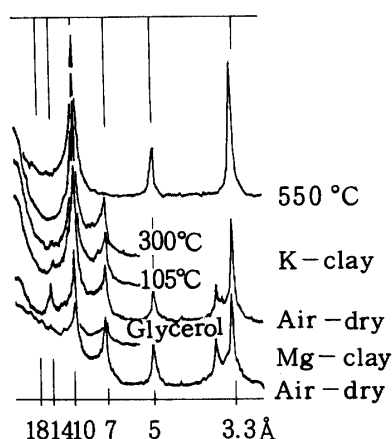


Fig. 4. Oriented X-ray diffractograms of deferrated O-30-4 clay fraction

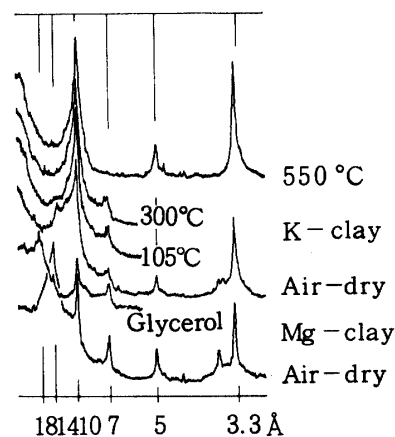


Fig. 5. Oriented X-ray diffractograms of deferrated O-30-5 clay fraction

様の特徴を示した。モンモリロナイトは、Mg粘土グリセロール処理後に約18 Å 附近の明瞭な回折線が存在することから同定された。この土層ではイライトとモンモリロナイトが主要粘土鉱物で、他にパーミキュライトおよびカオリン鉱物が付随した。そして1次鉱物の主体は石英で、その他に長石やクリストバライトが少量随伴した。シルト部分のX線回折図 (Fig. 3)、4.04 Å 附近の回折線からクリストバライトは同定された。泥岩層ではいわゆる泥灰岩層全般に検出された粘土部分でのクロライトやパーミキュライト-クロライト中間種、およびシルト部分でのカルサイトやドロマイトなど<sup>10,13,15,16)</sup>はいずれも検出されなかったのが特徴である。

最下層のいわゆる泥灰岩層 (7層) は、X線回折図の特徴 (Fig. 6) から、これまでの泥灰岩層<sup>10,13,15,16)</sup>と同様にイライトやモンモリロナイトが粘土鉱物の主体を占め、他にパーミキュライト、パーミキュライト-クロライト中間種、クロライトおよびカオリン鉱物が随伴した。そしてシルト部分の1次鉱物は石英が主体を占め、他に長石とクリストバライトが少量存在したが、これまでにしばしば同定されているカルサイトやドロマイト<sup>10,13,15,16)</sup>はいずれも検出されなかった (Fig. 3)。

