琉球大学学術リポジトリ

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(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, 比嘉, 靖, 大屋, 一弘, 西垣, 晋, Tokashiki, Yoshihiro, Higa, Yasushi, Oya, Kazuhiro, Nishigaki, Susumu
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4238

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

渡嘉敷 義 浩*・比 嘉 靖*・大 屋 一 弘*
西 垣 晋*

Yoshihiro TOKASHIKI, Yasushi HIGA, Kazuhiro OYA and Susumu NISHIGAKI : Studies on the "Jaagaru" soils and their parent materials Ⅲ. Physical and chemical properties and clay minerals of soil profiles at Senbaru, Nishihara village, Okinawa Island.

I 緒 言

"ジャーガル" とその母材の泥灰岩および起源の異なる他の堆積物は，土壌母材としての泥灰岩の質的差異や堆積している泥灰岩周辺の環境因子の差異，あるいは泥灰岩上部やその下部に堆積する起源の異なる堆積物の差異などによって相互に影響しながら，各々の環境下の土壌化作用により種々の特徴を有することが推察される。これまでに著者らは，沖縄本島の中・南部一帯に分布する島尻層群地帯の土壌の生成風化，および青灰色泥灰岩とこれを母材とする "ジャーガル" 土壌の知見を得る目的で，"ジャーガル" と称される土壌の実体とその母材の諸性質を調べることに着手してきた[3,6,7,8,11]。

昨年，本学の移転整備計画に伴ない農学部附属農場の新敷地造成が西原村千原で行なわれ，その造成中の時期に同地域を調査する機会を著者らは得た。同地域の土壌断面は，全般的に，泥灰岩層の上部に直接赤褐色土壌の "マージ"[4] が1m以上の土層の厚さで堆積する形態を有していた。そして予備実験の結果，同地域の上部の "マージ" は土壌反応が中性〜弱アルカリ性のいわゆる "島尻マージ"[4] と，強酸性のいわゆる "国頭マージ"[4] との起源の異なる母材を示唆する2つの赤褐色土壌の存在を推測させた。

本研究では，(1) 泥灰岩層の上部に直接 "マージ" が堆積する形態について，土壌断面における理化学性および粘土鉱物組成を調べ，(2) 同地域に堆積する特に土壌反応の異なる2つの "マージ" の理化学性および粘土鉱物組成を比較検討してそれらの生成を考察し，そして (3) 本学農学部附属農場の新敷地造成地における土壌特性を明らかにし，同地域における今後の土壌特性の基礎資料に資することを目的として行なった。

* 琉球大学農学部農芸化学科

本論文の研究の一部は，昭和51年度文部省科学研究費補助金による「亜熱帯赤黄色土壌中の微量元素に関する研究」として行なわれた。

Ⅱ 供 試 土 壌

供試土壌は，沖縄本島中部，西原村千原の本学農学部附属農場新敷地造成地域の道路側の土壌断面から採取した。同地域の土壌断面は，概して，泥灰岩層の上部に直接に赤褐色土壌の"マージ"が堆積する形態を有し，そして周辺にはかなり大型のサンゴ石灰岩の露岩をいくつか確認することができた。同地域に堆積する表土の赤褐色土壌は，肉眼的に砂礫としてサンゴ石灰岩が認められる地域と，それが認められない地域とに大別することができた。そして両地域の表土の土壌反応は，予備実験の結果，前者が中性〜弱アルカリ性，後者が強酸性を示した。

Table 1. Physical and chemical properties of Senbaru soil profiles

Soil no.	Depth (cm)	Soil color	pH		Carbon %*		Fine soil (<2mm) %*				Texture
			H_2O	KCl	Org.	Inorg.	Coarse sand	Fine sand	Silt	Clay	
0-27-1	0- 20	Dark yellowish brown 10YR 4/4	7.10	5.92	1.67	0.03	1.42	27.46	13.44	57.68	HC
〃 -2	20-120	Strong brown 7.5YR 5/6	7.05	5.96	1.10	0.10	1.00	22.65	19.26	57.10	〃
〃 -3	120-170	Strong brown 7.5YR 5/8	7.18	6.38	0.49	0.06	0.41	33.80	7.12	58.67	〃
〃 -4	170-250	Pale olive 5Y 6/3	7.16	5.50	0.11	0.16	2.13	19.19	35.99	42.69	LiC
〃 -5	250-320	Olive 5Y 5/3	7.02	5.08	0.23	0.40	1.38	28.89	42.49	27.24	〃
〃 -6	320-600	Dark gray 5Y 4/1	7.73	7.45	0.45	0.86	1.42	66.48	21.53	10.57	SL
〃 -1′	0- 30	Strong brown 7.5YR 5/8	4.70	3.85	0.44	tr	6.47	46.56	5.43	41.54	LiC

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

供試土壌断面の各層位の深さ，土色などの特徴はTable 1に示すとおりである。造成地地域に堆積する赤褐色土壌（1〜3層）は土層が厚く，50cm以内には基岩や礫層が出現せず，土層中の石灰岩礫の含量が比較的少なく，土壌反応が中性〜弱アルカリ性を呈することから糸洲統に対応することが推察される。[2] 本研究では，造成地地域の道路側から土壌反応の異なる表土を有する2つの土壌断面を選択した後，石灰岩片を含む土壌断面を各々肉眼的特徴に基づいて6層に分け，各層のほぼ中央より土壌および泥灰岩を採取し，また，そこから80m程度離れた別の土壌断面から，泥灰岩層上部に1m以上の厚さで堆積し上層から下層まで強酸性を示す赤褐色土壌の表土だけを採取して用いた。なお，1〜3層と1′層はいわゆる赤褐色土壌の"マージ"を，4〜6層は希塩酸溶液によって発泡した泥灰岩層を示す（Table 1）。

