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(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, 大屋, 一弘, Tokashiki, Yoshihiro, Oya, Kazuhiro
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4147

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

渡嘉敷義浩*・大屋一弘*

Yoshihiro TOKASHIKI and Kazuhiro OYA : Studies on the "Jaagaru" solis and their parent materials V. Clay minerals of soil profiles at Gushi, Naha city and Asato, Gushikami-son, Okinawa Island.

I　緒　言

島尻層群の堆積する沖縄本島中，南部には，灰色～青灰色の第3紀泥灰岩とこれを母材とする風化土壌の"ジャーガル"および褐色～黄褐色の第3紀砂岩が分布し，これらの他に赤色～赤褐色の起源の異なる別の堆積物や風化土壌が分布する。沖縄地方の方言では前者の泥灰岩を"クチャ"，次の砂岩を"ニービ"，後者の堆積物や風化土壌を"マージ"とそれぞれ称して区別している。

著者らはこれまでに，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，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物層とそれらに由来する風化土壌からなる土壌（層）断面について調査，研究し，それらの堆積層序の様式および理化学性や粘土鉱物組成，1次鉱物組成などの特徴を明らかにしてきた[6,8,9,10]。

他方，伊藤ら[2]は泥灰岩土壌の性質と粘土鉱物について調べ，畑および湛水状態下における添加窒素の動向や水稲の三要素試験結果などの特徴を報告した。また，川崎ら[3]は沖縄県下の酸性硫酸塩土壌の分布および特性を調べ，第3紀泥灰岩はパイライトを含有するが炭酸カルシウムに富むために強酸性化しない特徴があることを報告した。一方，大城[4,5]は乾燥および湿潤条件下における"ジャーガル"の劣悪な物理性および透水性を改良するために一連の研究を行ない，表土の客土資材として第3紀砂岩を150t／10a客入し，下層土に発泡スチロール暗渠と弾丸暗渠とを併用する方法を用い，作物の増収量の効果について報告した。

最近，沖縄県内では農耕地の造成や基盤整備がさかんに実施され，また，適当な土壌改良資材の開発や検討などが行なわれている。しかしその反面，県内における各種堆積物の諸性質に関する調査，研究はまだ充分という域には達しえず，それらの基礎的知見の蓄積が急務と思われる。本研究は，外観的には堆積状態がかなり異なる3種類の第3紀泥灰岩層（クチャ）と，その上部にそれぞれ堆積する第3紀砂岩層（ニービ）および国頭礫層や粘板岩に由来すると思われる赤褐色土壌（マージ）について　2，3の理化学性，結晶質および非結晶質の粘土鉱物組成，およびシルト部分の1次鉱物組成の特徴をそれぞ

---

*　琉球大学農学部農芸化学科

琉球大学農学部学術報告　26：69～82（1979）

れ調べる目的で行なった。

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，沖縄本島南部の那覇市具志（O－11）および具志頭村安里（O－14）の両土壌（層）断面からそれぞれ採取した。両断面の堆積状態は，それぞれの柱状図（Fig. 1）に模式的に示したとおりで，これまでの報告[6,8,9,10]と同様に肉眼的特徴に基づいて各土層の区分を行なった。試料はいずれも各土層のほぼ中央附近から採取し，表層から採取する表層土のいずれも2㎜以下の粒径に揃えて用いた。

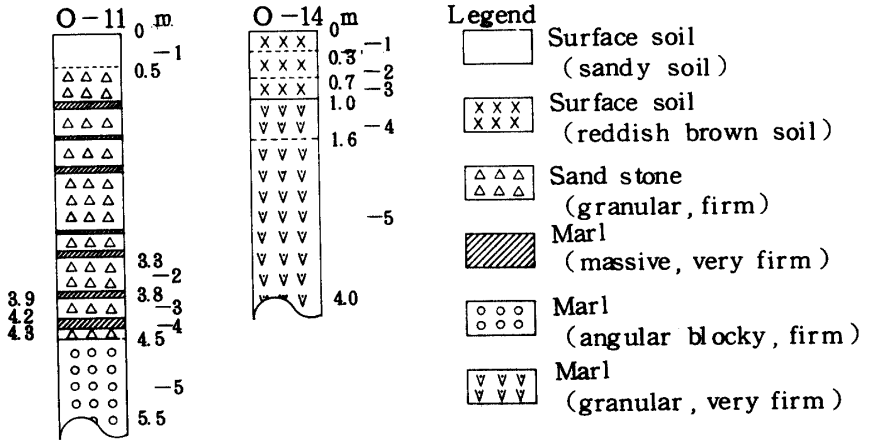


Fig. 1. Columnar sections of Gushi (O－11) and Asato (O－14) soil profiles

O－11の断面では1～3層は第3紀砂岩層（ニービ層），他の4～5層は第3紀泥灰岩層（クチャ層）を示す。表層土はチガヤなどが植生する野草地で，かなり土壌化が進行している。そして，層厚10㎝程度の非常に緻密な無構造の灰褐色泥灰岩層と，褐色～暗灰褐色の砂岩層とが互層を成し，両層の接する砂岩層の下部では0.5㎝程度の薄板状の酸化鉄層が形成されている。最下部のかなり厚く堆積する泥灰岩層は，その下部にあるいくつかの帯状の泥灰岩層とは堆積様相が著しく異なり，黄緑灰色の緻密な10㎝あるいはそれ以上の角塊状を呈している。後者のそれは沖縄本島内でも広範に目につく，いわゆる典型的な泥灰岩層の様相を示しているのが特徴である。そして，両泥灰岩層とも希塩酸溶液によって発泡した。