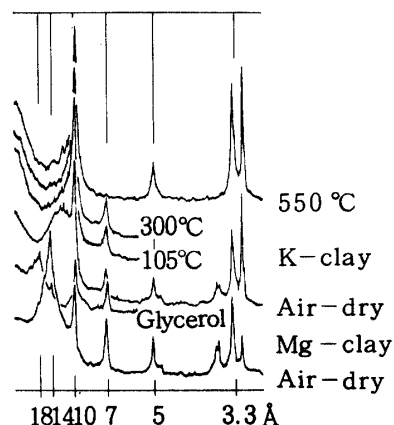


Fig. 6. Oriented X-ray diffractograms of deferrated O-30-7 clay fraction

## 2. 為又原（0-31）土壌（層）断面

### 1) 理化学性

珪岩礫を含有する1～5層は全般に赤黄色で、次の泥灰岩層と接する5層の弱アリカリ性および約2%弱の炭酸カルシウムを含有する特徴を除けば、いずれもいわゆる国頭礫層の特徴を示した。こゝでの国頭礫層の1～3層と4～5層では、理化学性に著しい差異が認められた。1～3層は砂壤土～壤土質で、先のO-30の国頭礫層の粒径組成にかなり類似したが、有機物に乏しく粒径組成が上層から下層へかけて徐々に変化する傾向は見られなかった。このことは元のかんりの厚さの表層土がパイナップル栽培時に削除されたことを示唆する。置換性塩基のCaとMgの含量は1 me/100g以下で小さく、CECは6～7 me/100g、リン酸吸収係数は約550 mg/100gをそれぞれ示し、全般的には諸理化学性のいずれも先のO-30の国頭礫層土壌（層）に類似した。

他方の4～5層はその上部の土層に比べてシルトや粘土含量がほぼ等しく、粗砂含量が倍量以上も多い埴壤土あるいは壤土質の特徴を示した。置換性塩基のCaとMgの含量も約10倍量に著しく増大し、特に4層ではCa量とMg量のいずれも5 me/100gと等しく、5層では前者が9 me/100gに増大する傾向が見られた。CECもかなり増加し、4層で著しかった。そして1%以下の有機炭素量や800～900 mg/100gに若干増加したリン酸吸収係数なども含めて、この土層の諸理化学性は、上部の国頭礫層と次の泥灰岩層のほぼ中間的な性質を示したのが特徴である。

6～8層の泥灰岩層の理化学性は、先の7層およびこれまでに報告した泥灰岩層<sup>10,13,15,16)</sup>のそれらとは若干異なる性質もあるが、全体的にはかなりよく類似する特徴が見られた。こゝでの泥灰岩層は粘土部分が10%弱でかなり少なく、特にシルト部分が70%前後で著しく多いシルト質壤土の特徴を示した。また全般に、置換性塩基のK含量が低く、置換性塩基のCa量が約16 me/100gでMg量の約2 me/100gよりかなり多かった。CECは約19 me/100gで既往の泥灰岩層<sup>10,13)</sup>のそれより比較的到低い特徴も示した。

### 2) 粘土および1次鉱物組成

供試土壌（層）の粘土およびシルト部分のX線回折図（Fig.7～11）は、いずれも特徴的な1, 4, 5および6層を各土層の代表として示した。

こゝでの国頭礫層（1～3層）の粘土鉱物組成は、X線回折図（Fig.7）の特徴からカオリン鉱物およびイライトが主体を占めることでは、先の国頭礫層のそれに類似したが、パーミキュライト～クロライト中間種が消失してクロライト～パーミキュライトの不規則混層鉱物が存在するのが特徴である。この種の混層鉱物が国頭礫層やそれに由来する土壤中に存在する例は、これまでは報告が見られないように思われる。クロライト～パーミキュライトの不規則混層鉱物は、Mg粘土風乾およびK粘土風乾のいずれのX線回折図も、

先のO-30-1（Fig.2）のそれとは異なり、14 Åおよび10 Å附近にそれぞれの明瞭な回折線が見られ、K粘土風乾および加熱処理で14 Åと10 Å附近の両回折線の相対強度にパーミキュライトの存在を示唆する変化が見られ、K粘土550 °C加熱処理後に約12 Å附近の明瞭な回折線が認められることから同定された。シルト部分の1次鉱物組成は、X線回折図（Fig.8）の特徴から先の国頭礫層やそれに由来する土壌と同様、石英が主要鉱物で他に少量の長石とクリストパライトが随伴した。

