

① 観測期間が長期にわたっていること。

ヤシレタ公団所管のものは、1981年6月に観測が開始されたばかりであり、一方ヤシレタ観測所を含む国防省気象局所管のもの3ヶ所は、長期にわたり観測が行われている。

② 観測地点が計画地区に接していること。

前記3ヶ所について、ティーセン分割を行ったところ、ヤシレタ観測所のデータを使用することが適当と判断できた。

このため、必要なデータのうち日照時間等データのないものはエンカルナシオン観測所のものを採用する。

計画諸元の決定に際し使用する、観測所資料をTab. 4-13~Tab. 4-16に示す。

次段階のフィージビリティスタディにあたっては、ヤシレタ公団所管のもの及び本調査団が設置したものの計8ヶ所のデータについても十分に解析を行い、計画地区面積が広大なため、状況に応じては、サブプロジェクト毎に適切な観測所のデータを使用することも検討する必要がある。

#### 4-4-2 計画降雨

ヤシレタ観測所における雨量データとして1963年から1980年までの18年間のものを収集した。

18年間のうち欠測の多かった1963年~64年を除く16年間（1965~1980年）の各年毎の日雨量、2日連続雨量、3日連続雨量はTab. 4-17のとおりである。

今回検討を行う排水シミュレーションでは1/5 確率雨量を基準として湛水解析を行う（Tab. 4-18参照）。

#### 4-4-3 計画外水位

排水計画においてシミュレーションモデルの境界条件として、排水路外端、すなわちパラナ河の水位が必要となる。パラナ河の水位は現況においては河川流量により決定されるが、ヤシレタダム築造後はダムからの放流量に左右される。又ヤシレタダム下流約80kmの地点に発電による河川流量の変動を調整するためイタイバテダムの築造が予定されている。

Tab. 4-13 ヤシレタ氣象観測所資料

(単位:℃, %, mm, 日)

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
最高平均気温	32.2	31.8	30.3	27.0	23.6	21.6	22.1	22.0	24.7	27.0	28.6	31.1	26.8
最低平均気温	21.0	20.8	19.7	15.5	13.1	11.1	11.3	11.7	13.4	15.7	17.2	19.8	15.9
平均気温	26.3	25.9	24.5	20.8	18.0	15.9	16.2	15.6	18.7	21.2	22.9	25.4	21.0
平均湿度	74	75	77	76	80	80	77	77	72	73	71	72	75
蒸発量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
最高気温	38.9	39.2	38.2	36.8	33.4	31.2	32.0	33.2	36.4	38.4	37.2	40.5	40.5
最低気温	13.8	12.2	6.8	5.2	-1.0	-1.0	-1.4	1.4	3.0	6.6	9.2	10.7	-1.4
降雨量	130.8	130.5	131.7	121.7	124.3	129.4	90.5	108.9	107.9	164.0	140.2	135.7	1,515.6
降雨日数	8	6	7	6	6	7	7	7	5	8	8	7	82

出典：国防省気象局

統計期間：1970年～1980年（10年間）

Tab. 4-14 月別平均風速 (単位:ノット1/)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
6	6	6	5	5	6	6	7	7	7	7	7	6	6

出典：国防省気象局資料

統計期間：1971年～1980年（10年間）

注1/1ノット=0.51 m/sec

Tab. 4-15 日照時間、降霜日数 (平均)

単位 (時間, 日)

観測所	項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年	間
Yacyreta	日照時間	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	降霜日数	0	0	0	0	0.1	0.1	1.1	0.1	0	0	0	0	1.4	
Encarnacion	日照時間 <sup>①</sup>	244.2	241.3	183.1	211.8	169.8	166.6	171.5	179.1	172.8	217.4	219.4	266.4	2,443.4	
	降霜日数	0	0	0	0	0.9	2.7	1.6	0.9	0.2	0	0	0	6.3	

出典：国防省気象局

統計期間：1971年～1980年 (10年間)

注①/統計期間：1975年～1980年 (但し、1978年、1979年は一部欠測につき除外)

Tab. 4-16 平秤型蒸発計と大型蒸発計による蒸発量の比較

Encarnacion

(単位: mm)

年月	81/8	9	10	11	12	82/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
大型蒸発計	115.5	106.5	184.6	170.1	209.5	240.1	150.5	158.3	106.3	91.5	75.1	96.0	108.6	115.7	168.8	153.2	170.8	82年計1,634.9 mm
天秤型蒸発計	62.2	45.2	66.8	49.2	62.3	96.5	58.2	57.0	61.2	49.9	29.6	47.0	49.5	51.8	71.0	52.1	71.9	695.7 mm
大型/天秤型	1.86	2.36	2.76	3.46	3.36	2.49	2.59	2.78	1.74	1.83	2.54	2.04	2.19	2.23	2.38	2.94	2.38	平均2.47

出典：国防省気象局資料

Tab. 4-17 降雨量データ

年	日降雨量	順位	2日連続降雨量	順位	3日連続降雨量	順位
1965	120.0 **	8	130.0 **	8	156.0 **	7
66	160.2	2	160.2	5	223.7	1
67	78.5	15	84.0	15	84.0	15
68	73.0	16	73.0	16	81.0	16
69	140.6	5	140.6	7	140.6	9
70	93.0	10	123.0	9	123.0	12
71	189.5	1	191.5	2	196.5	4
72	120.8	7	196.7	1	202.1	2
73	156.2	3	178.1	3	181.1	5
74	92.0	11	98.6	13	114.8	13
75	135.0	6	174.0	4	197.4	3
76	88.0	13	92.2	14	106.6	14
77	94.6	9	117.8	10	141.4	8
78	88.4	12	114.6	11	124.4	11
79	152.2	4	160.2	6	174.6	6
80	81.8	14	108.8	12	131.8	10

Tab. 4-18 確率降雨量

確率年 Probabl	日降雨量	2日連続雨量	3日連続雨量	備考
2	110.6 **	130.8 **	148.0 **	
5	143.1	165.9	185.0	
10	164.4	186.4	204.6	
15	176.4	197.2	214.5	
20	184.8	204.4	221.0	

イタイバテダム の築造によりパラナ河の水位は常時において、その目的とする運航のため常時満水位となり一定となる。洪水時の水位は上流にあるヤシレタダムの放水量により決定されるが、ヤシレタダムの放水施設はパラナ河本流及びアニャクア支流の2ヶ所に計画されているため、ダム操作規程にしたがった放流パターンにより決定される。現在ダム操作規程は実施レベルまで決定されていないが、発電側より概略決定されたものがある。これによれば洪水量20,000 m<sup>3</sup>/secにおいては農業開発計画に関係するアニャクア支流に放流せず、45,000 m<sup>3</sup>/secでは放流されている。放流量が何 m<sup>3</sup>/secでアニャクア支流に放流す

るかについては明確でないため、現況では任意の流量の時のイタイバテダムからヤシレタダムまでの水面形を得ることが出来ない。一方シミュレーションの境界条件はパラナ河の水位により決定されなければならない。現段階において入手しうる資料をもってこれを決定せねばならず、仮想的に20,000  $m^3/sec$ 流量を境界条件とする。排水シミュレーションにおいては1/5 確率の降雨を用いているがパラナ河の水位を1/5 確率でとれば排水施設の計画が過大なものとなる。すなわち計画地区とパラナ河流域はその面積も大きく異なり降雨パターンも違うため計画地区に1/5 確率の降雨があった時パラナ河の水位が1/5 確率であるケースはほとんど稀である。Tab. 4-19、Tab. 4-20はこのことを示している。すなわち1/5 確率を上回る降雨が計画地区に降った場合パラナ河の水位は必ずしも高くなく例外的に1983年の異常洪水時に両者のピークが重なっている。しかしこれはパラナ河の水位が1/100 確率を上回り観測史最大の流量を示した余波によるものであり除外して考えることができる。又パラナ河の水位が年最大を示す前後には計画地区においては大きな降雨がなく1973年から1983年までの11年間に最大10日間降雨量 131.9mmであり基準2日連続雨量 165.9mmを大きく下回っており計画地区の降雨量のピークがパラナ河の水位ピークと重なり合うことは稀であるといえよう。

但し $Q=20,000 m^3/sec$ の場合アジョラス近辺より上流においてはアニャクア支流においてヤシレタダムからの放流がないため水位が一定になる。ダム操作規程が完成していないためこの値をとることは危険側にあり、将来のダム操作規程の完成時にも対応出来るため、アジョラスからヤシレタダムまでは自然水位を使用した。その結果排水シミュレーションの下流側境界条件をFig. 4-8、Tab. 4-21に示す。

Tab. 4-21 排水位 (シミュレーションの境界条件)

排水地点	アジョラスからの距離	排水位 (パラナ河水位)
幹線排水路 1	22.0Km	E L 65.0
アティンガイ川	17.0Km	E L 63.9
幹線排水路 10	6.0Km	E L 61.0
幹線排水路 13	-8.0Km	E L 60.1
ジャベビリ川	-37.0Km	E L 58.9

註 アジョラスからの距離は 上流+, 下流-

Tab. 4-19 計画地区の基準降雨に対するパラナ河の水位

観測所：エンカルナシオン

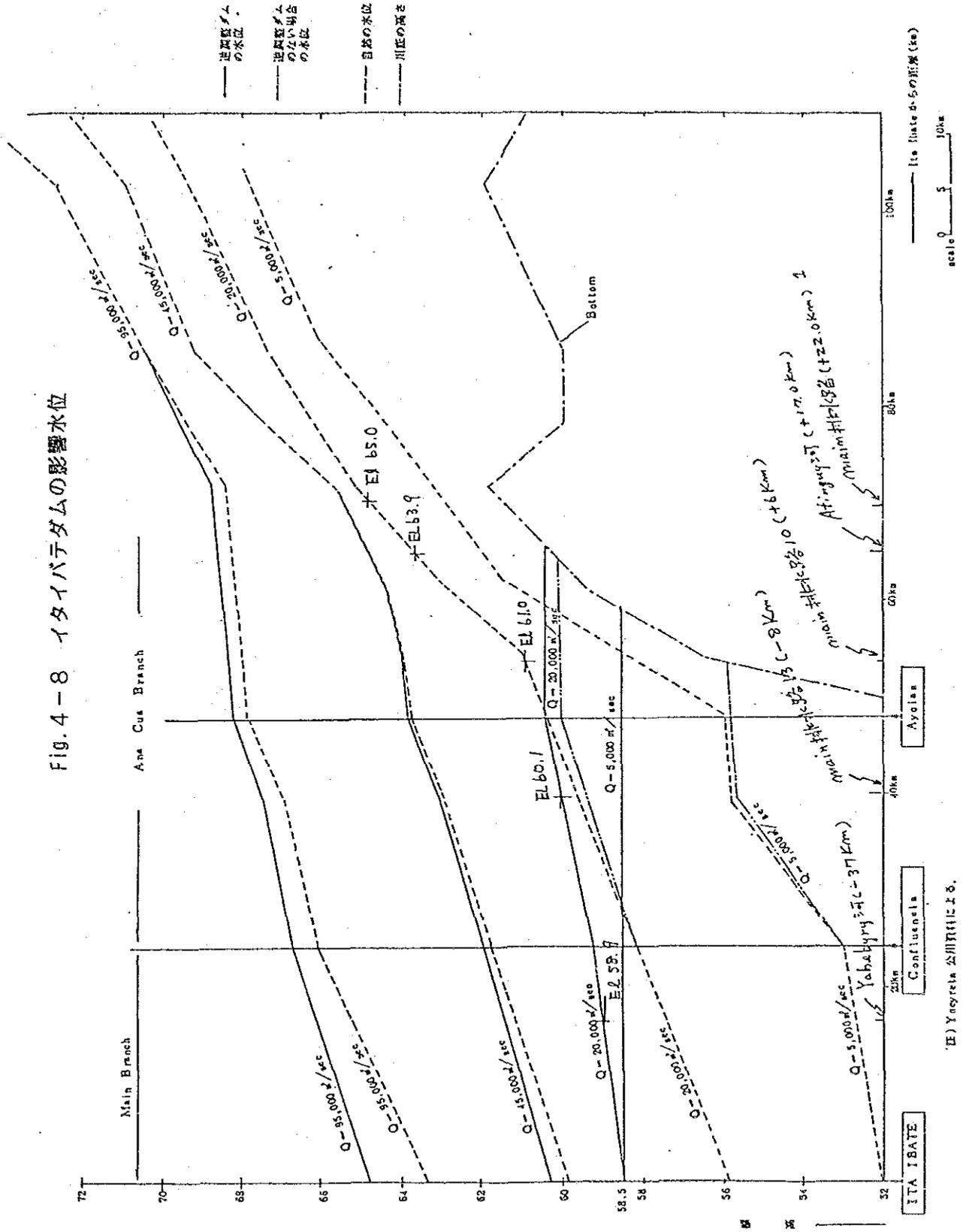
発生年月日	雨量	発生確率	水位	標高	流量	発生確率	備考
1968. 12. 20	138.4 mm	1/5	0.48 m	73.01 m	5,000 m <sup>3</sup> /sec	1/1	0点標高 +72.53 m
1973. 9. 11	135.0	1/5	1.75	74.28	10,000	1/1	0点標高 +72.53 m
1982. 2. 10	134.2	1/5	3.08	75.61	15,500	1/1	0点標高 +72.53 m
1982. 11. 10	162.0	1/10	1.96	74.49	11,000	1/1	0点標高 +72.53 m
1983. 2. 15	157.0	1/10	5.12	77.65	27,500	1/5	0点標高 +72.53 m
1983. 2. 26	121.2	1/2	5.67	78.20	30,000	1/10	0点標高 +72.53 m