一方，O－14の断面では1～3層は赤褐色土壌（マージ），他の4～5層は希塩酸溶液によって発泡する泥灰岩層（クチャ層）を示す。後者の泥灰岩層は先のO－11の両泥灰岩層のいずれとも堆積様相が異なり，道路側面にしばしば見られるセメント吹き付け面の外観を呈し，淡黄色～灰色の無構造で緻密なかなり厚い層で堆積するのが特徴である。その上部には褐色～黄褐色の土壌が約1m堆積し，表層土にはサツマイモが作付けされ一部にススキの植生もみられた。この土壌中には石灰岩破片が認められず，土壌反応がかなりの酸性を示し，先の砂岩層を母材とする土壌とは明らかに異なることから，いわゆる国頭マージの性質を有するのが特徴である。

Ⅲ 分析方法

1. 土色の判定

風乾細土約5gをろ紙上に広げ，蒸留水で半湿状態にし，マンセル土色帳によって判定した。

2. 土壌（層）p^H の測定

風乾細土20gを用い，蒸留水あるいは1N塩化カリウム溶液との比が1：2.5になるようにそれらを加え，60分間往復振とう後撹拌しながらガラス電極で測定した。

3. 粒径組成

風乾細土20gを6%過酸化水素水処理後，5時間往復振とうした後粗砂（2～0.2mm）を篩別し，その残部を1N水酸化ナトリウム溶液でpH10に調整し，分散した粘土（＜0.002mm)およびシルト（0.02～0.002mm）部分をそれぞれ沈定法の繰り返しで採取した後，残りの細砂（0.2～0.02mm）を集め，それぞれの重量を測定して求めた。ここで得られた粘土部分は6mg／mlの希塩化ナトリウム懸濁液に調整後粘土鉱物分析用の試料とした。また，シルト部分はそのまま1次鉱物分析用に供試した。

4. 粘土鉱物組成

粘土部分の非結晶質成分は，粘土30mgをハイドロサルファイトナトリウム一炭酸水素ナトリウムークエン酸ナトリウム（以下，ジチオナイトと略称）溶液処理後に，0.15Mシュウ酸ナトリウム溶液あるいは0.5N水酸化ナトリウム溶液でそれぞれ処理する選択溶解法による半定量鉱物分析法[7]を用い，各可溶成分の重量減を溶解処理前後の重量差から求め，各成分のSi，Al，Feの化学組成をそれぞれの比色定量法[7]で測定して求めた。

一方，結晶質成分は各溶解処理後の残渣のそれぞれについて，Mg－粘土とK－粘土とを調整し，和田[11]の方法によって定方位試料のX線回折分析で鉱物組成を測定した。

5. 1次鉱物組成

シルト部分を用いて乱方位試料（粉末法）のX線回折分析で測定した。1次鉱物組成はその主要回折線に基づいて判定し，共存する石英の回折強度に対する各鉱物の回折強度の比に基づいて，相対量を求めた。

Ⅳ 結果および考察

1. 土壌（層）の2、3の理化学性

供試土壌（層）の深さ，土色，pH，粒径組成および土性の各特徴については，Table 1 にまとめて示した。

O－11断面のニービ層では褐色～灰褐色の土色を示し，pHはその下部の泥灰岩層に類似して弱アルカリ性を示した。しかし，表層土のpHは酸性を示し，塩基類の溶脱を推測させた。土層の深さは不明だが，大城[4]によるpH（1：1）もH_2Oで6.80，KClで4.61を示し，表層土のそれによく一致した。ニービ層は泥灰岩層と共存すること[4]，溶脱されてもかなり中性に近いこと，および泥灰岩層のpHは一般に弱アルカリ性を示すことなどから，ニービ層のpHは概して弱アルカリ性を呈し，これが表層に露出して溶脱を受けて酸性になる傾向をたどることが推察される。他方では，またにpHの低い泥灰岩層（泥岩層）も存在することから[8]，下部のニービ層にpHの低いものが存在するかもしれないことも

Table 1. Soil color, pH, Particle-size distribution and Texture for two soil profiles.

Sample no.	Depth cm	Soil color	pH		Fine soil (<2mm) %*				Texture
			H_2O	KCl	Coarse sand	Fine sand	Silt	Clay	
O-11-1	0- 50	Brown/Dark brown 10YR4/3	6.38	4.45	7.22	73.92	11.64	7.22	SL
〃 -2	330-380	Very dark grayish brown 2.5Y3/2	8.52	7.67	15.77	78.06	5.04	1.13	LS
〃 -3	390-420	〃	8.60	7.72	4.11	91.92	3.36	0.62	〃
〃 -4	420-435	Grayish brown 2.5Y5/2	8.26	7.23	17.63	41.16	29.15	12.07	L
〃 -5	450-600	Olive gray 5Y4/2	8.18	7.29	7.09	56.89	25.52	10.50	〃
O-14-1	0- 30	Strong brown 7.5YR5/6	5.41	4.08	0.43	43.29	16.52	39.76	LiC
〃 -2	30- 70	Yellowish brown 10YR5/8	5.02	3.71	1.43	39.23	24.18	35.16	〃
〃 -3	70-100	Light olive brown 2.5Y5/6	6.98	5.40	0.40	45.57	33.08	20.95	CL
〃 -4	100-160	Pale olive 5Y6/3	8.52	7.45	15.17	45.47	27.68	11.68	L
〃 -5	160-430	Gray 5Y5/1	8.01	7.55	16.11	46.68	27.97	9.24	〃