Ⅲ 実 験 方 法

供試土壌および泥灰岩の土色，pH. 粒径分布は前報[6]と同様の方法で測定した。炭素量は，前報[3]とは異なり風乾土（< 0.25mm）の試料を用い，小坂・本田・井磧法[1]の湿式燃焼重量法により全炭素量と有機炭素量とを別々に測定し，両者の重量差から無機炭素量を求めた。また，塩基置換容量（CEC）および置換性塩基の量も前報[3]とは異なり，著者らが，遊離の炭酸カルシウムの溶出を抑制しながら石灰質土壌の置換性塩基および塩基置換容量（CEC）を測定する方法として提案した次のような方法[8]で行なった。まず，風乾土2g（< 0.25mm）を50ml蓋付き遠心管に採り，可溶性塩類を測定するために80%メ

タノールで5分間振とう後，遠心洗浄処理を4回繰り返し，その抽出液中のCa，Mgを原子吸光法，Na，Kを炎光法で測定する。次に置換性塩基を測定するために，可溶性塩類を除去した試料に80％メタノール中1規定塩化ストロンチウム溶液（pH 8.2）で先と同様の操作を4回繰り返し，抽出液中の各塩基を測定する。その後，過剰塩を除去するために硝酸銀溶液による塩素反応がなくなるまで90％アセトンで振とう，遠心洗浄を繰り返し上澄液を捨てる。最後に，CECを測定するために過剰塩を除去した試料に1規定塩化ナトリウム溶液を加え，先と同様の操作を4回繰り返し，抽出液中のストロンチウムを炎光法で測定する。

粘土鉱物組成の半定量鉱物分析，および1次鉱物組成の相対量の判定は，いずれも主として和田[9]にもとづく前報[3,6]の方法によった。なお，前報[3]で示したように，泥灰岩層では0.15モルシュウ酸ナトリウム可溶成分にかなりの量の酸化鉄が含まれ，その量がジチオナイト（ハイドロサルフアイトナトリウム一炭酸水素ナトリウム一クエン酸ナトリウム）可溶成分中の酸化鉄量に近似し，両可溶成分中の酸化鉄の特徴づけおよび存在形態がまだ明らかではないので，こゝでは，選択溶解処理による半定量鉱物分析は0.15モルシュウ酸ナトリウム溶液処理の代わりに，原法[5]の0.5規定水酸化ナトリウム溶液処理を用いて行なった。

Ⅳ　結　　果

1. 供試土壌断面の理化学性

供試土壌断面の赤褐色土壌および泥灰岩層の理化学的特徴は，Table 1およびTable 2に各々まとめて示した。

赤褐色土壌（1～3層）および泥灰岩層（4～6層）のいずれの層も，土壌反応は中性～弱アルカリ性で，前者はいわゆる"島尻マージ"の特徴を示し泥灰岩層は前報[3]の泥灰岩層のpH（H_2O）8.0～8.5よりも幾分低い値を示した（Table 1）。

全炭素量は，赤褐色土壌（1～3層）では1.7～0.6％でそのほとんどを有機炭素が占め，上層から下層へ減少する傾向を示した。泥灰岩層には0.3～1.3％の全炭素が含まれ，赤褐色土壌とは異なりその大部分を無機炭素が占め，下層ほど増加する傾向を示した（Table 1）。

赤褐色土壌（1～3層）では粘土含量が58％前後もあり，土性はHC（重埴土）を示した。そして1～2層に比べ3層では，シルト含量が少なく細砂含量が比較的に多いのが特徴である。泥灰岩層では下層ほど砂含量が多くそして粘土含量が少ない傾向を示し，上層ほど風化が進行していることを示唆した。土性はLiC（軽埴土）およびSL（砂質壌土）で，前報[3]と同様に泥灰岩層の粒径分布とはかなりの差異があることを示した（Table 1）。

一方，同地域の他の土壌断面の赤褐色土壌（1′層）では，先の表土（1層）に比べ土色は明褐色で土壌反応はいわゆる"国頭マージ"の強酸性を示し，有機炭素量およびシルト部分の含量は少なくそして砂含量が多く，土性はLiC（軽埴土）を示した。これらの特徴は，特に土壌反応および砂含量の差異を除けば，先の赤褐色土壌の3層にかなり類似するのが特徴である（Table 1）。

可溶性塩類の総量は，赤褐色土壌（1～3層）では0.24 me／100 gで，その半分量をCaが占め次にNaが多く，各塩類は各々層間でほぼ同量含まれた。他の赤褐色土壌（1′層）では，総量はほぼ同じ値を示したがそのほとんどをNaが占めるのが特徴である。これらの土壌とは異なり泥灰岩層では，可溶性塩類の総量は0.18～0.39 me／100 gで上層と下層とでは異なり，総量の半分量をNaが他のほとんどをCaが占め各々上層から下層へ増加する傾向を示した。また，Mg，Kは赤褐色土壌とほぼ同量含まれた（Table 2）。

