

# アマゾンニアにおける土壌及び粘土 鉱物に関する技術協力総合報告書

中南米技術協力計画専門家

岩 佐 安

1976年10月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 19	703
登録No. 00951	82.5
	EXA

## アマゾンにおける土壌及び粘土 鉱物に関する技術協力総合報告書

本報告書は1972年9月11日から1975年9月10日までの3ケ年間、中南米技術協力計画にもとづきブラジル国、パラ州、ベレン市に所在する Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-PARA<sup>\*</sup>) ブラジル農牧畜調査公団=公社(前北伯農牧畜調査試験研究所)において実施した調査研究報告書である。著者の技術協力の課題は「土壌の分析とくに粘土鉱物の同定」ということであった。粘土鉱物の同定に関する部分は帰国に際して、ブラジル国側への報告書(ポ語)と内容においてはほぼ重複しているので、おことわりしておきたい。

アマゾンにおける土壌の調査研究は、ブラジル国における重要国策の一つでもあるアマゾン農業開発のこととも関連して、急速に発展してきている。このような状況も考慮し、農牧畜業にかかわる自然環境に関する基礎資料についても述べることにした。

土壌の一般理化学分析および現地での土壌調査はブラジル国の責任で実施し、土壌粘土鉱物の同定は著者の責任において、カウンターパート、特にアシスタントとともに実施したものであることを附言しておきたい。

尚、著者の渡伯中は国際協力事業団の関係者諸氏には多大な御配慮を頂き三ケ年間の任務を恙無く果たすことができたことについて感謝の意を表したい。

亦、現地においては、在ベレン総領事増沢幸三郎氏、同前総領事谷新太郎氏、国際協力事業団移住部ベレン支部小島俊朗支部長(前)はじめ支部員の方々、また同支部アマゾン熱帯総合農業試験場(Tomé Açu)の各氏、その他多くの在伯日系人の諸氏には多くの御支援と御配慮を頂いた。ここに御礼を申し上げたい。また、著者とともに国際協力事業団から EMBRAPA-PARA<sup>\*</sup>に派遣されていた植物栽培専門家寺田慎一、熱帯果汁専門家永田巖、胡椒病害専門家馬淵信宏の諸氏らには在伯中終始激励・支援を頂いた。ここに感謝の意を表したい。

著者の渡伯中には、農林省農業技術研究所長江川友治、同前化学部長久保田正光、同化学部長松坂泰明の諸氏らには多大な御配慮と激励を頂いた。ここに感謝の意をのべておきたい。また同科土性第四研究室長本田親史および浜崎忠雄の両氏には大へんお世話になった。ここに各位にたいし改めて感謝の意を表しておきたい。

\* EMBRAPA-PARAは1976年4月以後 EMBRAPA-CPATU (Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropicó Úmido) と名称がかわりました。

JICA LIBRARY



1025505173

永田巖

## AGRADECIMENTO

Durante o período de Setembro de 1972 a Agosto de 1975, este trabalho foi executado na SEÇÃO DE SOLOS DA EMBRAPA.

E, durante este período, Chefe da Representação Estadual da EMBRAPA, ENG<sup>o</sup> AGR<sup>o</sup> ITALO CLAUDIO FALESI deu sempre colaboração, afastando todos os obstáculos, para pratica de meu estudo, a ele meus agradecimentos.

Este trabalho foi executado graças ao ENG<sup>o</sup> AGR<sup>o</sup> ROBERTO DAS CHAGAS SILVA, Chefe Substituto da Seção de Solos da EMBRAPA, que facilitou a conclusão desta minha pesquisa.

Meus agradecimentos também à Dra. EDNA DE CARVALHO LOPES, Pesquisadora Química da SUDENE à disposição da EMBRAPA, pela colaboração sobre o estudo de minerais argilosas e na correção do relatório final, deste meu trabalho de pesquisa.

Setembro de 1975 Anos

Yasushi IWASA



山焼き (Queimada)、さらによせ焼きを行う  
(Tomé Açú)



カボクロ (Caboclo) によるピメントの収穫  
(Tomé Açú)

アマゾンにおける土壌及び粘土  
鉱物に関する技術協力総合報告書

目 次

I 緒 言 .....	( 1 )
II アマゾニアの土壌生成環境 .....	( 3 )
I) アマゾニアの気候 .....	( 6 )
II) 地質と母岩(材) .....	( 12 )
(A) アマゾン河北部地域の地質概要 .....	( 14 )
(B) アマゾン河南部地域の地質概要 .....	( 14 )
(C) アマゾン横断道路沿線の地質概要 .....	( 14 )
III) アマゾニアの地形 .....	( 17 )
IV) アマゾニアの植生 .....	( 18 )
(A) Lowland forests について .....	( 21 )
(B) Upland forests について .....	( 21 )
(C) Special upland forest types について .....	( 21 )
(D) Lowland savannahs 及び Savannahs - Forests について .....	( 22 )
(E) Upland savannahs 及び Savannahs - Forests について .....	( 22 )
III アマゾニアに分布する主な土壌の概況 .....	( 25 )
(A) Latossolos の特徴 .....	( 27 )
(B) Podzólico Vermelho Amarelo の特徴 .....	( 28 )
IV アマゾニアに分布する各種土壌の特徴 .....	( 31 )
I) アマゾニアの土壌分類命名の沿革 .....	( 31 )
II) 土壌の分類及びその断面特徴 .....	( 31 )
V 供試土壌の断面特徴 .....	( 45 )
I) アマゾン横断道路沿線の土壌 .....	( 45 )
(A) ラトソル性B層をもつ土壌 .....	( 45 )
(B) 土性B層をもつ土壌 .....	( 48 )
(C) 発達不十分な土壌 .....	( 51 )
II) アマゾン横断道路沿線以外の地域の土壌 .....	( 51 )
(A) ラトソル性B層をもつ土壌 .....	( 51 )
(B) 土性B層をもつ土壌 .....	( 56 )
(C) 新しい河川沖積地の土壌 .....	( 58 )

(D) 塩類土 .....	( 58 )
Ⅲ) アクレ州の土壤 .....	( 59 )
(A) ラトソル性B層をもつ土壤 .....	( 59 )
(B) 土性B層をもつ土壤 .....	( 61 )
Ⅵ 供試土壤の一般理化学的性質 .....	( 63 )
I) アマゾン横断道路沿線の土壤 .....	( 63 )
(A) ラトソル性B層をもつ土壤 .....	( 63 )
(B) 土性B層をもつ土壤 .....	( 64 )
(C) ヴァーティソル .....	( 66 )
II) アマゾン横断道路沿線以外の地域の土壤 .....	( 67 )
(A) ラトソル性B層をもつ土壤 .....	( 67 )
(B) 土性B層をもつ土壤 .....	( 68 )
(C) 発達不十分な土壤 .....	( 69 )
III) アクレ州の土壤 .....	( 71 )
(A) ラトソル性B層をもつ土壤 .....	( 71 )
(B) 土性B層をもつ土壤 .....	( 71 )
Ⅶ 土壤中の粘土鉱物組成の特徴 .....	( 73 )
(A) 粘土試料の採取方法 .....	( 73 )
(B) DTA法(示差熱分析法) .....	( 73 )
(C) X線回折法及びその条件 .....	( 73 )
I) アマゾン横断道路沿線の土壤粘土鉱物 .....	( 74 )
(A) ラトソル性B層をもつ土壤 .....	( 74 )
(B) 土性B層をもつ土壤 .....	( 75 )
(C) ヴァーティソル .....	( 77 )
II) アマゾン横断道路沿線以外の地域の土壤中の粘土鉱物 .....	( 78 )
(A) ラトソル性B層をもつ土壤 .....	( 78 )
(B) 土性B層をもつ土壤 .....	( 80 )
(C) 新期河川沖積地の土壤 .....	( 82 )
(D) 塩類土 .....	( 83 )
III) アクレ州の土壤粘土鉱物 .....	( 84 )
(A) ラトソル性B層をもつ土壤 .....	( 84 )
(B) 土性B層をもつ土壤 .....	( 85 )
Ⅷ 論議及び総括 .....	( 97 )
Ⅸ 結びにかえて — アマゾンの土壤と農業の展望 .....	( 101 )

X	文 献	.....	( 105 )
XI	図 表	.....	( 111 )
	(A)	土壤分析成績	..... ( 113 )
	(B)	示差熱分析成績 ( DTA )	..... ( 139 )
	(C)	X線回折成績	..... ( 159 )

# I 緒 言

湿潤熱帯アマゾニアは食糧の確保や資源開発、また自然の環境保全という観点からも、広く関心を集め、論議されてきている。

アマゾニアの開発については、ブラジル国としても重要国策の一つとして重視し、その実施に努力している。これらの開発を農牧畜業に限定してみれば、湿潤熱帯という苛酷な自然に依存せざるを得ないということもあって、その諸問題の多くはなお今後に残されているようにみうけられる。かなり困難な事柄ではあるが、当面の応急対応策と同時に一見不急不要にもみえる基礎的な調査研究を積み重ねていくことが極めて重要なことと考えられる。敢えて言えば、湿潤熱帯アマゾニアの自然環境は農牧畜業の開発にとって、単なる応急対応策だけで処理できるほど安易な道ではないのではないかという危惧をもつものである。

ブラジルでは、アマゾン横断道路建設にともなう *Agroprovincia*, *Agrovila* 等の設定および技術指導の必要から土壌の調査および土壌分析が実施されている。こういったなかで、著者は土壌中の粘土鉱物の同定にかかわる技術協力の業務に従事してきた。

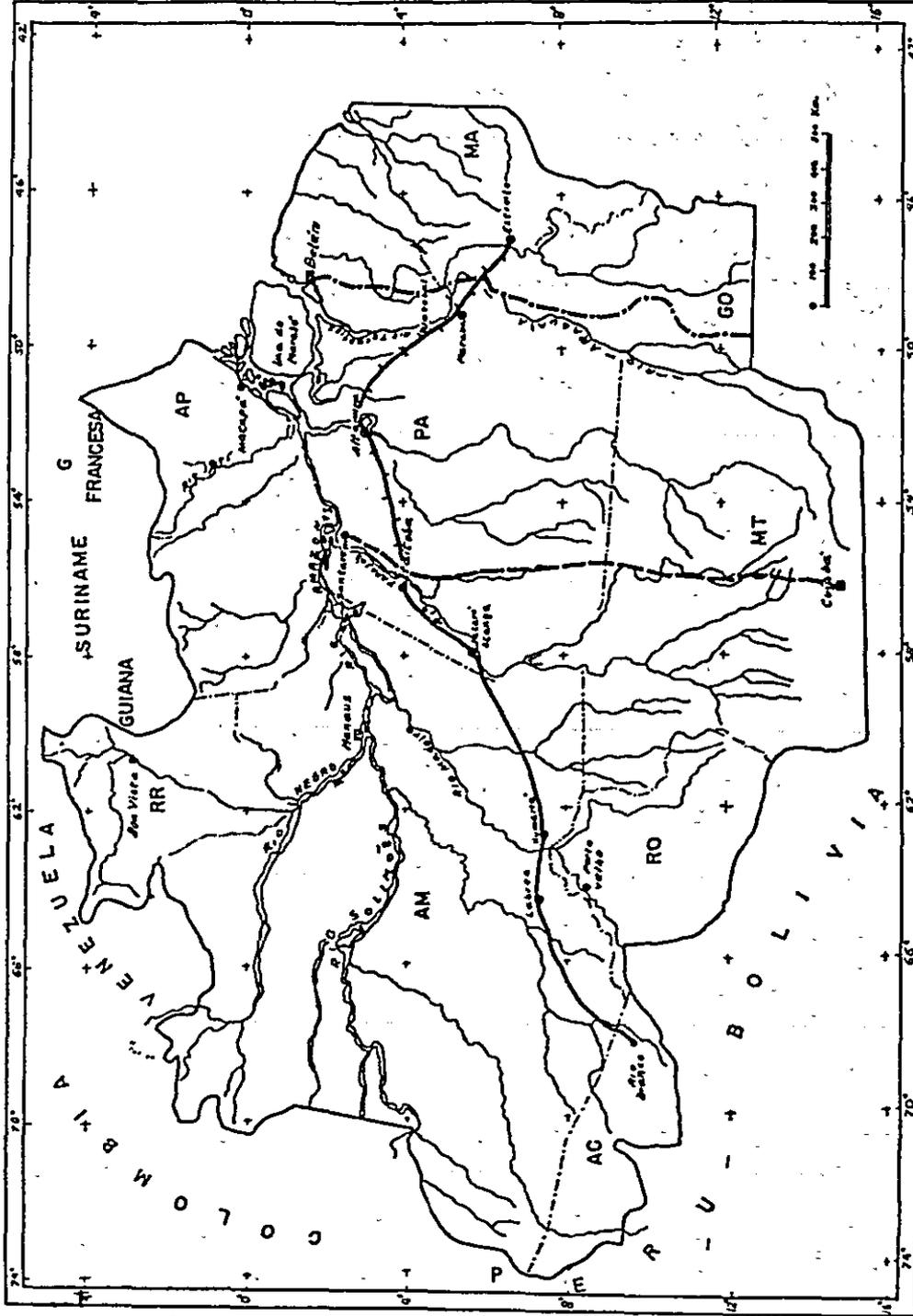
土壌試料はアマゾン横断道路沿線及び他の地域から、母岩(材)、地形、風化段階、水環境などを考慮し各種の土壌を選んだ。そしてその各種の土壌について、一般理化学的分析及び粘土の示差熱分析(熱分析)、X線分析等を行った。その結果、私どもが考えていたほど、アマゾニアに分布する土壌や粘土鉱物の性質が単純なものではないという知見を得た。この報告ではこのような成績や既応の報告も含めてアマゾニアの土壌についての検討を行なった。

尚、土壌の諸性質(即ち化学的性質、粘土鉱物の特性及び組成)やその土壌の生成にあづかる自然的条件(環境)を含めて述べることにした。

アマゾンアの概略図(アマゾン横断道路沿線)

Fig. 1. 第1図 (Solos da Rodovia Transamazônica より引用)

- Rodovia Transamazônica (アマゾン横断道路)
- Rodovia Transamazônica Trecho Estudado (土曜調査区間)
- Rodovia Santarém - Cuiabá (サンタレン - クイアバ道路)
- Rodovia Belém - Brasília (ベレン - ブラジリア道路)



DEB./M60 Cartas/60

- RODOVIA TRANSAMAZONICA
- ++++ RODOVIA TRANSAMAZONICA TRECHO ESTUDADO
- - - - RODOVIA SANTAREM-CUIABA
- ..... RODOVIA BELEM-BRASILIA

## II アマゾニアの土壌生成環境

土壌は母材(岩)、生物(微生物を含む動植物)、気候、地形、人為、そして時間などの土壌生成因子がいろいろ関連しあって生成されてきたものである。このようにして生成された土壌は一見ばらばらで無原則的に分布しているように見えるが、一定の秩序をもって地球の表面に分布している。このことは、既に発表されている各国の土壌図幅や世界土壌図幅を見れば明らかである。

次にアマゾニアの土壌の生成にかかわる諸因子についてのべる前にアマゾニアの範囲について述べることにしたい。

アマゾンというアマゾン河なのかまたはアマゾン河流域なのか判然としないので、ここではアマゾン河流域地方という意味でアマゾニアという呼称を使用することにする。

アマゾニアの範囲をどう設定するかについてはいろいろの議論があるようだが、ここではアマゾニア開発庁(SUDAM)の管轄範囲内ということにしたい。SUDAM管轄のアマゾニアの面積は次のようになっている。

全面積	5,057,490	平方キロメートル	(全国の59%)	(日本の約13倍)
内訳				
原始林	3,520,318	平方キロメートル	(アマゾニア全体の69.6%)	
草原地	918,983	"	"	18.2%
低木地	496,510	"	"	9.8%
河川面積	111,130	"	"	2.3%
耕地面積	5,549	"	"	0.1%

以上で明らかなように、耕地面積はアマゾニア全体の面積の約0.1%にすぎない。原始林と低木林地の合計面積は4,016,828平方キロメートルで全国面積の約48%にも達している。なんらかの形で人為が加わったと考えられる、草原地と低木林地の面積の合計は1,415,493平方キロメートルで全国面積の約17%も占めている。そして、このアマゾニアはブラジル北部に当る北は北緯5°南は南緯14°前後、西経40.5°~74.9°の範囲にあり、この地域の大部分は熱帯圏に入る。

第2図 アマゾンニアの地質図  
(その1)

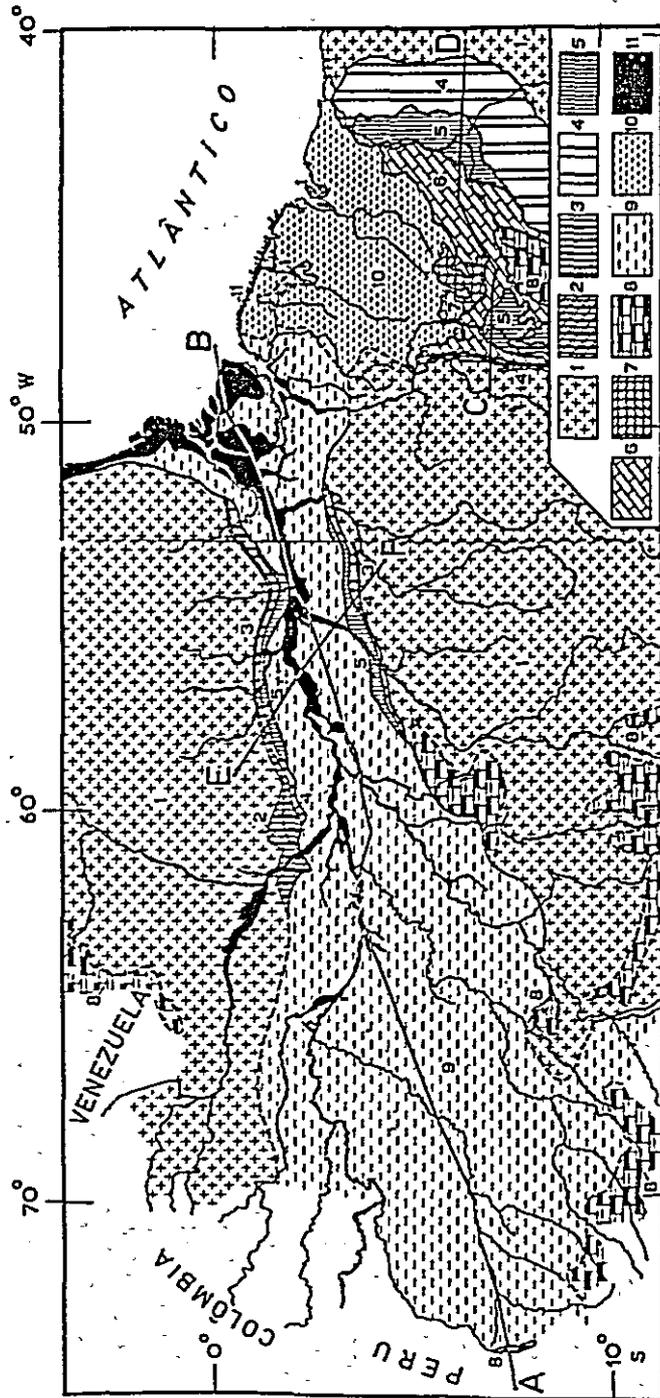


Fig. 2. Schematic geological map of Brazilian Amazonia. From preliminary map of PETROBRÁS (1961), and the latest geological map of Brazil (LANECCO, 1960). The Holocene sketched from AAF preliminary base maps (1942), Forest Inventory maps, and personal observations

Fig. 2. Mapa geológico esquemático da Amazônia brasileira. Do mapa preliminar da PETROBRÁS (1961) e o último mapa geológico do Brasil (LANECCO, 1960). O Holoceno foi esboçado de mapas básicos preliminares da AAF (1942), mapas de Inventário Florestal e observações pessoais

「Amazon Soils」誌より

第2図 アマゾン河流域全図

(その2)



「トメアスー植民地案内」より

## 1) アマゾニアの気候

アマゾニアは Köppen の気候区分によると、次の Af 型（常時湿潤型、明瞭な乾期をもたない、降雨量は 2,500 ~ 3,000 mm で 80 % 以上の湿度、1 日の気温格差 5 °C）、Am 型（モンスーン型降雨で雨期と乾期とが判然としている Aw 型と常時湿潤の Af 型との中間型、大森林地帯、雨量 2,000 mm 以上）および Aw 型（夏期湿潤で冬期乾燥型、乾期における月別の降雨量が 60 mm 以下の月をもつ偏乾性気候区、熱帯サバナ（Cerrado）の三型に区分されている。Af 型も大森林地を形成している。植生的にみると Af 型および Am 型はともに湿潤熱帯降雨林帯に属するが、Aw 型は熱帯サバナ帯（Cerrado）というべき地帯である。このように、アマゾニアの気候のもつ特徴は巨視的には、高温多湿でしかも気温較差が 2 ~ 5 °C で小さい地域であることは、第 3 ~ 5 図、第 1、2、3、4 表、及び Grafico 1 ~ 5 で明らかであろう。アマゾニアは 23 ~ 27 °C の気温範囲にはば入るが、アマゾン河口の大西洋岸に接している地域と上流のポリビアとの国境に近いアンデス山脈の影響を多分に受けている地域とは気温の分布パターンにおいて異なっている。またアマゾン河北部のパリマ山脈、パカライマ山脈にかこまれた Roraima 直轄領のポアビスタ地方（Boa Vista）はより乾燥気候的で所謂 ブラジルの Cerrado（熱帯サバナ）地域であるし、アマゾン河から南部内陸に向うに従って乾燥度を増し、ブラジル中央高原地帯の Cerrado 地域につながっていく（第 6 図、その 2）。このようにアマゾニアの気候区は熱帯といってもかなりの幅のあることがわかる。とはいえ、アマゾニアの気候の大半は Af 型及び Am 型気候区で占められ、雨期の集中降雨と湿度がきわめて高い。こういった Af 型、Am 型気候区域では高い降水量によって、土壌中の可溶性アルカリ塩類の溶脱の進行がみられ、また反対に雨期の後期には地形、植生および土壌（粘土質な土壌や粘土質な B 層をもっている土壌）などが関係しあって、土壌層内に水が停滞し農作物等（例えば Pimenta do reino、こしょう）に湿害すらもたらす地域がみられる。またこの Af 型、Am 型地域では高温と高い降雨量、乾期における乾燥等があいまって土壌の母材（母岩）のラテライト性風化作用を長年月の間にいちじるしく強め、その結果後でのべるように肥沃性の低い不活性なカオリン鉱物や鉄、アルミニウムの加水酸化物、酸化物などが土壌中に集積するようになる。また風化作用に対する抵抗性の強い石英砂が土層中に集積（特に表層）するようになる。このようなラテライト化作用は原始林の伐採地域やなんらかの原因で原野化した地域でとくに激しく進行している。またこのラテライト化作用の進行は土壌中への有機物の集積を困難にしている。Aw 気候区（Cerrado）でも雨期にはかなり多量の降雨量がみられるので硅酸やアルカリ塩類などの成分を溶脱させるし、しかも乾期における極度の乾燥は水不足や土壌の特性ともあいまって、この気候区では自然植物の生育をかなり制限している。

第3、4、5図 Fig 3、4、5

Köppenの分類によるアマゾニアの気候区分図

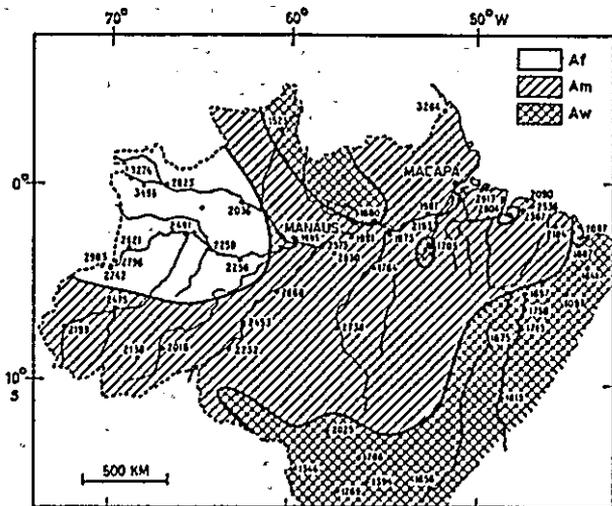


Fig. 3 Os tipos climáticos da Amazônia brasileira conforme a classificação de Köppen, e a precipitação anual total (de GUERRA, 1959; cf. 1. 2)

Fig. 3 The climates of Brazilian Amazonia as per the classification of Köppen, and the total annual rainfall (from GUERRA, 1959; cf. 1. 2)

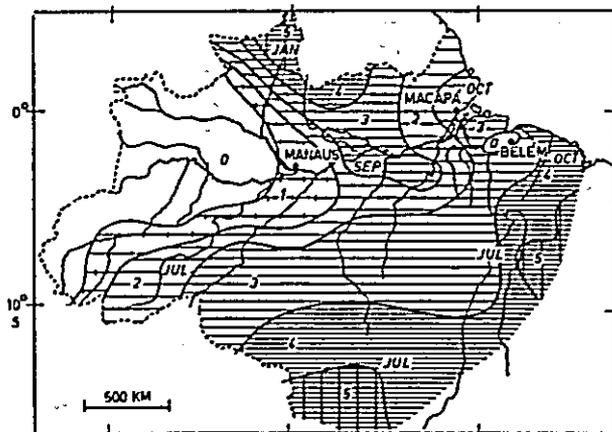


Fig. 4 Número de meses secos por ano, e mês central da estação seca, sendo critério de um mês seco uma precipitação de menos de 50 mm (coligido de dados de GUERRA, 1959)

Fig. 4 Number of dry months per year, and central month of dry season, taking less than 50 mm rainfall as criterion for a dry month (compiled from data of GUERRA, 1959)

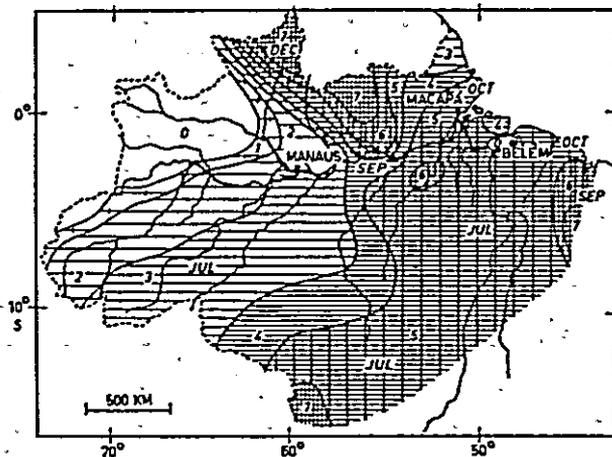


Fig. 5 Número de meses secos por ano, e mês central da estação seca, sendo critério de um mês seco uma precipitação de menos de 100 mm (coligido de dados de GUERRA, 1959)

Fig. 5 Number of dry months per year, and central month of dry season, taking less than 100 mm rainfall as criterion for a dry month (compiled from data of GUERRA, 1959)

「Amazon Soils」誌より

各地域の気温(°C)、第1表

QUADRO I - TEMPERATURA DO AR EM °C

LOCALS MESES	SANTARÉM 1931-1960		ALTAMIRA 1931-1967		ITAITUBA 1928-1937		MARABÁ 1952-1958		ESTREITO 1914-1967						
	Tx.	Tn.	Tm.	Tx.	Tn.	Tm.	Tx.	Tn.	Tm.	Tx.	Tn.	Tm.			
JAN	30,8	22,7	25,8	30,3	21,2	25,8	30,3	21,5	26,2	29,4	23,4	25,9	31,5	21,3	25,3
FEV	30,0	22,5	25,5	30,2	21,0	25,6	30,7	21,5	26,1	29,6	23,7	25,6	31,2	21,5	25,2
MAR	30,0	22,6	25,5	30,2	21,3	25,8	30,7	21,4	26,0	29,4	23,3	25,8	32,2	21,7	25,2
ABR	30,0	22,8	25,6	30,1	21,4	25,8	31,0	21,7	26,4	30,1	23,7	26,3	31,4	21,5	25,5
MAI	30,3	22,7	25,6	30,3	21,4	25,8	31,2	21,7	26,4	31,0	23,8	26,9	32,4	20,6	25,5
JUN	30,4	22,3	25,4	30,6	20,7	25,6	31,6	21,5	26,6	31,1	22,8	26,4	33,2	18,8	25,0
JUL	31,0	21,9	25,4	30,7	20,3	25,5	31,9	21,1	26,5	30,4	23,8	26,8	34,0	17,3	24,7
AGO	32,0	22,2	26,2	31,5	20,7	26,1	32,4	21,2	26,8	31,8	22,2	26,6	35,0	17,3	25,4
SET	32,7	22,8	26,7	31,7	21,0	26,4	32,9	21,6	27,2	31,4	23,3	26,9	34,6	19,6	26,4
OUT	33,1	23,0	27,0	31,9	21,3	26,6	32,8	21,7	27,2	31,4	23,8	27,1	34,0	21,0	26,5
NOV	32,6	23,1	26,9	31,4	21,3	26,4	32,2	22,1	27,2	31,1	23,7	26,9	32,9	21,5	26,2
DEZ	31,9	22,9	26,5	31,2	21,3	26,2	31,3	21,6	26,4	30,0	23,6	26,1	31,8	21,5	25,7
ANO	31,2	22,6	26,0	30,8	21,1	26,0	31,6	21,6	26,6	30,6	23,4	26,4	32,8	20,3	25,6

Tx. = Temperatura maxima

Tn. = Temperatura minima

Tm. = Temperatura média

各地域の相対湿度(%)及び年降水量(mm)

第2表 QUADRO II - UMIDADE RELATIVA EM %

LOCAIS MESES	SANTARÉM 1931-1967	MARABÁ 1952-1958	ESTREITO 1914-1967
JAN	85	86	85
FEV	88	86	86
MAR	88	88	84
ABR	88	86	86
MAI	89	81	82
JUN	88	74	77
JUL	86	72	73
AGO	83	71	67
SET	80	74	69
OUT	78	73	73
NOV	79	78	78
DEZ	80	83	82
ANO	84	79	78

第3表 QUADRO III - PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA EM mm

Locais Meses	Santarém 1931-1960	Altamira 1931-1967	Itaituba (*)	Marabá (**)	Estreito 1914-1967
JAN	179	216	265	276	235
FEV	275	275	306	199	246
MAR	358	346	259	315	313
ABR	362	278	208	186	219
MAI	293	176	165	64	81
JUN	174	77	62	51	17
JUL	112	51	44	3	6
AGO	50	26	48	2	5
SET	39	33	50	19	35
OUT	46	48	92	78	82
NOV	85	65	144	44	150
DEZ	123	106	111	189	200
AND	2.096	1.697	1.754	1.426	1.591

(\*) - 1928-1937 = 9 anos

(\*\*) - 1952-1958 = 6 anos

[Solos da Rodovia Transamazônia] 誌より

Thorntwaite 法による水収支効率の年経過

第4表、QUADRO IV—Curso anual da disponibilidade hídrica segundo método Thorntwaite-1955. Os números com sinal positivo indicam os excedentes de água no mês. Os com sinal negativo, as deficiências, e os sem sinal, a quantidade de água existente no solo em forma disponível. Os valores são dados em milímetros pluviométricos.

Locais Meses	Santarém	Altamira	Itaituba	Marabá	Estreito
JAN	50	81	+ 4	+ 66	+ 72
FEV	+ 87	+ 117	+ 183	+ 85	+ 140
MAR	+ 233	+ 212	+ 125	+ 181	+ 198
ABR	+ 241	+ 149	+ 79	+ 51	+ 99
MAI	+ 169	+ 43	+ 32	- 19	- 5
JUN	+ 54	- 5	- 18	- 50	- 45
JUL	112	- 35	- 60	- 115	- 74
AGO	- 28	- 79	- 78	- 128	- 106
STE	- 67	- 91	- 80	- 117	- 93
OUT	- 83	- 83	- 48	- 67	- 60
NOV	- 51	- 73	- 4	- 98	+ 17
DEZ	- 18	- 29	- 23	52	+ 89

「Solos da Rodovia Transamazônia」誌より

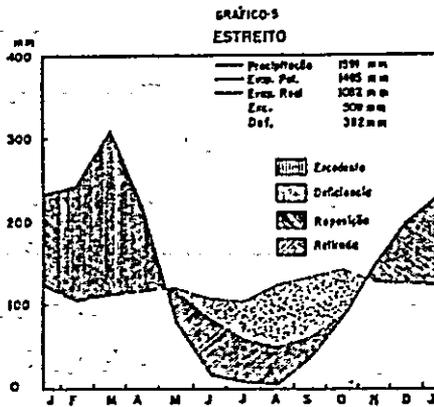
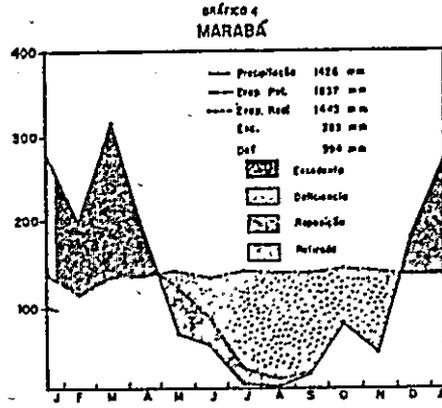
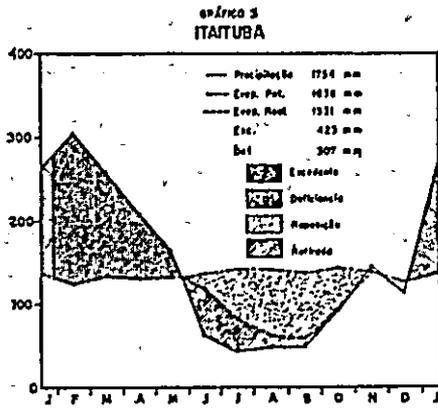
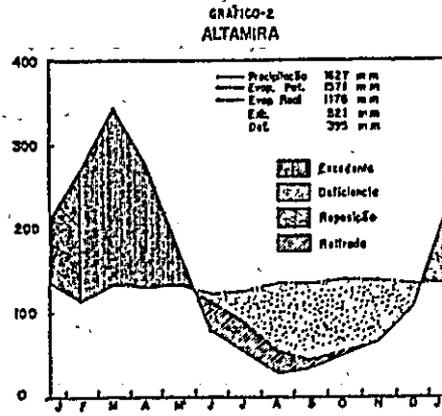
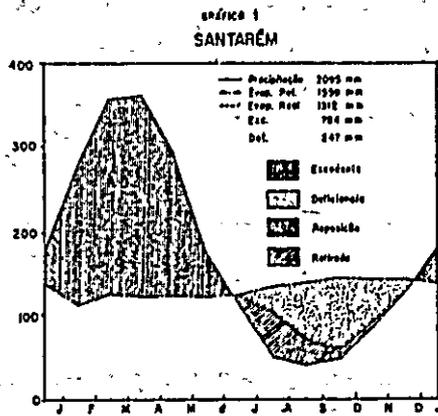
註) + : 水の過剰を示す (mm)

- : 水の不足を示す (mm)

無記号 : 自由な形で土壤中に存在する水の量を示す (mm)

註) 数値は当該月における milímetros pluviométricos の値である。

Gráfico 1 ~ 5 (グラフ 1-5)



「Solos da Rodovia Transamazônica」誌より

## II) 地質・母岩(材)

アマゾニアの盆地は中央ブラジルとギアナの両楯状地(Shield)との間のより低い堆積地域から構成されている。楯状地は先カンブリア紀(Pré-Cambria)の結晶性の岩石基盤からなっている。これらの岩石類は主として、花崗岩、片麻岩、雲母片岩などからなっている。花崗岩はギアナとの国境周辺で集中的にみられ、片麻岩はこの花崗岩地域に沿って帯状にみられる。また雲母片岩は花崗岩や閃長岩の貫入とともにみられる。そして楯状地の最南端地域にみられる。また、花崗岩類はアマゾン河南部のTapajos河、Xingu河に沿った地域にみられる。またアマゾン河の西端と境している、アンデス山脈は、古生代または中生代のものが褶曲した堆積岩から主になっている。また多くの火山活動もこの地域でみられた。

アマゾン流域地方の堆積部分は単一のBasinではなく、いろいろなBasinからなっている。即ち、Acre basin(アマゾニア西南部)、アマゾン本流地域の大きなBasin、Marajó basin(アマゾン河口の島)、そしてMaranhão basin(アマゾン河口南部)の各Basinなどからなっている。そして、Maranhão basinはSão Luis及びBarreirinhãoの各Basinに細分されている。Acre basin、アマゾン本流のBasinおよびMarajó basinは比較的深く、Maranhão basinは浅いBasinとされている。アマゾンBasinは第2図からも明かなように、西部の上流地域では広く、東部の河口地域でせまくなり、所謂「漏斗状」をなしている。MaranhãoおよびAcre basinの地層は海成または湖成の条件で堆積されたとされている。そしてMaranhão basinのなかの堆積物は大部分が古生代または中生代のものであり広い地域を占めている。かなりの厚さをもつもっとも新しいものは白亜紀(後期)又は第3紀(Itapecurú又はSerra Negra beds)の堆積物である。それらの新しい堆積物は、Basinの現在の地表面の北部を覆っている。アマゾン本流をはさむ両側の大部分の堆積物は大部分が古生代または新生代のものからなっている。古生代の堆積物はそのせまい東部のBasinの端にのみ露出している。そして、ある場所ではDome(Monte Alegre)状を形成している。Domeの端は別として、Basinの表面は第3紀(後期)からなっている(Alter do chãoまたはBarreiras bed)。Acre basinは白亜紀および第3紀の堆積物からなっている。そしてそれらの構成はアマゾン本流Basinにおけると同時代の堆積物のそれとはちがっている。Marajó basinは白亜紀及びより新しい時代の堆積物のみからなっている。全体的にみると、Amazôniaの堆積部分はその表面では、白亜紀または第3紀堆積物が大きな割合を占めている。そしてそれらは種々の土性および土色をもっており、カオリン質粘土および石英砂からなっている。そして、わずかにしか固結されていない。カオリン質粘土および石英砂からなっている更新世(洪積世)堆積物が厚くその分布の広いのは特にアマゾンの西部に主としてかざられている。アマゾン河とマテイラ(Madeira)河との合流点の近くのノーバ・オリンダ(Nova Olinda)における更新世(洪積世)堆積物はほんの数mからなっているにすぎない。Manaus及びMonte Alegreの間のアマゾン河堤防上には第3紀の“Alter do

chão”又は“Barreiras” bedsがよく露出している。そしてそれらの第3紀の Beds とそれを覆っている更新世（洪積世）砂土との接触線は種々の高さでみられる（前記した河川上から）。更新世（洪積世）堆積物の厚さは、Monte Alegre（Sakamoto、1960）ではほぼ最高50 mに達している。

Belém の東及び南（Bragantina、Gujarina 地帯）のほぼ平坦な台地は更新世（洪積世）堆積物で覆われているが、うすい厚さの層である。厚い更新世（洪積世）堆積物はMarajó 地域にみられる。この点でその堆積物の厚さは約250 mに達し、そしてそのものは灰色の Silt（微砂）からなっている。このようなことから地質学者は、真の更新世（洪積世）堆積物の分布について限定して考えているようである。しかし洪積世における海進海退による海水面の変動及び洪積期の河川の輪廻は第3紀堆積物及びアマゾン地域の地形の再食作用に非常に大きな影響をもたらしている。完新世（沖積期）の堆積物は Silt（微砂）及び Clay（粘土）から大部分がなっており、これらの堆積物はアマゾン本流及びその主な支流の低地に沿ってみられる氾らん原を覆っている。しかしながら、沖積期（完新世）地域はアマゾニアの全地表面の約1～2%にすぎない。海岸（大西洋）に沿った地域及び河口地域の段丘の大部分は、Marine coastal または Deltaic coastal であるらしい（アマパ直轄領の熱帯サバナ（Cerrado）地域のギアナ段丘上の堆積物が Marine coastal 又は Deltaic coastal に相当）。

さて、次にアマゾン Basin の地表部の堆積物について少しくわしくのべてみることにしたい。アマゾニア台地平坦地の主な部分は Beltterra clay と呼ばれている堆積物で覆われており、このものはアンデス山脈の最初の隆起後“Barreiras”（砂岩、粘土質岩）または“Alter do chão”（砂岩と粘土）の Beds（新第3紀の中新世）の堆積によるアマゾニア台地の平坦化、そしてまたこの後期堆積物の上層部分がすくなくともその地域でラテライト化した後に堆積されたと考えられている（アンデス山脈は中生代の終りから陸化し第3紀、第4期を通じて上昇しつづけた、新第3紀の鮮新世から第4紀には、アンデス山脈全域に多数の火山が噴出した）。この Beltterra clay の堆積の状況は巨大な浅い湖かまたは海湾で進んだものと考えられている。この Beltterra clay はほとんどがカオリン鉱物からなっている。Beltterra clay がおおっている Planalto（台地大平原）の現在の高さは大抵アマゾニアの東側で約150 m～200 m の標高面を形成しており、Calabrian sea（新第3紀、鮮新世—第4紀更新世）とはほぼ対応している（アメリカの Pre-Nebraska に対応）。再食（Reworked）された Beltterra clay の50～100 m標高面（台地面）のものもみられる。アマゾン河およびその支流は更新世（洪積世、Pleistocene）に大西洋に流れるようになった。そして初期の更新世（洪積世）にアマゾニアの台地（大平原 Planalto）に開折がはじまり、その後この台地の下方とアマゾン河との間に種々の高さの段丘が形成された（Hammen、Th、Van Der 及び E、Gonzales、1960、南アメリカにもこの地域に対応する雨季をもつ氷期が存在していたことをコロンビアのボゴタのサバナの花粉分析で確認している）。そして東方に向かって流出

している小河川の段丘堆積物は間氷期のものであるらしく、また西方に向かって流れている小河川の段丘堆積物もまた高い侵蝕面をもった時期、すなわち間氷期のものらしいといわれている (Sombroek, 1966)。

(A) アマゾン河北部地域の地質概要

次に「Mapa geológico do Energia Departamento Nacional da Produção Mineral」の地質図(1971)にしたがってアマゾニア北部地域の地質概要を述べる。

1. アマゾン河沖積地 (Holoceno)
2. 第3紀堆積物 (Terciario)
3. 古生代石炭紀 (上部) (Carbonifero superior)
4. 古生代デボン紀 (中部) (Devoniano indiviso)
5. 古生代シルリア紀 (下部) (Siluriano inferior)
6. 先カンブリア紀 (中部) (Pré-Cambriano indiviso、標高900~1,300 m)
7. 先カンブリア紀 (中部) (Pré-Cambriano indiviso)

また Roraima\* (Territorio) 直轄領の北東部ギアナ国境周辺には局所的に次のような地質の特徴をしめしている (\*元リオブランコ直轄領)。

- a) 洪積世堆積物 (Pleistoceno)
- b) 先カンブリア紀、標高1,800 m (Pré-Cambriano)
- c) 白亜紀 (中生代) (Cretaceno indiviso)
- d) 先カンブリア紀 (中部) (Pré-Cambriano indiviso)
- e) 超塩基性岩および塩基性岩貫入岩 (Intrusivas Ultrabásico e Básicas)

さらにネグロ河 (Negro 河; 黒い水の色の河の意) 下流周辺には古生代のカンブリア紀 (Cambriano) - オルドビス系 (Ordoviciano、古生代) のものがみられる。

(B) アマゾン河南部地域の地質概要

アマゾン河から南に向っておよそ次のような地質系統のものがみられる。

1. 沖積地 (Holoceno)
2. 第3紀 (Terciario)
3. 古生代石炭紀 (上部) (Carbonifero superior)
4. 古生代デボン紀 (中部) (Devoniano indiviso)
5. 古生代シルリア紀 (下部) (Siluriano inferior)
6. 先カンブリア紀 (下部) (Pré-Cambriano indiviso)
7. 先カンブリア紀、標高900 m~1,300 mまたは620~900 m (Pré-Cambriano)
8. 酸性深成岩 (Plutónicas ácidas)

(C) アマゾン横断道路沿線の地質の概要 (I, C, Falesi, 1972)

- a) 先カンブリア紀の結晶性塩基性岩類

1. 判別困難な累層群 (Complexo indiferenciado) (Gnaissos, Migmatitos, Granitos)

2. Tocantins 累層群 (Filitos, Micaxistos, Quatizitos)

b) マラニオン盆地累層 (Formação da Bacia Maranhão)

1. 白亜紀 (上部) (中生代) - Itapecura (赤黄色の砂岩、チャートの薄層)

2. ジュラ紀 (中生代) - Corda 層 (もろい珪酸質な交叉した帯赤色成層、赤色砂岩)

3. 三畳紀 (下部) (中生代) - Sambaiba 層 (帯赤色の細砂岩)

4. 二畳紀 (古生代) - Podra do Fogo 層 <燧石> (燧石の段階の帯赤色頁岩)

5. 石炭紀 (古生代) (判別困難、indiferenciada)、(淡色砂岩、灰色シルト岩、緑色から藤色の頁岩、石灰岩)

6. デボン紀 (古生代) (判別困難、indiferenciado) (頁岩、シルト岩、淡色砂岩、雲母細砂岩)

註: Folhelhos を頁岩に、Indiferenciado を判別困難などと訳した。

c) アマゾン盆地累層 (Formação da Bacia Amazônica)

1. デボン紀 (上部) (古生代) - Curuá 層 (砂岩、暗色頁岩)

2. デボン紀 (下部) (古生代) - Maccurú 層 (淡灰ないし暗灰色細砂、灰色から黒色頁岩を夾むシルト岩)

3. シルリア紀 (上部) (古生代) - Trombetas 層 (珪酸質富化層、もろい淡色の砂岩、雲母質で暗色の頁岩)

4. オルドビス紀及び石炭紀 (古生代) - Uatumi 層 (凝灰岩、Tufitos, Grauvacos)

註: Grauvacos は Greywacke (硬砂岩) の意に該当すると思われる。

Maranhão 盆地の堆積物

Maranhão 盆地 (マラニオン) の西側に堆積している Pacote (群、小包?) を構成している岩石類は Estreito の部落と Igarapé Lago Vermelho との間に位置している区間の道路に沿って露出しており、そのものは古生代及び中生代の累層を包含している。古生代の岩石類はデボン紀 (判別困難、indiferenciado)、石炭紀そして、二畳紀の「燧石」の累層によって代表されている。中生代の岩石類は Sambaiba 累層 (三畳紀下部)、Corda 累層 (ジュラ紀)、Itapecuru (白亜紀上部) 累層を包含している。調査した地域で 130 m の厚をもつデボン紀 (判別困難、indiferenciado) の岩石類は頁岩 (Folhelhos)、シルト岩 (Siltitos)、淡色で細粒質のよく層理の発達した雲母質な砂岩がみられる。そしてこれらのものは、Tocantins 累層群の岩石類のうえに、不整合に横たわっている。平均 70 m の厚さをもつ石炭紀 (判別困難、indiferenciado) の累層はマンガンの水酸化物によって汚染されたもろい白っぽい砂岩の変質物、淡緑色および藤色の破碎殻、細粒質の層理をもしめす灰色のシルト岩、そして脈 (Veios) をともなった帯赤色の石灰岩、Geodos (ジオード、中空

の球状体で、石灰岩中に、またはまれに頁岩中に生ずる)や drusas de Calcita (方解石のジオードおよび晶洞)などによって代表されている。ことなつた三地域にみられる燧石累層は平均約 65 m 周辺の厚みをしめている。そして破砕物の段階及び “Blocks de siltex” をもつ赤味のある頁岩によって構成されている。約 100 m の厚さをもつ Sambaiba 累層は異なつた二つの区間のなかに露出している。そしてこのものは赤味をおびたバラ色から黄色がかつたクリーム色の砂岩から構成されている。そして、この砂岩は交叉した層をしめす分離の悪いもろいカオリン質の粘土質物やときどき軟かく硅酸富化をしめす石英の小石状の大きさをしめすものなどからなつている(この Sambaiba 累層は Escarpas (急斜面?)をなし、そしてこれらの堆積物は砂漠性気候下での風積作用を暗示している)。20 m の厚さをもつ、Corra 累層(ジュラ紀、中生代)は Estreito から Araguatins の間に点散的に露出している。そしてこのものは一般的にはシルト質ないし粘質な細粒ないし中粒な粒状をもつた赤味ないし、バラ色の砂岩からなつている。しかも石英質な硅酸富化物が優勢で交叉した層序をしめしている。Itapecurú 累層(白亜紀上部、中生代)は粘土質でよく層状化している「小」ないし「中」程度の粒塊をもつもろい帯赤色の砂岩からなつている。そして水平的な層序をしめす“チャート”の薄層を間に夾んでいる。

#### アマゾン盆地の堆積物

Xingú 河と Tapajós 河との間に位置している区間のアマゾン横断道路(Rodovia transamazônica)に沿つてみられる岩石類は Uatumã、Trombetas、Maecuru および Curuá 累層に属している。そしてアマゾン盆地の南側の古生代の堆積物の続きの部分をしてなしている。カンブリア紀 - オルドビス紀(古生代)の Uatumã 累層は Grauvacas、Tufos (凝灰岩)及び Tufitos からなつていることで特徴づけられている。そして暗灰色で細粒質で緻密な Grauvacas はチャート、流紋岩、安山岩の豊富な岩片からなつている。しかし、Tufos 及び Tufito は流紋岩(Riolíticas)および Riocitica (石英安山岩質流紋岩)の組成をしめしている。シルリア紀(古生代)の Trombetas 累層は淡色のもろい砂岩によって構成され、そしてときどき緑色がかつた灰色の頁岩を局部的に含んでいる珪酸にとんだ雲母質物で構成されている。デボン紀(下部)の Maecuru 累層は淡灰色ないし、暗灰色の細粒状の砂岩や灰色ないし黒色の頁岩が間に入っているシルト岩等によって構成されている。デボン紀(上部)の Curuá 累層はときどき瀝青質の暗色頁岩及び砂岩で主に構成されている。

#### 塩基性火山岩類

調査地域内にみられる塩基性火山岩類は玄武岩の広大な噴出および輝緑岩の貫入などによって構成されており、それらの塩基性火山岩類は Tocantins 累層群(先カンブリア紀)の岩石類と Maranhão 及び Amazon 盆地の一連の堆積岩類層を貫ぬいている。三疊紀中部(中生代)のこれらの岩石類は Altamira-Itaituba 及び Estreito-Araguatins 間にもっとも特徴的な露頭としてみられる。調査した地域の塩基性火山岩類に属する輝緑岩類及び玄武岩類は暗

色を呈しており、そして鉄酸化物、曹灰長石 ( Labradorita )、普通輝石などによって形成されている。

最近の堆積岩類

調査した地域は河川、小水路 ( Igarapés ) の沖積地であり、その堆積物は岩片、砂、粘土などから構成している。

### Ⅲ) アマゾニアの地形

アマゾン盆地は中央ブラジルとギアナの楯状地形 ( Shield ) との間に広がる低い堆積地域からなっている。そして、すでに述べたように、アマゾンの盆地は Acre 盆地 ( Basin )、アマゾン本流盆地、Marajó 盆地、Maranhão 盆地などからなっている。

ブラジルの北部はほぼ赤道に平行して東西に流れ大西洋に注ぐアマゾン河 ( 全長 6,200 Km、ブラジル領内 3,200 Km ) を中心に、それに注ぐ大小の支流河川によって形成されている。そしてそれらの地域は浸水低地、湖沼沢や凹地からなる低湿地域 ( Igapó、Várzea ) とそれより一段高い小規模な Trato や Tesos と呼ばれている更新世 ( 洪積世 ) ( Pleistoceno ) の台地面がみられる。そしてこの小規模の台地面よりさらに高い地形面の第三紀堆積面の所謂 Terra firme と呼ばれている地形面がみられる。さらに、第 2 図にみられるように、アマゾン本流を中心に南方に広がる中・古生層および先カンブリア紀からなる準平原の大平原地帯へと続いている。従来アマゾニアの地形は極めて単調な平坦な地形面からなっているとされてきた。例えば、アマゾン河口から 3,000 Km 上流でその高度差がわずかに 65 m 内外にしか達していないこと等である。しかしこれは巨視的にみた場合であり、土壌の生成や分類および作物立地の立場から現地を調査するとその地表面はそれほど単純なものではなく、低い段丘状の地形面や緩かな各種の波状地形や丘陵と呼んでもよいような地形もみられる。

一般的に Floodplains や Valley bottoms は沖積地 ( Holocene age ) であり、普通二つの Groups に分けられている。(1) Igapós と呼ばれ常時水浸しているような低地、(2) Várzeas と呼ばれ間歇的に水浸するような低地である。Várzeas は広い Lowland 地域にみられ、高低によっていくつかに分けられている。Igapós は Upland 地域内の凹地かその周辺にられる低地である。また海岸に沿った地域及び河口地域の低位の段丘の大部分は海成の海岸段丘またはやゝ古い、多分沖積世 ( Holocene age ) の海成海岸デルタ ( アマゾン河の場合はその面積が小さい ) とみられている。少なくとも Amapá 領内 ( アマゾン河口北部地域 ) の Savanna ( Cerrado ) 地域はそれに該当しているとされている ( W. G. Sombroek, 1966 )。Várzeas は代表的な粘質な堆積物からなっており、Silts, Silty clay, Clay ( 微砂、微砂質粘土、埴土 ) などからなっている。やゝ図式的になるが、アマゾン流域の地形面をのべると次のようになる。

#### 1) アマゾン河水面

2) Várzeas  $\left\{ \begin{array}{l} \text{低い Várzea} \\ \text{高い Várzea} \end{array} \right.$

3) Tratos — Várzea と Terra firme の中間で相対的に低い地形面

4) Igapós — 地形面というよりは局所的に常時浸水地域

5) Terra firme — 河川による洪水のみられない地形面(台地)

Terra firme より稍々低い Várzea より高い水準面に位置するものに、Tosos や Tratos がある。この Tosos の面に該当すると考えられるものにアマゾン河口の Marajó 島や Belém 市近郊の大西洋岸に近いブラガンサ沿線の一部などにみられる地形面がある。こういった地形面には、地下水型ラテライト(Laterita hidromorfica)等が分布している。Várzea は水面水準の変化の特徴や水の性質によってそれぞれ次のように細分されている。

1) Várzea do rio (河口の水面の年間の変動にもとづく低地)

2) Várzea da chuva (降雨による年間の水面のちがいによる低地)

3) Várzea da maré (潮、海水面の変動による低地)

4) Várzea do mar (海水及び塩水と淡水の中間の水が水面水準の変化が原因して、運ばれるような海岸に沿った低地)

アマゾニアでもっともその面積の広い地形面は新第3紀の中新世及び更新世(洪積世)に属する Terra firme と呼ばれる面である。そしてこれらは Planície (大平原)や Baixa planaltos Amazônicas (アマゾン低地平原)などと呼ばれ、花崗岩質や片麻岩質雲母片岩の風化堆積物からなっていることは既にのべたところである。アマゾン河を中心に南北にその距離を増すに従いその起伏の程度を増大し、北方のギアナ高地、南のブラジル中央高原に連なる(IGGE、Paisagens do Brasil、1968)。

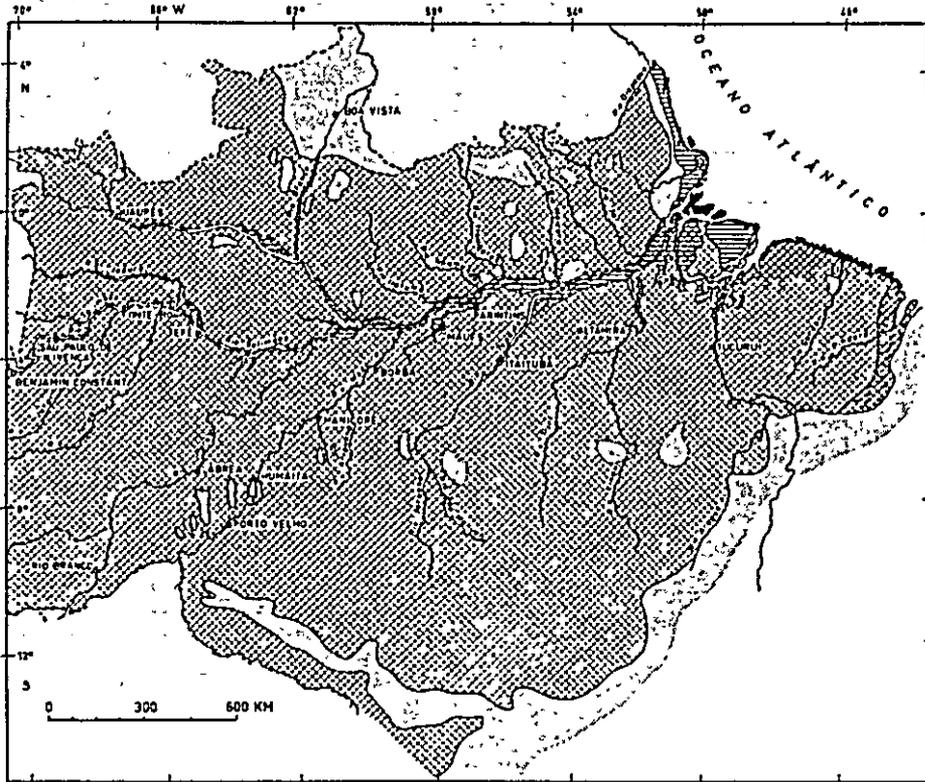
#### Ⅳ) アマゾニアの植生

アマゾニアは巨視的には主として、常緑熱帯降雨林(Evergreen tropical rainforests) (図6、その1では Upland forests、図6、その2では熱帯雨林と表示)で覆われている。これらのアマゾニアの森林については、古くは Humbolt 及び Bompland らによって“Hileia” (Hylaea) と命名されたが、その後南米赤道地域の森林以外にも広く用いられるようになった。この Hileia 地域は森林学的にゴム類の生育立地と一致しているとされており、現にゴムの自然林がアマゾニアには広くみられる。従来この Hileia の他に次のように呼称されてきている。即ち、Hileia Amazônica、Tropical rain forest、Evergreen forest、Foresta equatorial de plaine、Selva equatorial 等である。しかしアマゾニア全体がこのような Hileia でおおわれているわけではない。すでに述べたように、アマゾニアの総面積が 5,057,490 平方キロメートルに対して、所謂原始林の面積は、3,520,318 平方キロメートルで他は再生林(Capoeira)も含まれていると思われる灌木林が 496,510 平方キロメートル、草原地 918,983 平方キロメートルなどによって占められている。

第6図 (その1)

アマゾン地域の暫定的植物分布図

Fig. 6 Mapa provisional da vegetação da Amazônia brasileira



- |  |  |   |
|--|--|---|
|  Upland forests<br><i>Matas de terra firme</i>                                    |  Fresh water swamp forests<br><i>Matas de várzea ou igapó</i>                               |  Mangrove<br><i>Manguais</i> |
|  Upland palm forests<br><i>Cocais</i>   |  Uplands with agriculture and secondary forests<br><i>Terra firme cultivada e cupneiras</i> |   |
|  Upland savannahs and savannah-forests<br><i>Campas, campinus e campina-ranas</i> |  Lowland savannahs and savannah-forests<br><i>Campos de várzea</i>                          |   |

Fig. 6 Provisional vegetation map of Brazilian Amazonia

「Amazon Soils」誌より

第6図 (その2)

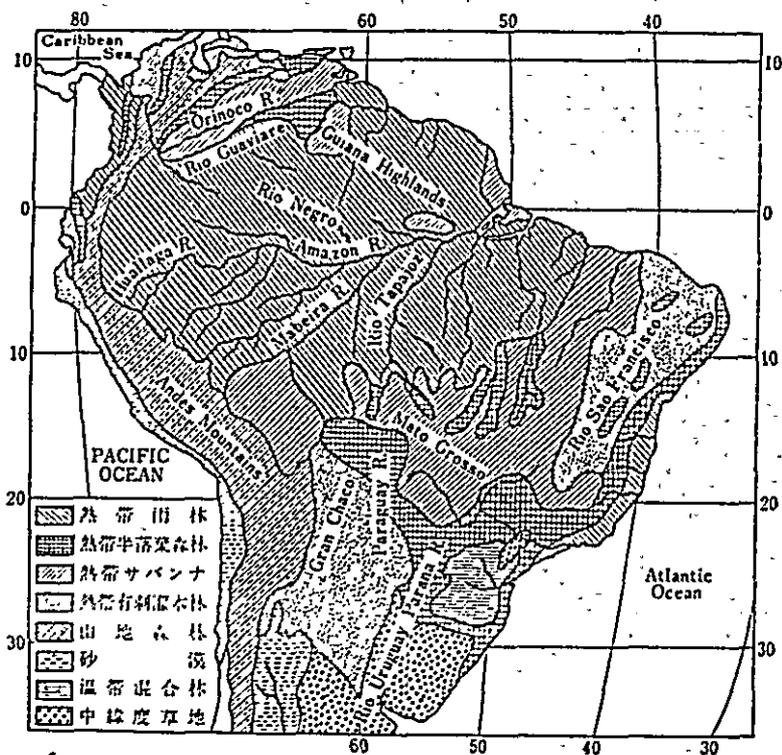


図 6 南アメリカの熱帯の植生 (Rumney, 1968; 能, 1970 より)

(熱帯の生態 I、小川房人 より再引用)

註: 図中 Mabeira R. は Madeira R. の間違い。

灌木林、再生林、原野等を占める植生景観は常緑熱帯降雨林の後退した一つの形態とも考えられる。そしてこれらの森林も内陸に向うに従って乾性型例えば、Cerrado、Campinas、Caatingas (第6図、その2では熱帯半落葉森林、熱帯サバンナ、熱帯有刺灌木林)等の植生景観に移向している。常緑熱帯降雨林は年間降雨量2,000 ~ 3,000 mm以上の高温湿潤地域に分布しており、多様な樹種は約630種にもおよんでいる(このうちアマゾニアでは約150種が工業に適しているとされている)。樹高40 ~ 50 mにもおよぶものもみられ、また着性植物(蔓性植物、さといも科、らん科植物等)を混じえた植物によって構成されている。また局所的にはマングローブ類などの繁茂している地域もみられる。アマゾニアの植生景観は地形 - 土壌 - 水環境等の自然環境条件によっても影響されており、従って植生景観を知ることとは、それをささえている土壌を知るうえからも極めて重要なものである。

次に W. G. Sombroek (1966)、千葉守男 (1970)、Falesi I. C. (1972) などの報告を参考にしながらアマゾニアの森林植生について述べてみたい。

(A) Lowland forests について

この森林植生を次のように細分することができる。(a) Mangue (b) Mata de várzea (c) Mata de igapó ;

Mangue (マングローブ森林) - 海水および Brackish water の影響下にある低地帯の森林である。Marajó 湾や大西洋岸等にみられる。そしてこの Mangue は前記した Hileia とは区別されている。この森林地帯にはマングローブ土壌 (Solos indiscriminados de Mangue) や他の水成土壌 (Solos hidromórficos) 等がみられるのが特徴的である。

Mata de várzea (バーゼアの森林) - Fresh water marsh forest である (Várzea は間歇的に水浸する低地、広い低地としてみられる)。淡水でときどき浸水するような低地のうえにみられる森林である。Várzeas の区分については既に地形のところでふれたとおりであるが、次に簡単にふれておく。

- (a) Várzea do rio (河川によるバーゼア)
- (b) Várzea da chuva (雨水によるバーゼア)
- (c) Várzea do maré (潮の影響のあるバーゼア)
- (d) Várzea do mar (汽水によるバーゼア)