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

推測される。また，土色やpHはこれまでに報告したマージ[8,9]に類似するが，砂部分が80～90%とかなり多く，いずれも土性が著しく異なるのが特徴である。

O－11およびO－14の両断面のクチャ層は，いずれもそれぞれ堆積様相が著しく異なった。しかし，各々の上部に堆積する他の土層の影響を反映して，土色には多少の差異が認められるが，pH，粒径組成および土性などの特徴は，これまでに報告したクチャ層の特徴[6,9,10]と著しい相違は認められなかった。ここでも，一般にpHは弱アルカリ性，粘土含量は12%程度，土性はL（壌土）の特徴をそれぞれ示した。

一方，O－14断面のマージ層はpHがかなり低く，土色が赤褐色で，粘土が約35%含まれ，先の両土層とは著しく異なった。これらの特徴は前報[8,9]のマージの特徴に類似し，そして，土層が深く，石灰岩破片も認められないことから，サンゴ石灰岩に由来する土壌の島尻マージとは異なり，むしろ，国頭礫層の粘土や粘板岩などに由来する土壌の国頭マージの特徴を示した。マージ層の下部では，これに接する泥灰岩層の影響を受けて，土壌反応はほぼ中性を示した。これらのことは，島尻マージが溶脱を受けた状態の事例としても推測されるが，前述の理由から国頭マージの堆積物と推察される。

2. 粘土部分の非結晶質成分

ジチオナイト溶液処理，およびその処理後のシユウ酸ナトリウムあるいは水酸化ナトリウム溶液処理によるそれぞれの可溶成分の重量減量，化学組成，SiO_2/Al_2O_3比および残渣量をいずれもまとめてTable 2に示した。

1）ジチオナイト可溶成分

O－11断面のニービ層では，溶解量が17～26%の範囲で大略21%を示した。この量は，両断面下部の泥灰岩層およびこれまでに報告した泥灰岩層[6,8,9,10]の約4倍量に相当する。また，Fe_2O_3含量が11～18%で他の堆積物よりも高く，互層を成して共存するクチャ層の約5倍量も多いのが特徴である。そして，Al_2O_3含量よりもSiO_2含量が高く，SiO_2/Al_2O_3比が2.8～4.0で表層土ほど低く，その比は前報[6,10]までの“ジャーガル”のそれに近似しクチャ層に比べて低いのが特徴である。

両断面の泥灰岩層では，前報[6,9,10]で示した泥灰岩層の溶解量の約6%程度とほぼ近似する量を示した。この量は他の堆積物に比べて最も少ないのが特徴である。また，これまでに報告[6,9,10]した特徴と同様に，Al_2O_3含量よりもSiO_2含量が多く，SiO_2/Al_2O_3比が大略6～9，Fe_2O_3含量が3～4%をそれぞれ示した。ここでは，泥灰岩層の堆積様相の差異による可溶成分への影響はあまり認められなかった。

O－14断面のマージ層では，溶解量は12～19%で下層にむけて減少する。この量は前報[8,9]のマージ層のほぼ中間量に相当した。先のニービ層やクチャ層とは異なり，SiO_2含量よりAl_2O_3含量が多く，そしてこれまでに報告[6,10]した“ジャーガル”やクチャ層のSiO_2/Al_2O_3比に比べてかなり小さく，その比が1～2程度を示すのが特徴である。一方，Fe_2O_3含量は先のニービ層とクチャ層との間に位置し，約8～13%で下層になるほど減少した。Fe_2O_3およびAl_2O_3はいずれも上層から下層へ溶脱，集積されるのではなく，むしろそのままとどまって濃縮，集積される傾向があることを示唆した。

2）シユウ酸ナトリウム可溶成分

具志の断面のニービ層では，溶解量が13～22%で先のジチオナイト可溶成分よりは若干少なかった。先の可溶成分と同様，SiO_2含量がAl_2O_3含量よりも多く，SiO_2/Al_2O_3比が3.9程度を示し，この比は先のジチオナイト可溶成分に比べて幾分高いのが特徴である。また，Fe_2O_3は大略5%含有され，先の可溶成分の1／4以下の含量を示し，共存する泥灰岩層の約2倍量に相当した。そして，溶解量および化学組成量のいずれも前報[6,10]の“ジャーガル”やクチャ層における量に比べて概して多かった。