Tab. 4-20 パラナ河月間最高水位記録

観測所：エンカルナシオン

発生年月日	水位	標高	流量	発生確率	発生前後10日積算雨量	備考
1973. 1. 30	4.26 m	76.79 m	22,000 m <sup>3</sup> /sec	1/2	36.9 mm	0点標高 +72.53 m
1974. 1. 27	4.03	76.56	21,000	1/1.4	64.1	
1975. 12. 10	3.60	76.13	18,500	1/1.1	143.6	
1976. 11. 9	3.40	75.93	17,500	1/1	80.6	
1977. 2. 16	4.78	77.31	25,500	1/3	11.9	
1978. 1. 31	3.27	75.80	17,000	1/1	131.9	
1979. 5. 16	4.40	76.93	22,500	1/2	48.6	
1980. 3. 9	4.62	77.15	24,000	1/3	25.8	
1981. 12. 30	4.40	76.93	22,500	1/2	降雨なし	
1982. 12. 5	5.46	77.99	29,000	1/10	8.6	
1983. 6. 17	6.77	79.30	40,000	1/90	降雨なし	

Fig. 4-8 イタイバテダムの影響水位



(注) Yncoyeta 公用資料による。



# 第 5 章

## 土 壤



## 第5章 土 壤

### 5-1 パラグアイの土壤

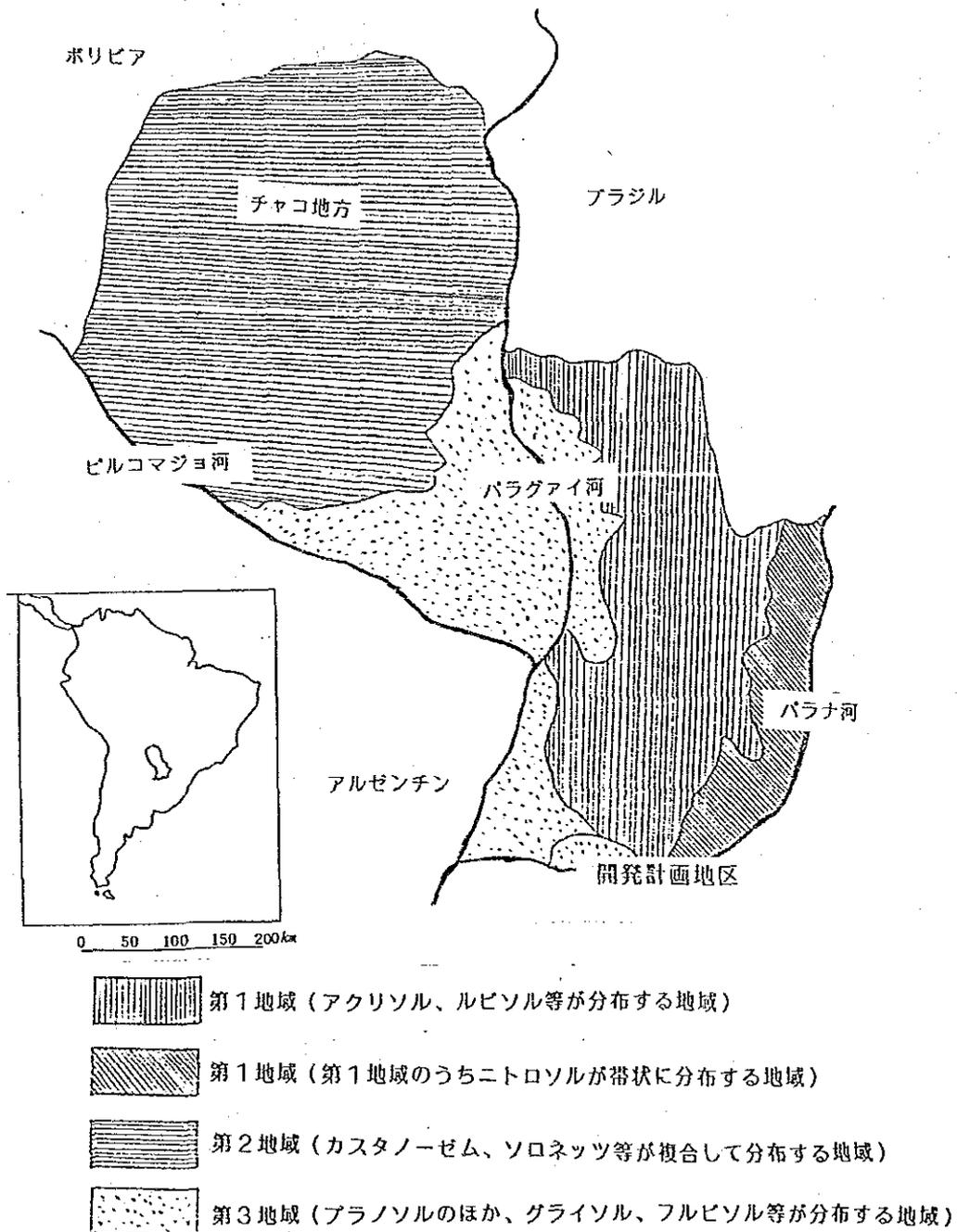
パラグアイにおいては、全国土を対象とした計画的かつ精度の高い土壤調査が実施されていない。このためFAO/UNESCOのSoil Map of the Worldに基づきパラグアイにおける土壤の分布状況をみると次のような特徴がある。なお、この土壤図は、縮尺 500万分の1で図示できる最小単位（1cmの4分の1）が 6,250haであるため、主要土壤の分布をおおまかに図示しているものである。

土壤は、母材、気候、植生、地形等の影響を受けて生成される。パラグアイの土壤においても、これらの因子を反映し、土壤分布はFig. 5-1のとおり大きく3つに区分できる。第1は、パラグアイ河の東部の高台地で、アクリソル（Acrisols）が広く分布するほか、ルビソル（Luvisols）、ニトソル（Nitosols）等が分布する地域である。第2は、パラグアイ河の西部のチャコ地方で、カスタンノーゼム（Kastanozems）、ソロネッツ（Solonetz）等分布する広大な地域である。第3は、パラグアイ河及びパラナ河沿の沖積地で、プランソル（Planosols）が広く分布するほか、グライソル（Gleysols）、フルビソル（Fluvisols）等が分布する地域である。

第1地域の土壤は、熱帯及び亜熱帯における代表的な土壤である。その特徴は、乾季と雨季のある気候条件下で極めて長い期間の溶脱作用を受け、粘土集積層のアルジリックB層（Argillic B Horizon）が発達している赤色土壤である。この土壤は比較的侵食を受けやすい。アクリソルは、土壤養分の溶脱が進み、塩基飽和度が低い土壤であり、森林、放牧地に適しているが、石灰及び肥料の施用により肥沃度を改良すれば耕地にも適する。ルビソルは、基本的にはアクリソルと同じであるが、塩基飽和度が高く耕地に適している。ニトソルは、塩基質の母材に由来する土壤で、自然肥沃度が高く、有効土層も厚いので、熱帯及び亜熱帯においては農業的利用に最も適した土壤のひとつである。パラグアイでは、テラ・ロッサ（Terra Roxa）土壤ともいわれ、イタプア県、アルトパラナ県のパラナ河沿の丘陵地に分布し、小麦、大豆、油桐等の栽培が行われている。

第2地域の土壤は、大陸性の半乾亜熱帯における代表的な土壤である。カスタンノーゼムは、降水量が少なく、寒冷な冬季を持つ気候条件下で、有機物の集積したモリックA層（Mollic A Horizon）が発達している栗色土壤である。一般的に、土壤養分の溶脱が少なく、農業的利用に比較的適した土壤である。一方、ソロネッツはカスタンノーゼムと複合

Fig. 5-1 パラグアイ国の土壌分布概要図



して分布している土壌であるが、置換性ナトリウムの成分が多い粘土集積層のナトリック B層 (Natric B Horizon) が発達している塩類土壌である。ナトリウムと粘土が結合しているために土壌の物理性が悪いので、農業的利用を行う場合には石灰の施用が必要である。なお、チャコ地方は広大な土地が放牧地として利用されているが、土壌の生産可能性からみると、農業的利用は進んでおらず開発の余地の残された地方である。

第3地域の土壌は、河川による水積作用によって母材が供給された土壌である。その特徴は、排水不良及び地下水の高いことのため、斑紋、グライ層、不透水層及び溶脱漂白層等水成的性状を有する土壌である。パラグアイでは、一部湿性の草地として利用されているが、排水が不良なため大部分が粗放な牧放地であり、十分に利用されていない。しかし、用排水など土地基盤整備を行えば、水稲及び一部の畑作物の栽培に適する。

なお、計画地区はこの第3地域に属している。

## 5-2 土壌調査の方法

農業開発を行う場合には、制約要因としての自然条件には気象、地形、地質、水文、土壌等の要素がある。特に、土壌は、作物に対する適応性、作物に対する生産可能性、土地利用の選択、土壌改良や用排水改良の必要性等計画樹立に直接関係する重要な要素である。

したがって、農業開発を行う場合には、開発目的に応じて土壌分類を行い、その分布状況を把握するとともに、土地の農業的利用に対する土壌の特性を明らかにすることが必要である。

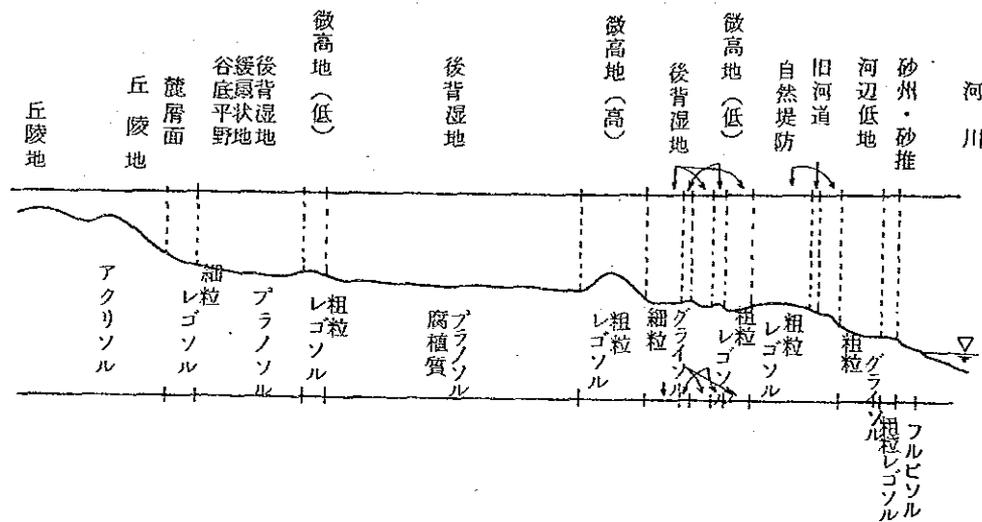
### 5-2-1 予察図の作成

計画地区は、約15万haに及ぶ広大な地域である。このため、限られた時間と経費で精度の高い土壌調査を実施して詳細な土壌図を作成することは極めて困難であるとともに、効率的な方法ではない。したがって、本調査においては、調査第1年目に次の資料を収集・分析し、土壌調査に対する予察図(縮尺5万分の1)を作成した。