そして、これらの Várzea の森林は Terra firme の森林よりもその種類が少ない。この Várzea の植種は水質や増水の程度や回数に影響されているようである。海水の影響のみられる地域内ではその植種の数が少なく、とくに常時氾らんしているような氾らん原では少ない。Água preta (黒い水) と Água limpa (きれいな水) の地域とではその植生にちがいがあるといわれている。

Mata de igapó (イガポの森林) - この森林は常時浸水しているような低地の森林である。Fresh water swamp forest といえる森林である。

(B) Upland forests について

この森林は洪水の影響のない高台地、いわゆる Terra firme 上の森林である (Mata de terra firme)。沖積地より高い台地で、自由に排水されるような地帯の森林である。Hileia に相当するのは主にこの地形面の森林である。

(C) Special upland forest types について

この森林に属するものは、ツル性植物 (Cipoal)、竹林 (Tabocal)、椰子林 (Cocal) 等である。Hileia と東北ブラジルの Cerrado (熱帯サバナ) との推移帯の部分には椰子類が非常にしばしばみられる。そしてこの椰子類のなかでしばしば Babacu パバス (Orbygnia speciosa) が優勢である。

註) Babaçu はココヤシの一種、やゝ乾性種、より強い乾燥地では Carnaúva カルナウバ(ろうしゅる)の生育地帯となる。

D) Lowland savannahs 及び Savannah - Forests について

この低地サバナ及びサバナ - 森林は次のように細分できる。

註) ブラジルの Cerrado を熱帯サバナと同一視するのには問題がある。半常緑熱帯モンスーン林の二次群系とみなした方がよい。

註) 低地サバナはむしろ低地湿原または低地草原とみなしたい。

Campo de várzea do rio (河川水によるバーゼアの湿原)

河川水で半年間もおおわれているような氾らん原に生育する草本植物の湿原である。この原野で特徴的な草本は Floating canarana (*Echinochloa Polystachya*, a. o.) であるが、より高い地形面では、灌木 (Shrubs) および森林がやゝ多くなる。

Campo de várzea da chuva (雨水によるバーゼアの湿原)

半年間雨水で浸水する低地のうえにみられる草本植物である。この低地には樹木および灌木は普通はみられない。いわゆる Campo limpo と呼ばれるものである。アマゾン河口の Marajó 島の大部分がこれに相当している。

Campo de várzea da mar (海水によるバーゼアの湿原)

海水や汽水による規則的な氾らん低地にみられる主として草本植物による湿原である。マングローブ林をとまなうこともある。

E) Upland savannahs 及び Savannahs - Forests について

この植物景観は台地サバナ及びサバナ - 森林である。沖積地より高い地形面にみられ、非湿生植物(草本)又は灌木によって占められている。その植物構成の特徴によって細区分されている。

Campo (サバナ、草原、原野)

Campo はしばしばかなり広い地域をしめすことがある。Campo の特徴は Campo の周囲が森林でとりかこまれていることである。そして一般的には Watershed regions に多く分布しているが、必ずしも単一な植物によって構成されているものではないようである。典型的な植物は Gramineal (イネ科草本) である。そしてこの Campo には灌木林及び低木林がしばしばみられる Campo coberto もあり、まばらな Campo lavrado あるいは Campo sujo や、また Campo limpo などと呼ばれるものもある。そしてこれらの Campo にみられる植物は発育不良な、いじけた樹木や灌木で荒れた厚い樹皮、そして乾性型植物の葉をもっている。特徴的な森林植物は例えば、Lixeira または Cajueiro do campo (*Curatella americana*)、そして Murici (*Byrsomina Crassifolia*) であるとされている。Campos の地域にはマンガベイラ (Mangabeira) 樹 (*Hancornia speciosa*) がしばしばみられる。野火がしばしばこれらの地域を焼きはらっている。これらの Campos

は森林に取りかこまれているにもかかわらず、Amazon Campos の植物は Hileia の植物とは無関係であるといわれている。しかし Ducke 及び Black (1954) は中央ブラジルの Camp cerrado の植物とは類似していると述べている。しばしば使用されている "Campo firme" の名称は全く不相当である。それはこのサバナ地域は雨期を通じて雨水で地表が水浸しになるからである。実際この Campo 地域の低地はしばしば森林によってしめられている。そしてこの低地の特徴的な植物種は Palm-tree Buriti (Maurita sp.) である。註) Buriti はブラジル産のしゅろ属の植物。

Roraima 直轄領及び英領 Guiana に接する広い地域の Campos は事実として Hileia の圏外にあるといいうる。

#### Campina (小地域のサバナ)

中程度の森林地帯のなかにみられる小面積のサバナについて Campinas という名称が与えられている。そしてこのなかには、雨期に地表面が雨水によって浸水し沼沢化するようなところも含まれている。白砂になっているようなところは局所的に灌木や低木にとって替わっていることもある。Campinas の草本植物の構成は Campos のそれとはちがっているとされている。イネ科植物 (Gramineal) は Cyperaceal よりもその数が少ないといわれている。また Campinas は森林植物とは大きな相違がみられ、Hileia の植物群 (相) に属しているがまた Caatinga Amazonica の植物群 (相) とも関連がみられる。この Campinas の分布は実際的には第 6 図、その 1 よりもその面積が広いようである。Campinas の典型的な分布地域は Rio Negro の低地及び Trombetas との間の地域にみられる。Manaus 近くでは小川に沿ったところに不規則的にみられる。Campinas の名称にはいろいろと問題があるようである、例えば Campinas はせまい範囲の Campo を表わすのに用いられたり、また Campinas 植物をもつ地域を "Campo" 又は "Campo grande" とすら呼ばれたりしているようである。

#### Caatingas Amazônica (アマゾンのカアチングス)

このアマゾンのカアチングスは Savannahs - Forest 型の一つとみなされている。まばらな高い樹木を共なる灌木 (Arbusto) や低い樹木 (Arbore) から構成されている。そしてこれらの灌木や低木はほぼ一様な樹高をもっているのが特徴である。木本植物は実際的にはほとんど常緑樹であり、この植物群 (相) は明らかに Hileia のそれに属している。Ducke 及び Black (1954) によれば、Caatingas Amazônica はアマゾニアの他のどの地域の植物構成よりもその植物の種類が豊富であると指摘している。この Savannah - Forest はネグロ河 (Rio Negro) 中流および上流の放水地域に典型的にみられる (Tributaries Curicuriari, Içana and especially Vaupés)。またアマゾン河上流にもまたみられる。

Campina - Rana (サバナ - ラーナ)

これは Savanna - Forest の一つの植物景観であり、高い樹木の樹林帯の間に孤立してみられる。Campo あるいは Campina と高樹林帯との間の推移帯にみられる。アマゾニアの大部分の Savanna - Forest はこの型に属している。

### Ⅲ アマゾンに分布する主な土壌の概況

既にふれたように、アマゾニアの面積はブラジル国の約59%に当たる5,057,490平方キロメートルにもおよんでいる。そしてこの地域のほとんどが原始林、灌木林、草原地などによっておおわれている。農耕地はわずかに0.1%にすぎない。アマゾニアの自然環境や開発の現状、そして土壌調査者の不足などがあいまって、アマゾニアに分布する土壌の実態を科学的に知るにはなお困難がある。とはいえ、Emprôsa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 伯国農牧畜調査公団（前、IPEAN 北伯農牧畜試験調調研究所）や Instituto do Desenvolvimento Económico Sociol do Pará (IDESP)、および RADAM（アマゾン審議会）などによってアマゾニア各地の土壌が調査されてきている（1964、1969、1970、1971、1972、1973）。また Camargo, M. によってブラジルの概要土壌図（Soil Association）も発表されている。さらに連邦政府の企画調整庁によって土壌概査図が発表されている（1968～1970年開発計画に関連したブラジル農牧地帯に関する特別報告書）。また FAO-UNESCO はラテンアメリカについての土壌調査、対比および解釈会議（1966年、ブエノスアイレスで開催）を開き、それにもとづいて1971年に南アメリカ土壌図を作成している（FAO-UNESCO、1971、1/500万）。アメリカの方法（1949年、米国農務省）に準じ、ブラジル土壌学会で制定した、Manual de Metodo de Trabalho de Campo（1967年改訂）を基準に調査がなされてきているが、アマゾニアでもその方法によって実施してきている。Lúcio S. Vieira（1971）もこういったなかで、パラ州の土壌調査を実施しその報告をしている（Fig. 7）。また Falesi I. C.（1972）はアマゾン横断自動車道路沿線の土壌調査を実施し、Solos da Rodovia Transamazônica を発表している（アマゾン横断道路沿線の土壌）。

アマゾニアの開発はブラジルにおける重要国策の一つとして重視され、その一環として、アマゾン横断自動車道路の建設や農業団地の建設などが進められている。これらの開発に対応して土壌調査も実施され、そのなかでアマゾニアにおける各種の土壌の実態も一増明らかになってきている。

アマゾニアには各種の土壌が分布しているが、そのなかで、その分布面積も広くまた農業上からも重要な土壌は主に次のようなものである。

各種のラトソル（Latossolos）と赤黄色ポドゾル性土壌（Podzolic Vermelho Amarelo；Red yellow podzolic soils）などである。また、その分布面積はせまいが、土壌の肥沃度が高く、農業的に重要である通称ターハ・ホーシャ（Terra Roxa）と呼ばれる土壌がある。ラトソルはブラジル全体の土壌分布面積の約55%（南米農業要覧、昭和49年）以上を占めており、従ってその基礎的研究と肥沃度促進の究明がきわめて重要である。赤黄色ポドゾル性土壌は約5～7%ぐらいとみなされているが、アマゾニアではかなりの分布面積を占めているように思われる。これらの土壌と近縁ないしは類似した土壌にラテライ性土壌および赤色土がある。これらの土壌とラトソル、赤黄色ポドゾル性土壌など熱帯、亜熱帯に分布する土壌の占める分布

面積は地球の陸地全体の約19%にもおよんでいる。これらの土壤の分布割合の内訳は各地域別にみると、次のようになる。

南米のうち59%、オーストラリアのうち25%、北米のうち10%、ユーラシアのうち9%、アフリカのうち29%となっている。南米大陸の半数以上が肥沃度の低い土壤によって占められているわけである。そしてこれらの土壤についての研究は温帯や亜寒帯に分布している土壤と比較してなおおこなわれている。今日、世界の食糧問題の重要性が叫ばれており、農林業や牧畜業の産業基盤としても、地球の環境保全のための基礎資料からも、そして国土の財産目録を知るうえからもこれらの土壤の実態把握やその基礎研究は今後ますます重要視されなければならないと考えられる。

#### アマゾンに分布する土壤の基本的特徴

アマゾンには後で述べるような各種の土壤がみられる。VárzeaやTratosを除く、Terra firme上には主としてラテライト性B層をもつ土壤(Solos com B latossólico)、土性B層をもつ各種の土壤(Solos com B textural)、ラテライト性結核物をもつ土壤(Solos Concrecionario Lateríticos)、石英質砂土(Solos Arenos Quartzosos)、そして発達不全な土壤(Solos Pouco Desenvolvidos)などがみられる。これらの土壤の特徴はそれぞれ異なっている。しかし巨視的にみると常緑熱帯降雨林(Hileia)下の自然条件ではポドゾル化ラテライト性土壤が生成しうる条件下にあるとみることができる。それは地表での灰白化作用(Podzolization)と下層でのLaterizationがHileiaの下で重なりあい共に進行するということである。アマゾンのHileia下の土壤には年間を通じてぼう大な落葉量(有機物)がみられ、樹林内は常時湿潤高温(約24~26℃)の条件に保たれており、微生物、土壤動物や昆虫などの活動がきわめて活発である。このようなことから、土壤の表層は強酸性(PII(水)が3台が珍しくない)の状態になっている。このような地表面の条件は土壤中の3.2酸化物を水に可溶性有機-無機の化合物に変化させ、そしてこの水溶性の化合物は特に雨期などに下層へ洗脱されることになる。しかもこの洗滌型の水分状況が優越する条件では水溶性化合物と同時に水に分散されやすい微細粘土粒子もまた下方に向かって移動集積する。他方Hileia内において、土壤表層(落葉層直下)に白い石英砂の集積が一般的にみられる。これはいわゆるA<sub>1</sub>層下の灰白色A<sub>2</sub>層としてみられるPodzolizationではないが、有機酸水溶液などに基く一種の漂白化作用と地表面の雨水による浸食作用が共に作用した総合結果にもとづくものと考えられる。筆者はこの地表面での灰白色の石英砂集積化作用をA<sub>2</sub>層の退色化とともに、湿潤熱帯の土壤生成作用の一特徴として重視している。そしてこの石英砂集積化作用は森林伐採後は有機物の集積、有機酸の生成に基くPodzolizationとは異質の豪雨などによる地表面の浸食作用として顕現化され、荒廃地化へと進むことになる。前記した石英質砂土、レゴソルなどの生成とも関係をもっているものと思われる。アマゾンのような高温多湿、乾雨両期をもつ環境下では有機物は急速に分解され、表層土中(A層)などには、中間生成物である有機酸類は顕著にはみられないとされ

てきているが、しかし地表面で多量の落枝葉が分解しつつあるところでは分解初期にみられる有機酸類の存在が想像される。それはこれらの土壤の表層土で強酸性をしめすことや置換性水素の値が高いことなどからも想像される。有機物中の塩類の下層土への滲透、珪酸塩の加水分解と可溶化、下層土でのPIIの上昇と塩類の富化などが Hileia 下においても下部の土層中で進行している。即ち、アマゾニアの Hileia 下では地表部で熱帯(湿潤)の Podzolization(広義)が下層土では Laterization が同時に進行しているということである。しかし、森林の伐採後は森林下で進行していた諸々の土壤生成作用(Podzolization、有機物・腐植集積化作用、粘土集積化作用、グライ化作用等)に変化をきたし、これらの土壤は一万的に無機的な Laterization が進行し、土壤の消耗化、荒廃化が激れつに進行するようになる。

次にアマゾニアに分布する基本的な土壤である Latossolos と Podzolic Vermelho Amarelo について述べることにしたい。

#### (A) Latossolos の特徴

この土壤は以前はラテライト土壤と呼ばれ、また最近では Ferralsols などと呼ばれている。ここではブラジルの呼称に従って述べることにしたい。現在ブラジルにおいて採用されている Brazilian Latossolos の形態的特徴づけについては、Bennema、Lemos and Vettori (1959)らによる記述が基礎になっているようである。Bennema (1963)の Latossolos についての概念を紹介しておく。

即ち、Latossolos は十分に風化のすすんだ無機質土壤である。そしてこの土壤は風化に対する抵抗性の高い石英、その他の鉱物や 3・2 酸化物、1:1 型粘土鉱物からなっている。風化に対する抵抗性の弱い一次珪酸塩鉱物が欠如しているか、またはほんのわずかに存在しているかのどちらかである。高い陽イオン置換容量をもっている珪酸およびアルミニウムの非晶質物、2:1 型粘土鉱物についても欠如しているか又はほんのわずかである。しかし鉄、マンガ、アルミニウム、チタンの酸化物の結核物は存在している。土壤中にシルト(微砂)の含量は一般的に低い。

- (1) 土壤断面中の層界が不明瞭か又は漸変(但し Ap 層がみられる場合を除く)
- (2) 自然土壤構造単位(Peds)の表面に鮮明な粘土皮膜又はチャンネル内面に鮮明な珪酸塩粘土が欠如又はまれである。
- (3) 粘土の陽イオン置換容量が低い。
- (4) B層又は下層土の土色が赤・黄・褐色をしめす。
- (5) 陰荷電を有する“Natural clay.”(蒸溜水のみで分散して得られる粘土)の欠如かほゞ欠如している。
- (6) 土層が深い。
- (7) 塩基飽和度は全層を隔じて小さい。
- (8) 磷酸の固定力が大きい、また陰イオン置換容量が比較的大きい(筆者はこの点検討の必要

があると考えている。)

- (9) 比較的低い置換性アルミニウム又は比較的低い活性陽イオン置換容量をしめす。
- (10) gully 浸蝕に対する強い抵抗性をしめす。
- (11) よく発達した塊状又は角柱状構造の欠如、構造要素はしばしば微細粒状構造をもっており、孔隙性で砕け易いが、全体的には大きなカベ状の土塊を形成し、多少固結している。
- (12) 湿った時に非常に砕け易いか又は砕け易い Consistency をもっている。
- (13) 高い孔隙性、高い透過性をしめしている。
- (14) 炭素：粘土比が0.015より小さい。

ブラジルにおけるラトソルについての特徴は以上のようなものである。

#### (B) Podzólico Vermelho Amarelo の特徴

この土壌は湿潤熱帯地方に広く分布している土壌である。この土壌は Red yellow Podzolic soils, Tropical podzolic soils, Sols ferrugineux tropicaux lessivés, Podzólico Vermelho Amarelo などと呼ばれてきているものである。P. Buringh (1968、菅原道太郎訳)によれば、この土壌を次の如くに特徴づけている。

(a)鉄分に富み、多くの場合有機物に乏しく、赤色または黄色で、しばしば粘土集積層位をもっている。(b)反面塩基飽和度(V)はときによって35%より多かたり、少なかたりする。(c)粘土集積作用は多くの場合きわめて明瞭であって、粘土含量が著しく低く砂含量が著しく高く、非常に淡い帯赤色のA<sub>2</sub>層位が明瞭に見分けられる(アマゾニアの場合は種々の粘土含量のものが分布している)。(d)粘土集積層位は、多くの場合粘土被覆を持つ角柱構造を成しているものであって、湿潤期において最もよく観察できる。(e)A<sub>2</sub>層位(岩佐<註>アマゾニアのこの種土壌の場合はA<sub>2</sub>層位は必ずしも重要ではない)とB<sub>21</sub>層位とが最も重要である。(f)顕著なそしてきわめて緩慢な透通性の粘土集積層位をもつ各種土壌では、B層位の上方部に擬似グライ(Pseudo gley)が出現する。

またI. P. ゲラーシモフ、M. A. グラーゾフスカヤ(昭和39、1964、菅野一郎・原田竹治・他訳)はアマゾン流域にみられる土壌について、基本的にポドゾール化ラテライト性土壌が分布しているとみなし次のように特徴づけている。(a)土層の上部における強酸性反応(ポドゾール化が進む)と深い土層の部分での中性反応(時にアルカリ性、アリット化過程が進む)。(b)かなりの腐植含量(アマゾニアの現実と必ずしも一致していない<岩佐註>)。そしてその深い滲透。(c)塩基置換容量が非常に小さいこと(3~5me/100g土壌)、その吸着イオン組成の大部分は水素イオンとアルミニウムである。(d)土壌断面中SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>およびSiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の分子比に変化がみられる(A<sub>2</sub>層のポドゾール化でSiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が大きく、集積B層でAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含量は最大に達する)。

ブラジル(Lúcio S. Vieira, 1975)では、これらの赤黄色ポドゾール性土壌を集積B層をもつ土壌の内に位置づけし(Solos com B textural)、それを塩基の含量(塩基飽和度)

と粘土含量によってそれぞれ細分している。例えば、赤黄色ポドゾール性土壤、粘質、貧 (Podzólico Vermelho Amarelo Argiloso Distrófico) 又は赤黄色ポドゾール性土壤、粘質、富 (Podzólico Vermelho Amarelo Argiloso Eutrófico) などである。

次にアマゾニアにおけるこの土壤 (花崗片麻岩の母材) の特徴について述べておく。

- (a) 中程度の深さの土層をもつ土壤。
- (b) 排水は良好である。
- (c) 強酸性ないし酸性の反応をしめす。
- (d) B層の土色は黄赤色ないし強い褐色。
- (e) 土性は普通は粘質であるが変化がある。
- (f) 構造は小・中の半角塊状ないし角塊状構造である。
- (g) 皮膜 (粘土) が弱から中程度にみられる。断面中にコロイド状粘土の顕著な移動。
- (h) B<sub>2</sub>及びB<sub>3</sub>層に斑紋の存在 (但しこれは花崗岩～片麻岩から由来した母材の風化作用に基因した生成物)。
- (i) 陽イオン置換容量は風乾土 100 gr 当り 10 meq 以下である。この原因は 1 : 1 型粘土鉱物 (カオリナイト等) の優勢な存在による。
- (j) 塩基飽和度(V)は低い、しかし Latossolos に比較してより高い値をしめしている。
- (k) この土壤は中程度ないし低い自然肥沃度である。

尚、この他に(l)集積B層をもつA、B、Cの各層からなっている。(m) A層は暗黄褐色をしめす。(n) 乾いた時は固い Consistencia をもち湿った時には可塑性と粘着性をしめす (粘質な土壤の場合)。(o) 時として集積B層が基因してA層の下部に水酸化鉄の斑紋がみられることがある。(p) A<sub>2</sub>層がみられるものもある。(q) "Natural clay" の含量はしばしば比較的高い値をしめしている (Latossolo より)。(r) "ki" 値 (SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 分子比) は普通 1.8 以上である。(s) 置換容量 (陽イオン) はしばしば Latossolo B層より高い値をしめしている。(t) 風化しうる一次鉱物がなお存在しているようである。(u) シルト (Silt) 含量はしばしば Latossolo B層におけるよりも高い (ブラジルでは Silt/Clay 含量比が典型的な Latossolo では最大限 0.25 としたらどうかという提案が D'Hoore (1960) によってなされている。しかし Bennema は例えば Terra Roxa Legitima ではカオリン及び酸化鉄鉱物のような二次鉱物はごく小さい結核物として Silt (微砂) 部分として存在しているので、その比を高くしていることを指摘している)。(v) しばしば連続的な Clay skin がみられ、比較的少ない孔隙量をしめしている (Latossolo に比して) 等をくわえておく必要がある。

以上、ラトソル及び赤黄色ポドゾル性土壤についてのそれぞれの特徴をしめしてきたが、両者の現場における区別には、しばしば困難がある。アマゾニアにおいては両者の土壤はしばしばきわめて接近してみられるが、それはむしろ普通である。Clay skin (粘土皮膜) や Lâmina (チャネル内にみられる粘土皮膜) などは土性なども反映して両土壤の区分に必ずし

も有効ではない。(但し、Heavy textured Podzolic soils と Heavy textural Latosols との区分には Clay skin が有効だとする研究者もいる)。

従って両土壌 (Latosoles と Podzolic Vermelho Amarelo) の区分には従来の指摘と共に次の諸点を加えることが重要である。

- (a) 土層内での土性の変化
- (b) 二次生成物部分の鉱物学的組成及び組み合わせ
- (c) 陽イオン置換容量の程度
- (d) 易風化一次鉱物の状態
- (e) シルトの含量 (Silt/Clay 比等)
- (f) 土層の内部排水状況及び孔隙状況
- (g) 土層の深さ

#### Ⅳ アマゾンに分布する各種土壌の特徴

現在までに判明しているアマゾンに分布する各種土壌の特徴について、Dr. Lúcio S. Vieira (1975) の最近の著書から次に引用しておきたい。

##### I) アマゾニアの土壌分類命名の沿革

アマゾニアの土壌分類命名については、Baldwing、Kellog 及び Thorp らによって提案された土壌命名単位を部分的に改変して実施採用してきている。土壌命名単位の“fase”の決定には、化学的性質および Geo-ecológicos の要因などが考慮され使用されている。

##### II) 土壌の分類及びその断面特徴

###### (a) ラトソル性B層をもつ土壌 (Solos Com B latossólico)

- 1) 黄色ラトソル (Latosolo Amarelo)
- 2) 人為的腐植質黄色ラトソル (インディオの黒色土) (Latosolo Amarelo Húmico Antropogenico 又は Terra Preta do Indio)
- 3) 赤黄色ラトソル (Latosolo Vermelho Amarelo)
- 4) 暗赤色ラトソル (Latosolo Vermelho Escuro)
- 5) 赤紫色ラトソル (Latosolo Roxo)

###### (b) 土性B層をもつ土壌 (Solos Com B textural)

- 6) 赤黄色ポドゾル性土壌 (Podzolic Vermelho Amarelo)
- 7) 帯赤褐色ラテライト性土壌 (Laterítico Bruno Avermelhado)
- 8) 帯赤色ブルニゼム (Brunizem Avermelhado)
- 9) プラノソル (Planossolo)

###### (c) ラテライト性結核土壌 (Solos Concrecionário Lateríticos)

- 10) ラテライト性結核土壌 (Concrecionário Laterítico)

###### (d) ヴァーティソル (Vertissolo)

- 11) ヴァーティソル (Vertisol)

###### (e) 石英質砂土 (Solos Areno Quártzosos)

- 12) 石英質砂土 (Areira Quartzosa)
- 13) 海成石英質砂土 (Areira Quartzosa Marinha)

###### (f) 地下水型土壌 (Solos Hidromorficos)

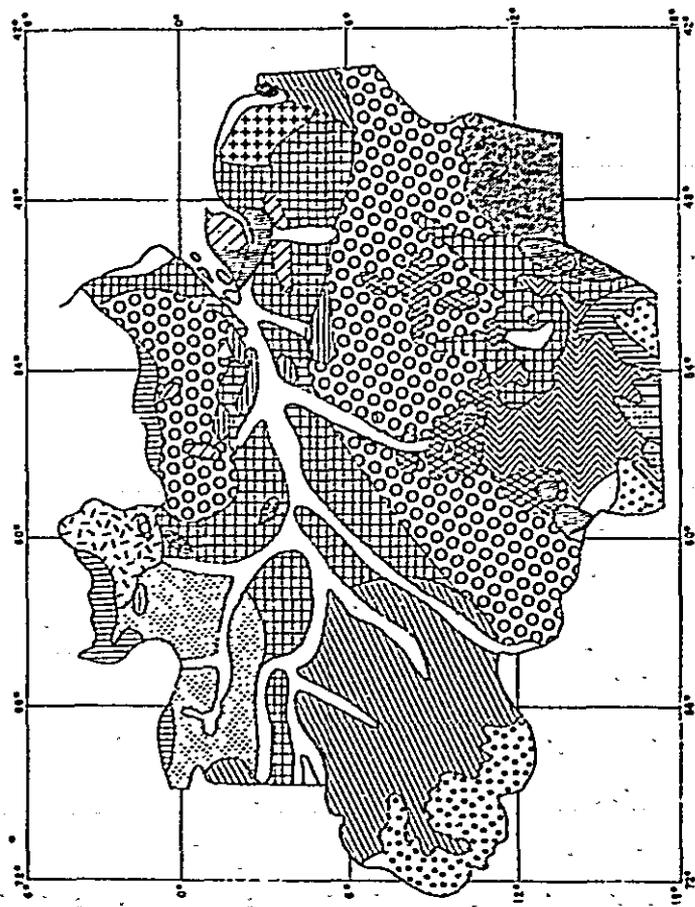
- 14) 地下水型ラテライト土壌 (Laterite Hidromorfica)
- 15) 地下水型ポドゾル (Podzol Hidromorfico)
- 16) 低腐植質グライ土壌 (Glei Pouco Humico)
- 17) 腐植質グライ土壌 (Glei Humico)
- 18) 図示困難な地下水型土壌 (Hidromorfico Indiscriminados)

Fig. 7 OS SOLOS DA AMAZÔNIA

MAPA ESQUEMÁTICO DE SOLOS DA REGIÃO AMAZÔNICA

— LEGENDA —

- [Symbol] Latossolo Amarelo Podzóico Hidromórfico e Laterita Hidromórfica (Regossolo)
- [Symbol] Latossolo Amarelo e Concrecionário Laterítico
- [Symbol] Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo e Areia Quartzosa
- [Symbol] Latossolo Amarelo, Laterita Hidromórfica e Hidromórficos de Mangue
- [Symbol] Latossolo Vermelho Amarelo, Laterita Hidromórfica, Planossolo (Planossolo e Vertissolo)
- [Symbol] Latossolo Vermelho Amarelo, Areia Quartzosa (Vertissolo)
- [Symbol] Latossolo Vermelho Amarelo e Podzóico Vermelho Amarelo
- [Symbol] Latossolo Roxo e Laterítico Bruno Avermelhado
- [Symbol] Podzóico Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Amarelo
- [Symbol] Podzóico Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo e Laterita Hidromórfica
- [Symbol] Podzóico Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro
- [Symbol] Podzóico Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo e Laterítico Bruno Avermelhado.
- [Symbol] Areia Quartzosa e Latossolo Vermelho Amarelo
- [Symbol] Laterita Hidromórfica, Hidromórfico Indiscriminado (Planossolo)
- [Symbol] Laterita Hidromórfica, Gisel Pouco Húmico e Hidromórfico Indiscriminado.
- [Symbol] Laterita Hidromórfica, Latossolo Amarelo e Gisel Pouco Húmico
- [Symbol] Laterita Hidromórfica, Gisel Pouco Húmico e Latossolo Vermelho Amarelo.
- [Symbol] Gisel Pouco Húmico, Laterita Hidromórfica e Latossolo Amarelo.
- [Symbol] Regossolo, Podzóico Hidromórfico e Latossolo Amarelo
- [Symbol] Solos Litólicos, Podzóico Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Amarelo
- [Symbol] Aluviais, Gisel Pouco Húmico e Hidromórficos Indiscriminados.



ESCALA  
0 10 20 Km

1232-552-2211-VI-VI-VI

(g) 塩類土壌 (Solos Halomorficos)

19) ソロンチャク (Solonekak)

20) 海・河岸湿地帯の判別困難な土壌 (マングローブに由来する判別困難な土壌) (Solos Indiscriminados de Mangue)

(h) 発達不十分な土壌 (Solos Pouco Desenvolvidos)

21) カンピソル (Cambissolo)

22) レゴソル (Regossolo)

23) 沖積土 (Solos Aluviais)

24) リトソル性土壌 (Solos Litólicos)

【ラトソルB層をもつ土壌】

Latossolo Amarelo (黄色ラトソル)

この土壌の分布の広さからみて、農業的にもっとも重要で代表的な土壌である。

土層の深さは1.5m またはそれ以上の深さによって特徴づけられ、そしてその土層は、Formação Barreiras の砂岩および粘土岩の風化物からなっている。この土壌は老化した土壌であり、酸性から強い酸性を示し、そして時々是非常に粘質な特徴を現わすにもかかわらず、排水のよい土壌である。土壌断面中の粘土 (Argila) の含量は非常に変化にとんでいるが、その土性の区分は次の如くおこなうことができる (黄色ラトソルの fases 決定の場合の区分)。

- a) 黄色ラトソル・中粒質 (17 ~ 35 %) media
- b) " ・半粘質 (35 ~ 50 %) meio argiloso
- c) " ・粘質 (50 ~ 70 %) argiloso
- d) " ・重粘質 (70 %以上) muito argiloso

(B層における粘土含量に対応して区分している)。

下層土の土色は暗灰褐色 (10 YR 3/2、湿) から黄色 (10 YR 7/6、湿) へと変化をしめしている。A層は29 cmから58 cmと種々の土層の厚さをしめしており、A層の下部にはラテライトB層 (óxico) を有している。そしてこのA層の物理的特徴として、孔隙を有し、発達不十分な細粒状構造や小半角塊状構造から無構造と変化にとんだ構造をしめしている。厚さが100 cmから150 cmをもつB層は発達不十分な小半塊構造やそしてしばしば無構造という土層の特徴をしめしている。そしてこの土壌の断面はA<sub>1</sub>、A<sub>3</sub>、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub> およびC層から成っている。

\* 老化: 「ラトソルB層をもつ (Óxico)」は風化作用の進んだ段階の証拠である。1:1型粘土の種々の割合および風化に対する抵抗性の強い副次的な鉱物 (主として石英) をともなう加水酸化鉄および加水酸化アルミニウムの混合物からなっているところのB層を呈示している。粘土100g当り10meより低い全塩基量をしめしている (酢酸アンモニアで抽出される塩基量およびKClによるアルミニウムの量)。水による粘土の分散が5%以下およびシルトの含量が8%以下かまたは Silt/Clay の値が0.25以下の必要がある (Barreiras 層ではシルトが15%以下)。

### Latossolo Amarelo Humico Antropogênico (人為的腐植質黄色ラトソル)

この土壌は一般的に Terra Preta do Índio (インディオの黒色土) と呼ばれている。この土壌はしばしば A 層の土色はかなり濃暗灰色 (10 YR 3/1、湿) をしめしている。そして土壌中の炭素含量はかなり高いようである。そしてこの A 層 (10 YR 3/1、湿) は 40 ~ 120 cm (Epipedon antrópico) までの種々の深さをしめしている。排水良好であり、酸性が弱く、そして土壌は極めてろく砕け易い。深さが 150 cm まで達するほどの B 層は黄色 (10 YR 7/6、湿) 又は明褐 (7.5 YR 5/7、湿) 発達不十分な構造と排水良好な特徴をこの B 層はもっている。

### Latossolo Vermelho Amarelo (赤黄色ラトソル)

この赤黄色ラトソルはオークリック (Ócrico) A 層およびラテライト性 B 層 (Óxico) の特徴をもっている。そしてまた深い土層断面、低い自然肥沃度、低い塩基飽和度 (粘土の活性度) をしめしている。この土壌はその土層の深さおよび土層の色合の "Croma" および "Valor" においてブラジル南部で記載されているこの種の土壌単位ときわめてよく類似している。A 層はその深さが 19 cm から 47 cm の間の種々の深さを示している。そしてこの土壌は暗褐 (7.5 YR 3/3、湿) から赤褐 (7.5 YR 4/4、湿) の土色を呈している。ごくまれには、10 YR の色合をしめしている。B 層の厚さは中程度の 140 cm であり、赤黄 (5 YR 4/6、湿) 又は赤褐 (5 YR 5/8、湿) の土色が優位なものである。また 10 YR および 7.5 YR の土色のものも見いだされている。この B 層はやゝ固く、砕け易い。そして黄色ラトソルに類似したいろいろな土性を現わしている。土壌断面は A<sub>1</sub>、A<sub>3</sub>、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub> の各層位に分けられ、しばしばさらに再分されており、そして種々の深さの C 層に分けられる。

註1) 粘土の低い活性度: 粘土 100 g 当りの交換陽イオン容量(T)が 24 me より低いとき (炭素についての誤差修正後、熱帯条件下では炭素の 1 g は T の 4.5 me に相当するとされている)

註2) 粘土の高い活性度: 粘土 100 g 当り交換陽イオン容量(T)が 24 me 以上のとき (炭素についての誤差修正後)。

### Latossolo Vermelho Escuro (暗赤色ラトソル)

オークリック A 層 (Ócrico)、ラテライト性 B 層を有しており、この B 層の土色は 2.5 YR および 10 YR の暗赤色をしめしている。そしてこの土壌は赤黄色ラトソルと赤紫色ラトソル (Latossolo Roxo) との中間段階に位置するものである。そのちがいは、暗赤色ラトソルは貧弱な母材 (アルカリ土類) から由来しており、従ってその土壌の母材、層の構成 (Formação) ははじめから貧弱な土壌である。赤紫色ラトソル (Latossolo Roxo) は鉄含有量の高い母岩から由来しており、従って同様に塩基含量も高い値をしめしている。また貧赤紫色ラトソル (Latossolo Roxo Distrófico) も見い出されているがそれはかなり高い栄養分を含有している。この暗赤色ラトソルと呼ばれている土壌はかなりの深さの土層をもっており、暗赤色 (2.5 YR 3/6、湿) で排水良好な特徴をもっているが、特徴にとばしい土壌断面をしめしている。そしてこの土壌断面の層界は常に散漫である。A<sub>1</sub>、A<sub>3</sub>、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> そして C 層の断面をもっており、土層の厚さが中度の A 層の場合、その厚さは 40 cm から 70 cm をしめしている。そして B 層のそれは

250 cmの厚さにも達している。

註) 富 (entrofico) および貧 (distrofico) の表示。 富: (飽和度V%が50%か又はそれ以上)。

貧: (飽和度V%が50%以下)。

#### Latossolo Roxo (赤紫色ラトソル)

従来この土壤は Terra Roxa (テバホーシャ) と呼ばれてきた。赤紫ラトソルは自然肥沃性が高いということをしめす観点から農業的にもっとも重要な土壤の一つである。この土壤の土色は 10 Rかまたは 2.5 R 3/4 (暗赤褐色) で光沢のない赤色が主に支配しているのが特徴である (湿った時に土色が紫がかかった色になるらしい)。赤紫色ラトソルは黄色ラトソル、赤黄色ラトソルまたは暗赤色ラトソルとは土色において、また土層の深さにおいて相違しているにもかかわらず、形態学的に類似している。この土色のちがいは、赤紫色ラトソルが母岩から直接風化作用を受けてきたということや堆積物から主に由来した黄色ラトソルおよび赤黄ラトソルに、また加水酸化鉄含量などにもとめられるような単なるちがいではないようである。黄色ラトソルはその断面内に  $Fe_2O_3$  の平均 3.51 % を含有しているのに、Latossolo Roxo (赤紫色ラトソル) では、32.44 % のオーダの値をしめしており、そしてこの値は鉄の 2.3 酸化物として黄色ラトソルのそれのほぼ 10 倍の含量に相当している。赤紫色ラトソルの断面の形態的特徴はその種々の層位がほんのわずかなちがいをしめすのみであり、そしてその層界散漫の特徴をしめしている。この赤紫色ラトソルの他の土壤との相違の主たる特徴は次のような点にみられる。すなわち各層位間の土色のほんのわずかなちがいをしめすのみであり、断面内の土性のほぼ一様な分布、各層位間の境界区分の困難性、表層 (主に  $A_3$  層) 中の Agregados の強い安定性、孔隙の豊富な存在、重鉍物の豊富な存在 (磁力で引きつけるものの多い) などにしめされている。この赤紫色土壤は Cline (1955) によつてのべられている塩基、硅酸、アルミニウムの含量に関するハワイの "Humic Ferruginous Lalosol" に比較される。同様に Bachalier (1957) によつてのべられている Cameron の古い玄武岩のうえに生成している "Sols Brun Rouge et Rouge" とよく類似している。また、"Krasnozems" の名で呼ばれている Australia の若干の土壤や Cuba の "Nipe clay" とよく類似している。土壤断面は  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $B_1$ 、 $B_2$ 、C の層位をしめしている。

#### 【土性B層をもつ土壤】

##### Podzólico Vermelho Amarelo (赤黄色ポドゾル性土壤)

赤黄色ポドゾル性土壤は排水良好でよく発達した土壤断面をもち、酸性をしめす土壤である。そして活性度の低い粘土質な層のうえに発達微弱な A 層 (Ócrico) が支酸的な土壤である。 $A_1$  層はわずかに退色した  $A_2$  層か又は  $A_3$  層のうえに位置している。そしてこの層は、基色が 7.5 YR 又は 5 YR の赤黄色の B 層のうえに位置しており、その B 層は比較的粘質な土性からなっている。そして A 層と B 層との間の粘土含量のちがいがめだっている。自然肥沃度が中度ないし低度の土壤で土性は粘質ないし中粒質なものが大部分である。層位は A、B、C の層序をしめしているが、そのものの厚さは 200 cm を越えない。またこの土壤は Mato Grosso 州 (Brasil) のもの、

Rio de Janeiro 州 (Brasil) について Barros (1958) および共同研究者によって公表されたもの、Lemos およびその共同研究者 (1960) によって引用されているもの、パラグアイ (Paraguai) の Vieira および Amaral Filho (1973) によって述べられているもの、Damos (1955) によって引用されたジャバ (Java) の “Podzolized Lateritic Soils”、Kellog らの Congo における “Red Yellow Podzolic”、オーストラリア (Australia) の Stephens (1956) によって述べられている “Red Podzolic Soils and Yellow Podzolic Soils” そしてアメリカの Simonsom (1949) が アメリカ南東部で研究した “Red Yellow Podzolic Soils” などのそれらにみられるものと類似した A 層と B 層との間の相違のある土壌である。

#### Lateritico Bruno Avermelhado (帯赤褐色ラテライト性土壌)

従来この土壌は Terra Roxa Estruturada (構造性テラホーシャ) と呼ばれてきたものである。Lateritico Bruno Avermelhado は Latossolo Roxa に類似した土色をもつ土壌である。そして Latossolo Roxa と同様に農業的に重要な土壌である。平均して 150 cm 以上の深さをもつ A<sub>1</sub>、A<sub>3</sub>、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、C の層序が支配的な土壌である。一般に “Estruturada” という意味は B 層の土壌が乾燥した時に発達良好な半角塊状構造を示すことにあるらしい。そういったことから、この Lateritico Bruno Avermelhado (赤褐色ラテライト性土壌) と Latossolo Roxa との間を区別する主な特徴の一つであるようだ。この Group の土壌の主な特徴は B textural (Argilico) が支配的であり、B 層の構造単位をおおっている “Cerosidade” (粘土皮膜)、土色による層位の区別が比較的困難、微細構造の強い安定性、Mn 結核のために H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> での発泡などの主な性質をしめしている。この土壌は Brasil 南部でみられるものと類似しており、そしてこれらの土壌の生成の特徴などについて研究している Sherman および Alexander (1959) によって述べられた、“Low Humic Latosol” 及びハワイでの Cline によって研究されたそれと非常に類似している。チリー (Chile) で発表されている “Laterita Pardo Rojiza” (赤褐色ラテライト) (筆者<註>: Pardo - 褐色の、Rojiza - 赤っぽい の意)、オーストラリアの Red Loam”、アメリカ南部にみられる “Reddish Brown Lateritic Soils” などと類似している。厚さがほぼ 4.5 cm に変化した A 層や、ときどき浸蝕のために A<sub>1</sub> 層がかけられているときがある。このような諸特徴をこの土壌はもっている。この土壌は農業的に非常に価値の高いものである。A 層の土色は 2.5 YR および 10 R の間に变化しており、時々 5 YR の値をしめしているが、一般的には 2.5 YR の明度 (Value) は 2 及び 4 と低い値であり、彩度 (Chroma) は 2 から 8 をしめすものが優勢である。この土壌は粘質な土性、発達良好な粒状構造および半角塊状構造、そして湿った時に強い粘着性、可塑性などを示す特徴をもっている。B 層は平均 120 cm からそれ以上の深さをしめし、土色は 5.0 YR 及び 10 R の間にあるが、普通は 2.5 YR である。そして、2.5 YR の場合は明度が 4 及び 5 で彩度は 6 及び 8 の値をしめしている。C 層はその厚さがうすく、土色は光沢のない赤色 (10 YR 5/2、湿) をしめし

ている。

#### Brunizem Avermelhado (帯赤色ブルニゼム)

アマゾンにみられる帯赤色ブルニゼムはA、B、Cの層序をもつ中程度の深さをもつ土壌である。モリック(Molico)表層および土性B層(B textural)が支配しており表層とB層との間には明かな対照をもっている。A層は弱い粒状構造および土色のかなりな暗色が支配しており、それは多分植物根によってもたらされた有機物の集積のためであろう。また構造をもっているB層は暗赤色が支配的であり、暗赤褐色をしめしているA層とコントラストを現わしている。またA層は乾燥期間を通じてわずかな固さをしめし、主たる土色として暗赤褐をしめしている。粘土の活性度は中程度から高い値であり、そして塩基飽和度は高い値をしめしている。この土壌は炭酸塩の存在を欠くという点やレシバージ(Lixiviação)の証拠をもたず、土壌断面を通じてほぼ2.0のKi値をもつという点で類似した他の土壌と共通性をもっている。そしてこの土壌は乾期には固くなるB層に発達した粘土皮膜をもち、そして粘質な特徴を示している。これらの土壌は緩波状ないしは波状地形の地域内に出現している。そしてこの地域はババサー(やしの一種、Babaçu)をともなった混合林が一般的な植生であり、またFolhelhos(頁岩)、Siltitos(シルト岩)および塩基性岩のもとにこれらの土壌は発達している。A層ではほぼ平均、18cm周辺の深さであり、土色は2.5 YRで彩度が2から4で明度は2.5から3である(湿った条件の土壌の場合)。土性は一般的にArgila arenosa(砂質埴土)またはArgila(埴土)であり、固さは“もろい”から“堅い”と変化がある。可塑性は“弱い”ないし“普通”または粘着性も同様に“弱”ないし“普通”をしめしている。構造は“中”程度である(中程度の粒状構造)。B層ではその土層の平均的な厚さは82cmより超えることがない、土色は2.5 YRで明度は2.5から5.0であり、彩度は4から6である。土性は“埴土”である。手触りは固く、可塑性、粘着性をしめしている。そして構造の発達程度は“中”程度ないし“強”中程度の半角塊状構造をしめしている。

#### 【ラテライト性結核土壌】

##### Concrecionario Laterítico (ラテライト性結核土)

この土壌は普通の深さの土壌である。小さい鉱物粒子と種々の大きさの鉄質砂岩の結核物との混合物によってこの土壌は形成されている。そしてこの鉄質砂岩の結核物がラテライト性B層(B óxico)または土性B層(又はB argílico)をもつ断面内をだいたい占めている。有機物で暗色となったA層はその厚さが40cm周辺にあり、土色は暗黄褐(10 YR 4/4、湿)から暗赤色(2.5 YR)をなしている。B層の土色は10 YRの黄褐色から2.5 YRの暗赤色と変化がみられる。孔隙の分布は良好であり、ラテライト性結核物とまちがわれる、半塊状の構造が支配的である。この土壌は一般的にAen、Ben、Cの層序をもつ土壌である。薄いA層が平均して、110cmのB層のうえにみられる。しばしば粘質であり、非常に強い酸性から酸性の反応をしめし、塩基飽和度は低い。

## 【ヴァーティソル】

### Vertissolo (ヴァーティソル)

Vertissolo には Grumusolo, Regur, Tirs, Black cotton soils, Tropical black clays, Solos grisáceos e Brundos de textura argiloso, Smonitza (註: Grisáceos は Greyish 又は Grizzly の意、Brundos は Bruno 暗いの変化形か又は Brunir みかく、鏡を出すの変化形か不明) などが含まれており、粘土含量の高い土壤が含まれている。この土壤の主な特徴として、膨潤性粘土の 35% 以上の含有、高い置換性陽イオン量、ギルガイ (Gilgai) の存在、Slikenside (すべすべした粘土はだ、鏡はだを示す)、その他、下層の角柱状構造面を“弱”または“中”程度に粘土皮膜が覆っている。最高 113 cm の厚さの C 層とともに A 層は 10 YR の色相で採度、明度の低い値をしめしている。従って A 層の土性は埴土に区分され、構造は表層の第一層の粒状構造から C 層と A 層の接触で角度がこわされ、中程度の角柱状構造になるなど種々の断面形態をしめしている。またときとして、Mato Grosso 州の Cuiaba - Porto Velho 街道沿線で粘質な Vertissolo の土層の発達がみられる。C 層は 10 YR および 7.5 YR で 3 から 5 の彩度、2.5 から 5 の明度 (湿) の土色をしめしている。土性は粘土が支配的であり、その構造はこの土壤が乾燥しているときに一般的に角柱状の構造がみられる。そして植生は “Gramineas (イネ科植物)” が優勢であり、また森林地域もみられる。

## 【石英質砂土】

### Areia Quartzosas (石英質砂土)

石英質砂土は活性度の低い粘土、低い塩基飽和度、そして低い塩基含量をしめしている。そして土壤断面の層序の発達の弱い土壤である。土性が粗いために、浸透性の大きい土壤であり、粘土の含量は B 層で 15% より越えることがない。色相は 10 YR から 5 YR に変化しており、その土壤の層界の区別は困難である。層序は平均 40 cm の深さをもつ A<sub>1</sub> 層および A<sub>3</sub> 層、または A<sub>1</sub> 層および A<sub>2</sub> 層とわずかにことなつた A 層をもつ Latossolico (ラトソル性) また Podzolico (ポドソル性) の断面を現わしている。しばしば見られる B 層は粘土含量のわずかな増大や土色のはっきりした相違によってしばしば特徴づけられている。一般的に、平均して 200 cm 以上の深さの断面を有する土壤であり、それは強い排水、孔隙そして非常にもろい堅さ、または断面全体がバラバラな状態をしめしている。地形は森林植生の下に平坦および緩波状をしめしている。この土壤の母材は主として、第 3 紀の堆積物に由来し、またデボン紀および白亜紀の砂岩から由来している。石英質砂土とともに、地下水型石英砂土 (Areias Quartzosas Hidromórficas) および海成石英砂土 (Areias Quartzosas Marinhas) がこの土壤のなかに含まれている。そしてこれらは砂洲および砂丘からなる海岸の構成物をなしている。これらの土壤のうえには海岸地帯にみられる植物が生育している。

### Planossolo (プラノソル)

この土壤は土性 B 層をもつ土壤に属している。プラノソルは水成的およびポドソル的性質をも

つ土壤である。このために非常に緻密な層があるために排水が困難な特徴をもつ土壤である。B層は透過性の悪い原因となっている粘土パンを構成し高い粘土含量をしめしている。Nikiforoff および、Drosdoff によれば(1934)、この粘土パンの形成はシルト粒子がその場所での Meteorização (influence of atmospheric phenomena on the soil) によって生成されたものであると指摘している。従って、はっきりとした層界をもつ固結した粘土盤のうえに、Albico (漂白溶脱層) 層をもっている土壤である。そして堆積作用で粘土含量の高い層が生成されたものである。そしてまた Freatico lençol (変動水面) の変動によって、または土壤の滲透作用の能力が欠けていることから雨期における永久的な滞水によって形成されたものである。よく発達した A<sub>2</sub> 層をともなう A、B<sub>1</sub> 層型の断面が支配している。そしてそれらの層は A 層と B 層との間の層界は顕著であり、突然かわっている。そして、B 層の粘土含量はかなり高い。この土壤は低地平坦地域かまたは他の地域にみられ、そして第四紀または先カンブリア紀の母材のなかにみられる。これらの土壤がみられるところの植生は主に Gramineas (イネ科植物) からなっている。これらの地域には、わずかに Planossolo Solodico (ソロチ性ブラノソル) がみられる。そしてこの土壤の Na の飽和度は B 層で 6% と 15% との間にある。

#### 【地下水型土壤】

##### Laterita Hidromórfica (地下水型ラテライト土壤)

地下水型ラテライト性土壤は十分に老化した強い酸性の土壤に属している。そして下層土の性質によって、排水中度または不完全な排水の特徴をもっている。そしてこの条件は母材の土性にその原因がある。A 層の深さには変化があるが、ほぼ 17 ~ 52 cm のものである。この土壤の主な特徴は次のようである。土層中に A<sub>2</sub> 層があること、わずかな退色、B<sub>1</sub> 層中の斑紋、そして多角形または、網状に配色された灰赤色または白色の斑紋がみられることである。そして腐植にとぼしく、3-2 酸化物に富む強く風化を受けた粘土質材料から由来した B<sub>2</sub> 層の存在、可逆的に経過した "Duripan" (Surraipa dura) または、"Plintita" と呼ばれている 乾湿の特種な条件下で生成した結核物の存在が特徴的である。B plintico 層 (プリンサイト性 B 層) は黄褐色の基色をもっており、平均約 110 cm の厚さの土層をもっている。置換容量の低い値、低い全交換性塩基および低い塩基飽和度をしめしている。今日までアマゾンアでいろいろに考えられてきた、地下水型ラテライト性土壤の分類単位 (区分単位) の Fases (相) はいろいろな要因と関連づけられてきている。Sombroek (1966) は土性で Fases を区分した、例えば、Laterita Hidromórfica textura arenosa (地下水型ラテライト土壤砂質相)、Laterita textura média (地下水型ラテライト性土壤中粒質相)、そして Laterita Hidromórfica textura argilosa (地下水型ラテライト土壤粘質相) に区分した。もしその土壤が A 層および B 層との間に鮮明な変化と強く洗脱された A<sub>2</sub> 層をしめずかまたは Day T.H (1959) が述べているような浸蝕の影響を受けているならば、その相 (Fases) はそれぞれ Laterita Hidromórfica fase baixa\* (地下水型ラテライト土壤浅相) 及び Laterita Hidromórfica fase tru-

neada (地下水型ラテライト土壤剥離相) となるかも知れない。なお Laterita Hidromórfica, imfeitamente drenada (地下水型ラテライト土壤不完全排水相)、Laterita Hidromórfica moderadamente (地下水型ラテライト土壤排水中度相) などの相として区別される。しかしながらこれは Laterita Hidromórfica normal (典型的地下水型ラテライト土壤) を一層特徴づけるのに役立っている (\*Baixa: 低下、衰微等の意あり)。

#### Podzol Hidromórfico (地下水型ポドゾル)

熱帯および亜熱帯における地下水型ポドゾルの存在については種々の研究によって推断されてきている。熱帯地域で此等の土壤が出現するということについては Mohr および Van Barón (1959) の "Tropical soils" のなかでのべている。「これらの土壤の出現は海拔高の低い場所に分布している」という見解を採用した Joachim におうている。サンパウロ (ブラジル) 州におけるこの土壤についての報告は Setzer (1949) によっておこなわれている。Amazônia のこの土壤については、Day, Vieira および Liveira Filho (1962), Vieira および共同研究者 (1962), Klinge (1967) および Altemüller と Klinge (1964) らによってその報告がなされている。しかしこの土壤は農業的にあまり重要ではない。土層の全体が砂質の土性が支配的であり、土色が白色または淡灰 (N 8/0) の A<sub>2</sub> 層の存在が特徴的である。そして普通は B 層は B<sub>2</sub>h および B<sub>2</sub>ir に分けられている。この B 層は腐植および 3・2 酸化物の集積の B 層、強い酸性および低い置換性塩基含量などによって特徴づけられている。この土壤は約 150cm の土層の深さをもっており、A 層は A<sub>1</sub> 層と A<sub>2</sub> 層に細分され、その深さはほぼ平均して 100cm の厚さをもっている。

#### Glei Pouco Humico (低腐植質グライ土壤)

この土壤は最近堆積した母材から由来したものであり、排水不良、強酸性、浅い土層、粘土質な土性などを特徴としてもっているものである。土壤断面中における酸化作用および還元化作用の条件などをあらわしている、Hidromórficas な条件をしめす特徴をもっている。酸化鉄の化合物は 2 価鉄に還元されるか、またはその 2 価鉄が酸化鉄へ酸化される。そしてこれらの酸化還元化作用は水面変動に対応して現われ、その結果土壤断面中に黄色、帯赤色または赤色の斑鉄の出現がみられる。ほぼ 90cm の土層の深さを持ち、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>g、Bg、Cg または A<sub>11</sub>、A<sub>2</sub>g、Cg の層序が支配している土壤である。表層の A 層ではほぼ 2.5% の有機物の低い含量を持ち、そして乾燥した時に B 層で半角塊状または角塊状の構造で、湿った時に無構造をしめす土壤である。しばしば水で懸濁した粒子の Colmatagem (沈積又は停滞・埋積) による自然肥沃化をうけ、アマゾン本流の中流および上流地方ではその流域の低地で耕作が良好な結果をしめしている。約 40cm の種々の厚さの A 層は一般的に A<sub>1</sub> 層および A<sub>2</sub> 層に細分することができる。そしてその土色は Neutro (N/0) から黄白色 (10 YR 4/4、湿) でときどき暗褐色 (7.5 YR 3/2、湿) を呈している。非常にしばしばみられるこの土層中の斑紋は一般的にその形状が "小" ないしは "中" であり、鮮明で黄色 (10 YR 7/8、湿) および黄褐色 (10 YR 5/6、湿) また同様に暗黄褐 (10

YR 4/4、湿)である。乾燥している時の主な構造は中程度であり、半角塊状で非常に固く粘着性、可塑性などが中程度である。土性は埴質砂土から埴質に変化している。B層は33cmから74cmの種々の深さでみられており、主としてBg層として形成されている。そして、土色はNeutro (N8/0)から灰色(10 YR 5/1、湿)、淡灰褐(10 YR 6/2、湿)または背みがかかった色あるいは配色(色相)が7.5 Y、10 Yの帯緑色、2.5 GYから10 GYへ、または5 BG、10 BGなどをしめしている。土層中にみられる斑紋は一般的に中程度で鮮明、黄褐色(10 YR 5/6、湿)、赤(5 YR 5/8、湿)、暗赤色(2.5 YR 3/6、湿)、そして淡赤灰色(7.5 YR 7/2)をしめしている。土性はしばしば埴質であり、構造は排水され、そして乾燥しているときには固く、中程度の半角塊状または中程度の角柱状をしめしている。非常に粘質なOg層はいろいろな深さをしめしている。そしてその土層は還元作用の内容によってその支配的な土色(色相)がしめされている。そしてOgの土層の深さは非常にまちまちである。アマゾンデルタ内のこのような土壌には塩類を含んでいることはめずらしいことではない。このことからこの塩類を含んでいる土壌に対してGleis Salinos(塩類グライ土壌)の名称が与えられている。同様に、他の理由で乾いた時に非常に“Fendilhado”(割目をつくる)をしめす土壌についてGlei Vértico(ヴァーティソル性グライ土壌)と呼んでいる。そしてこのような土壌は少腐植質グライ土壌の変種として生成しうるものと考えられている。

#### Glei Humico(腐植質グライ土壌)

水成土壌に属するこの土壌は不完全な排水、無機質材料のグライ化した層のうえにある一定の厚さの暗色の有機・無機質層がみられ、5%以上の高い有機物含量をもっている。そしてよく発達した形態的特徴がみられる。他方これらの土壌は局所的に排水を条件づけている地形の影響を受けている。この土壌はA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>(Bg)、Ogの型の層序をしめし、その層序を発達させてきた特徴は表面に近い水位またはそれが年間の大部分を通じて水が影響しているということである。A層は20cmから40cmぐらいまでであり、土色は暗色を示している。土性は一般的に埴質であり、微砂質埴土ないし埴土などである。構造の発達は“中”程度ないしは“強”程度であり、乾燥している場合には“中”程度の半角塊状構造をしめしている。湿った時の“手ざわり”又は堅さ(Consistência)は可塑性および粘着性のないものからあるものまでいろいろである。B層は発達が中程度のグライ化作用をしめしているO層とA層との間のぜん移層としてあらわれている。局所的な水のColmatagem(沈積・埋積・停滞)の過程を常にこうむっているようなところにみられ、良好な自然肥沃度をもつ土壌である。

#### Solos Hidromórficos indiscriminados(図示困難な各種の水成土壌群)

この土壌は種々な水成作用の結果により生成した各種の大土壌群を包含している。これらの土壌の主な特徴は排水不良の条件の影響によって生成されているものである。これらの個々の土壌はその分布の特徴が小地域のため分類学的単位として個別的に図化することが非常に困難なので、これらの各土壌を土壌複合相(Complexo)を一つの単位として採用、Mappingされている。

これらの土壤複合相に所属するものとしては次のような土壤がみられる。即ち、Glei Pouco Humico (少腐植質グライ土壤)、Glei Humico (腐植質グライ土壤)、Laterita Hidromórfica (地下水型ラテライトまたは地下水型ラトソル)、Solos Aluviais (沖積土壤) などである。洪水を受けやすい低地にみられ、普通は平坦地で、土層の深くない土壤である。水の影響を強く受けることと関連した諸特徴をもってきている。即ち第一層に有機物の集積をしめし、そして次層には酸化・還元化作用を示す特徴をもってしている土壤である。

#### 【塩類土壤】

##### Solonchak (ソロンチャク)

ソロンチャクは塩類土 (Solos Halamórficos) であり、ごく普通に地球の表面にみられ、いろいろな気候の地域に分布している。水の影響をうける条件下で生成した土壤であり、内陸と同じように沿岸地帯にも生成し、初めには海水の影響を受け次に気候条件が関与して生成したものと考えられてきている。各層位によって、それぞれちがった性質の塩類とその濃度をしめしていることがこの土壤の特徴である。断面中の塩類の含量は年間の季節に応じて変化し、乾燥地方、半乾燥地方、湿潤地方でより乾燥した時期にはその含量が高くなり、Eflorêscência salina (塩の華) がみられる。そして蒸発の過程を通じて毛管作用による上昇で運ばれ塩類の集積の結果としてこの土壤が生成される。植物に対する塩類が引きおこす有害作用の程度の研究は Hilgard によって実施された。氏によれば、炭酸ソーダが極端に有害であり、塩化物はほんのわずかにみられ、硫酸塩についても若干みられたと報告している。土壤は 130 cm で中程度の土層の深さを持ち、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、B<sub>1</sub>、B<sub>2g</sub>、C<sub>g</sub> の層序によって構成されている。無機質母材からなる A 層は暗黄褐色が支配的であり、同じように明黄褐 (10 YR 6/4、湿) 色のものもみられる。そしてこれらの土壤は黄赤色 (5 YR 4/8、湿) を主とする斑紋をともなっている。この土壤の土性は非常に粘土含量が高く、構造は“中”程度に発達した“中”程度の半角塊状構造をしめしている。B 層は 80 cm の厚さに達しており、2.5 Y で灰褐色をしめし、褐黄色 (10 YR 6/8、湿) および赤褐色 (10 YR 4/8、湿) の斑紋がみられる。B 層の土性は粘質であり、角柱状構造、角塊状構造、半角塊状構造および大きな半角塊状構造で初期の粘土皮膜を有しており、そして粘土の Escorregamente (Escorregor すべるの意) をもっている。続いて、いろいろな深さの土層をもつ帯緑灰色 (10 G 6/1) の C<sub>g</sub> 層がみられる。

##### Solos indiscriminados de mangue (マングローブから由来した図示困難な各種の土壤)

この土壤は一般的にグライ化作用を受けている最近の非固結の堆積物からなっている。そしてこの土壤は主にマングローブの残物および屑類の堆積物やカニ殻等によって構成されている。また生物の活動などによる有機物と非常にこまかい材料の混合物も加わっている。この土壤に属する主要なものとして、“Cat clay”と呼ばれている強い黄色 (Ocre) の斑紋をもつ Solos Gleis Tiomórficos がある。この土壤の母材は炭酸石灰が貧弱で硫酸鉄に富む半塩半淡水に

よる堆積物がその材料源となっている。過度に排水されるときには、非常に低いPIIとなり、また非常に緻密となり、農業のための利用は困難となる。この土壤は地形的に潮の日変動がはげしいような、または排水不良な土壤条件をしめすような平坦なところに、また沿岸のくぼ地のような低地にみられる。これらの土壤に生育している植物はマングローブの名で知られており、俊勢な植生として一般的にみられる被覆植物である。これらの土壤群は塩類および水の過多、あるいはそれらの悪条件の改良のために要求されている投資が大きな限界となり、農業の利用のさまたげとなっている。

#### 【発達不十分な土壤】

##### Cambissolo (カンビソル)

このカンビソルは発達不十分なB層(B *câmbico*)によって形成されている。Hidromórficosの特徴をしめしていない。この土壤は一定の発達をしめしてはいるけれども、風化し易い一次鉱物も全体的にまだ十分に分解がすすんでいない状態である。土壤の生成過程がなお一次鉱物が充分に変質風化の段階にある場合には、それに対応して土性もきまることになる。土壤の構造の発達もみられる。しかしながら、この土壤は土性B(Argila)をもつ土壤と考えられるほどの腐植、鉄の酸化物および粘土の含量を集積していない。土性が埴土あるいは中粒質のクラスに属する場合には、その土性が粒状構造または塊状構造の発達に決定的に重要な役割をはたしている。この土壤はしばしば形態的に赤黄色ポドゾル性土壤の特徴をあらわしている。しかしその発達程度はことになっており、赤黄色ポドゾル性土壤とはその一次鉱物のきわだった存在が断面全体を通じて観察されるという点でことになっている。この土壤はA、(B)、C層をもっている。一般的にA層の厚さがうすく、浸蝕によって形成された傾斜地ではこのA層の欠けていることがある。もしその土壤が剥離されている場合にはCambic層は表層にみられる。カンビック層はSolum(土壤体)の不可欠の部分として考えられており、そして一般的に自然植物の根の達するまでの範囲内とされている。