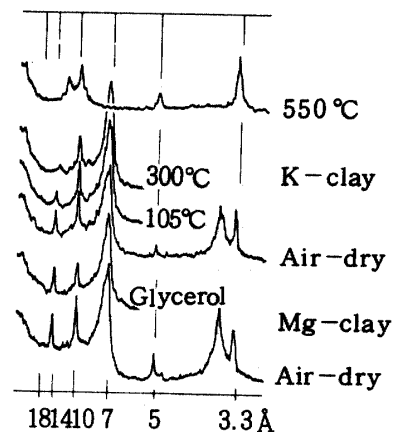
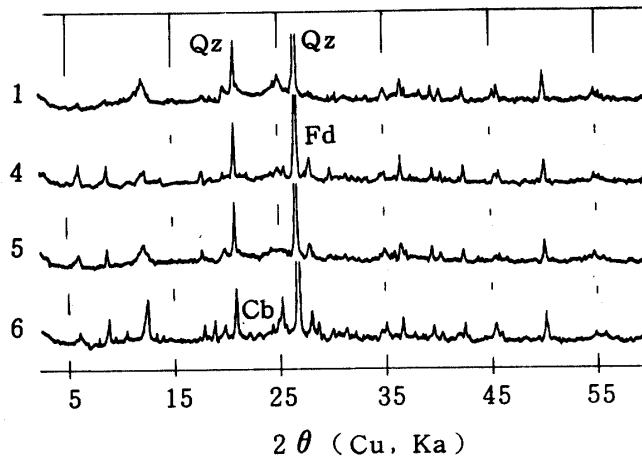


Fig. 7. Oriented X-ray diffractograms of deferrated O-31-1 clay fraction



For legend see Table. 3.

Fig. 8. X-ray diffraction patterns of the Bimatabaru (O-31-1 ~6) silt fractions (Random orientation)

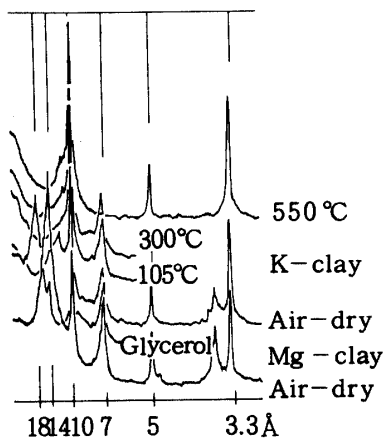


Fig. 9. Oriented X-ray diffractograms of deferrated O-31-4 clay fraction

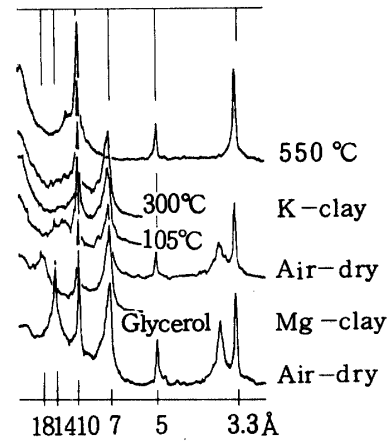


Fig. 10. Oriented X-ray diffractograms of deferrated O-31-5 clay fraction

他の4~5層の国頭礫層のX線回折図 (Fig. 9, 10) の特徴は、その上部の国頭礫層のそれとは著しく異なり、主要粘土鉱物はモンモリロナイトやイライトでその他にパーミキュライト、パーミキュライト-クロライト中間種およびカオリン鉱物が付随した。このような鉱物組成はいわゆる既往の泥(灰)岩層<sup>10,12,13,15,16)</sup>のそれによく類似し、この土層の下の泥灰岩層の鉱物組成にも著しく近似する特徴を示した。一方そのシルト部分は、X線回折図 (Fig. 8) の特徴から石英が主体で、他に長石やクリストバライトが随伴して上の層と同様の鉱物組成を示した。

6~8層のいわゆる泥灰岩層のX線回折図 (Fig. 11) の特徴は、これまでに報告した泥灰岩層<sup>10,13,15,16)</sup>のそれによく類似し、主要粘土鉱物はいずれもイライトやモンモリロナイトが主で、他にカオリン鉱物、クロライト、パーミキュライト-クロライト中間種およびパーミキュライトがそれぞれ同定された。またシルト部分の1次鉱物組成も同様に石英が主要鉱物で、他に長石やクリストバライトが随伴した。そしてこゝでも、先の最下層の泥灰岩層(7層)と同様に、既往の報告<sup>10,13,15,16)</sup>ではしばしば検