- ① Halza-Lahmeyer Consultant のレポート(1978年、縮尺10万分の1)
- ② FAO/UNESCOのSoil Map of the World(1974年、縮尺500万分の1)
- ③ LANDSAT の画像及び航空写真に基づく地形分類図、表層地質図、植生図等(1982年、縮尺5万分の1)

なお、土壤分類別の分布状況と微地形について、Fig. 5-2のとおりに関連関係が顕著にみられる。その理由は、計画地区の主要な土壤がパラナ河沿の平坦な沖積地に分布し、水成的性状を有する土壤であるので、その母材の堆積様式、地下水位等と微地形が密接な因果関係にあるためである。したがって、予察図の作成に当たっては、このことを応用し、地形分類図に土壤分類を対照させる方法で行った。

Fig. 5-2 計画地区の微地形と土壤分布との対比



### 5-2-2 現地土壤調査と土壤分析

次に本調査においては、この予察図に基づき各土壤分類別に代表地点を選定し、現地土壤調査及び土壤分析を2ヶ年間にわたり実施した。この結果に基づき、土壤分類及び分布状況を予察図と照合し、予察図を修正するという方法によって土壤図（縮尺5万分の1）の作成を行うとともに、土壤の性質を明らかにした。

現地土壤調査は、土壤分類のための土壤断面調査を行う試坑調査と土壤の分布状況を確認するための試穿調査を併用した。試坑調査は、原則として深さ1mの試坑を掘削し、層位、土性、腐植、土色、斑紋、グライ、ち密度、粘着性、湿り（湧水面を含む。）等の項目について調査するとともに、各層位ごとに土壤分析の試料採取を行った。また試穿調査は、試坑調査地点の周辺1km以内の地点において、ボーリングステッキによって地表から50cmまでの土壤断面を確認した。

土壤分析は、土壤分類別の理化学的性質を明らかにするため、試坑調査地点の各層位ご

とに腐植、pH、電気伝導度（EC）、置換性塩基、置換性アルミニウム、塩基置換容量、有効態りん酸、粒径組成、仮比重等の項目について分析した。また土壌改良の必要性を検討するため、土壌分類別の代表的な試坑調査地点について炭酸カルシウムによる緩衝能曲線の作成及びりん酸吸収係数の分析を行った。これらの土壌分析については、アスンシオン大学農学部土壌学科及び地域農業研究センターへ委託して調査第2年目に実施した。

なお、現地土壌調査及び土壌分析の土壌分類別実施状況はTab. 5-1のとおりである。

Tab. 5-1 現地土壌調査及び土壌分析の土壌分類別実施状況

土壌分類	試坑調査 地点数	試穿調査 地点数	土壌分析 地点数	層位別分析点数				
				1層	2層	3層	4層	計
粗粒レゴソル	12	37	11	11	11	7	1	30
細粒レゴソル	3	16	3	3	3	1	—	7
粗粒グライソル	12	21	11	11	9	6	1	27
細粒グライソル	12	16	11	11	11	3	—	25
プラノソル	15	30	15	15	15	12	2	44
腐植質プラノソル	2	5	2	2	2	1	—	5
アクリソル	4	7	4	4	4	2	—	10
フルピソル	—	3	—	—	—	—	—	—
計	60	135	57	57	55	32	4	148

（注）フルピソルはパラナ河等の河川敷に分布し、本開発計画の地区外となるため、試坑調査及び土壌分布を実施しなかった。

### 5-3 土壌の分類と分布

土壌分類は、FAO/UNESCOの分類基準により大区分し、更に土性及び表層の有機物の差異によって細分化した。その結果、計画地区の土壌は8種類に分類され、その土壌分類別分布状況はFig. 5-3のとおりである。また、その面積はTab. 5-2のとおりであり、水成的性状を有するプラノソル及びグライソルが計画地区の約8割を占めている。

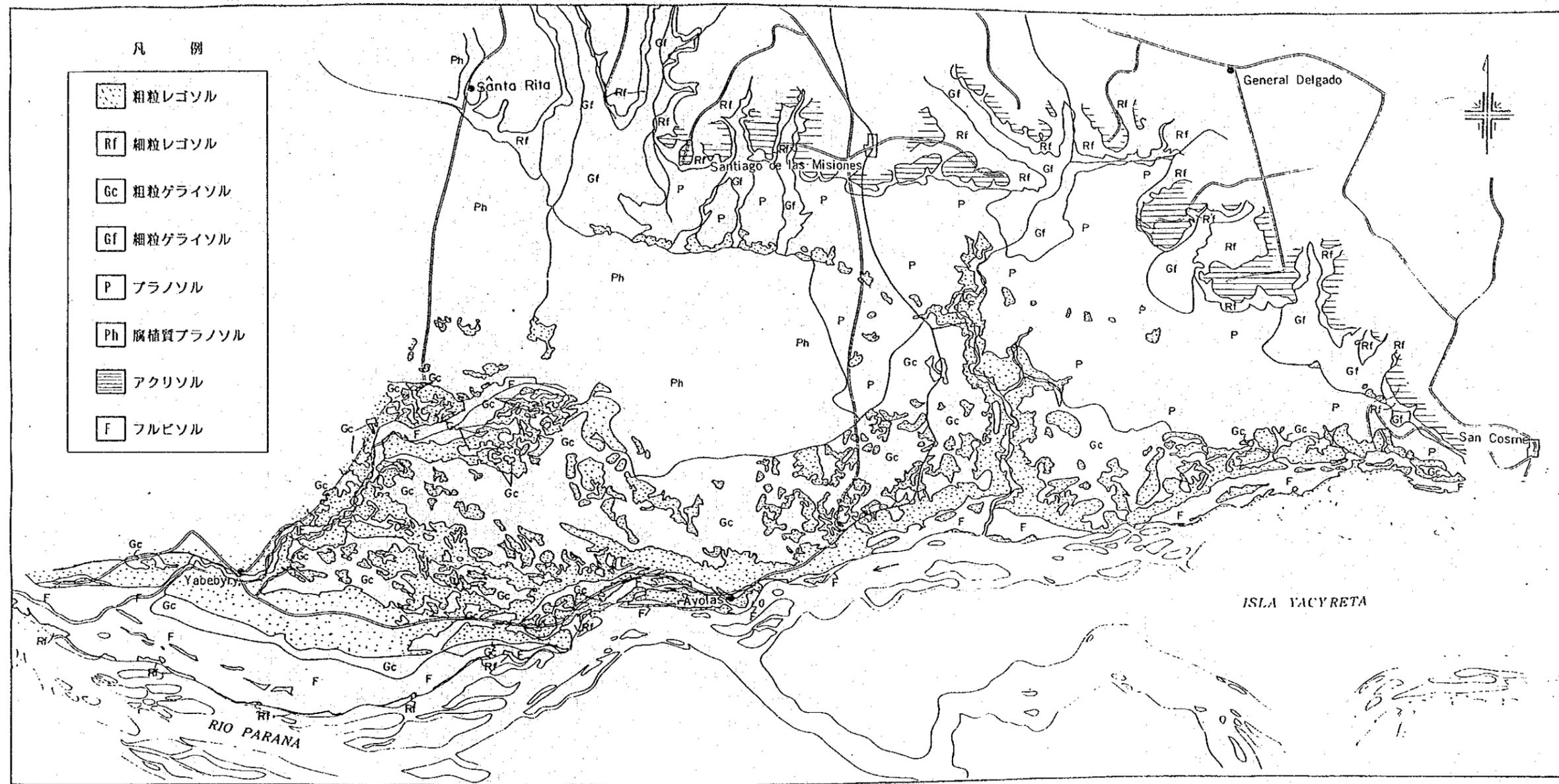


Fig. 5-3 土 壤 図

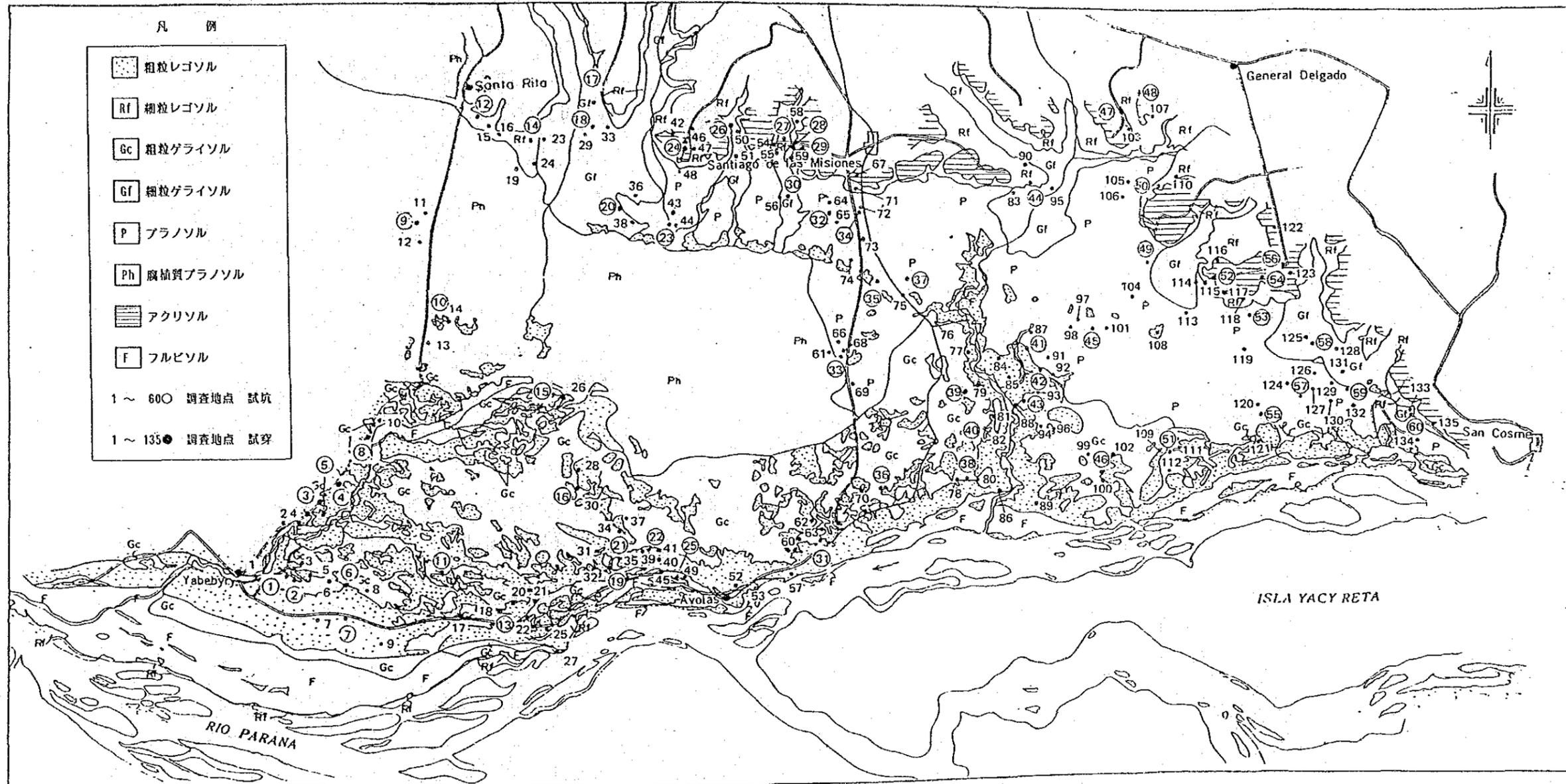


Fig. 5-4 土壤調査地点位置図



Tab. 5-2 土壤分類別分布面積

	粗 粒 レゴソル	細 粒 レゴソル	粗 粒 グライソル	細 粒 グライソル	プラノソル	腐 植 質 プラノソル	アクリソル	フルビソル	合 計
面 積	21,650	7,450	31,725	15,975	38,500	32,875	1,325	2,975	152,475
	14.2%	4.9	20.8	10.5	25.2	21.6	0.9	2.0	100.0

註) フルビソルは計画地区中アティンギ川、ジャベビリ川の河川敷に分布

以下、現地土壤調査結果に基づき土壤分類別に分布状況、土壤断面の特徴等について述べる。なお、土壤分類別の標準的土壤断面をTab. 5-3に例示する。また、すべての試坑調査結果はTab. 5-4に取りまとめた。

(1) 粗粒レゴソル (Coarse textured Regosols)