##### Solos Aluviais (沖積土壤)

この土壤は単に河川や湖沼沢のヘリにのみみられる土壤ではない。しばしば変化する地形や地域のところの排水溝の周辺にもみられる土壤である。この土壤は氾らん原の堆積物や水路流域のArraste( )から由来しており、その発達は最近で無機質材(鉱物質)料が優勢な土壤としてみられる。土性は外観上砂から粘土へと変化している。第一層には発達の弱い構造がA層への発達の現われとしてみられる。そしてこの土壤はペドロジカルには、発達不十分なもので、土層の分化もきわめて弱いものである。自然肥沃度は“低い”、“中”、“高”度といろいろな程度をしめしている。上層の深い場合も浅い場合もみられる。排水は中度の排水、または不完全な状態をしめしている。また地形的な位置から浸蝕の問題はみられない。各層序間の区別はみられず、70 ~ 120 cmの間にいろいろちがった中程度の土層の深さをしめしている。

### Regossolico (レゴソル性土壤)

この土壤は非常に砂質な発達不十分な、中程度の深さ、ないしは深い土層をもつ土壤である。そして地形的には狭小な地域にみられる。アマゾニアのこの土壤では塩基飽和度は“低”ないし“中”度であり、高いものはすくない。それは水の保持容量が低いため、すなわちそれはこの土壤を支配している孔隙量が大きく、土性が粗いためである。この土壤の普通の状態ではその発達が不十分なA C型の断面で酸性反応をしめしている。そして土壤浸蝕が非常にうけやすい。その浸蝕は中程度のLaminar (稜層状) 状またはまれにアゼ溝状(Sulo) に現われている。それは、土地の利用の程度に応じ、また地域の環境の程度によってそれらは支配されている。A層はその形態的特徴でしばしばA<sub>11</sub>層およびA<sub>12</sub>層、またはA<sub>1</sub>層およびA<sub>3</sub>層に細分することができる。平均的には50cmまでに達する土層の厚さが支配的である。土色は灰色(5 YR 5/1、湿)が優勢であり、また暗灰(10 YR 3/1、湿)のものもある。そして、断面のすべてにおいて砂質な土性をしめしている。C層は非常に深い土層をしめしており、200cmまで達するほどである。土色は淡灰色ないし白色のものが(5 YR 6/1、10 YR 8/1、N 8/0)優勢である。

### Solos Litólicos (リトソル性土壤)

この土壤はA層が岩石Rのう上に直接みられるようなものである。そして土性からみて土壤の発達は弱く、土層は浅い。肥沃度の程度は母岩によっていろいろである。植物被は灌木林や森林で地形は波状または急勾配をしめし、このような地域内にこの土壤が分布している。初生母岩は花崗岩、片麻岩、砂岩、噴出岩であり、そして若干の場所にはA層の形成に影響をおよぼしているPseudo-autoctones (偽原地性花崗岩) がみられるようである。明度(valores)が2から4に、彩度(Cromas)が2から4に変化している10 YR、7.5 YR、2.5 YRの色相(Matizes)がこの土壤にみられる。土性はSCL(砂質埴壌土)からC(埴土)であり、そしてこの土壤は発達微弱な構造をしめしている。

註) この章の記載はDr. Lúcio S. Vieiraの「Manual da Ciência do Solo」によったものである。同氏に対し感謝の意を表しておきたい。またパラ州の土壤略図も同氏の「OS Solos do Estado do PARÁ」から引用した。

## V 供試土壌の断面特徴

### I). アマゾン横断道路沿線の土壌

#### (A) ラトソル性B層をもつ土壌

#### イ) 黄色ラトソル・中粒質 (Latossolo Amarelo textura Média 9198 ~ 9202)

1. 位置: アマゾン横断道路沿線 (アルタミラ - イタイツバ間路頭、高い地点)
2. 地質・母材: 上部デボン紀 - クルア累層 (Devoniano Superior - Formação Curúa)
3. 地形: 緩波状
4. 植生: バブサーやしをともなうツル性植物 (湿潤熱帯林)
5. 土地利用: 自然植物被
6. 排水: 良好
7. 侵蝕: 軽度の地表面の侵蝕

#### 土壌断面記載

- A 0 - 20 cm 黄褐 (10 YR 5/6)、SL、単粒状に砕け易い小顆粒状構造弱、砕け易い、可塑性弱、粘着性弱
- B<sub>1</sub> 20 - 43 cm 黄褐 (10 YR 5/4)、SL、もろい小顆粒状構造、堅固、可塑性なし、粘着性なし、細根中程度、層界平坦で散漫
- B<sub>21</sub> 43 - 85 cm 黄褐 (10 YR 5/6)、SCL、もろい小顆粒状構造、堅くてもろい、可塑性弱、粘着性なし、孔隙富む、細根少、層界平坦で散漫
- B<sub>22</sub> 85 - 180 cm 強い褐 (7.5 YR 5/8)、SCL (Fraco argilo arenoso pesado)、中程度の小・中半角塊状構造、堅くてもろい、可塑性弱、粘着性弱、孔隙富む、細根まれ

#### ロ) 黄色ラトソル・粘質 (Latossolo Amarelo; textura Pesada, 9211 ~ 9216)

1. 位置: アマゾン横断道路沿線 (アルタミラ - マラバー間路頭、高い地点)
2. 地質・母材: 上部デボン紀、砂岩の風化物
3. 地形: 緩波状
4. 植生: パラ栗およびバブサーやしを共なうツル性の植物 (湿潤熱帯林)
5. 土地利用: 自然植物被
6. 排水: 良好
7. 侵蝕: 軽度の地表面の侵蝕

#### 土壌断面記載

- A<sub>1</sub> 0 - 20 cm 暗褐 (10 YR 4/3)、C、砕け易い、単粒状に砕け易い、細・中植物根含む、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で散漫
- A<sub>3</sub> 20 - 35 cm 黄褐 (10 YR 5/4)、C、砕け易くないしは中度、単粒状に砕け

易い小顆粒状構造、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で散漫

B<sub>1</sub> 35 - 37 cm 黄褐(10 YR 5/4)、C、砕け易くないしは中度、小顆粒状ないし半角塊状構造で単粒状に砕け易い、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で散漫

B<sub>21</sub> 57 - 84 cm 強い褐(7.5 YR 5/8)、LiC、小・中顆粒状および半角塊状構造で単粒状に砕け易い、可塑性弱い、粘着性弱い、まれに植物根、層界水平で不明瞭

B<sub>22</sub> 84 - 125 cm 強い褐(7.5 YR 5/8)、小・中半角塊状中、単粒構造に砕け易い、堅い、可塑性、粘着性強、細根殆んどなし、層界平坦で散漫

B<sub>23</sub> 125 - 160 cm 強い褐(7.5 YR 5/8)、LiC、中度の小・中半角塊状構造で単粒状に砕け易い、もろくて堅い、可塑性あり、粘着性あり、植物根なし

ハ) 黄色ラトソル・粘質(Latossolo Amarrilho, textura Pesada 9129 ~ 9133)

1. 位置: アマゾン横断道路沿線(マラバ - アルタミラ間路頭)
2. 地質・母材: 先カンブリア紀風化物(Pré-Cambriano indiferenciado\*)
3. 地形: 緩波状
4. 植生: パラ栗・バブスーやしをともなうツル性植物(湿润熱帯林)
5. 土地利用: 自然植物被
6. 排水: 良好

土壤断面記載

A<sub>1</sub> 0 - 15 cm 暗黄褐(10 YR 3/2)、SCL、もろい小顆粒状構造、中度に砕け易い、可塑性弱、粘着性なし、細根富む、層界漸変

A<sub>3</sub> 15 - 30 cm 黄褐(10 YR 5/6)、C、小顆粒のもろい粒状構造、砕け易い、可塑性弱、粘着性なし

B<sub>21</sub> 30 - 60 cm 褐黄(10 YR 6/6)、C、中度の小・中半角塊及び粒状構造、砕け易い、可塑性弱、粘着性弱

B<sub>22</sub> 60 - 85 cm 褐黄(10 YR 6/8)、C、中度の中半角塊状及び小顆粒状構造、堅い、砕け易い、可塑性あり、粘着性あり

B<sub>23</sub> 85 - 120 cm 褐黄(10 YR 5/8)、C、中度の中半角塊状及び小顆粒状構造、堅い、砕け易い、可塑性あり、粘着性あり

\* 註) Indiferenciado 「判別困難な」の意

ニ) 黄色ラトソル・粘質(赤・白色粘土層含む)(Latossolo Amarelo, Argiloso Distrifíco\* Argila Vermelha e Branca, 9150 ~ 9155)

1. 位置: アマゾン横断道路沿線(マラバ - アルタミラ、高い地点)
2. 地質・母材: 上部デボン紀 ~ クルア累層(Devoniano Superior - Formação Curuá)、暗色頁岩(Folhelhos escuro)

3. 地形：緩波状
4. 植生：バブスーヤシを共なうツル性植物（湿潤熱帯林）
5. 土地利用：自然植物被
6. 排水：良好
7. 侵蝕：殆んどなし

土壤断面記載

- A<sub>1</sub> 0-20cm 黄褐（10YR5/6、湿）、C、可塑性弱、粘着性弱
- A<sub>3</sub> 20-40cm 黄褐（10YR5/8、湿）、C、中度の小角塊状構造、可塑性あり、粘着性あり
- B<sub>21</sub> 40-61cm 黄褐（5YR4/8、湿）、C、中度の小半角塊状構造、可塑性強、粘着性強
- B<sub>22</sub> 61-95cm 黄赤（5YR5/8）、LiC、中度の小・中半角塊状構造、主として構造面に不連続的に中度の皮膜（Cerosidade）
- B<sub>23</sub> 95-140cm 黄赤（5YR5/8、湿）、LiC、中度の中半角塊状構造、中度の皮膜（Cerosidade）、可塑性あり、粘着性あり
- C 350-500cm 赤黄色および灰色がかったバラ色の斑紋（7.5YR6/8）をともなう

\* 註) Distrifico 「貧」の意

ホ) ラトツル性テハホーシヤ (Terra Roxa Latossólica Eutrófica\* 9217~9220)

1. 位置：アマゾン横断道路沿線（アルタミラ - マラバ、高い地点）
2. 地質・母材：中生代（三疊紀）（Triássico Médio） - 塩基性火山岩、輝緑岩の風化物
3. 地形：緩波状（強い波状地形も含む）
4. 植生：バブスーヤシをともなうツル性植物（湿潤熱帯植物）
5. 土地利用：自然植物被
6. 排水：良好
7. 侵蝕：軽度の地表面の侵蝕（Laminar ligeira）

土壤断面記載

- A 0-20cm 暗黄褐（5YR3/3、湿）、C、ラテライト結核物中、砕け易い、層界平坦で散漫
- B<sub>2</sub> 40-85cm 暗赤（2.5YR3/6、湿）、LiC、砕け易い小・半角塊状構造、皮膜弱（Cerosidade）で不連続、可塑性弱、粘着性弱

\* 註) Eutrófica 「富」の意

ヘ) 構造型テハホーシヤ (Terra Roxa Estruturada Eutrófica, 8740~8743)

1. 位置：アマゾン横断道路沿線（マラバ - ヒオアラグァイア、高い地点）
2. 地質・母材：中生代（三疊紀）（Triássico Médio）、塩基性噴出岩（Rocha

ofusiva básica) の風化物

3. 地形：強い波状
4. 植生：バブスーヤシを共なう混合林（湿潤熱帯林）
5. 土地利用：自然植物被
6. 排水：良好
7. 侵蝕：弱い地表面侵蝕（Laminar ligira）

土壤断面記載

- A 0 - 35cm 暗黄褐（5 YR 3/3）、CL、砕け易い小顆粒状構造
- B<sub>1</sub> 35 - 56cm 黄褐（2.5 YR 4/4）、ラテライト小結核物を共なうC、中度の皮膜（Cerosidade）
- B<sub>2</sub> 56 - 90cm 赤褐（2.5 YR 4/4）、C、中度の小・中半角塊状構造、中度の皮膜（Cerosidade）、可塑性あり、粘着性弱
- B<sub>3</sub> 90 - 120cm 暗赤（2.5 YR 3/6）、C

(B) 土性B層をもつ土壤

ト) 赤黄色ポドソル性土壤・粘質（Podzólico Vermelho Amarelo, Argiloso Distrófico, 9221 ~ 9225）

1. 位置：アマゾン横断道路沿線（アルタミラ - マラバ、Rio Xingú 川の大きな曲り角の近く）
2. 地質・母材：花崗岩 - 片麻岩（Pré - Cambiano ?）の風化物
3. 地形：緩波状
4. 植生：バブスーヤシをともなったツル性植物（湿潤熱帯植物）
5. 土地利用：自然植物被
6. 排水：良好
7. 侵蝕：殆んどなし

土壤断面記載

- A<sub>1</sub> 0 - 20cm 黄褐（10 YR 5/4、湿）、SCL、砕け易い、中程度の小顆粒状構造、可塑性あり、粘着性弱
- A<sub>2</sub> 20 - 48cm 黄赤（5 YR 5/6、湿）、赤黄色（7.5 YR 7/8、湿）および赤色（2.5 YR 5/8、湿）の斑紋をともなっている。C、中程度の小半角塊状構造、堅固、可塑性弱、粘着性弱
- B<sub>2</sub> 48 - 99cm 黄赤（5 YR 4/8、湿）、赤黄色（7.5 YR 5/8、湿）の母岩（材）に由来する斑紋をともなっている。C、堅い中程度の半角塊状構造、可塑性強、粘着性強、皮膜中（Cerosidade）
- B<sub>3</sub> 99 - 160cm 赤（2.5 YR 5/8、湿）、赤黄色（7.5 YR 7/8、湿）の母岩（材）

に由来した斑紋をともなっている。C、中程度の小・中半角塊状構造、皮膜中 (Cerosidade)、可塑性強、粘着性弱

O 160 - 200 cm 赤 (2.5 YR 5/8、湿)、赤黄色 (7.5 YR 8/8、湿)の母岩(材)から由来した斑紋をともなっている。C、中程度の中半角塊状構造、皮膜中 (Cerosidade)、可塑性弱、粘着性弱

チ) 赤黄色ポドゾル性土壌 - カンピソルの中間型 (ラテライト結核及び細礫を含む) (Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico com Concreções e Cascalhos intermediário para Cambisol Distrófico Substrato Filito - Xisto, 9124 ~ 9128)

1. 位置: アマゾン横断道路沿線 (マラバ - リオ・アラグァイア)
2. 地質・母材: 先カンブリア紀 - トカンチンス統 (Pré-Cambriauno - Série Tocantins)、Filito - Xisto の風化物
3. 地型: 緩波状 (かなりゆるやかな波状地形のところもある)
4. 植生: パラ栗およびバブサーやしをともなうツル性植物 (湿润熱帯植物)
5. 土地利用: 自然植物被
6. 排水: 良好
7. 侵蝕: 殆んどなし

#### 土壌断面記載

- A<sub>0</sub> 0 + 15 cm 明灰 (10 YR 7/2)、CL、中程度の小顆粒状および半角塊状構造、小ラテライト結核物、層界平坦で散漫
- A<sub>2</sub> 5 - 14 cm 背ざめた褐 (Bruno pálido) (10 YR 6/3)、CL、中程度の小顆粒状構造、ピソライト状結核物富む
- B<sub>2</sub> 14 - 41 cm 明黄褐 (10 YR 6/4)、雲母質の SiL、ピソライト結核物富む
- B<sub>3</sub> 41 - 51 cm 明黄褐 (10 YR 6/4)、帯赤色の母材に由来した斑紋、雲母質の SiL
- C 51 - 150 cm 淡赤褐 (Bruno rosado\*) (5 YR 8/2) および赤 (2.5 YR 5/8)、雲母質の SiL、強度に風化した Filito
- R - ほんのわずかに風化した Filito - Xisto (Filito 片岩)

\* 註) Rosado: バラ色がかった、淡赤色の意

リ) 赤黄色ポドゾル性土壌 - カンピソルの中間型 (Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico intermediário Para Cambisol Eutrófico, 9230 ~ 9234)

1. 位置: アマゾン横断道路沿線 (アルタミラ - マラバ、高い地点)
2. 地質・母材: 中生代 (三疊紀、Triássico Médio)、輝緑岩の風化物
3. 地形: 強い波状

4. 植生：パバサー やしをともなうツル性の植物（湿潤熱帯植物）
5. 土地利用：自然植物被
6. 排水：良好
7. 侵蝕：軽度の地表面の侵蝕

土壌断面記載

- A<sub>1</sub> 0 - 15cm 黄赤（5 YR 4/8、湿）、SCL
- A<sub>3</sub> 15 - 40cm 黄褐（5 YR 4/6、湿）、C（argila leve）、中度の小角塊状構造、やゝ堅い、可塑性弱、粘着性弱、層界平坦で散漫
- B<sub>21</sub> 40 - 65cm 赤（2.5 YR 4/6、湿）、母岩（材）から由来した斑紋、C、中度の小・中半角塊状構造、皮膜含む（Cerosidade）、まれに植物根、層界平坦で散漫
- B<sub>22</sub> 65 - 108cm 赤（2.5 YR 4/6、湿）、母材（岩）から由来した斑紋（汚点）をともなっている。C、小さいし中程度で発達中程の半角塊状構造、中程度の皮膜含む（Cerosidade）、細根まれ、層界平坦で散漫
- B<sub>3</sub> 108 - 125cm 帯赤黄色（7.5 YR 7/8）の母岩（材）から由来した斑紋をともなっている赤（2.5 YR 4/6、湿）、C（Argila leve）、中度の小・中半角塊状構造

ヌ) 赤色ブルンゼム（Brunizem Vermelho, Eutrófico Argila de Atividade Alta, 14647 ~ 14649）

1. 位置：アマゾン横断道路沿線（エストレイト - ヒオアラグァイア、高い地点、路頭）
2. 地質・母材：中生代（三疊紀）（Triassico Médio）、扁桃腺状の玄武岩風化物（Basalto amigdaloidal）
3. 地形：かなり緩かな波状
4. 植生：パバサーやしをともなった“セハード”に近い推移帯の植物（Floresta de transição na faixa próxima ao Cerrado）
5. 土地利用：自然植物被
6. 排水：中度の排水
7. 侵蝕：殆んどなし

土壌断面記載

- A<sub>1</sub> 0 - 3cm 暗赤褐（2.5 YR 3/4）、SiC、中度の小顆粒状構造、可塑性強、粘着性弱、ラテライト結核物中
- B<sub>2</sub> 12 - 50cm 暗赤（2.5 YR 3/6）、C、半角塊状に砕け易い中度の角柱状構造、可塑性強、粘着性強、皮膜中（Cerosidade moderada e comuns）、“散弾状”のマンガン結核物（“Chumbinho de cacá”）

(C) 発達不十分な土壌 (ヴァーテソル性)

ル) グルムソル性土壌 (ヴァーティソル性) (Grumusólico, 14644 ~ 14646)

1. 位置: アマゾン横断道路 (エストレイト - ヒオアラグァイア、高い地点)
2. 地質・母材: 中生代 (三畳紀) (Triassico Médio) 塩基性火山岩、塩基性岩の風化物
3. 地形: 平坦
4. 植生: 灌木をともなうイネ科草本植物 (gramineas) の原野
5. 土地利用: 自然牧草地
6. 侵蝕: なし
7. 排水: 排水不完全

土壌断面記載

A<sub>11</sub> 0 - 20cm 黒 (N2/), SiC、可塑性あり、粘着性あり

A<sub>12</sub> 20 - 60cm 黒灰 (N/), HC、スリケンサイド (Slickensides)、堅固、可塑性強、粘着性強

C 60 - 80cm 暗灰 ~ 明灰、SiC、湿った時にカベ状で乾いた時には角柱状構造、スリケンサイド、鹿弾状結核物 (Chumbinho de caça)

II) アマゾン横断道路沿線以外の地域の土壌

(A) ラトソル性B層をもつ土壌

イ) 黄色ラトソル・重粘質\* (Latosolo Amarelo Textura Muito Pesada, 13182 ~ 13186)

\* Belterra clay (ベルテラ粘土)

1. 位置: パラ州サンタレン郡ベルテラ (Belterra, Seringal de Pesquisa, Quadra)
2. 地質・母材: 三紀、粘土堆積物 (Belterra clay)
3. 地形: 平坦
4. 植物: 牧畜場をともなったゴム園
5. 土地利用: ゴム園
6. 排水: 不明
7. 侵蝕: 殆んどなし

土壌断面記載

A<sub>1</sub> 0 - 14cm 黄褐 (10 YR 5/4、湿)、LiC、砕け易い、もろい小半角塊状構造、小・中孔隙富む、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で散漫

A<sub>3</sub> 14 - 44cm 黄褐 (10 YR 5/6、湿)、LiC、もろい小半角塊状構造、細中孔隙富む、砕け易い、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で散漫

B<sub>1</sub> 44 - 65 cm 黄褐 (10 YR 5/6、湿)、LiC、弱ないし中度の小・中の半角塊状構造、細孔に富む、中孔隙含む、砕け易い、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で散漫

B<sub>21</sub> 65 - 111 cm 褐黄 (10 YR 6/8、湿)、LiC、中度の中半角塊状構造、細孔隙に富む、砕け易い、可塑性あり、粘着性あり

B<sub>22</sub> 111 - 165 cm 赤黄 (7.5 YR 6/8、湿)、LiC、中度の中半角塊状構造、細孔に富む、砕け易い、可塑性あり、粘着性あり

(註1) A<sub>0</sub>層に細根富む、A<sub>3</sub>層で含む、B<sub>1</sub>及びB<sub>21</sub>層であり、A<sub>1</sub>層で中根含む、A<sub>3</sub>およびB<sub>1</sub>層であり。

(註2) 落枝葉屑は落葉・小枝および植物根など分解しつつあるものがほぼ9cmの厚さで見られる。

(註3) B<sub>1</sub>層では小動物のつくった構造(Galerias\*)がみられる(\*小動物の掘った通道・穴・孔)。

(註4) 降雨で過湿の状態になりやすい。

ロ) 黄色ラトソル・重粘質 (Latosolo Amarelo, textura Muito Pesada  
6913 ~ 6917)

1. 位置: パラ州パラゴミナス (PA 70)

2. 地質・母材: 三紀堆積物

3. 地形: 平坦ないし緩波状

4. 植生: 湿潤熱帯植物

5. 土地利用: 自然植物被

6. 排水: 良好

7. 侵蝕: 殆んどなし

土壤断面記載

A<sub>1</sub> 0 - 4 cm 黄褐 (10 YR 5/4、湿)、LiC、中程度の小中半角塊状および顆粒状構造、堅固、可塑性強、粘着性強、層界平坦で散漫

A<sub>3</sub> 4 - 24 cm 黄褐 (10 YR 5/6、湿)、LiC、中程度の小中半角塊状構造、皮膜弱ないし中、堅固、可塑性強、粘着性強、層界平坦で散漫

B<sub>21</sub> 24 - 62 cm 褐黄 (10 YR 6/6、湿)、LiC、中程度の小中半角塊状構造、皮膜中ないし弱、堅固、可塑性強、粘着性強、層界平坦で散漫

B<sub>22</sub> 62 - 105 cm 赤黄 (7.5 YR 6/6、湿)、LiC、弱・中程度の小中半角塊状構造、皮膜 (Cerosidade) 弱、砕け易い、可塑性強、粘着性強、層界平坦で散漫

B<sub>23</sub> 105 - 150 cm 赤黄 (7.5 YR 6/6、湿)、LiC、弱・中程度の小中半角塊状の構造、皮膜弱 (Cerosidade)、砕け易い、可塑性強、粘着性強

(註) A層には細・中根が富んでいる。B<sub>21</sub>層には細・中根が含まれている。B<sub>22</sub>層、B<sub>23</sub>層には細根が含まれているが、中根はまれである。A層全体に孔隙が富んでいる。A層には生物の活動が活発、B<sub>21</sub>層、B<sub>22</sub>層では中程度、B<sub>23</sub>層ではわづかである。全層を通じて "Krotovinas" (みみずなど小動物の糞など

の塊り)の小構造が存在しているが、表層では中程度に存在している。森林の表層は枝、葉からなっており、小枝葉は部分的に分解されている。

ハ) 黄色ラトソル・重粘質 (Latosolo Amarelo, textura Muito Pesada, 6953 ~ 6957)

1. 位置: パラ州パラゴミナス (PA 70)
2. 地質・母材: 堆積岩
3. 地形: 平坦 (Plano, Chapada<sup>\*</sup>)
4. 植生: 湿潤熱帯植物
5. 土地利用: 自然植物被 (稲、マンジョーカ、トウモロコシ含む)
6. 排水: 良好
7. 侵蝕: 殆んどなし

土壤断面記載

- O 0 + 3cm 分解しつつある落枝葉
- A<sub>1</sub> 0 - 6cm 褐 (10 YR 5/3、湿)、LiC、小・中程度の半角塊および小顆粒構造、堅固、可塑性強、粘着性強、層界平坦で散漫
- A<sub>3</sub> 6 - 23cm 黄褐 (10 YR 5/6、湿)、LiC、中度の小・中半角塊状および顆粒状構造、皮膜わずかで弱い (Cerosidade)、堅固、可塑性強、粘着性強、層界平坦で散漫
- B<sub>21</sub> 23 - 60cm 強い褐 (7.5 YR 5/8、湿)、LiC、弱いし中程度の小・中半角塊および細顆粒状構造、皮膜わずかで弱い、可塑性極強、粘着性極強、層界平坦で散漫
- B<sub>22</sub> 60 - 107cm 赤黄 (7.5 YR 6/6、湿)、LiC、中・弱度の小・中半角塊および小顆粒状構造、皮膜弱 (Cerosidade)、碎け易い、可塑性弱、粘着性弱、層界平坦で散漫
- B<sub>23</sub> 107 - 155cm +、赤黄 (7.5 YR 6/6、湿)、LiC、弱度の小・中半角塊状および小顆粒、碎け易い、可塑性弱、粘着性弱

(註) 全層を通じて、ミクロの構造をもっている。A層では細・中の植物根が中程度ないし厚くみられる。B<sub>21</sub>層では細・中の植物根が中程度にみられる。B<sub>22</sub>層およびB<sub>23</sub>層では細根のみが中程度にみられる。全層を通じて孔隙に富んでいる。A層においては管状の孔隙に富み、B<sub>21</sub>層では中程度に孔隙が発達しており、B<sub>22</sub>層、B<sub>23</sub>層ではわずかにみられる。A層では生物の活動が活発であり、B<sub>21</sub>層では普通に、そしてB<sub>22</sub>層、B<sub>23</sub>層ではわずかにみられる。

\* Chapada: 平地、平野、林中の空地等の意あり。

ニ) 黄色ラトソル：中粒質 (Latosolo Amarelo, Media 17549 ~ 17552)

1. 位置：北伯農牧畜試 (現 EMBRAPA - OPATU) 二次林内
2. 地質・母材：第三紀層 (Barreiras)
3. 地形：平坦
4. 植生：二次林 (Capoeira) (湿润熱帯植物)
5. 土地利用：自然植物被
6. 排水：良好
7. 侵蝕：殆どなし

土壤断面記載

- A<sub>0</sub> 0 + 3cm 暗褐 (7.5 YR 3/3、湿)、Co、S (石英砂) 及び落枝葉屑。軟顆粒状構造弱、木炭片あり、細根、湿
- A<sub>1</sub> 0 - 16cm 黒褐 (10 YR 3/2、湿)、SL - LS、半角塊状構造弱、木炭片あり、腐植含む、細・中根あり、硬度 20 mm、半乾、みみず
- A<sub>2</sub> 16 - 37cm 暗褐 (10 YR 3/3、湿)、SL、半角塊状構造弱、木炭片あり、腐植あり、中根あり、硬度 20 mm、半乾
- B<sub>1</sub> 37 - 66cm 褐 (10 YR 4/6、湿)、SL、カベ状、中根あり、硬度 20 mm、半乾
- B<sub>2</sub> 66 - cm 明黄褐 (10 YR 6/8、湿)、SiL、カベ状、細根なし、半乾、硬度 20 mm

(註) 下草よく繁茂、以前に炭焼か山焼をやった痕跡あり、A<sub>0</sub>層はかなり湿っている。表層に白色の粗粒石英砂がみられる。粘土含量少ない。PH値の低いのは落枝葉の分解生成に基因しているものようである。

ホ) 腐植質ラトソル (Latosolo Vermelho Amarelo Humico Antropogenico,

又は俗名 Terra Preta do Indio, 7737 ~ 7741)

1. 位置：パラ州サンタレン郡ベルテール
2. 地形・母材：第三紀堆積物
3. 地形：平坦
4. 植生：バナナ
5. 土地利用：果樹
6. 排水：良好
7. 侵蝕：不明

土壤断面記載

- A<sub>p1</sub> 0 - 15cm 腐植に富む、黒色 (2.5 Y 1.7/1) 又は暗灰 (N3)、HC、強度の細小顆粒状構造、可塑性強、粘着性強、層界平坦判然
- A<sub>12</sub> 15 - 25cm 腐植に富む、黒色 (2.5 Y 1.7/1) 又は暗灰 (N3)、HC、強度の細小顆粒状構造、可塑性強、粘着性強、層界平坦漸度

A<sub>3</sub> 25 - 40 cm 腐植含む、灰黄褐(10 YR 4/2)、HC、可塑性強、粘着性強、層界平坦漸変

B<sub>1</sub> 40 - 90 cm にぶい黄褐(10 YR 5/4)、HC、可塑性強、粘着性強

B<sub>2</sub> 90 - 150 cm 橙色(7.5 YR 6/6)、HC、可塑性強、粘着性強

へ) ラテライト性結核土壤 (Concrecionario Lateritico, 6598 ~ 6602)

1. 位置: アマゾナス州ピレーラ・マナカプル (Pirera Manacapurú)
2. 地質・母材: 不明
3. 地形: 緩波状
4. 植生: 湿润熱帯植物
5. 土地利用: 自然植物被
6. 排水: 良好
7. 侵蝕: 不明

土壤断面記載

A<sub>1cn</sub>\* 0 - 8 cm 暗褐(7.5 YR 4/4、湿)、SL、もろい小・中半角塊状および小顆粒構造、砕け易い、可塑性なし、粘着性なし、層界平坦で散漫

A<sub>3cn</sub> 8 - 43 cm 暗黄褐(10 YR 4/4、湿)、SC、もろい小・中半角塊状および小顆粒状構造、砕け易い、可塑性弱、粘着性弱、層界平坦で散漫

B<sub>21cn</sub> 43 ~ 84 cm 赤黄(7.5 YR 6/6、湿)、C (Argila leve)、もろい小半角塊状および小顆粒状構造、砕け易い、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で散漫

B<sub>22cn</sub> 84 ~ 123 cm 赤黄(5 YR 6/8、湿)、C、もろい小・中半角塊状および小顆粒状構造あり、砕け易い、可塑性弱、粘着性弱、層界平坦で散漫

B<sub>23cn</sub> 123 ~ 160 cm + 赤黄(5 YR 6/8、湿)、C、もろい小・中半角塊状および小顆粒状構造、砕け易い、層界平坦で散漫

(註1) \* cn ..... 結核物の意

(註2) A<sub>1cn</sub>層で細・中植物根富む、そして表面で植物根はからみあってみられる。A<sub>3cn</sub>層、B<sub>21cn</sub>層で細根に富む、B<sub>22cn</sub>層、B<sub>23cn</sub>層では細根が少ない。A<sub>1cn</sub>層およびA<sub>3cn</sub>層で生物の活動が普通に見られる。B<sub>22cn</sub>層、B<sub>23cn</sub>層では生物の活動がわずかにみられる。孔隙および管状孔隙はB<sub>21cn</sub>層までは富み、そしてB<sub>23cn</sub>層では普通に見られる。全層に種々の形態のラテライト結核物が豊富に存在している、そしてB<sub>21cn</sub>層までは2~3 cmの大きさのものが優勢にみられる。しかしB<sub>22cn</sub>層、B<sub>23cn</sub>層ではそれが固結しており、A<sub>3cn</sub>層においては6~20 cmの不規則なVesiculares\*の形をしめしているものが優勢である。( \* 多孔質)。

(B) 土性B層をもつ土壤

ト) 赤黄色ポドゾル性土壤・中粒質 (Podzólico Vermelho Amarelo, Média  
18707 ~ 18710)

1. 位置: Tome Acu、アマゾニア熱帯総合農業試験場近くの原始林内 (国際協力事業団)
2. 地質・母材: 第三紀堆積物
3. 地形: 平坦 (丘陵性台地)
4. 植物: 湿潤熱帯植物 (生育中程度)
5. 土地利用: 自然植物被
6. 排水: やや良好
7. 侵蝕: 殆どなし

土壤断面記載

F 0 + 1 cm 落枝葉層

A<sub>1</sub> 0 - 6 cm 黒褐 (10 YR 3/2)、L、細・中根あり、軟顆粒状構造弱、内部排水  
中、木炭片あり、腐植含む、硬度 17 mm、湿

A<sub>3</sub> 6 - 15 cm にぶい黄褐 (10 YR 5/3)、CL-L、細中根あり、半角塊状構造  
弱、内部排水中、木炭片あり、孔隙弱、腐植あり、半乾、硬度 20 mm

B<sub>1</sub> 15 ~ 58 cm 黄褐 (10 YR 5/6)、CL-L、細根あり、半角塊状構造弱、内部  
排水弱、半乾、孔隙弱、硬度 24 mm、細角礫 (硅岩質)

B<sub>2</sub> ~ C 58 cm ~ 橙 (7.5 YR 6/8)、CL、半角塊状構造弱、中・大根あり、半乾、  
孔隙弱、内部排水弱、硬度 22 mm、細角礫 (硅岩質)

(註) B<sub>1</sub>層はやや堅い、とくに漂白層はない。表層に木炭片あり、下層土に硅岩質細角礫あり、原始林の予  
想に反して植生がよくない。台地内谷地の端にはラテライト結核物がみられる。木炭片がみられる (土  
層内に) ことは二次林のうたがいがあがる。

チ) 赤黄色ポドゾル性土壤・中粒質 (Podzólico Vermelho Amarelo, S/Concreções  
8011 ~ 8016, BR10)

1. 位置: パラ州サンヘリックス (BR 10)
2. 地質・母材: 不明
3. 地形: 緩波状
4. 植生: 湿潤熱帯植物
5. 土地利用: 自然植物被および二次林・草地 (Capoeira)
6. 排水: 良好
7. 侵蝕: 軽度の地表面侵蝕

### 土壤断面記載

- A<sub>1</sub> 0 - 7 cm 暗褐 (10 YR 4/3、湿)、SCL (Franco argilo arenoso leve)、  
発達不十分な小中半角塊状構造および発達不十分な小顆粒状構造、孔隙および管状  
の孔隙に富む、砕け易い、可塑性弱、粘着性弱、層界平坦で散漫
- A<sub>3</sub>(2) 7 ~ 22 cm 明黄褐 (10 YR 6/4、湿)、SL、 中度の小・中半角塊状構造、孔  
隙および管状孔隙に富む、堅固 (もろくて固い)、可塑性弱および粘着性弱、層界  
平坦で散漫
- B<sub>1</sub> 22 - 50 cm 黄 (10 YR 7/6、湿)、C、中度の小・中半角塊状構造、孔隙およ  
び管状孔隙に富む、堅固、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で散漫
- B<sub>21</sub> 22 - 50 cm 黄 (10 YR 7/6、湿)、C、中度の小・中半角塊状構造、孔隙およ  
び管状構造中、皮膜弱 (Cerosidade)、堅固、可塑性強、粘着性あり、層界平坦  
で散漫
- B<sub>2</sub> 50 ~ 120 cm 強い褐 (7.5 YR 5/6、湿)、C、中度の小・中半角塊状構造、孔  
隙および管状孔隙中、皮膜弱および中 (Cerosidade)、堅固、可塑性あり、粘着  
性あり、層界平坦で散漫
- B<sub>23</sub> 120 ~ 150 cm + 強い褐 (7.5 YR 5/6、湿)、 中程度の小・中半角塊状構造、  
孔隙少、管状孔隙含む、皮膜弱および中 (Cerosidade)、堅固、可塑性あり、粘  
着性あり

(註) A<sub>1</sub>層で細・中根富む、A<sub>3</sub>層では含む、B<sub>1</sub>層、B<sub>21</sub>層、B<sub>22</sub>層では細根少、B<sub>23</sub>層ではまれである。太根  
はA<sub>3</sub>層少、生物の活動はB<sub>21</sub>層まで中程度にみられる。全層に碎石が存在。この土壤は表層に結核物をも  
つ赤黄色ポドゾル性土壤とはちがっている (緩波地形地域の)。BR-10 (道路)の「黄色ラトソル・  
粘質」との中間型である赤黄色ポドゾル性土壤と比較される。

(註) S/concreção ラテライト結核物含まず (S=Sem ..... のない の意)

り) 赤黄色ポドゾル性土壤・浅相 (Podzolic Vermelho Amarelo, fase Rasa ,  
4768 ~ 4772)

アマゾナス州マナオス (Município Atalaia do Norte Margem da Estrada  
P/Benjamim Constant, a 3 km da Cidade ( 海拔 105 m ))

### 土壤断面記載

- A<sub>0</sub> 0 + 4 cm 種々の分解段階にある落枝葉物
- A<sub>1</sub> 0 - 6 cm 暗褐 (10 YR 4/3、湿)、FSC、 中度の小・中半角塊状構造、砕け  
易い、可塑性弱、粘着性弱、細根中、生物の活動中、層界平坦で散漫
- A<sub>3</sub>/B<sub>1</sub> 6 - 20 cm 黄褐 (5 YR 5/4、湿)、C (Argila leve)、中程度ないしさらに  
強い角柱状構造 (半角塊状に砕け易い)、皮膜中・弱 (Cerosidade)、可塑性強、  
粘着性弱、孔隙および管状孔隙中、細根少、へん平状のラテライト結核物はまれで、

垂直および傾斜した割目が多い。層界平坦で漸変。

B<sub>2</sub> 20 ~ 46 cm 黄赤 (5 YR 5/6、湿)、顕著な細かい鮮明な斑紋 (赤、2.5 YR 5/8)、LiO、中度の中・大角核状および柱状構造 (半角塊状の中型に容易に砕ける)、連続的な皮膜中〜多量 (Corrosidade)。可塑性強、粘着弱、孔隙および管状孔隙少、層界漸変ないし鮮明。

B<sub>3</sub> 46 ~ 60 cm 明灰 (N7、湿)、多量の細かい鮮明な斑紋、黄褐 (5 YR 4/8)、LiO、土壤が乾燥した時には角柱状の傾向をともなう堅い“カベ状” (赤味をおびた斑紋への固結化も共なう)。連続的ないし普通の皮膜 (Corrosidade)。可塑性あり、粘着性あり、植物根少、層界波状ないし鮮明。

C 60 ~ 120 cm + 明灰 (N7、湿)、LiO、固い“カベ状”、可塑性あり、粘着性あり、植物根まれ。

### (C) 新しい河川沖積地の土壤

ヌ) 沖積土壤 (Aluvial Fluvial, Fertíl, 4741 ~ 4745)

1. 位置: アルマサ島 (Ilha de Armaça - Tabatinga - Amazonas, Corte de Barranco)、土手の断面。
2. 地質・母材: 沖積世の堆積物
3. 地形: 平坦
4. 植生: 二次林 (草) (Capoeira)
5. 土地利用: 放置
6. 排水: 中程度
7. 侵蝕: -

#### 土壤断面記載

第1層 0 ~ 16 cm うすよごれた暗色 (Fumo-escuro, 7.5 YR 3/2)、SiCL、雲母の組織を感じさせる白色雲母片の存在。もろい小半角塊状構造、砕け易い、可塑性弱、粘着性なし、孔隙および管状孔隙中度、細・中根中度、層界平坦で散漫

第2層 16 ~ 30 cm 暗黄褐 (10 YR 4/4)、SiCL

第3層 30 ~ 50 cm 暗黄褐 (10 YR 4/4)、SiC

第4層 50 ~ 100 cm 暗色 (10 YR 4/3)、SiC

第5層 100 ~ 150 cm + 暗褐 (10 YR 3/3、湿)、SiC

(註) 全層にわたって白色雲母片が存在している。

### (D) 塩類土

ル) 塩類土壤 (Solo Salino, Solos Halomórficos, 7307 ~ 7313)

1. 位置: パラ州 マラジョ (Marajó, Pará)
2. 地質・母材: 沖積世堆積物

3. 地形：平坦
4. 植生：原野（Gramineas および Ceperáceas を含む）
5. 土地利用：自然草地（牧畜のための）
6. 排水：不完全
7. 侵蝕：殆んどなし

土壤断面記載

- Ap 0 - 14 cm 灰（10 YR 6/1、湿）、LiC、固い小・中顆粒状および固い小・中半角塊状構造、顕著、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で散漫。
- A<sub>3</sub> 14 - 32 cm 灰（10 YR 6/1、湿）、斑紋をともなっている（赤黄色 5 YR 5/8、湿）の小・中型のものが主要である黄色（10 YR 5/4、湿、混在している）。LiC、堅い小・中半角塊状構造、堅い小顆粒状構造、可塑性あり、粘着性あり。
- B<sub>21</sub> 32 - 54 cm 種々の灰色（2.5 Y 6/1、湿）、強い赤色（2.5 YR 4/6、湿）が主要な小型の斑紋をともなっている。褐色（7.5 YR 4/4、湿、混在）、LiC、中・大角柱状構造、堅固、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で散漫
- B<sub>22g</sub> 54 - 85 cm 灰褐（7.5 YR 5/2、湿）、LiC、中・大角柱構造、堅固、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で散漫。
- B<sub>23g</sub> 85 - 125 cm 灰褐（10 YR 5/2、湿）、黄褐色（10 YR 5/8、湿）が主な中・大型の斑紋をともなっている黄褐（10 YR 5/4、湿、混在している）。LiC、堅い、可塑性あり、粘着性あり、層界平坦で鮮明。
- B<sub>3g</sub> 125 - 156 cm 黄褐（10 YR 5/8、湿）中ないし大の顕著な斑紋を共なう灰褐（10 YR 5/2、湿）、LiC、カベ状、堅固、可塑性強、粘着性強、層界平坦明瞭。
- Cg 156 - 175 cm + 灰（N 5/、湿）、黄褐（10 YR 5/8、混）および黒（5 YR 2/1、湿）、濃暗灰（5 YR 3/1、湿）の混在、LiC、カベ状、可塑性強、粘着性強。

（註）細根 Ap および A<sub>3</sub> 層で富む。B<sub>21</sub> 層、B<sub>22g</sub> 層では少、B<sub>23g</sub> 層ではまれである。孔隙、管状孔隙は Ap 層、B<sub>3g</sub> 層、B<sub>21</sub> 層では普通である。Ap 層、A<sub>3</sub> 層、B<sub>21</sub> 層では生物活動普通、B<sub>21</sub> 層、B<sub>22g</sub> 層ではラテライト結核が存在。B<sub>22g</sub> 層まではたて状の割目がみられる。構造面に薄皮膜がみられる（表面がなめらかとなっている）。有機物の汚点がみられる。

## ■ アクレ州の土壤

### (A) ラトソル性 B 層をもつ土壤

#### イ) 黄色ラトソル・粘質 (Latossolo Amarelo, textura Pesada, 5446 ~ 5450)

1. 位置：アクレ州（ヒオ・ブランコ - サプリ道路 48 km 地点、右側 100 m）
2. 地質・母材：第三紀堆積物
3. 地形：局部的に平坦、一般的に緩波状

4. 植生：湿润熱帯植物

5. 土地利用：自然植生

6. 排水：良好

7. 侵蝕：ほとんどなし

土壤断面記載

A<sub>0</sub> 0 ~ 5 cm 黄褐 (10 YR 5/4、湿)、C、中・小半角塊状弱、砕け易い、可塑性あり、粘着あり、孔隙・管状孔隙に富む、細根富む、中根あり、生物の活動普通、層界平坦散漫。

A<sub>3</sub> 5 ~ 24 cm 褐黄 (10 YR 6/6、湿)、C、中・小半角塊状弱、砕け易い、粘着性および可塑性強、砕け易い、孔隙および管状孔隙富む、細根富む、中根含む、生物の活動普通、層界平坦で散漫。

B<sub>21</sub> 24 ~ 60 cm 赤黄 (7.5 YR 6/6、湿)、C、小・中半角塊状弱、砕け易い、可塑性強、粘着性強、孔隙および管状孔隙富む、細根富む、生物の活動は普通、層界平坦で散漫。

B<sub>22</sub> 60 ~ 100 cm 赤黄 (7.5 YR 6/8、湿)、C、小・中半角塊状弱、砕け易い、可塑性強、粘着性強、孔隙および管状孔隙富む、細根含む、生物の活動は普通、層界平坦で散漫。

B<sub>23</sub> 100 ~ 135 cm 赤黄 (7.5 YR 6/8、湿)、C、小・中半角塊状弱、砕け易い、可塑性強、粘着性強、孔隙および管状孔隙富む、細根含む、生物の活動は普通、B層の断面には堅い小土塊がみられる。

ロ) 赤色ラトソル・粘質 (Latossolo Vermelho, textura Argila Pesada, 5436 ~ 5440)

1. 位置：アクレ州 (ヒオ：ブランコ - サプリ道路 64.9 km 地点、左側 20 m)

2. 地質・母材：第三紀堆積物

3. 地形：局部的に平坦、一般的に緩波状

4. 植生：湿润熱帯植物 (Floresta Amazônica)

5. 土地利用：自然植生

6. 排水：良好

7. 侵蝕：殆どなし

土壤断面記載

A<sub>1</sub> 0 ~ 4 cm 暗赤褐 (2.5 YR 3/4、湿)、SC、小半角塊状弱、小・中粒状構造、砕け易い、粘着性・可塑性あり、孔隙及び管状孔隙富む、細根富む、生物の活動に富む、層界平坦で散漫。

A<sub>3</sub> 4 ~ 21 cm 赤 (2.5 YR 4/6、湿)、C、小・中半角塊状弱、砕け易い、粘着性

可塑性強、孔隙及び管状孔隙に富む、細根富む、中根あり、生物の活動に富む、層界平坦で散漫。

B<sub>21</sub> 21 ~ 53 cm 赤(2.5 YR 4/6、湿)、C、小・中半角塊状弱、碎け易い、可塑性・粘着性強、孔隙及び管状孔隙富む、細根に富む、中根あり、生物の活動に富む、層界平坦で散漫。

B<sub>22</sub> 53 ~ 95 cm 赤(2.5 YR 4/8、湿)、C、小・中半角塊状弱、碎け易い、可塑性・粘着性強、孔隙及び管状孔隙富む、細根富む、中根あり、生物の活動に富む、層界平坦で散漫。

B<sub>23</sub> 95 ~ 140 cm + 赤(2.5 YR 4/8、湿)、C、碎け易い、可塑性・粘着性強、孔隙及び管状孔隙富む、細根あり、生物の活動普通、直径2 ~ 5 mmのラテライト結核存在。

#### (B) 土性B層をもつ土壤

##### 八) 赤黄色ポドゾル性土壤・中粒質 (Podzolic Vermelho Amarelo, 5483 ~ 5487)

1. 位置：アクレ州(ヒオ・ブランコ - サプリ道路7 km 地点、右側)
2. 地質・母材：第三紀堆積物
3. 地形：局部的に平坦、一般に緩波状
4. 植生：湿潤熱帯植物(Floresta Amazônica)
5. 土地利用：自然植生
6. 排水：普通
7. 侵蝕：殆んどなし

#### 土壤断面記載

A<sub>1</sub> 0 ~ 5 cm 赤褐(5 YR 4/4、湿)、LS、小・中半角塊状弱、碎け易い、可塑性・粘着性なし、孔隙及び管状孔隙富む、細根富む、中根含む、生物の活動は普通、層界平坦で散漫。

A<sub>2</sub> 5 ~ 16 cm 黄赤(5 YR 4/6、湿)、SCL、小・中半角塊状弱、碎け易い、可塑性・粘着性弱、孔隙及び管状孔隙富む、細根富む、中根含む、生物の活動普通、層界平坦で散漫。

B<sub>1</sub> 16 ~ 50 cm 黄赤(5 YR 4/8、湿)、C、小・中半角塊状中、皮膜(Cerosidade)弱、孔隙及び管状孔隙普通、細根富む、中根含む、散弾状ラテライト結核(Chumbinho de caça)存在、層界平坦で散漫。

B<sub>2</sub> 50 ~ 102 cm 黄赤(5 YR 4/8、湿)、C、小・中半角塊状中、粒状構造弱、皮膜(Cerosidade)弱で少、碎け易い、可塑性・粘着性強、孔隙及び管状孔隙中、細根含む、生物の活動は普通、直径5 mmのラテライト結核存在、層界平坦で散漫。

B<sub>3</sub> 102 ~ 150 cm + 黄赤(5 YR 4/8、湿)、C、小・中半角塊状中、粒状構造弱、

- 皮膜 (Cerosidade) 弱で少、碎け易い、可塑性・粘着性强、細根はまれ、ラテライト結核存在。
- (註) この土壌断面は曇天の日に記載した。強い褐色 (7.5 YR 5/6) を示す風化段階の母材から成っている。

## VI. 供試土壌の一般理化学的性質

### 1) アマゾン横断道路沿線の土壌 (Solos da Rodovia Transamazônica)

#### (A) ラトソル性B層をもつ土壌 (Solos com B latossólicos)

##### (イ) 黄色ラトソル、中粒質 (Latosolo Amarelo textura Média, 9198~9201)

第5表で明かなように、この土壌は極めて酸性が強く、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$  及び  $\text{PH}(\text{KCl})$  は  $B_{22}$  層 (85~180cm) を除き 4.0 以下である。またこの土壌の特徴は  $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$  と  $\text{PH}(\text{KCl})$  の値の差が小さく、水分散粘土 (Argila natural) の含量が低いということである。またラテライト化複合体 (Complexo de laterização, ataque  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $d=1.47$ ) の “Ki” 及び “Kr” 値が低く、Laterization がすすんでいることを示している。置換性塩基量は  $0.28\text{me}/100\text{g}$  以下であり、陽イオン置換容量も  $5.14\text{me}/100\text{g}$  と低い。塩基飽和度 (V%) も低く 7.0 % 以下である。有機物含量 (腐植) も表層 (20~43cm) でわずかに 1.65 % にすぎない。

##### (ロ) 黄色ラトソル、粘質 (Latosolo Amarelo textura Pesada, 9129~9133)

この土壌に属している試料を 3 地点の土壌から採取した。ここでは登録番号 9129~9133 を代表地点の試料として説明したい。第7表にみられるように、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ 、 $\text{PH}(\text{KCl})$  はともに低い、とくに表層で低く下に向うに従って少々高い値をしめしているが、それでも最下層の  $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$  で 4.8 と低い。 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$  と  $\text{PH}(\text{KCl})$  との差の小さいことは前記した土壌(イ)と同様である。“Ki” 及び “Kr” 値は  $A_1$  層の “Ki” 値を除き 2.0 以下であり、主としてカオリン鉱物であることが予想される。水分散粘土含量もこの土壌で低い。置換性塩基量は、表層で  $0.67\text{me}/100\text{g}$  で本土層中で最大値をしめしているがきわめて低い値である。陽イオン置換容量は表層で  $12.22\text{me}/100\text{g}$  と低い。腐植含量は  $A_1$  層で 3.82 % と高い値をしめしているが  $A_3$  層では 1.48 % と急に低い値となっている。塩基飽和度は下層で少々高くなっているが、8 % 以下にすぎない。前記した陽イオン置換容量が  $A_1$  層で少々高い値をしめしているのは、第7表にみられるように置換性の  $\text{H}^+$ 、 $\text{Al}^{III}$  がこの層で高いということに基因しているようである。この土壌の土性は「粘質」に格付されている土壌であるが、陽イオン置換容量も小さく、カオリン質の粘土鉱物を主としており、Laterization の進んだ土壌であることは前記した(イ)の土壌と同様である。

##### (ハ) 構造的テハ・ホーシャ、半粘質 (Terra Roxa Estruturada Eutrófica, meio Pesado, 8740~8743)

この土壌の特徴は塩基性噴出岩から由来していることもあって、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$  値が高いことである。 $A$  層で 6.3、 $B_3$  層で 6.0 と高いが各層間で大差はみられない。 $\text{PH}(\text{KCl})$  でも 5.1~5.2 の範囲でほとんど層位間のちがいはみられない。 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$  と  $\text{PH}(\text{KCl})$  との差はかなり大きい (第10表)。置換性塩基量は表層で  $7.94\text{me}/100\text{g}$  であり、下層の  $B_3$  層では  $6.09\text{me}/100\text{g}$  をしめしている。塩基飽和度は表層で 71%、 $B_3$  層でも 71%

と高い値をしめしている。置換性の $H^+$ と $Al^{III}$ の関係をみると、 $Al^{III}$ に比較して $H^+$ が全層で高い値を現わしている。置換性塩基のなかでは、 $Ca$ と $Mg$ が高く、特に $Ca$ の値が高くなっている。 $P_2O_5$ の含量も他のアマゾニアの土壤のなかでは最も高く、A層で $4.42\text{ mg}/100\text{ g}$ 、 $B_3$ 層で $6.79\text{ mg}/100\text{ g}$ となっている(但し、Terra Roxa Latossolico Eutróficosの全般で高い値とはかぎらない)。腐植の含量はいがいに少なく、A層ですら、1.38%にすぎない。“Ki”や“Kr”値はLatossoloと大差がなく、Laterizationがかなり進んでおり、カオリン鉱物が主な構成鉱物であることが予想される。A層の粘土含量は35%であり、 $B_1$ 層では45%と高くなっている。

(B) 土性B層をもつ土壤 (Solos com B textural)

(i) 赤黄色ポドゾル性土壤、粘質 (Podzólico Vermelho Amarelo textura Argiloso Distrófico, 9221~9225)

第11表にみられるように、この土壤の $PH(H_2O)$ は、表層の $A_1$ 層で4.1、 $A_2$ 層で4.4で低く、 $B_3$ 層で5.5と高くなっている。 $PH(KCl)$ では、 $A_1$ 層では3.6で低い、 $B_2$ 層以下では4.2~4.3で少々高くなっているが、各層間で大した差違はみとめられない。粘土含量は表層で低く、B層で高くなっており、赤黄色ポドゾル性土壤の一つの特徴である、粘土集積B層(土性B層)がみられる。シルトの含量は全層を通じて低い。ラテライト化複合体の“Ki”値は $B_2$ 層でやや低い、土壤断面全体ではそれほどの差違はみられず、ほぼ2.0以下でLaterizationがかなり強くすすんでいることがわかる。置換性塩基量はきわめて低く $1.0\text{ me}/100\text{ g}$ 以下である。塩基飽和度は $A_1$ 層で14%、 $A_2$ 層では11%と低い。 $B_2$ 層および $B_3$ 層では少々高くなっているが、28%以下である。陽イオン置換容量は、 $A_1$ 層で $5.72\text{ me}/100\text{ g}$ であるが、 $B_3$ 層では $2.37\text{ me}/100\text{ g}$ ときわめて低い。置換性 $H^+$ は全層を通じて置換性の $Al^{III}$ よりもその値が高くなっている。置換性 $H^+$ の場合 $A_1$ 層では $3.68\text{ me}/100\text{ g}$ で、 $B_3$ 層では $1.29\text{ me}/100\text{ g}$ と下層土で低くなっている。 $Al^{III}$ の方は $A_1$ 層で $1.23\text{ me}/100\text{ g}$ 、 $B_3$ 層では $0.41\text{ me}/100\text{ g}$ と下層土で低くなっている。腐植含量は $A_1$ 層で2.02%、 $A_2$ 層で1.22%である。置換性 $H^+$ の値は置換性 $Al^{III}$ より高くなっている。

(ii) 赤黄色ポドゾル性土壤/カンピソル、中粒質(ラテライト結核及び角礫含む) (Podzólico Vermelho Amarelo/Cambisol, Média, com Concreções e Cascalhos, 9124~9128)

この土壤は赤黄色ポドゾル性土壤とカンピソルとの中間段階の土壤であり、ラテライト結核や角礫をともなった中粒質な土壤である。第12表にみられるように、 $PH(H_2O)$ は表層から下層までほとんど変化なく、4.4~4.7の範囲内であり、 $PH(KCl)$ は表層の $A_p$ 層で3.6、最下層のC層で3.3をしめし、全層であまり変化がみられない。粘土含量は $A_p$ 層で28%、 $A_2$ 層で29%、 $B_3$ 層で20%とB層よりもA層で少々高い。 $A_2$ 層がみら

られることは、ポドゾル性の特徴をしめすが、集積B層はみられない。典型的な赤黄色ポドゾル性土壌とはいえないものである。置換性塩基量は低い、置換性陽イオン量はA<sub>p</sub>層の11.32me/100gを除いて、10me/100g以下で低く、塩基飽和度もA<sub>p</sub>層で29%でそれより下層では10%以下である。置換性H<sup>+</sup>は表層で5.57me/100gと高く、下層で0.15me/100gで低いが反対にAl<sup>III</sup>では表層で2.42me/100gで低く、A<sub>2</sub>層でこの土壌中でも高い方の4.86me/100gの値をしめしている。下層土で4.96me/100gで高くなっている。“Ki”の値はA<sub>p</sub>層で2.35で、C層は2.56であり層位間で大差はみられない。“Kr”はA<sub>p</sub>層で2.12、C層では1.96とこれも層位間でも差が小さい。“Ki”や“Kr”の値から、カオリン以外の粘土鉱物の存在も予想されるが、これはこの土壌の母岩(材)である Filito 片岩の岩石学的な特徴を多分に反映しているものと思われる。またこの土壌の Laterization の程度が他の黄色ラトゾルや赤黄色ポドゾル性土壌に比較してなおおくられていることとも関連しているものと思われる。

(v) 赤黄色ポドゾル性土壌/カンピソル、粘質 (Podzolic Vermelho Eutrofico Intermediario para Cambisol Entrofico, Pesado, 9230 ~ 9234)

この土壌は第13表にみられるようにPH(H<sub>2</sub>O)はこの種土壌では稍々高く、A<sub>1</sub>層で4.9、B<sub>3</sub>層では5.4の値をしめしている。PH(KCl)ではA<sub>1</sub>層で4.2でB<sub>21</sub>層で稍々高くなり、4.8をしめし、下層のB<sub>3</sub>層では4.2と稍々低くなっている。PH(KCl)とPH(H<sub>2</sub>O)との値の差は稍々高い(第13表)。粘土含量はA<sub>1</sub>層で26%及びA<sub>3</sub>層で41%だがB<sub>21</sub>層で52%、B<sub>22</sub>層で55%と赤黄色ポドゾル性土壌の重要な性質の一つである粘土の集積がみられる。ラテライト化作用の判断の一つとして“Ki”及び“Kr”値ではB<sub>22</sub>層で一番低く、1.86であり“Kr”値でも同じように1.41とこの断面中でもっとも低い値をしめしており、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>がSiO<sub>2</sub>に比較してやゝ高くなっている。置換性塩基量は全体としては、低い石灰、苦土が稍々高く、特に苦土は高い、これはこの土壌の母材である輝緑岩に由来しているものと思われる。塩基飽和度は最下層土を除き60%を越している。以上のような塩基の状態や“Ki”値などから、この土壌は典型的なポドゾル性土壌ではなく、赤黄色ポドゾル性土壌とカンピソル(富)との中間段階のものともみなすことができる。この土壌も前述(v)の土壌と同様にアマゾンに分布する陸成土壌では Laterization のより弱い段階のものともみなすことができる。

(vi) 帯赤色ブルニゼム、粘質 (Brunizem Vermelho Eutrofico Argila, 14647 ~ 14649)

この土壌は「粘土集積B層をもつ土壌」に位置づけられているが、塩基性岩である玄武岩(扁桃腺状 Basalto amigdaloidal) から由来している関係もあって、その理化学的性質はいままで述べてきた土壌とはことなっている(一般的に典型的なブルニゼムの分布している地域は山の多いアルゼンチンパンパス地域、アンデス山地、そしてウルグエ

イ高地の平原にみられる、帯赤色のものはブラジル南部などにみられる)。第14表で見られるように、 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ 及び $\text{PH}(\text{KCl})$ の値は一般的に高い。粘土含量はA層で59%、B層でも61%でともに土性は埴質である。C層では、45%で半粘質(Meio-Pesado)に該当するが、B<sub>2</sub>層のそれより低い値になっている。置換性塩基のうち、石灰及び苦土はかなり高い含量をしめしており、層位間の分布傾向は、石灰のそれでは表層で高く、下層に向うに従って低くなる。苦土では石灰とは反対に表層で低く、下層で高くなっている。塩基飽和度もその値がきわめて高くはば63~96%(C層は63%)の間にある。置換性 $\text{Al}^{\text{III}}$ はC層を別としてゼロの値をしめしており、 $\text{H}^+$ ではA<sub>1</sub>層、B<sub>2</sub>層でその値が低く、C層でその値が高くなっている。陽イオン置換容量はほぼ10.67~16.18me/100gの間にみられる。ラテライト化複合体の“Ki”値は各層位間ではば一定で2.17~2.25の間にある。このように、この土壤の $\text{PH}$ 値や塩基状態がよく、その自然肥沃度が高いのは、多分に母岩の影響に依存しているものと思われる。

(C) ヴァーティソル (Vertissolo)

(i) グルムソル性土壤(ヴァーティソル) (Grumussolico, Vertissolo, 14644~1646)

第15表にみられるように、この土壤の $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ は表層で5.5下層で7.9とかなり高い。 $\text{PH}(\text{KCl})$ の表層では4.4、下層で6.7となっている。粘土含量は表層で51%で粘質であり、下層土ではさらに高く63%で粘質である。粘土の下層への移動というより、表層からの粘土の流亡によると考えられる。それは表層のシルト(微砂、limo)の含量が下層の30%に比較して表層で49%も含まれていることから想像することができる。塩基置換量は表層で30.35me/100g、下層土では50.26me/100gと全層で高い値をしめしている。置換性の石灰は表層土で12.60me/100g、下層土で11.20me/100gと表層で高くなっている。これに反し、苦土は表層で17.00me/100g、下層で38.00me/100gで下層土で高くなっている。塩基飽和度は表層土で83%、下層土で99%と全層で極めて高い値をしめしている。置換性の $\text{H}^+$ は表層で6.07me/100g、下層土で0.66me/100gで表層土で高くなっている。 $\text{Al}^{\text{III}}$ はA層を除きゼロである。ラテライト化複合体の“Ki”の値は表層で3.36、下層では4.26と高く、カオリン鉱物以外の粘土鉱物の存在していることが想像される。次に腐植の含量をみると、表層土で1.62%下層では0.62%となっており、土色に比して低い値である。

以上のような理化学的諸性質から、この土壤はアマゾニアの他の土壤のそれとちがいで、自然肥沃度の高い土壤であり、グルムソル性土壤の特徴をよくしめしていることがわかる。またこの土壤はたしかに自然肥沃度は高いが、粘質であり、乾期には土層の割目の発達が目立ち、また水管理も困難である。いわゆる土壤の物理性不良な土壤で農耕地としての利用はそれほど有用とはいえない。

II) アマゾン横断道路沿線以外の地域の土壤。

(A) ラトソル性B層をもつ土壤 (Solos com B latossólico)

(i) 黄色ラトソル、重粘質 (Latosolo Amarelo textural muito Pesado, 6913 ~ 6917)