赤褐色土壌（1～3層）の置換性塩基の総量は先の可溶性塩類での傾向とは異なり，上層から下層へ

減少し総量の約90％をCaが占め，次にMgが多くNaは少なかった。これらの赤褐色土壌に比べ他の赤褐色土壌（1′層）では，総量は1／10以下で，最も多いCaでさえも1me／100g以下を示し著しく溶脱されていることを推測させた。泥灰岩層での総量は，可溶性塩類での傾向と同様に各層間で異なった。赤褐色土壌に比べ，総量は約1.5倍ほど多くその約70～80％をCaが占め，Ca量には層間で差異がみられずほとんど同量含まれた。Caの次にMgが多く赤褐色土壌のそれの数倍量もあり，上層から下層へ減少する傾向を示した。この傾向は，前報[3]の泥灰岩層での下層ほど増加する傾向とは異なった。また，Mgの次に多いK量もMgと同様に上層から下層へ減少するのが特徴である（Table 2）。

Table 2. Summary of soluble-bases, exchangeable-bases and CEC of Senbaru soil profiles

Soil no.	80％Me-OH, Soluble-bases me／100g					$SrCl_2$ Exchangeable-bases me／100g					CEC me／100g
	Mg	Ca	Na	K	Total	Mg	Ca	Na	K	Total	
0-27-1	0.04	0.12	0.07	0.02	0.25	1.99	15.48	0.02	0.40	17.89	22.32
〃 -2	0.02	0.14	0.06	0.01	0.23	0.89	13.74	0.02	0.12	14.77	18.69
〃 -3	0.03	0.14	0.06	0.01	0.24	0.91	10.30	0.01	0.20	11.42	17.33
〃 -4	0.03	0.07	0.08	0.01	0.19	5.63	17.92	0.03	0.36	23.94	27.30
〃 -5	0.03	0.04	0.10	0.01	0.18	6.91	17.78	0.06	0.26	25.01	27.84
〃 -6	0.06	0.15	0.17	0.01	0.39	3.13	18.00	0.04	0.14	21.31	23.50
〃 -1′	0.01	0.01	0.20	tr	0.22	0.30	0.90	0.02	0.02	1.24	13.95

陽イオン置換容量（CEC）は，赤褐色土壌（1～3層）では22～17me／100gで上層ほどやゝ大きく，塩基飽和度は80～66％を示し，この傾向は有機物含量が上層ほど高い傾向（Table 1）と一致した。他の赤褐色土壌（1′層）では，CECは14me／100gでかなり小さく，塩基飽和度は7％で先の赤褐色土壌のそれらに比べ著しい差異が認められた。これらのことは，過去のある時期に局部的に著しい溶脱を受けたのか，あるいは土壌母材の起源が異なったのか，いずれにしても土層の厚さとともに泥灰岩地帯の赤褐色土壌の生成風化を考える上で注目に値する。泥灰岩層のCECは上部の赤褐色土壌のそれよりも大きく，28～24me／100gで下層に少なくそして粘土含量が下層に少ない（Table 1）ことと一致し，塩基飽和度は88～91％で各層間で異なった（Table 2）。

2. 供試土壌断面の粘土およびシルト部分の鉱物組成

供試土壌断面の粘土部分における非結晶質成分のジチオナイト－0.5規定水酸化ナトリウム可溶成分および結晶質成分の粘土鉱物組成，およびシルト部分における1次鉱物組成をTable 3にまとめて示した。

赤褐色土壌（1～3層，1′層）のジチオナイト可溶成分量は層間で差異がみられず，いずれも19％でそれの50％以上を酸化鉄が占め，同様に酸化鉄量も層間でほとんど差異がみられなかった。その酸化鉄には上層から下層への移動集積の傾向がみられず，また，層間の有機物含量との関係もあまり認められないことから，ジチオナイト可溶成分中の酸化鉄は有機物との複合体を形成して存在するのではなく，遊離の状態で存在することを推測させた。泥灰岩層のジチオナイト可溶成分量は，下層ほど幾分減少する傾向を示した。こゝでも大略その半分量を酸化鉄が占め，存在形態は先程と同様遊離の状態を推測させた。泥灰岩層の酸化鉄量は，赤褐色土壌中のそれのほぼ1／4量に相当することが特徴である。

Table 3. Summary of selective dissolution, and mineralogical analyses of clay and silt fractions from Senbaru soil profiles

Soil no.	Dithionite (A)−O. 5NNaOH(B) treatment (%)*				Mineral composition**	
	(A) Soluble (Fe_2O_3)		(B) Soluble	Residue	Clay fraction	Silt fraction
0−27−1	18.98	10.61	13.56	67.46	Vt−Ch, It〉Kt〉Vt	Qz〉〉〉 Fd
〃 −2	18.48	10.96	11.22	70.30	Vt−Ch〉It, Kt〉Vt	〃
〃 −3	19.42	11.65	14.56	66.02	〃	〃
〃 −4	7.26	3.06	7.57	85.17	Mt, It, Vt−Ch〉Vt〉Kt	〃
〃 −5	5.83	3.20	5.18	88.99	Mt, It〉Vt, Vt−Ch〉Kt	Qz〉〉Fd〉Cb
〃 −6	4.98	2.66	4.98	90.04	Mt, It, Vt−Ch〉Vt, Kt, Ch	Qz〉〉Fd, Ca〉Cb
〃 −1′	18.94	12.96	20.27	60.79	Vt−Ch〉It, Kt〉Vt	Qz〉〉〉〉 Fd

* On the oven-dry basis of the whole clay.
** Abbreviations: Ca=calcite; Cb=cristobalite; Ch=chlorite; Fd=feldspar; It=illite; Kt=kaolin minerals; Mt=montmorillonite; Qz=quartz; Vt=vermiculite; Vt−Ch=vermiculite−chlorite intergrades