この土壤は、パラナ河、アティンギ川、ジャベビリ川の自然堤防及び後背湿地に分布し、周辺より小高い微高地に多い。植生は、比較的排水条件が良いために森林が多いほか、放牧地や畑地にも利用されている。母材は河川の氾濫により供給された砂質の堆積物である。断面形態は、薄い表土がみられるだけの未発達な土壤であり、表層は黄褐色を呈す。土性は比較的粗い砂壤土であり、粘着性はほとんどなく、ち密度も小さい。

(2) 細粒レゴソル (fine textured Regosols)

この土壤は、北部の丘陵地の緩斜面に分布する。植生は、放牧地、畑地または森林が多い。母材は、丘陵地からの崩壊性土砂であり、粗粒レゴソルと比較して細粒である。断面形態は、粗粒レゴソルに比較してやや厚い表土がみられるが、まだ未発達な土壤であり、全層とも褐色～灰褐色を呈す。土性は表層が砂質埴壤土であり、下層へ行くに従って土性が細粒な埴壤土となる。保水力、粘着性及びち密度が粗粒レゴソルより大きい。また、下層は土壤水分が多く、1 m以内に地下水が出現する場合もある。

(3) 粗粒グライソル (Coarse textured Gleysols)

この土壤は、後背湿地のうちパラナ河に近い区域で微高地を取り巻く湿地、自然堤防内の低湿地、旧河道等に分布する。植生は湿性の野草地となっている。母材は、本来、砂質であったが、地下水位が高いために、未分解の有機物が地表面に集積している。また、周辺微高地からの粘土の二次的集積によって不透水層が形成されている。断面形態は、斑紋が50cm前後から見られ、グライ斑も明確にでる。表層は灰褐色の砂質埴

土、下層はにぶい褐色の砂質埴壌土である。また下層は多湿で、ち密度、粘着性とも小さい。

(4) 細粒グライソル (Fine textured Gleysols)

この土壤は、北部の丘陵間の谷底平野及びそれに続く緩扇状地に分布する。植生は、地下水位が高いが湛水状態ではないため、湿性の草地が多く、一部水田にも利用されている。母材は細粒レゴソルと同じ丘陵地からの崩壊性土砂である。断面形態は、粗粒レゴソルに比較して50cm以内にグライ層が出現し、強い還元状態を示す。表層は灰褐色の砂質埴土であり、下層は灰褐色の埴土である。粘着性は他の土壤に比較して高く、特に下層が強い粘着性を示す。ち密度は表層、下層とも中程度である。

(5) プラノソル (Planosols)

この土壤は、北東部の後背湿地に広く分布する。植生は、土壤が粘質で保水性がよいため、湿性の草地であることが多い。一部水田や牧場等にも利用されている。断面形態は、B層がち密度が大きく、硬盤を形成して不透水層となっており、水成的性状が顕著である。表層には溶脱漂白されたA2層を有する場合もある。下層には斑紋がみられ、グライ斑が出ている場合も多い。表層は灰褐色の埴土であり、下層は灰褐色の埴土である。地下水位は1m前後のものが多い。

(6) 腐植質プラノソル (Humic Planosols)

この土壤は、西部の広大な後背湿地に分布する。この区域は、湛水する部分が多いため、植生は湿原又は湿性の野草地となっており、ほとんど土地利用されていない。母材はプラノソルに比較してやや砂質的である。また地下水位が高いため、未分解の有機物が地表面に集積している。断面形態は、プラノソルに比較すると、硬盤の形成が不明瞭であるが、不透水層を有している。表層は有機物の集積により黒褐色の砂質埴土である。下層は黄褐色の砂質埴土で、斑紋、グライ層がみられる。また下層は多湿で、ち密度、粘着性とも小さい。

(7) アクリソル (Acrisols)

この土壤は、北部の丘陵地に分布する。植生は、本来森林であったところが、畑地、放牧地として利用されている。母材は、年代の古い砂岩、玄武岩の強い風化層上に発達した残積土である。断面形態は、極めて長い期間の溶脱作用によって、表層からB層への粘土分の移動・集積がみられる。表層は赤褐色の埴土であり、下層は明るい

赤褐色の埴土である。このため粘着性が強く、保水性もよい。またち密度も中程度であり、計画地域の土壌では耕地に最も適した土壌であるが、その分布は少ない。

(8) フルビスル (Fluvisols )

この土壌は、パラナ河等の河川敷に分布する。河川の増水により頻繁に冠水するため、植生も極めて貧弱である。断面形態は、河川による堆積と侵食作用により新しい砂質な母材が供給されるため、土壌の発達がほとんどみられない。なお、この土壌の分布している地域は、大部分が農業開発計画の地区外となる。

Tab. 5-3 土壌分類別の標準的土壌断面

土壌分類・(地点番号)	層位	深さ	土性(USDA)	土色	塊紋	グライ	腐植	湿り	粘着性	ち密度
粗粒レゴソル (試坑調査地点15)	1	0~17	SL	10YR 2/1	なし	なし	あり	乾	なし	極疎(7)
	2	17~45	SL	10YR 3/1	"	"	あり	半湿	"	極疎(7)
	3	45~	SL	10YR 7/3	"	"	なし	半湿	"	極疎(7)
細粒レゴソル (試坑調査地点12)	1	0~30	SCL	7.5YR 3/2	なし	なし	あり	半湿	弱	中(22)
	2	30~70	SCL	7.5YR 4/4	"	"	あり	湿	"	疎(18)
	3	70~	C	10YR 5/4	"	"	なし	半湿	中	-
粗粒グライソル (試坑調査地点19)	1	0~19	SL	7.5YR 4/2	なし	なし	あり	半湿	弱	中(22)
	2	19~65	L	7.5YR 5/3	なし	弱グライ	あり	湿	弱	中(19)
	3	65~	SCL	7.5YR 6/2	あり (5YR5/8)	グライ層	なし	多湿 (85cm湧水)	強	中(23)
細粒グライソル (試坑調査地点18)	1	0~30	CL	5YR 4/2	なし	なし	あり	半湿	中	中(19)
	2	30~60	CL	5YR 5/2	あり (7.5YR5/6)	弱グライ	あり	湿	中	中(19)
	3	60~	C	7.5YR 5/3	含む (7.5YR5/6)	グライ層	あり	多湿 (70cm湧水)	強	中(20)
プラノソル (試坑調査地点33)	1	0~13	SCL	10YR 2/3	なし	なし	あり	半湿	弱	中(21)
	2	13~18	CL	10YR 7/1	"	"	なし	"	中	極密(31)
	3	18~	C	10YR 3/3	含む (10YR6/6)	弱グライ	なし	湿	強	疎(18)
腐植質プラノソル (試坑調査地点9)	1	0~23	L	7.5YR 2/1	なし	なし	含む	湿	弱	中(23)
	2	23~35	SL	10YR 4/1	あり	"	あり	"	中	疎(15)
	3	35~60	C	10YR 3/3	含む	グライ層	あり	多湿 (45cm湧水)	強	疎(15)
アクリソル (試坑調査地点47)	1	0~34	CL	7.5YR 5/6	なし	なし	あり	半湿	中	中(20)
	2	34~52	C	5YR 4/8	"	"	あり	"	強	中(22)
	3	52~	C	2.5YR 5/8	"	"	なし	湿	強	中(21)
フルビソル (試坑調査地点1)	1	0~	SL	10YR 7/3	なし	なし	なし	半湿	なし	極疎

(注)この表は、現地土壌調査結果に基づき、土壌分類別に標準的な土壌断面形態を有する調査地点を例示したものである。

Tab. 5-4 試坑調査結果表

(試坑調査結果表の記載方法)

地点番号：試坑調査に一連番号を付ける。調査地点はFig. 5-4のとおりである。

層位：上から順に1層、2層、3層、4層とする。

深さ：各層位の地表面からの深さをcmで表示する。

土性：現地での指感による判定を土壌分析結果で修正した。土性区分はアメリカ合衆国農務省 (USDA) のSoil Survey Manualに基づいた。

土色：標準土色帖を使用し、マンセル記号で表示する。

斑紋：酸化鉄沈積物の量を次のとおり区分する。

—；なし，F；あり (<2%)，C；含む (2~20%)，M；富む (>20%)

グライ：グライ化の程度を次のとおり区分する。

—；なし，WG；弱グライ，G；グライ~強グライ

腐植：土色等より推定し、次のとおり区分する。

—；なし，F；あり，C；含む，M；富む

湿り：手で触った感じで、次のとおり区分する。

D；乾，M；半湿，W；湿，vW；多湿

なお、湧水面がある場合は、GWL cmで表示する。

粘着性：手で触った時の付着性で、次のとおり区分する。

—；なし，W；弱，M；中，S；強，vS；極強

ち密度：山中式土壌硬度計を使用して測定し、次のとおり区分し、読みとり数値 (単位：mm) と併せて表示する。

vL；極疎 (0~10mm)，L；疎 (11~18mm)，M；中 (19~24mm)，

C；密 (25~28mm)，vC；極密 (>29mm)

土壌分類：FAO/UNESCOの土壌分類体系に準じて次のとおり区分する。

Re-c；粗粒レゴソル Re-f；細粒レゴソル Gl-c；粗粒グライソル

Gl-f；細粒グライソル Pl；プラノソル Pl-h；腐植質プラノソル

Ac；アクリソル Fl；フルピソル

Tab. 5-4 (1) 試坑調査結果表

地点番号	層位	深さ	土性	土色	斑紋	グライ	腐植	湿り	粘着性	ち密度	土壌分類
1	1	0~15	SL	10YR 3/2	-	-	F	D	W	M23	G1-c
	2	15~42	SL	7.5YR 4/2	F	-	F	M	M	M22	
	3	42~100	SL	10YR 5/2	C	wG	F	W	M	M23	
2	1	0~5	SL	7.5YR 3/1	-	-	F	D	M	L18	G1-c
	2	5~26	SL	7.5YR 4/2	F	-	F	W	M	M20	
	3	26~60	SL	5YR 5/3	C	wG	F	GWL45cm	M	M24	
3	1	0~35	SCL	10YR 5/3	-	-	F	D	W	L13	Re-c
	2	35~45	SCL	10YR 6/4	-	-	-	D	W	M22	
	3	45~100	SCL	7.5YR 5/6	-	-	-	M	W	M21	
4	1	0~7	SL	7.5YR 6/3	-	-	F	D	M	M21	Re-c
	2	7~40	L	7.5YR 4/3	-	-	F	M	M	M22	
	3	40~90	SL	7.5YR 6/3	F	G	-	GWL80cm	M	L13	
5	1	0~13	SL	7.5YR 5/2	-	-	F	D	M	L15	Re-c
	2	13~24	SL	10YR 5/4	-	-	F	M	M	M21	
	3	24~100	SCL	7.5YR 6/4	F	-	-	W	M	M22	
6	1	0~20	L	7.5YR 2/1	-	-	C	W	W	vL10	G1-c
	2	20~55	SL	10YR 6/3	-	wG	-	GWL40cm	W	L17	
	3	55~100	SL	10YR 5/2	-	-	F	M	-	vL7	
7	1	0~10	SL	10YR 6/6	-	-	-	GWL80cm	-	L13	Re-c
	2	10~90	SL	10YR 4/2	F	-	F	W	W	M20	
	3	90~100	C	10YR 6/3	F	-	-	W	M	L13	
8	1	0~20	L	10YR 4/2	F	-	-	GWL70cm	M	L13	G1-c
	2	20~115	C	10YR 6/3	F	-	-	M	W	M23	
	3	115~100	C	10YR 7/3	C	-	-	W	M	L15	
9	1	0~23	L	7.5YR 2/1	-	-	C	M	W	M23	PI-h
	2	23~35	SL	10YR 4/1	F	-	F	W	M	L15	
	3	35~80	C	10YR 3/2	C	G	F	GWL70cm	S	L15	
10	1	0~25	SCL	7.5YR 3/1	-	-	C	W	W	M20	PI-h
	2	25~42	SL	7.5YR 4/2	-	-	F	vW	-	vL8	
	3	42~50	SL	10YR 6/3	-	-	-	GWL42cm	-	vL5	