出されたドロマイトやカルサイトの回折線は認められなかった。

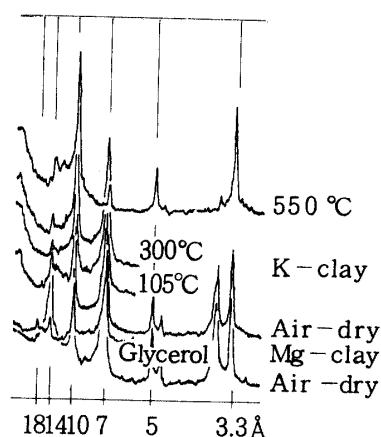


Fig. 11. Oriented X-ray diffractograms of deferrated O-31-6 clay fraction

## V 考 察

具志川（O-30）および為又原（O-31）土壤（層）断面では、これまでに知られているいわゆる泥灰岩層<sup>10,13,15,16</sup>と、その上部に堆積するいわゆる国頭礫層<sup>5,7,8</sup>との間に、それらとはいずれも異なる特異的な土層の存在することが確認された。

O-30の泥岩層直上部の赤色土層は、土層の薄い重植土質でCECがかなり大きく、主要な粘土鉱物組成がイライトやパーミキュライトからなることを示した。この土層はその上層部の国頭礫層に比べて粒径組成や粘土鉱物組成の質と量、およびそれらに起因する諸理化学性の差異が著しいことが特徴である。さらに、上層から下層へかけての風化作用による土壌生成の進行および粘土鉱物の風化生成の示唆が得られたことと、この土層の下層部には不透水層を形成する緻密な泥岩層が堆積する環境条件下にあることから、主として雨水の影響による国頭礫層上層部からの粘土の集積層と推察される。そしてこの種の土層は、国頭礫層の下層部に必然的に生成される傾向にはなく、国頭礫層やその周辺に堆積する種々の堆積物などの質と量およびそれらの堆積環境条件の差異によって生成されることが推察される。また土層中における粘土鉱物の中間種や混層鉱物の存否は、いわゆる“国頭マージ”にも質的にかなり異なる種々の堆積物に由来する土層が存在する可能性を示唆するように思われる。

泥岩層は外観およびその理化学性の1部がいわゆる泥灰岩層によく類似する。特に泥岩層は土壌反応が酸性～強酸性を示すことから、もともと堆積物中に炭酸カルシウム含量が少なかったのか、あるいは続成作用の過程で炭酸カルシウムがほとんど溶脱してしまったのかどうか、これらの元の堆積物の質と堆積環境による影響が特に重要であるように思われる。また酸性の泥岩層は主としてパイライトを含量することにより、酸性硫酸塩土壌になる可能性を有する<sup>4</sup>ことから、この具志川地域がいわゆる“ジャーガル”やその母材の泥灰岩（クチャ）地帯であるという先入観念に基づいて、農耕地の基盤整備や客土材採取地に利用することは、すこぶる危険性を伴うことが推察される。すなわち、地質学的に泥灰岩地帯として認識されている地域にも、この種の泥岩層が存在するという事実には特に注意する必要があることを示唆する。

一方、赤黄色の土色で酸性～弱アルカリ性を示し、粘土鉱物組成中にモンモリロナイトを有する国頭礫層の特徴は、前報<sup>12,16</sup>のいわゆる“国頭マージ”の特徴にも見られる。この種の特異的な土層は先