一方，赤褐色土壌（1〜3層，1′層）の0.5規定水酸化ナトリウム可溶成分量は11〜20%で，先のジチオナイト可溶成分とは異なり層間で異なった。0.5規定水酸化ナトリウム可溶成分は，1〜3層ではいずれも先のジチオナイト可溶成分より少なかったが，1′層では逆に多かった。このことはジチオナイト−0.5規定水酸化ナトリウム可溶成分としての非結晶質成分が1′層には多いことを示し，同地域に堆積する他の赤褐色土壌（1〜3層）に比べてかなり風化を受けていることを推察させた。泥灰岩層での0.5規定水酸化ナトリウム可溶成分量は8〜5%で，先のジチオナイト可溶成分と同様下層ほど減少する傾向を示し，赤褐色土壌のそれの1/2〜1/3量に相当した。そして，結晶質成分量は泥灰岩層で多く下層ほど増加し，赤褐色土壌（1〜3層，1′層）では層間でその量が異なった。

赤褐色土壌および泥灰岩層の粘土部分中の鉱物組成には，明らかに差異が認められた。赤褐色土壌（1層）のX線回折図（Fig. 1）では，14Å鉱物はMg飽和，グリセロール処理後18Å附近への移行がみられず，K飽和，300℃および550℃加熱処理後，10Å附近の回折線が低角側にゆるやかに傾斜することから，Aℓを層間に狭むAℓ−バーミキュライト，いわゆるバーミキュライト−クロライト中間種を推定した。また，Mg飽和，風乾試料で14Å附近の回折線はK飽和，風乾と105℃加熱処理試料とで弱くなり，同時に10Å附近の回折線がかなり強くなることからバーミキュライトを推定した。10Å鉱物は5Å附近に明瞭の回折線がみられ，Mg飽和，グリセロール処理で10Å附近の回折線は変化せず，K飽和，550℃加熱処理でも変化しないことからイライトを推定した。7Å鉱物は，7Åおよび3.5Å附近の回折線がK飽和，550℃加熱処理で消失するのでカオリン鉱物と思われる。前報[6]では7Å鉱物の同定を試みたが，こゝでは試みなかったのでカオリン鉱物として示した。なお，他の赤褐色土壌（2〜3層，1′層）のX線回折図（Fig. 2〜4）の特徴も1層のそれによく類似するので，同様の鉱物組成を推定した。特に3層（Fig. 3）および1′層（Fig. 4）のX線回折図では，K飽和，550℃加熱処理後の14〜10Å附近の回折線の強さと残存状態から，バーミキュライト−クロライト中間種が相対的に多いことが推測された。これらのことから赤褐色土壌では，バーミキュライト−クロライト中間種，イライトおよびカオリン鉱物が主要粘土鉱物で，他にバーミキュライトを随伴した。