Tab. 5-4 (2) 試坑調査結果表

地点番号	層位	深さ	土性	土色	斑紋	グライ	腐植	盛り	粘着性	ち密度	土壌分類
11	1	0~19	LS	5YR 3/1	-	-	C	W	-	L16	Re-c
	2	19~48	LS	7.5YR 3/2	-	-	F	W	-	M19	
	3	48~80	LS	10YR 6/4	-	-	-	GWL73cm	-	L13	
12	1	0~30	SCL	7.5YR 3/2	-	-	C	M	W	M22	Re-f
	2	30~70	SCL	7.5YR 4/4	-	-	F	GWL64cm	W	L18	
	3	70~80	CL	10YR 5/4	-	-	-	-	M	-	
13	1	0~14	SL	7.5YR 2/2	-	-	C	D	W	M19	Re-c
	2	14~40	SL	7.5YR 4/3	-	-	F	M	W	L17	
	3	40~65	SL	10YR 7/3	F	-	-	W	W	vL7	
14	1	0~35	SCL	7.5YR 4/3	-	-	F	M	M	C26	Re-f
	2	35~65	C	7.5YR 4/2	F	wG	F	W	S	M23	
	3	65~100	C	7.5YR 4/2	C	G	F	GWL100cm	S	C26	
15	1	0~17	SL	10YR 2/1	-	-	C	D	M	M22	Re-c
	2	17~45	SL	10YR 3/1	-	-	F	M	W	M20	
	3	45~70	SL	10YR 7/3	-	-	-	M	W	L18	
16	1	0~12	L	7.5YR 6/2	-	-	F	M	M	C25	GI-c
	2	12~35	SL	7.5YR 5/3	-	-	F	M	M	C26	
	3	35~100	CL	7.5YR 5/4	F	wG	F	W	M	M23	
17	1	0~10	CL	7.5YR 2/1	-	-	M	W	S	L15	GI-f
	2	10~22	CL	7.5YR 3/1	-	-	C	W	S	L18	
	3	22~60	SCL	11YR 5/2	-	G	F	GWL50cm	M	M22	
18	1	0~30	CL	5YR 4/2	-	-	C	M	M	M19	GI-f
	2	30~60	CL	5YR 5/2	F	wG	F	W	M	M19	
	3	60~100	C	7.5YR 5/3	C	G	-	GWL70cm	S	M20	
19	1	0~19	S L	7.5YR 4/2	-	-	F	M	W	M22	GI-c
	2	19~65	L	7.5YR 5/3	-	wG	F	W	W	M19	
	3	65~100	SCL	7.5YR 6/2	F	G	-	GWL85cm	W	M23	

Tab. 5-4 (3) 試坑調査結果表

地点番号	層位	深さ	土性	土色	斑紋	グライ	腐植	湿り	粘着性	ち密度	土質分類
20	1	0~13	L	7.5YR 6/2	-	-	C	M	W	vC30	PI
	2	13~52	L	7.5YR 6/3	F	-	F	M	M	vC30	
	3	52~105	C	10YR 5/2	M	G	F	W	M	C26	
21	1	0~14	L	10YR 5/2	-	-	F	D	W	C25	GI-c
	2	14~37	SL	7.5YR 1/4	C	-	F	M	W	C25	
	3	37~58	SL	7.5YR 6/3	C	wG	F	M	W	M23	
	4	58~100	SCL	10YR 6/3	C	G	F	W	M	L18	
22	1	0~20	SCL	10YR 3/3	-	-	C	D	-	vL7	Re-c
	2	20~60	SCL	10YR 5/4	-	-	F	M	-	vL7	
	3	60~110	SCL	10YR 6/6	-	-	-	M	-	vL7	
23	1	0~15	SL	7.5YR 6/2	-	-	F	M	M	C25	PI
	2	15~50	SCL	7.5YR 4/2	-	-	F	M	M	M22	
	3	50~112	SC	7.5YR 4/1	M	G	F	W	S	M20	
24	1	0~20	SCL	7.5YR 4/1	-	-	F	W	M	M19	GI-f
	2	20~40	CL	7.5YR 4/2	-	-	F	GWL32cm	M	L14	
25	1	0~40	SL	10YR 5/4	-	-	F	M	-	vL9	Re-c
	2	40~100	SL	10YR 6/8	F	-	-	M	-	vL4	
	3	40~95	C	2.5Y 6/1	C	G	-	vW	S	M20	
26	1	0~25	L	10YR 4/3	F	-	C	D	M	L15	GI-f
	2	25~40	C	10YR 5/2	C	wG	F	W	S	L18	
	3	40~95	C	2.5Y 6/1	C	G	-	vW	S	M20	
27	1	0~30	SL	10YR 2/1	-	-	M	W	M	M19	GI-f
	2	30~70	C	5YR 4/1	C	G	F	GWL30cm	S	L17	
	3	70~100	C	5YR 4/2	-	G	F	-	S	M22	
28	1	0~7	SCL	10YR 4/2	-	-	C	M	W	M20	GI-f
	2	7~30	SCL	10YR 4/2	-	-	F	W	W	M20	
	3	30~55	SCL	10YR 6/2	C	wG	-	GWL45cm	W	L15	

Tab. 5-4 (4) 試坑調査結果表

地点番号	層位	深さ	土性	土色	斑紋	グライ	腐植	湿り	粘着性	ち密度	土壌分類
29	1	0~5	SL	75YR 4/4	-	-	F	D	W	LI2	Ac
	2	5~10	SL	5 YR 5/5	-	-	F	M	W	M20	
	3	40~100	SCL	75YR 5/6	-	-	F	M	W	LI3	
30	1	0~8	L	75YR 5/1	-	-	F	M	W	M24	GI-f
	2	8~18	SL	75YR 6/1	-	wG	F	W	W	vC30	
	3	48~90	SCL	10YR 6/1	C	G	-	W	M	MI9	
31	1	0~17	SCL	75YR 3/2	-	-	C	D	W	M23	Re-c
	2	17~30	SCL	75YR 5/4	-	-	F	D	W	M21	
	3	30~63	SL	75YR 6/4	F	-	-	M	W	L17	
	4	63~100	SCL	10YR 6/3	F	-	-	M	W	M23	
32	1	0~17	L	10YR 4/2	-	-	C	D	M	M22	PI
	2	17~42	SL	10YR 6/2	-	-	F	M	M	M22	
	3	42~72	SCL	75YR 7/4	F	wG	-	W	M	L16	
33	1	0~13	SCL	10YR 2/3	-	-	C	D	M	M21	PI
	2	13~18	CL	10YR 7/1	-	-	F	D	M	vC31	
	3	18~90	C	10YR 3/3	C	wG	F	M	S	L18	
34	1	0~13	SCL	75YR 4/3	-	-	F	D	W	C26	PI
	2	13~48	SCL	75YR 4/3	F	wG	F	D	W	M24	
	3	48~105	CL	75YR 5/2	-	G	-	M	M	M24	
35	1	0~7	SL	75YR 7/3	-	-	F	D	W	C26	PI
	2	7~45	SL	75YR 7/2	-	-	-	M	W	C27	
	3	45~100	SCL	75YR 4/2	C	wG	-	M	M	C26	
36	1	0~15	SL	10YR 5/3	-	-	F	D	M	M20	Re-c
	2	15~43	SL	10YR 4/3	-	-	F	M	M	L16	
	3	43~60	LS	10YR 4/6	-	-	-	W	-	L13	
	4	60~100	LS	75YR 4/6	-	-	-	GWL 93cm	-	L13	

Tab. 5-4 (5) 試坑調査結果表

地点番号	層位	深さ	土性	土色	斑紋	グライ	腐植	混り	粘着性	ち密度	土壌分類
37	1	0~30	L	7.5YR 4/2	-	-	F	D	M	C25	PI
	2	30~80	L	7.5YR 6/1	-	-	-	D	M	M23	
	3	80~100	L	7.5YR 7/1	-	-	-	D	M	C26	
38	1	0~28	SCL	7.5YR 4/3	-	-	F	M	M	C26	GI-c
	2	28~50	SCL	10YR 5/3	F	wG	F	W	M	M20	
	3	50~100	CL	7.5YR 5/4	-	G	-	W	M	L17	
39	1	0~44	LS	10YR 4/2	-	-	F	M	-	L16	GI-c
	2	44~64	SL	10YR 5/1	-	wG	F	W	W	L15	
	3	64~100	SL	7.5YR 6/2	C	G	-	W	W	L12	
40	1	0~25	SCL	7.5YR 4/3	-	-	F	D	W	M19	GI-c
	2	25~58	SCL	7.5YR 5/3	-	-	F	M	W	L16	
	3	58~90	CL	7.5YR 6/1	F	G	-	GWL80cm	M	L17	
41	1	0~30	SCL	7.5YR 2/1	-	-	M	D	M	M21	PI
	2	30~48	L	10YR 6/6	F	-	-	M	S	M20	
	3	48~95	CL	10YR 5/4	-	-	-	M	S	-	
42	1	0~45	SCL	7.5YR 5/4	-	-	-	D	W	C27	PI
	2	45~70	C	7.5YR 5/3	F	-	-	M	M	M23	
	3	70~100	CL	7.5YR 6/2	-	-	F	D	W	M23	
43	1	0~10	SL	10YR 6/3	-	-	-	D	M	M19	Re-c
	2	10~61	SL	7.5YR 5/3	-	-	-	M	M	L17	
	3	61~110	SCL	7.5YR 5/3	-	-	-	M	M	-	
44	1	0~16	SiL	7.5YR 5/3	-	-	F	M	M	C25	Re-f
	2	16~55	L	10YR 5/3	-	-	F	M	M	C25	
	3	55~75	C	7.5YR 7/2	F	-	F	W	S	M22	
45	1	0~15	SCL	10YR 2/2	-	-	M	M	M	L18	PI
	2	15~40	CL	10YR 5/3	-	-	F	W	M	L17	
	3	40~90	CL	2.5YR 6/1	C	G	-	GWL70cm	M	L14	

Tab. 5-4 (6) 試坑調査結果表

地点番号	層位	深さ	土性	土色	斑紋	グライ	腐蝕	混り	粘着性	ち密度	土壌分類
46	1	0~32	SCL	7.5YR 3/2	-	-	C	M	W	C25	G1-c
	2	32~54	SL	7.5YR 3/2	-	-	C	W	W	L17	
	3	54~65	SL	7.5YR 5/6	-	-	-	GWL60cm	W	L14	
47	1	0~34	CL	7.5YR 5/6	-	-	F	M	M	M20	Ac
	2	34~52	C	5 YR 4/8	-	-	-	M	S	M22	
	3	52~100	C	2.5YR 5/8	-	-	-	W	S	M21	
48	1	0~15	CL	5 YR 4/6	-	-	F	M	M	M24	Ac
	2	15~38	CL	5 YR 5/8	-	-	-	M	M	C26	
	3	38~95	C	5 YR 5/8	-	-	-	W	S	M21	
49	1	0~34	L	7.5YR 3/1	-	-	C	W	M	M20	P1
	2	34~44	L	10YR 4/2	-	-	F	M	M	L12	
	3	44~80	LS	7.5YR 7/2	C	G	-	GWL25cm	W	vC31	
50	1	0~8	CL	10YR 3/2	-	-	M	W	M	L13	G1-f
	2	8~25	CL	10YR 4/2	F	wG	C	vW	S	M20	
	3	25~40	CL	10YR 6/1	M	G	-	GWL25cm	S	L16	
51	1	0~23	SL	7.5YR 3/2	-	-	C	M	W	M23	G1-c
	2	23~45	SL	7.5YR 5/3	-	wG	F	GWL40cm	W	L11	
52	1	0~5	SCL	7.5YR 4/3	F	-	F	M	M	L15	G1-f
	2	5~12	SCL	7.5YR 4/4	F	-	F	W	M	L16	
	3	12~50	SCL	10YR 5/2	F	wG	-	GWL45cm	S	M20	
53	1	0~31	L	10YR 2/1	-	-	C	D	S	M24	P1
	2	31~70	SCL	10YR 7/1	C	G	-	M	S	C28	
	3	70~120	SC	10YR 5/1	C	G	-	GWL120cm	M	M21	
54	1	0~28	CL	7.5YR 4/2	-	-	C	M	S	M19	G1-f
	2	28~40	CL	10YR 5/2	-	wG	F	W	S	L13	
	3	40~60	C	10YR 6/3	C	G	-	GWL50cm	S	L15	