のO-30の断面には存在せず、泥灰岩層の直上層部に必然的に堆積する傾向はないように思われる。またこの土層にはその下部の泥灰岩層と同様に少量の2枚貝の化石が含有され、堆積時の環境条件がかなり類似することを示唆する。さらにこの土層には珪岩礫がかなり含有されることから、泥灰岩層が水中にある続成時期の過程にいわゆる国頭礫層が、泥灰岩層の上部に運搬堆積される過程で両堆積物の粘土部分が混合攪拌され、主要粘土鉱物のモンモリロナイトが存在するようになったことが推測される。この特異な土層中のモンモリロナイトは風化生成されたと考えよりも、もともと泥(灰)岩層中に存在していたものが混入されたと考えるのが妥当のように思われる。著者らこれまでの研究<sup>10,12,13,15,16</sup>)によれば、泥(灰)岩層の主要粘土鉱物組成はほとんど多くのものがイライトやモンモリロナイトである。しかし唯一ではあるが、いわゆる泥灰岩層の諸性質とほとんど同様でありながら、粘土部分にモンモリロナイトが検出されない特徴の泥灰岩層も存在することを確認している(渡嘉敷・比嘉, 未発表)。これらのことから泥灰岩層の起源の質的なものの影響が示唆され、堆積後の続成過程でモンモリロナイトが生成されたのではなく、もともと生成されていたものが堆積したことを推察させた。

いずれにしても、沖縄本島に堆積する具志川および為又原の両土層(層)断面の泥(灰)岩層とその上部に堆積する各種の堆積物は、それぞれの諸性質にかなりの質的差異が認められることから、さらに多くの土層(層)断面の調査・研究が必要であることを示唆した。

## VI 要 約

泥(灰)岩層の上部に国頭礫層および“国頭マージ”が堆積する、沖縄本島中部の具志川市具志川(O-30)および本島北部の名護市為又原(O-31)土層(層)断面について、理化学性や粘土鉱物および1次鉱物組成などの特徴を調べた。そして、土層間に堆積する特異的な土層の生成および諸性質の発現を考察し、さらに粘土部分中の鉱物の起源を推察した。

両土層(層)断面の珪岩礫を含有する国頭礫層の上層部は、赤黄色で強酸性、粘土含量の少ない軽埴土、壤土および砂壤土質を示し、置換性塩基量、CEC、塩基飽和度およびリン酸吸収係数のいずれもかなり低い特徴を示した。また主要粘土鉱物はカオリン鉱物、イライトやバーミキュライト・クロライト中間種が含有され、他にバーミキュライト・イライトあるいはクロライト・バーミキュライトの不規則混層鉱物がそれぞれ随伴し、1次鉱物のほとんどが石英からなり、他に長石あるいはクリストバライトが付随した。

他方、両断面の泥灰岩層は少量の炭酸カルシウムを含有し、灰色で弱アルカリ性を示し希塩酸溶液で発泡した。この土層は粘土含量の比較的少ない埴壤土やシルト質壤土質を示し、置換性塩基は特にCa量が著しく多く、次にMg量が続き、CECやリン酸吸収係数もかなり大きな値を示した。また粘土鉱物組成はイライト、モンモリロナイトが主体を占め、他にバーミキュライト、バーミキュライト・クロライト中間種、クロライトおよびカオリン鉱物が随伴した。シルト部分の1次鉱物は主に石英で、他に少量の長石およびクリストバライトが含まれた。

具志川(O-30)では国頭礫層と泥灰岩層との層間には、薄い赤色土層が上層から運搬集積され、強酸性の重埴土質で置換性塩基のCa量よりMg量に富む、CECおよびリン酸吸収係数のいずれもかなり大きな性質の特異な土層が生成された。この土層には2:1型や2:2型鉱物からなる中間種や不規則混層鉱物は含まれず、イライトやバーミキュライトが主要粘土鉱物で、これらにカオリン鉱物が随随し、シルト部分には石英だけが含有された。

また、同断面の薄い赤色土層直下の泥岩層は、酸性硫酸塩土壌への可能性を有する強酸性の軽埴土質、および置換性塩基のMg量がCa量より多い特徴を除けば、泥灰岩層の特徴によく類似した。これらのことから、泥岩層と泥灰岩層との差異は、土層中の炭酸カルシウム含有量の多少にあることを推察し、