第17表にみられるように、この土壤でも  $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$ 、 $\text{PH}(\text{KCl})$ とも低い値をしめしている。粘土含量が90%を越えるきわめて重粘質な土壤である。陽イオン置換容量は  $\text{A}_1$ 層で  $16.31\text{me}/100\text{g}$ 、 $\text{A}_3$ 層で  $9.03\text{me}/100\text{g}$ 、 $\text{B}_{21}$ 層以下ではほぼ  $5\text{me}/100\text{g}$ 以下できわめて低い値である。塩基飽和度も  $\text{A}_1$ 層の33%を除けば、やはり低い値である。腐植含量は  $\text{A}_1$ 層で3.37%、 $\text{A}_3$ 層で2.22%であり、湿潤熱帯の Latossolo としては、稍々高い値をしめしている。“ $\text{K}_i$ ”、“ $\text{K}_r$ ”値は下層土を除きほぼ1.5以下できわめて低い。このような理化学的性質から、この土壤では Laterization が強く進行していることがわかる。自然肥沃度の低い土壤である。

(ii) 黄色ラトソル、中粒質 (Latosolo Amarelo textura Média, EMBRARA-CPATU\* 17548~17552) \*前 EMBRARA-PA (IPEAN)

第19表にみられるように、この土壤の  $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$  は  $\text{A}_0$ 層で4.1、 $\text{A}_1$ 層で4.2をしめし、最下層の  $\text{B}_2$ 層でも4.6と低い、 $\text{PH}(\text{KCl})$ の値でも  $\text{A}_0$ 層で3.0、 $\text{A}_1$ 層では3.7、最下層の  $\text{B}_2$ 層で4.1となっており、低い値をしめしている。次にこの土壤の粘土含量をみると、 $\text{A}_1$ 層で13%で最下層の  $\text{B}_2$ 層(表層から66cm以下)で17%、それほど粘土の移動はみられない。シルト(Limo)の含量は全層を通じて高い、この種 Latossolo としては特異的である。腐植は  $\text{A}_1$ 層で1.68%、 $\text{A}_3$ 層で1.02%と低い、この低い原因は一つには粘土含量の低い中粒質であることと、二つには再生林(Capoeira)で落枝葉の量が少ないことによるものと思われる。置換性塩基量は  $\text{A}_0$ 層で  $0.8\text{me}/100\text{g}$ 、 $\text{A}_1$ 層で  $0.17\text{me}/100\text{g}$ 、 $\text{B}_1$ 層で  $0.11$  ときわめて低い。置換性陽イオン容量は  $10\text{me}/100\text{g}$ 以下できわめて低い値である。塩基飽和度も低く  $\text{A}_1$ 層で3%、最下層の  $\text{B}_2$ 層で5%と きわめて低い。この土壤も自然肥沃度の低い土壤である。

(iii) 腐植質ラトソル、重粘質 (Terra Preta do Indio ou Latossolo Amarelo Humico; muito Pesado, 7737~7741)

この土壤はインディオの土器などが発見されていることなどから、人為的な影響を受けた土壤だといわれてきている。またこの土壤は Latossolo Amarelo Humico Antropogênico と呼ばれている。 $\text{PH}(\text{H}_2\text{O})$  は5.6~6.0でかなり高い値をしめしている。

$\text{PH}(\text{KCl})$  も5.0~5.6で高い(第20表)。置換性塩基量は  $\text{A}_{p1}$ 層で  $35.12\text{me}/100\text{g}$ 、 $\text{A}_{12}$ 層では  $31.33\text{me}/100\text{g}$ となっており、かなり高い値をしめしている。最下層の  $\text{B}_2$ 層では  $2.99\text{me}/100\text{g}$ と低くなっている。置換性  $\text{Al}^{+++}$  は各層ともゼロであるが、 $\text{H}^+$ の場合には、 $\text{A}_{p1}$ 層で  $7.42\text{me}/100\text{g}$ で下層の  $\text{B}_2$ 層では  $1.88\text{me}/100\text{g}$ と下層に向うに従って低

い値をしめしている。塩基飽和度は  $A_{p1}$  層で 82% とかなり高い、 $B_2$  層でも 61% をしめしている。腐植含量は 7.64% ( $A_{p1}$  層) であり、 $A_{12}$  層で 5.61%、 $A_3$  層は 3.41% とアマゾニアの土壌では高い土壌である。粘土含量も  $A_{p1}$  層で 74%、 $B_1$  層で 93% と高い値をしめし、重粘質な土壌である。“Ki” 値は  $A_{12}$  層を除き、1.76 でカオリン質粘土鉱物が主なものであることが予想される。次にこの土壌の特徴的なことは、可溶性のリン酸 (Fó-sforo assimilável) が高いということである。 $A_{p1}$  層で  $35.17 \text{ mg}/100 \text{ g}$  ( $P_2O_5$  が風乾土 100g 当りの mg 量)、 $A_{12}$  層で  $56.91 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 、 $A_3$  層で  $20.68 \text{ mg}/100 \text{ g}$  と高いが最下層の  $B_2$  層では  $0.60 \text{ mg}/100 \text{ g}$  と低い値となっており、表層で高いのが特徴的である。この高い値の原因がなにに依存しているかについては論議の多いところである。この土壌の肥沃度は高いものである。

(c) ラテライト性結核質土壌 (Concrecionario Laterítico, 6598 ~ 6602)

土壌断面記載の説明でも明らかなように、全層にラテライト性の結核物が多量にみられる土壌である。第 21 表にしめすように、表層の  $A_{1cn}$  層の  $PH(H_2O)$  は 3.4 で強酸性であり、土層の深さが 43 ~ 84 cm の間にある  $B_{21cn}$  層でも 4.8 で低い、最下層の  $B_{23cn}$  層で 5.2 である。 $PH(KCl)$  は  $A_{1cn}$  層で 3.4 をしめし、 $PH(H_2O)$  のそれと同じ値であり、この層ではラテライト化作用が強烈にすすんでいることをしめしている。最下層でも 4.3 である。置換性塩基量は  $A_{1cn}$  層で  $0.65 \text{ me}/100 \text{ g}$ 、下層土の  $B_{23cn}$  層では  $0.21 \text{ me}/100 \text{ g}$  ときわめて低い。陽イオン置換容量は表層の  $A_{1cn}$  層で  $9.72 \text{ me}/100 \text{ g}$ 、下層土の  $B_{23cn}$  層で  $1.64 \text{ me}/100 \text{ g}$  と下層に向かって低くなっている。全層できわめて低い。塩基飽和度もきわめて低く、下層土で 13%、表層で 7% である。“Ki” 値は  $A_{1cn}$  層で 2.63、 $A_3cn$  層では 2.87 と少々高いが、 $B_{21cn}$  層では 1.73 である。 $B_{22cn}$  層で 1.41、 $B_{23cn}$  層では 1.35 であり、B 層全体として 2.00 以下の値となっている。“Kr” 値の場合も  $A_{1cn}$  層を除いて低い値である。このようなことから、この土壌では、Laterization がきわめて強く進んでいることをしめしている。全層を通じて置換性の  $H^+$  が  $Al^{III}$  より高い値をしめしている。有機物含量は、 $A_{1cn}$  層、 $A_3cn$  層の両方とも少々高い値をしめしているが、多分この値は腐植のみというよりは、植物根などの混入もあったのではないと思われる。次に粘土含量をみると、 $A_{1cn}$  層で 16%、 $A_3cn$  層で 34%、 $B_{22cn}$  層では 58% と下方に向うに従って高くなっている。この土壌の粒径組成をみると、Latosolos の特徴である粗砂と粘土が高い割合をしめしており、シルト (Limo) の割合が低くなっている。この土壌は局所的ではあるが、各所にその分布がみられ、農業的には、その対策が困難な土壌であり、放牧地などに利用されている。

(d) 土性 B 層をもつ土壌 (Solos com B textural)

(1) 赤黄色ポドゾル性土壌、半粘質 (Podzólico Vermelho Amarelo, meio Pesado, 8011 ~ 8016)

第23表に示すように、この土壤のPH (H<sub>2</sub>O) 及びPH (KCl) の値はきわめて低い。PH (H<sub>2</sub>O) は表層のA<sub>1</sub>層で4.0、下層土のB<sub>23</sub>層で4.4で断面層位間で大きなちがいがみられない。PH (KCl) ではA<sub>1</sub>層で3.5でB<sub>23</sub>層で3.9と下方で多少高くなっているが、層位間でその値に大差がみられない。塩基置換量はA<sub>1</sub>層で1.23me/100g、B<sub>23</sub>層では0.13me/100gときわめて低い値をしめしている。陽イオン置換容量は、A<sub>1</sub>層で7.39me/100gでB<sub>23</sub>層では3.27me/100gときわめて低いが、しかもその低い値のなかで、置換性H<sup>+</sup>とAl<sup>+++</sup>とが大部分をしめている。層位間でみると、H<sup>+</sup>は表層のA<sub>1</sub>層で高い、下層のB層で低くなっている。Al<sup>+++</sup>は表層で低く下層で稍々高くなっているが、層位間で大差がない。腐植の含量はA<sub>1</sub>層では2.25%でアマゾニアのこの種の土壤では普通の値である。次に粘土含量をみると、表層に比較し、B層で高く粘土集積B層(土性B層)の特徴をもっており、赤黄色ポドゾル性土壤の性質をしめしている。“Ki”値がA<sub>1</sub>層で3.24と高くなっているが、このことは置換性H<sup>+</sup>が高いこととも関連して、ポドゾル化作用によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の下層への移動と Biogeochemical cycleによる珪酸のA<sub>1</sub>層での富化も相互に関連しあっているものと思われる。“Kr”値についても“Ki”のそれと同様な傾向がみられる。塩基飽和度については、その値が全層を通じてきわめて低く、5%以下であり、陽イオン置換容量の溶脱のはげしさをあらわしている。この土壤もまたその自然肥沃度がきわめて低い土壤である。

(d) 赤黄色ポドゾル性土壤、浅相 (Podzolic Vermelho Amarelo, fase Rasa, 4768 ~ 4772)

A<sub>1</sub>層を除き、PH (H<sub>2</sub>O) は第24表にみられるように、各層とも4.5で変化がみられない。PH (KCl) についても3.4~3.6の間で各層位ともほぼ同一である。置換性H<sup>+</sup>及びAl<sup>+++</sup>の値はかなり高い。H<sup>+</sup>は当然ながらA<sub>1</sub>層で6.81me/100gで高く、C層では2.18me/100gで低い。反対にAl<sup>+++</sup>はA<sub>1</sub>層で7.45me/100gで低いが、C層では19.60me/100gと下層に向うに従って高い値をしめしている。陽イオン置換容量は、第24表に明かなようにA<sub>1</sub>層を除き下層に向うに従って高い値をしめしているが、これは主としてAl<sup>+++</sup>に基因している。粘土含量はA<sub>1</sub>層の35%、B<sub>2</sub>層の53%、B<sub>3</sub>層で62%とB層で粘土含量が高くなり、粘土集積B層の存在がみられる。

(c) 発達不十分な土壤 (Solos Pouco Desenvolvidos)

(i) 沖積土壤 (Aluvial Fluvial, Fertile, 4741 ~ 4745)

この土壤のPH (H<sub>2</sub>O) は全層を通じ6.2以上の値をしめしているが、下層に向って稍々高い値をしめしほぼ同じような傾向がみられる。PH (KCl) は4.3から4.7の間で全層ほぼ同じような値である。塩基置換量は表層土(0~16cm)で17.41me/100gであるが、下層土(54~100cm)では16.95me/100gの値をしめしている。陽イオン置換容量は、表層土では21.48me/100g、下層土で19.86me/100gの値をしめし、全層を通

じ時々高い値をしめしている。塩基飽和度はかなり高く、81%~87%の間にあり、全層はほぼ同じ値をしめしている。塩基置換量では、石灰、苦土が高い値をしめし、第25表にみられるように、石灰で10.63~12.97me/100gで高い値をしめし、全層ではほぼ同じである。苦土は2.19~4.79me/100gで層位間で多少の変化がみられる。置換性の $Al^{III}$ はほとんどみられず、主として $H^+$ であるがその値は1.99~3.85me/100gと多少ばらついた値をしめしているが、表層土と下層土で時々高い値をしめしている。腐植含量は表層(0~16cm)で2.36%をしめしているが、この種土壌としては高い含量とはいえない。粘土含量は少なく、砂質であり7~16%の間にある。これに反してシルト(Limo)の含量は高く、63~77%にもおよんでおり、風化作用の弱い未発達な沖積土の特徴をよくしめしている。Argila natural(水分散粘土)は下層で高くなっている。ラテライト化複合体の“Ki”値は3.09~3.78で高いが、各層間でそれほど大きな差はみられない。“Kr”値についても同じような傾向がみられるが、その値は2.14~2.60の間である。

(b) 塩類土壌 (Solos Salino ou Solos Halomorfcós, Pesado, 7307~7313)

この土壌はアマゾン河口、Marajó島の平坦地の沖積堆積物に由来している土壌で、畜牛および水牛の放牧地に利用されている。第26表にみられるように、 $PH(H_2O)$ は表層の $A_p$ および $A_3$ 層では4.5で低いですがそれより下層に向うに従って、順次高くなり下層の $B_{3g}$ 層では7.3となっている。 $PH(KCl)$ は表層の $A_p$ 層では3.3で $B_{3g}$ 層で6.1と下層でその値が高くなっている。塩基置換量は $A_p$ 層で4.68me/100gで $B_{3g}$ 層では32.89me/100gと下層に向って高い値をしめしている。その塩基の内容は石灰、苦土、曹達などが高い値をしめし、とくに苦土、曹達が高く、加里の値は低い。陽イオン置換容量は全体的に高い、 $A$ 層で、17.36me/100gで $B_{3g}$ 層で32.89me/100gでカオリン鉱物以外の粘土鉱物の存在が予想される。塩基飽和度は表層の $A_p$ 層で27%であり、下層土の $B_{3g}$ 層および $C_g$ 層では100%に達している。置換性 $H^+$ および $Al^{III}$ は塩基置換量とは反対に表層でその値が高くなっている。例えば $H^+$ では $A_p$ 層で7.0me/100gであるが、 $B_{3g}$ や $C_g$ 層ではゼロとなっている。 $Al^{III}$ でも $A_p$ 層で5.68me/100gをしめしていたものが、 $B_{2g}$ 層以下でゼロである。0.05N-HClと0.025N- $H_2SO_4$ 可溶の磷酸(Fosforo-assimilavel)はこの土壌では他の土壌よりも比較的高い値をしめし、とくに $B_{3g}$ 層では12.50mg/100gを含有している。ラテライト化複合体の“Ki”値は最下層の $C_g$ 層を除き2.0以上の値をしめし、 $A_p$ 層では2.73、 $A_3$ 層で2.56と表層で時々高い値をしめしている。次に粘土含量をみると、 $A_p$ 層では42%であるが、最下層の $C_g$ 層では73%と重粘質の土性をしめしている。Argila natural(水分散粘土)は $A_p$ 層で27%だが、下層の $C_g$ 層では全粘土含量と同じ値の73%に達している。下層土ではその粘土の全部が水で分散する形のものとして存在していることをしめし、沖積堆積物の塩類土の特徴をよくしめしている。

### III) アクレ州の土壤 (アマゾニア)

#### (A) ラトソル性B層をもつ土壤 (Solos com B latossólico)

(イ) 黄色ラトソル、半粘質 (Latosolo Amarelo, Meio pesado, Acre 州内、5446 ~ 5450)

この土壤のPH (H<sub>2</sub>O)、PH (KCl) は両方ともきわめて低い値である。A<sub>1</sub>層、A<sub>2</sub>層でとくに、低い下層 (B<sub>23</sub>層) で少々その値を増し、PH (H<sub>2</sub>O) で4.8となっている。

置換性塩基量は、第27表にみられるように、極めて低い。陽イオン置換容量は表層のA<sub>1</sub>層で8.89me/100g、下層のB<sub>23</sub>層で5.42me/100gできわめて低い。この土壤の置換性H<sup>+</sup>とAl<sup>+++</sup>の値はA<sub>1</sub>層を除きほぼ同様な値をしめしている。塩基飽和度の場合もA<sub>1</sub>層を除き、ほぼ10%以下である。“Ki”および“Kr”はA<sub>1</sub>層を除き2.0以下で強くLaterizationの進んでいることをしめしている。水分散粘土 (Argila natural) の含量もきわめて低く下層に向って多少増加している。

(ロ) 赤色ラトソル、半粘質 (Latosolo Vermelho, Meio pesado, 5436 ~ 5440, アクレ州)

第28表でしめすように、この土壤のPH (H<sub>2</sub>O) およびPH (KCl) の値はきわめて低く強酸性である。置換性塩基量はきわめて低く、A<sub>1</sub>層を除き1.0me/100g以下である。A<sub>1</sub>層のCa、Mgが少々高いのは主として生物起原によるものであろう。陽イオン置換容量も低く、A<sub>1</sub>層を除き6.05me/100g以下である。塩基飽和度もきわめて低いものである。“Ki”および“Kr”値も2.0前後と低く、カオリン質な粘土鉱物を主とする土壤であることが推定される。粘土の含量は表層から下層へ向かって、多少その値を増している。置換性H<sup>+</sup>とAl<sup>+++</sup>は表層のA<sub>1</sub>層を除きほぼ同様であるが、多少Al<sup>+++</sup>の方が高い傾向がみられる。腐植含量はA<sub>1</sub>層ではかなり高く、4.5%をしめしている。この土壤も強いLaterizationがすすんでいる。

#### (B) 土性B層をもつ土壤 (Solos com B textural)

(イ) 赤黄色ポドゾル性土壤、半粘質 (Podzolic Vermelho Amarelo, Meio pesado, 5483 ~ 5487)

第29表に示してあるように、この土壤のPH (H<sub>2</sub>O) はA<sub>1</sub>層およびA<sub>2</sub>層できわめて低く、ともに3.7である。B<sub>2</sub>層およびB<sub>3</sub>層でそれぞれ5.1で少々高い値をしめしている。

PH (KCl) の値は全層を通じ3.5 ~ 3.3代で低い値である。“Ki”値はA<sub>1</sub>層で4.53と高い値であるが、これは強酸性によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の下方への溶脱と Biological cycleによるものと想像される。B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>の各層位の“Ki”値はほぼ類似している。“Kr”値についても“Ki”値と同じように表層で高く、下層に向うに従って低くなっている。

R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は下方で高い値をしめしている。塩基飽和度はA<sub>1</sub>層で31%をしめし、他の層と比較して少々高い値をしめしているが、これは多分に Biological cycle にもとづいてい

るものと考えられる。A<sub>2</sub>層以下の各層の塩基飽和度はほぼ同じ値で18%以下で低い値をしめしている。次に粘土含量はA<sub>1</sub>層で9%、A<sub>2</sub>層は16%、B<sub>1</sub>層で34%、B<sub>2</sub>層で42%、B<sub>3</sub>層で47%とB層で粘土の集積がみられる。“Argilla natural”はA<sub>2</sub>層で13%をしめし、A<sub>1</sub>層やB<sub>1</sub>層より高い値をしめしている。陽イオン置換容量はきわめて低く、A<sub>1</sub>層を除き5me/100g以下である。このような理化学的性質は赤黄色ポドゾル性土壌の諸特徴をよく反映していることがわかる。

## Ⅶ 土壌中の粘土鉱物組成の特徴

土壌中の粘土鉱物の種類やその鉱物学的特徴はそれらの土壌をつくりあげている母材（岩）の種類やその特性、風化作用の強度や段階そして土壌生成作用の特徴をよく反映している。これらの土壌粘土鉱物は有機物とともに、土壌の重要な構成部分をなし、そのなかでももっとも重要な役割を演じている。土壌粘土鉱物の種類やその諸性質を知ることは、土壌の特徴を知るうえからも農耕地の肥培管理や土地改良のうえからも基本的に重視されなければならないものである。従って、アマゾン開発やそれにとりまう農業植民地開発のうえからもその基礎資料として重視されてきているわけである。

次にアマゾン横断道路沿線ならびに他のアマゾニアの各種土壌から採取した土壌粘土鉱物について述べることにしたい。

### 土壌粘土鉱物の研究方法

#### (A) 粘土試料の採取方法

各種土壌中からの粘土の分離採集は次のような方法で実施した。

即ち、風乾細土（2 mm以下の部分）の一定量をトルビーカー（500 ml）に秤量し、それに若干の蒸留水を加え、さらに10%の過酸化水素水の50 mlを加え（分解不十分な場合には、さらに加える）、土壌中の有機物が充分分解するまで加熱処理を行なう。有機物の分解が終了したら1 N-NaOHの25 mlを加え（蒸留水を約400 ml加えた後）攪拌器（ミキサー様）内にその懸濁液状の土壌を移し、15分間激しく攪拌する。攪拌終了後、その懸濁状土壌を2,000 mlのシリンダーに移し、蒸留水でfill upする。一定時間放置後2 μ以下の粘土部分（コロイド部分）を採取し、飽和食塩水を加え粘土部分を濃縮採集する。その粘土部分について塩素（Cl<sup>-</sup>）の反応のなくなるまで80%のアルコール液で洗滌する。風乾後その粘土部分をデシケーター（50% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>による蒸気圧の調整）内に保存し、粘土鉱物判定の試料とした。

#### (B) DTA法（示差熱分析法）

粘土試料の一定量を用い、DTA装置（手動式三田村Ⅱ）による各種土壌中の粘土鉱物の同定を行った。

DTAは20℃から1,000℃（1分間に10℃加温上昇割合）までの加熱測定範囲で実施した。

DTA装置の電気抵抗は粘土試料の特性によりそれぞれ、50Ω、100Ω及び150Ωとした。

#### (C) X線回折法及びその条件

##### (1) X線の回折実施の条件

Target : Cu, Volt. : 35KV ~ 40KV, 20 mA.

Filt. : Ni, Load : 1%, Mult. : 10<sup>3</sup> × 4,

Power Sup. : 1,300V, Chart Sp. : 20 mm/min.

Time const. : 1, Preset Count. : 10<sup>2</sup>, Ds : 1°, SS : 1°, Rs : 0.6.

## (2) 粘土試料の作成

次のような各種処理を行ない、その粘土試料についてX線による回折同定を実施した。  
粉状法、定方位法(除鉄後)、Mg-粘土法(除鉄後)、K-粘土法(除鉄後)、  
K-粘土加熱法(除鉄後)、10%グリセリン法(除鉄後)。

註)1:粉状法以外はすべて定方位法によった。

註)2:図表中で Argila-Mg は Mg-粘土法、Lamina orientada は定方位法、Argila-PO は粉状法、Glicerina は 10%グリセリン法、Argila-K は K-粘土法を示している。

註)3:図中の(P)、(MP)、(M) はP粘質、MP重粘質、M中粘質の意。

## 各種土壌中の粘土鉱物組成

各種土壌中の粘土鉱物組成の検討のための成績は次の如くである。DTAの結果については Fig.8 から Fig.42 であり、X線回折については Fig.43 から Fig.73 にしめしてあり、そしてそのまとめは第30表にかかげてある。次にこれらの結果について説明したい。

### 1) アマゾン横断道路沿線の土壌粘土鉱物

#### (A) ラトソル性B層をもつ土壌 (Solos com B latossolico)

##### (i) 黄色ラトソル (Latosolo Amarelo, Fig.8, Fig.43, 9198~9201)

Fig.8のDTA成績にみられるように、この試料では100℃~115℃の小さい吸熱ピークと極めて深い560℃~585℃の吸熱ピーク、そして880℃~920℃のかなり強い発熱ピークがみられ、カオリナイトの存在がうかがえる。また295℃~360℃に小さい吸熱ピークがみられるがギブサイトおよびゲータイトなどのピークに対応するものである。A層(9198)では315℃とともにやや深い295℃の吸熱ピークがみられる。5N-NaOH処理試料(9198)でなお350℃の吸熱ピークがみられ、ゲータイトの存在をしめしている。Fig.43(9198)のX線回折図では7.24Åとともに3.58Åの強い回折ピークがみられる。3.58Å/7.24Åの回折強度の比高比も高く1.0に近い。北川靖夫(1974)に従えばこの値は、カオリナイトに該当することになる。さらにDTAのピークとともに検討してみると、これらのピークはカオリナイトに対応していることがわかる。また9198(Argila-PO)ではみられないが、Argila-Mg(除鉄後)の試料では(Lamina Orientada)4.76Åの回折ピークがみられるが、DTAの成績とも合せ検討してみると、このX線回折ピークはギブサイトのそれを示すものである。2.64Å、2.50ÅのX線回折ピークは赤鉄鉱のそれに対応しているものである。このように、結晶度の高いカオリナイトに少量のギブサイト、赤鉄鉱、ゲータイト等のいずれか又はセットでともなう粘土鉱物組成の分布傾向は、若干の例を除いて、母岩(材)や粘土含量を異にする他の黄色ラトソルにも共通した特徴のようである。

(ii) ラテライト性テハ・ローシャ (Terra Roxa Latossolico, Fig.14, 48, 9217~9220) DTAの成績では105℃~110℃の吸着水に由来する吸熱ピークはすでに述べた典型的な黄色ラトソル中の粘土試料に比較して少々深い傾向がみられる。これは多分

$R_2O_3$  などの非晶質物の存在に基因しているものであろう。このことは Fig. 48 (下段) の無処理粉状の X 線回折強度がきわめて小さいのに反し、除鉄後の Mg-粘土では特にきわめて回折強度が強くなっていることから想像される(一般的にこの両者の回折強度には差がみられるが、ここでは特にその差が大きい)。560℃~575℃の吸熱ピークおよび 830℃~890℃の発熱ピークの両方がともに極めてシャープであり、カオリナイトの存在がうかがえる。280℃~360℃に渡る小さい吸熱ピークがみられ、ギブサイトおよびゲータイトの存在がうかがえる。次に X 線の回折ピークをみると (Fig. 48) カオリナイトに該当する、7.24 Å、3.58 Å の極めてシャープな回折ピークがみられる (9217, Argila-Mg 除鉄後)。また小さいが 14 Å 鉱物もわずかにみられる。DTA の成績では、ギブサイト、ゲータイトに相当する 280℃~360℃の小さい吸熱ピークがみられたが、X 線回折図ではギブサイトに相当する、ほぼ 4.8 Å のピークがみられない。2.68 Å、2.51 Å の回折ピークがみられ赤鉄鉱が存在していることをしめしている。X 線回折でギブサイトがみられず、5N-NaOH 処理試料でなお 280℃の DTA の吸熱ピークがみられることは、痕跡的にはあるが、ゲータイトの存在をしめすものと思われる。このように、ゲータイトや赤鉄鉱がみられることは、この試料が輝緑岩という鉄含量の多い母岩の風化生成物に由来していることに基因しているものと考えられる。

(v) 構造性テハ・ホーシャ (Terra Roxa Estruturada, Fig. 15, 49, 8740~8743) の土壌は上述の土壌 (ラテライト性テハ・ホーシャ、9217~9220) と同じように、三疊紀の塩基性岩から由来している。Fig. 15 の DTA では上記のラテライト性テハ・ホーシャ (Fig. 14, 9217~9220) よりもさらに深い 115℃~120℃の吸熱ピークがみられる。次に 310℃~315℃の小さい吸熱ピークがみられるが、5N-NaOH 処理でもなお 255℃の吸熱ピークがみられるので、このピークはギブサイトというよりはゲータイトに基因するものであろう。565℃~570℃の吸熱ピークや 860℃~870℃の発熱ピーク、7.36 Å、3.57 Å の X 線回折ピークがみられ、カオリン鉱物の存在をしめしている。また Fig. 49 の Argila-Mg (除鉄) の試料では 14.71 Å、10.90 Å の X 線回折ピークがみられ、雲母系粘土鉱物の存在を暗示している。粉状試料 (PO) 及び Argila-Mg (除鉄後) の試料には X 線回折強度の差などからこの試料にはかなりの量の  $R_2O_3$  非晶質物が存在しているものと考えられ、雲母系鉱物の存在とともに、120℃ (DTA) 前後の吸熱ピークを深いものにしてしている原因と思われる。

(B) 土性 B 層をもつ土壌 (Solos com B textural)

(i) 赤黄色ポドゾル性土壌、粘質 (Podzolic Vermelo (P), Fig. 16, 17, 50, 9221~9225)

Fig. 16 の DTA 成績にしめされているように、この土壌の A 層 (9221) の粘土試料では、120℃の吸熱ピークが極めて深いのが特徴的である。しかし他の試料ではそのピーク

は小さい。またこの試料(9221、9222、9223)では、小さい290℃~350℃の吸熱ピークがみられ、ゲータイトおよびギープサイトの存在が予想される。次に各層位とも極めて深いDTAの545℃~565℃の吸熱ピークに続いてシャープな865℃~895℃の発熱ピークがみられる。A層(9221)に限っていえば、120℃の深い吸熱ピークは14Å鉱物や非晶物の存在に起因しているものと考えられる。Fig. 50 (P.V. Ap, 9221)のX線回折図の成績で明かなように、7.24Å、3.60Åの極めてシャープな回折ピーク(Argila-Mg、除鉄後)がみられ、主としてカオリナイトの存在をしめしている。また、2.68Å、2.50Åの小さい回折ピーク(Argila-PO)がみられるが、これは赤鉄鉱に由来するものである。さらに、4.16Åの中程度の回折ピークがみられるが、このピークはカオリナイトのそれとも重複するが、DTAの300℃前後の吸熱ピークの存在(5N-NaOH処理でなお吸熱ピークが存在している)ともあわせて検討してみて、ゲータイトの存在をしめしているものと思われる。

(b) ラテライト性結核および角礫をもつ赤黄色ポドゾール性土壤/カンピソル(Podzolico Vermelho Amarelo com Concreções e Cascalhos intermediario para Cambisol, Fig. 18, 51, 9124~9128)

DTAの成績では、90℃~110℃の吸熱ピークがみられるが、Ap層(9124)およびB<sub>2</sub>(9126)を除いてはきわめて小さいものである。290℃~360℃の間の吸熱ピークはきわめて小さい。そして下層でわずかに深くなる。これらは4.80Åの回折ピークがみられないことからゲータイトの吸熱ピークに対応しているものと判断する。560℃の中程度の吸熱ピークがみられるが、黄色ラトソルなどに比較して小さい。またこの試料では800℃~980℃の間にW型のピークがみられるのが、特徴的であり雲母系の粘土鉱物の存在が予想される。Fig. 51(9124、Ap層)のX線回折成績では、Argila-Mg(除鉄後)の試料で10.27Å、5.00Å、3.32Åのきわめてシャープな回折ピークがみられる。これらのピークはDTAのW型ピークの存在や各種処理によるX線回折成績とを合わせ、検討してみて、イライトの存在をしめしているものである。このイライトの存在の原因は多分この土壤(母材)がFilito片岩に由来していることによるものと考えられる。次に7.24Å、3.58Åの回折強度の高いピークがみられ、カオリン鉱物の存在をしめしている。

(c) 赤黄色ポドゾール性土壤/カンピソル(Podzolico Vermelho Amarelo/Cambisol, Fig. 19, 52, 9230~9234)

Fig. 19のDTAの成績をみると、100℃~115℃の中程度の深さの吸熱ピークがみられる。次に285℃~300℃のきわめて小さい吸熱ピークがみられるが、X線回折ピーク(Fig. 52)ではカオリン鉱物のそれ(4.20Å)と重複して判定困難であるが、多分ごく少量のゲータイトの存在によるものであろう。Fig. 52(9230)のArgila-Mg(除鉄後)の試料では10.15Å、5.03ÅのX線回折ピークがみられ、イライトの存在をしめし

ている。次に $7.24 \text{ \AA}$ 、 $3.58 \text{ \AA}$ の回折ピークがみられるが、このピークは $3.58 \text{ \AA} / 7.24 \text{ \AA}$ の回折比高比や $115^\circ$ のDTAの吸熱ピークの性質などから、多分カオリナイトの存在を認めしめずものと思われる。

#### (二) 帯赤色ブルニゼム (Brunizem Vermelho, Fig. 20, 53, 14647~14649)

この土壌は扁桃腺状玄武岩 (Basalto amigdaloidal) から由来している。Fig. 20のDTAの成績をみると、 $120^\circ$ のきわめて深い吸熱ピークがみられ、とくにB<sub>2</sub>層 (14648) で最も深くなっている。次に $280^\circ$ ~ $300^\circ$ の吸熱ピークがみられる。X線回折ピーク (Fig. 53, 14647) では無処理粉状試料 (Argila-PO) および Argila-Mg 試料 (除鉄後) の両試料でともに $4.87 \text{ \AA}$ の回折ピークがみられ、ギブサイトの存在していることがわかる。またDTAのAp層 (14647) の試料では $300^\circ$ のピークとともに $350^\circ$ の小さい吸熱ピークがみられるが、5N-NaOH処理でほとんど消失しているが、なお $260^\circ$ 、 $300^\circ$ の吸熱ピークがみられるので極く微量のゲータイトも存在しているようである (X線回折ピーク、Argila-Mg (除鉄) ではゲータイトに相当する $4.20 \text{ \AA}$ 前後のピークはみられない)。

次に $2.70 \text{ \AA}$ 、 $2.51 \text{ \AA}$ のX線回折ピークがみられるが、Argila-Mg (Fig. 53 除鉄後、14647) でこの回折線が消失していることから、赤鉄鉱によるものと考えられる。さらにFig. 20のDTAの成績では、 $565^\circ$ ~ $570^\circ$ の間にきわめて深い吸熱ピークがみられ、続いて $870^\circ$ ~ $880^\circ$ にシャープな発熱ピークがみられる。Argila-Mg (除鉄後) の試料のX線回折図 (Fig. 53, 14647) でも $7.30 \text{ \AA}$ 、 $3.60 \text{ \AA}$ の回折線強度の強いピークがみられる。しかしこれらの回折ピークの $3.60 \text{ \AA} / 7.30 \text{ \AA}$ の回折強度の比高比はカオリナイトのそれよりも小さい。またDTAの $120^\circ$ の吸熱の深いこととも関係してこれらのX線回折ピークは典型的なカオリナイトというよりは結晶度の発達の弱いカオリン系鉱物の存在に基因しているものと考えられる。次にきわめて回折強度の小さい $10.24 \text{ \AA}$ のX線回折ピークがみられるが、多分イライトかハロイサイトのそれと判断されるが、 $5.00 \text{ \AA}$ の回折ピークがみられないので、明かではない。なお痕跡的に $15.22 \text{ \AA}$ の回折ピークもみられるが、雲母系のものかも知れない (この種の土壌にはイライトの存在が、またモンモリロナイト、カオリナイト、ハロイサイト、そして加水雲母等が含まれているという報告もみられる)。

#### (C) ヴァーティソル (Vertissolo)

##### (イ) グルムソル性土壌 (Grumusólico, Fig. 21, 54, 55, 14644~14646)

Fig. 21のDTAの成績で明かなように、 $130^\circ$ ~ $140^\circ$ の間にきわめて深い吸熱ピークがみられる。次いで、 $560^\circ$ の吸熱ピークに続いて $840^\circ$ ~ $850^\circ$ に中程度の発熱ピークがみられる。DTAの成績だけでは明かではないが、 $130^\circ$ ~ $140^\circ$ の深い吸熱ピークなどからも考えて、カオリン系鉱物以外の粘土鉱物が存在していることがうかがえる。

Fig. 54 (14644) の X 線回折ピークの成績では、Argila-Mg (除鉄後) で回折強度の強い  $15.76 \text{ \AA}$  のピークがみられる。そしてこのピークをさらに検討するため、10% Glycerina 処理を行なったが、その結果 Fig. 55 にみられるように  $15.22 \text{ \AA}$  の面間隔距離を現わすピークが  $20.06 \text{ \AA}$  に膨張し、さらに  $300^\circ\text{C}$  の加熱処理で  $10.27 \text{ \AA}$  に収縮するなどからこの試料の主たる粘土鉱物はモンモリロナイトであることがわかる。Argila-Mg (除鉄後) の試料 (14644) の X 線回折図では、さらに  $7.24 \text{ \AA}$ 、 $3.55 \text{ \AA}$  の回折ピークがみられるがこれはカオリン系鉱物に基因しているものと思われる。以上のようにこの粘土試料の主な鉱物はモンモリロナイトであり、副次的にカオリン系鉱物からなっている。表層 (14644) には若干の赤鉄鉱がみられる。

## II) アマゾン横断道路沿線以外の地域の土壤粘土鉱物

### (A) ラトソル性 B 層をもつ土壤 (Solos com B latossólico)

#### (i) 黄色ラトソル (Latossolo Amarelo, Fig. 22, 23, 56, 13182 ~ 13186)

Fig. 22 ~ 23 の DTA の成績にみられるように、この試料中の  $70^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$  の吸熱ピークはきわめて小さいのが特徴的である。次いで  $360^\circ\text{C} \sim 370^\circ\text{C}$  の、きわめて小さい吸熱ピークがみられるが、Fig. 56 の X 線回折ピークでは、ゲータイトおよびギブサイトに相当する回折ピークはみられない (普通はこの程度の DTA のピークでは X 線の回折ピークとしては現われない)。従って、このピーク (DTA、 $360 \sim 370^\circ\text{C}$ ) がどのような鉱物によるものかが明かではないが、多分 Fe や Al の加水酸化物の痕跡的な存在に基因しているものであろう。次に Fig. 22 123 の DTA の成績では  $560^\circ\text{C} \sim 565^\circ\text{C}$  の吸熱ピークがみられ、続いて  $890^\circ\text{C} \sim 905^\circ\text{C}$  の極めてするどい発熱ピークがみられ、結晶度の高いカオリナイトの存在を暗示している。これは、Fig. 56 の X 線回折ピークの成績でも  $7.24 \text{ \AA}$ 、 $3.60 \text{ \AA}$  の極めてするどい回折ピークがみられることとも符合している。 $3.60 \text{ \AA} / 7.24 \text{ \AA}$  の回折強度の比高比からみてもこれらの回折ピークは結晶度の高いカオリナイトによるものと思われる。さらに、この試料には  $2.65 \text{ \AA}$ 、 $2.50 \text{ \AA}$  の回折ピーク (Argila-PO) がみられ、赤鉄鉱の存在をしめしている。この試料はアマゾニアの Terra firme 上の代表的 Belterra clay から由来した土壤から採集したものであり、この土壤の粘土鉱物は結晶度の高いカオリナイトが主要なものであることがわかる。

#### (ii) 黄色ラトソル、重粘質 (Latossolo Amarelo, MP, Fig. 24, 25, 57, 6913 ~ 6917)

Fig. 24 ~ 25 の DTA の成績で明かなように、全層位を通じて  $110^\circ\text{C}$  の小さい吸熱ピークがみられる。次いで、 $270^\circ\text{C} \sim 290^\circ\text{C}$  とそれに続いて  $380^\circ\text{C} \sim 385^\circ\text{C}$  の二つの特徴的な W 型の吸熱ピークがみられる。このピークについては、ギブサイトとゲータイトの存在が考えられるが、Fig. 57 の X 線回折成績でも約  $4.80 \text{ \AA}$ 、 $4.40 \text{ \AA}$  の回折ピークがみられるのでギブサイトの存在が明かである。また  $4.14 \text{ \AA}$  はきわめて小さくなり、 $3.37 \text{ \AA}$  は消失

している。(これらの特徴はX線回折法上の問題やカオリン鉱物との重複もあるので厳密にはむづかしい)。このような結果からこの試料中にはゲータイトも存在しているものと判断される。また赤鉄鉱の存在もみられる。この試料でも $7.30\text{\AA}$ 、 $3.60\text{\AA}$ のシャープな回折ピークがみられ、結晶度の高いカオリナイトの存在をしめしている。

(イ) 黄色ラトソル (Latosolo Amarelo, Fig. 26, 27, 58, 6953~6957)

この試料はカオリン鉱物を主とし、それに副次的にギブサイト、ゲータイトおよび赤鉄鉱などがみられる。

(ロ) 黄色ラトソル (Latosolo Amarelo, Fig. 28, 29, 59, 17549~17552)

Fig. 28~29のDTAの成績にみられるように、この土壌中の粘土試料では $100^{\circ}\text{C}$ ~ $110^{\circ}\text{C}$ のかなり深い吸熱ピーク(特に17550)がみられる。次いで約 $280^{\circ}\text{C}$ 、 $360^{\circ}\text{C}$ ~ $380^{\circ}\text{C}$ に小さい吸熱ピークがみられる。これらの吸熱ピークはX線回折ピーク(Fig. 58, 17549)では不明であるが、加水酸化物がごく少量存在しているものと思われる。次いで $560^{\circ}\text{C}$ ~ $570^{\circ}\text{C}$ の吸熱ピークとそれに引き続いて、 $900^{\circ}\text{C}$ ~ $910^{\circ}\text{C}$ のきわめてするどい発熱ピークがみられる。X線回折の成績(Fig. 59, 17549)では $7.30\text{\AA}$ のシャープなピークがみられるが、 $3.60\text{\AA}/7.30\text{\AA}$ の回折強度の比高比がカオリナイトのそれよりも少々小さい値であることやDTAの $110^{\circ}\text{C}$ の極めて深い吸熱ピークがみられることなどから高い結晶度のカオリナイトというよりは結晶度の少々悪いカオリン系鉱物であるように思われる。

(ハ) 腐植質ラトソル (Terra Preta do Indio, Latossolo Vermelho Amarelo, Fig. 30, 31, 60, 7737~7741)

Fig. 30~31のDTAの成績で明かなように、登録番号7737~7740の間では $100^{\circ}\text{C}$ ~ $105^{\circ}\text{C}$ の吸熱ピークは小さいが、7741(B<sub>22</sub>)で極めて深いのが特徴的である。次に $370^{\circ}\text{C}$ ~ $400^{\circ}\text{C}$ の間に小さい吸熱ピークが各層位の間にもみられるが、X線回折成績(Fig. 60, 7737)にはギブサイトの回折ピーク約 $4.8\text{\AA}$ がみられない。しかしArgila-PÓの試料では、カオリナイトの回折ピークと重複するが、 $4.14\text{\AA}$ の回折ピークがみられ、Argila-Mg(除鉄後)試料ではこのピークは極めて小さくなっている。これは定方位によるX線回折という方法上の問題もあるが(カオリナイトの $4.2\text{\AA}$ は小さくなる)、DTAによる $300^{\circ}\text{C}$ 前後の吸熱ピークの存在とも関連して検討してみても、ゲータイトの存在をしめしているものと判断される。なお、Fig. 60のX線回折成績にみられるように、Argila-PÓ(7737)の試料中には、 $2.65\text{\AA}$ 、 $2.51\text{\AA}$ の回折ピークがみられるが、Argila-Mg(除鉄後)処理では $2.65\text{\AA}$ の回折ピークが消失している。従って、これらの回折ピークは赤鉄鉱によるものと判断される。次に $575^{\circ}\text{C}$ のきわめて深い吸熱ピークに続いて、シャープな $910^{\circ}\text{C}$ の発熱ピークがみられるが、これはX線回折成績(Fig. 60, 7737)のArgila-Mg処理試料でもきわめて回折強度の強い $7.24\text{\AA}$ 、 $3.60\text{\AA}$ の回折ピークが

みられるので、カオリナイトによるものと判断される。しかしこの土壌試料のうち、最下層のB<sub>22</sub>層(7741)のDTA 125℃の深い吸熱ピークをもつこの試料については今後の検討を要するものである。

(N) ラテライト性結核土壌 (Concrecionario Lateritico 又は Latossolo Amarelo Concrecionario, Fig. 32, 33, 61, 6598~6602)

Fig. 32~33のDTAの成績で明かなように、これらの6598(A<sub>1</sub>cn)、6599(A<sub>3</sub>cn)、6602(B<sub>23</sub>cn)の試料では110℃~120℃の吸熱ピークは極めて深い。これらのピークに続いて、300℃~370℃に所謂W型の吸熱ピークがみられる。これらのW型の吸熱ピークはかなり深いものである。300℃の吸熱ピークは各層位でその深さにちがいがみられ、6599(A<sub>3</sub>cn)でもっとも深くシャープであり、6598(A<sub>1</sub>cn)、6600(B<sub>21</sub>cn)で浅い。次にみられる、360℃~370℃の吸熱ピークは6602(B<sub>23</sub>cn)で浅いが、他の試料ではほぼ同じ程度のピークの深さである。これらのW型の吸熱ピークは、Fig. 61(6598)のX線回折成績にも、4.92Å(Argila-PO)、4.87Å(Argila-Mg、除鉄後)の回折ピークが両試料でみられ、ギブサイトの存在をしめしている。またArgila-PO(6598)の4.18Å(カオリナイトと重複)の回折ピークは少々高い値をしめしているが、Argila-Mg(除鉄後)処理では、4.09Å(カオリナイトと重複)となり、それが小さくなっている、多少のゲータイトの存在をしめしているものと思われる。次いで、Argila-POの試料では、2.66Å、2.50Åの回折ピークがみられるが、Argila-Mg(除鉄後)の処理試料では2.66Åの回折ピークは消失している。赤鉄鉱の存在をしめしているものである。またArgila-Mg(6598、除鉄後)の試料では7.24Å、3.58Åの極めてシャープなX線回折ピークがみられるが、これらはDTA(Fig. 32, 33)のピークとも関連づけて検討してみてカオリン系鉱物が存在しているものと判断される。粉状粘土試料(Argila-PO)の回折線とArgila-Mg(除鉄後)試料との間の回折線強度の大きな差異の原因や6600(B<sub>21</sub>cn)、6601(B<sub>22</sub>cn)などの110℃~120℃の吸熱ピークの深い原因は多分非晶質物質の混入に基因しているものと考えられる。

(B) 土性B層をもつ土壌 (Solos com B textural)

(i) 赤黄色ポドゾル性土壌 (Podzolic Vermelho Amarelo, Fig. 34, 62, 18707~18710)

Fig. 34のDTAの成績から明かなように、110℃~125℃の間にみられる吸熱ピークは表層のA<sub>1</sub>層(18707)から下層土の18710(B<sub>2</sub>層)へと下方に向うに従って、その吸熱ピークの深さを増しているのが特徴的である。次にみられる290℃~370℃の吸熱ピークは18707(A<sub>1</sub>層)、18709(B<sub>1</sub>層)ではかなりの深さをしめしている(18708、A<sub>3</sub>層ではきわめて小さい)。しかし18710(B<sub>2</sub>層)ではみられない。これらの吸熱ピークはFig. 62(18707)のArgila-POの試料で4.76ÅのX線回折ピークがみられることから、

これらのピークはギブサイトによるものと判断される。次に、565℃～580℃の間にきわめて深い吸熱ピークがみられ、引続いて900℃～905℃の間にシャープな発熱ピークがみられる。Fig. 62 (18707) の Argila-Mg (除鉄後) の試料では、7.24 Å、3.60 Å のシャープな X 線回折ピークがみられ、また 3.60 Å / 7.24 Å の回折強度の比高比はかなり高い値をしめしている。しかし前述の DTA の 110℃～125℃ の深い吸熱ピークから判断して、かなりの量の非晶質物が存在しているものと判断される。110℃～120℃ の深い DTA 吸熱ピークの存在や非晶質物の存在などから判断に困難さはあるが、これらの 7.24 Å、3.60 Å の回折線はかなり結晶度の高いカオリンと判断される。次いで、2.68 Å および 2.50 Å の小さい回折ピークが Argila-PO (粉状) の試料でみられるが、これらのピークは Argila-Mg (除鉄後) 試料では消失している。これらのことからこの試料中には、赤鉄鉱が存在しているものと判断した。

(中) 赤黄色ポドゾル性土壌 (Podzólico Vermelo S/Concreções, Fig. 35、36、63、8011～8016)

Fig. 35、36 の DTA の成績にみられるように、8015 (B<sub>22</sub>層) を除いて、115℃～120℃ の小さい吸熱ピークがみられる。次いで、570℃～575℃ のきわめて深い吸熱ピークとそれに引きつづく 880℃～915℃ のするどい発熱ピークがみられる。これらのするどいピークは Fig. 63 (8011) の Argila-Mg (除鉄後) の試料での 7.24 Å、3.60 Å の X 線回折強度の高いピークとも関連づけ、この鉱物は結晶度の高いカオリナイトの存在をしめしている (但し、8015、B<sub>22</sub>層の試料は今後の検討を要する)。尚、14.71 Å のきわめて小さい回折ピークがみられるが、2:1 型粘土鉱物の痕跡的な存在をしめしているものと判断される。

(ハ) 赤黄色ポドゾル性土壌 (浅相) (Podzólico Vermelho Amarelo, fase Rasa, Fig. 37、64、55、4768～4772)

Fig. 37 の DTA の成績から明かなように、かなり深い 120℃～135℃ の吸熱ピークがみられる。特に 4768 (A<sub>1</sub>層)、4771 (B<sub>3</sub>層)、4772 (C層) で深いのが特徴的であるが、A<sub>1</sub>層を除けば下層に向うに従ってその深さを増している。次いで、4770 (B<sub>2</sub>層) で 300℃ の吸熱ピークがそして 4771 (B<sub>3</sub>層) では、280℃ の吸熱ピークがそれぞれみられる。他の試料ではみられず、粘土集積層である B 層でみられることは興味がある。次に 550℃～570℃ の間にかなり深い吸熱ピークがみられ、続いて 870℃～880℃ に少々ブロードな発熱ピークがみられる。これら二種のピークの存在は Fig. 64 の X 線回折成績の Argila-Mg (除鉄後) 試料 (4768) で明かなように、7.24 Å 及び 3.58 Å のシャープな回折ピークがみられる。これはカオリン鉱物に対応しているものである。3.58 Å / 7.24 Å の回折強度の比高比の特徴、120℃～135℃ の深い吸熱ピークの存在、また 14 Å 鉱物などの共存もあり判断にむづかしさもあるが、かなり結晶度の高いカオリンとみなすことができ

る。また770℃~800℃の間にブロードで小さい吸熱ピークがみられ、下層に向ってその深さを増している。そしてこのピークの深さは、DTAの120℃~135℃の吸熱ピークの深さに対応しており、興味がある。またこの吸熱ピークの出現の原因は Fig. 64 (4768) Fig. 55 (4768) のX線回折図 (Argila-Mg、除鉄後) にみられるように、15.22 Å、10.27 Å、5.03 Åの回折線をしめす鉱物の存在と対応しているようにみえる。即ち、後述するように、これらの試料にはモンモリロナイトおよび雲母系粘土鉱物 (イライト) が存在しており、775℃~800℃のDTAの吸熱ピークもそれに基因しているものである。さて、次に Fig. 64のX線回折図をみると、15.22 Åのかなり顕著な回折ピークがみられる (Argila-Mg、除鉄後) が、Fig. 55 (4768) にみられるように、Argila-Mg (除鉄後) の試料に10%のクリセリン処理をした試料のそれでは15.22 Åが18.89 Åに面間隔が膨張している。これはモンモリロナイトの存在をしめしているものと判断される。しかし膨張性雲母系鉱物の存在も考えられるので今後さらに検討が必要である。また10.27 Å、5.03 Åの回折線もみられるが、DTAのピークからみてもハロイサイトというよりは、イライトの存在をしめしているものである。3.36 Åのすどい回折ピークがみられる、これはArgila-POの試料でもすどいピークの形でみられるが、石英のそれではなくイライトによるものと判断される。またArgila-POの試料で回折強度の弱い6.32 Åのピークがみられるが、これは長石に基因するものであろう。

○) 新期河川沖積地の土壌 (Aluvial Recente Fluvial)

(f) 沖積土、肥沃 (Aluvial Fluvial, Fétil; Fig. 38, 65, 66, 4741~4745)

Fig. 38のDTAの成績をみると、120℃~170℃の間にかなり深い吸熱ピークが存在している。そしてこれらのピークは下層の4744 (第4層)、4745 (第5層) とは趣が異なっている (第3層と第4層の境界は約50 cm)。次に540℃~575℃との間にみられる中程度の深さの吸熱ピークに引つづいて、845℃~880℃の小さい発熱ピークがみられる (4744、第4層では痕跡)。また表層から第1層 (4741)、第2層 (4742) では760℃に小さい吸熱ピークがみられるが、14 Å 鉱物の存在が予想される。Fig. 65のX線回折成績、Argila-Mg (除鉄後、4741) の試料では14.71 ÅのX線回折ピークがみられる。この鉱物を検討するために Fig. 66にしめすような10% Glycerina 処理後のX線回折を行なった。その結果、14.71 Åは18.78 Åにその面間隔の膨張をしめしたので、モンモリロナイトが存在していると判定した。またこれらの処理後でなお14.71 Åの回折ピークが残存しているので、この点を明かにするため Argila-K (除鉄後) の試料を作成し、さらにこれらの試料を150℃、400℃、600℃の各温度で加熱処理し、その試料について検討した。その結果は Fig. 66 (4741) にみられるように、最終的には主として10.15 Åに収縮することから、パーミキエライトの存在をしめしていると判断した。しかし、Fig. 66 (4741) の Argila-K (600℃) で13.80 Åがなおわずかに残存している。次に

Fig. 65 (4741, Argila-Mg 除鉄後)には、 $10.15 \text{ \AA}$ 、 $5.03 \text{ \AA}$ のかなり顕著な回折ピークがみられる。これらのピークはイライトのそれに該当している。なお、Fig. 65 (Argila-Mg、除鉄後)のX線回折成績には、 $7.18 \text{ \AA}$ 、 $3.58 \text{ \AA}$ の回折ピークがみられる。そしてこれらのピークの特徴は前述のDTA成績でみられた深い $120^\circ \sim 175^\circ$ の吸熱ピーク、さらに中程度の $550^\circ \sim 575^\circ$ の吸熱ピーク、そしてブロードな $845^\circ \sim 880^\circ$ の発熱ピークからカオリン系の鉱物も存在しているものと判断される。

(D) 塩類土 (Solo Salino)

(i) 塩類土 (Solo Salino, Fig. 39、67、66、7307~7313)

Fig. 39のDTAの成績にみられるように、きわめて深い $120^\circ \sim 130^\circ$ の吸熱ピークがみられる。 $280^\circ \sim 300^\circ$ には小さい吸熱ピークがみられる。Fig. 67のX線回折成績 (Argila-Pó)の試料にみられる、 $6.36 \text{ \AA}$ の回折ピークはArgila-Mg (除鉄後)の成績で消失している。従って、この $280^\circ \sim 300^\circ$ の間の吸熱ピークは水成土壌によくみられるレピドクロサイト (鱗鉄鉱、 $\gamma\text{-FeOOH}$ )がわずかに存在していることをしめしている。次いで、 $560^\circ \sim 570^\circ$ の間の深い吸熱ピークとそれに続いて、 $870^\circ \sim 890^\circ$ のブロードな発熱ピークがみられる (モンモリン系鉱物や雲母系鉱物など他の粘土鉱物が共存している場合にはカオリン系粘土鉱物のX線回折強度やDTAの熱的反応が弱まる傾向がみうけられる)。これらの一連のピークはカオリン系の粘土鉱物の存在をしめしているものと思われる。7307 (A<sub>p</sub>層)、7308 (A<sub>3</sub>層)、7309 (B<sub>21</sub>層)を除いて、各試料に $800^\circ$ の小さい吸熱ピークがみられ、 $14 \text{ \AA}$ 粘土鉱物の存在を暗示している。Fig. 67 (7307)のX線回折成績 (Argila-Mg、除鉄後)の試料では $7.24 \text{ \AA}$ 、 $3.58 \text{ \AA}$ のかなりシャープな回折ピークがみられる。しかし、 $3.58 \text{ \AA} / 7.24 \text{ \AA}$ の回折強度の比高比が小さいことや前述のDTAのピークの特徴 ( $870^\circ \sim 890^\circ$ のブロードな小さい発熱ピークや $120^\circ \sim 130^\circ$ の深い吸熱ピーク)などから判断してこの鉱物はやゝ結晶度の低いカオリン鉱物からなっているものと思われる。次に、Fig. 67のX線回折成績 (7307、Argila-Mg、除鉄後)には、 $14.71 \text{ \AA}$ 、 $12.61 \text{ \AA}$ 、 $10.15 \text{ \AA}$ 、 $5.00 \text{ \AA}$ の一連の回折ピークがみられる。これらのピークを明かにするために、Fig. 66 (7307)にみられるような検討を行なった。Argila-Mg (除鉄後) + 10% Glicerina 処理試料では $14.71 \text{ \AA}$ の回折ピークの一部は $20.06 \text{ \AA}$ にその面間隔を膨張させている。しかしなお $14.71 \text{ \AA}$ にどどまっている回折ピークもみられる。これらの事実はモンモリロナイトの他に $14 \text{ \AA}$ 鉱物が存在していることをしめしている。次に、Argila-K (除鉄後)では $14.71 \text{ \AA}$ と $10.15 \text{ \AA}$ の間にいくつかのピークがみられ、さらにそれを加熱処理すると、 $10.27 \text{ \AA}$ にその面間隔が収縮することがみられる。Fig. 67 (Argila-Mg、除鉄後)にみられるように、 $14.71 \text{ \AA}$ と $10.15 \text{ \AA}$ との間に、 $12.61 \text{ \AA}$ の回折ピークがみられ、また一連のピーク ( $14.71 \text{ \AA}$ 、 $12.61 \text{ \AA}$ 、 $10.15 \text{ \AA}$ 、 $5.00 \text{ \AA}$ )がみられることからこの試料にはモンモ

リロナイトやパーミキェライト、イライトの他にパーミキェライトとイライトの混層鉱物も存在していることがわかる。また $3.34\text{\AA}$ のすどい回折ピークは石英の存在というよりはイライトに基づくものと判断される。以上のように、この試料中には、カオリン鉱物、モンモリロナイト、パーミキェライト、イライト、そしてパーミキェライトとイライトの混層鉱物、さらにレピドクロサイトなどが存在していた。

### Ⅲ) アクレ州の土壤粘土鉱物

#### (A) ラトソル性B層をもつ土壤 (Solos com B latossolico)

##### (i) 黄色ラトソル (Latosolo Amarelo, Fig.40, 68, 69, 5446, 5449)

Fig.40のDTAの成績をみると、 $125^{\circ}\text{C}$ ~ $130^{\circ}\text{C}$ のきわめて深い吸熱ピークがみられる。このようなピークは他の地域の黄色ラトソルにはみられないものである。次にきわめて小さい $290^{\circ}\text{C}$ の吸熱ピークがみられる。多分、結晶性 $\text{R}_2\text{O}_3$ 鉱物の痕跡的存在をしめすものであろう。 $560\sim 565^{\circ}\text{C}$ の深い吸熱ピークに引つづいて、 $890^{\circ}\text{C}$ のかなりすどい発熱ピークがみられる。これはカオリン鉱物の存在をしめしているものである。5449 ( $B_{22}$ 層)の試料では、 $780^{\circ}\text{C}$ の極めて小さい吸熱ピークがみられるが、このピークの存在は $14\text{\AA}$ 粘土鉱物の存在を暗示している。次に、Fig.68 (5446)のX線回折成績をみると、無処理(除鉄後のMg-粘土試料の作成を行わない)の定方位によるX線回折成績のために $14\text{\AA}$ は不明である。しかし $14\text{\AA}$ の回折線の判定に限定して検討するために行った、Argila-Mg(除鉄後)の定方位法によるX線回折では、明かに $14.96\text{\AA}$ がみられた。またArgila-K(除鉄後)で $14.24\text{\AA}$ が少々ブロードになり、 $400^{\circ}\text{C}$ 加熱試料ではさらにブロードになっている。そして $600^{\circ}\text{C}$ の加熱試料では完全に $10.27\text{\AA}$ に収縮した(面間隔)。DTAの $125^{\circ}\text{C}$ 、 $130^{\circ}\text{C}$ の深い吸熱ピーク、 $780^{\circ}\text{C}$ の小さい吸熱ピークの存在とも検討してみてこの試料中の $14\text{\AA}$ の回折ピークをしめす鉱物はパーミキェライトであり、 $10.27\text{\AA}$ の回折ピークは痕跡的にイライトが存在していると判定することができる。また $7.30\text{\AA}$ 、 $3.60\text{\AA}$ の回折ピークはカオリン系鉱物のそれを示している。次にFig.69 (5449)の粘土鉱物は前述(5446)のそれとはほぼ同じであるが、Argila-Mgの試料(除鉄後)で $14.97\text{\AA}$ と $10.27\text{\AA}$ の間に小さいX線回折ピークがみられ、Argila-K試料(除鉄後)および加熱試料のX線回折ピークの変化の様子からみてこの試料にはパーミキェライトとイライトの混層鉱物が若干含有されているものようである。尚、これらの試料(5446, 5449)の10% Glicerina処理後のX線回折では $14.96\text{\AA}$ の面間隔の膨張はみられなかった。モンモリロナイト鉱物でないことをしめしている。

##### (ii) 赤色ラトソル (Latosolo Vermelho, Fig.41, 70, 71, 5436 及び 5439)

Fig.41のDTAの成績では、 $100^{\circ}\text{C}$ ~ $110^{\circ}\text{C}$ に吸熱ピークがみられ、5436 ( $A_1$ 層)の吸熱ピークは中程度の深さでみられる。次に5436 ( $A_1$ 層)では $290^{\circ}\text{C}$ にブロードで小さい吸熱ピークがそして5439 ( $B_{22}$ 層)では $260^{\circ}\text{C}$ の小さい吸熱ピークがみられる。 $560$

570℃の深い吸熱ピークについて、875℃～900℃のするどい発熱ピークがみられる。Fig.70(5436)の無処理定方位によるX線回折成績では、不明瞭な14.47Å、11.32Åの回折ピークがみられる。Argila-Mg(除鉄後)の試料では、明瞭に14.71Å、10.15Åの回折ピークがみられる。Argila-K試料(除鉄後)の回折成績では14.24Åと10.51Åの間がブロードな形でみられ、600℃加熱処理ではほぼ完全に10.39Åに面間隔が収縮している。前述した中程度の100℃の吸熱ピークやほぼ700℃にブロードな吸熱ピークがみられることも合せ検討してみても、この試料(5436、A<sub>1</sub>層)中にはカオリン系鉱物とともにパーミキュライトが含まれていることがわかる。そしてさらに、イライイトも若干存在していることがうかがえる。(14Åは10%のglycerina処理で膨張しなかった)。尚、赤鉄鉱の2.70Å、2.51Åの回折ピークもみられた。Fig.71(5439)の試料の粘土鉱物は前述の(Fig.70、5436)それとほぼ同じ組成であるが、カオリン系鉱物は結晶度のより高いカオリン系鉱物と思われる。R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>鉱物も痕跡的にみられる。

(B) 土性B層をもつ土壤(Solos com B textural)

(i) 赤黄色ポドゾル性土壤(Podzólico Vermelho Amarelo, Fig.42、72、73、5483及び5486)

Fig.42のDTAの成績で明かなように、130℃のきわめて深い吸熱ピークがみられる。次に335℃および360℃の小さい吸熱ピークがみられる。カオリン系鉱物に対応する570℃の深い吸熱ピークとそれに引きつづいて、890℃および900℃のするどい発熱ピークがみられる。また5483(A<sub>1</sub>層)の試料には570℃と890℃とのピークの間にもブロードな凹型のカーブがみられるのが特徴的である。Fig.72(5483)の無処理定方位のX線回折図をみると、10.15Åおよび5.12Å～4.92Åの回折ピークがみられる。これらのピークはArgila-Mg(除鉄後)の試料でさらに明確にみられるようになった。イライイトの存在をしめしている。ハロイサイトでないことは、Argila-K(150℃)処理後でも10.15Åのピークが消滅していないことで明かである。なおArgila-Mg(除鉄後)の試料で、14.71Åのブロードな回折線は痕跡的にみられ、パーミキュライトとイライイトの混層鉱物の存在が予想されるが、はっきりしない。次にFig.72(5483)、無処理定方位の試料には、7.30Å、3.58Åの回折ピークがみられるが、3.58Å/7.30Åの回折強度の比高比が小さいことやDTAの130℃のきわめて深い吸熱ピークの存在などから判定に困難な点もあるがカオリン系鉱物による回折ピークと判断される(No.5483、8486の130℃の深い吸熱ピークは14Å鉱物や非晶質物が存在していることに基因しているものと判断される)。またFig.72には2.71Å、2.52Åがみられるが、これは赤鉄鉱によるものである。尚、DTAにみられる335℃(A<sub>1</sub>層)、360℃(B<sub>2</sub>層)の吸熱ピークは多分ゲータイトによるものと思われる。次にFig.73(5486)の無処理定方位試料には、10.20Å、5.00Åの回折ピークがみられる。これはイライイトの存在をしめしている。

かし Argila-Mg (除鉄後) では  $14.71 \text{ \AA}$  と  $10.29 \text{ \AA}$  の回折ピークの間、 $12.80 \text{ \AA}$  の回折ピークがみられるので、若干のパーミキュライトとイライトの混層鉱物が存在していると判断される。 $7.30 \text{ \AA}$ 、 $3.58 \text{ \AA}$  の一連の回折ピークは前述の試料 (5483) と同じようにカオリン系鉱物によるものである。 $2.67 \text{ \AA}$ 、 $2.51 \text{ \AA}$  は赤鉄鉱の存在をしめしている。Argila-Mg (除鉄後) の試料 (Fig. 73) にみられる  $14.71 \text{ \AA}$  の回折ピークは Argila-K 試料で  $14.71 \text{ \AA}$  から  $10.51 \text{ \AA}$  にその面間隔を収縮することからパーミキュライトによるものと判断される (10% グリセリン処理で膨張しなかった)。以上のように、アクレ州の赤黄色ポドゾル性土壌の  $A_1$  層と  $B_2$  層の粘土鉱物について検討したが、その結果、カオリン系粘土鉱物を主とし、それに雲母系粘土鉱物 (パーミキュライト、イライトおよびパーミキュライトとイライトの混層鉱物) がみられる。また赤鉄鉱も存在していることが判明した。

全体を通じて、石英の存在している例が多いが、その含量は若干の例外を除いて痕跡的にしかみられないのが特徴的であり興味がある。湿潤熱帯アマゾニアの土壌における 2 次生成物の特徴とも判断される。

第30表 各種土壌中の粘土鉱物組成

Quadro 30. Composição mineralógica dos vários solos (minerais argilosos).