Tab. 5-4 (7) 試坑調査結果表

地点番号	層位	深さ	土性	土色	斑紋	グライ	腐植	澱り	粘着性	ち密度	土壌分類
55	1	0~17	SL	10YR 6/1	-	-	F	D	M	L16	PI
	2	17~50	SL	10YR 4/2	F	-	F	M	M	L13	
	3	50~80	SC	10YR 5/2	F	wG	F	GW1,75cm	M	M19	
56	1	0~12	L	5YR 4/3	-	-	C	D	M	L18	Ac
	2	12~50	L	5YR 6/8	-	-	-	D	M	C25	
	3	50~90	C	2.5YR 4/6	-	-	-	M	S	C25	
57	1	0~30	SCL	10YR 3/3	-	-	C	D	W	C25	PI
	2	30~61	SCL	10YR 6/3	-	-	-	D	W	M23	
	3	61~100	C	7.5YR 5/2	C	wG	-	W	M	M23	
58	1	0~20	L	10YR 2/1	-	-	M	M	M	M20	GI-f
	2	20~50	SCL	7.5YR 6/2	-	wG	-	W	M	M23	
	3	50~105	C	10YR 5/2	C	G	-	W	S	L16	
59	1	0~12	CL	7.5YR 4/3	-	-	C	D	M	C25	PI
	2	12~30	CL	7.5YR 5/2	-	-	F	M	M	C26	
	3	30~42	SCL	7.5YR 6/2	-	wG	-	M	W	C28	
	4	42~80	SC	7.5YR 4/2	C	G	-	W	M	M23	
60	1	0~20	CL	7.5YR 5/3	-	-	F	D	M	C27	GI-f
	2	20~55	CL	7.5YR 5/3	-	G	F	W	M	M20	
	3	55~100	C	7.5YR 5/2	C	G	-	GW185cm	S	M22	

## 5-4 土壌分析

### 5-4-1 分析項目

土壌分析は、次の項目について行ったので、以下その分析項目と作物栽培との関係について述べる。

#### (1) pH (H<sub>2</sub>O)

土壌が酸性か中性 (7.0) かアルカリ性かを示す性質である。この土壌反応は土壌中における物質の性質や行動に重要な影響を及ぼす。さらに、土壌微生物の活動や植物の生育を大きく左右する。一般には土壌が中性もしくはそれに近いほど植物の生育には好適とされている。

#### (2) 電気伝導度 (EC)

土壌溶液中の塩類濃度を調べる目的で測定する。塩類過剰による植物の生育障害は特殊な有害成分が含まれている場合を除き、通常土壌の浸透圧増加による植物根の養水分の吸収阻害が主な要因とされている。

#### (3) 置換性塩基

土壌中に存在する塩基の量を示す。特にカルシウム、マグネシウム、カリウム、ナトリウムについては土壌中でしばしば欠乏または過剰となるので、この4元素がバランスよく存在することが土壌の肥沃度と密接な関係がある。また土壌の置換性塩基は酸性度と合わせて検討する必要がある。これらの陽イオンは多少解離していて一般に他の陽イオンと容易に交換されるので置換性塩基と呼ばれる。

#### (4) 塩基置換容量 (CEC)

土壌が交換できる塩基の最大量を塩基置換容量と呼ぶ。塩基置換容量の大きい土壌は肥料成分を多く吸収保持することができる。置換容量が水素イオンで多く占められている土壌ほど酸性であり反対に塩基で多く占められているほどアルカリ性である。

#### (5) 塩基飽和度

土壌の塩基置換容量がどの程度塩基で満たされているかを百分率で示したものである。一般に塩基飽和度が低くなるほど土壌は酸性となり、反対に100%に近づくほどアルカリ性になる。

#### (6) りん酸吸収係数

土壌 100g にりん酸塩を加えた場合、土壌が吸収したりん酸の量をmgで示した値をり

ん酸吸収係数と言う。りん酸吸収係数が大きい土壌はりん酸の吸収力が大きくりん酸を非有効化するので、作物栽培においてりん酸の多肥が必要とされる。

#### (7) 置換性アルミニウム

置換性アルミニウムは土壌粒子の表面に置換態（陽イオン）として保持されているので、土壌中の置換性アルミニウム含量が多い場合、通常塩基飽和度が低く、またpHも低い場合が多い。また置換性アルミニウムが多いと作物が酸性障害を受ける。これを矯正するため、石灰施用を行うがpHが6.0以上になった場合、置換性アルミニウムは土壌に固定され非置換性になる。

### 5-4-2 土壌の理化学的特性

土壌の理化学性については、土壌分析結果に基づき土壌分類別にその平均的な特性をTab. 5-5に取りまとめた。以下、土壌分類別にその特徴等について述べる。なお土壌分析方法、及びすべての土壌分析結果はTab. 5-6に取りまとめた。

#### (1) 粗粒レゴソル

pHは表層、下層ともに5.1であり弱酸性を呈する。置換性塩基ではカルシウム、カリウム、ナトリウムは少なくないが、マグネシウムには富んでいる。これは粗粒レゴソルに限らず、計画地区の土壌全般にみられる傾向である。りん酸吸収係数は125と小さくりん酸の施肥効果は高い。有効態りん酸が少ないので、作物栽培に当ってはりん酸の施用が望まれる。

#### (2) 細粒レゴソル

pHは表層で4.9、下層で5.6とその差が非常に大きい。土壌が酸性を示す原因としては置換性アルミニウムの存在と降雨による置換性塩基の溶脱とがある。

この土壌においては表層に比して下層のpHが高く、降雨による土壌の酸性化が顕著に表われている。また置換性アルミニウムは酸性障害を起すほど多くなく、このことは計画地区の土壌全般にみられる傾向である。

置換性塩基は下層において他の土壌に比べて多い。塩基置換容量は表層22.7me/100g、下層16.3me/100gと計画地区の土壌の中で最も大きく、保肥力の大きい土壌である。りん酸吸収係数は585でりん酸の施肥効果は高い。しかし有効態りん酸が少なく、作物栽培に際しりん酸の施肥が必要である。

### (3) 粗粒グライソル

pH は表層 4.7、下層 4.8と全層にわたり酸性が強い。これは降雨、地下水の上下により塩基成分が溶脱されたためである。置換性塩基は他の土壌タイプと同様の傾向を示しているが、若干マグネシウム含量が多い。塩基置換容量は砂質的な土壌のため、粗粒レゴソルの次に小さく、保肥力のやや小さい土壌である。しかし塩基飽和度は、粗粒レゴソルと同様に比較的高い。りん酸吸収係数は 650でりん酸の施用効果は期待できる。

### (4) 細粒グライソル

計画地区におけるグライソルの特徴として粗粒グライソル同様に酸性が強い。酸性化の原因は粗粒グライソルと同様である。また腐植の集積も酸性化の一因となるものと推察される。置換性塩基は他の土壌と類似の傾向を示すが塩基置換容量は細粒レゴソルの次に大きく、十分な保肥力を持つ。りん酸吸収係数は 325であるが、有効態りん酸は少なくりん酸の施用が望まれる。

### (5) プラノソル

pH は 4.7～ 4.8と強い酸性を呈する。置換性塩基は他の土壌と同様マグネシウムに富み、カルシウム、カリウム、ナトリウムに乏しい。塩基置換容量は約12me/ 100gと調査対象地域の土壌の中で標準的な値を持ち、塩基飽和度が約30%であることからかなりの保肥力を持つものと考えられる。りん酸吸収係数は 640でりん酸の施用効果は期待できる。

### (6) 腐植質プラノソル

その理化学性はプラノソルと大きな差異は認められない。腐植質プラノソルは未分解の有機物の集積によって表層における腐植含量が多いことが特徴的である。

### (7) アクリソル

pH は 5.2～ 5.3と弱酸性を示している。置換性塩基のうちカルシウムが若干欠乏気味であるが、塩基置換容量 (10.4me/ 100g)、塩基飽和度 (35%)、りん酸吸収係数 540などからみて大部分の作物栽培に適した土壌である。

Tab. 5-5 土壤分類別の理化学的特性

土壌分類	層位	土色	斑紋	グライ	湿り	粘着性	ち密度 ( $\text{cm}^3$ )	腐植 C (%)	pH		電気伝導度 EC ( $\mu\text{mho/cm}$ )	置換性塩基 (me/100g)				置換性 Al (me/100g)	塩基置換容量 CEC (me/100g)	塩基飽和度 (%)	水分吸収 係数	有効酸 当量 (ppm)	粒 径 組 成			土 性		仮比重 ( $\text{g/cc}$ )	土壌分 析点数
									( $\text{H}_2\text{O}$ )	(KCl)		Ca	Mg	K	Na						粘土	シルト	砂	日本	USDA		
粗粒ゴソル	表層	10 YR 4/3	-	-	乾	弱~ なし	15	0.52	5.1	4.2	0.07	2.7	0.77	0.07	0.2	0.6	7.0	53	125	2	16.7	16.2	67.1	SCL	SL	1.46	12試坑 11分析
	下層	10 YR 6/4	-	-	半湿 (1m以下)	弱	14	0.29	5.1	4.0	0.07	2.6	0.81	0.06	0.1	0.8	5.6	64	-	3	18.0	16.4	65.6	SCL	SL	1.51	
細粒ゴソル	表層	7.5YR 4/3	-	-	半湿	中	24	0.61	4.9	3.8	0.0	2.5	0.75	0.06	0.0	0.8	22.7	15	585	1	24.5	29.9	45.6	CL	SCL	1.43	3試坑 3分析
	下層	7.5YR 4/3	あり	-	湿 (1m前後)	中	21	0.42	5.6	4.1	0.04	2.8	0.96	0.04	1.2	1.7	16.3	31	-	1	34.3	21.0	44.7	Lic	CL	-	
粗粒グライソル	表層	7.5YR 4/3	-	-	半湿	弱	21	0.67	4.7	3.6	0.0	2.6	0.82	0.06	0.0	1.4	7.4	47	650	2	17.9	23.6	58.5	CL	SC	1.34	12試坑 12分析
	下層	7.5YR 5/3	あり	G	多湿 (1m以内)	弱	18	0.38	4.8	3.6	0.0	2.7	0.86	0.06	0.0	2.3	9.9	37	-	1	22.2	20.7	57.0	CL	SCL	-	
細粒グライソル	表層	7.5YR 4/2	-	-	湿	中	19	0.98	4.7	3.5	0.0	2.8	0.80	0.09	0.0	1.5	15.0	25	325	3	25.9	26.9	47.2	Lic	SCL	0.99	12試坑 12分析
	下層	10 YR 5/2	含む	G	多湿 (1m以内)	強	18	0.50	4.7	3.3	0.0	2.9	0.90	0.06	0.0	3.4	14.8	26	-	1	36.5	23.2	40.3	Lic	CL	-	
ブラノソル	表層	7.5YR 4/2	-	-	半湿	中	24	0.73	4.7	3.6	0.05	2.7	0.84	0.08	0.05	1.6	12.2	30	640	2	23.1	28.0	48.9	CL	I	1.38 1.71	15試坑 15分析
	下層	7.5YR 5/2	含む	G	湿 (1m前後)	中	22	0.33	4.8	3.5	0.01	2.8	0.88	0.05	0.07	3.4	11.9	32	-	1	31.9	20.2	47.9	Lic	SCL	-	
腐植質 ブラノソル	表層	7.5YR 3/1	-	-	湿	弱	22	1.08	5.0	3.7	0.0	2.8	0.83	0.07	0.0	0.8	13.3	28	630	2	21.1	23.5	55.4	CL	SCL	1.40	3試坑 2分析
	下層	10 YR 4/3	あり	G	多湿 (50cm前後)	弱	12	0.21	5.7	4.2	0.3	2.8	0.84	0.04	0.5	0.2	10.1	41	-	2	31.1	11.9	57.0	SC	SCL	-	
アクリソル	表層	5 YR 4/6	-	-	半湿	中	22	0.86	5.2	4.1	0.01	2.7	0.84	0.13	0.02	0.4	10.4	35	540	1	29.2	27.3	43.5	Lic	CL	1.66	4試坑 4分析
	下層	2.5YR 5/8	-	-	半湿 (1m以下)	強	20	0.49	5.3	4.1	0.0	2.9	0.95	0.12	0.1	0.7	10.6	38	-	1	36.7	22.9	40.4	Lic	CL	-	
フルピソル	表層	10 YR 7/3	-	-	半湿	なし	疎	なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SL	-	3試坑
	下層	10 YR 7/3	-	-	湿	"	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SL	-	

(註) 1. この表は、現地土壌調査及び土壌分析結果に基づき、表層 (0~30cm)、下層 (30~100cm) とそれぞれ規定してその平均的特性をとりまとめたものである。  
 2. 置換性塩基欄の下段の数値は、塩基の酸化物 (CaO、MgO、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ ) としてmg/100g単位で表示したものである。