具志および安里の両断面の泥灰岩層では，溶解量は約7～14%で前報[6,8,10]のクチャ層のそれに近似

Table 2. Summary of a successive dissolution analysis of clays

Sample no.	Dithionite −soluble						Na − oxalate −soluble						Residue (%)**	NaOH − soluble					Residue (%)**
	W*	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Tatal	SiO_2/Al_2O_3	W*	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Total	SiO_2/Al_2O_3		W*	SiO_2	Al_2O_3	Total	SiO_2/Al_2O_3	
	% **						% **							% **					
0−11−1	16.95	1.80	1.08	11.12	14.00	2.83	22.37	5.39	2.34	5.63	13.36	3.92	60.68	8.14	4.81	2.58	7.39	3.17	74.92
〃 −2	25.83	2.38	1.06	18.08	21.52	3.82	12.58	3.21	1.32	3.84	8.37	4.13	61.59	5.30	3.58	0.99	4.57	6.15	68.87
〃 −3	19.37	2.54	1.08	14.70	18.32	4.00	15.24	3.81	1.71	5.17	10.69	3.79	65.40	5.40	3.30	1.71	5.01	3.28	75.24
〃 −4	5.41	1.62	0.51	2.97	5.10	5.40	10.47	2.77	1.25	3.18	7.20	3.77	84.12	5.41	3.41	1.01	4.42	5.74	89.19
〃 −5	5.41	1.52	0.41	2.97	4.90	6.30	12.84	2.64	0.98	3.38	7.00	4.58	81.76	4.05	3.34	0.14	3.48	40.56	90.54
O−14−1	18.77	0.58	1.78	12.62	14.98	0.55	9.39	1.36	1.04	0.97	3.37	2.22	71.84	13.27	3.50	4.37	7.87	1.36	67.96
〃 −2	14.24	0.71	1.39	9.61	11.71	0.87	11.97	1.75	1.07	1.20	4.02	2.78	73.79	14.24	3.75	4.21	7.96	1.51	71.52
〃 −3	12.27	0.90	0.79	8.09	9.78	1.92	12.27	2.53	1.30	2.06	5.89	3.31	75.45	7.58	3.25	2.60	5.85	2.13	80.14
〃 −4	8.75	1.55	0.34	4.88	6.77	7.75	6.73	2.46	1.08	2.26	5.80	3.87	84.51	8.75	1.31	1.25	2.56	1.78	82.49
〃 −5	4.35	1.38	0.25	2.25	3.88	9.38	14.49	3.30	1.34	3.30	7.94	4.19	81.16	7.25	2.07	1.67	3.74	2.11	88.41

* The fraction content in the whole clay which was estimated from the weight loss of the clay by the dissolution treatment.

** On the oven-dry basis of the whole clay.

し，下層ほど多い傾向を示し，概して先の可溶成分の量の約2倍量に相当した。SiO_2 含量はニービ層や先の可溶成分と同様に，Al_2O_3含量より多かった。また，SiO_2／Al_2O_3比はニービ層のそれに近似して大略4程度を示し，先のジチオナイト可溶成分に比べ約1／2に相当した。Fe_2O_3は約3％含有され，これまでに報告[6,10]した"ジャーガル"やクチャ層のにかなり近似し，先の可溶成分の約1／2含量に相当した。また，ここでも泥灰岩層の堆積様相の相違による可溶成分への影響はあまり認められなかった。

安里の断面のマージ層では，溶解量はクチャ層に近似し9～12％を示した。ここでも，SiO_2含量がAl_2O_3含量よりも多い傾向を示したが，SiO_2／Al_2O_3 比は2.2～3.3で他の堆積物のそれより低いのが特徴である。そして，この比は先のジチオナイト可溶成分よりは約2倍以上も大きかった。また約1～2％程度のFe_2O_3が含有され，先の可溶成分の約1／10以下のFe_2O_3 量に相当するのが特徴である。

3）水酸化ナトリウム可溶成分

O－11断面のニービ層では，溶解量は5～8％程度でクチャ層のに近似し，上層で若干高かった。先の2つの可溶成分と同様に，ここでもSiO_2含量がAl_2O_3 含量よりも多かった。SiO_2／Al_2O_3比は3～6程度で先のシュウ酸ナトリウム可溶成分のに幾分近似するが，層間ではかなり異なるのが特徴である。

O－11およびO－14の両断面のクチャ層では，溶解量の4～9％は前報[6,9,10]のそれにほぼ近似し，先のシュウ酸ナトリウム可溶成分量の約1／2に相当した。そして，SiO_2含量はAl_2O_3 含量よりも多い傾向が見られるが，その多少の程度には著しい相違が認められた。これまでの報告[6,10]では，SiO_2／Al_2O_3比が10あるいは27程度の値を示したが，ここではその比が40程度を示す層が存在し，各クチャ層の層間では著しく異なることが特徴である。これらの特徴は，先の両可溶成分では見られなかった泥灰岩層の堆積様相の著しい差異を反映しているように思われる。

O－14断面のマージ層では，溶解量は大略8～14％を示し，先のシュウ酸ナトリウム可溶成分のそれにほぼ近似した。ここでは，化学組成の各成分およびそれらの合計量が，先のシュウ酸ナトリウム可溶成分のそれらに比べて約2倍，あるいはそれ以上に多くなった。このような傾向は，先のニービ層やクチャ層および前報[6,10]の"ジャーガル"やクチャ層には認められないのが特徴である。そして，SiO_2含量はAl_2O_3含量よりも概して少なく，SiO_2／Al_2O_3比は1～2を示し，いずれもこれまでの各堆積物のそれらとは著しく異なった。

上述したように，各土壌および土層の粘土部分について選択溶解法を適用することによって，各種の堆積物の各可溶成分別の特徴がかなり明確に得られることから，各種の堆積物に関する多くの同様の分析結果を蓄積することにより，堆積物間の異同を推察する方法として有効であることが示唆された。

3．粘土部分の結晶質成分

両断面における粘土部分の結晶質成分は，シルト部分の1次鉱物組成と一緒にTable 3にまとめて示した。

1）ニービ層の結晶質成分

ジチオナイト－シュウ酸ナトリウム処理後およびジチオナイト－水酸化ナトリウム処理後のそれぞれの残渣量（Table 2）は，61～65％および69～75％で，前者では下層ほど増加する傾向を示した。これらの量はいずれも，他の堆積物より少なかった。

ここでは，O－11断面の3層のX線回折図はその特徴が2層のそれによく類似したので省略した。そして，1層および2層の定方位試料のX線回折図をそれぞれFig．2およびFig．3に示した。

ニービ層のX線回折図の特徴からは，10Å鉱物のイライトや14Å鉱物のモンモリロナイトが主要鉱物で，これらの他にバーミキュライト－クロライト中間種，バーミキュライトおよびカオリン鉱物が随伴することが同定できた。これらの鉱物組成の特徴は，これまでに報告[6,8,9,10]した"ジャーガル"やク