1. アマゾン横断道路沿線の土壌 Solos da Rodovia Transamazônica

登録番号 Protocolo	層位 Horizon	主要粘土鉱物 Membro de minerais argilosos essencial	副次的粘土鉱物 Membro de minerais argilosos accessório	備考 Observação
-------------------	---------------	---	---	------------------

A. Latossolo com B latossolico (ラトソル性B層をもつ土壌)

イ) 黄色ラトソル、中粒質(デボン紀上部、クルア累層)

Latossolo Amarelo, Média (Devoniano Superior, Formação Curúa)

9198	A	Kaolinite	Gibbsite, Hematite, (Goethite)	(Quartz) 痕跡 (Goethite) 痕跡
9199	B <sub>1</sub>	"	"	"
9200	B <sub>21</sub>	"	"	"
9201	B <sub>22</sub>	"	"	"

ロ) 黄色ラトソル、粘質(デボン紀上部、砂岩風化物)

Latossolo Amarelo, Argiloso (Devoniano Superior?, Decomposição de arenito)

9211	A <sub>1</sub>	Kaolinite	(Gibbsite), Ilomnite, (Goethite)	(Gibbsite), (Goethite), 痕跡 (Quartz) 痕跡
9212	A <sub>3</sub>	"	"	"
9213	B <sub>1</sub>	"	"	"
9214	B <sub>21</sub>	"	"	"
9215	B <sub>22</sub>	"	"	"
9216	B <sub>23</sub>	"	"	"

ハ) 黄色ラトソル、粘質(先カンブリア紀)

Latossolo Amarelo, Argiloso (Pré-Cambriano indiferenciado)

※判別困難

	Al	Kaolinito	(Gibbsite), Hematite, (Goethite) Não	(Gibbsite), (Goethite), (Quartz) はあるかなしかの程度
9129	A <sub>1</sub>	Kaolinito	"	"
9130	A <sub>3</sub>	"	Não	"
9131	B <sub>21</sub>	"	"	?
9132	B <sub>22</sub>	"	"	?
9133	B <sub>23</sub>	"	"	?

ニ) 黄色ラトソル、粘質(デボン紀、暗色頁岩、クルア累層)

Latossolo Amarelo, Argiloso (Devoniano Superior, Folhelhos escuros, Formação curúá)

	Al	Kaolinito, Vermiculite, Vermiculite-Illite	Gibbsite, Hematite, Goethite	Vermiculite-Illite は混層鉱物
9150	A <sub>1</sub>	"	"	"
9151	A <sub>3</sub>	"	Não	"
9152	B <sub>21</sub>	"	"	"
9153	B <sub>22</sub>	"	gibbsite	"
9154	B <sub>23</sub>	"	Não	"
9155	C	"	"	Vermiculite-Illite の混層鉱物存在せず、Illiteのみ存在。

ホ) ラトソル性テハ、ホーシャ(三疊紀中部、輝緑岩風化物)

Terra Roxa, Latossolico (Triassico Média, Decomposição de Diabase)

	A	Kaolinito, 14A	Gibbsite, Hematite, Goethite Não	非晶質物存在
9217	A	"	"	"
9218	B <sub>2</sub>	"	"	"
9219	B <sub>2</sub> - B <sub>3</sub>	"	"	"
9220	B <sub>3</sub> - C	"	"	"

ベ) 構造性テハ・ホーシヤ (三疊紀中部、塩基性噴出岩の風化物)

Terra Roxa Estruturada (Triassico Médio, Decomposição de Rocha efusiva basica)

	A	Kaolinite, 14 Å	Gibbsite, Hematite, Goethite	(10 Å) 鉱物は痕跡 非晶質物存在 (Quartz) は痕跡
8740	A	"	"	
8741	B <sub>1</sub>	Não	"	
8742	B <sub>2</sub>	"	"	
8743	B <sub>3</sub>	"	"	

B. Solos com B textural (土性B層をもつ土壌)

ト) 赤黄色ポドゾル性土壌、粘質 (先カンブリア紀、花崗岩一方向麻岩の風化物)

Podzolic Vermelho Amarelo, Argiloso (Pre-Cambiano indiferenciado, Decomposicao de Granite-Gnaisse).

	A <sub>1</sub>	Kaolinite, (14 Å)	gibbsite, Hematite, Goethite	(14 Å), (Quartz) 痕跡
9221	A <sub>1</sub>	"	Não	
9222	A <sub>2</sub>	"	"	
9223	B <sub>2</sub>	"	"	Não
9224	B <sub>3</sub>	"	"	"
9225	C	"	"	"

チ) 赤黄色ポドゾル性土壌 (結核物及び角礫) / カンビンル (先カンブリア紀、Filito 片岩の風化物)

Podzolic Vermelho Amarelo C / Concreções e Cascalhos intermedia P / Cambissolo, Medio  
(Pré-Cambrians, Decomposição de Filito xisto)

	A <sub>p</sub>	Kaolino, Illite	Gibbsite, Hematite, Não	(Goethite) は痕跡
9124	A <sub>p</sub>	"	"	
9125	A <sub>2</sub>	"	"	
9126	B <sub>2</sub>	"	"	
9127	B <sub>3</sub>	"	"	
9128	C	"	Gibbsite	

リ) 赤黄色ポドゾル性土壌／カンピル(三疊紀中部、湖緑台の風化物)

Podzolic Vermelho Amarello Eutrofico intermediario para Cambissolo Argiloso  
(Triassico Médio, Decomposição de Diabase)

	A <sub>1</sub>	Kaolinite, Illite	Gibbsite, Hematite, Goethite	
9230	A <sub>1</sub>	Kaolinite, Illite	Gibbsite, Hematite, Goethite	
9231	A <sub>2</sub>	"	"	
9232	B <sub>21</sub>	"	"	
9233	B <sub>22</sub>	"	"	
9234	B <sub>3</sub>	"	"	

ヌ) 帯赤色ブルニゼム、粘質(三疊紀、扁桃腺状玄武岩の風化生成物)

Brunizem Vermelho Eutrofico, Argiloso (Triassico Medio, Decomposicao de Basalto Amigdaloidal)

	1	Kaolinite, (14A), (10A)	Gibbsite, Hematite, (Goethite)	(Goethite), (14A), (10A), (Quartz)は痕跡。 非品質存在
14647	1	Kaolinite, (14A), (10A)	Gibbsite, Hematite, (Goethite)	
14648	2	"	"	
14649	3	"	"	

C. Solos pouco Desenvolvidos (発達不十分な土壌)

ル) グルムン性土壌、粘質(三疊紀中部、塩基性岩風化物)

Grumosolico (Vertisolo), (P)

	1	Montmorillonite, Kaolinite	Gibbsite, Hematite, Goethite
14644	1	Montmorillonite, Kaolinite	Gibbsite, Hematite, Goethite
14645	2	"	"
14646	3	"	"

II. アマゾン横断道路沿線以外の地域の土壤

Solos da-Amazônia excluindo da Rodovia Transamazônica

登録番号 Protocolo	層位 Horizon	主要粘土鉱物 Membro de minerais argilosos essencial	副次的粘土鉱物 Membro de minerais argilosos accessório	備考 Observação
-------------------	---------------	---	---	------------------

A. Solos com B latossolico (ラトソル性B層をもつ土壤)

イ) 黄色ラトソル、重粘質(三紀、Belterra粘土堆積物)

Latosolo Amarelo, Argiloso (Terciario, Sedimentos da argilas Belterra)

13182	A <sub>1</sub>	Kaolinite	(Gibbsite); Hematite, (Goethite) Não	(Gibbsite), (Goethite) は痕跡 又はなし。 (Quartz) は痕跡。
13183	A <sub>3</sub>	"	"	"
13184	B <sub>1</sub>	"	Não	"
13185	B <sub>21</sub>	"	Gibbsite, Hematite	"
13186	B <sub>22</sub>	"	Não	"

ロ) 黄色ラトソル、重粘質(三紀堆積物?)

Latosolo Amarelo, Muito argiloso (Sedimentos do Terciario?)

6913	A <sub>1</sub>	Kaolinite	Gibbsite, Hematite, Goethite	(Quartz) Não 痕跡又はなし。
6914	A <sub>3</sub>	"	"	"
6915	B <sub>21</sub>	"	"	"
6916	B <sub>22</sub>	"	"	"
6917	B <sub>23</sub>	"	"	"

ハ) 黄色ラトソル、重粘質(三紀堆積物)

Latosolo Amarelo, Muito argiloso (Sedimentos do Terciario)

	Horizonte	Kaolinite	Gibbsite, Hematite, Goethite	(Quartz) 痕跡
6953	A <sub>1</sub>	Kaolinite	Gibbsite, Hematite, Goethite	(Quartz) 痕跡
6954	A <sub>3</sub>	"	"	"
6955	B <sub>21</sub>	"	"	"
6956	B <sub>22</sub>	"	"	"
6957	B <sub>23</sub>	"	"	"

ニ) 黄色ラトソル、中粒質(三紀堆積物、Barreiras 桌層)

Latosolo Amarelo, Media (Terciario, Formação-Barreiras)

	Horizonte	Kaolinite	Gibbsite, Hematite, Goethite	(Quartz) 痕跡
17549	A <sub>1</sub>	Kaolinite	Gibbsite, Hematite, Goethite	(Quartz) 痕跡
17550	A <sub>3</sub>	"	"	"
17551	B <sub>1</sub>	"	"	"
17552	B <sub>2</sub>	"	"	"

ホ) 腐植質ラトソル(三紀堆積物)

Latosolo Amarelo Humico Antrogenico (Terra Preta do Indio) (Sedimento do Terciario)

	Horizonte	Kaolinite	Gibbsite, Hematite, Goethite	(Quartz) 痕跡
7737	A <sub>p1</sub>	Kaolinite	Gibbsite, Hematite, Goethite	(Quartz) 痕跡
7738	A <sub>12</sub>	"	"	"
7739	A <sub>3</sub>	"	"	"
7740	B <sub>21</sub>	"	"	"
7741	B <sub>22</sub>	Kaolinite	"	"

へ) ラテライト性結核質土壌 (三紀堆積物、Barreiras 統)

Concrecionário Laterítico (Terciário, Série des Barreiras)

	A <sub>1</sub> en	Kaolino	Gibbsite, Hematite, Goethite	(Quartz) 痕跡
6598	A <sub>3</sub> en	"	"	"
6599	B <sub>21</sub> en	"	"	非晶質物の存在
6600	B <sub>22</sub> en	"	"	"
6601	B <sub>23</sub> en	"	"	回折強度大 (B <sub>23</sub> en)
6602				

B. Solos com B textural (土性B層をもつ土壌)

ト) 赤黄色ポドゾル性土壌、中粒質 (三紀堆積物、Barreiras 累層)

Podzólico Vermelho, Média (Terciário, Formação da Barreiras, Tomé Aqu)

	A <sub>1</sub>	Kaolino	Gibbsite, Hematite, Goethite	(Quartz) 痕跡
18707	A <sub>3</sub>	"	Não	"
18708	B <sub>1</sub>	"	Gibbsite	"
18709	B <sub>2</sub>	"	Não	"

チ) 赤黄色ポドゾル性土壌、半粘質

Podzólico Vermelho Amarelo, S/Cone, Médio-Argiloso

	A <sub>1</sub>	Kaolinito, (14Å)	Gibbsite, Hematite, Goethite	(14Å) 痕跡, Quartz
8011	A <sub>3</sub>	"	Não	"
8012	B <sub>1</sub>	"	"	"
8013	B <sub>21</sub>	"	"	"
8014	B <sub>22</sub>	"	"	"
8015	B <sub>23</sub>	"	"	"
8016				

4) 赤黄色ポドゾル性土壌（浅相）、粘質

Podzolic Vermelho Amarelo (Rasa), Argiloso

4768	A <sub>1</sub>	Kaolino, Montmorilonite, Illite Vermiculite-Illite	Gibbsite, Na <sub>2</sub> O	Hematite, Na <sub>2</sub> O	Goethite Na <sub>2</sub> O	(Feldspar) 痕跡 (Vermiculite-Illite) 痕跡的存 在の層もあり (B <sub>2</sub> 層)。 下方に向うに従って Illite 的になる。 Montmorilonite は Ill-Mica のうた がいもあり。
4769	A <sub>3</sub> /B <sub>1</sub>	"	"	"	"	
4770	B <sub>2</sub>	"	gibbsite	Hematite	"	
4771	B <sub>3</sub>	"	"	"	"	
4772	C	(Vermiculite-Illite) Kaolino, Montmorilonite, Illite Vermiculite-Illite	Na <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	"	

C. Aluvial Recente Fluvial (新しい河川沖積地の土壌)

5) 沖積土壌（高肥沃性）、砂質（沖積堆積物、Solimões 河）

4741	1	Montmorilonite, Illite, (Vermiculite) Kaolino (Vermiculite-Illite)	Gibbsite, Na <sub>2</sub> O	Hematite, Na <sub>2</sub> O	Goethite Na <sub>2</sub> O	Quartz, (Vermiculite), (Vermiculite-Illite) 痕跡
4742	2	"	"	"	"	
4743	3	"	"	"	"	
4744	4	"	"	"	"	
4745	5	"	"	"	"	

D. Solo Salino

(b) 塩類土壌、粘質（沖積堆積物）

Solo Salino, Argila (Sedimentos Holocenicos)

7307	AP	Kaoline, Montmorillonite,	Lepidocrocite	V-1はVermiculite-Illiteの意。 Montmorilloniteと同時にH-Mi caの存在のうたがいあり。
7308	A <sub>3</sub>	" " " "	" "	
7309	B <sub>21</sub>	" " " "	" "	
7310	B <sub>22</sub> G	" " " "	Na <sup>+</sup>	
7311	B <sub>23</sub> G	" " " "	" "	
7312	B <sub>3</sub> G	" " " "	" "	
7313	CG	" " " "	Lepidocrocite	

III. アクレ州の土壌

Solos do Estado do Acre

登録番号 Protocolo	層位 Horizon	主要粘土鉱物 Membro de minerais argilosos essenciais	副次的粘土鉱物 Membro de minerais argilosos accessorio	備考 Observação
-------------------	---------------	---	--	------------------

A. Solos com latossólico (ラトソル性B層をもつ土壌)

イ) 黄色ラトソル、中粒質 (三紀堆積物)

Latosolo, Media (Sedimentos do Terciario)

5446	A <sub>1</sub>	Kaolino, Vermiculite, (Illite)	(Gibbsite), Hematite, (Goethite)	(Illite), (Gibbsite), (Goethite) (V-I) 痕跡。
5449	B <sub>22</sub>	" " (V-I)	" "	(V-I) は (Vermiculite-Illite) の意

ロ) 赤色ラトソル、中粒質 (三紀堆積物)

Latosolo Vermelho, Media (Sedimentos do Terciario)

5436	A <sub>1</sub>	Kaolino, Vermiculite, (Illite)	Gibbsite, Hematite, (Goethite)	(Illite), (Goethite) は痕跡
5439	B <sub>22</sub>	" "	" "	" "

B. Solos com B textural (土性B層をもつ土壌)

ハ) 赤黄色ポドソル性土壌、中粒質 (三紀堆積物)

Podzolic Vermelho, Amarelo, Media (Sedimentos do Terciario)

5483	A <sub>1</sub>	Kaolino, Illite, (Vermiculite) (Vermiculite-Illite)	Gibbsite, Hematite, Goethite	(Vermiculite), (Vermiculite-Illite) は痕跡。
5486	B <sub>2</sub>	" "	" "	(Vermiculite-Illite) は痕跡。(Quartz) 痕跡

## VIII 論議及び総括

従来、湿潤熱帯にみられる陸成土壤について「高温多湿のため風化作用が激烈に進行し、したがって土壤を構成している母岩（材）の特質が打ち消され、単純な土壤へ収斂していく」という見解が少なくなかったように思われる。しかしすでに述べてきたように、土壤生成作用（広義）の反映と考えられる土壤粘土鉱物の含有組成からみても、アマゾニアに分布する土壤ではそのような単純化には無理がある。湿潤熱帯及び半乾燥熱帯等に広く分布する主な土壤として、Latosolos (Latosols) と Podzolic Vermelho Amarelo (Redyellow Podzolic soils) がある。これらの土壤中の粘土鉱物の組成はかなり広範圏に渡っており、カオリン鉱物を主としているものの極端に鉄鉱物やアルミニウム鉱物を多く含んでいるものから、パーミキュライトやイライト、そしてモンモリロナイトおよびクロライトなどまで各種の粘土鉱物がみられる。例えば、Tamura ら (1953) はハワイの Low humic latosol 中の粘土鉱物組成はカオリナイトが 45~55%、赤鉄鉱が 15~25%、アロフエンが 5~10%、モンモリロナイトが 5~10% が含有していると報告している。Winter, E., Simonson, R.W. (1951) らは Kellog 及び Davol (1949) らの報告を引用し、Belgian Congo (アフリカ) の Latosol ではカオリナイトが 20~60% も含まれていたとのべている。M. J. Mulcahy (1960) によれば、南西オーストラリアの Ferruginous zone には、カオリナイト及びギブサイトがそれぞれ中程度に含まれ、石英が少量に、さらに赤鉄鉱およびゲータイトが極少量含有していたと報告している。また東南アジアにおいても、P. Vijarn sorn 及び J. B. Fehrenbacher (1973) らによれば、タイ半島の花崗岩（白亜紀後期及び三紀初期から由来した土壤、または花崗岩から由来した堆積岩）から生成した土壤（熱帯降雨林下）の粘土鉱物組成はカオリナイトが優勢であったとのべている。K. V. S. Satyanarayana (1971) はインドの Malwa 台地の Kasaragod (South Kanara) の玄武岩に由来した Laterite においては、Angadipuram の土壤中（塩基性火成岩）のものよりもカオリナイトの含量はわずかに低かったが、しかし結晶性の他の粘土鉱物は非常に高かったとのべている。またこれに反して、Malabar の Angadipuram のものはカオリナイトが優勢であり、他の結晶性の粘土鉱物の含量は少なかった。そして鉄の非晶質物は両土壤中でみられたが、その原因を母岩の特性すなわち塩基性岩にもとづくものと氏は考えている。また塩基性岩から由来した Laterite は非常にアルミニウム質であり、酸性岩の場合には、主にカオリン質であるとのべている。筆者もカンボディア (1973) の玄武岩台地上に分布している暗赤褐色の Latosol の粘土鉱物の同定を試みたが、それによると主としてカオリン系鉱物からなり、それに玄武岩という母岩の特徴を反映し、赤鉄鉱がみられることを報告した。Kazuo Ogawa (1975) らはタイの畑地土壤の肥沃度の研究において、玄武岩から由来した Reddish Brown Latosols (赤褐色ラトソル) の粘土鉱物は主としてカオリナイトであることを報告している。また同氏らは、Red Yellow Latosols (赤黄色ラトソル) でも同様にカオリナイトであることを報告している。(この土壤は Old

alluvium から由来)。W.G. Sombroek (1966) はその "Amazon soils" のなかでアマゾニアの粘土鉱物についても若干ふれ、Kaolinitic yellow latosol (中粒質) ではカオリナイトが84%、ゲータイトが5%、ギブサイトが3%、赤鉄鉱が5%含量していることを報告している。千葉守男(1970) もアマゾニアの土壤粘土鉱物に言及し、黄色ラトソル中には極めて単純なカオリン系の粘土鉱物が主としてみられたと報告している。また坂本峻雄(1959) はアマゾニアのラテライトにふれ、アマゾニアの全面積の33%を占める Barreiras 累層の構成物質は主としてカオリナイトと石英砂であると報告している。次に赤黄色ポドゾル性土壤 (Red Yellow Podzolic Soils, Podzolic Vermelho Amarelo) についてのべたい。この土壤中の粘土鉱物については、W.G. Sombroek (1966) はカオリナイトが24%、ゲータイトが4%、キブサイトが7%、赤鉄鉱が8%、中間的な粘土鉱物が3.3%、そして石英が24%、長石が33%含まれているとのべている。また千葉守男も赤黄色ポドゾル性土壤 (同氏は赤黄色ポドゾルと呼称) の粘土鉱物にふれ、カオリン系粘土鉱物であり、母材的な差などからパーミキュライトを混在していたと報告している。またこの種の土壤中には、かなりの量のイライト (Illite) の存在がみられることを Coleman, Jackson and Mehlich (1949)、Dyal, Martin and Templin (1950) らは報告している。前述の K. Ogawa らはタイの各種母材 (Old alluvium, Acid rocks 等) から由来した赤黄色ポドゾル性土壤中の粘土鉱物を同定し、カオリナイトを主とするもの、カオリナイトとともにイライトを含んでいるものがあることを報告している。このように、赤黄色ポドゾル性土壤中の粘土鉱物はラトソルと同じように、カオリン系のものを主としているが、その結晶度及びその含量はラトソルのそれよりも低い例が多くみられるようである。またラトソルの場合はほとんどが結晶度の高いカオリナイトや結晶性の鉄及びアルミニウムの鉱物が副次的に含有しているのが一般的である。これに反して、赤黄色ポドゾル性土壤の場合には、同じようにカオリン系の鉱物が主であってもカオリナイトばかりでなく、他の各種の硅酸塩粘土鉱物等も存在する例がみられることである。またこの土壤はその土壤が由来した母岩 (材) の特徴を反映する例が多く、ラトソルに比較して14 Å 鉱物や雲母系の粘土鉱物の存在する例がより多くなる傾向がみられる。そして、ラトソルよりもその粘土鉱物組成の分布にバラティエーがみられるのがこの土壤の特徴のようである。

次にアマゾニアの土壤粘土鉱物にふれたい (第3.0表各種土壤中の粘土鉱物組成を参照)。風化作用のもっとも激烈に進んでいると考えられるラトソル性B層をもつ土壤のうち、普通の黄色ラトソルでは、その粘土鉱物組成は主としてカオリナイトからなっており、副次的にギブサイト、ゲータイト、赤鉄鉱など鉄、アルミニウム鉱物からなっている例が多い。巨視的にはカオリナイトと鉄・アルミニウム鉱物がセットで分布しているとみなすことができよう。次に塩基性岩から由来しているラトソル性B層をもつ、ラテライト性テハ、ホーシャ及び構造性テハ、ホーシャでは前者がカオリナイトであり後者はカオリン系鉱物を主としており、副次的に赤鉄鉱およびゲー

タイトがみられる。ギブサイトがみられないのが特徴的である。また両土壤ともわずかに $14\text{Å}$  鉱物もみられる。さらに非晶質物（特に $\text{R}_2\text{O}_3$  の水和物）の存在していることを特に指摘しておきたい。粘土鉱物組成の点からみると普通のラトソルとこの塩基性岩に由来するテハ・ホーシャではかなりちがっている。粘土鉱物組成のみに限定すれば、前述したカンボディアの玄武岩（塩基性岩）から由来した暗赤褐色のラトソルとはきわめて類似した組成をしめしている。また腐植質ラトソル（別名インディオの黒い土）もカオリナイトを主とし、さらに副次的に赤鉄鉱およびゲータイトを含んでいるがギブサイトは存在していない。この土壤は現地の地理的状況からみて、上記のテハ・ホーシャなどがこの土壤の母材の一部としてなんらかの原因によって混入したのではないかといううたがいをもつものである。ラテライト性結核土壤はアマゾニアで最も風化を激しく受けた土壤に属しており、いわば最終的なラトソル性の土壤とみなされるものである。この土壤中の粘土鉱物は主としてカオリン系粘土鉱物からなり、ギブサイト、ゲータイト、赤鉄鉱からなっている。この点普通のラトソルと同じであるが、ラテライト化作用の激烈な進行の結果を反映してか非晶質物がかなり存在している。次にアクレ州（アマゾニアの西南部）の黄色ラトソル中の粘土鉱物は、他地域の黄色ラトソルとその組成の点でかなりその趣を異にしている。カオリナイトを主とする点では他地域の黄色ラトソルと同じであるが、さらに、パーミキュライトを含み、イライトそしてイライトとパーミキュライトの混層鉱物が若干みられるのが特徴的である。さらに赤鉄鉱がみられる。次に赤色ラトソルでは、カオリナイト、パーミキュライトを含み、イライト及びイライトとパーミキュライトの混層鉱物がみられ、赤鉄鉱も存在している。黄色ラトソルと赤色ラトソルの粘土鉱物組成は全く同様である。アクレ州のこれらの土壤母材は三紀堆積物からなっているといわれているが、このような点から他の地域のそれとはその母材（三紀堆積物）の種類を異にしているのではないかと推断される。次に土性B層をもつ土壤中の粘土鉱物についてふれたい。典型的な土性B層をもつ土壤の赤黄色ポドゾル性土壤の粘土鉱物組成は、主としてカオリン系粘土鉱物である。それに痕跡的に $14\text{Å}$  鉱物がみられ、さらに副次鉱物として、ギブサイト、ゲータイト、赤鉄鉱などもみられる例があるが、一定していない。ギブサイトの含有していない例が多くその点ラトソルとはちがっている。アクレ州における赤黄色ポドゾル性土壤の場合はカオリン系粘土鉱物の他に、イライトがみられ、さらにパーミキュライト、イライトとパーミキュライトの混層鉱物が痕跡的にみられるのが他地域のものとはちがっている。次に、赤黄色ポドゾル性土壤と他の土壤との中間的な土壤の場合（風化作用がより弱い）は母岩の影響がより強く反映しているもののようにみえる。カオリン系粘土鉱物の他にイライトが共通的にみられ、さらにモンモリロナイトがみられるものもある。痕跡的にはあるが、 $14\text{Å}$ 、 $10\text{Å}$  鉱物もみられる例がある。副次鉱物のギブサイト、ゲータイトおよび赤鉄鉱の存在は一定していない。これらの中間的土壤の土壤母材（母岩）は赤黄色ポドゾル性土壤／カンピソルの場合は三疊紀の輝緑岩、先カンブリア紀のFilito片岩であり、帯赤色ブルニゼムは三疊紀の扁桃隙状玄武岩などであり、母材（岩）の特性と風化作用の段階がなお相対的に新しいという条件が粘土鉱物の組成

に反映しているものと思われる。発達不十分な土壤としては、グルムソルがある。この土壤は少々特殊なものであり、アマゾンアではその分布面積は広くない。粘土鉱物組成は主としてモンモリロナイトであり、副次的にはカオリン系粘土鉱物が含有している。また若干の赤鉄鉱もみられる。次に新期河川沖積地の土壤の粘土鉱物はモンモリロナイト、パーミキュライト、イライトがみられ、そしてパーミキュライトとイライトの混層鉱物が痕跡的に存在している。そしてカオリン系粘土鉱物、レピドクロサイト（鱗鉄鉱）もみられる。以上のべてきたように、(1) 湿潤熱帯に属するアマゾニアの各種土壤中の粘土鉱物の組成はそれが由来した土壤の母岩（材）の種類や特性（酸性岩、中性岩、塩基性岩、三紀堆積岩（物）、頁岩、片岩、新期沖積堆積物等）をよく反映している。(2) また、粘土鉱物の種類と組成（ $R_2O_3$  等の二次生成物を含む）は風化作用の内容と段階（ラトソル性B層、ラテライト結核、プリンサイトなどの存否）やまた広義の土壤生成作用（Lessivage または偽ポドソル作用、酸化・還元化作用、珪酸富化作用、塩類集積化作用及び各種の斑紋形成作用等）をよく反映している。以上のことから明らかなように風化作用が強烈に進行してきている湿潤熱帯アマゾンアにおいても母岩（材）の種類、特性や風化作用の諸特徴、水環境、そして広義の土壤生成作用などを反映し、その粘土鉱物の種類と組成（ $R_2O_3$  等の二次生成物を含む）には、各土壤にそれぞれ一定の「組み合わせ」がみられ、各土壤型の間に興味のある分布パターンがみられる。

## IX. 結びにかえて — アマゾニアの土壤と農業の展望

Köppenの気候区分によれば、アマゾニアの気候は明瞭な乾期をもたないA<sub>f</sub>型気候区(2,500mm以上の年降水量と80%以上の湿度、1日の気候較差5°C以下)、明瞭な乾期をもつAw型気候区(乾期における月別の降水量60mm以下をもつ偏乾性気候区)、A<sub>f</sub>型とAw型の中間の気候区であるAm型気候区の三区に分けられている。しかしアマゾニアの大半はA<sub>f</sub>型とAm型の気候区であり、気温が高く(約25°C以上)、雨量も多い。そして関係湿度のきわめて高いのがその特徴となっている。このような自然環境は、塩基性岩などから由来した一部の土壤や沖積地の土壤等を除けば、土壤中の有効態養分を極度に溶脱させている。また花崗岩質な第三紀堆積物という母岩(材)の特性ともあいまって酸性の強い肥沃度の低い土壤にしている。しかしすでに述べてきたように、従来一般的に理解されてきたほど、アマゾニアの土壤の諸性質は単純なものではなく、しかもその土壤の種類も多いということである。主として花崗岩質な第三紀堆積物からなる地域に分布し、その分布面積も広く、いわばアマゾニアの土壤の代表ともいべきものには、次の二種の土壤がある。一つは各種のラトソルであり、他は赤黄色ポドゾル性土壤である。これらの土壤の特徴は両者とも、酸性が強く有機物の含量が少なく、石灰、苦土、リン酸、加里をはじめ植物に必要な養分が不足している。しかも既にのべたように、土壤の活性な部分である粘土鉱物も養分を保持する能力の弱いカオリン系のものが主であり、それに鉄やアルミニウムの鉱物をわずかに混入しているといった土壤である。もっともラトソルとちがい、赤黄色ポドゾル性土壤には、カオリン系の粘土鉱物の他に石灰、苦土、加里などの保持力の強い雲母系の粘土鉱物を含んでいる例が多くみられる。しかしその含量はわずかなものであり実際上の養分保持力はラトソルと大差がないとみてよい。これらの土壤はいわゆる「緩衝作用」の弱い土壤である。しかし反面一般的にアマゾニアの台地(Terra firme)上の土壤はその物理的性質が良好であるといわれている。とくに、ラトソルの場合はその土壤の内部排水が良好である。しかし雨期の後期や雨期における降水量や降雨のパターンに異状のみられる年などには、湿害をみることもある。とくに地形が平坦でB層に粘土の集積層をもつ、赤黄色ポドゾル性土壤が分布している地域や台地の斜面などでは、湿害を被むることがしばしばみられる。これに反して、粗粒質な赤黄色石英砂土やレゴソルと呼ばれる土壤地帯では旱害すらみられる。そしてこれらの土壤はきわめて瘦薄であり、しばしばCampo cerradoと呼ばれる植物景観をしめしている。アマゾン河は世界の大河であり、多くの富みを産み出している。しかしまだアマゾニアにみられる大小河川の氾濫元であるヴァルゼアを充分活用しているわけではない。その理由の一つはこれらの地域が他地域に比較して、肥沃度も高いにもかかわらず、これらの河川の水位の変動の激しさが農業者をして耕作地として利用するのを困難にしているからである。これらのヴァルゼアは一部の塩類土壤、マングローブ土壤、粗粒沖積土壤などの土壤を除けば、第74図でみられるように、その肥沃度は“中”~“低い”程度のものであるが、かなり肥沃な土壤もみられる。アマゾン横断自動車道路沿線の各種の土壤は花崗岩質な第三紀堆積物から由来している各種の土壤とはほぼ境界をなして分布し

ている。この沿線(アルタミラ、サンタレン)に散在的でその分布面積もせまいが、PHも高く、石灰や苦土などの含量も高いブラジルでも肥沃な土壤に入る Terra Roxa, Terra Preta do Indio, Terra Mulita などと呼ばれる土壤がみられる。また特定の地域というよりはアマゾン全体に渡って局所的に散在してみられるものに、ラトソル性結核土壤と呼ばれる極度に風化作用のすすんだ土壤がある。この土壤は普通作物の栽培には適しない土壤であり、放牧地などに利用されている例がみられる。アマゾニアは熱帯降雨林が主たる分布地域であり、草本や低木林を主とする熱帯サバンナ(Campos, Campinas, Campinaranas)はホーライマ(RORAIMA, Território)、アマパ(AMAPÁ, Território)等の連邦直轄領やアマゾン横断道路より内陸側等に散在してみられるにすぎない。北伯農牧試験場(IPEAN)の報告書である「Zoneamento Agrícola da Amazonia (1972)」によれば、アマゾニアの西部はCacau(ココア)やDendê(油やし)の栽培可能地であり、西南部(Madeira、河南部)ではCana-de-Açúcar(砂糖きび)の栽培可能地としてしめされている。アマゾン全体では、ツル性植物のPimenta do Reino(胡椒)、Seringueira(ゴム樹)、Café(コーヒー)、Abacaxi(パイナップル)が栽培可能地とされている。そしてAlgodão(棉・綿)作ははマンサウス市より東部地域に可能のようにしめされている。現在、奨励農業開発作物として、いくつかの作物がとりあげられている。ゴム樹、デンド、カカオ、マンジョーカ、胡椒、イネ、ジャム、マルヴァ、フェジョン豆、トウモロコシ、そして熱帯果樹などである。しかし、現在のところ換金作物として成功をみているのは、胡椒の他その例が少ないようであり、むしろ今後に期待されている。アマゾニアにおける日系人の活動は多方面に渡っているが、農業の面でみれば、香辛料類、果菜類、熱帯果樹類等の栽培や養鶏業に従事している比重が高いようである。しかし最近ではINCRA(連邦植民・農地改革庁)やACAR(農事普及協会)などの計画奨励などもあって、ゴム樹、カカオなどの栽培も進められてきている(デンドは個人栽培というよりは企業栽培)。日系人にとって、アマゾニアにおけるゴム樹やカカオの栽培には苦渋の歴史がある。これら永年作物に関する栽培技術の改善や病虫害防禦対策については、長年月にわたる研究がなされてきているが、なお未解決の問題が残されている。この胡椒の栽培は胡椒のいわゆる「根ぐされ病」の発生による枯死や根瘤腺虫などの被害のため新たな困難をひかえており、これに対する土壤改良、栽培法の改善、品種改良などを含めた病虫害対策など抜本的総合対策の樹立が急務となっている。

第74図はLucio S. Vieira (1971) のパラ州における土壤生産力図である。図示中の1~5までの数字は各々の土壤生産力の程度を示すものである。即ち、1-高い(Alto)、2-中(Medio)、3-中~低い(Médio a Baixo)、4-低(Baixa)、5-非常に低い(Muito baixo)である。この図はパラ州に限られた土壤生産力の程度を示す図であるが、アマゾン全体について知るうえでも一つの手がかりになるものと思われる。コロニア(Colônia)の設定や営農指導のうえからも参考になる貴重な資料である。これによると、アマゾン河を含む

各河川のもっとも低い地形面の沖積地（バアルゼエア，Várzea）および図中の右下部などにみられる地域の土壤生産力は斜線で示す「中～低」程度をしめしている。次に高い地形面は横破線で「低」程度をしめしている。そしてさらに高い台地面の横線でしめされている地域は、タパジューズ河（Tapajós）近くのサンタレン（Santarém）からイタイツバ（Itaituba）および、ジングー河（Xingú）の近くのアルタミラ（Altamira）を横切ってみられる土壤生産力の高い地域がみられる。この地域には、Terra Roxa、Terra Preta do Índio、Terra Multa 等と呼ばれる肥沃な各種の土壤が分布している。またXingú河の上流やサンタレン市の対岸のモンテアレグレ（Monte Alegre - Alenquer）周辺にも分布している。図中の中央部及び左上部の空白部は、その土壤生産力が中程度（Média）をしめしている。そしてもっとも低い地域はマラジョー島（Marajó）の大半とその対岸（Marajó湾）のBelém市南部からAltamiraの北部のXingú河岸、および図中右下部の大西洋岸に面した地域などにみられる。すでにみてきたように、高い土壤生産力をしめしている地域は、母岩の影響を受けた局所的な地域に限定されている。日系人の多いBelém近郊は図で明かなように、きわめて土壤生産力の低い地域に属している。アマゾニアの土壤を巨視的にみると、その土壤の生産力は「中から低い」程度のものゝ占める割合が多いようである。

農業も産業の一つである以上、生産にかかわる諸問題や需給関係など複雑な要素を含んでいることはここでのべるまでもないことと思う。ここではこのような複雑な諸問題を度外視して、土壤自体に限定した土地評価を基礎に、アマゾニアの農業のあり方について次に展望してみたい。

アマゾニアの農業を展望する場合、次のような前提条件、即ち土壤の特徴及び土壤をとりまく環境を考慮に入れておくことが重要である。

- 1) アマゾニアの主要地域は湿潤熱帯の降雨林地帯である。
- 2) アマゾニアの台地（Terra firme）上の主要な土壤は次のような特徴をもっている。
  - a) 強力なラテライト化作用が進行しており土壤の消耗化がすすんでいる。
  - b) 森林植生下では下部でのラテライト化作用の進行と同時に地表では酸性も強く、湿潤熱帯下のポドゾル化作用が進行している。
  - c) 一定の条件下では、一時的停滞水により湿害を発生しうる。また土壤の侵蝕もはげしい。

以上のようなことから、基本的な土壤改良の方向は次のようなものとなる。

- 1) 灌排水など水管理の合理化をはかる。
- 2) 強烈なラテライト化作用（土壤の消耗化、死滅化の方向）を弱め土壤肥沃化についての方策をこうじる。
  - a) 土壤に有機物の集積化を促進させ、土壤粒子の活性化をはかる。
  - b) 土壤中の空気・水・固体の割合を適当にするための方策をこうじる。
  - c) 地温を下げる諸方策をこうじる。
  - d) 石灰・苦土・加里・リン酸・窒素・微量成分等合理的な施肥法を確立する。

以上のことは、各種の土壌の特徴や地形を活かした、「牧草作物－畜産－木本作物」についての生態学的に合理的な新しい農業耕作体系の確立について具体的な検討を急がねばならないことを意味しているものである。

森林、牧草地、農耕地、そしてパルゼア等生態系のバランスを考慮し、立体的、多面的に土地利用をはかり、土壌改良を基礎にした「牧草作物－畜産－木本作物」を基本に果菜類等の栽培を加味した農業体系の確立が必要であり、そのことが湿潤熱帯アマゾニアの自然環境（生態環境）にふさわしい合理的な土地利用であり、農業耕作の方向であると考えられる。

アマゾニアにおける農業開発にからむ諸問題は私どもが、温帯や亜寒帯農業技術の単なる延長線上やその学理の演繹としてとらえる傾向からの脱却によって、その困難な解決の糸口が見え出されるのではないかと考える。

文 献

- 1) Nikiforoff, C.C. e Drosdoff, M. (1934), Genesis of Claypan Soils., Soil Sci. 55:459 - 482
- 2) Setzer, J. (1949), Os solos do Estado de Saõ paulo, Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistica Brasileiro de Geografia e Estatistica. Serie A. 6:3 - 387 ( Lucio S. Vieira; Manual da Ciencia do solo, 1950)
- 3) Coleman, N.T., Jackson, M.L. and Mehlich, A. (1949), Soil Sci. Soc. Am. Proc. 14, 81 - 85
- 4) Setzer, J. (1949), Os solos do Estado de Saõ paulo, Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistica, Serie A, 6:3 - 387
- 5) Simonson, R.W. (1949), Genesis and Classification of Red Yellow Podzolic Soils., Soil Sci. Am. Proc. 13, 316 - 319
- 6) Dyal, R.S., Martin, I. L., and Templin, E.H. (1950). Data presented at meeting of Soil Sci. Soc., Cincinnati, Ohio (Adv. Agr. Vol. III, 1 - 92) (but not submitted for publication in the proceeding)
- 7) Winters, E., Simonson, R.W. (1951), The subsoil, Adv. Agr., Vol. III, 1 - 92 (Kellog, C.E. and Davol, F.D. (1949), Inst. natl. étude agron. Congo, Belge : Series Scintifique 46 を引用。)
- 8) Tamura, T., Jackson, M.L., Sherman, G.D. (1953), Mineral content of Low Humic, Humic and Hydrol Humic Latosol of Hawaii Soil Sci. Soc. Am. Proc., 17, 343 - 346.
- 9) Ducke, A. and G.A. Black (1954), Notas sôbre a fitogeografia do Amazônia Brasileira, Inst, Agron, do Norte, Bol. Tecn, 29 Belém, Brasil.
- 10) Cline, M.G. et alii (1955), Soil Survey of Territory of Hawaii, islands of Hawaii, Kawai, Lanai, Mani, Molokai and Oahu, Soil Survey Series (1939) 25:3 - 635 (Manual da ciência do Solo, 再引用 )
- 11) Dames, T.W.G. (1955), The soil of East Central Java, Balai Besar Penjel. 141:1 - 155

- 12) Stephens, C.G. (1956). A manual of Australian soils. Australian soils. Australia, Melbourne.
- 13) Bachalier, G. (1957), Etude pedologique de la zone du Vulcânisme récente ou sudest de Ngaounderé (Cameroun), Agronomie Tropical 12 (5):551 - 575 (Manual da Ciência do solo 再引用 ).
- 14) Barros, H.C. et alii (1958), Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal, Rio de Janeiro, Comissão de solos, Boletim 11:1 - 350.
- 15) 坂本峻雄 (1959), アマゾンのラテライト, 粘土科学の進歩 (I), 94 - 112.
- 16) Bennema, J., R.C. Lemos and L. Vettori (1959) Latosols in Brasil Proc. III, Inter-Africa soils Conference, Dalaba (1959), CCTA publ. 50 (I), 273 - 281 (Amazon soils 再引用 )
- 17) Sherman, G.M. e Alexander, L.T. (1959), Characteristics and Genesis of low humic latosol. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23 (2), 168 - 170
- 18) E.C.J. Mohr and F.A. Van Baren (1959), Tropical Soils.
- 19) Day, T.H. (1959), Guide to the Classification of the late Tertiary and Quaternary soils of the lower Amazon Valley, FAO, mimeo, 39 (Manual da Ciência do Solo 再引用 ).
- 20) Stanley B. McCaleb (1959), The Genesis of the Red-Yellow Podzolic Soils, Soil Sci. Am. Proc. 23, 164 - 168.
- 21) Sakamoto, T. (1960); Rock weathering on "terras firmes" and deposition on "Varzeas" in the Amazon, J. Fac. Sc. Univ., Tokyo, Sec. II, 12 (2) 155 - 216
- 22) Lemos, R.C. et alii (1960), Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, Boletim 12, 2 - 603
- 23) Hammen, Th. Van Der and E. Gonzalez (1960), Upper pleistocen and Holocene Climate and Vegetation of the "Sabana de Bogota" (Colombia, South America). Leidse Geologische Mededelingen 25, 261 - 315 (Amazon Soils 引用 )

- 24) D'Hoore, J. (1960), The soils map of Africa south of the Sahara (1:5,000,000), Trans. Int. Congr. Soil Sci. Congr. VII, Madison U.S.A., (1960) Vol. IV.
- 25) M.J. Mulcahy (1960), Laterites and Lateritic soils in South-Western Australia. J. Soil Sci. Vol. 11, 206 - 225.
- 26) Lucio S. Vieira e Oliveira Filho, J.P.S. (1962), As Caatingas do Rio Negro, Instituto Agronômico do Norte, Bol. Tec. 42, 1 - 32.
- 27) Lucio S. Vieira et alii (1962), Levantamento de reconhecimento dos solos da Região Bragantina, Estado do Pará, IPEAN, Bol. Tec. 47, 1 - 63.
- 28) Bennema, J. (1963), The red and yellow soils of the tropical and subtropical uplands, Soil Sci. 95 (4), 250 - 257.
- 29) I.P. ゲラーシモフ , M.A. グラーゾフスカヤ (昭和39年) (1964), 菅野一郎、原田竹治、他訳、土壤地理学の基礎(上・下)
- 30) Altemuller, H.J. e Klinge, H. (1964), Micromorphological investigation on the development of podzols in the Amazon Basin, plon. Max. Plank-Institute of Limnology, Soil Micromorphology, 295 - 305 (Lucio S. Vieira, Manual da ciência do Solo, 引用 )
- 31) Falesi I.C. et alii (1964), os solos da Colônia Agrícola de Tomé-Açu, Bol. Tec. de IPEAN, 44, Belém, Brasil.
- 32) W.G. Sombroek (1966), Amazon Soils, Centre for Agr. Pub. and Doc. Wageningen (Agr. Research Reports 672).
- 33) Klinge, H. (1969), Climatic conditions in lowland tropical podzol area, Tropical Ecology 10 (2), 222 - 239 (Lucio S. Vieira, Manual da Ciência do Solo 引用 )
- 34) IBGE (1968), Paisagens do Brasil, Serie D, 2
- 35) P. Buringh (1968), 菅原道太郎 訳 (1974), 熱帯土壤学提要
- 36) Equipe de Solos do IPEAN (Falesi I.C. et alii) (1969). OS Solos da Area Manaus - Itacoatiara, Serie Estudos e Enasarios, 1, (IPEAN e Secretaria de Estado da Produção, Estado do Amazonas)

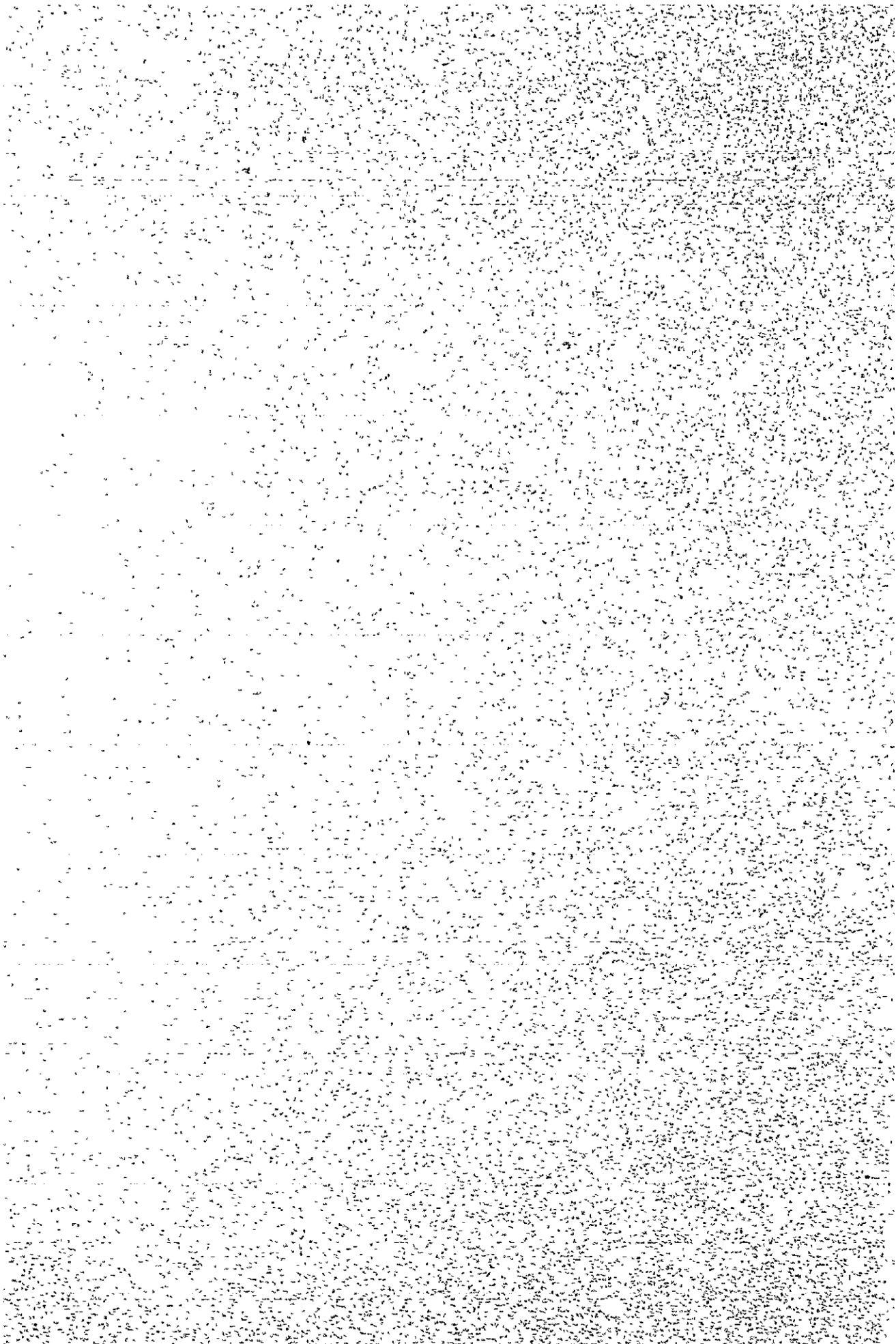
- 37) Falesi I.C. et alii (1970), Levantamento de Reconhecimento dos solos da Colônia Agrícola Paes de Carvalho (Alenquer-Pará), Serie (Solos da Amazônia) Vol. 2, No.2, IPEAN, Belém, Brasil.
- 38) B. Nelson R.S. et alii (1970), OS Solos da Area Cacau Pirera - Manacapuru, Serie; Solos da Amazônia, Bol. 2, No.3, IPEAN, Belém, Brasil.
- 39) 千葉守男 (1970), アマゾン地域における土壤肥料の技術協力総合報告書 . 海技協派 69, No.36.
- 40) K.V.S. Satyanarayana (1971), Weathering of basic igneous rocks and genesis of Clay minerals, Soils and tropical weathering (Unesco), XI, 73 - 75.
- 41) FAO-UNESCO (1971), Soil map of the world, Vol. IV, South America.
- 42) Lucio S. Vieira (1971), OS solos do Estado do PARA, Cadernos paraense No.8, IDESP, Belém, Brasil.
- 43) Rodrigues T.E. et alii (1971), Solos da Area do projeto de colonização do Alto Turi (Norte do Rio Turiaçu), Serie: Solos da Amazônia, Vol.3, No.1, IPEAN, Belém, Brasil.
- 44) Ministerio das Minas e Energia (Departamento Nacional da Produção Mineral) (1971), Mapa Geológico do Energia Nacional da Produção Mineral.
- 45) Falesi I.C., Bastos T.X. and Moraes V.H.F. (1972), Zonamento Agrícola da Amazônia, Bol. Tec. do IPEAN, No.54.
- 46) Vieira, L.S. e Amaral Filho, Z.P. (1973), Estudo dos Solos do Projeto Aquidaban, Paraguai, Organização dos Estados Americanos (Relatorio).
- 47) 岩佐 安 (1973), カンボディアの暗赤褐色のラトソル . ペドロジスト, 第17巻, 第1号, 16-25.
- 48) P. Vigarnsorn. S. and J.B. Fehrenbacher (1973), characteristics and classification of three granite derived soils in peninsular Thailand, Geoderma, Vol.9, No.2, 105 - 118.
- 49) Raimundo S.R. and Lucio S.V. et alii (1973), Estudo detalhado dos solos de uma Area do Municipio de Capitão piço, cadernos paraenses No.9, IDSP, para-Brasil.

- 50) Falesi I.C. (1972), Solos da Rodovia Transamazônica, Bol. Tec. do IPEAN, No.55
- 51) 海外移住事業団編・監修 (昭和49年,1974) 南米農業要覧, 全国農業改良普及協会
- 52) 北川靖夫 (1974), 土壤中に存在するカオリナイトとメタハロサイトの判定, 粘土科学, 第14巻, 第3号, 20-27
- 53) Lucio S. Vieira (1975), Manual da Ciência do Solo, Editora Agronômica Ceres Ltda.
- 54) Kazuo Ogawa, S. Phetchawee, O. Suriyapan (1975), The report of the Joint-Research Work on "the Study on Fertility of Upland soil in Thailand".