Tab. 5-6 土壤分析結果

(1) 土壤分析方法

分析項目	分 析 法
腐植 (C:有機炭素)	チューリン法
pH	ガラス電極法 (土壌:H <sub>2</sub> O 又はKCl = 1:2.5)
置換性塩基 (Ca, Mg, K, Na.)	①pH 7.0 の1規定酢酸アンモニウムの浸出法 ②カルシウムとマグネシウムは原子吸光光度法による測定 ③カリウムとナトリウムは炎光光度法による測定
置換性アルミニウム	①1規定塩化カリウムの浸出法 ②YUAN法による測定
塩基置換容量 (CEC)	pH 7.0 の1規定酢酸アンモニウムの浸出法
りん酸吸収係数	りん酸アンモニウム法
有効態りん酸	トルオーグ法
粗 径 組 成	ピペット法
仮 比 重	現地容積重装置による測定
緩 衝 能 曲 線	炭酸カルシウムによる中和法

(注) りん酸吸収係数、仮比重及び緩衝能曲線は、土壤分類別に代表的な試坑調査地点についてのみ分析を実施する。

(2) 土壤分析結果表の記載方法

地点番号：試坑調査の地点番号とする。調査地点はFig. 5-4のとおりである。

層位：上から順に1層、2層、3層、4層とする。

深さ：各層位の地表面からの深さをcmで表示する。

腐植 C：腐植はチューリン法による有機炭素含量(C)を%で表示する。なお、腐植含量は有機炭素含量に係数 1.724を乗じて算出する。

pH (H<sub>2</sub>O) 及び pH (KCl)：ガラス電極法による測定値を表示する。

電気伝導度 EC：電気伝導度の測定値を m·mho/cm表示する。

置換性塩基：pH 7.0 の1規定酢酸アンモニウムの浸出法による測定値をme/100gで表示する。

塩基置換容量 CEC：pH 7.0 の1規定酢酸アンモニウムの浸出法による測定値をme/100gで表示する。

塩基飽和度：置換性塩基の総量 (Ca+Mg+K+Na) を塩基置換容量で除した値を%で表示する。

りん酸吸収係数：りん酸アンモニウム法による測定値を表示する。

(土壤 100g が吸収したリン酸の量をmgで示した値)

有効態りん酸：トルオーグ法による測定値をppm で表示する。

粒径組成：ピペット法により粘土、シルト、砂に区分し、その組成割合を%で表示する。

土性：日本及びアメリカ合衆国農務省 (USDA) の方法に基づき土性区分する。

土壤分類：FAO/UNESCOの土壤分類体系に準じて次のとおり区分する。

Re-c；粗粒レゴソル

Re-f；細粒レゴソル

Gl-c；粗粒グライソル

Gl-f；細粒グライソル

Pl；プラノソル

Pl-h；腐植質プラノソル

Ac；アクリソル

Fl；フルピソル

Tab. 5-6 (1) 土 壤 分 析 結 果 表

試坑 地点 番号	層位	深さ (cm)	腐植 C (%)	pH		電気伝導度 EC ( $m \cdot ml/10/cm$ )	陽換性塩基 (me/100g)			陽換性A1 (me/100g)	塩基交換容量 CEC (me/100g)	塩基飽和 度(%)	リン酸 吸収 係数	有効態 リン酸 (ppm)	粒徑組成 (%)			土 性		假比重 ( $g/cc$ )	土壌 分類
				H <sub>2</sub> O	KCl		Ca	Mp	K						Na	粘土	シルト	砂	日本		
1	1	0 ~ 15	0.63	4.6	3.7	0.0	2.6	1.01	0.12	0.0	0.8	9.4	40	-	1	10.8	18.0	71.2	SL	SL	GI-C
	2	16 ~ 42	0.52	4.6	3.7	0.0	3.0	1.00	0.07	0.0	1.2	7.9	52	-	2	11.6	13.6	74.8	SL	SL	
	3	43 ~ 100	0.72	4.4	3.6	0.0	3.2	1.00	-0.07	0.0	1.4	9.1	47	-	1	11.6	18.0	70.4	SL	SL	
2	1	0 ~ 5	0.63	4.5	3.8	0.0	2.1	0.74	-0.12	0.0	0.4	2.9	102	-	5	14.4	16.4	69.2	SL	SL	GI-C
	2	6 ~ 26	0.57	4.7	3.8	0.0	2.7	0.80	0.08	0.0	2.2	6.6	54	-	10	14.8	14.0	71.2	SL	SL	
	3	27 ~ 45	0.09	5.0	4.0	0.0	3.0	0.90	0.01	0.0	0.8	12.7	31	-	4	7.6	28.0	64.4	L	SL	
3	1	0 ~ 35	0.57	5.6	5.1	0.0	2.6	0.73	0.06	0.3	0.1	5.2	71	-	4	20.7	11.3	68.0	SCL	SCL	Re-c
	2	36 ~ 45	0.42	6.0	5.6	0.61	3.0	0.86	0.07	0.7	0.0	3.7	125	-	6	20.7	9.3	70.0	SCL	SCL	
	3	46 ~ 100	0.35	6.5	6.0	0.81	3.2	0.93	0.07	0.8	0.0	5.4	94	-	16	22.7	11.3	66.0	SCL	SCL	
4	1	0 ~ 17	0.98	4.9	3.8	0.0	2.9	0.88	-0.13	0.0	1.1	5.5	71	-	1	10.8	14.0	75.2	SL	SL	Re-c
	2	18 ~ 40	0.44	4.9	4.0	0.0	3.0	0.89	0.08	0.0	0.6	10.4	38	-	1	16.8	32.0	51.2	CL	L	
	3	41 ~ 60	0.44	4.7	3.9	0.0	2.4	0.79	0.11	0.0	0.4	3.9	85	-	2	15.8	23.4	60.8	CL	SL	
5	1	0 ~ 13	0.66	4.7	3.8	0.0	2.7	0.71	0.02	0.0	0.7	3.9	88	-	1	7.6	38.0	54.4	L	SL	Re-c
	2	14 ~ 24	0.47	4.7	3.8	0.0	2.8	0.93	0.09	0.0	1.0	8.7	44	-	1	13.2	19.0	68.8	SL	SL	
	3	25 ~ 100	0.19	5.1	3.7	0.0	3.1	0.92	0.12	0.0	0.9	7.0	59	-	1	22.8	24.0	53.2	CL	SCL	
7	1	0 ~ 10	0.43	4.7	3.8	0.0	2.8	0.68	0.05	0.0	0.7	9.6	37	125	3	17.3	6.0	76.7	SCL	SL	1.46
	2	11 ~ 80	0.29	4.9	4.0	0.0	2.6	0.59	0.02	0.0	0.3	2.6	123	-	1	17.3	8.0	74.7	SCL	SL	1.51
8	1	0 ~ 20	0.74	4.5	3.4	0.0	2.8	0.91	0.06	0.0	1.8	20.4	18	-	2	26.7	39.3	34.0	Lic	L	GI-C
	2	21 ~ 45	0.29	5.1	3.4	0.0	2.6	0.79	0.05	0.0	4.5	9.5	36	-	1	40.7	23.3	36.0	Lic	C	

Tab. 5-6 (2) 土 壤 分 析 結 果 表

試 験 地 点 番 号	層 位	深 さ (cm)	腐 植 率 C (%)	pH		電 氣 透 率 EC (m·mho/cm)	置 換 性 塩 基 (me/100g)				陽 換 性 A1 (me/100g)	塩 基 飽 和 容 量 CEC (me/100g)	塩 基 飽 和 度 (%)	リ ン 酸 吸 収 係 数	有 効 態 リ ン 酸 (ppm)	粒 徑 組 成 (%)			土 性		傾 比 重 (g/cc)	土 壤 分 類
				H <sub>2</sub> O	KCl		Ca	Mg	K	Na						粘 土	シルト	砂	日 本	USDA		
9	1	0 ~ 23	1.97	4.8	3.7	0.0	2.9	0.91	0.08	0.0	1.2	22.3	17	-	2	21.6	34.0	44.8	CL	L	PI-h	
	2	24 ~ 35	0.42	5.1	3.4	0.0	3.0	0.85	0.02	0.0	0.5	6.8	57	-	1	15.6	24.0	60.4	CL	SL		
	3	36 ~ 60	0.28	5.6	4.0	0.11	3.2	0.98	0.06	0.5	0.3	17.8	27	-	2	47.6	9.2	43.2	HC	C		
10	1	0 ~ 25	0.62	5.0	3.7	0.0	2.8	0.78	0.05	0.0	0.6	8.9	41	630	2	22.9	15.3	61.8	SCL	SCL	PI-h	
	2	26 ~ 42	0.14	5.4	4.2	0.0	2.2	0.66	0.02	0.0	0.2	2.4	120	-	1	16.9	15.3	67.8	SCL	SL		
	3	43 ~	0.13	5.8	4.4	0.61	2.4	0.74	0.02	0.5	0.0	3.4	108	-	1	16.9	13.3	69.8	SCL	SL		
12	1	0 ~ 30	0.38	5.3	4.2	0.0	1.9	0.65	0.08	0.0	0.0	27.9	9	620	1	24.7	20.0	55.3	CL	SCL	Re-f	
	2	31 ~ 70	0.29	5.1	3.5	0.0	2.2	0.73	0.04	0.0	1.0	20.4	15	-	1	28.7	14.0	57.3	SC	SCL		
13	1	0 ~ 14	0.81	4.8	4.0	0.0	2.2	0.75	0.03	0.0	0.5	3.7	81	-	4	18.7	20.5	60.8	CL	SL	Re-C	
	2	15 ~ 40	0.18	4.9	4.0	0.0	2.6	0.75	0.03	0.0	0.4	3.3	102	-	3	14.7	22.5	62.8	L	SL		
	3	41 ~ 65	0.32	5.2	4.1	0.0	2.3	0.63	0.03	0.0	1.2	2.0	148	-	3	16.7	24.5	58.8	CL	SL		
14	1	0 ~ 35	0.57	5.1	3.5	0.0	2.8	0.81	0.04	0.0	1.2	34.3	11	550	1	32.7	22.0	45.3	Lic	SCL	1.45 Re-f	
	2	36 ~ 65	0.37	7.4	5.7	0.15	3.2	1.30	0.08	4.0	0.0	17.6	49	-	1	40.7	20.0	39.3	Lic	C		
15	1	0 ~ 17	1.83	4.5	3.7	0.0	2.2	0.69	0.14	0.0	1.4	9.4	32	-	2	9.6	19.6	70.8	SL	SL	Re-C	
	2	18 ~ 45	0.10	4.9	3.9	0.0	2.5	0.83	0.11	0.0	0.6	5.6	61	-	1	12.8	18.0	69.2	SL	SL		
	3	46 ~ 70	0.42	4.6	3.7	0.0	2.6	1.03	0.01	0.0	0.0	10.2	36	-	1	9.6	11.6	78.8	SL	SL		
16	1	0 ~ 12	1.09	5.2	3.6	0.0	2.9	0.98	0.08	0.1	1.1	6.8	60	-	2	11.6	41.6	46.8	L	L	GI-C	
	2	13 ~ 35	0.49	4.6	3.5	0.0	3.1	1.01	0.04	0.0	1.7	7.5	55	-	2	17.6	30.0	52.4	CL	SL		
	3	36 ~ 100	0.51	4.8	3.4	0.0	2.6	1.00	0.10	0.0	2.4	5.1	73	-	1	29.6	29.6	40.8	Lic	CL		