さらに堆積物の質とその周辺の堆積環境条件の影響によることを推察した。

一方、為又原（O-31）では、国頭礫層と泥灰岩層との層間に珪岩礫を含有する、かなり厚い赤黄色の酸性～弱アルカリ性を示す埴壤土および壤土質の土層が生成された。粘土鉱物はイライトやモンモリロナイトが主体で、他にパーミキュライト、パーミキュライト-クロライト中間種、カオリン鉱物が随伴し、1次鉱物は石英が主でその他に長石やクリストパライトが含有された。この土層の諸性質は、国頭礫層と泥灰岩層との中間的な性質を示し、堆積時期における両堆積物の混合攪拌を推測させ、主要粘土鉱物のモンモリロナイトはもともと生成されていた泥灰岩層のものであることを推察した。

### 参 考 文 献

1. Brown, G. 1961 The X-ray identification and crystal structures of clay minerals, P 473~475, P 484, Mineralogical Society
2. 土壤養分測定法委員会編 1970 土壤養分分析法, P127~135, 養賢堂
3. \_\_\_\_\_, P251~253, \_\_\_\_\_
4. 川崎 弘・銘苅敏夫 1978 沖縄における酸性硫酸塩土壌, 九州農試報告, 19: 383~404
5. 小林 嵩・品川昭夫 1966 南西諸島の土壌に関する研究（I）琉球列島の土壌について, 鹿大農学術報告, 16: 11~55
6. 国土庁土地局 1977 縮尺12万5千分の1土地分類図47（沖縄県）, 土地分類図附属資料（沖縄県）, P 6~7
7. 松坂泰明・音羽道三・山田 裕・浜崎忠雄 1971 沖縄本島・久米島の土壌の分類について, 農枝研報告, B 22: 305~404
8. 農業技術研究所 1974 土壌調査報告（第34号）名護 P 1~44
9. 沖縄県農林水産部南部農林土木事務所 1979 基盤整備畑土壌の調査概要報告書 P 1~14
10. 大屋一弘・渡嘉敷義浩・高江洲均・多喜和彦・西垣 晋 1976 ジャーガルとその母材に関する研究（第2報）沖縄本島, 糸満市阿波根および西原村棚原土壌断面における粘土鉱物と水溶性成分について, 琉大農学術報告, 23: 165~176
11. \_\_\_\_\_ 1976 ジャーガルとマージの化学性と粘土鉱物について, 第47回農業土木学会九州支部講演会（シンポジウム）, 沖縄の特殊土壌, 農業土木学会九州支部, 1~13
12. 渡嘉敷義浩・大屋一弘・鎮西忠茂 1975 ジャーガルとその母材に関する研究（第1報）沖縄本島, 具志頭村白土原の土壌粘土鉱物について, 琉大農学術報告, 22: 177~190
13. \_\_\_\_\_・比嘉 靖・大屋一弘・西垣 晋 1977 ジャーガルとその母材に関する研究（第3報）沖縄本島, 西原村千原土壌断面における理化学性と粘土鉱物について, 琉大農学術報告, 24: 205~215
14. \_\_\_\_\_・大屋一弘・西垣 晋 1977 ジャーガルおよびマージの陽イオン置換容量と置換性塩基測定の一考察, 日本土壌肥料学会講演要旨集 23: P 12
15. \_\_\_\_\_・名城 敏・大屋一弘・西垣 晋 1978 ジャーガルとその母材に関する研究（第4報）沖縄本島, 具志頭村具志頭および中城村新垣土壌（層）断面の粘土鉱物, 琉大農学術報告, 25: 159~170
16. \_\_\_\_\_・大屋一弘 1979 ジャーガルとその母材に関する研究（第5報）沖縄本島, 那覇市具志および具志頭村安里土壌（層）断面の粘土鉱物, 琉大農学術報告, 26: 69~82
17. 和田光史 1966 粘土鉱物の同定および定量法, 土肥誌, 37: 9~17