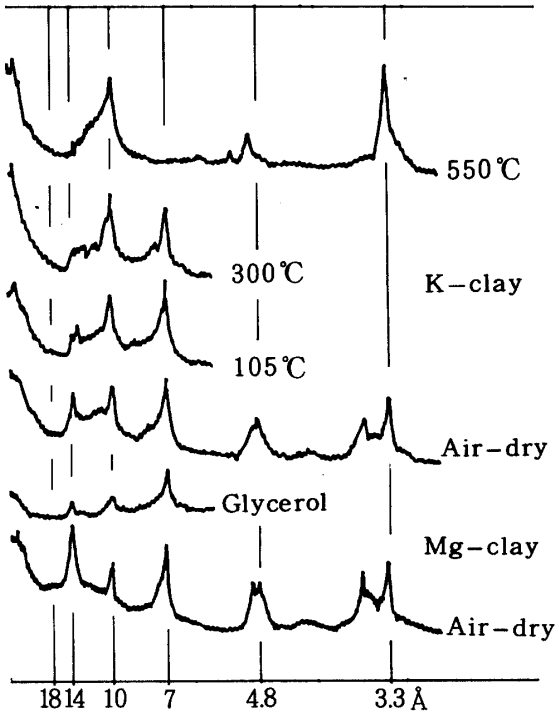

Fig. 1. Oriented X-ray diffractograms of original 0-27-1 clay fraction

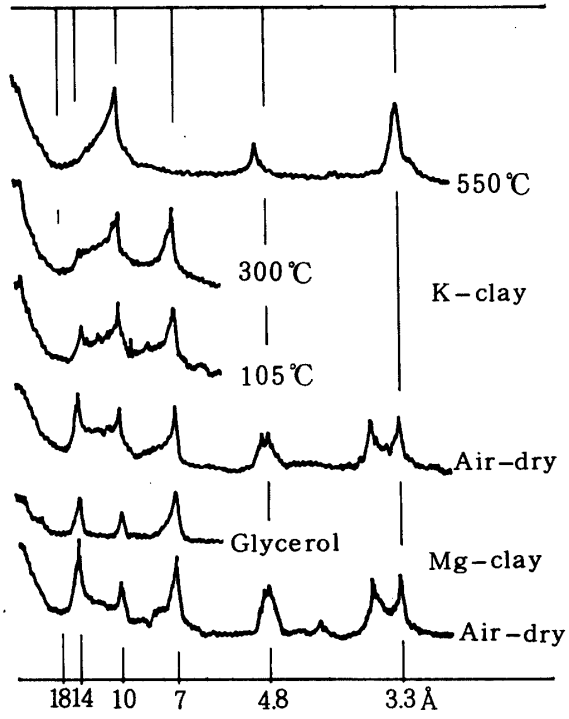

Fig. 2. Oriented X-ray diffractograms of original 0-27-2 clay fraction

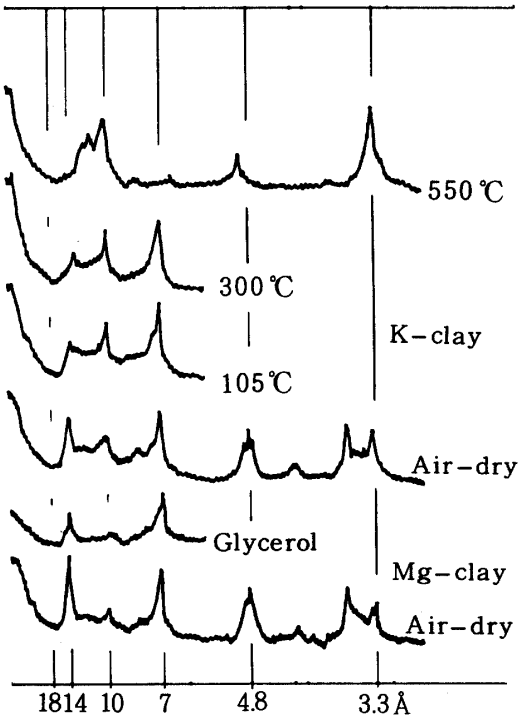

Fig. 3. Oriented X-ray diffractograms of original 0-27-3 clay fraction

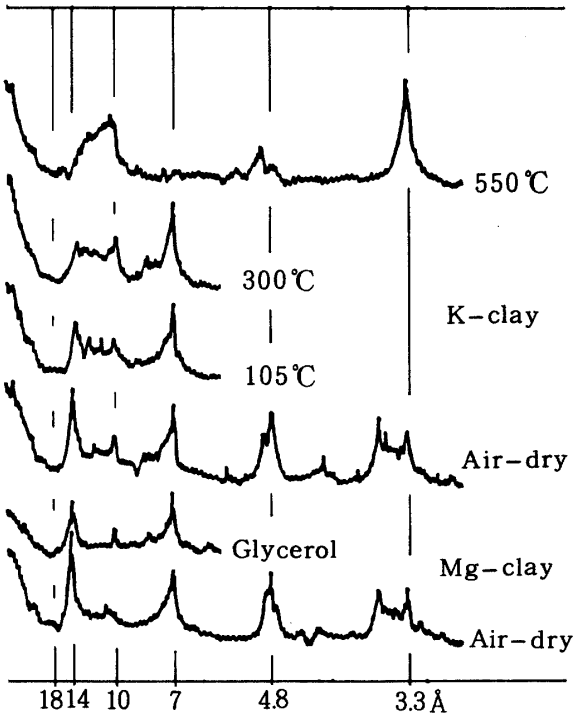

Fig. 4. Oriented X-ray diffractograms of original 0-27-1′ clay fraction

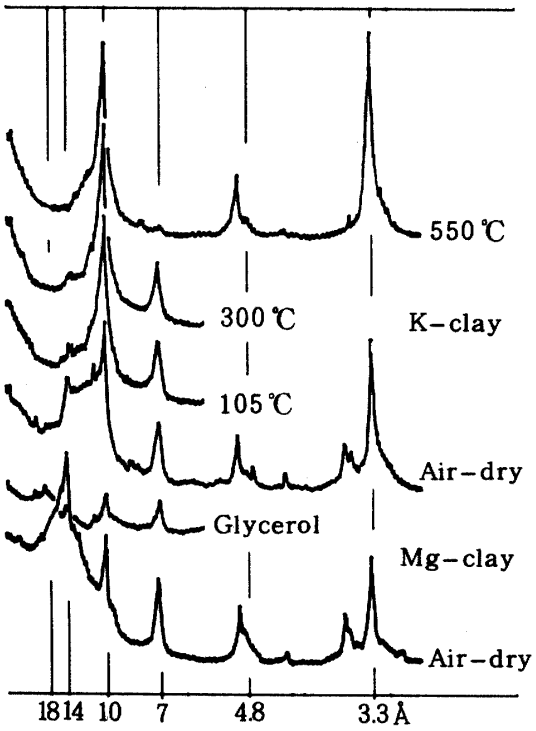

Fig. 5. Oriented X-ray diffractograms of original 0-27-4 clay fraction

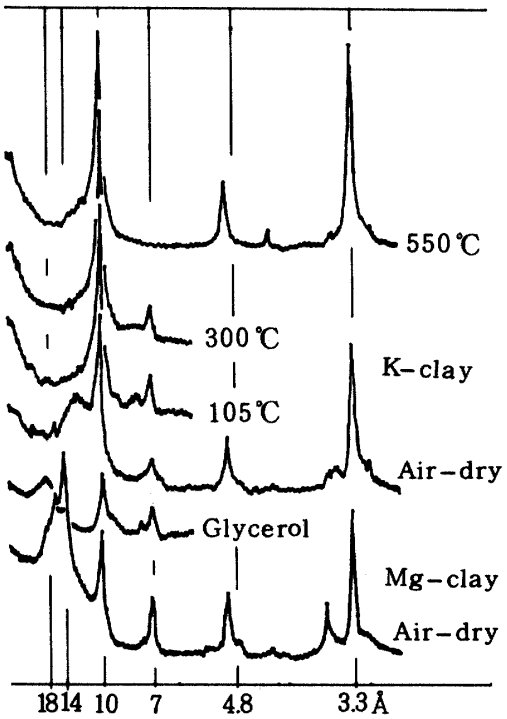

Fig. 6. Oriented X-ray diffractograms of original 0-27-5 clay fraction

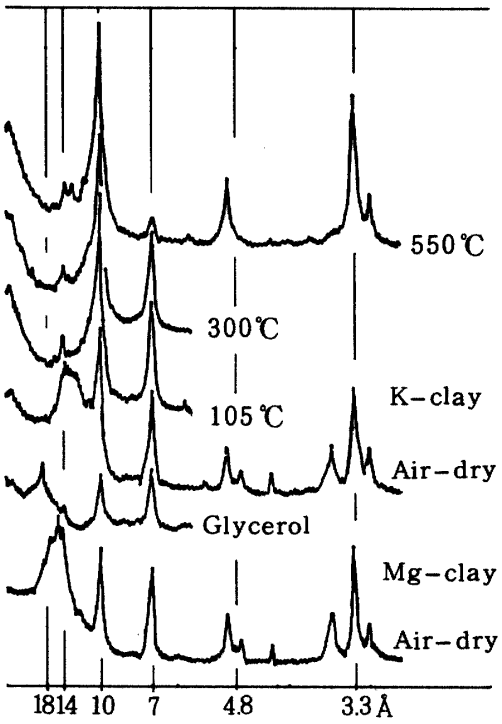

Fig. 7. Oriented X-ray diffractograms of original 0-27-6 clay fraction

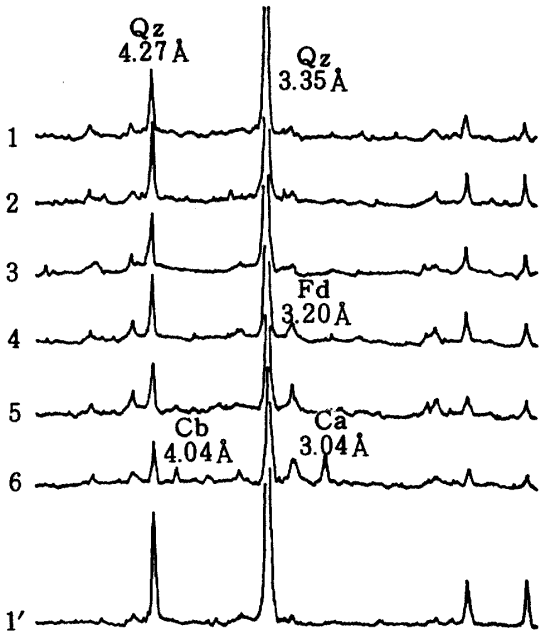

Fig. 8. Random powder X-ray diffractograms of original 0-27-1～-6 and 0-27-1′ silt fractions

* For legend see Table 3.