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

Sample no.	Mineral constituent*	
	Clay fraction	Silt fraction
O−11−1	It, Vt > Mt, Vt−Ch > Kt	Qz ≫ Fd > Py, Cb
〃 −2	It > Mt, Vt−Ch > Ch, Kt > Vt, Py	Qz > Fd, Dp, Do > Py, Cb
〃 −3	It > Mt, Vt−Ch > Kt > Ch, Vt, Py	Qz > Fd, Py, Dp, Do > Cb
〃 −4	It > Mt, Vt−Ch, Ch > Kt > Vt	Qz ≫ Fd, Ca > Cb
〃 −5	It, Mt > Vt−Ch, Ch > Kt, Vt	Qz > Fd, Ca, Cb
O−14−1	It > Vt−Ch, Kt > Vt	Qz ≫≫ Fd
〃 −2	It, Vt−Ch > Mt, Kt, Vt	Qz ≫ Fd > Cb
〃 −3	It, Mt > Vt−Ch, Vt > Kt	Qz ≫ Fd > Cb
〃 −4	It > Mt > Vt−Ch, Ch > Vt, Kt	Qz, Ca ≫ Fd
〃 −5	It, Mt > Vt−Ch, Ch > Vt, Kt	Qz, Ca > Do > Fd, Cb

* Abbreviations: Ca = calcite; Cb = cristobalite; Ch = chlorite; Do = dolomite; Dp = diaspore; Fd = feldspar; It = illite; Kt = kaolin minerals; Mt = montmorillonite; Py = pyrophyllite; Qz = quartz; Vt = vermiculite; Vt−Ch = vermiculite−chlorite intergrades

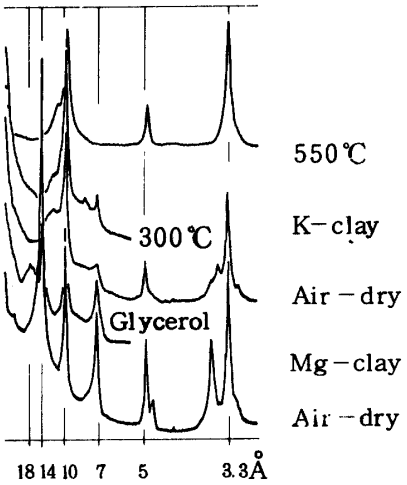


Fig. 2. X−ray diffraction patterns of the Gushi (O−11−1) clay of the residues from dithionite treatment (Parallel orientation)

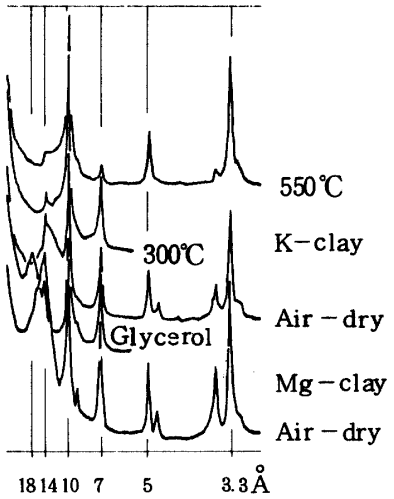


Fig. 3. X−ray diffraction patterns of the Gushi (O−11−2) clay of the residues from dithionite treatment (Parallel orientation)

チャ層のそれによく類似した。また，風化作用を受けやすい最上層には特にバーキュライトが優勢に存在し，2層および3層には上述の鉱物の他にさらにクロライトやパイロフライトが少量随伴するのが特徴である。パイロフライトの同定[1)]は（002）に基づく9.16Åの回折線を用い，Mg−粘土，風乾の

10Å近くの弱い回折線がそれに対応する。この判定には後に述べるシルト部分のX線回折図の特徴も考慮して推察したが，（002）に基づく回折線よりも回折強度の強い（006）に基づく3.05Åの回折線は，明瞭には確認することができなかった。

2）泥灰岩層の結晶質成分

ジチオナイト処理後のシユウ酸ナトリウムおよび水酸化ナトリウムの各処理後の残渣量（Table 2）は，それぞれ81～85%および82～91%を示し，いずれも他の堆積物に比べて最も多く，そして[6,9,10]のクチヤ層のによく近似した。

O－11およびO－14断面のクチヤ層はそれぞれ堆積様相が著しく異なるので，各泥灰岩層のX線回折図をFig. 4，Fig. 5およびFig. 6にそれぞれ示し，O－14の4層のは5層で代表させた。

先のニービ層と同様に，X線回折図の特徴はイライトやモンモリロナイトが主要鉱物で，他にバーミキユライト－クロライト中間種，クロライト，バーミキユライトおよびカオリン鉱物が付随することを示した。これらの鉱物組成は，いずれもこれまでに報告[6,9,10]した"ジャーガル"や泥灰岩層の鉱物組成によく類似するのが特徴で，クチヤ層の堆積様相の相違による影響を受けているようには認められなかった。

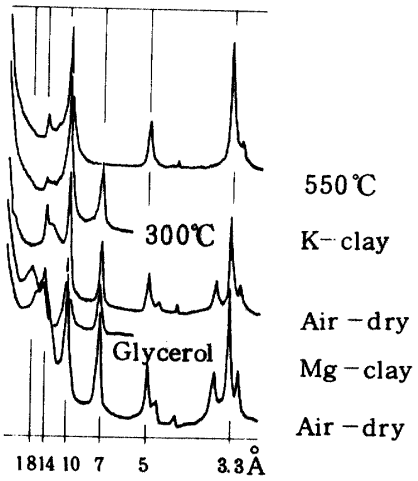


Fig. 4. X-ray diffraction patterns of the Gushi (O－11－4) clay of the residues from dithionite treatment (Parallel orientation)