### Summary

Two soil profiles were selected in the middle and the northern parts of Okinawa Island in order to characterize physical, chemical and mineralogical properties of the soil in relation to the underlying deposit materials. And special attentions were payed to peculiar layers interlain for genesis and mineralogy. These two profiles consisted of acidic red and yellow soils which were locally called "Kunigami maaji", Kunigami gravel and marl (or mudstone) in descending order. One soil profile (no. O-30) was located at Gushikawa, Gushikawa-shi of the middle part of Okinawa Island and the other profile (no. O-31) was at Bimatabaru, Nago-shi of the northern part.

In the both profiles the layers of "Kunigami maaji" soil and Kunigami gravels which contained quartzite were red to yellowish, strongly acidic, and of light clay to sandy loam. The upper layers were considerably low in exchangeable bases, CEC, base saturation and phosphorus absorption coefficient. The major crystalline materials in the clay fraction were kaolin minerals, illite and vermiculite-chlorite intergrade, and the minor ones were vermiculite, and illite or chlorite and vermiculite irregular mixed-layer mineral. In the silt fraction the primary mineral quartz was the major constituent, and also found were feldspars and/or cristobalite in a minor quantity.

On the other hand, the lower layers consisting of marl deposit at the both profiles showed grayish color, slightly deposit at the both profiles showed grayish color, slightly alkaline reaction, and clay loam to silty loam texture. They contained a small quantity of free calcium carbonate and effervesced with dilute hydrochloric acid solution. The CEC and phosphorus absorption coefficient were comparatively high and exchangeable calcium was much higher than magnesium. The major crystalline materials in the clay fraction were illite and montmorillonite accompanied by a minor amount of vermiculite, vermiculite-chlorite intergrade, chlorite and kaolin minerals. The primary mineral in the silt fraction was mainly consisted of quartz accompanied by a small amount of feldspars and cristobalite.

At Gushikawa profile (no. O-30) a peculiar red colored thin layer was found between Kunigami gravel and marl deposit. It was assumed that the red layer was formed by a translocation-accumulation process of the materials from overlying Kunigami gravel to the present position. The red layer was strongly acidic and of heavy clay. Exchangeable magnesium was higher than calcium, and the CEC and phosphorus absorption coefficient were much higher in this layer than those in the overlying layer of Kunigami gravel. Neither the intergrade nore the mixed-layer minerals were identified in the clay fraction, and quartz alone was identified in the silt fraction of the red layer.

The mudstone deposit overlain by the red layer was quite similar to the color of previously mentioned marl deposit. But it carried some properties of acid sulfate soil, namely it was strongly acid and contained more exchangeable magnesium than calcium and showed texture of light clay. Accordingly a remarkable difference was recongnized between the mustone and marl deposits by the contents of calcium carbonate. It was assumed that changes of substances and sedimentation condition had caused the difference in the deposits of mudstone and marl.

---

At the Bimatabaru profile (no. O-31) thick layers containing quartzite gravels were found between Kunigami gravel and marl deposit. These layers were red and yellow in color, clay loam to loam in texture and acid to slightly alkaline in reaction. The major crystalline minerals in the clay fraction from these layers were illite and montmorillonite accompanied by a small amount of vermiculite, vermiculite-chlorite intergrade and kaolin minerals. In the silt fraction identified were quartz in a large quantity and feldspars and cristobalite in a small quantity. Any of physical, chemical and mineralogical properties of the layers were intermediate between the Kunigami gravel overlain and the marl deposit underlain. From these findings suggested were the mix up of Kunigami gravel and marl deposit to form the interlain deposit during sedimentation. It was also assumed that montmorillonite in the interlain layers was originated from the marl deposit.