一方，泥灰岩（4層）のX線回折図（Fig. 5）では，先の赤褐色土壌の回折図の特徴とは異なり，14Å鉱物の一部は，Mg飽和，グリセロール処理後18Å附近へ移行し，モンモリロナイトを推定した。このX線回折図の他の回折線の特徴は赤褐色土壌のそれ（Fig. 1）の特徴と類似するので，同様の鉱物組成を推定した。他の泥灰岩層（5～6層）のX線回折図（Fig. 6～7）の特徴も4層のそれの特徴とほとんどよく類似したが，各種鉱物の相対量を推測させる回折線の強度には差異がみられた。また，6層のX線回折図（Fig. 7）ではK飽和，550℃加熱処理後も14Åおよび7Å附近の回折線が明瞭に残ることから，クロライトを推定した。これらのことから泥灰岩層では，モンモリロナイトおよびイライトが主要粘土鉱物で，他にバーミキュライト－クロライト中間種，バーミキュライトが多く含まれ，カオリン鉱物やクロライトが少量付随した。

シルト部分の1次鉱物組成は，粉末試料のX線回折図（Fig. 8）の特徴および主要回折線の相対強度から，赤褐色土壌（1～3層，1′層）および泥灰岩層（4～6層）のいずれも3.35Åおよび4.27Å附近の鋭く強い回折線の石英が主要鉱物で，これの他に3.20Å附近の回折線の長石が少量含まれた。また，泥灰岩層ではこれらの他に，前報[3]と同様に，4.04Å附近のクリストバライト，3.04Å附近のカルサイトのいずれも弱い強度の回折線がみられたが，これらの随伴鉱物は各層間で存在が異なり後者のカルサイトは，最下層の6層でのみ同定された。

V　考　　察

本学農学部附属農場の新敷地造成地には，泥灰岩層の上部に1m以上の土層の厚さで直接堆積し，理化学性のいくつかが著しく異なる2つの赤褐色土壌が存在することを上述した。一方は，表土中に石灰岩片を含み土壌反応が中性～弱アルカリ性の特徴，他方は，表土中に石灰岩片を含まず土壌反応が強酸性の特徴を有する2つの赤褐色土壌である。後者の特徴を有する赤褐色土壌の例は前報[6]でも，白色土壌上部に堆積した赤褐色土壌の特徴として報告した。西原村千原の両赤褐色土壌はいずれも泥灰岩層の上部に直接堆積し，赤褐色土壌と泥灰岩層との境界は明瞭でそこには，石灰岩の礫層や母岩はみられないのが特徴である。このようにかなり狭い地域に共に堆積する両赤褐色土壌の起源および生成は，興味深い問題の1つである。

これまでに多くの研究者は，琉球列島の沖縄島，石垣島，宮古島その他の離島などに広く分布，堆積するこの種の赤褐色土壌の生成について考察を試み，(1) サンゴ石灰岩を母材とする残積性土壌説と(2)石灰岩とは別の母材による運積性土壌説との2つの考え方に別れているようである。