XI 圖 表

(A) 土壤分析成績 (第 5 表 ~ 29 表)



土壤分析成績 (I)  
黄色ラトソル、中粒質

第5表 Quadro 5

Perfil : 9198 ~ 9201

Classificação : Latossolo Amarelo textura Média Floresta de cipóal com castanha do Pará e babaçu Relevô suave-  
nente ondulado e/ou ondulado (黄色ラトソル中粒質、パラ栗及びババスーやしをともなつたツル性植物、地形は緩波状and  
/or 波状)

Município : Prainha - Para (パラ州パライニヤ)

Local : Rodovia Transamazônica trecho Altamira-Itaituba Km 137.0 (アマゾン横断道路、アルタミラーイツイツバ 137.0 Km)

Protocolo	Horizon	Perfil cm	粒徑組成 (%)				Complexo de Interferença ataque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Kf	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g風乾態				計 S ME/ 100g (風乾態)	
			粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>++</sup>		K <sup>+</sup>
9198	A	0 - 20	34	14	30	22	8	12.70	8.56	3.02	2.07	0.20	0.07	0.09	0.04	0.04	0.24
9199	B1	20 - 43	41	16	19	24	9	11.31	7.77	3.42	1.98	0.42	0.08	0.10	0.04	0.06	0.28
9200	B21	43 - 85	42	12	19	27	15	13.57	10.37	4.04	1.76	0.14	0.06	0.07	0.04	0.04	0.21
9201	B22	85 - 180	42	9	16	34	1	14.10	12.56	4.43	1.55	0.14	0.05	0.07	0.04	0.03	0.19

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全 量 ME/100g (風乾態)	窒 素 C %	炭 素 M.O. %	有 機 物 N %	窒 素 C %	窒 素 N %	C / N	Silt / Clay
	II <sup>+</sup>	II <sup>+++</sup>								
9198	2.64	1.22	4.10	0.82	1.41	0.09	0.09	11	1.56	
9199	3.44	1.42	5.14	0.96	1.65	0.07	0.07	14	0.79	
9200	1.60	1.42	3.25	0.57	0.98	0.05	0.05	11	0.70	
9201	1.46	1.22	2.67	0.42	0.72	0.03	0.03	12	0.47	

註) 塩基飽和度 (%) = V%

註) 置換陽イオン全量 ME/100g = T

(陽イオン置換容量)

註) 置換塩基合計 = S

註) 有機物 (M.O.) = 腐植

註) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量 = 0.05 N HCl 及び 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> の酸性溶液処理法に

よる (Laboratorio de Soil testing da Univer-

sidade de Carolina do Norte の推奨)

註) Município = 郡

註) Protocolo = 公式登録番号

土壤分析成績(2)  
黄色ラトソル、粘質

第6表 Quadro 6

Perfil : 9211~9216

Classificação : Latossolo Amarelo textura Pesada Floresta de cipoal com castanha do Pará e babaçu Relevô suave-  
nente ondulado e/ou ondulado (黄色ラトソル粘質、パラ栗及びババçu粘質、地形は緩波状 and/or  
波状)

Município : Altamira - Para (パラ州アルタミラ)

Local : Rodovia Transamazônica trecho Altamira - Marabá Km 36.0 (アマゾン横断道路、アルタミラ - マラバ)

Protocolo	Horizon	Profil cm	pH		粒徑組成(%)			Complexo de laterização ataque			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	交換塩基 ME/100g風乾態			計S ME/100g (風乾態)				
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土(全)	粘土(水)	SiO <sub>2</sub> %			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	C <sub>a</sub> <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>	N <sub>a</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
9211	A1	0 - 20	4.9	4.2	27	X	28	45	22	18.32	15.70	4.07	1.98	1.71	0.34	3.17	0.91	0.05	0.06	4.19
9212	A3	20 - 35	4.0	3.8	21	X	31	48	20	21.18	18.93	4.50	1.89	1.65	0.37	0.15	0.18	0.05	0.07	0.45
9213	B1	35 - 57	4.1	3.9	18		12	58	7	28.15	20.55	4.92	2.32	2.02	0.14	0.07	0.15	0.05	0.04	0.29
9214	B21	57 - 84	4.4	4.0	14		8	68	X	27.65	25.19	5.57	1.86	1.64	0.18	0.04	0.08	0.05	0.04	0.21
9215	B22	84 - 125	4.7	4.0	13		11	66	X	28.23	25.36	5.55	1.89	1.66	0.15	0.03	0.04	0.05	0.05	0.15
9216	B23	125 - 160	5.0	4.1	14		10	6	X	29.52	25.00	5.53	2.01	1.76	0.14	0.05	0.08	0.05	0.03	0.21

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全量 ME/100g (風乾態)	塩和度 %	炭素 C %	有機物 M.O. %	窒素 N %	C/N	Silt Clay
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>							
9211	4.65	0.62	9.44	44	1.34	2.31	0.15	9	0.62
9212	4.71	1.75	6.91	7	1.20	2.07	0.11	11	0.65
9213	4.14	1.65	6.08	5	0.92	1.59	0.08	11	0.21
9214	2.84	1.46	4.51	5	0.62	1.07	0.06	10	0.12
9215	1.79	1.45	3.59	4	0.38	0.65	0.05	8	0.17
9216	1.35	1.03	2.59	8	0.35	0.61	0.03	11	2.00

土壤分級成績 (3)  
黄色ラトソル、粘質

第7表 Quadro 7  
Perfil : 9129~9133  
Classificação : Latossolo Amarelo textura Pesada Floresta de cipoal com castanha do Pará e babaçu Relevo suave-  
te ondulado e/ou ondulado (黄色ラトソル粘質、バラ栗を共なラツル性植物及びババスー植物、地形は緩波状 and/or 波  
状)

Município : Marabá - Pará (パラ州マラバー)  
Local : Rodovia Transamazônica trecho Marabá Km 71.7 (アマゾン横断道路、マラバー)

Protocolo	Horizon	Perfil cm	P H		粒徑組成 (%)			Complexo de laterização atômico H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47				K <sub>r</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ΔE/100g 風乾型			計 S ME/ 100g (風乾型)	
			H <sub>2</sub> O	KGI	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> 多	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 多			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 多	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>		Mg <sup>++</sup>
9129	A1	0 - 15	4.0	3.6	36	15	14	35	19	15.86	11.43	4.34	2.36	0.43	0.24	0.04	0.15	0.67
9130	A3	15 - 30	3.9	3.8	28	12	13	47	32	18.00	16.35	5.84	1.86	0.22	0.13	0.03	0.10	0.45
9131	B21	30 - 60	4.3	3.9	19	11	14	56	X	21.90	20.00	7.12	1.86	0.14	0.10	0.03	0.04	0.32
9132	B22	60 - 85	4.4	4.0	20	11	13	56	X	22.14	21.96	6.74	1.71	0.14	0.11	0.04	0.04	0.35
9133	B23	85 - 120	4.8	4.1	17	11	13	59	X	20.79	22.32	6.68	1.58	0.14	0.08	0.05	0.04	0.27

Protocolo	ME/100g (風乾型)		全 ME/100g (風乾型)	塩 和 度 %	粘 土 %	炭 素 C %	有 機 物 M.O. %	窒 素 N %	C / N	Silt / Clay
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>								
9129	8.71	2.84	12.22	5	3.82	2.22	3.82	0.25	9	0.40
9130	3.85	2.29	6.57	7	1.48	0.86	1.48	0.11	8	0.28
9131	2.86	2.13	5.31	6	1.17	0.68	1.17	0.08	9	0.25
9132	2.19	1.93	4.47	8	0.86	0.50	0.86	0.06	8	0.23
9133	2.28	1.80	4.35	6	0.74	0.43	0.74	0.05	9	0.22

土質分析成績 (4)

黄色ラトソル、粘質

第8表 Quadro 8

Perfil : 9150 ~ 9155

Classificação : Latossolo Amarelo textura Pesada Distrofico argila vermelha e branca Floresta de cipoal com babacu Relevo ondulado (黄色ラトソル粘質、赤及び白色粘土、ババサーヤしを共なうツル性の植物、地形は波状)

Município : Altamira - Itaituba Pará (パラ州、アルタミラマラーイツイバ)

Lócal : Rodovia Transamazônica trecho Itaituba - Altamira Km.8 (アマゾン横断道路、アルタミラマラーイツイバ)

Protocolo	Horizon	Perfil cm	P.H. 粒 征 組 成 (%)						Complexo de Interização atque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置 換 塩 基 ME/100g 風乾態			計 S ME/ 100g (風乾態)		
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
9150	A1	0 - 20	4.1	3.6	19	20	19	42	23	14.96	15.26	7.17	1.66	0.21	0.10	0.09	0.05	0.06	0.30
9151	A3	20 - 40	4.4	3.7	16	18	11	55	2	12.94	18.24	6.58	1.20	0.14	0.07	0.06	0.03	0.04	0.20
9152	B21	40 - 61	4.6	3.7	12	15	16	57	X	26.21	20.65	7.83	2.15	0.14	0.06	0.10	0.03	0.04	0.23
9153	B22	61 - 95	4.9	3.8	9	12	13	66	X	15.93	21.96	8.13	1.23	0.14	0.05	0.09	0.03	0.03	0.20
9154	B23	95 - 140	4.9	3.8	5	16	11	68	X	19.97	22.81	8.26	1.48	0.14	0.04	0.09	0.03	0.03	0.19
9155	C	350 - 500	5.1	3.7	1	10	48	41	X	26.27	24.92	7.15	1.82	0.14	0.04	0.04	0.05	0.04	0.15

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全 ME/100g (風乾態)	塩 和 度 (%)	基 礎	炭 素 C (%)	有 機 物 M.O. %	窒 素 N %	C N	Silt Clay
	II <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>								
9150	3.58	2.89	6.77	4	1.09	1.87	0.11	10	0.45	
9151	2.87	3.11	6.38	3	0.70	1.20	0.08	9	0.20	
9152	2.38	3.53	6.14	4	0.44	0.76	0.06	7	0.28	
9153	1.97	3.57	5.74	3	0.40	0.69	0.05	8	0.20	
9154	1.61	3.54	5.34	3	0.37	0.64	0.05	7	0.16	
9155	1.30	5.15	6.60	2	0.11	0.19	0.02	6	1.17	

土壤分析成績 (5)  
ラトソル性テハ・ホーシヤ

第9表 Quadro 9  
Perfil

: 9217 ~ 9220

Classificação : Terra Roxa Latosolica Entrofica Floresta de cipóal com babaçu Relevo ondulado e/ou ondulado (ラトソル性テハ・ホーシヤ、ババースーやしをともなったツル性植物、地形は波状 and/or 波状)

Município : Altamira - Pará (パラ州アルタミラ)

Local : Rodovia Transamazônica trecho Altamira - Marabá Km 45.0 (アマゾン横断道路、アルタミラ - マラバ 45.0 Km)

Protocolo	Horizon	Profili cm	P H		粒徑組成 (%)			Complexo de luterização ataque				Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾態				計 S ME/ 100g (風乾態)	
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ki	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>		N <sup>+</sup>
9217	A	0 - 20	5.1	4.6	9	12	31	48	33	26.25	18.73	13.51	2.38	0.15	3.50	1.28	0.08	0.16	5.02
9218	B2	40 - 85	5.0	4.5	4	6	25	65	X	29.13	25.08	16.13	1.97	0.15	0.62	0.56	0.06	0.03	1.27
9219	B2/B3	85 - 150	5.6	5.1	3	5	32	60	X	26.94	25.03	16.94	1.85	0.15	0.56	0.77	0.06	0.03	1.42
9220	B3/C	150 - 200	5.7	5.5	3	5	25	70	X	28.23	23.80	16.66	2.02	0.15	0.72	0.72	0.05	0.03	1.52

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全 ME/100g (風乾態)	植 和 度 %	炭 水 %	炭 素 C %	有 機 物 M.O. %	窒 素 N %	C / N	Silt / Clay
	II <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>								
9217	3.92	0.00	8.94	56	1.50	2.58	0.19	8	0.65	
9218	2.08	0.21	3.56	35	0.41	0.70	0.05	8	0.38	
9219	1.23	0.00	2.65	53	0.44	0.75	0.05	9	0.53	
9220	0.51	0.00	2.03	74	0.17	0.29	0.04	4	0.36	

土壤分析成績 (6)

構造性テハ・ホーシヤ

第10表 Quadro 10

Perfil : 8740 ~ 8743

Classificação : Terra Roxa Estruturada Entrofico Floresta de cipoal com babaçu Relevo ondulado e/ou forte ondulado (構造性テハ・ホーシヤ、腐型、ババースーヤしをとまなうツル性植物、地形は波状 and/or 強い波状)

Município : Marabá - Para (パラ州マラバ郡)

Local : Rodovia Transamazônica trecho Marabá - Rio Araguaia (アマゾン横断道路、マラバー - ヒオ・アラグアイア)

Protocolo	Horizon	Perfil cm	P H		粒徑組成 (%)				Complexo de Interferiçã ataque			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基				計 S ME/100g (風乾型)	
			H <sub>2</sub> O	KCl	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>			Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>			
8740	A	0 - 35	6.3	5.2	8	21	36	35	—	13.00	10.62	17.57	1.01	4.42	5.74	1.69	0.03	0.48	7.94
8741	B1	35 - 56	6.1	5.1	8	17	30	45	—	17.57	15.00	18.60	1.20	7.58	4.34	1.78	0.03	0.45	6.58
8742	B2	56 - 90	6.0	5.1	11	16	24	49	—	15.87	13.90	19.75	1.02	7.44	3.84	1.42	0.02	0.51	5.79
8743	B3	90 - 120	6.0	5.2	8	17	29	46	—	17.44	13.74	18.20	1.17	6.79	3.67	1.81	0.03	0.58	6.09

Protocolo	ME/100g (風乾型)		全 ME/100g (風乾型)	塩基 和度 %	炭素 C %	有機物 M.O. %	窒素 N %	C N	Sill Clay
	II <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>							
8740	3.16	0.10	11.20	71	0.80	1.38	0.08	10	1.03
8741	2.55	0.10	9.21	71	0.44	0.76	0.05	9	0.67
8742	2.55	0.10	8.44	69	0.35	0.60	0.04	9	0.49
8743	2.38	0.10	8.57	71	0.25	0.43	0.03	8	0.63

土壤分析成績 (7)  
赤黄色ポドゾル性土壤、粘質

第 11 表 Quad 11

Perfil : 9 2 2 1 ~ 9 2 2 5

Classificação : Podzolic Vermelho Amarelo Argiloso Substrato granito-gnaissico Floresto de cipocal com babacu  
Relevo ondulado (赤黄色ポドゾル性土壤粘質、基層花崗岩 - 片麻岩、パバスイヤしをとまなうツル性の植物、地形は波状)  
Município : Altamira - Pará (パラ州、アルタミラ)  
Local : Rodovia Transamazônica trecho Altamira-Marabá Km 54.0 (アマゾン横断道路、アルタミア - マラバー)

Protocolo	Horizon	Profil cm	粒徑組成 (%)				P H			Complexo de latorização ataqu			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾態			計. S ME/100g (風乾態)		
			粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	H <sub>2</sub> O	KCl	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>	
9 2 2 1	A 1	0 - 20	53	8	11	28	9	3.6	4.1	4.1	14.86	12.28	4.07	1.71	0.43	0.37	0.27	0.04	0.13	0.81
9 2 2 2	A 2	20 - 48	36	7	12	45	19	3.9	4.4	4.4	21.07	19.36	4.47	1.59	0.24	0.11	0.15	0.04	0.11	0.41
9 2 2 3	B 2	48 - 99	19	X	12	69	X	4.2	5.0	5.0	25.44	23.75	6.57	1.55	0.14	0.07	0.61	0.05	0.05	0.78
9 2 2 4	B 3	99 - 160	26	X	17	57	X	4.3	5.5	5.5	28.07	24.95	7.77	1.59	0.14	0.05	0.55	0.05	0.04	0.67
9 2 2 5	C	160 - 200	24	X	19	57	X	4.2	5.3	5.3	28.43	25.45	7.35	1.66	0.14	0.43	0.04	0.05	0.04	0.56

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全量 ME/100g (風乾態)	基酸 C %	有機物 M.O. %	窒素 %		Silt/Clay
	II <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>				N	C	
9 2 2 1	3.68	1.23	5.72	1.18	2.02	0.10	18	0.39
9 2 2 2	2.26	1.13	3.80	0.71	1.22	0.07	10	0.26
9 2 2 3	1.71	0.52	3.01	0.27	0.47	0.05	9	0.17
9 2 2 4	1.29	0.41	2.37	0.19	0.32	0.02	10	0.30
9 2 2 5	1.25	0.69	2.50	0.09	0.15	0.02	5	0.33

土壤分析成績 (8)

赤黄色ポドゾル-カンピソルの中間型、中粒質 (アテライト結核物および礫を含む)

第12表 Quadro 12

Perfil : 9124~9128

Classificação : Podzolic Vermelho Amarelo Distrofico e/concrecoes e cascalhos intermediario P/cambissol Distrofico substrato Felito-xisto Floresta mista e/castanha do Para e babacu Relevo suavemente ondulado e/ou ondulado (赤黄色ポドゾル=ラテライト結核物および礫を含むとカンピソルとの中間の土壤、下部はFilito 片岩、パラ栗とババスターやしの混合植物被、地形は緩波状 and/or 波状)

Município : Marabá - Para (パラ州マラバー)

Local : Rodovia Transamazônica trecho Marabá-Rio Araguaia Km 26.5 (アマゾン横断道路、マラバー - ヒオ、アラグアイア 26.5 Km)

Protocolo	Horizon	Profil, cm	P.H. 粒徑組成 (%)						Complexo de Interferção ataque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換基 ME/100g 風乾型				計 S ME/100g (風乾型)		
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>	
9124	A P	0 - 5	4.7	3.6	4	21	47	28	16	14.81	7.85	3.93	2.35	2.12	0.26	1.65	1.32	0.04	0.34	3.33
9125	A 2	5 - 14	4.5	3.5	4	19	48	29	21	17.43	8.88	5.03	3.34	2.46	0.21	0.30	0.39	0.03	0.31	1.02
9126	B 2	14 - 41	4.7	3.5	4	16	58	22	19	18.10	11.55	5.23	2.67	2.07	0.14	0.08	0.18	0.04	0.21	0.51
9127	B 3	41 - 51	4.5	3.5	2	13	65	20	13	19.40	12.74	6.24	2.58	1.98	0.14	0.07	0.15	0.05	0.12	0.38
9128	C	51 - 150	4.4	3.3	1	12	76	11	9	17.05	11.32	5.54	2.56	1.96	0.14	0.11	0.14	0.02	0.09	0.37

Protocolo	ME/100g (風乾型)		全 ME/100g (風乾型)	塩基和度 %	炭素 C %	有機物 M.O. %	窒素 N %	C/N	Sil/Clay
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>							
9124	5.57	2.42	11.32	29	1.65	2.84	0.20	8	1.68
9125	2.63	4.86	8.51	12	0.70	1.20	0.11	6	1.66
9126	1.04	4.00	5.55	9	0.34	0.58	0.05	7	2.64
9127	0.42	4.78	5.58	7	0.22	0.38	0.04	6	3.25
9128	0.15	4.96	5.48	7	0.16	0.28	0.04	4	6.91

土壤分析成績表 (9)

赤黄色ポドゾル性土壌 - カンピソルの中間性、粘質

第13表 Quadro 13

Perfil : 9230~9234

Classificação : Podzolic Vermelho Amarelo Eutrofico intermediario para Cambisol Eutrofico Floresta de cipocal R-elevo ondulado e/ou forte ondulado (赤黄色ポドゾル性土壌とカンピソルの中間的なもの、ツル性植物、地形は波状 e/ou 強い波状)

Município : Portel Pará (パラ州ポルテール)

Local : Rodovia Transamazônica trecho Altamira-Marabá Km 146.0 (アマゾン横断道路、アルタミラ - マラバ 、146.0Km)

Protocolo	Horizon	Perfil cm	pH 粒徑組成 (%)						Complexo de lateriza�o				Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基				計 S ME/100g (風乾態)	
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	C <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>
9230	A1	0 - 20	4.9	4.2	59	9	26	26	16	13.88	8.92	6.95	2.65	1.76	0.40	3.05	0.90	0.04	0.51	4.31
9231	A3	20 - 40	5.2	4.7	23	6	30	41	23	23.90	17.84	10.01	2.27	1.68	0.14	0.88	1.89	0.03	0.41	3.21
9232	B21	40 - 65	5.3	4.8	14	4	30	52	X	23.05	22.70	12.33	2.26	1.68	0.14	1.09	2.44	0.04	0.36	3.93
9233	D22	65 - 108	5.1	4.5	10	4	31	55	X	26.93	24.63	12.17	1.86	1.41	0.15	0.52	2.45	0.02	0.33	3.35
9234	B3	108 - 150 <sup>+</sup>	5.4	4.2	19	4	35	42	X	27.15	25.73	11.50	1.94	1.49	0.14 <sup>+</sup>	0.12	1.90	0.04	0.32	2.39

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全量 ME/100g (風乾態)	塩基飽和度 %	炭素 C %	有機物 M.O. %	窒素 N %	C/N	Silt/Clay
	II <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>							
9230	2.51	0.21	7.02	61	0.86	1.49	0.08	11	1.00
9231	1.66	0.21	5.08	63	0.56	0.97	0.07	8	0.73
9232	1.56	0.31	5.08	68	0.36	0.62	0.05	7	0.58
9233	1.71	0.00	5.06	66	0.24	0.42	0.04	6	0.56
9234	1.60	0.06	4.60	52	0.09	0.16	0.03	3	0.83

土壤分析成績 (10)

帯赤色ブルニゼム、粘質

第14表 Quadro 14

Perfil : 14647~14649

Classificação : Brúnzem Averbmelhado Eutrofico Argila de atividade alta Floresta de Transição com babacu Relevô suave ondulado (帯赤色ブルニゼム、活性度の高い粘土、ババスクをとまなっただぜん移帯の植物、地形は緩波状)

Mucípio : Estreito-Rio Araguaia (エストレイトーヒオアラグアイア)

Local : Rodovia Transamazônica trecho Estreito-Rio Araguaia Km 93.0 (アマゾン横断道路、エストレイトーヒオアラグアイア間)

Protocolo	Horizon	Profil. cm	P-II					粒徑組成(%)				Complejo de Interferiçãotriquo			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾態			計 S ME/100g (風乾態)
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土(全)	粘土(水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>		
1947	A.P.	0 - 10	6.6	6.0	3	4	34	59	9	27.70	21.67	20.26	2.17	1.36	0.19	13.60	1.60	0.04	0.28	15.52
1948	B.2	35 - 60	6.2	5.9	2	2	35	61	2	30.78	23.20	17.67	2.25	1.52	0.16	4.20	5.50	0.05	0.26	10.01
1949	C	80 - 100	5.2	4.2	X	X	55	45	X	30.30	22.95	17.87	2.24	1.50	0.13	1.70	5.30	0.05	0.21	7.26

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全炭素 ME/100g (風乾態)	埋和度 %	基度 %	炭素 C %	有機物 M.O. %	窒素 N %	C/N	Sill-Clay
	II <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>								
1947	0.66	0.00	16.18	96	0.92	1.58	0.07	13	0.58	
1948	0.66	0.00	10.67	94	0.53	0.91	0.03	18	0.57	
1949	3.09	1.20	11.55	63	0.29	0.51	0.01	29	1.22	

土質分析成績 (II)

ゲルムソル性土質 (ヴァーティソル)

第15表 Quadro 15

Perfil : 14644~14646

Classificação : Grumosolico (Vertisol) inundavel ou encharcado durante o periodo chuvoso e com cobertura Vegetal de campo de gramineas com arbustos esparsos Relevo praticament plano (ゲルムソリコ (ヴァーティソル)、雨期には氾濫しやすい、まばらな樹木をともなうイネ科植物が生育、地形は平坦)

Município : Estreito-Maraba (Maranhão-Pará) (マラニョン - パラ州)

Local : Km 9 do Transamazônica do trecho Estreito Maraba (エストレイト - マラバー間、アマゾン横断道路)

Protocolo	Horizon	Profil cm	粒徑組成 (%)					Complexo de Interferença atômico			Kf	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾態			計 S ME/ 100g (風乾態)			
			H <sub>2</sub> O	KG1	粗砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
14644	A11	0 - 30	5.5	4.4	X	X	49	51	10	27.70	28.66	35.12	3.36	0.16	12.60	17.00	0.55	0.20	30.35
14645	A12	30 - 60	6.1	5.0	X	X	34	66	15	14.02	14.53	14.02	3.35	0.22	13.60	29.00	1.21	0.18	45.99
14646	C	60 - 80	7.9	6.7	5	2	30	63	17	14.30	12.71	11.32	4.26	0.22	11.20	38.00	0.92	0.14	50.26

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全 EM/100g (風乾態)	堆 和 度 %	炭 素 C %	有機物 M.O. %	窒 素 N %	C / N	Silt / Clay
	II <sup>+</sup>	AI <sup>+++</sup>							
14644	6.07	0.20	36.52	83	0.94	1.62	0.10	9	0.96
14645	2.14	0.00	46.13	95	0.62	1.07	0.05	12	0.52
14646	0.66	0.00	50.92	99	0.36	0.62	0.01	36	0.48

土壤分析成績 (12)  
黄色ラトソル、重粘質

第16表 Quadro 16

Protocolo : 13182~13186

Classificação : Latossolo Amarelo textura muito Pesada Seringal de cultura com pecuaria Relevo local-plano (黄色ラトソル、重粘質、牧畜をともなごゴム園、地形は平坦)

Município : Belterra Para (パラ州ベルテハ郡)

Local : Belterra Seringol de Pesquisa Quadra (ベルテハ、ゴム研究園)

Protocolo	Horizon	Profil cm	P-II 粒徑組成 (%)						Complexo de letetização ataque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Kf	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾態			計 S ME/100g (風乾態)		
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
13182	A1	0 - 14	4.1	3.8	2	8	18	76	3	30.30	27.28	8.37	1.89	0.87	0.24	0.13	0.05	0.03	0.43
13183	A3	14 - 44	4.4	3.8	3	1	14	82	3	34.16	31.36	7.97	1.85	0.27	0.06	0.06	0.03	0.04	0.19
13184	B1	44 - 65	4.5	3.9	2	X	12	86	X	33.20	31.62	7.57	1.75	<0.11	0.06	0.05	0.05	0.05	0.17
13185	B21	65 - 111	4.7	4.0	1	X	11	88	X	38.00	32.13	7.17	2.01	<0.11	0.04	0.03	0.05	0.03	0.13
13186	B22	111 - 165	4.8	4.0	2	1	15	82	X	38.00	33.15	7.37	1.95	<0.11	0.04	0.03	0.05	0.03	0.13

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全 ME/100g (風乾態)	塩和度 %	基盤 %	炭素 C %	有機物 M.O. %	窒素 N %	C/N	Silf Clay
	II <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>								
13182	8.54	2.38	11.35	4	1.89	3.25	0.18	11	0.24	
13183	5.81	2.18	8.18	2	1.12	1.92	0.11	10	0.17	
13184	5.76	1.78	5.71	3	0.62	1.06	0.07	9	0.14	
13185	2.52	1.39	4.04	3	0.23	0.40	0.04	6	0.13	
13186	2.07	1.19	3.39	4	0.21	0.36	0.03	7	0.18	

土壤分析成績 (B)

黄色ラトソル、重粘質

第17表 Quadro 17

Perfil : 6913~6917

Classificação : Latossolo Amarelo textura muito Pesada Floresta equatorial umida Relevô no local plano e no geral ondulado (黄色ラトソル重粘質、湿润熱帯植物、地形は局所的に平坦、一般的には波状)

Município : Paragominas - Pará (パラ州、パラゴミナス)

Local : a 100m, lado direito - Paragominas-Pará (パラゴミナス街道右側100m)

Protocolo	Horizon	Perfil cm	pH				粒徑組成(%)				Complexo de laterização ataque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1-1.47			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾態				計 S ME/100g (風乾態)	
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土(全)	粘土(水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>			Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>			
6913	A1	0 - 4	4.6	4.1	1	1	2	96	47			21.06	25.24	7.55	1.42	0.84	4.42	0.75	0.06	0.25	5.48
6914	A3	4 - 24	4.4	4.0	1	1	4	94	52			21.53	24.45	7.45	1.49	0.42	0.58	0.49	0.05	0.09	1.19
6915	B21	24 - 62	4.9	4.2	X	X	5	95	X	X	X	20.45	25.19	8.24	1.39	<0.25	0.25	0.16	0.02	0.04	0.47
6916	B22	62 - 105	4.8	3.5	X	X	10	90	X	X	X	24.58	23.71	7.54	1.76	<0.25	0.48	0.40	0.05	0.04	0.97
6917	B23	105 - 150	5.4	4.5	X	X	5	95	X	X	X	23.90	24.40	8.98	1.66	<0.25	0.41	0.33	0.05	0.04	0.81

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全量 ME/100g (風乾態)	堆肥 %	炭素 C %	有機物 M.O. %	窒素 N %	C/N	Silt/Clay
	II <sup>+</sup>	AI <sup>+++</sup>							
6913	10.00	0.85	16.31	35	1.96	3.37	0.30	7	0.02
6914	5.98	1.86	9.03	13	1.29	2.22	0.16	8	0.04
6915	3.65	1.23	5.35	9	0.69	1.19	0.07	10	0.05
6916	2.80	0.40	3.67	26	0.77	1.32	0.06	13	0.11
6917	2.93	0.62	4.36	20	0.37	0.64	0.06	6	0.05

土壤分析成績 (14)

黄色ラトソル、重粘質

第18表 Quadro 18

Perfil : 6953~6957

Classificação : Latossolo Amarelo textura muito Pesada Floresta semi-caduci fôlha Relevo plano ( chapada ) ( 黄色ラトソル、重粘質 )

Município : Paragominas - Pará ( パラ州、パラゴミナス )

Local : Paragominas-Para, Km 1 da PA-70 e a 50m lado esquerdo ( パラ州パラゴミナス、PA-70の1Km 左側50mの地点 )

Protocolo	Horizon	Perfil cm	pH		粒徑組成 (%)				Complexo de laterização ataque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾態				計 S ME/100g (風乾態)	
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %			F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>
6953	A1	0-6	4.2	4.0	1	1	10	88	55	23.09	25.43	8.86	1.26	0.38	2.08	0.88	0.05	0.14	3.15
6954	A3	6-23	4.1	4.0	1	1	10	88	52	22.93	24.74	9.00	1.27	<0.25	0.64	0.56	0.04	0.07	1.31
6955	B21	25-60	4.7	4.2	X	X	4	96	X	24.57	24.90	9.80	1.34	<0.25	0.48	0.48	0.04	0.04	1.04
6956	B22	60-107	5.1	4.5	X	X	11	89	X	23.86	24.62	10.20	1.30	<0.25	0.32	0.32	0.03	0.03	0.70
6957	B23	107-155	5.4	5.0	X	X	16	84	X	31.07	25.37	9.78	1.67	<0.25	0.32	0.32	0.04	0.03	0.71

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全 ME/100g (風乾態)	量 堆 積 物 M.O. %	炭 素 C %	有 機 物 M.O. %	窒 素 N %	C N	Sill Clay
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>							
6953	9.66	1.45	14.35	4.85	2.82	4.85	0.30	9	0.11
6954	5.47	1.86	8.64	1.47	0.86	1.47	0.17	5	0.11
6955	3.19	1.03	5.26	1.12	0.65	1.12	0.09	7	0.04
6956	2.77	0.41	3.88	0.94	0.54	0.94	0.06	9	0.12
6957	1.28	0.41	2.40	0.45	0.26	0.45	0.06	4	0.19

土壤分析成績 (15)

黄色ラトソル、中粒質

第19表 Quadro 19

Perfil : 17548~17552

Classificação : Latossolo Amarelo Medial Capoeira (mata) Floresta amazonica Relevo plano Barreiras (黄色ラトソル、中粒質、再生林、アマゾン森林、地形は平坦、三紀バハイラス層)

Município : EMBRAPA-CPATU (湿润熱帯農畜研究センター) パラ州ベレン市 (旧北伯農試)

Lócal : 同上

Protocolo	Horizon	Perfil cm	P II				粒徑組成 (%)				Complexo de letetização ataque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47				Ki	Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾態				計 S ME/ 100g (風乾態)
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>				Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>			
17548	A0	0+3	4.1	3.0	62	11	22	5	X	2.35	9.95	0.99	0.49	0.58	0.49	0.36	0.29	0.05	0.10	0.80		
17549	A1	0-16	4.2	3.7	41	20	26	13	X	5.01	10.71	1.59	0.43	0.73	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.17		
17550	A3	16~37	4.4	4.0	41	18	25	16	2	6.46	11.73	1.99	<0.11	0.84	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.11		
17551	B1	37-66	4.6	4.1	41	19	22	18	3	6.94	12.75	2.58	<0.11	0.82	0.02	0.05	0.05	0.03	0.03	0.11		
17552	B2	66+	4.6	4.1	39	23	21	17	3	7.42	14.54	3.37	<0.11	0.76	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.10		

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全 ME/100g (風乾態)	塩 基 % 8	炭 酸 % 3	機 物 % 3.02	C % 1.75	N % 0.073	C / N ~	Silt / Clay 4.40
	II <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>								
17548	6.87	2.20	9.87	8	3	3.02	1.75	0.073	~	4.40
17549	3.94	2.00	6.11	3	1.68	1.68	0.97	0.073	13	2.00
17550	1.05	3.40	4.56	2	1.02	1.02	0.59	0.039	15	1.93
17551	2.10	1.20	3.41	3	0.73	0.73	0.42	0.025	17	1.22
17552	0.58	1.40	2.05	5	0.36	0.36	0.21	0.017	12	1.24

土壤分析成績 (16)

腐植質ラトソル、重粘質

第20表 Quadro 20

Protocolo : 7737~7741

Classificação : Terra Preta do Indio (Latossolo Vermelho Amarelo) Banana Relevo plano (インディオの黒い土又は腐植質ラ

トソルと呼ばれる、バナナ、地形は平坦)

Município : Belterra Santarem Pará (パラ州、サンタレン郡、ベルテハ)

Local : Belterra Santarem Pará (パラ州、サンタレン郡、ベルテハ、土地利用バナナ)

Protocolo	Horizon	Profil cm	P II		粒徑組成 (%)			Complexo de lcterização atque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Ki	Kf	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾質				計 S ME/ 100g (風乾質)		
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %				Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
7737	AP1	0 - 15	5.6	5.1	4	2	20	74		36.60	26.90	6.81	2.51	1.99	35.17	31.87	3.02	0.05	0.18	35.12
7738	A12	15 - 25	6.0	5.3	3	3	29	75		31.00	30.18	7.15	1.76	1.55	56.91	28.40	2.76	0.05	0.14	31.35
7739	A3	25 - 40	6.0	5.2	2	2	20	76		38.04	31.86	7.32	2.03	1.77	20.68	15.62	2.15	0.03	0.10	17.84
7740	B1	40 - 90	5.7	5.0	1	1	5	93		39.16	32.36	7.76	2.05	1.78	1.16	5.25	0.63	0.02	0.05	5.95
7741	B2	90 - 150	5.8	5.6	1	1	13	85		40.02	35.58	7.75	2.20	1.78	0.60	2.51	0.42	0.02	0.04	2.99

Protocolo	ME/100g (風乾質)		全 ME/100g (風乾質)	塩基 和度 %		炭 素 C %	有 機 物 M.O. %	窒 素 N %	C / N	Sil / Clay
	II <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>		粗砂	細砂					
7737	7.42	0.00	42.54	82	4.44	7.64	0.35	13	0.27	
7738	5.52	0.00	36.85	85	3.26	5.61	0.22	15	0.39	
7739	4.25	0.00	22.09	81	1.98	3.41	0.20	10	0.26	
7740	3.09	0.00	9.04	66	0.79	1.36	0.08	10	0.05	
7741	1.88	0.00	4.87	61	0.55	0.95	0.14	4	0.15	

土壤分析成績 (17)

ラテライト性結核土壌

第21表 Quadro 21

Perfil : 6598~6602

Classificação : Concrecionário Laterítico Floresta equatorial úmida Rolevo suavemente ondulado (ラテライト性結核土壌  
硬固熱帯植物、地形は緩波状)

Município :

Local : Km 19 Estrada cacau pirera Manacapurie AM-070 a 100m a margem direita (ピレラ・マナカブレー AM-070)

Protocolo	Horizon	Profili cm	P II				粒徑組成 (%)				Complexo de laterização ataque: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換培養基 ME/100g 風乾態				計 S ME/ 100g (風乾態)
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>			Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>		
6598	A 1 en	0 - 8	3.4	3.4	64	14	6	16	4	7.94	5.20	3.58	1.87	1.16	0.41	0.16	0.05	0.05	0.65	
6599	A 3 en	8 - 43	4.5	4.2	40	16	10	34	21	18.18	11.11	6.89	1.09	0.64	0.17	0.08	0.03	0.04	0.32	
6000	B21 en	43 - 84	4.8	4.2	33	16	5	46	13	15.62	15.76	7.45	1.35	tracos	0.04	0.12	0.02	0.05	0.21	
6001	B22 en	84 - 123	5.1	4.3	26	12	4	58	X	18.08	23.36	8.67	1.13	0.29	0.08	0.25	0.02	0.03	0.38	
6002	B23 en	123 - 160	5.2	4.3	30	10	6	54	X	16.70	21.57	6.45	1.13	tracos	0.08	0.08	0.02	0.03	0.21	

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全量 ME/100g (風乾態)	炭素 C %	有機物 M.O. %	窒素 N %	C/N	Sill clny
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>						
6598	6.83	2.24	9.72	1.56	3.02	0.13	12	0.38
6599	6.64	1.24	8.20	1.44	2.48	0.11	13	0.29
6000	2.83	0.62	3.66	0.57	0.98	0.05	11	0.11
6001	1.86	0.62	2.86	0.31	0.54	0.04	8	0.07
6002	1.02	0.41	1.64	0.24	0.42	0.02	12	0.11

土壤分析成績 (18)  
赤黄色ポドソル性土壌

第22表 Quadro 22

Perfil : 18707~18710

Classificação : Podzólico Vermelho Amarelo Media Floresta amazonica Relevô plano Barreiras (赤黄色ポドソル性土壌、中

粒質、湿润熱帯植物(原始林)、地形は平坦、バハイラス粘土)

Município : Tomé Aqu, Pará (パラ州トメアス郡、アマゾンニア熱帯総合農業試験場近く)

Local : 同上、谷地より約100 m入る。

Protocolo	Horizon	Perfil cm	P H		粒 径 組 成 ( % )			Complexo de luterização ataque			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置 換 塩 基			計 S ME/100g (風乾態)					
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗 砂	細 砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup>			
18707	A	0 - 6	4.1	3.5	20	41	21	18	-	-	10.31	8.16	2.38	2.15	1.81	0.62	0.27	0.34	0.04	0.07	0.72
18708	A3	6 - 15	4.2	3.7	21	37	19	23	-	-	12.73	8.93	2.78	2.42	2.02	0.50	0.05	0.10	0.02	0.05	0.22
18709	B1	15 - 58	4.7	4.1	13	33	18	36	-	-	16.83	13.77	2.98	2.08	1.85	<0.11	0.22	0.04	0.03	0.04	0.33
18710	B2	58 -	5.1	4.1	14	32	15	39	-	-	15.87	13.52	2.98	2.00	1.75	<0.11	0.22	0.04	0.01	0.03	0.33

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全 ME/100g (風乾態)	塩 基 飽 和 度 %	炭 素 C %	有 機 物 M.O. %	鹽 素 N %	C N	Silt Clay
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>							
18707	6.12	1.80	8.64	8.3	1.67	2.87	0.12	14	1.17
18708	5.97	1.80	5.99	5.7	1.16	1.99	0.09	13	0.83
18709	1.73	1.40	3.41	9.5	0.48	0.83	0.06	8	0.50
18710	0.45	1.20	1.98	15.5	0.31	0.53	0.04	8	0.39

土壤分析成績 (19)

赤黄色ポドゾル性土壌、半粘質

第23表 Quadro 23

Perfil : 8011~8016

Classificação : Podzolic Vermelho Amarelo S/concreções Floresta equatorial umida Relevo ondulado (赤黄色ラトソル、  
結核含まず、湿润熱帯植物、地形は波状)

Município : Estado do Pará (パラ州)

Local : Km 138.5 BR 010 São Felix lado direito PA-70-Para (ブラジル国道010号)

Protocolo	Horizon	Profili cm	P H		粒徑組成 (%)			Complexo de luterização atômico H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> % / 100g	置換塩基 ME / 100g 風乾態			計 S ME / 100g (風乾態)	
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>
8011	A 1	0-7	4.0	3.5	53	16	15	6	8.90	4.64	1.60	2.70	0.55	0.52	0.04	0.11	1.23
8012	A 3	7-22	4.0	3.6	42	20	20	8	10.58	6.96	2.00	2.32	0.29	0.08	0.04	0.04	0.28
8013	B 1	22-50	4.2	3.7	33	17	19	29	12.65	10.08	2.21	1.88	0.17	0.08	0.04	0.03	0.19
8014	B21	50-81	4.5	3.7	33	14	16	37	15.40	12.42	3.20	1.81	0.14	0.04	0.04	0.02	0.12
8015	B22	81-120	4.3	3.8	31	13	15	41	17.37	14.17	3.00	1.84	<0.14	0.04	0.04	0.02	0.14
8016	B23	120-150	4.4	3.9	30	12	15	43	17.42	14.73	2.82	1.80	<0.14	0.06	0.02	0.05	0.13

Protocolo	ME / 100g (風乾態)		全 ME / 100g (風乾態)	塩 飽 度 %	炭 素 C %	有機物 M.O. %	窒 素 N %	C / N	Sill Clay
	II <sup>+</sup>	AI <sup>+++</sup>							
8011	4.95	1.21	7.39	17	1.31	2.25	0.11	12	0.94
8012	3.44	1.41	5.13	5	0.64	1.10	0.07	9	1.00
8013	2.38	1.62	4.19	5	0.63	1.08	0.05	13	0.61
8014	2.05	1.62	3.77	3	0.27	0.46	0.04	7	0.43
8015	1.72	1.62	3.48	4	0.23	0.40	0.04	6	0.37
8016	1.52	1.62	3.27	4	0.19	0.33	0.03	6	0.35

土壤分析成績 (20)

赤黄色ボドノル性土壌、浸層

第 24 表 Quadro 24

Perfil : 4768~4772

Classificação : Podzolic Vermelho Amarelo fase Rasa substrato argila cinza caulinita (赤黄色ボドノル性土壌、浸層、下層オオリナイトの灰色粘土)

Município :

Local : Município Atalaia do Norte margem do estrada P/Benjamin Constant a 3 Km da cidade

Protocolo	Horizon	Profil cm	P H <sup>+</sup>		粒徑組成 (%)			Complexo de laterização ataque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾態			計 S ME/100g (風乾態)			
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ki		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>
4768	A1	0 - 6	4.2	3.5	2	18	45	35	9	12.6	8.9	4.1	1.87	1.19	0.31	0.16	0.12	0.11	0.70
4769	A5/B1	6 - 20	4.5	3.5	1	18	43	38	X	14.7	11.3	5.0	2.90	<0.28	0.11	0.32	0.07	0.08	0.58
4770	B2	20 - 46	4.5	3.5	1	13	33	53	26	27.8	16.9	7.0	2.22	<0.28	0.11	0.16	0.08	0.11	0.46
4771	B3	46 - 60	4.5	3.4	2	9	27	62	38	21.7	19.7	8.3	1.47	<0.28	0.11	0.22	0.10	0.11	0.51
4772	C	60 - 120	4.5	3.6	2	3	28	67	35	21.9	19.8	4.5	1.65	<0.28	0.11	0.44	0.12	0.14	0.81

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全 ME/100g (風乾態)	塩基飽和度 %	炭素 C %	有機物 M.O. %	窒素 N %	C/N	Silt/Clay
	II <sup>+</sup>	AI <sup>+++</sup>							
4768	6.81	7.45	14.96	5	1.88	3.23	0.23	8	1.29
4769	3.67	8.72	12.97	4	0.82	1.41	0.13	6	1.13
4770	3.78	12.73	16.97	3	0.62	1.11	0.10	7	0.62
4771	3.89	13.16	17.59	3	0.40	0.69	0.06	7	0.44
4772	2.18	19.60	22.59	4	0.24	0.42	0.06	4	0.42

土壤分析成績 (21)

沖積土壌

第25表 Quadro 25

Perfil : 4741~4745

Classificação : Aluvial Fluvial (Fertl) (沖積土壌)

Município : Amazonas Solimões (アマゾンナス州)

Local : Ilha de aranca - Tabatinga - Amazonas corte de Branco (アルマサ島 - タバチンガ - アマゾンナス、土手の切

断地)

Protocolo	Horizon	Perfil cm	P H			粒徑組成 (%)				Complexo de Intercambio atque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換基 ME/100g 風乾態			計 S ME/ 100g (風乾態)	
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>
4741	1	0 - 16	6.2	4.7	1	16	67	16	3	16.6	7.4	5.4	2.60	1.70	12.08	4.79	0.25	0.29	17.41
4742	2	16 - 30	6.4	4.4	X	30	63	7	2	13.1	7.1	5.3	2.14	0.96	10.63	3.30	0.23	0.18	14.34
4743	3	30 - 54	6.6	4.3	X	18	71	11	8	17.4	9.5	6.0	2.22	1.35	11.53	2.39	0.26	0.11	14.29
4744	4	54 - 100	6.5	4.6	X	30	59	11	7	15.7	8.2	5.6	2.29	2.08	11.97	4.68	0.19	0.11	16.95
4745	5	100 - 130	6.6	4.5	X	7	77	16	10	17.1	8.5	5.6	2.41	0.90	12.97	2.19	0.28	0.15	15.59

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全 ME/100g (風乾態)	基 和 匹 %	塩 和 匹 %	炭 和 匹 %	有機物 M.O. %	窒 素 %	C %	N %	C %	N %	Silt Clay
	ff <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>											
4741	3.85	0.22	21.49	81	81	2.36	0.05	47	1.37	0.05	47	4.19	
4742	2.31	0.32	16.97	85	85	0.63	0.05	12	0.37	0.05	12	9.00	
4743	1.99	0.22	16.50	87	87	0.49	0.05	6	0.28	0.05	6	6.45	
4744	2.69	0.22	19.86	85	85	0.92	0.07	8	0.53	0.07	8	5.36	
4745	2.20	0.10	17.89	87	87	0.50	0.05	6	0.29	0.05	6	4.81	

土壤分析成績 (22)

塩類土壌、粘質

第 26 表 Quadro 26

Protocolo : 7307~7313

Classificação : Solo Salino Campo com gramineas e coporaceas (Pastagem natural) (塩類土壌 Gramineas および Coporaceas

をとめた原野、自然牧草地)

Município : Marajo Pará (マラジョー島、パラ州)

Local : a 500 m da Fazenda Marajo Pará (パラ州マラジョー島、牧場)

Protocolo	Horizon	Profil cm	pH			粒徑組成 (%)				Complexo de letetizacao atual H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			K <sub>r</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	酸 塩 基 ME/100g 風乾態				計 S ME/ 100g (風乾態)	
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>		
7307	A <sub>1</sub> P	0-14	4.5	3.3	-	59	-	42	27	19.84	12.34	6.26	2.73	2.06	0.57	0.65	3.26	0.55	0.24	4.48
7308	A <sub>3</sub>	14-32	4.5	3.2	-	47	-	53	38	25.24	15.45	7.79	2.56	1.95	0.33	0.47	5.23	1.12	0.22	7.04
7309	B <sub>21</sub>	32-54	4.7	3.4	-	37	-	63	55	26.05	19.46	8.96	2.28	1.76	0.33	1.59	9.35	4.04	0.32	15.50
7310	D <sub>22</sub> P	54-85	5.6	4.6	-	33	-	67	65	26.52	17.74	8.07	2.52	1.98	0.84	2.06	11.18	10.02	0.41	25.67
7311	B <sub>23</sub> P	85-125	6.9	5.9	-	33	-	67	67	29.84	18.25	7.85	2.78	2.19	4.13	2.82	13.47	13.99	0.60	30.88
7312	B <sub>3</sub> P	125-156	7.3	6.1	-	31	-	69	69	27.54	19.47	8.44	2.40	1.88	12.50	3.32	14.36	14.52	0.69	32.89
7313	C <sub>9</sub>	156-175	6.9	5.8	-	27	-	73	73	28.87	19.10	7.33	1.57	2.06	3.19	3.52	13.25	12.92	0.72	30.41

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全 ME/100g (風乾態)	植 基 飽 和 度 %	炭 素 C %	有機物 M.O. %	窒 素 N %	C N	Sill. Clay
	Ca <sup>++</sup>	Al <sup>+++</sup>							
7307	7.00	5.68	17.36	27	1.56	2.68	0.18	9	1.38
7308	5.75	6.37	19.14	37	0.79	1.36	0.12	7	0.89
7309	5.05	2.58	22.93	47	0.63	1.08	0.10	6	0.59
7310	2.46	0.00	26.13	91	0.35	0.40	0.09	4	0.49
7311	0.16	0.00	31.04	99	0.21	0.36	0.06	4	0.49
7312	0.00	0.00	32.89	100	0.14	0.24	0.05	5	0.45
7313	0.00	0.00	30.41	100	0.36	0.62	0.08	5	0.37

土壤分析成績(23)

黄色ラトソル、半粘質

第27表 Quadro 27

Protocolo : 5446~5450

Classificação : Latossolo Amarelo Floresta amazonica Relevô no local plano e no geral suavemente undulado (黄色ラトソル、アマゾン地方の植物、地形は局所的に平坦及び一般的には緩波状)

Município : Estado do Acre (アクレ州)

Local : Estado do Acre Km 48 da Rodovia Rio Branco-Xapuri a 100m lado direito (アクレ州、ヒオ、ブランコ - サブリ間道路の48Km)

Protocolo	Horizon	Profil cm	P H		粒徑組成(%)				Complevo de letetização atunqe H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47				Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾態				計 S ME/ 100g (風乾態)
			H <sub>2</sub> O	KCl	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>			
5446	A 1	0-5	3.8	3.4	29	36	4	13.89	11.03	4.12	1.72	1.09	1.24	0.82	0.02	0.32	2.40		
5447	A 3	5-24	3.9	3.5	28	40	2	14.84	12.49	5.12	1.57	0.37	0.54	0.31	0.05	0.10	0.95		
5448	B21	24-60	4.6	3.8	26	47	4	15.68	15.02	5.58	1.43	traço	0.31	0.31	0.02	0.03	0.67		
5449	B22	60-100	4.6	3.8	25	52	6	18.04	16.89	6.10	1.48	traço	0.32	0.21	0.01	0.02	0.56		
5450	B23	100-135	4.8	3.9	25	50	16	18.52	16.65	5.97	1.54	<0.28	0.10	0.10	0.01	0.02	0.23		

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全量 ME/100g (風乾態)	塩和度 %	粘粒 %	炭素 C %	有機物 M.O. %	窒素 N %	C N	Silt Clay
	II <sup>+</sup>	AI <sup>+++</sup>								
5446	5.87	0.62	8.89	27	1.65	2.83	0.15	11	0.58	
5447	4.14	3.48	8.57	11	0.85	1.46	0.11	8	0.55	
5448	2.64	3.36	6.67	11	0.34	0.59	0.06	6	0.40	
5449	2.95	2.95	6.46	9	0.36	0.62	0.05	7	0.29	
5450	2.70	2.49	5.42	4	0.30	0.52	0.04	8	0.36	

土壤分析成績 (21)

赤色ラトソル 半粘質

第28表 Quadro 28

Protocolo : 5436~5440

Classificação : Latossolo Vermelho Floresta Amazonica Relevô no local plano e no geral suavemente ondulado (赤色ラトソル、アマゾンの植物、地形は局所的に平坦または一般的には緩波状)

Município : Estado do Acre (アクレ州)

Local : Esalado do Acre Km 64.9 da Rodovia Rio Branco-Xapuri a 20m lado esquerdo (アクレ州、ヒオ・ブランコーサブリ横断道路の64.9 Km、左側20 m地点)

サブリ横断道路の64.9 Km、左側20 m地点)

Protocolo	Horizon	Profil cm	P.H.				粒徑組成(%)				Complexo de luterizacão atômica				Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	置換塩基 ME/100g 風乾態			計 S ME/100g (風乾態)
			H <sub>2</sub> O	KOH	粗砂	細砂	シルト	粘土(全)	粘土(水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>		
5436	A1	0-4	3.9	3.4	25	34	16	25	6	11.09	8.11	4.31	2.32	1.74	1.64	2.36	1.05	0.05	0.33	3.75
5437	A3	4-21	4.0	3.5	19	35	13	33	14	14.12	11.47	5.11	2.09	1.63	0.37	0.15	0.26	0.05	0.09	0.53
5438	B21	21-53	4.5	3.7	15	30	15	40	1	14.18	13.34	6.16	1.81	1.40	traços	0.31	0.41	0.02	0.04	0.78
5439	B22	53-95	4.7	3.8	16	32	11	41	3	13.81	12.79	5.73	1.83	1.43	"	0.15	0.15	0.05	0.02	0.35
5440	B23	95-140	5.0	4.0	13	31	16	40	10	16.20	13.56	6.55	2.03	1.55	"	0.20	0.26	0.03	0.03	0.52

Protocolo	ME/100g (風乾態)		全量 ME/100g (風乾態)	堆積物 炭素 M.O. %	炭素 C %	有機物 N %	C/N	Silt Clay
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>						
5436	10.37	1.85	15.97	4.55	2.64	0.17	15	0.64
5437	2.86	2.66	6.05	1.00	0.59	0.09	7	0.39
5438	1.85	2.05	4.68	0.57	0.33	0.05	7	0.38
5439	1.43	1.85	3.62	0.53	0.31	0.05	10	0.27
5440	1.84	1.64	4.00	0.10	0.06	0.03	3	0.40

土壤分析成績(25)

赤黄色ポドゾル性土壌、半粘質

第29表 Quadro 29

Protocolo : 5483~5487

Classificacao : Podzolic Vermelho Amarelo Floresto amazonica Relevo no local plano e no geral suavemente ondulado (赤黄色ポドゾル性土壌、アマゾンの植物、地形は局所的に平坦または一般には緩波状)

Município : Estado do Acre (アクレ州)

Local : Estado do Acre Km 7 lado direito da Rodovia Rio Branco-Napuri (アクレ州、ヒオ・ブランコ - サブリ横断道 路 7 Km、右側)

Protocolo	Horizon	Perfil cm	F II				粒 径 組 成 (%)			Complexo de luterização ataque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1.47			Kr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	酸 換 塩 基 ME/100g 風乾量			計 S ME/100g (風乾量)	
			H <sub>2</sub> O	KCl	粗砂	細砂	シルト	粘土 (全)	粘土 (水)	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>
5483	A1	0-5	3.7	3.3	35	46	10	9	5	6.86	2.58	2.21	2.95	1.96	0.81	0.71	0.05	0.25	1.80
5484	A2	5-16	3.7	3.3	25	46	13	16	13	7.89	4.65	2.41	2.22	0.46	0.40	0.20	0.03	0.06	0.69
5485	B1	16-50	4.3	3.4	16	35	15	34	3	12.42	9.91	4.66	1.68	tracos	0.25	0.25	0.05	0.04	0.57
5486	B2	50-102	5.1	3.5	13	32	13	42	X	15.59	12.58	4.69	1.74	"	0.40	0.40	0.03	0.04	0.87
5487	B3	102-150	5.1	3.5	12	28	13	47	X	18.38	14.95	6.53	1.69	"	0.30	0.30	0.03	0.04	0.67

Protocolo	ME/100g (風乾量)		全 ME/100g (風乾量)	炭 素 C %	有 機 物 M.O. %	窒 素 N %	C/N	Silt Clay
	II+	AI+++						
5483	3.34	0.61	5.75	0.89	1.54	0.09	10	1.11
5484	2.53	1.21	4.43	0.37	0.63	0.06	6	0.81
5485	1.45	2.25	4.25	0.24	0.42	0.05	5	0.44
5486	1.85	2.06	4.78	0.18	0.30	0.04	5	0.31
5487	2.06	2.06	4.79	0.13	0.22	0.04	3	0.28



XI 圖 表

(B) 示差熱分析成績 (DTA)

( Fig. 8~42 )

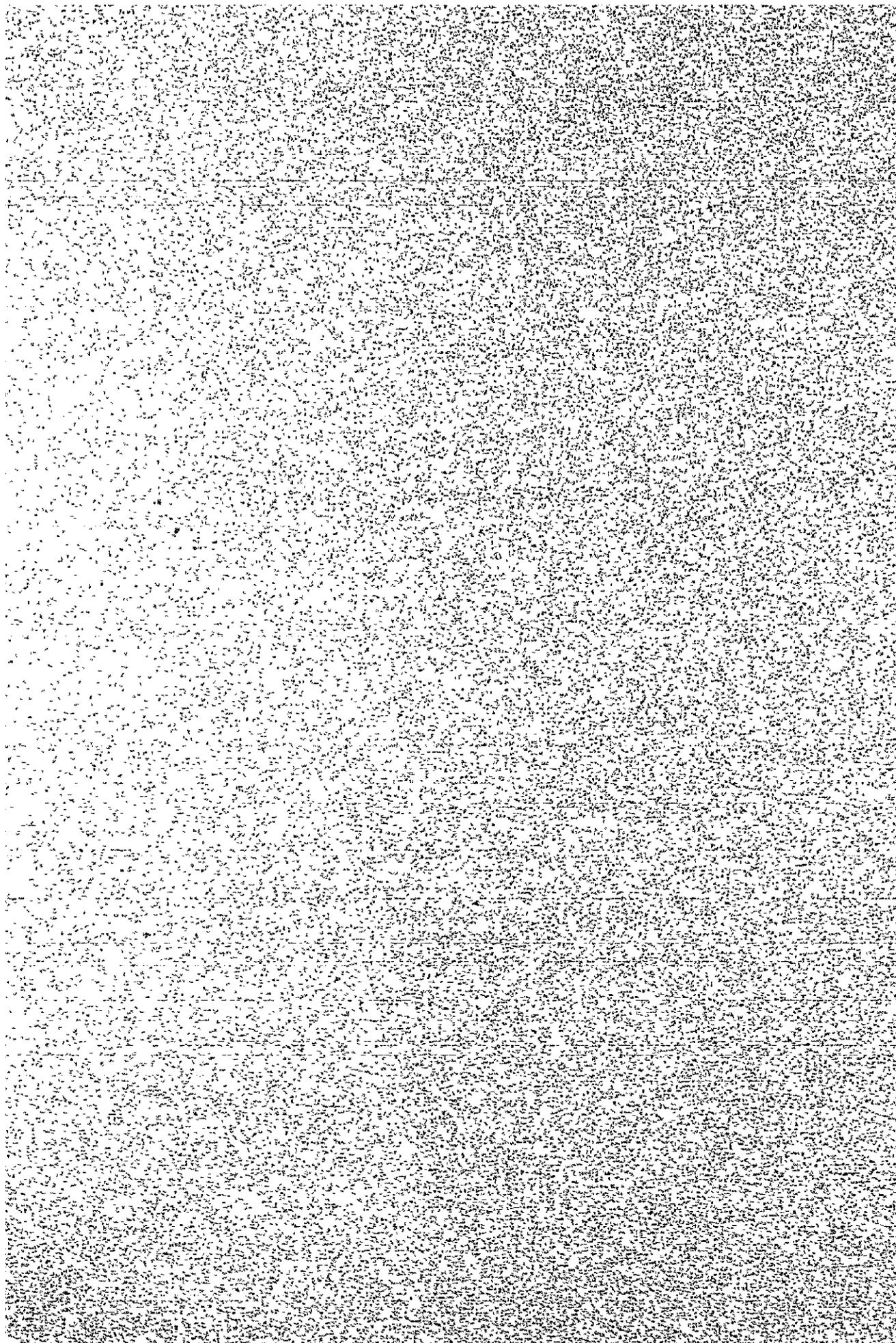


Fig. 9 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol Amarelo (P)

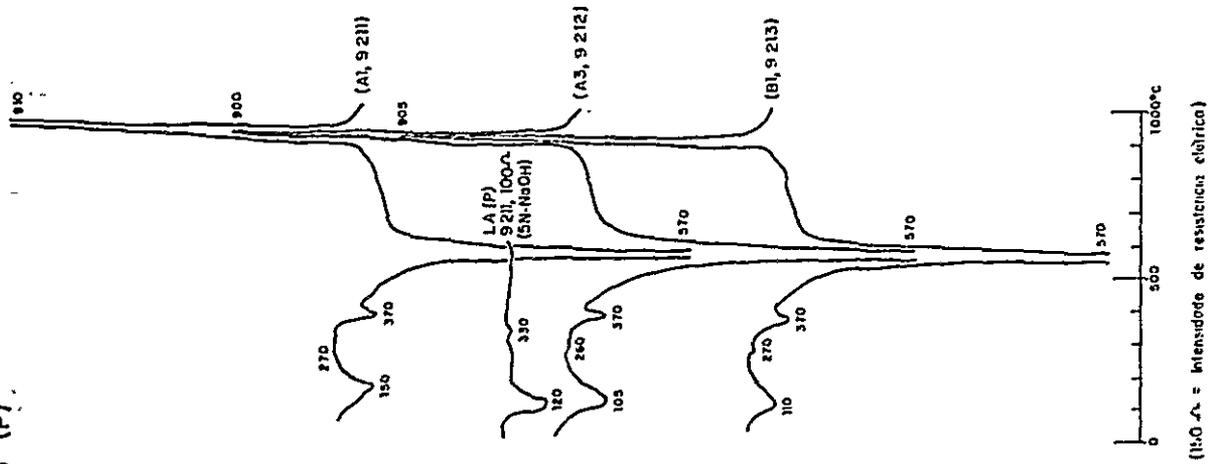


Fig. 8 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol amarelo média

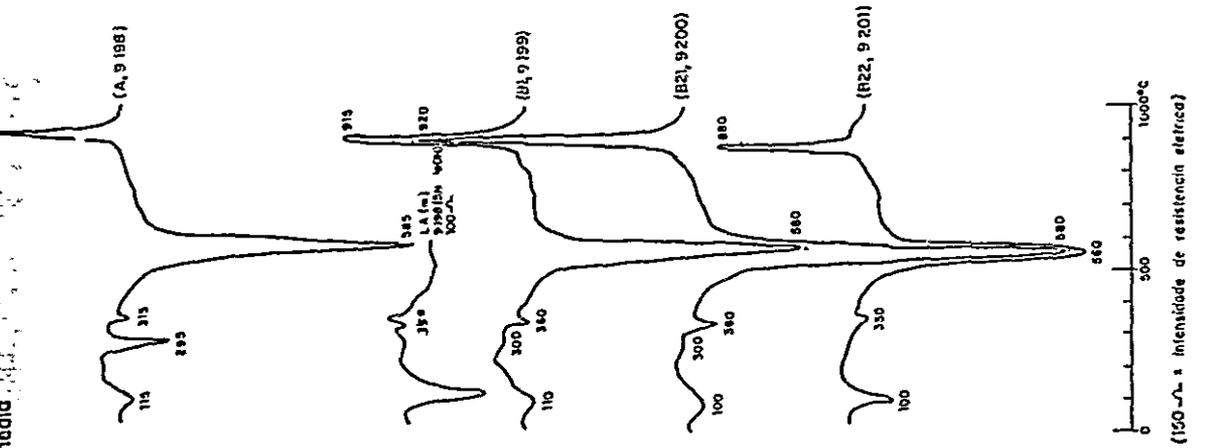
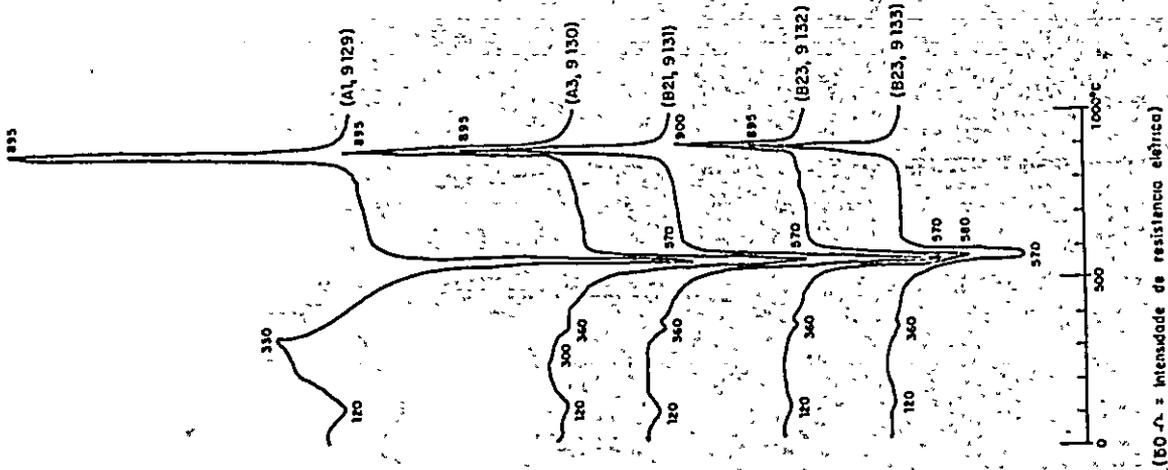
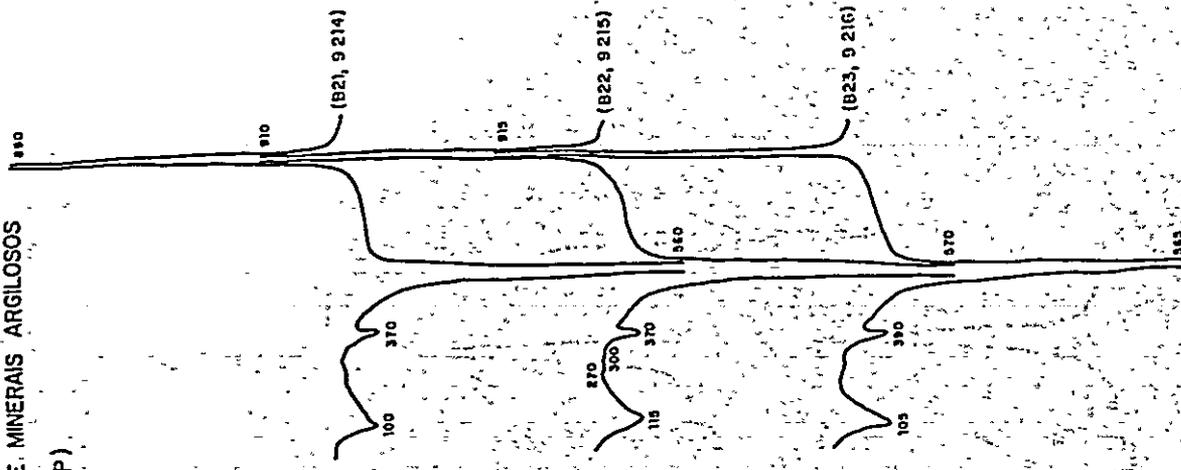


Fig. 11 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol Amarelo Textura Pesada



(50  $\mu$  = Intensidade de resistencia elétrica)

Fig. 10 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol Amarelo (P)



(150  $\mu$  = Intensidade de resistencia elétrica)

Fig. 12 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol Amarelo  
Textura Pesada

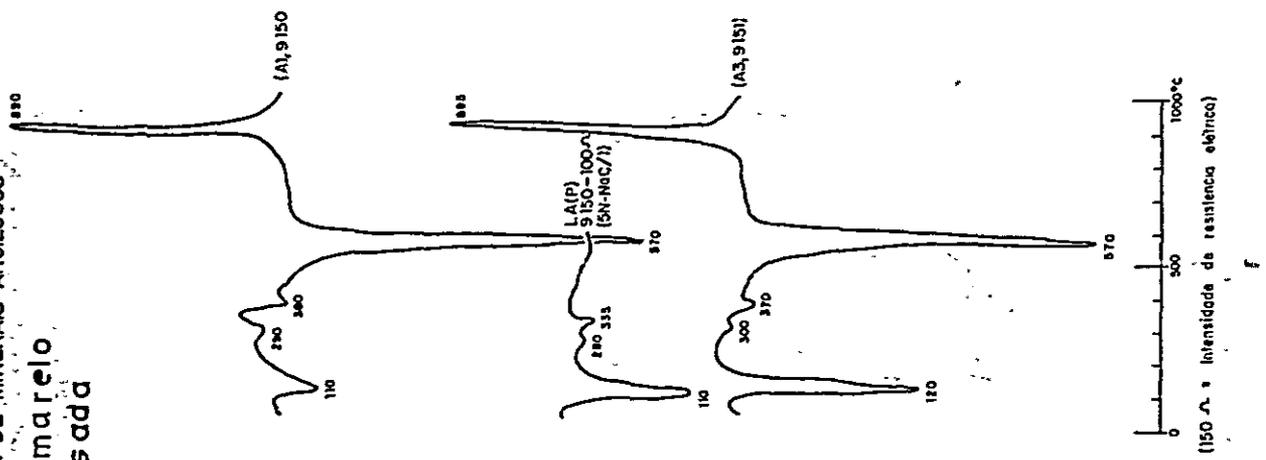


Fig. 13 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol Amarelo  
Textura Pesada

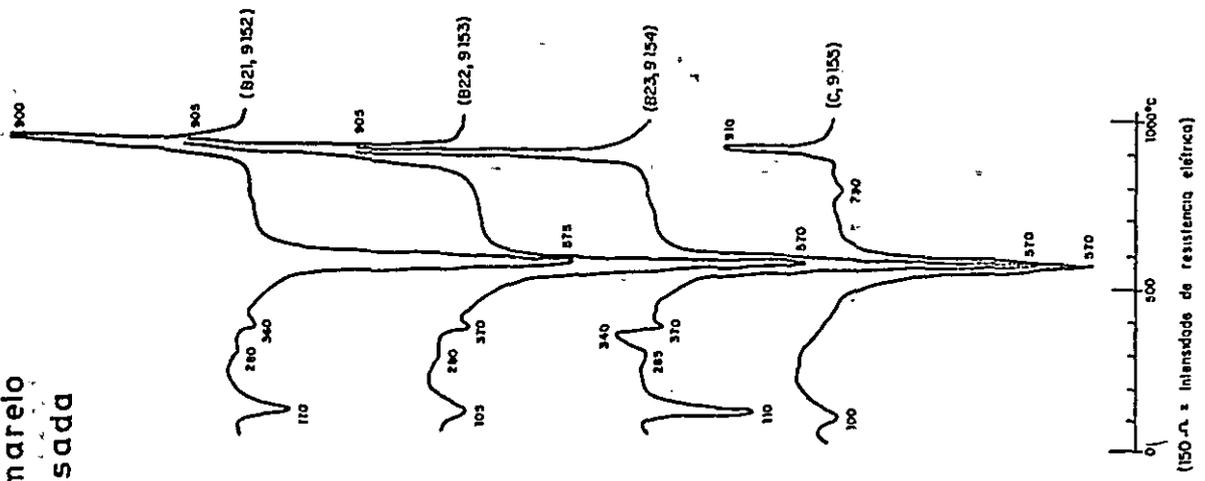


Fig. 15 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Terra Roxa Estruturada Eutrófica

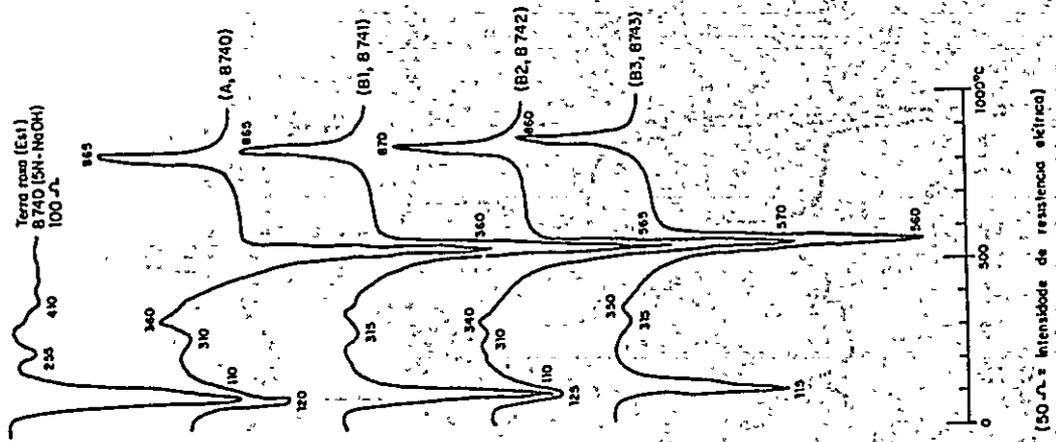


Fig. 14 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Terra roxa latossólica, eutrófica