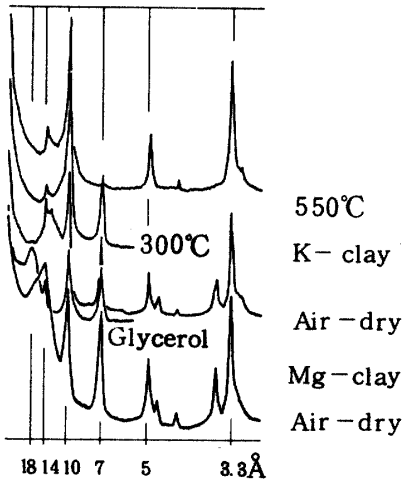


Fig. 5. X-ray diffraction patterns of the Gushi (O－11－5) clay of the residues from dithionite treatment (Parallel orientation)

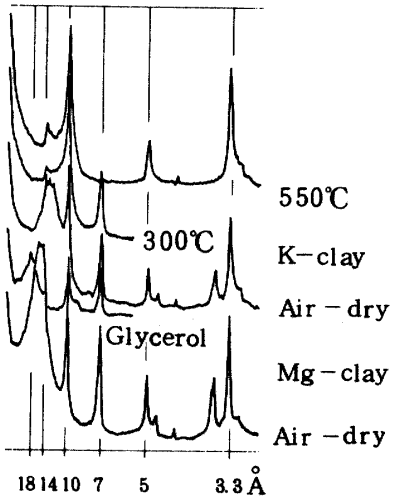
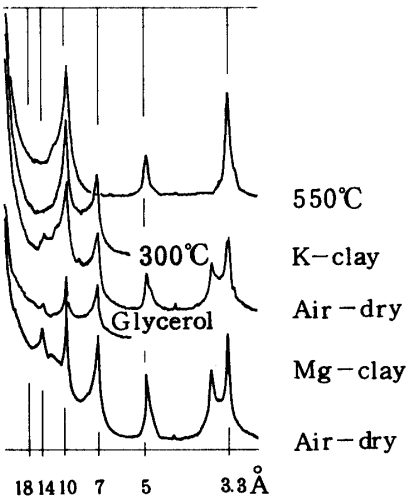


Fig. 6. X-ray diffraction patterns of the Asato (O－14－5) clay of the residues from dithionite treatment (Parallel orientation)

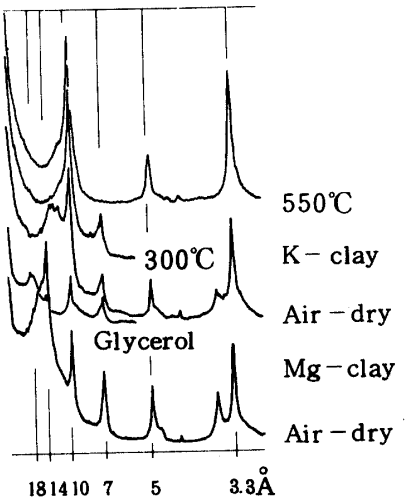
3）マージ層の結晶質成分

ジチオナイトーシユウ酸ナトリウム処理後およびジチオナイトー水酸化ナトリウム処理後のそれぞれの残渣量（Table 2）は，72～75％および68～80％を示し，いずれも下層ほど若干増加する傾向を示した。

マージ層のX線回折図は，O－14断面の2層と3層の特徴がかなり類似するので，1層および3層についてそれぞれFig．7およびFig．8に示した。



Fig．7. X－ray diffraction patterns of the Asato (O－14－1) clay of the residues from dithionite treatment (Parallel orientation)



Fig．8. X－ray diffraction patterns of the Asato (O－14－3) clay of the residues from dithionite treatment (Parallel orientation)

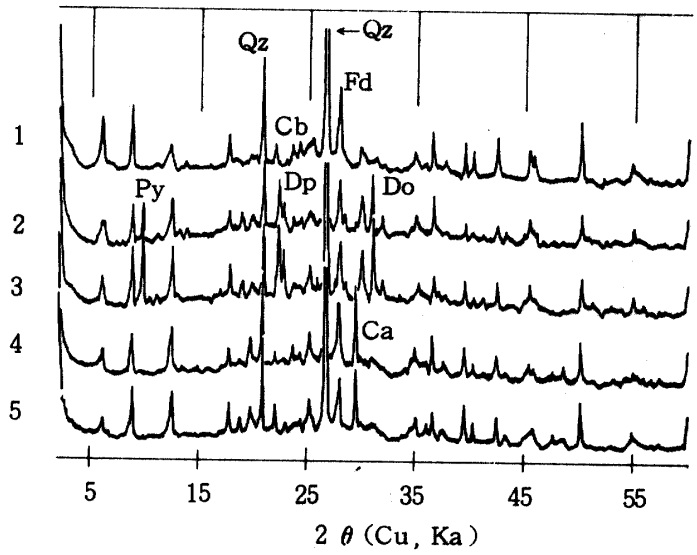
表層土壌のX線回折図では，Mg－粘土，グリセロール飽和処理後に18Å附近の回折線は認められないことから，モンモリロナイトの存在は同定できなかった。しかし，18Å附近の回折線は下層ほど明確に，そして回折強度も相対的に大きくなるのが特徴である。このように，マージ層にモンモリロナイトが存在する事例を報告したのはほとんどなく，著者らの前報[8]の事例ぐらいのものである。一方，この鉱物の他にはバーミキユライトやカオリン鉱物が随伴し，主要鉱物としてはイライトやバーミキユライトークロライト中間種が存在することをX線回折図の特徴は示した。これらのことは，マージ層にも質的にかなり異なる種々の堆積物の存在する可能性があることを推測させる。