山田ら[10]は，琉球列島全域に広く分布するサンゴ石灰岩を基盤とする赤褐色土壌の生成について，現地調査，分析結果，既往の成果の総説などをもとにして考察を試みている。彼らは，赤褐色土壌の母材は隆起サンゴ石灰岩であるとされてきたが，その土層の厚さが場所によっては9mにも達するほど厚いこと，この土層中にわずかに含まれる砂の1次鉱物組成が島によって異なり，島の骨格をなす地層と関連をもつ場合と，まったく関係のない異種鉱物を含む場合とがあることなどの諸特徴にもとづいて，赤褐色土壌の母材は海成の非固結堆積岩であると考えた。そして，この海成の非固結堆積岩が隆起後風化し土壌化したもので，その過程においてその基盤となるサンゴ石灰岩の影響が直接，間接におよんでいることも考えた。

この種の赤褐色土壌の生成を考える場合，著者らは，サンゴ石灰岩が風化してその中の数%の不純物が完全にその場所に堆積したとしても，1m以上の厚さの土層を形成する母岩の厚さを想像すると，風化残渣説の考え方はきわめて無理があると思われるので，特に土層の厚さが重要な意義をもつという点では山田らの考え方に同感である。

上述したように，周辺には石灰岩の露岩も分布し，附属農場の新敷地造成地というかなり限られた狭

い地域に1m以上の土層の厚さで堆積し，そして特に土壌反応や表土の粒径組成の異なる2つの赤褐色土壌は，山田らの考え方にもとづいて，泥灰岩層の上部に恐らく局部的にサンゴ石灰岩が形成され，まだ海底にあるときにその周辺や上部に海水の働きによって運ばれ堆積した非固結堆積岩が，地殻変動によって隆起した後直接土壌の母材となり，かなり局部的に比較的近くの地層・岩石の影響を強くうけて土壌化作用が進行して生成されたものと思われる。

VI 要　　約

沖縄本島中部，西原村千原の本学農学部附属農場の新敷地造成地で，泥灰岩層の上部に中性〜弱アルカリ性と強酸性とを各々示す2つの赤褐色土壌が，各々直接堆積する土壌断面を選定し，前者は6層に分けた各層，後者は表土だけについて理化学性および粘土鉱物組成を調べ，また，土壌反応の異なる2つの赤褐色土壌の生成についても考察した。

理化学性は常法で調べたが，炭素量は湿式燃焼重量法で有機炭素と無機炭素に各々分けて測定し，また，80％メタノールによる可溶性塩類，および80％メタノール中1規定塩化ストロンチウム溶液により遊離の炭酸塩の溶出を抑制しながら置換性塩基とCECを測定した。粘土鉱物組成は主として選択溶解法とX線回折分析法を用いて測定した。

赤褐色土壌（1〜3層）の土壌反応はいずれも中性〜弱アルカリ性，全炭素は1.7〜0.6％で上層ほど高く有機炭素が1.7％で主体を占め，土性はいずれもHC（重埴土）を示した。可溶性塩類の総量は0.24 me／100 gでそれの半分量をCaが占め，層間で差異がなかった。置換性塩基の総量は11〜18 me／100 gでその90％をCaが占め，CECは22〜17 me／100 g，塩基飽和度は80〜66％でいずれも上層から下層へ減少した。粘土部分の非結晶質成分中，ジチオナイト可溶成分はいずれも19％でその半分量以上を酸化鉄が占め，0.5規定水酸化ナトリウム可溶成分は11〜15％で上層と下層に多く層間で異なった。結晶質成分は66〜70％でいずれもバーミキュライト－クロライト中間種，イライトおよびカオリン鉱物が主要粘土鉱物で，他にバーミキュライトが随伴した。シルト部分の1次鉱物はほとんど石英で，他にごく少量の長石が含まれた。

他の赤褐色土壌（1′層）では，前述の赤褐色土壌の特徴にかなり類似したが，土壌反応が強酸性を呈し，有機炭素が著しく少なく，土性がLiC（軽埴土）を示し，可溶性塩類のほとんどをNaが占め，置換性塩基の総量が1 me／100 g，塩基飽和度が7％で著しく小さいことなどが，前述の赤褐色土壌の特徴とは異なった。

一方，泥灰岩層（4〜6層）の土壌反応はいずれも中性〜弱アルカリ性，全炭素は0.3〜1.3％で下層ほど高く無機炭素が0.9％で主体を占め，土性はLiC（軽埴土）〜SL（砂質壌土）で下層ほど砂含量が高かった。可溶性塩類の総量は層間で異なり0.19〜0.39 me／100 gでNaが50％を占め，残りの半分量をCaが占めた。置換性塩基は21〜25 me／100 gでいずれの層も総量の70〜80％をCaが占め，次にMgが20％前後を占め下層で少なかった。CECは24〜28 me／100 g，塩基飽和度は88〜91％で層間で異なった。粘土部分のジチオナイト可溶成分は7〜5％でその半分量の3％前後を酸化鉄が占め，0.5規定水酸化ナトリウム可溶成分は5〜8％で，いずれの成分も下層ほど減少する傾向を示した。結晶質成分は85〜90％で，モンモリロナイトおよびイライトが主要粘土鉱物で，バーミキュライト－クロライト中間種，バーミキュライトがこれに続き，少量のカオリン鉱物も含まれ，最下層にはクロライトも少量随伴した。シルト部分の1次鉱物はほとんどが石英で，他にごく少量の長石，クリストバライト，カルサイトを随伴したが，後者は最下層にだけ含まれた。