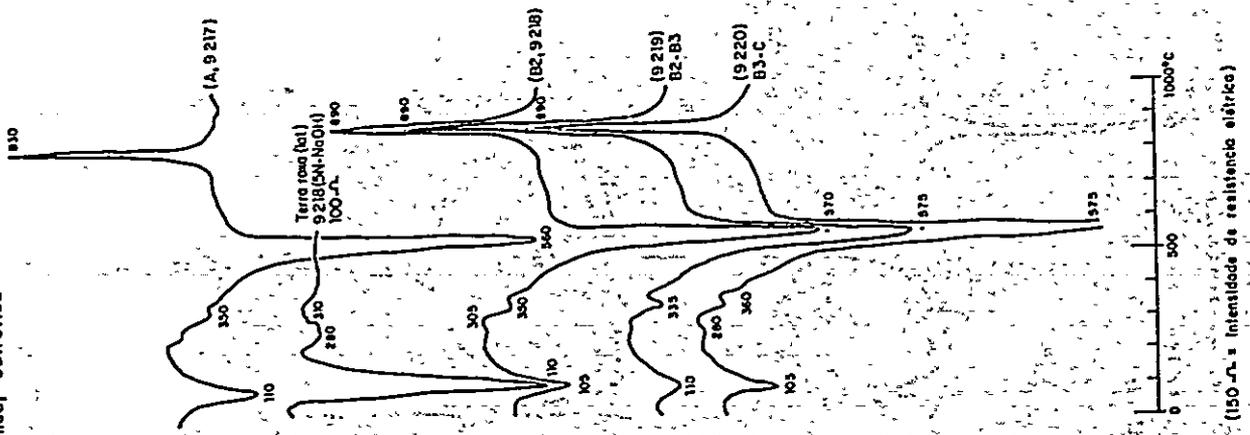


Fig. 16 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Podzólico Vermelho Amarelo (P)

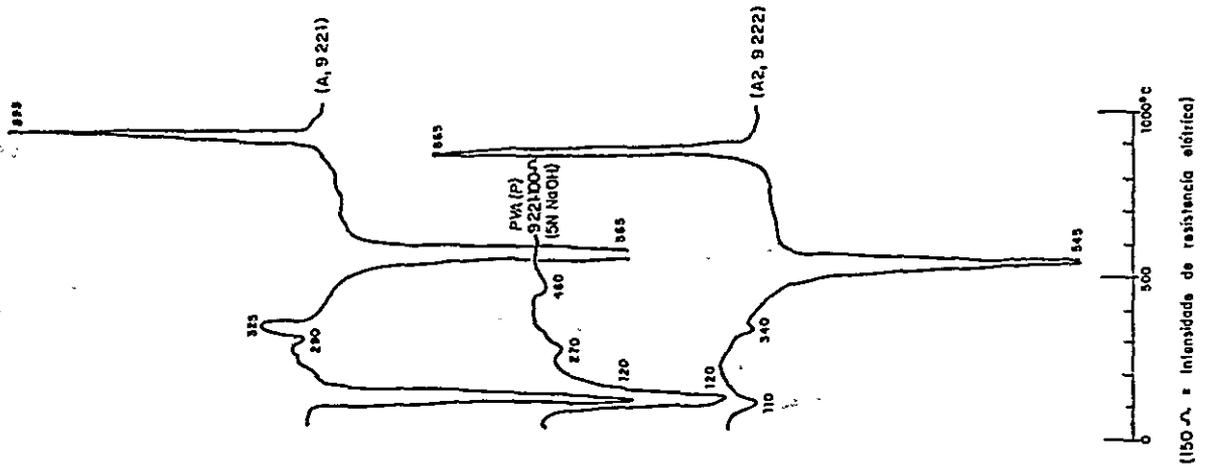
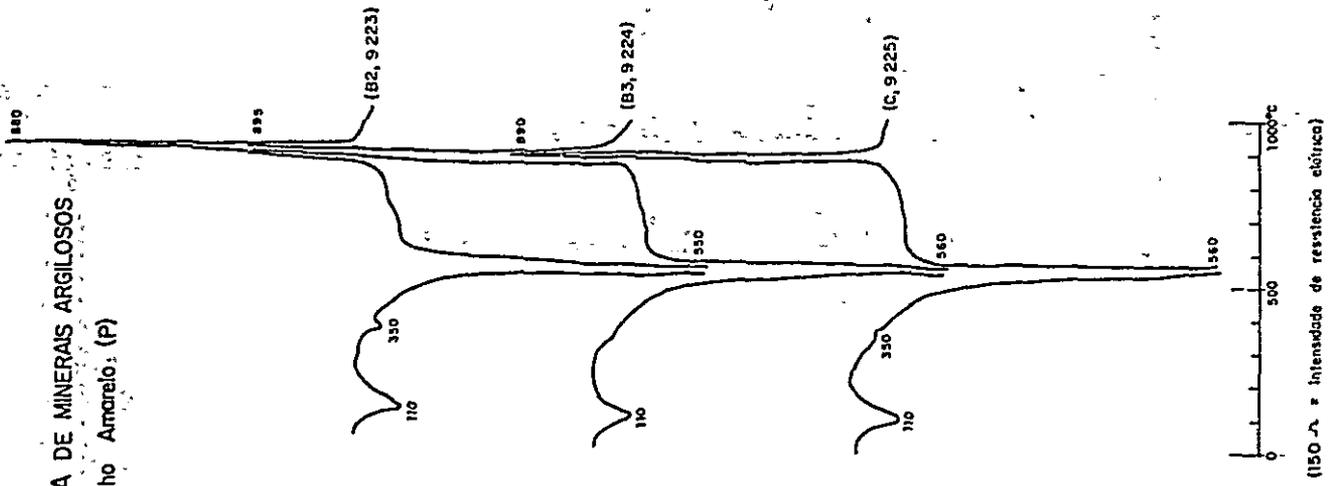
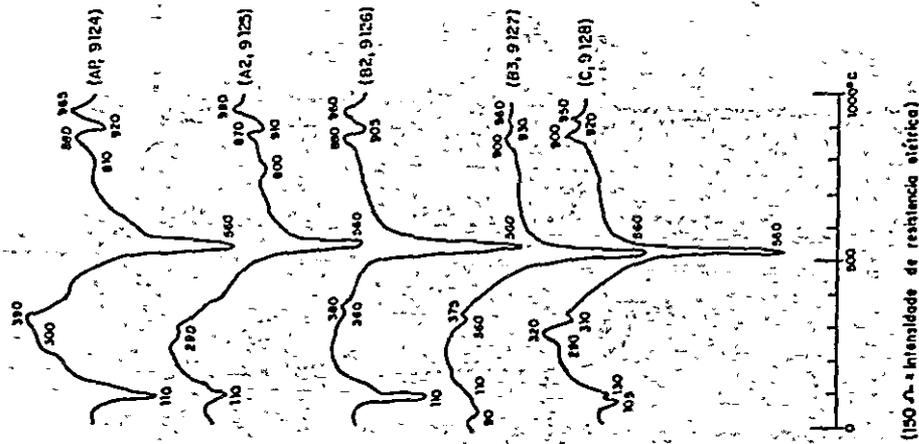


Fig. 17 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Podzólico Vermelho Amarelo (P)



**Fig. 18** CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS

Podzólico Vermelho Amarelo com Concreções e Cascalhos Intermediário para Cambisol Distrófico



**Fig. 19** CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS

Podzólico Vermelho Amarelo (Eutrófico Intermediário Para Cambisol)

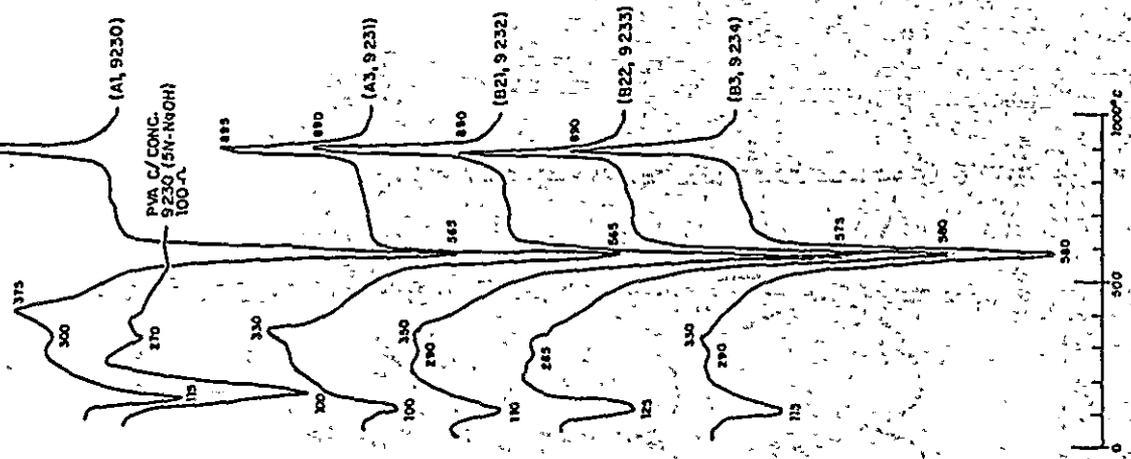
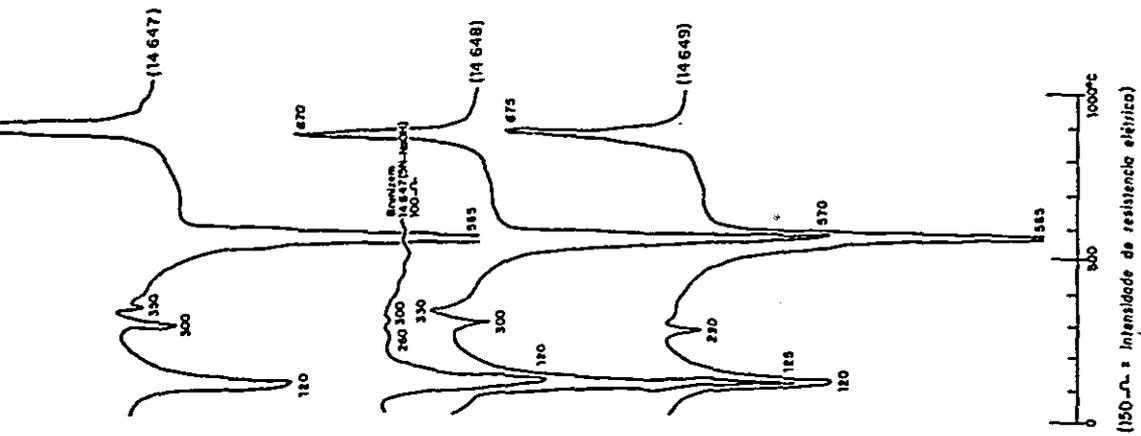
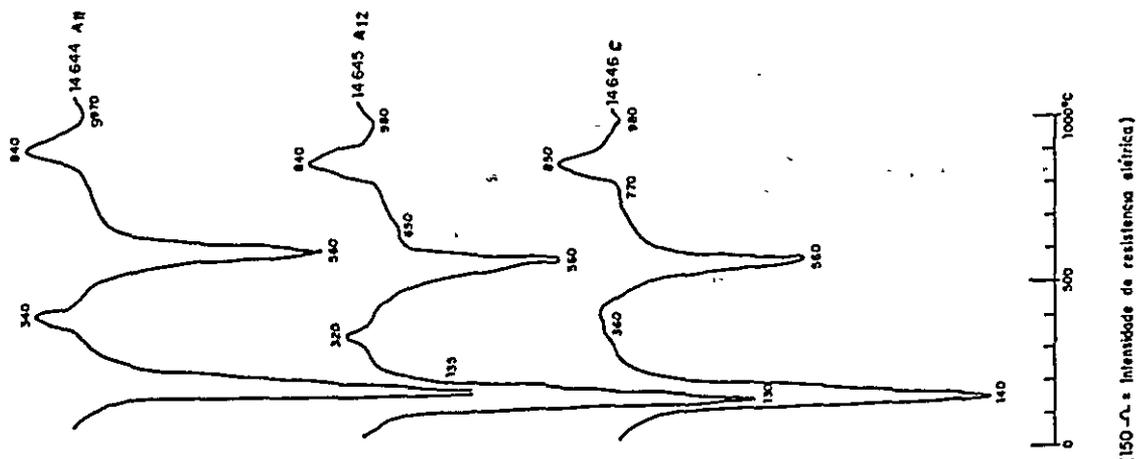


Fig. 20 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILICOS  
Brumizem



(150  $\mu$ ) = Intensidade de resistencia elétrica

Fig. 21 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILICOS  
Grumossoi



(150  $\mu$ ) = Intensidade de resistencia elétrica

Fig. 22 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol Amarelo (M.P.)

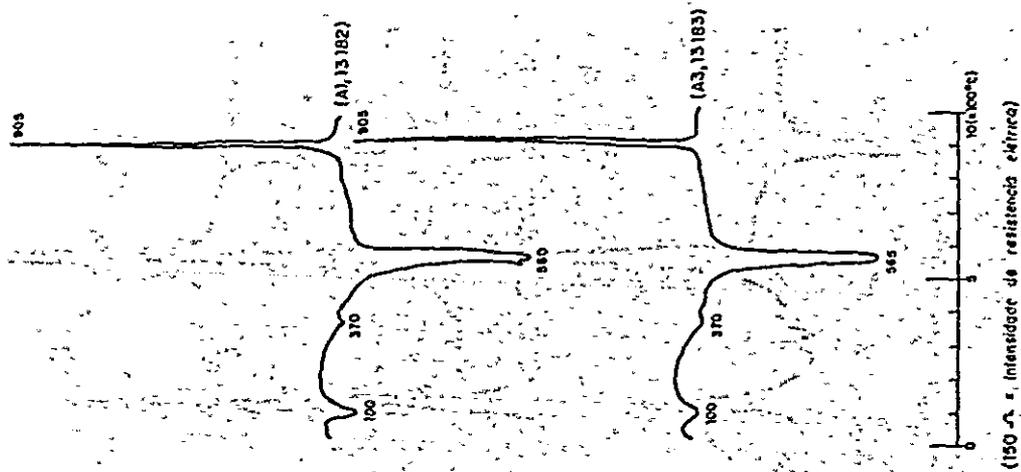


Fig. 23 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol Amarelo (M.P.)

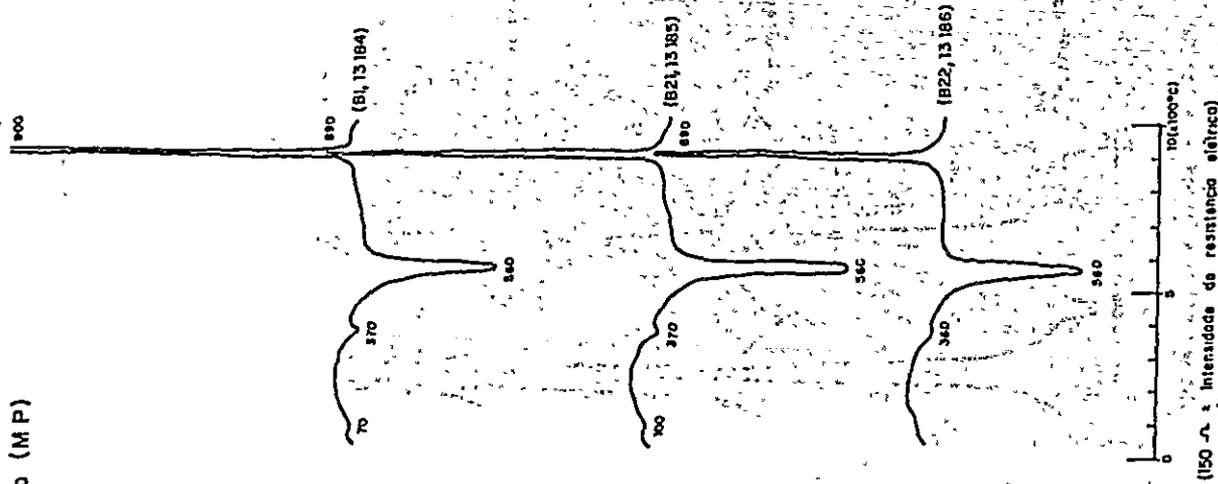


Fig. 24 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol Amarelo (M.P)

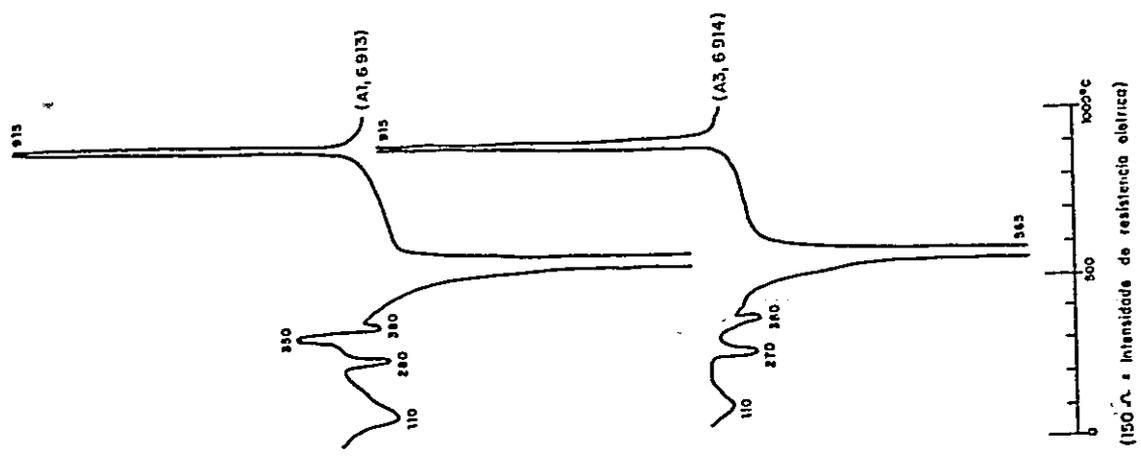


Fig. 25 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol Amarelo (M.P)

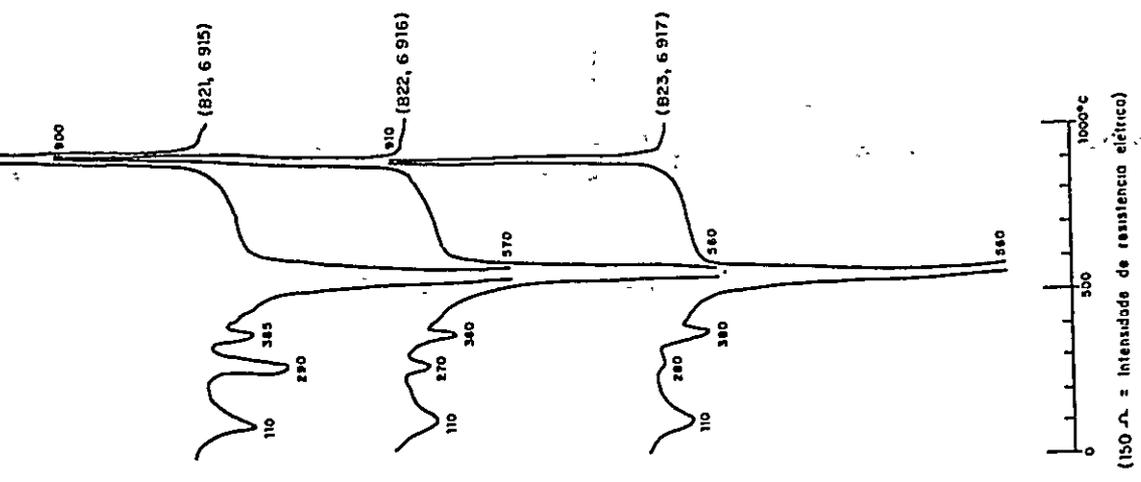


Fig. 26 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol Amarelo Textura muito pesada

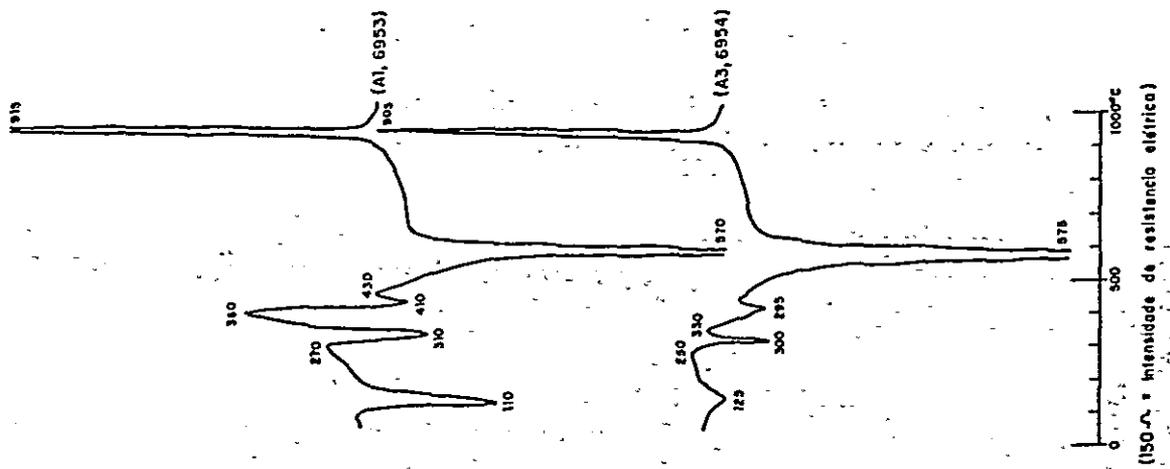


Fig. 27 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latosol Amarelo Textura muito passada

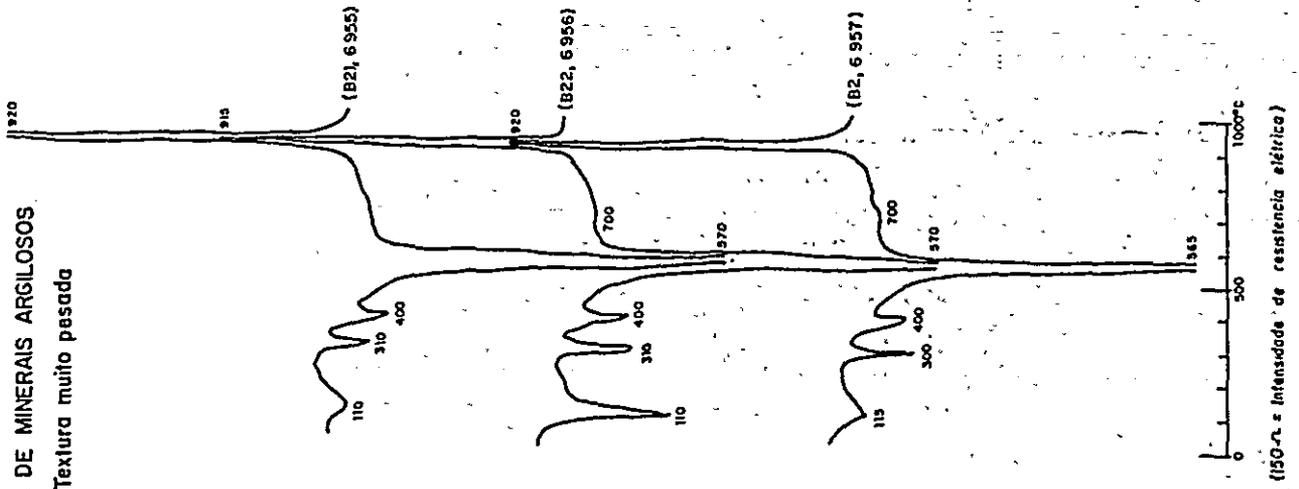


FIG. 28 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS

Capoeira (Mata)

Latosol Amarelo

Textura Média

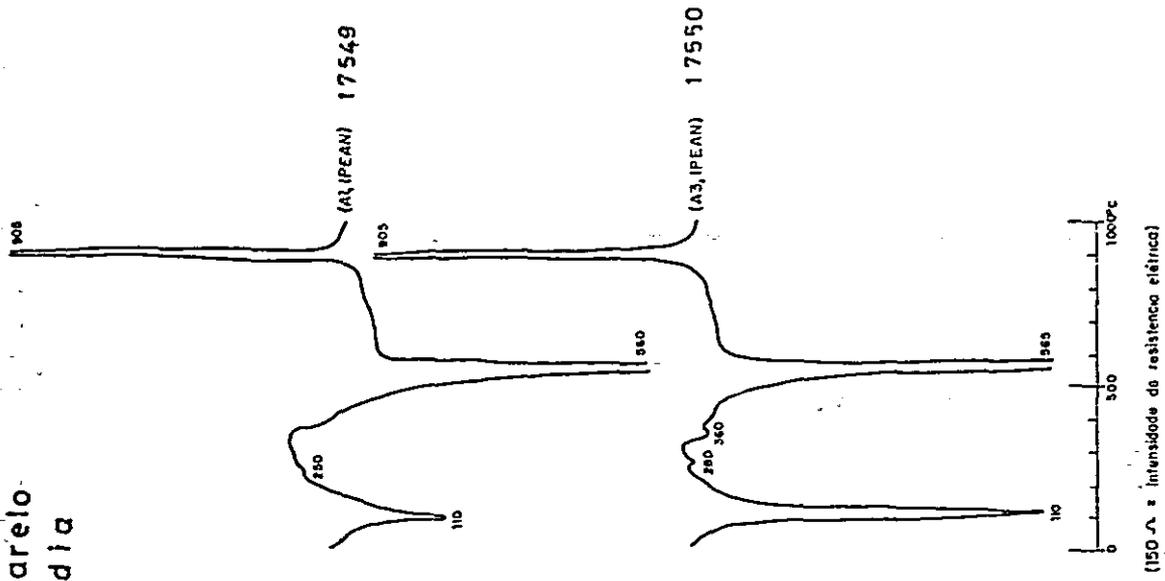


Fig. 29 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS

Capoeira (Mata)

Latosol Amarelo

Textura Média

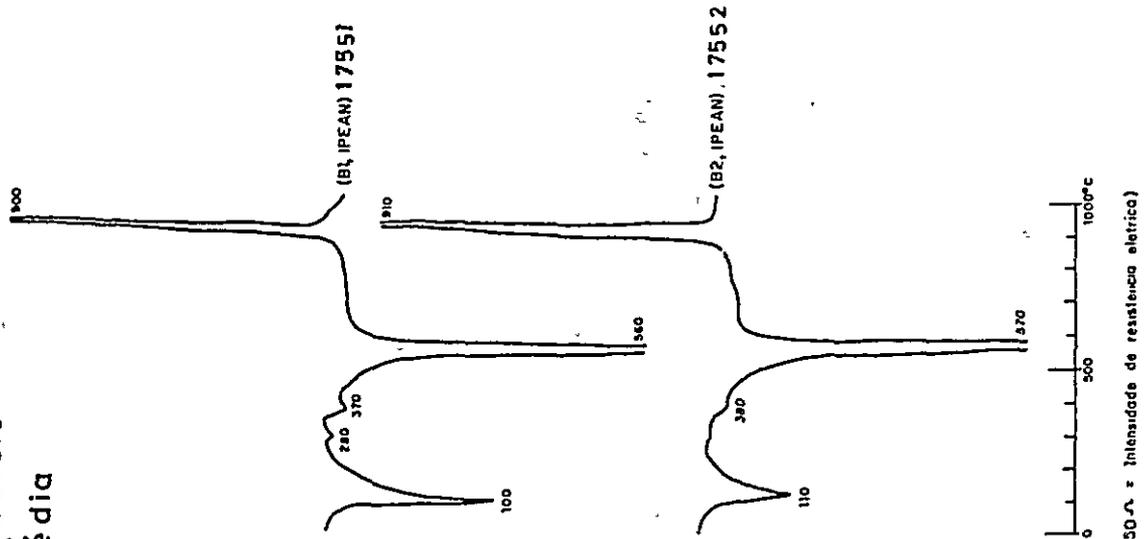


Fig. 30 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Terra Preta do Indio

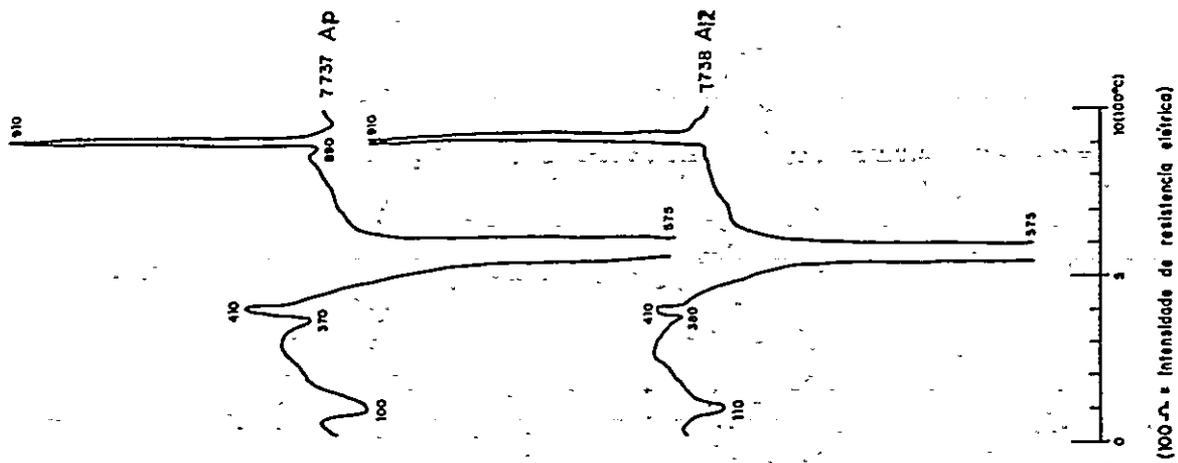


Fig. 31 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Terra Preta do Indio

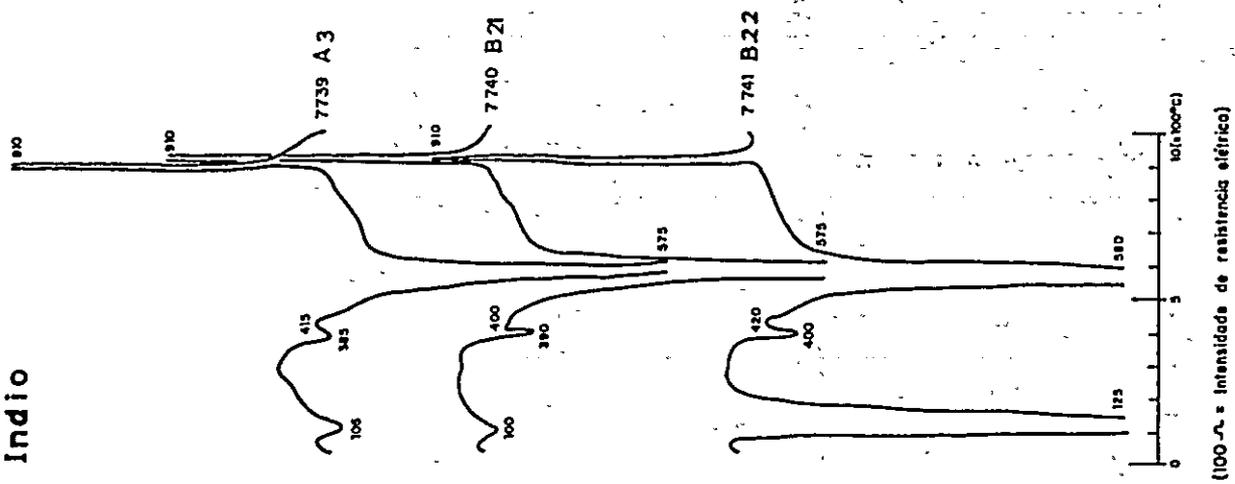


FIG. 3 2 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
 Concrecionário Laterítico

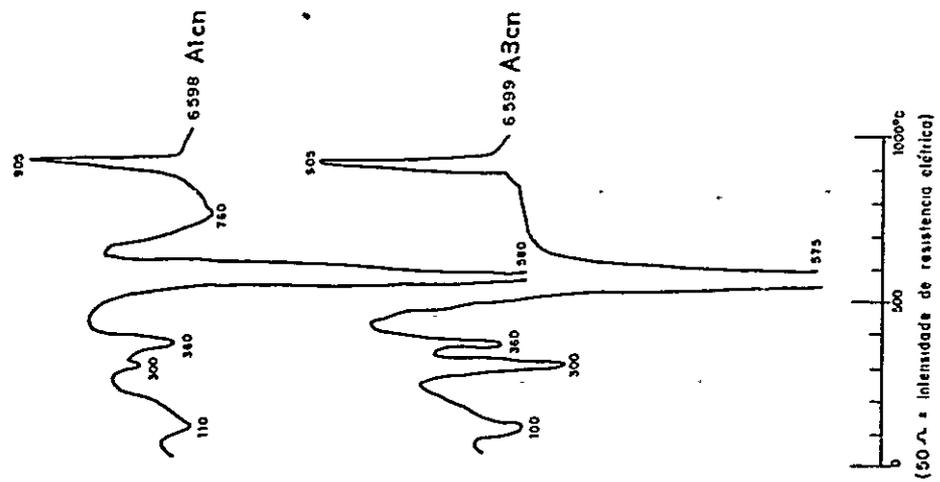


Fig. 3 3 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
 Concrecionário Laterítico

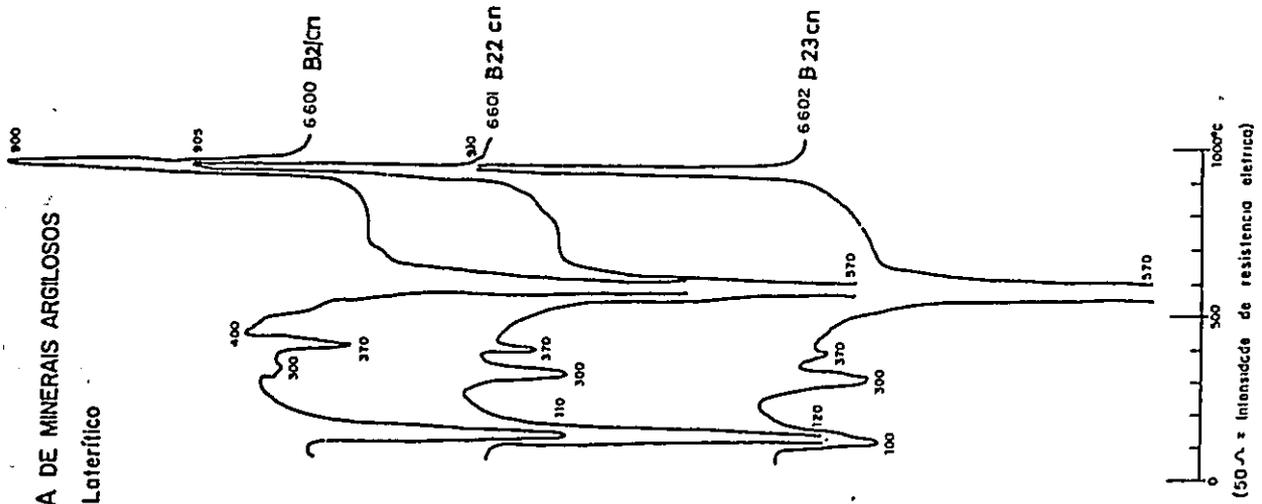


Fig. 34 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Podzólico Vermelho Amarelo, Média (Toma Açu)

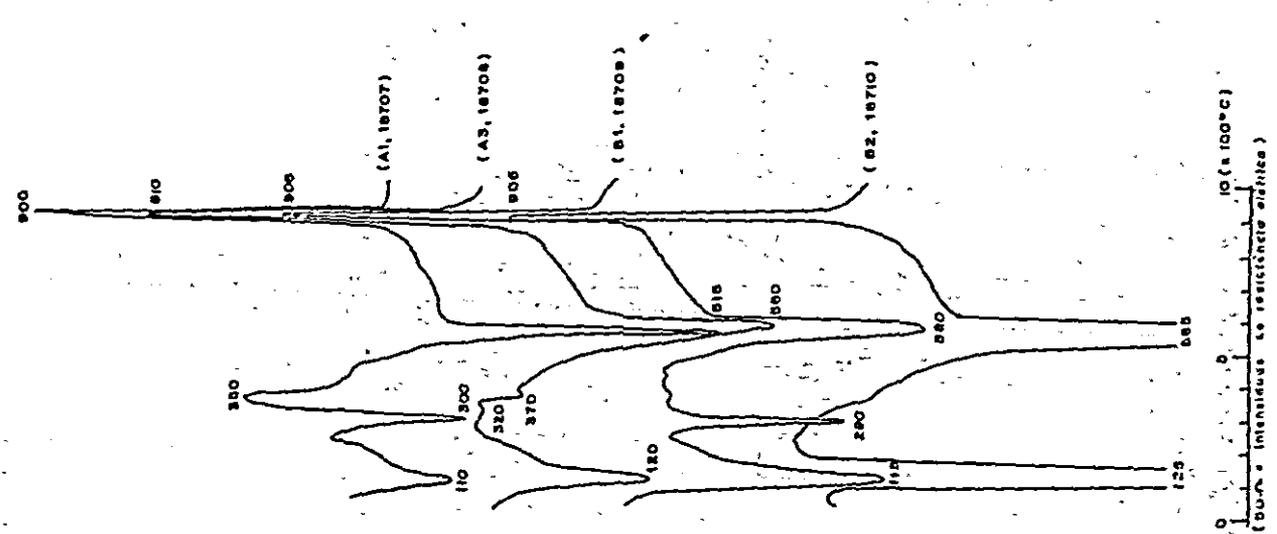


Fig. 35 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Podzólico Vermelho Amarelo s/ Concreções

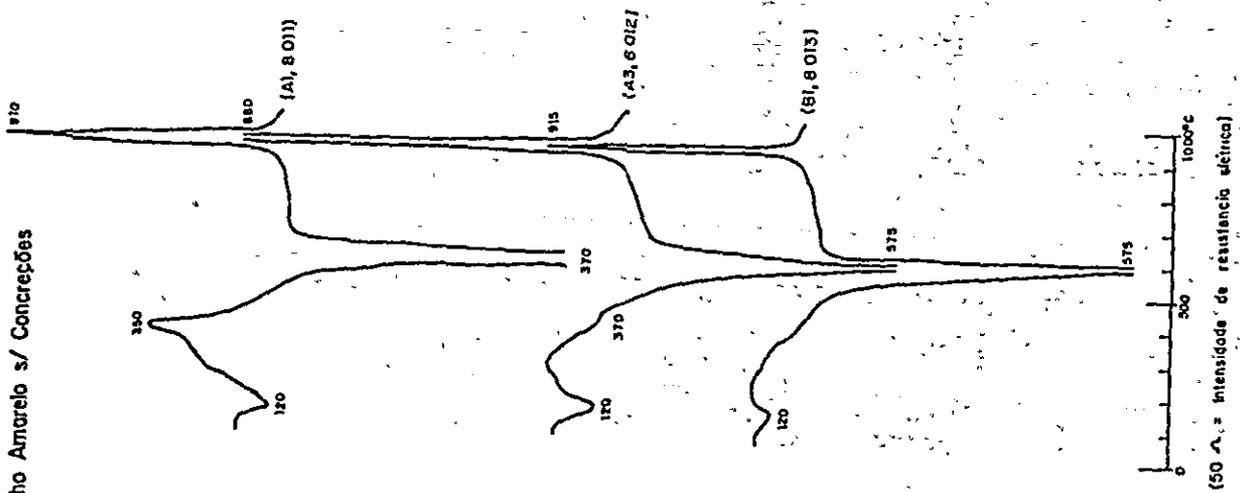


Fig. 36 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Podzólico Vermelho Amarelo s/ Concretões

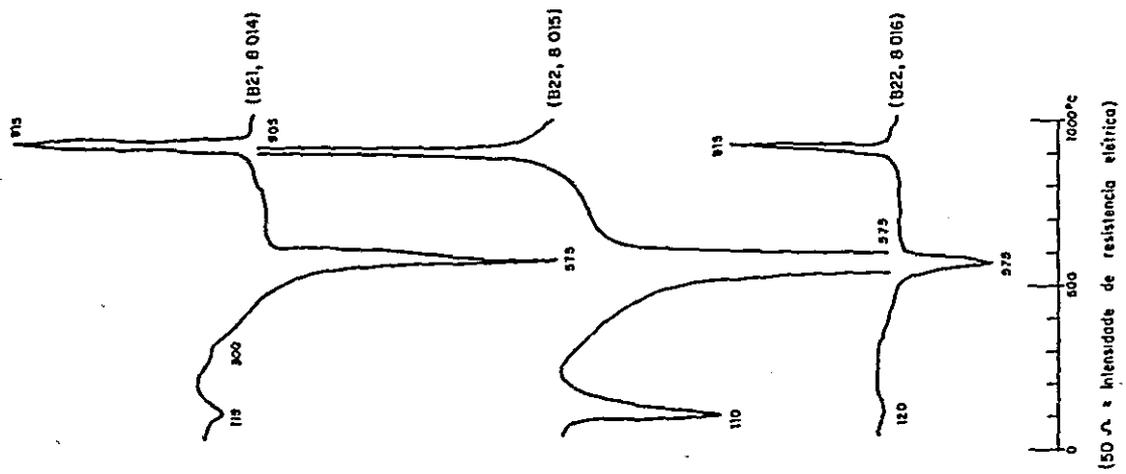


Fig. 37 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
P.V.A. (Fase Rosa)

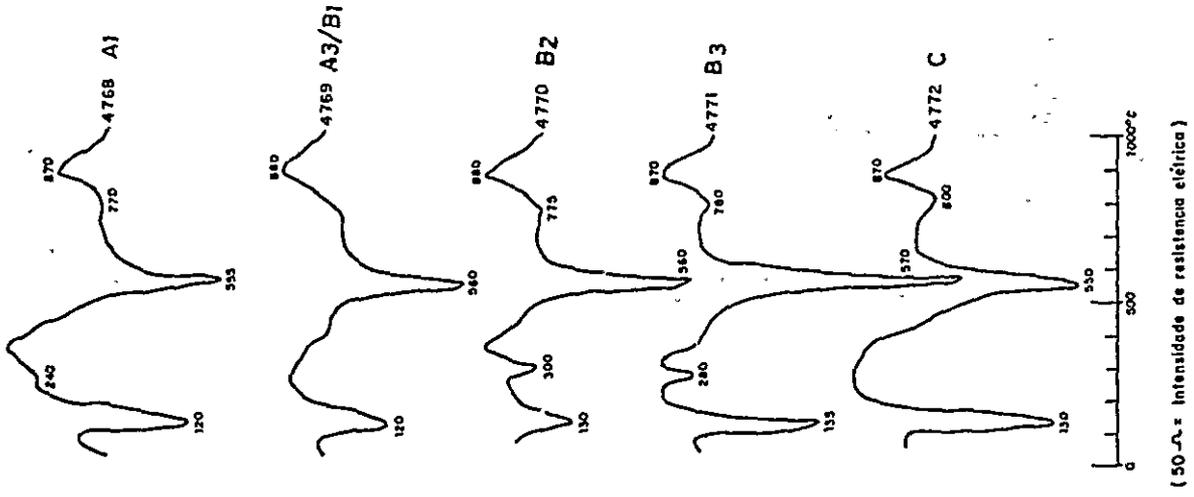
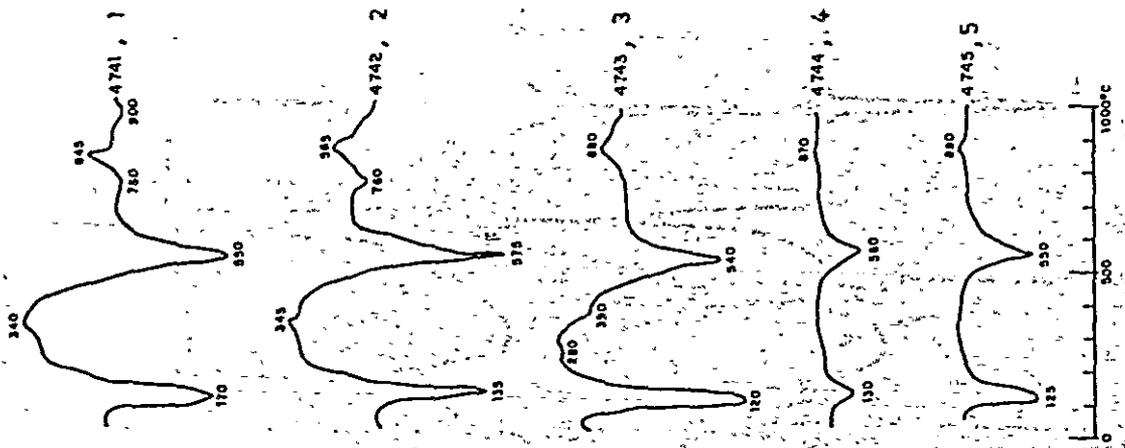
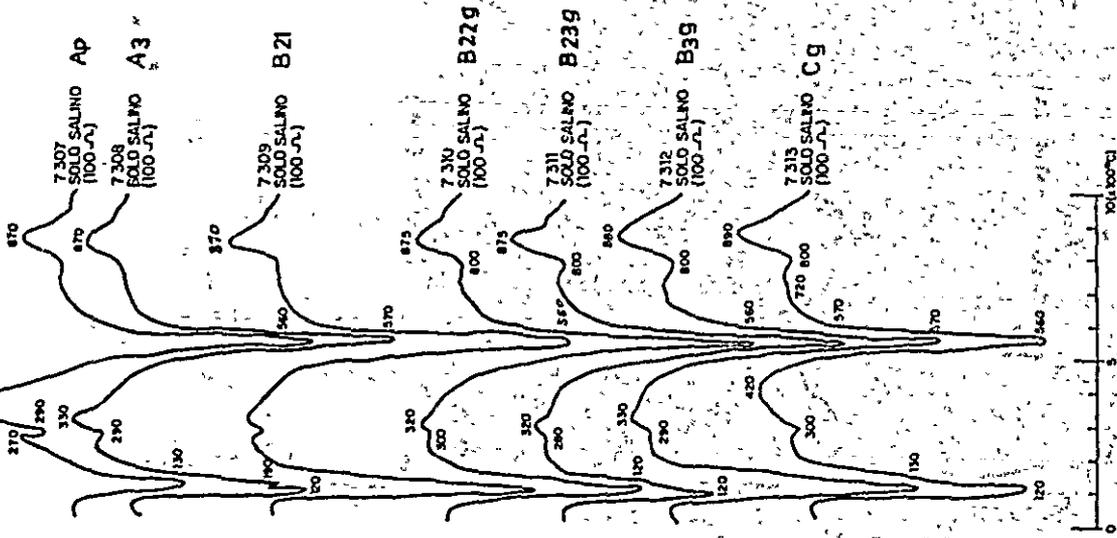


Fig. 3.8 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Aluvial (lúvial (Férril))



(50- = Intensidade de resistencia elétrica)

Fig. 3.9 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Solo Salino



(100- = Intensidade de resistencia elétrica)

Fig. 40 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latoso Amarelo  
Textura Média

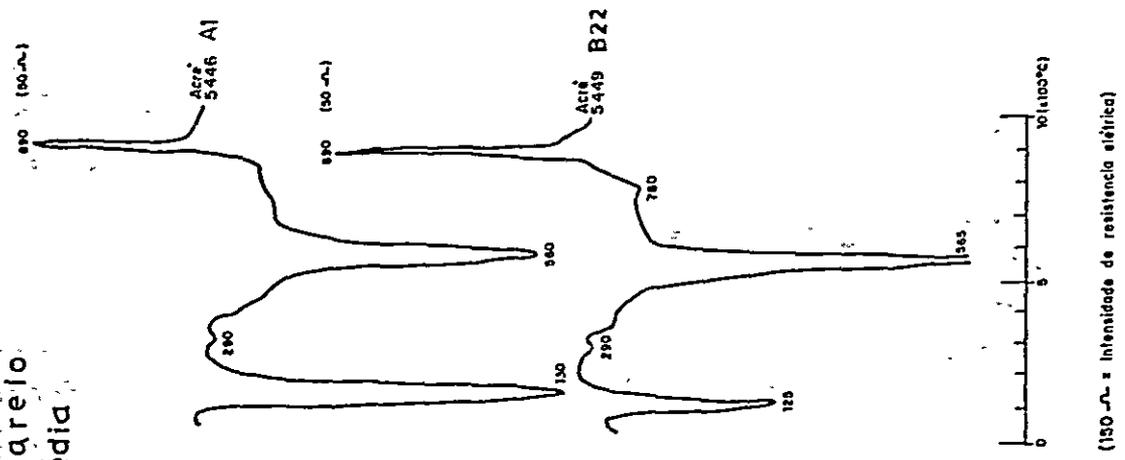


Fig. 41 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
Latoso Vermelho  
Textura Média

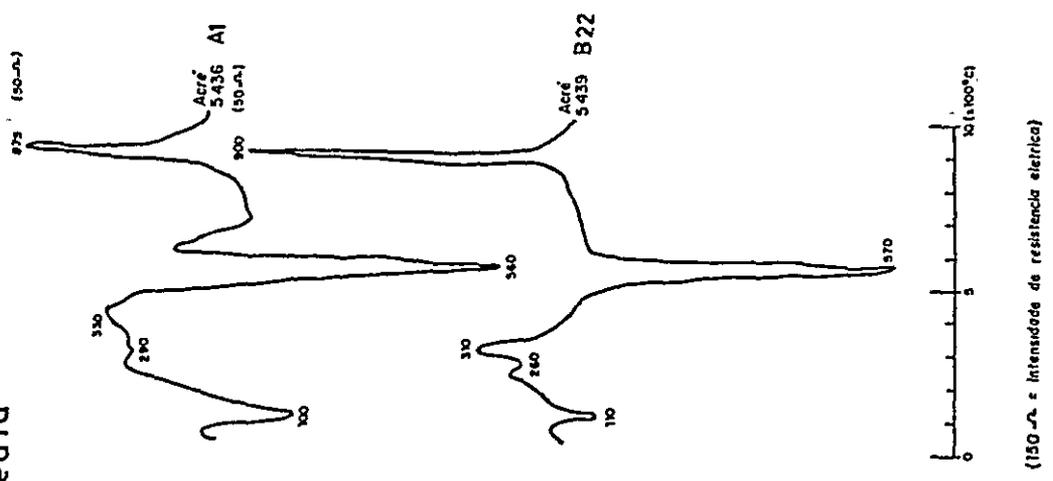
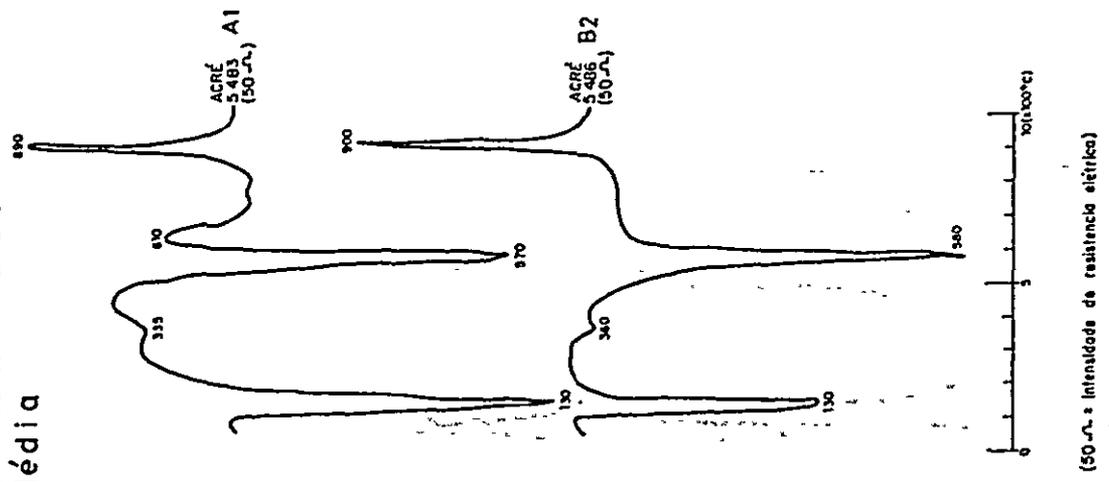


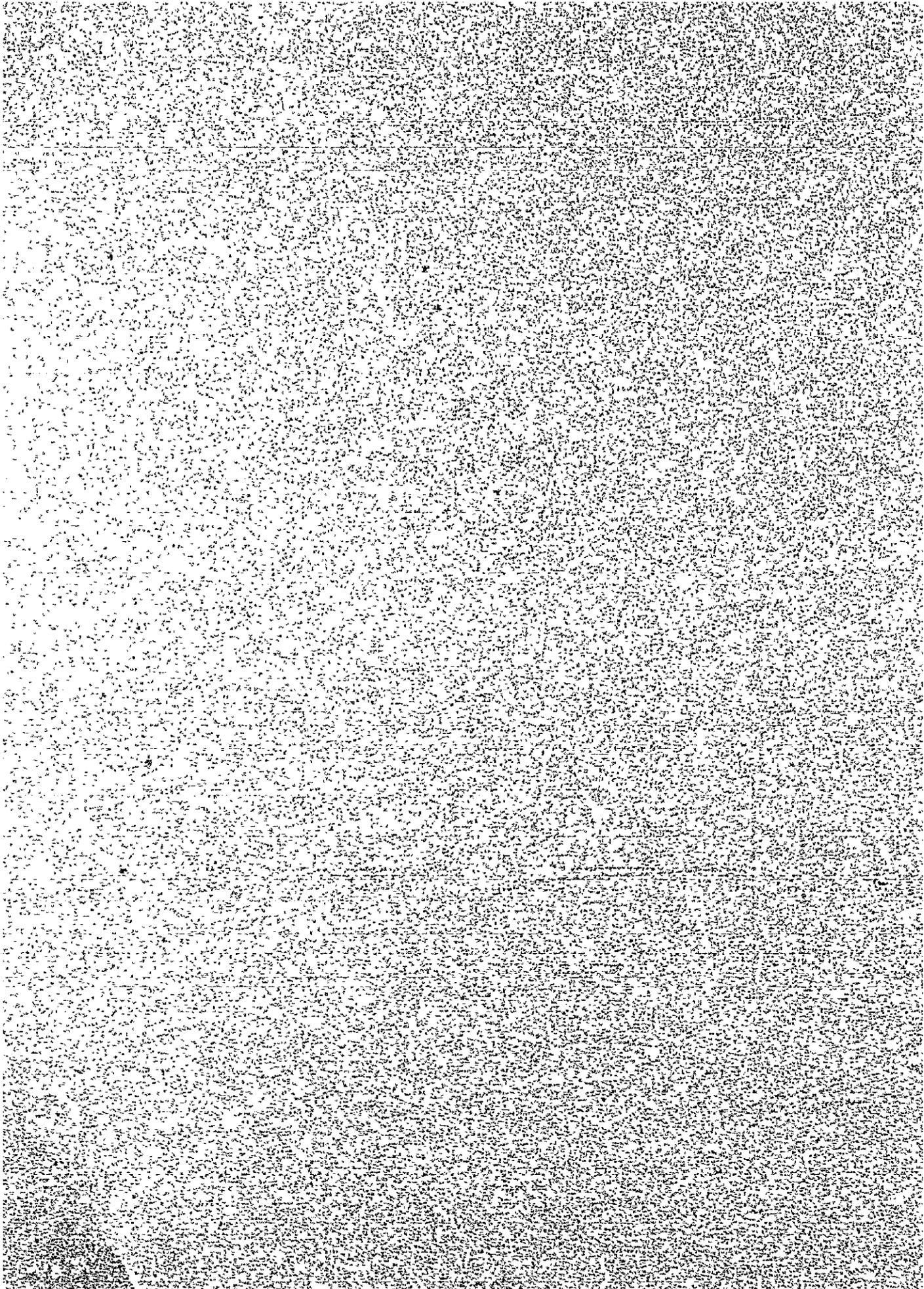
Fig. 42 CURVAS DE DTA DE MINERAIS ARGILOSOS  
 Podolico Vermelho Amarelo  
 Textura Média

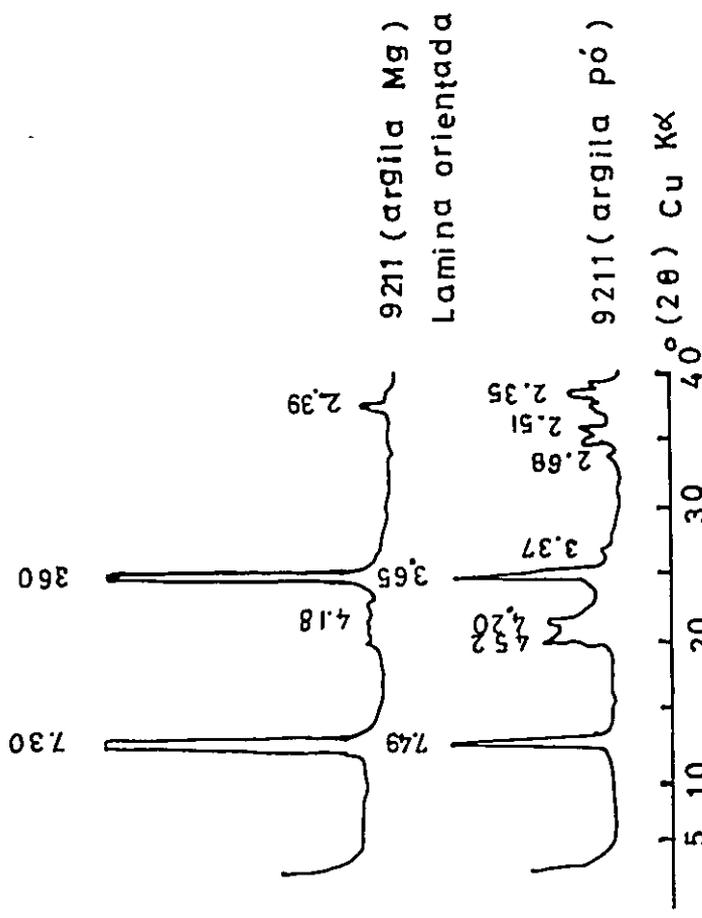


XI 圖 表

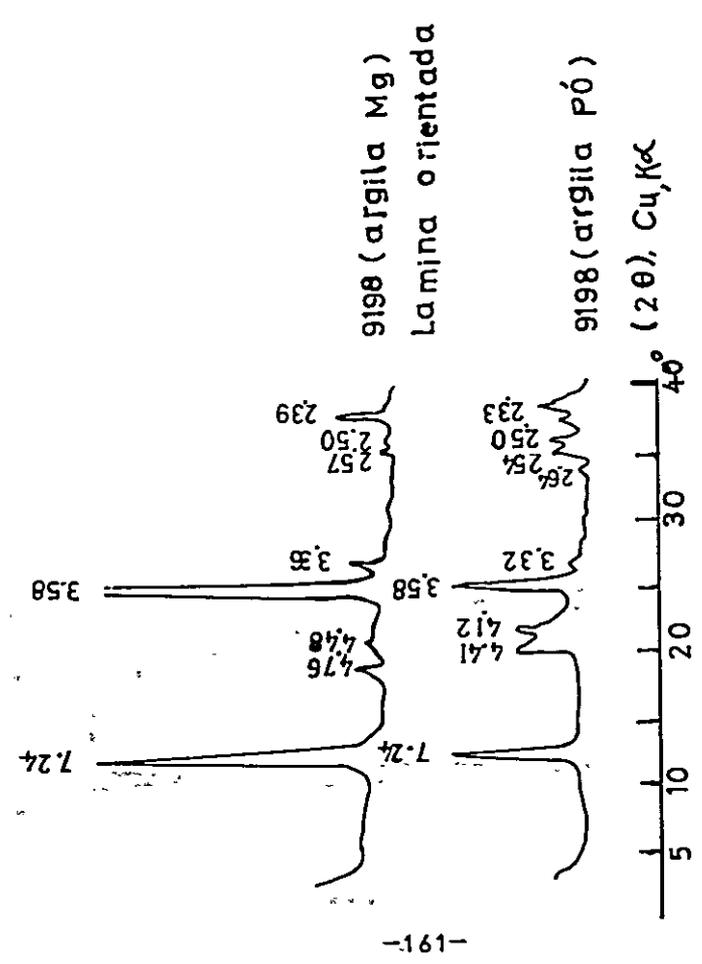
(C) X 線 回 折 成 績

(Fig. 43~73)

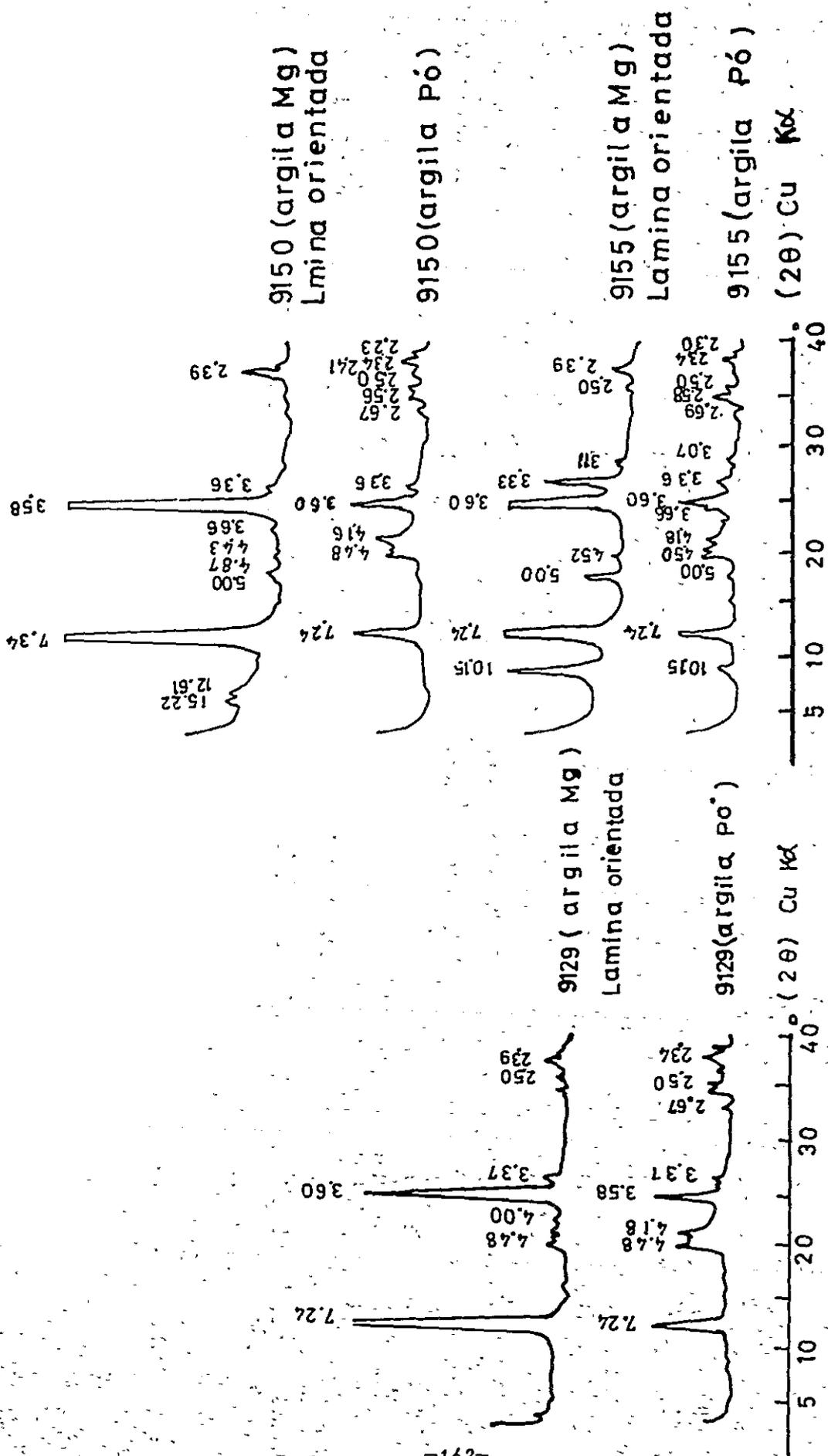




9 211  
L A P ( A1)