4．シルト部分の1次鉱物組成

O－11およびO－14両断面の粉末X線回折図をそれぞれ，Fig．9およびFig．10にまとめて示した。

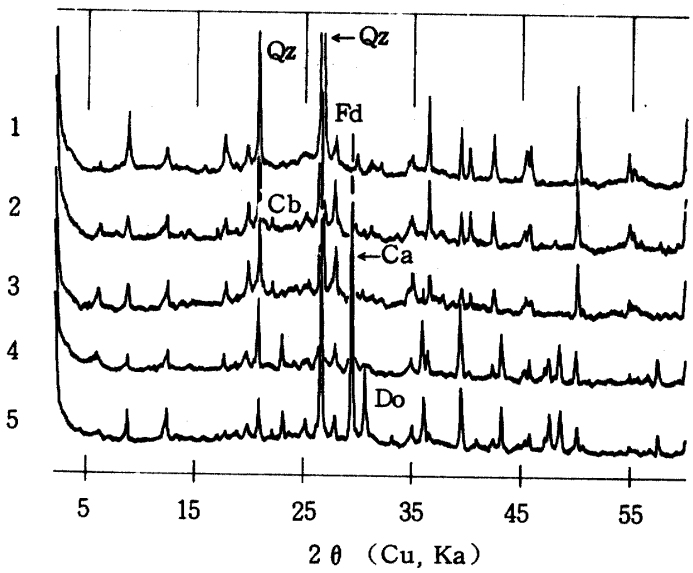
1）ニービ層の1次鉱物組成

O－11断面のニービ層のX線回折図では，主要回折線の相対強度の特徴より，（100）および(101)に基づく4.26Åおよび3.34Å附近の石英がいずれも主体を占め，その他に(20$\bar{2}$，040)に基づく3.20Å附近の長石，(101)に基づく4.04Å附近のクリストバライト，および(002)および（006）に基づく9.16Åおよび3.05Å附近のパイロフィライトが随伴することが同定できた。後者の鉱物の回折線は2層および3層ではいずれも相対強度が高く，そして，（132，20$\bar{4}$）に基づく2.48Å附近の滑石の回折線が認められないことから判定された。また，これらの鉱物の他に，下層の両層には（110）に基づく



For legend see Table 3.

Fig. 9. X−ray diffraction patterns of the Gushi (O−11−1〜−5) silt fractions (Random orientation)



For legend see Table 3.

Fig. 10. X−ray diffraction patterns of the Asato (O−14−1〜−5) silt fractions (Random orientation)

3.98Å附近のダイアスポアと推察される鉱物，および（104）に基づく2.89Å附近のドロマイトの主要回折線がかなりの強度で認められ，両鉱物の存在することが判定された。このような鉱物組成の特徴は，互層を成して堆積する後述の泥灰岩層のそれとは著しく異なり，両堆積物の起源の相違を示唆する

ように思われる。

2）泥灰岩層の1次鉱物組成

O－11およびO－14断面の泥灰岩層では，前報[6,8,9,10]で示した"ジャーガル"やクチャ層と同様に，いずれも石英が主要鉱物で，他に長石および（104）に基づく3.04Å附近のカルサイトが随伴した。後者のカルサイトの回折線は，O－14断面での回折強度が著しく高いことからかなりの含有量が推察され，堆積様相の著しい差異を反映しているように思われる。また，これらの他にドロマイトやクリストバライトも存在することがX線回折図の特徴から同定された。しかし，これらの存否は各層間で異なった。

3）マージ層の1次鉱物組成

O－14断面のマージ層のX線回折図の特徴は，先のニービ層やクチャ層のそれらとはかなり異なり，存在する鉱物がほとんど石英で，その他に少量の長石とクリストバライトが随伴することを示した。そして，後者のクリストバライトは最上層には確認できず，この傾向はこれまでの報告[8,9]で示したのと同様であった。また，長石の回折強度は下層ほど相対的に減少する傾向も示した。

V　要　約

沖縄本島南部において，堆積様相がいずれも異なる泥灰岩層の上部にそれぞれ砂岩層（ニービ層）が堆積する那覇市具志（O－11）断面および赤褐色土層（マージ層）が堆積する具志頭村安里（O－14）断面について，2，3の理化学性，粘土部分の非結晶質および結晶質成分，およびシルト部分の1次鉱物組成などの特徴を調べた。

ニービ層のpHは概して弱アルカリ性を示し，砂部分は80～90%を占めた。非結晶質成分は25～39%で，ジチオナイト，シユウ酸ナトリウムおよび水酸化ナトリウムなどによる可溶成分はそれぞれ組成が異なり，層間でも若干異なった。そして，可溶成分中のFe_2O_3含量はジチオナイトで11～18%，シユウ酸ナトリウムで4～6%を示し，いずれも他の堆積物より多かった。残りの結晶質成分はイライトやモンモリロナイトが主体で，他にバーミキユライト－クロライト中間種，バーミキユライト，クロライト，カオリン鉱物および少量のパイロフイライトが随伴した。一方，1次鉱物は石英が主要鉱物で，他に長石，ダイアスポア，ドロマイト，パイロフイライトおよびクリストバライトが存在した。