なお，赤褐色土壌はサンゴ石灰岩を母材とする残積性の風化生成物ではなく，運積性非固結堆積岩を母材とし局部的に周辺の地層や泥灰岩，石灰岩などの影響を強くうけて生成されたことを推察した。

参　考　文　献

1. 土壌養分測定法委員会編　1970　土壌養分分析法，P 127～135, 養賢堂
2. 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，農技研報告，B **22**：305～404
3. 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，琉球大学農学部学術報告，**23**：165～176
4. ――――　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，P 1～13
5. Tokashiki, Y. and Wada, K. 1972 Determination of silicon, aluminum and iron dissolved by successive and selective dissolution treatments of volcanic ash soil clays, Clay Science, **4**：105～114
6. 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，琉球大学農学部学術報告，**22**：177～190
7. ――――，――――，西垣晋　1976　沖縄島のジャーガルとニービの粘土鉱物，日本土壌肥料学会講演要旨集，第22集，P 28
8. ――――，――――，――――　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，第23集，P 12
9. 和田光史，1966　粘土鉱物の同定および定量法，土肥誌，**37**：9～17
10. 山田裕，本村悟，松坂泰明，加藤好武　1972　石垣島，宮古島および与那国島の農耕地の土壌調査と分類，農技研報告，B **24**：265～365
11. 山城不二夫，渡嘉敷義浩，大屋一弘　1975　ジャーガルとマージの理化学的性質 ―養分保持力と粘土鉱物について―，沖縄農業研究会講演要旨集，P 8～9

Summary

Two soil profiles with a reddish brown soil layer underlain by the marl deposit were selected in the agricultural experiment station located at Senbaru, Nishihara village near central part of Okinawa Island, and physical and chemical properties, and clay mineralogy were investigated in relation to soil formation.

Soil samples were taken from 6 depths (0-20, 20-120, 120-170, 170-250, 250-320 and 320-600 cm) of the first profile and from 1 depth (0-30 cm) of the second profile. Physical and chemical properties of the soils were determined by commonly used methods. Inorganic- and organic-carbons were determined separately by a wet combusion-gravimetry technique. Soluble salts were extracted with 80% methanol. Exchangeable bases and CEC were determined by using normal strontium chloride in 80% methanol so that free carbonate would not dissolve. Clay minerals were studied by a selective dissolution method and X-ray diffraction technique.

The both profiles were characterized, by the determinations carried out in the present study, as being composed by at least two layers of different origin.

Of the first three depths, reactions were neutral to slightly alkaline, total carbon ranged from 0.6 to 1.7% decreasing with the depth. Organic carbon was the main source of the total carbon at the first depth. Texture was categorized as a heavy clay for the soils of the three depths. The summing up of soluble salts such as Mg, Ca, Na and K was 0.24 to 0.25 me/100g, more than half of which was occupied by Ca. The total of exchangeable bases such as Mg, Ca, Na and K ranged from 11 to 18 me/100g, of which 90% was exceeded by Ca. CEC and base saturation percentage ranged from 17 to 22 me/100g, and from 66 to 80, respectively, and the both decreased with the depth. Nineteen percent of the amorphous portion in the clay fraction was soluble to dithionite solution. Ferric oxide occupied more than half of the dithionite soluble portion. Eleven to 15% of the amorphous portion was soluble to 0.5 N NaOH solution.

The clay fraction consisted of 66 to 77% of crystalline material of which major clay minerals were vermiculite, vermiculite-chlorite intergrade, and kaolin minerals accompanied by a minor amount of illite. The primary mineral in the silt fraction was mainly consisted of quartz accompanied by a small amount of feldspars.

Of the second three depths of the first profile, reaction was neutral to slightly alkaline. Total carbon ranged from 0.3 to 1.3% increasing with the depth, and inorganic carbon dominated at the 6th depth. Texture was categorized as a light clay for the 4th and 5th depths and as a sandy loam for the 6th depth. The total of soluble salts ranged from 0.19 to 0.39 me/100g, where Ca and Na were the dominant ones. Exchangeable bases were 21 to 25 me/100g in the total, of which 70 to 80% was occupied by Ca. CEC and base saturation percentage ranged from 24 to 28 me/100g and from 88 to 91, respectively. The dithionite soluble portion was 5 to 7% of the clay fraction, half of which was determined as ferric oxide. The sodium hydroxide (0.5 N) soluble portion was 5 to 8%. Those portions soluble to dithionite and sodium hydroxide tended to decrease with the depth.

The clay fraction of the second three depths consisted of 85 to 90% of crystalline material, in which the major clay mineral was montmorillonite accompanied by a moderate amount of illite, vermiculite and kaolin minerals, and a lesser amount of vermiculite-chlorite intergrade. A small amount of chlorite was found in the 6th depth. The primary mineral of the silt fraction consisted mainly of quartz accompanied by a lesser amount of feldspars and cristobalite. Calcite was identified in the 6th depth.

The reddish brown surface layer of the second profile was much lower in pH (strongly acid) and organic carbon contents than that of the first profile. Its texture was a light clay. Na was dominat in soluble salts. The total of exchangeable bases was 1.0 me/100g and CEC was 14 me/100g. Base saturation percentage was as low as 7.

From the results of the present study in addition to the reported investigations, it was presumed that the reddish brown soils overlying the marl deposite at these particular profiles was derived from unconsolidated sediments differing from either coral limestone or marl, but the soils received localized influences at various degrees from the calcareous periphery, where coral limestone and marl were abundant, during weathering and soil forming processes.