9198  
L A. m (A)



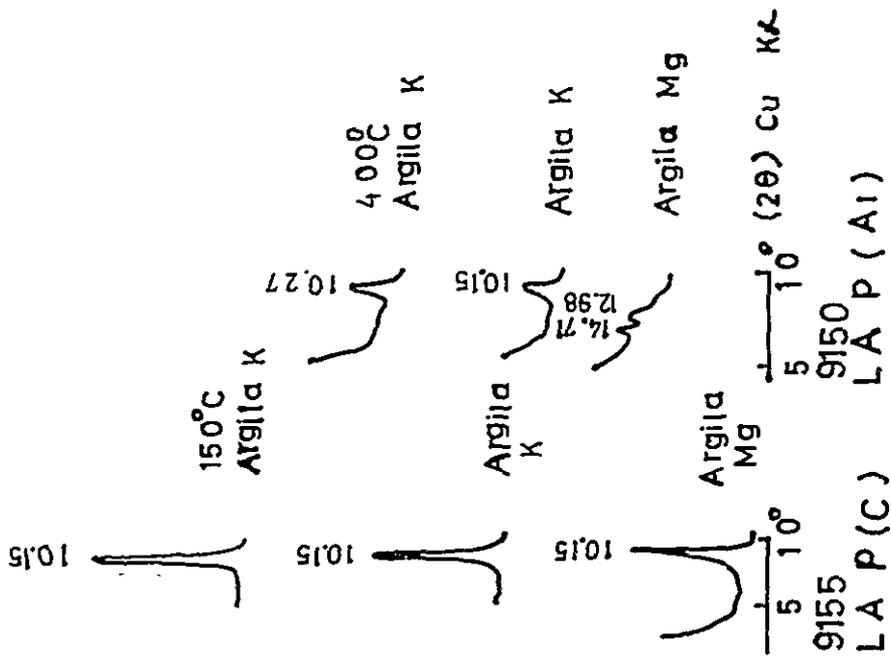


Fig.4 7

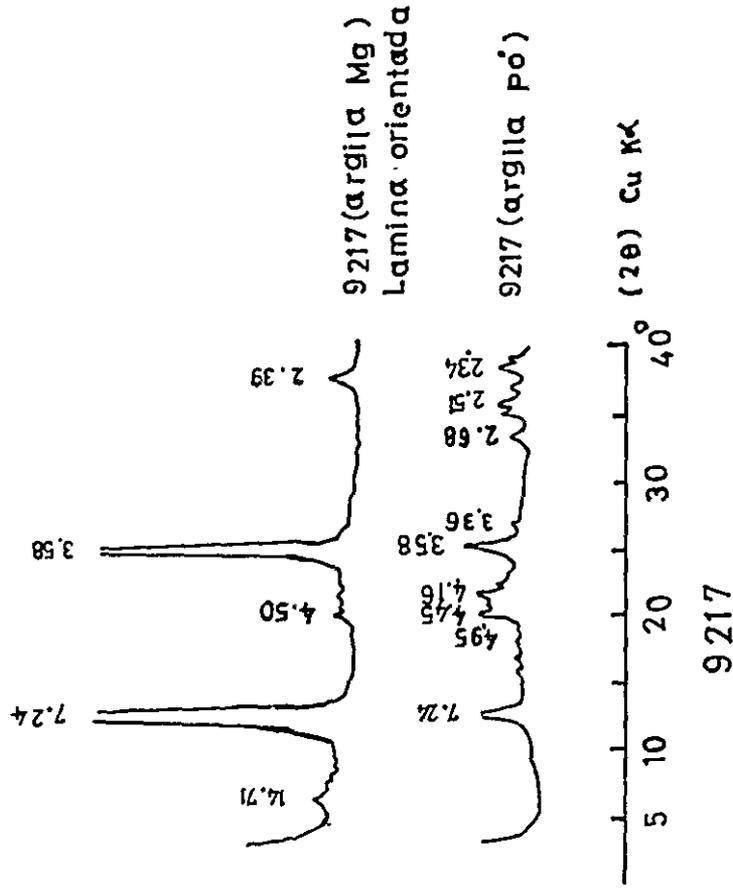


Fig.4 8 Terra Roxa Latossolico(A)

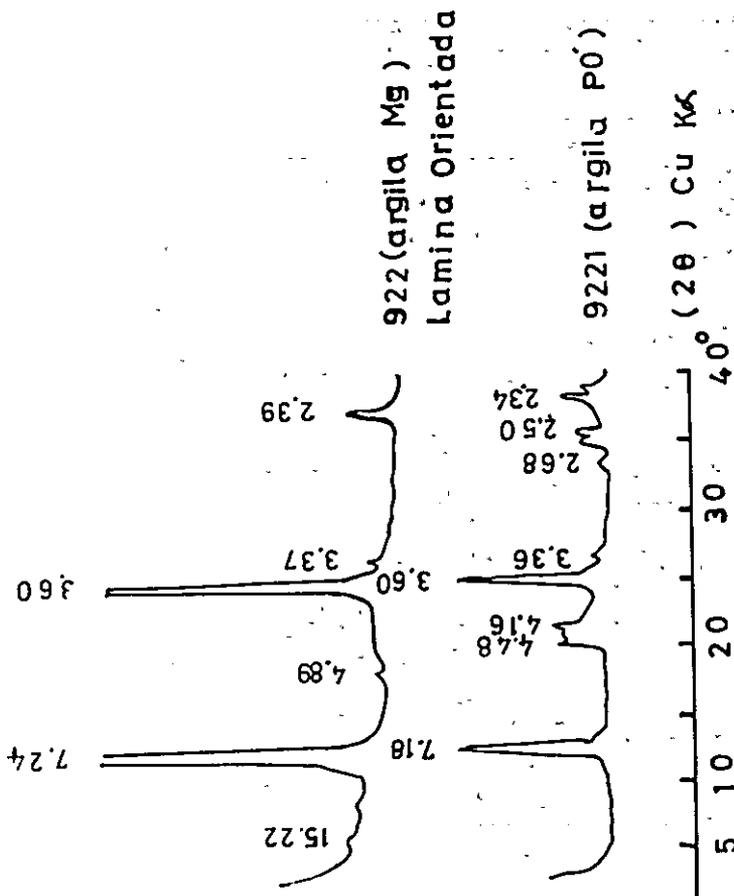


Fig. 50 PV Ap( A1)

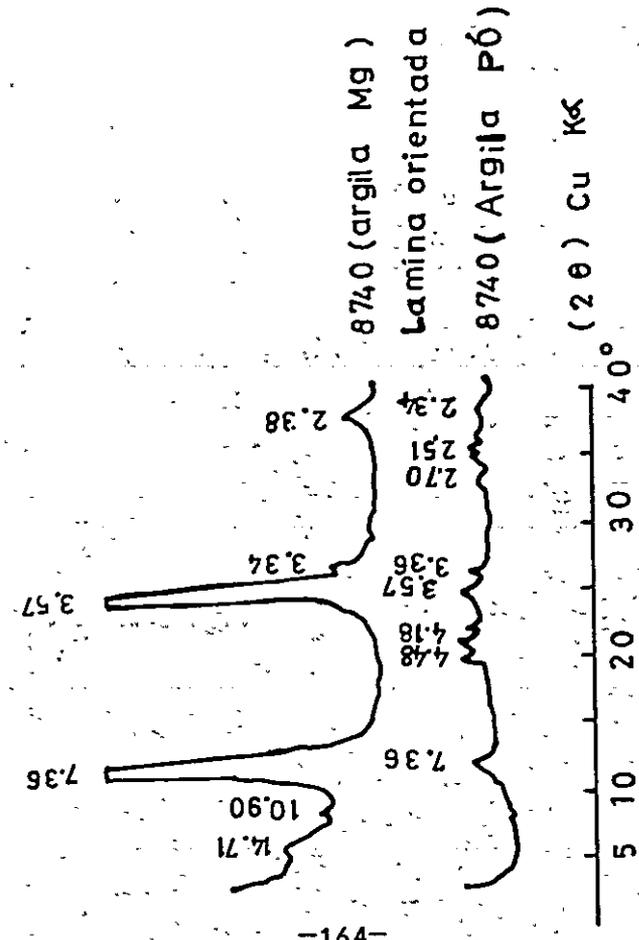
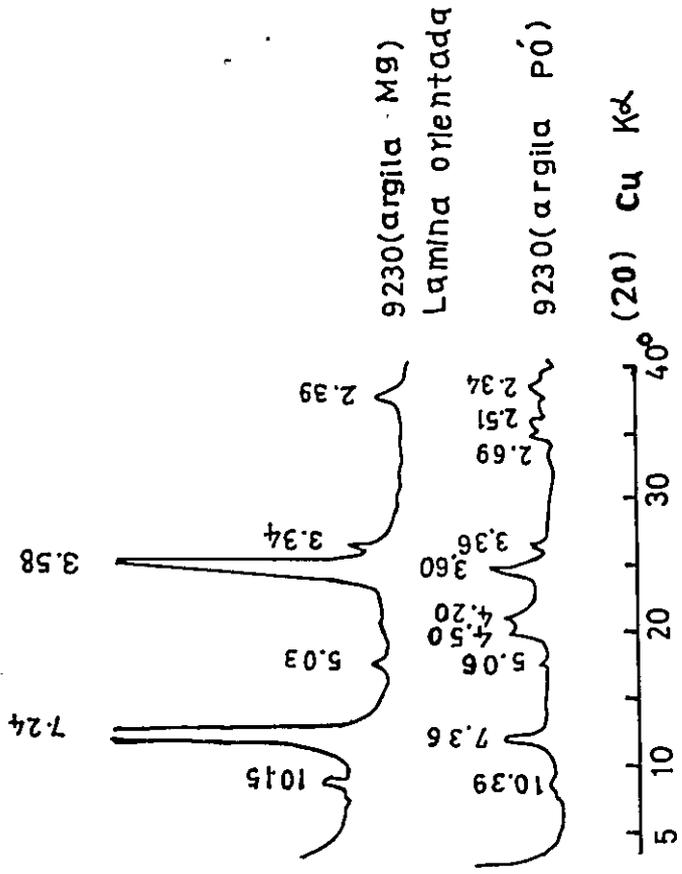
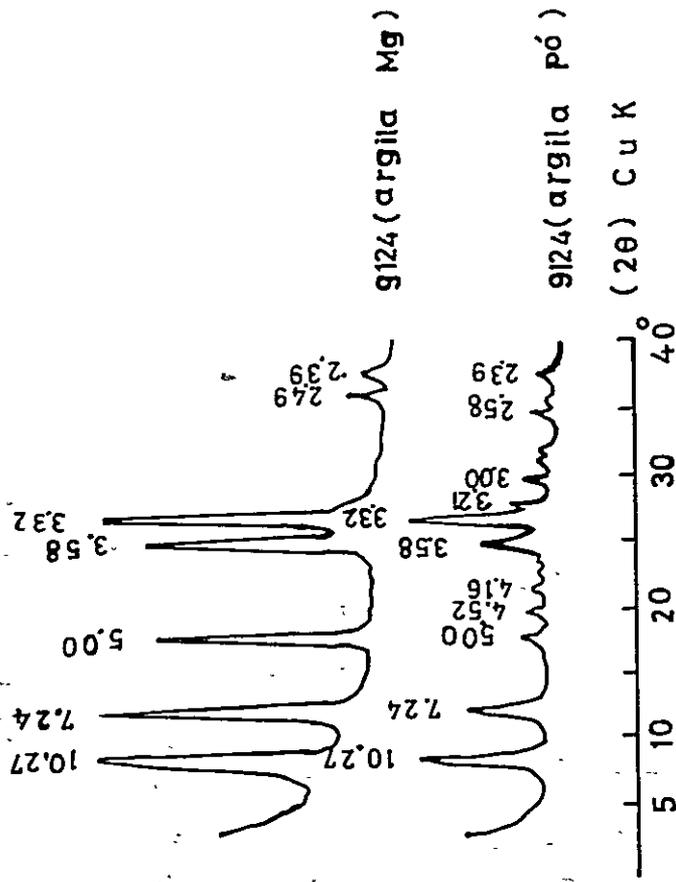


Fig. 49 Terra Roxa Estruturada ( A )



9230  
PVA/Cmb.(A1)



9124  
PVA/Conc.(A)

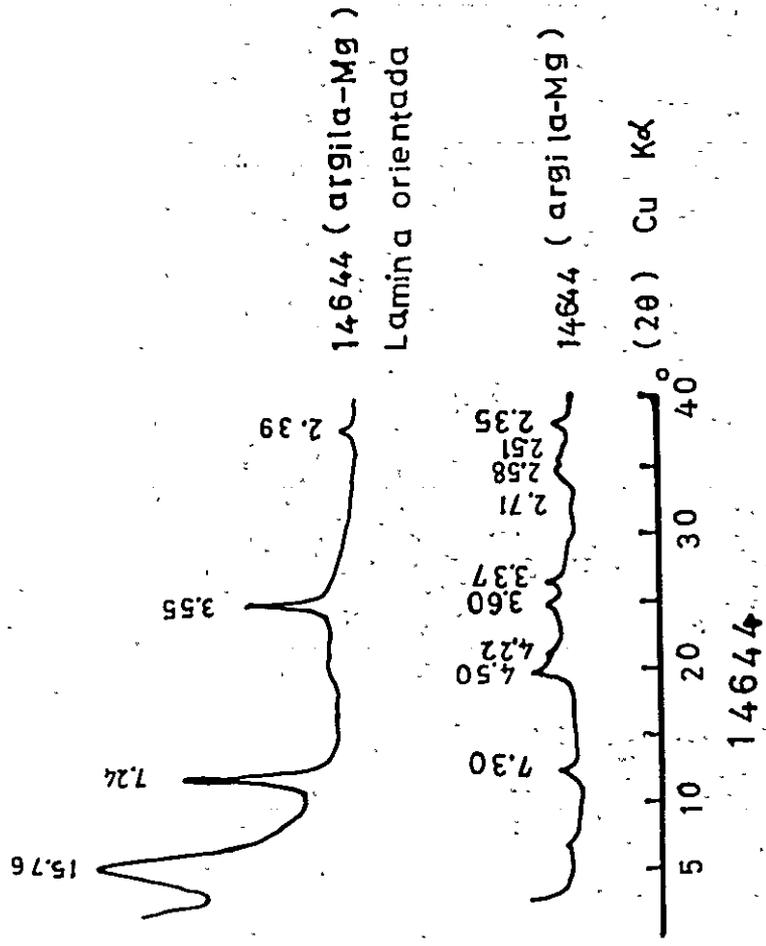
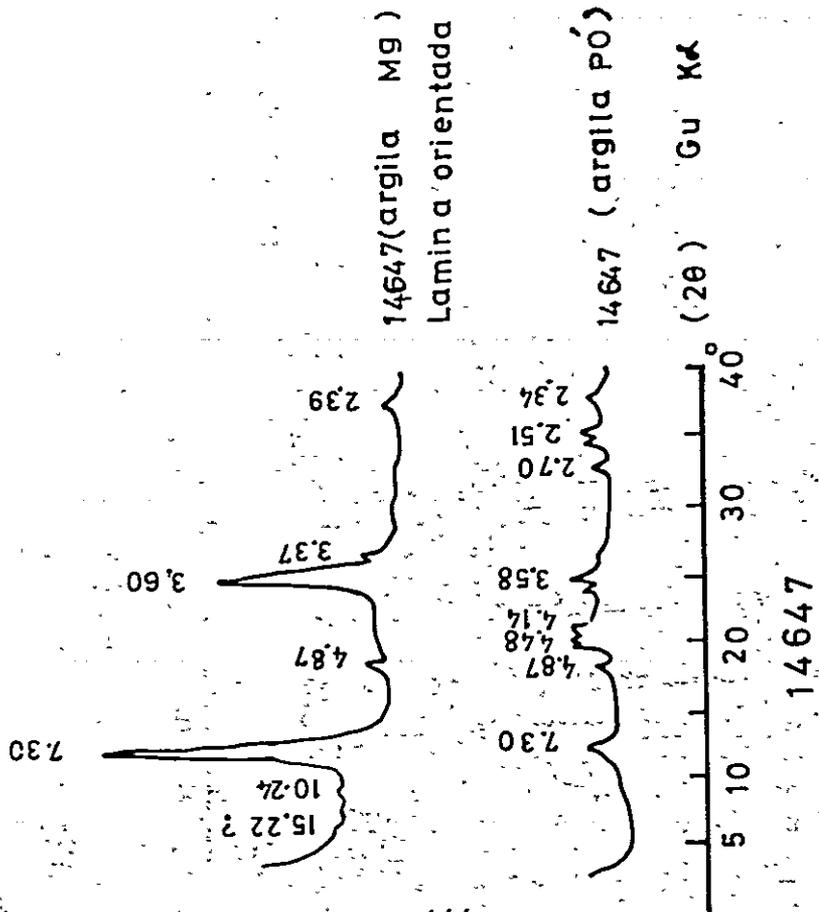
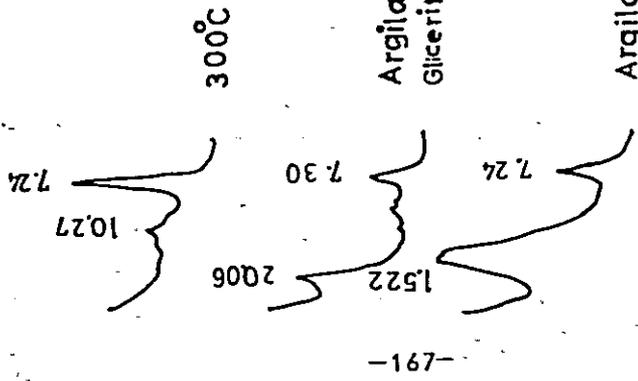


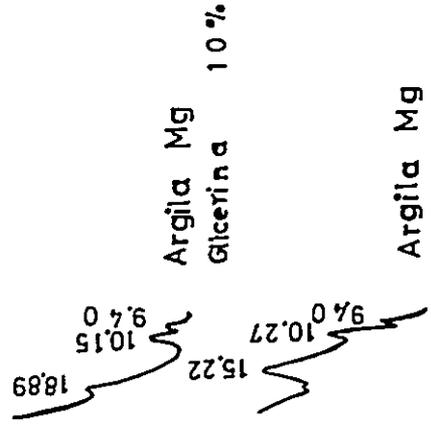
Fig. 53 Brunizem Vermelho Eutrófico

Fig. 54 Grumussólico



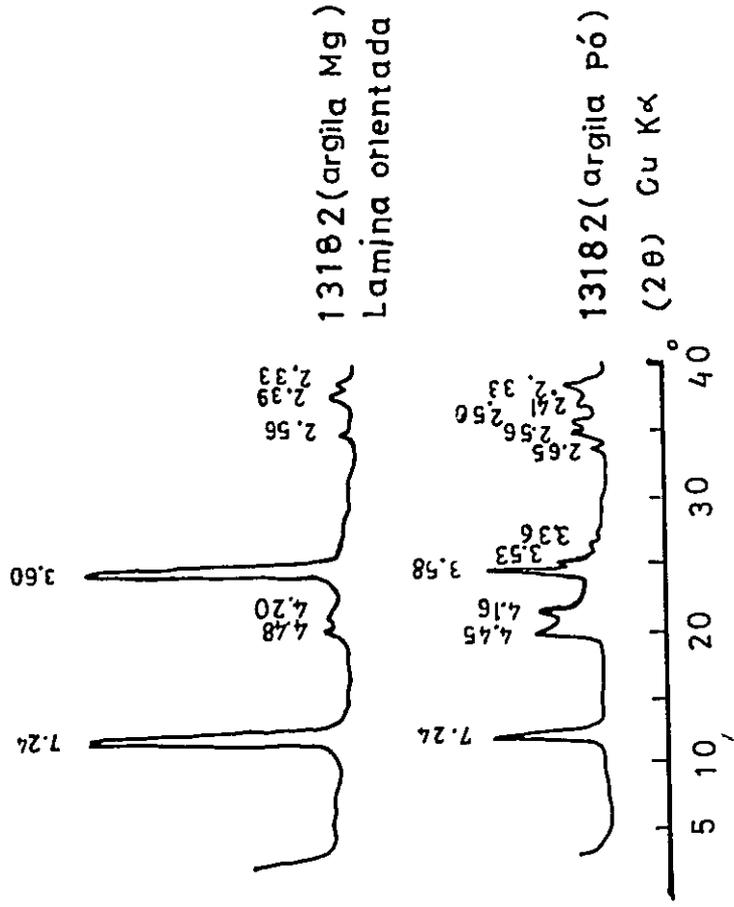
14644

FIG.55 Grumussolico



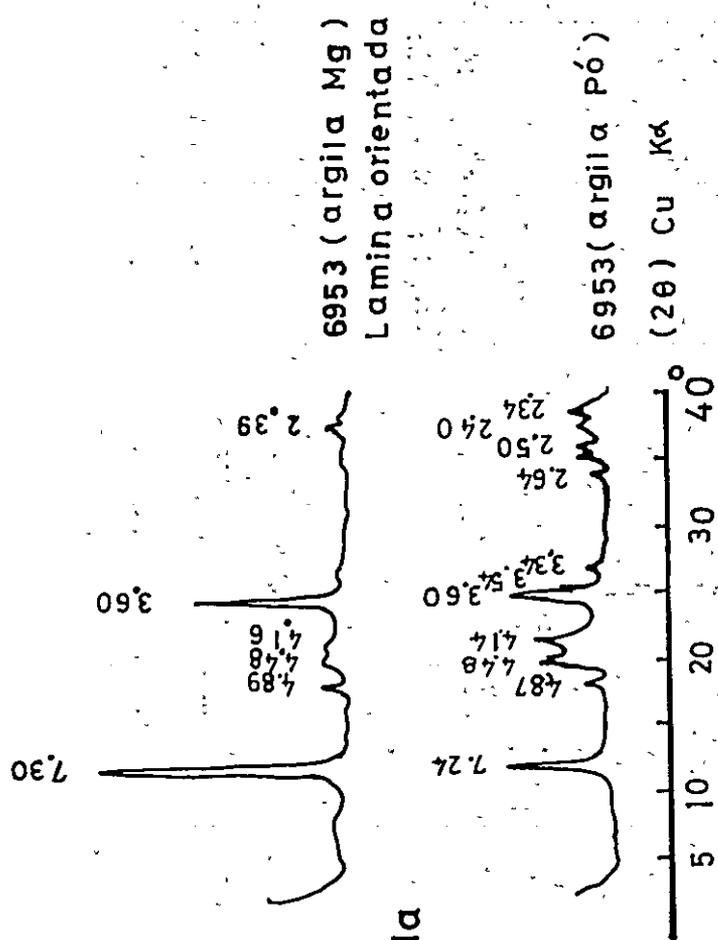
4768

PVA (rara) (A1)



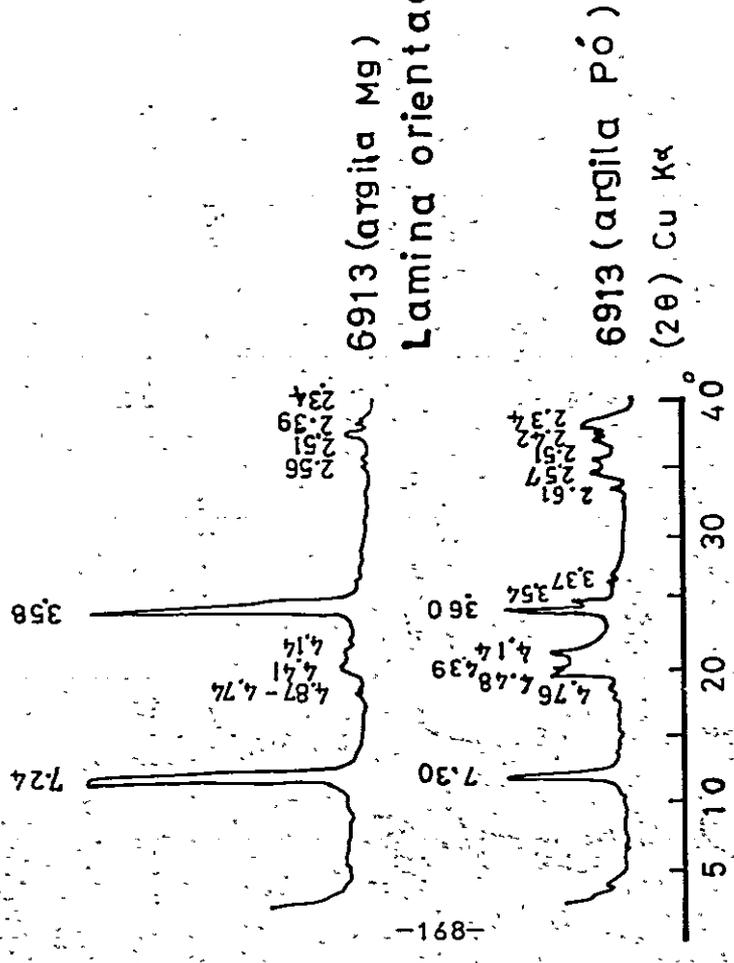
13182

Fig.56 L A mp (A1)



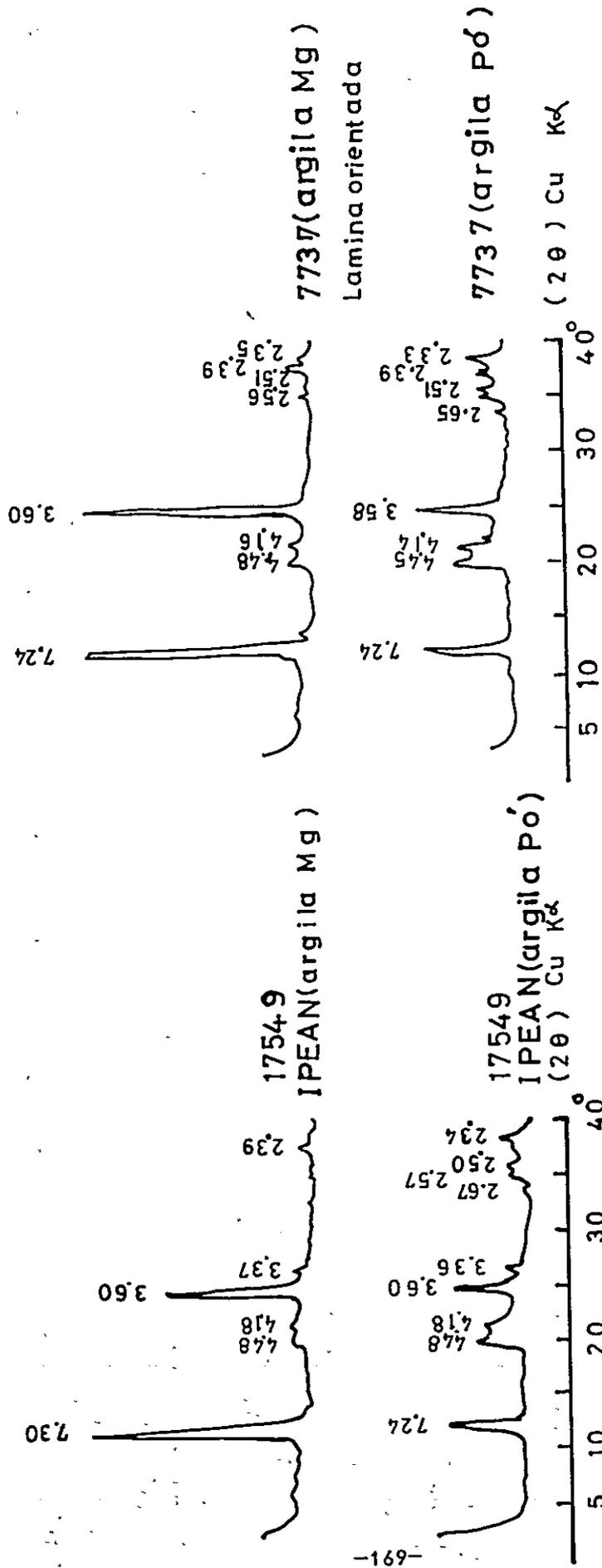
6953

Fig. 5 8 L Amp (A1)



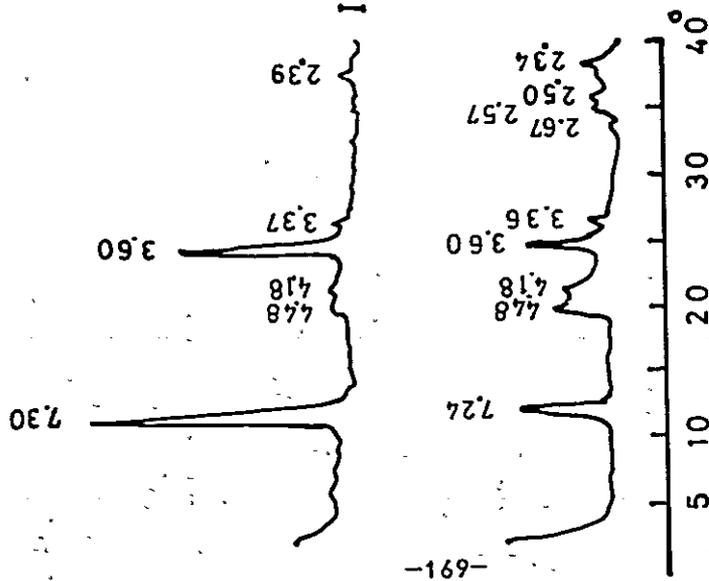
6913

Fig. 5 7 L Amp (A1)



7737

Fig.60 Terra Preta do Indio(API)  
(Latosol Vermelho Amarelo)



17549

Fig.59 LMm(AI)

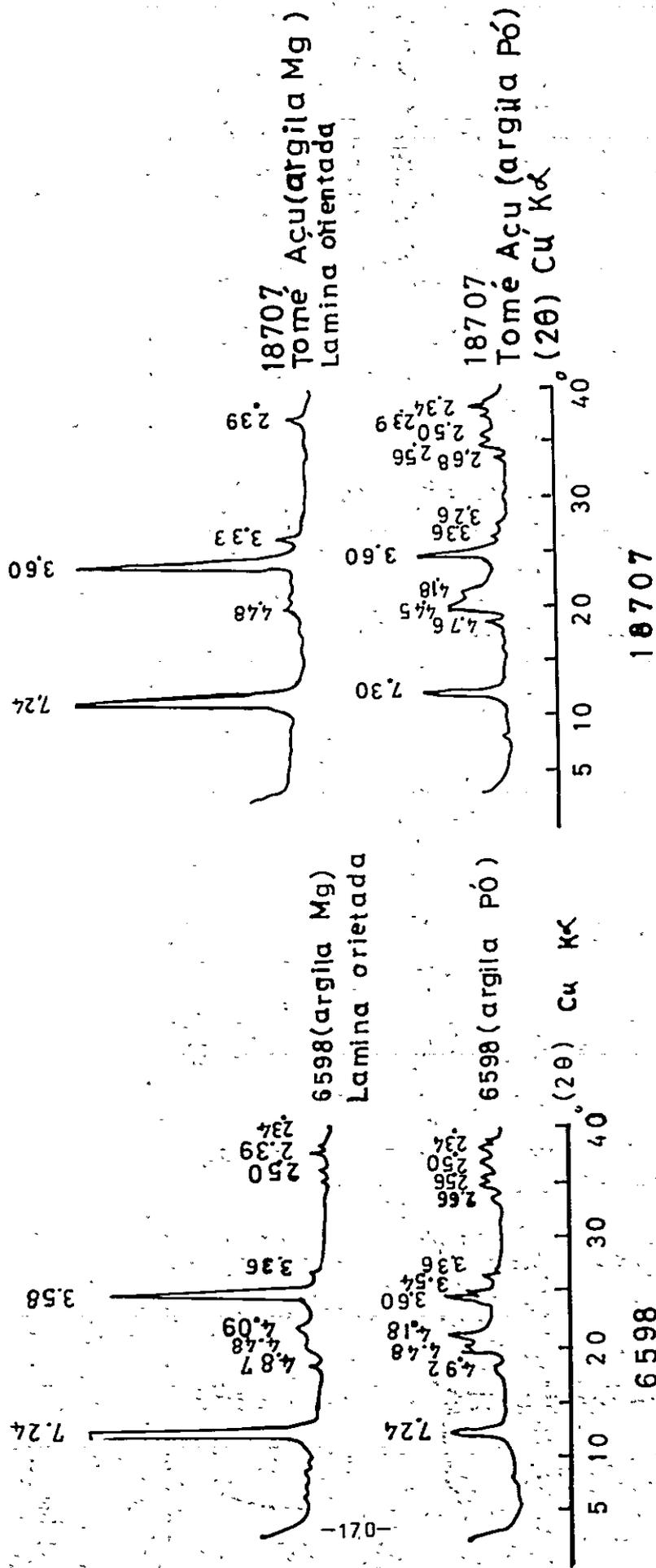


Fig.61 Concrecionário Laterítico (A1cn) Fig.62 PVAm (A1)

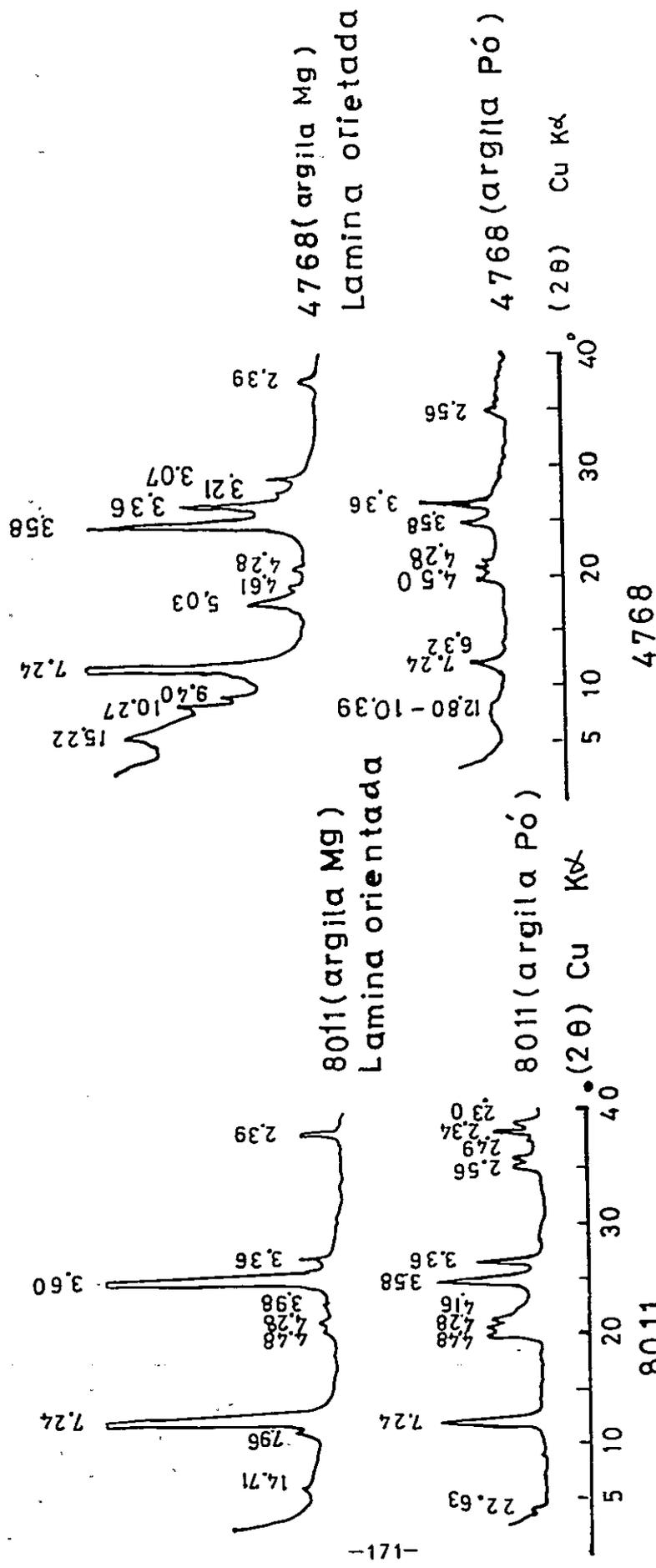


Fig.63 PVA s/conc (A1)

Fig.64 PVA (rasa) (A1)

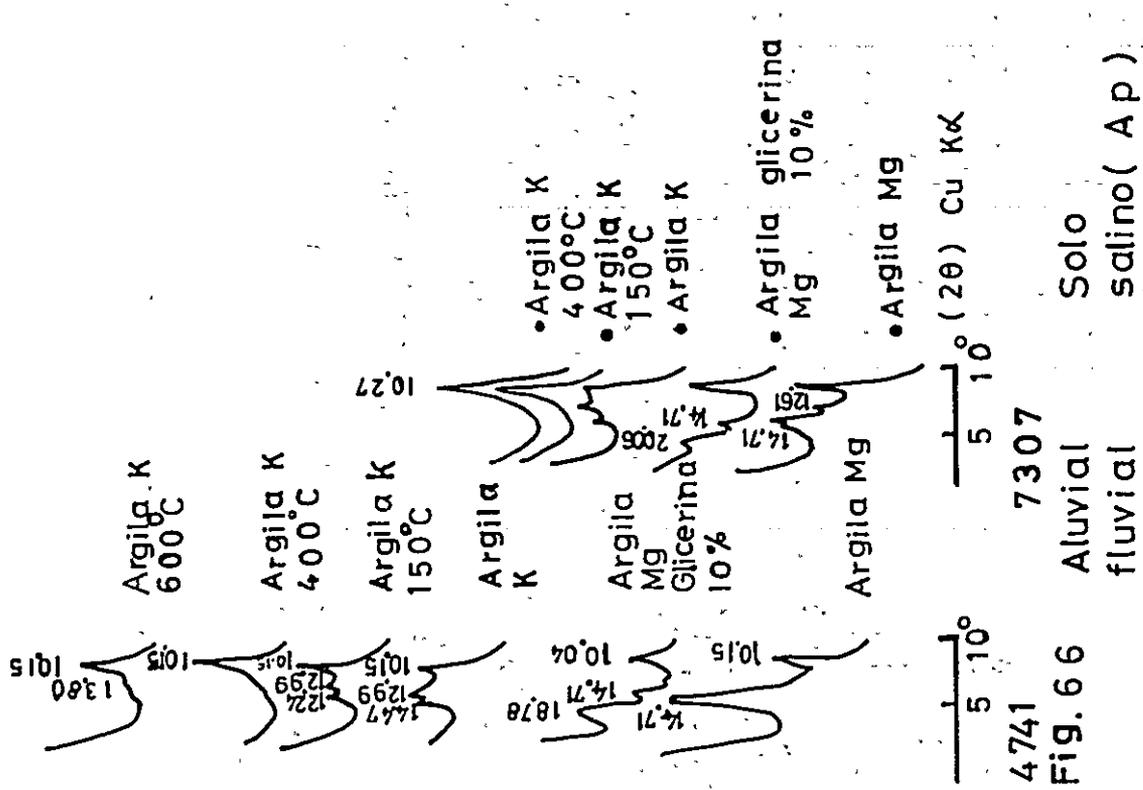


Fig. 6.6

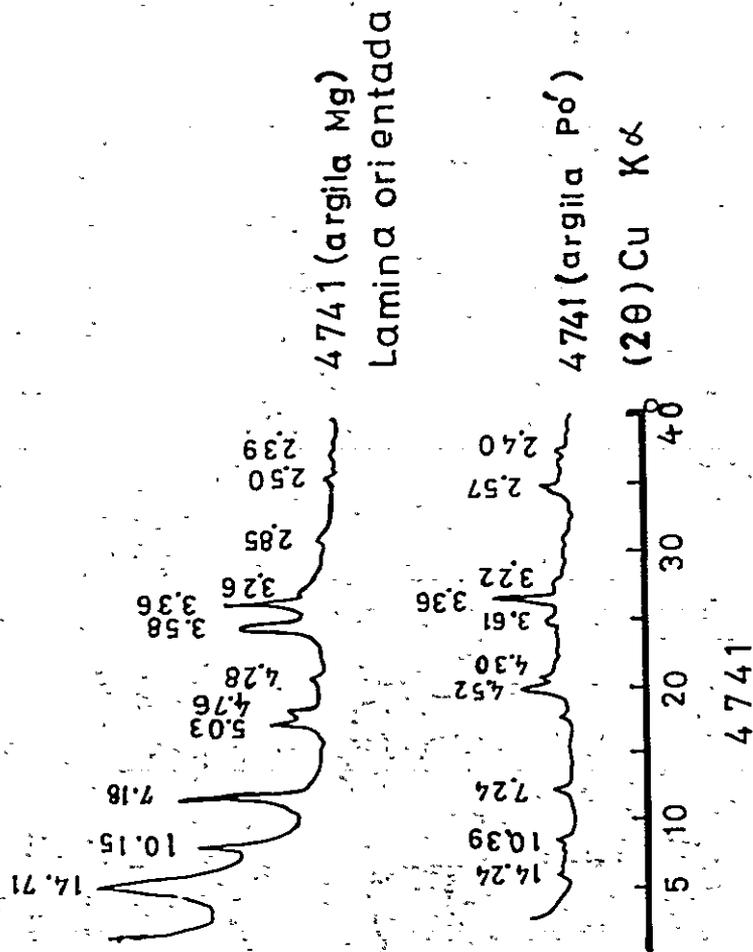


Fig. 6.5 Aluvial fluvial

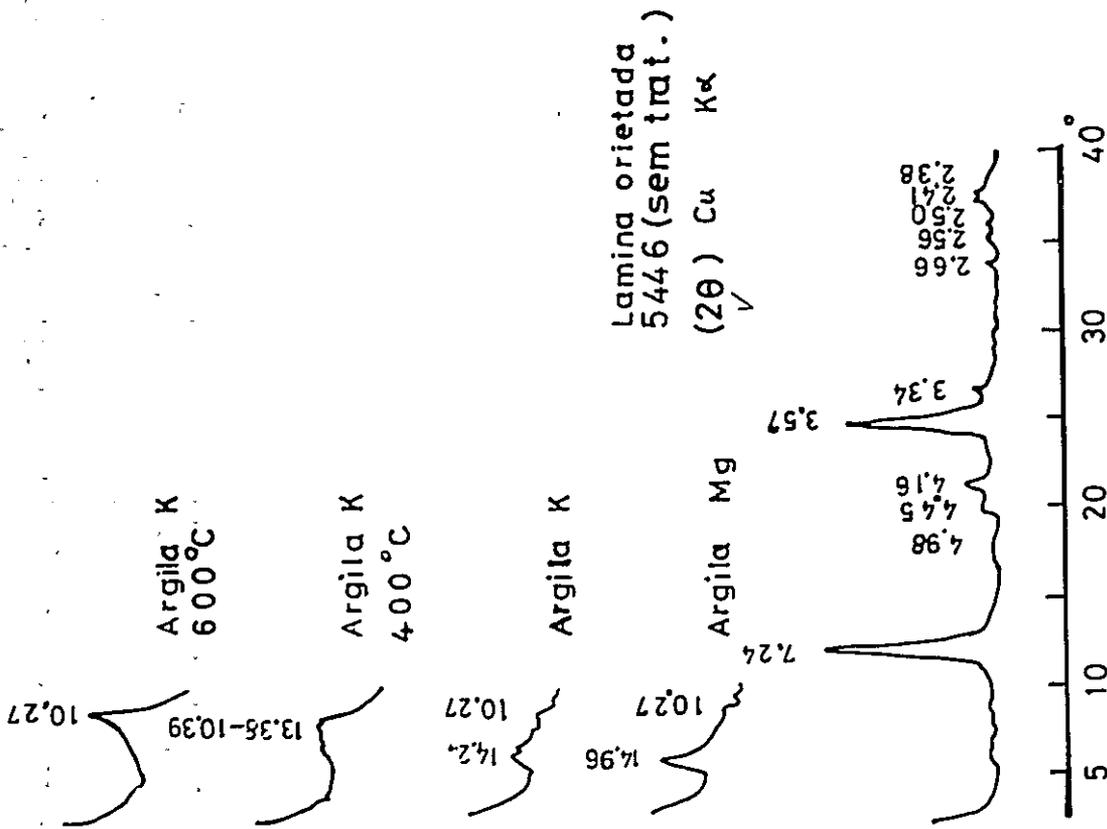


Fig.6.8 ACRE, 5446, LAm(AI)

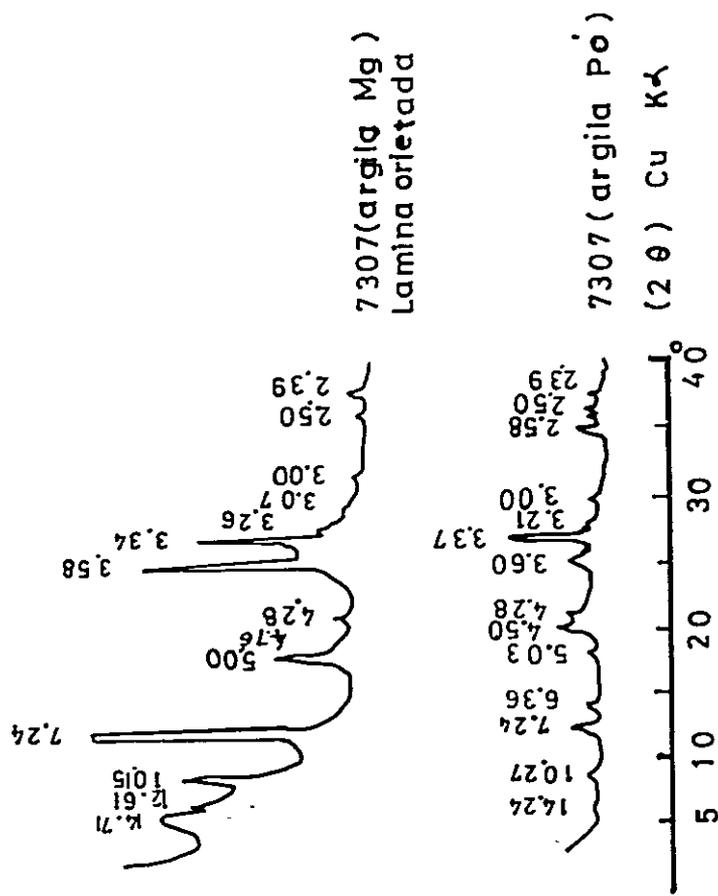


Fig.6.7 Solo salino (Ap) 7307

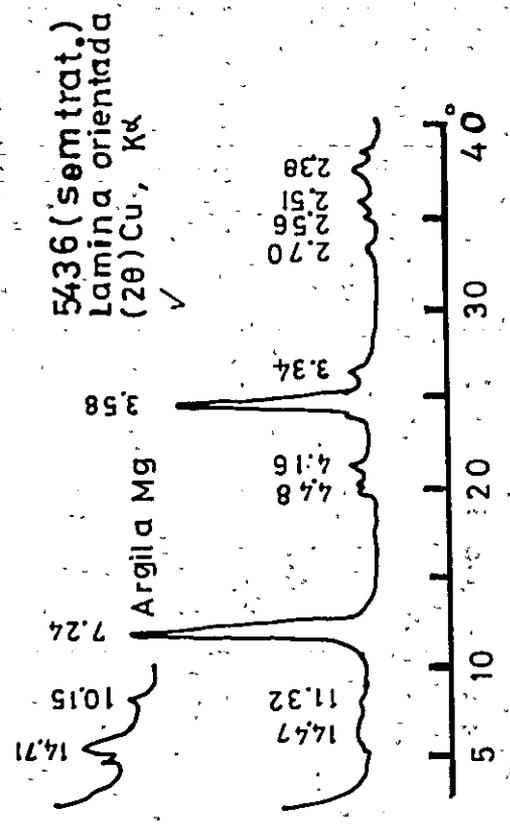
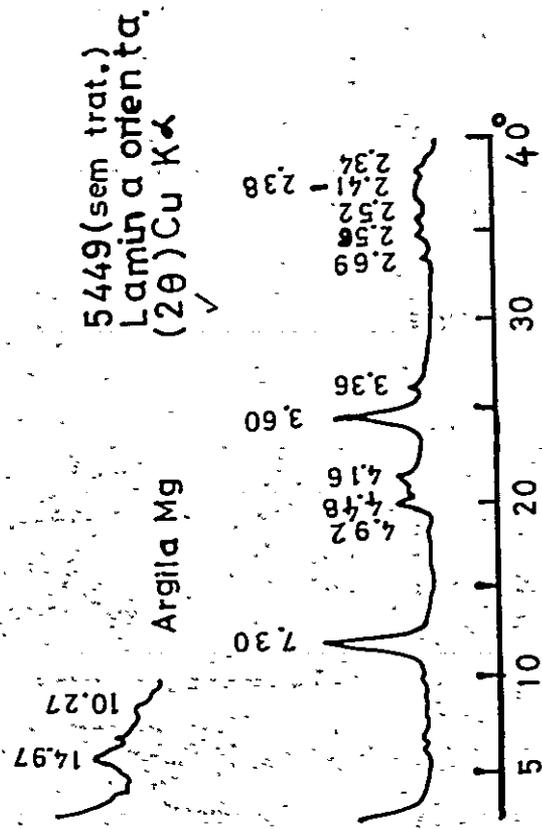
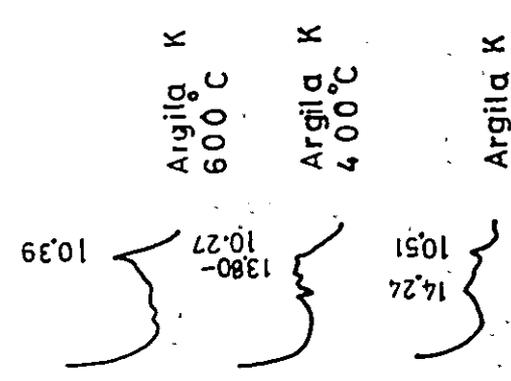
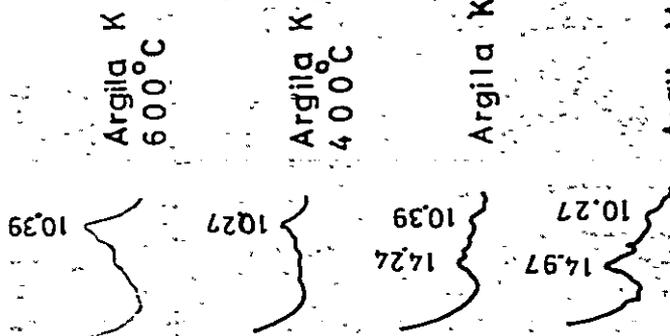


Fig.69 . A C R E , 5449, L.A.m.(B22)

Fig.70 A C R E 5436 LV,m(A1) média

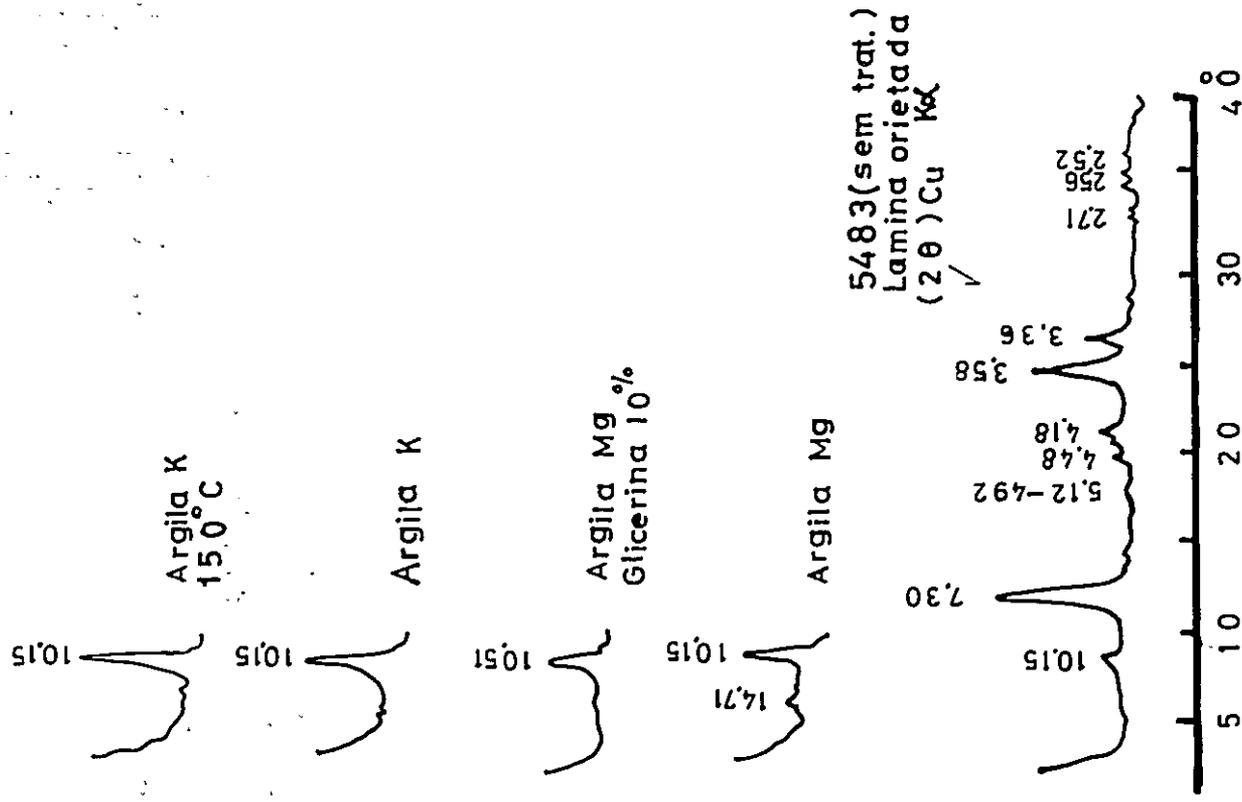


Fig.72 , ACRE, 5483, PVA.m(A<sub>1</sub>)

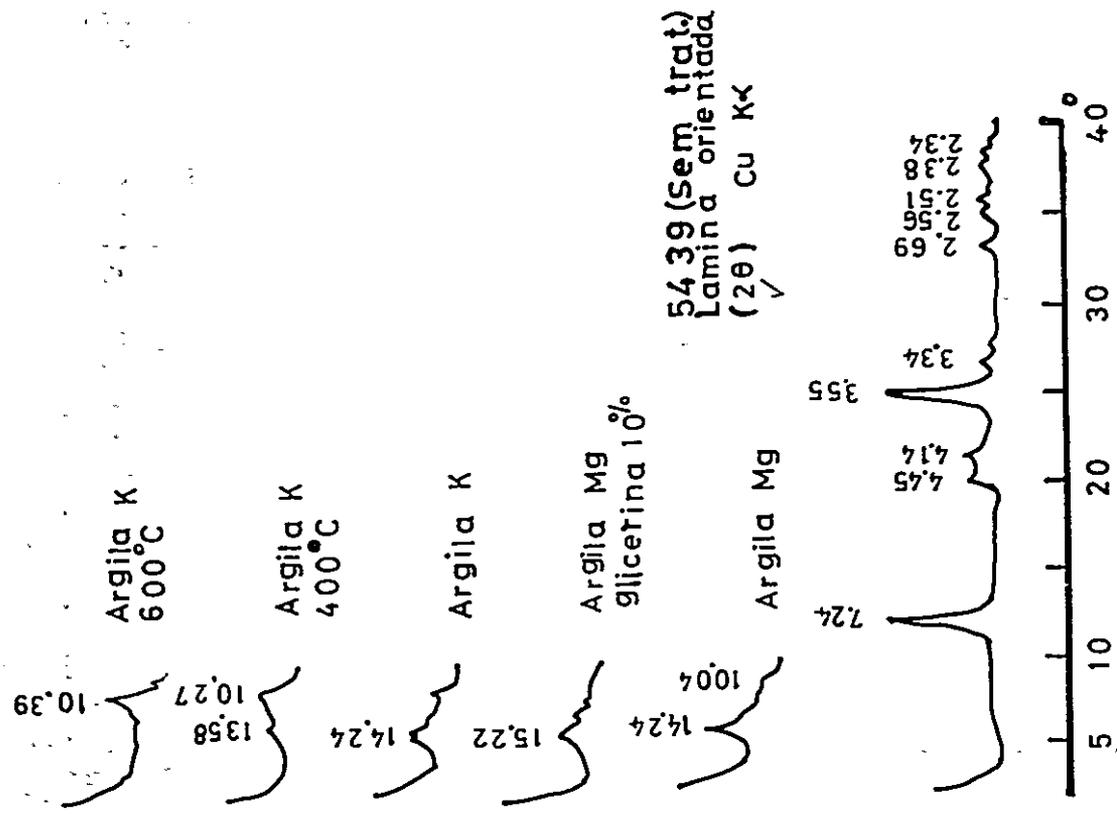


Fig.71 ACRE 5439 LV m (B<sub>2a</sub>)

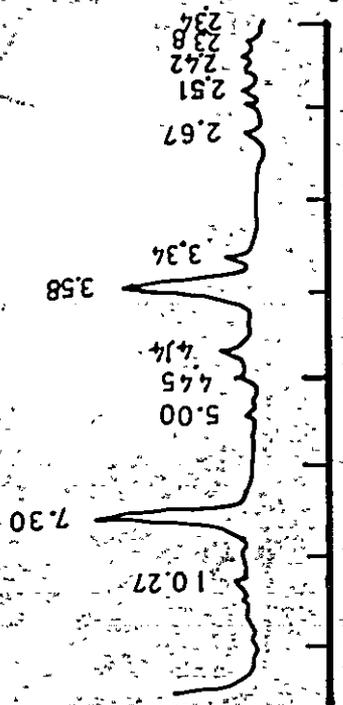
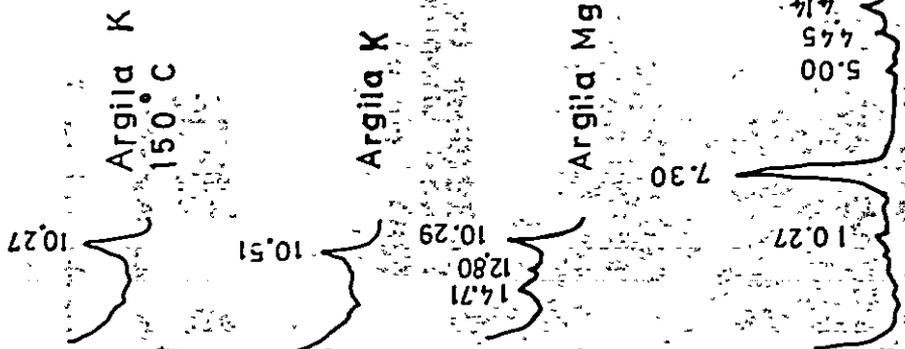
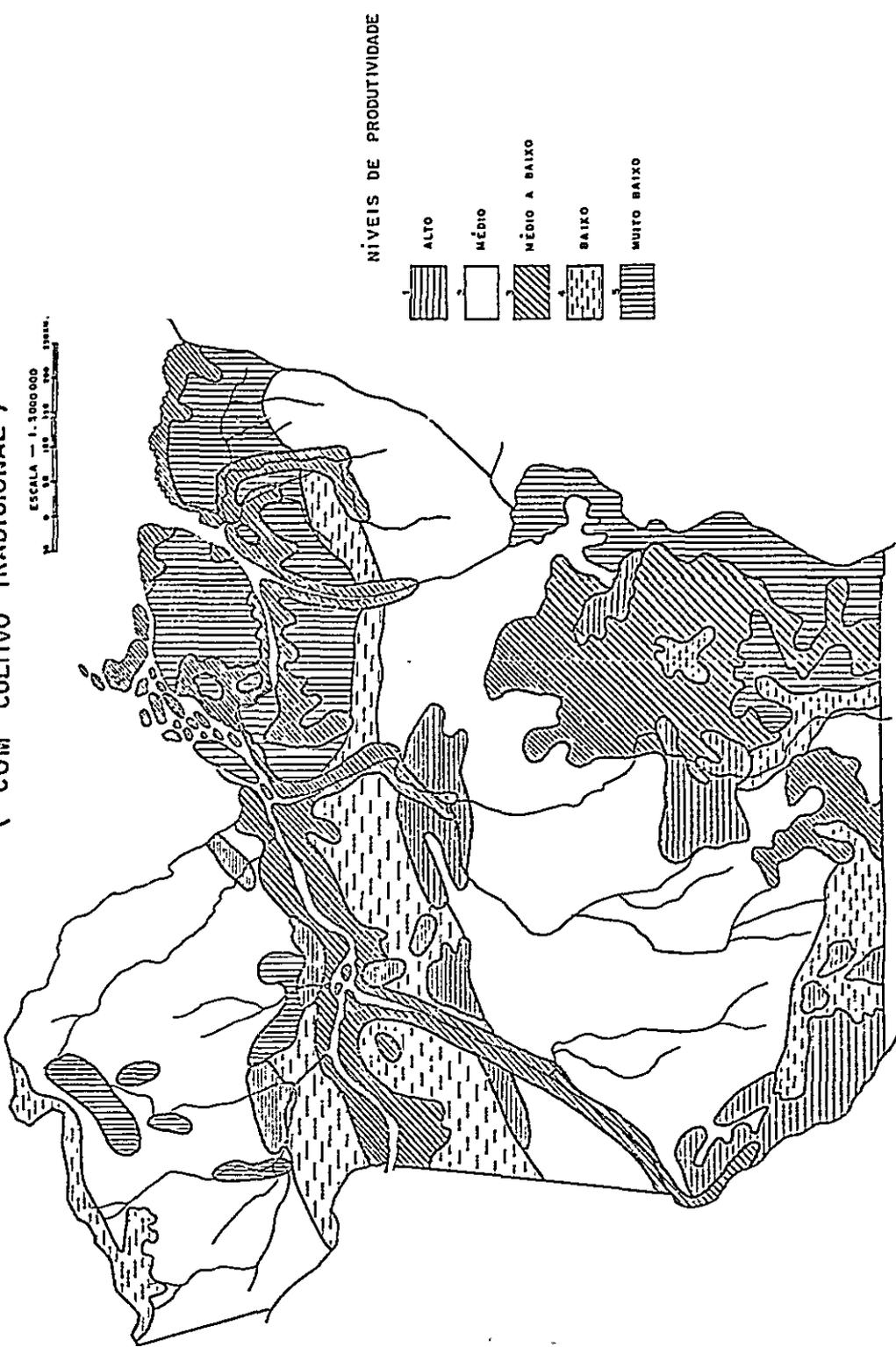


Fig.73. ACRE, 5486, P.V.A.m.(B2)

ESTADO DO PARÁ  
 MAPA DE PRODUTIVIDADE DOS SOLOS  
 ( COM CULTIVO TRADICIONAL )



NÍVEIS DE PRODUTIVIDADE

- ALTO
- MÉDIO
- MÉDIO A BAIXO
- BAIXO
- MUITO BAIXO

ESCALA — 1:200.000

FIS. 46 — MAPA DE PRODUTIVIDADE DOS SOLOS

LEN. 10/11/74