クチャ層はいずれも弱アルカリ性の反応を示し，粘土含量が9～12%の壌土を示した。粘土部分の非結晶質成分は各可溶成分間および各層間で異なり，特に水酸化ナトリウム可溶成分の特徴は泥灰岩層の堆積様相の差異を反映するように思われ，断面間で著しく異なった。Fe_2O_3含量はジチオナイト可溶成分で2～5%，シユウ酸ナトリウム可溶成分で2～3%をそれぞれ示した。結晶質成分は81～91%で他の堆積物よりも多く，鉱物組成はほぼニービ層に類似するが，粘土部分にパイロフイライトは存在せず，そしてシルト部分にカルサイトが存在してパイロフイライトおよびダイアスポアは存在しなかった。

マージ層のpHは概して酸性を示し，粘土含量は21～40%で埴壌土～軽埴土を示した。非結晶質成分は各可溶成分間および各層間で異なった。特にシユウ酸ナトリウム可溶成分と水酸化ナトリウム可溶成分とでは，他の堆積物には見られない著しい特徴の差異が認められた。ジチオナイト可溶成分中のFe_2O_3含量は8～13%で，他方の成分中のそれは1～2%であった。結晶質成分は68～80%存在し，イライトやバーミキユライト－クロライト中間種が主体で，他にバーミキユライトやカオリン鉱物が随伴した。そして，これらに附随してモンモリロナイトが存在した。また，1次鉱物としては石英が主要鉱物で，他に長石やクリストバライトが随伴した。

参 考 文 献

1 Brown, G. 1961 The X-ray identification and crystal structures of clay minerals, P 384, P 473～P 476, P 484, London, Mineralogical Society.

2 伊藤滋吉，伊良波幸和，飯村康二 1977 泥灰岩土壌の性質と粘土鉱物，北陸農試報告，**20**：117～134

3 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

4 大城喜信 1973 ジャーガル（石灰質重粘土壌）の改良に関する研究，沖縄県農試報告，**1**：1～43

5 _____ 1973 _____，九州農業研究，**36**：170～171

6 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，糸満市河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

7 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

8 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

9 _____，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**：159～170

10 _____，名城敏，_____，_____ 1978 _____（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

11 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 southern part of Okinawa Island to characterize physical, chemical and mineralogical properties of the soil in relation to underlying parent materials. One soil profile was located at Gushi, Naha-city (Profile no. 0-11), and the soil was brown and rather sandy, which is called "niibi" by an Okinawan dialect. The other soil profile was at Asato, Gushikami-son (Profile no. 0-14), and the soil was brown and rather clayey, which is locally called "maaji". Both of the soils were underlain by marl like deposit called "kucha" in Okinawa.

The dissolution method with dithionite, sodium-oxalate and sodium hydroxide was employed in addition to ordinary procedures of studying physical and chemical properties of the soil. Mineral compositions of the clay and silt fractions were also studied by the X-ray diffraction method.

At the 0-11 profile the "niibi" layers were slightly alkaline. The sand fractions ranged from 80 to 90% in the fine earth. The clay fractions contained 25 to 39% of amorphous constituents. The contents of amorphous materials dissolved by dithionite, sodium-oxalate and sodium hydroxide

treatments were little different among the treatments and among the layers in the "niibi" profile. Iron oxides were about 11 to 18% in the dithionite soluble material and 4 to 6% in the sodium hydroxide soluble material. Illite and montmorillonite were the major crystalline materials in the residues; vermiculite-chlorite intergrade, vermiculite, chlorite and kaolin minerals were the minor ones, and pyrophyllite was in the least quantity. In the sand fractions the primary mineral quartz was the major constituent, and also identified were feldspar, diaspore, dolomite, pyrophyllite and cristobalite in a minor quantity.

At the 0-14 profile the "maaji" layers were generally acid in reaction and ranged from clay loam to light clay in texture containing 21 to 40% of clay. Amorphous constituents dissolved from the clay fractions were different in the content by the respective dissolution treatments and by the layers of "maaji", and also the difference was distinctive from those in the "niibi" layers of the 0-11 profile and in the underlain "kucha" layers of both the 0-11 and the 0-14 profile. The difference in the composition of the amorphous material was remarkable specifically in the sodium-oxalate soluble and the sodium hydroxide soluble materials. Iron oxides in the clay fraction of the "maaji" layers were about 8 to 13% in the dithionite soluble material and about 1 to 2% in the sodium-oxalate soluble material. The main crystalline minerals in the clay fractions were illite and vermiculite-chlorite intergrade accompanied by small quantitis of vermiculite, kaolin minerals and montmorillonite. In the silt fractions identified were quartz in a large quantity, and feldspar and cristobalite in a small quantity.

The marl like "kucha" layers at the both profiles of 0-11 and 0-14 were all slightly alkaline in reaction and loam in texture having 9 to 12% of clay. Different amounts of amorphous materials were obtained from the clay fractions by the respective dissolution treatments and by the "kucha" layers. A remarkable difference was occurred specifically in the composition (SiO_2/Al_2O_3 ratio) of the sodium hydroxide soluble material among the "kucha" layers within a profile and between the "kucha" layers of the 0-11 and the 0-14 profiles. Iron oxides in the clay fractions of the "kucha" layers were 2 to 5% in the dithionite soluble material and 2 to 3% in the sodium-oxalate soluble material, respectively. Crystalline materials were 81 to 91% in the clay fractions, the figures of which were much higher than those in the "niibi" and "maaji" layers. The mineral compositions in the "kucha" layers were similar to those of the "niibi" layers except for the absence of pyrophyllite in the clay fractions and the absence of pyrophyllite and diaspore but the presence of calcite in the silt fractions.