Tab. 5-6 (3) 土壤分析結果表

試坑 地点 番号	腐位	深さ (cm)	腐植 C (%)	pH		電気伝導度 EC (m・ml/100/cm)	陽換性塩基 (me/100g)				陽換性A1 (me/100g)	陽基置換容量 CEC (me/100g)	陽基飽和 度(%)	リン酸 吸収 係数	有効態 リン酸 (ppm)	粒徑組成 (%)			土性		坂比重 (g/cc)	土壤 分類
				H <sub>2</sub> O	KCl		Ca	Mg	K	Na						粘土	シルト	砂	日本	USDA		
18	1	0 ~ 30	0.46	4.9	3.4	0.0	2.3	0.68	0.03	0.0	2.0	11.6	26	200	1	28.7	28.0	43.3	Lic	CL		Gl-f
	2	31 ~ 60	0.39	5.1	3.3	0.0	3.0	0.93	0.04	0.0	4.1	5.4	74	-	1	38.7	26.0	35.3	Lic	CL		
19	1	0 ~ 19	0.49	4.9	3.6	0.0	2.7	0.79	0.07	0.0	0.9	7.9	45	-	1	19.3	20.0	60.7	CL	SL		Re-c
	2	20 ~ 65	0.32	4.7	3.6	0.0	3.1	0.75	0.04	0.0	0.9	6.4	61	-	1	21.2	28.0	50.8	CL	L		
	3	66 ~ 85	0.46	4.9	3.3	0.0	3.0	1.00	0.09	0.0	4.0	27.3	15	-	1	32.7	10.5	56.8	SC	SCL		
20	1	0 ~ 13	1.59	4.8	3.7	0.0	3.0	0.97	0.13	0.0	0.7	5.0	82	-	2	17.6	41.6	40.8	CL	L		Pe
	2	14 ~ 52	0.32	4.7	3.5	0.0	2.7	0.91	0.06	0.0	2.2	6.4	58	-	1	19.6	30.0	50.4	CL	L		
	3	53 ~ 105	0.35	5.0	3.2	0.0	3.1	1.00	0.02	0.0	7.4	15.3	27	-	1	53.6	18.0	28.4	HC	C		
21	1	0 ~ 14	0.66	4.6	3.7	0.0	2.8	0.81	0.13	0.0	1.2	4.7	80	-	1	18.8	34.0	47.2	CL	L		Re-c
	2	15 ~ 37	0.64	4.7	3.6	0.0	3.0	0.80	0.02	0.0	1.6	5.0	76	-	1	13.6	32.0	54.4	L	SL		
	3	38 ~ 58	0.44	4.8	3.7	0.0	2.8	0.83	0.11	0.0	1.5	4.2	89	-	1	16.8	30.0	53.2	CL	SL		
22	4	59 ~ 100	0.39	5.1	3.3	0.0	2.7	0.76	0.13	0.0	4.6	10.2	35	-	1	26.8	22.0	51.2	Lic	SCL		
	1	0 ~ 21	0.32	6.6	5.6	0.80	2.4	0.68	0.05	2.4	0.0	3.3	167	-	6	20.7	9.3	70.0	SCL	SCL		Re-c
23	1	0 ~ 15	0.56	4.4	3.5	0.0	2.3	0.75	0.03	0.0	1.2	8.0	39	-	1	14.8	32.0	53.2	L	SL		PI
	2	16 ~ 50	0.32	4.4	3.4	0.0	2.9	0.90	0.01	0.0	1.7	6.2	61	-	1	24.8	24.0	51.2	CL	SCL		
	3	51 ~ 112	0.28	4.2	3.1	0.0	2.7	0.96	0.01	0.0	5.0	14.2	26	-	1	40.8	14.0	45.2	Lic	SC		
24	1	0 ~ 20	1.51	4.3	3.4	0.0	3.0	0.89	0.23	0.0	1.4	31.9	13	-	1	22.7	18.5	58.8	SCL	SCL		Gl-f
	2	21 ~ 30	0.78	4.7	3.5	0.0	2.6	0.93	0.24	0.0	1.0	16.2	23	-	1	28.7	26.5	44.8	Lic	CL		
25	1	0 ~ 40	0.42	5.5	4.5	0.0	2.9	0.93	0.17	0.8	0.2	3.0	141	-	4	21.3	14.0	64.7	SCL	SCL		Re-c
	2	41 ~ 100	0.21	5.0	3.8	0.0	2.0	0.63	0.09	0.0	0.4	4.9	56	-	5	19.3	12.0	68.7	SCL	SL		

Tab. 5-6 (4) 土 壤 分 析 結 果 表

試坑 地点 番号	層位	深  さ (cm)	腐  植 C (%)	pH		電氣伝導度 EC (m-mho/cm)	陽換性塩基 (me/100g)				置換性A I (me/100g)	塩基置換容量 CEC (me/100g)	塩基飽和 度 (%)	リン酸吸 収係数	有効態 リン酸 (ppm)	粒徑組成 (%)			土  性		坂比重 (g/cc)	土  壤 分類
				H <sub>2</sub> O	KCl		Ca	Mg	K	Na						粘  土	シルト	砂	日本	USDA		
26	1	0 ~ 25	0.77	4.4	3.4	0.0	2.8	0.80	0.06	0.0	1.4	19.3	19	-	1	26.2	28.5	45.3	Lic	.L		Gl-f
	2	26 ~ 40	0.39	4.9	3.0	0.0	2.8	0.78	0.11	0.0	8.3	40.9	9	-	1	54.2	20.5	25.3	HC	.C		
27	1	0 ~ 30	1.47	4.9	3.7	0.0	2.8	0.65	0.10	0.0	1.7	42.4	8	450	10	16.7	16.5	66.8	SCL	SL	0.61	Ge-f
	2	31 ~ 70	0.88	4.8	3.3	0.0	3.0	1.00	0.05	0.0	1.5	37.1	11	-	1	48.7	24.5	26.8	HC	.C		
28	1	0 ~ 7	0.84	4.5	3.5	0.0	2.4	0.73	0.06	0.0	0.8	6.2	51	-	1	22.2	16.5	61.3	SCL	SCL		Ge-f
	2	8 ~ 30	0.46	4.6	3.5	0.0	2.8	0.81	0.03	0.0	0.5	3.9	93	-	1	22.2	12.5	65.3	SCL	SCL		
29	1	0 ~ 5	0.38	5.2	4.2	0.0	2.4	0.78	0.05	0.0	0.2	4.9	66	-	1	18.7	16.5	64.8	SCL	SL		Ac
	2	6 ~ 40	0.21	5.3	4.0	0.0	2.7	0.91	0.03	0.0	0.2	4.5	81	-	1	20.7	18.5	60.8	SCL	SCL		
30	1	0 ~ 13	1.41	5.0	4.3	0.0	2.9	0.85	0.33	0.0	0.0	11.9	35	-	32	13.6	41.6	44.8	L	L		Ge-f
	2	14 ~ 52	0.47	4.7	3.6	0.0	3.0	0.80	0.10	0.0	1.0	5.2	77	-	7	14.8	26.8	58.4	L	SL		
31	3	53 ~ 105	0.07	4.9	3.2	0.0	2.8	0.63	0.02	0.0	4.4	11.3	31	-	1	30.8	24.0	45.2	Lic	SCL		
	1	0 ~ 17	0.33	5.0	3.6	0.0	2.8	0.78	0.08	0.0	0.8	6.4	57	-	1	24.8	13.4	61.8	SCL	SCL		Re-c
32	2	18 ~ 30	0.12	4.9	3.6	0.0	3.1	0.68	0.04	0.0	1.0	6.0	67	-	1	24.8	13.4	61.8	SCL	SCL		
	3	31 ~ 63	0.05	5.0	3.6	0.0	2.6	0.93	0.09	0.0	0.9	4.1	88	-	1	26.8	11.4	61.8	SC	SCL		
	1	0 ~ 17	1.31	4.5	3.5	0.0	2.7	0.78	0.11	0.0	2.1	14.4	25	-	1	21.6	43.6	34.8	Cl	L		Pl
	2	18 ~ 42	0.47	4.6	3.6	0.0	2.8	0.80	0.03	0.0	1.1	3.8	96	-	2	15.6	26.0	58.4	Cl	SL		
	3	43 ~ 72	0.28	4.6	3.3	0.0	2.7	0.69	0.01	0.0	4.5	6.6	52	-	1	25.6	14.0	60.4	SC	SCL		
	4	73 ~	0.18	4.2	3.3	0.0	2.1	0.63	0.11	0.0	3.3	4.2	68	-	1	22.8	18.0	59.2	SCL	SCL		

Tab. 5-6 (5) 土 壤 分 析 結 果 表

試坑 地点 番号	深 度 (cm)	腐 植 C (%)	pH		電気伝導度 EC ( $m \cdot mino/cm$ )	陽換性塩基 (me/100g)				陽換性A I (me/100g)	塩基置換容量 C E C (me/100g)	塩基飽和 度 (%)	リン酸 吸 収 係 数	粒徑組成 (%)			土 性		仮 比 重 (g/cc) 分類
			H <sub>2</sub> O	KCl		Ca	Mg	K	Na					粘 土	シルト	砂	日本	USDA	
33	1 0 ~ 13	1.49	4.4	3.5	0.0	2.4	0.70	0.14	0.0	1.3	40.3	8	900	26.8	25.4	47.8	lic	SCL	PI
	2 14 ~ 18	0.04	4.8	3.5	0.0	2.8	0.59	0.04	0.0	0.5	32.6	11	-	30.8	25.4	43.8	lic	CL	
	3 19 ~ 80	0.19	4.7	3.2	0.0	3.0	0.78	0.09	0.0	2.1	21.4	18	-	44.8	11.4	43.8	lic	C	
34	1 0 ~ 13	0.58	4.3	3.4	0.0	2.4	0.75	0.08	0.0	0.9	10.9	30	400	30.8	19.4	49.8	lic	SCL	PI
	2 14 ~ 48	0.26	4.6	3.3	0.0	2.8	0.88	0.04	0.0	2.3	7.9	46	-	28.8	19.4	51.8	lic	SCL	1.41
	3 49 ~ 105	0.10	4.7	3.2	0.0	3.0	0.88	0.03	0.0	2.1	6.6	59	-	32.8	35.4	31.8	lic	CL	
35	1 0 ~ 7	1.29	4.9	3.8	0.0	2.3	0.72	0.07	0.0	0.4	4.5	69	-	7.6	23.2	69.2	SL	SL	PI
	2 8 ~ 45	0.35	4.5	3.7	0.0	2.5	0.86	0.05	0.0	0.8	7.1	48	-	11.6	22.0	66.4	SL	SL	
	3 46 ~ 100	0.21	4.6	3.1	0.0	1.8	0.53	0.01	0.0	5.0	15.5	15	-	32.8	16.0	51.2	lic	SCL	
36	1 0 ~ 15	0.47	5.1	4.1	0.0	2.8	0.66	0.07	0.0	0.5	10.2	35	-	11.6	8.0	80.4	SL	SL	Re-C
	2 16 ~ 43	0.60	4.9	4.1	0.0	2.5	0.68	0.05	0.0	0.5	28.4	11	-	11.6	8.0	80.4	SL	SL	
	3 44 ~ 60	0.29	4.9	4.2	0.0	3.0	0.80	0.07	0.0	0.3	2.7	146	-	8.8	10.0	81.2	SL	LS	
	4 61 ~ 93	0.34	4.5	4.2	0.0	2.2	0.73	0.01	0.0	0.3	3.3	89	-	4.8	20.8	74.4	SL	LS	
37	1 0 ~ 30	0.63	4.7	3.6	0.0	2.8	0.71	0.13	0.0	1.7	7.9	46	-	13.2	46.0	40.8	SII	L	PI
	2 31 ~ 80	0.32	5.0	3.5	0.0	2.7	0.80	0.01	0.0	2.5	6.3	56	-	25.6	32.0	42.4	lic	L	
	3 81 ~ 100	0.46	5.0	3.4	0.0	2.9	0.86	0.05	0.0	3.0	12.9	30	-	19.6	30.0	50.4	CL	L	
38	1 2 ~ 28	0.6	4.8	3.7	0.0	2.3	0.71	0.03	0.0	0.9	5.0	61	-	20.7	21.3	58.0	CL	SCL	GI-C
	2 29 ~ 50	0.29	4.8	3.7	0.0	2.6	0.75	0.04	0.0	0.7	3.8	89	-	22.7	13.3	64.0	CL	SCL	

Tab. 5-6 (6) 土 塚 分 析 結 果 表

試坑 地点 番号	層位	深さ (cm)	腐植 C (%)	pH		電気伝導度 EC (m·mho/cm)	置換性塩基 (me/100g)				置換性A1 (me/100g)	塩基置換容量 CEC (me/100g)	陽陽度 (%)	リン酸吸 収係 数	有効態 リン酸 (ppm)	粒径組成 (%)			土 性		仮比重 (g/cc)	土級 分類
				H <sub>2</sub> O	KCl		Ca	Mg	K	Na						粘 土	シルト	砂	日本	USDA		
39	1	0 ~ 44	1.47	4.7	3.9	0.0	2.0	0.68	0.03	0.0	1.2	4.4	62	-	1	7.6	12.0	80.4	SL	LS		GI-C
	2	45 ~ 64	0.51	4.7	4.0	0.0	2.6	0.78	0.01	0.0	0.8	8.1	42	-	1	7.6	22.0	70.4	SL	SL		
	3	65 ~ 100	0.19	4.9	4.1	0.0	3.0	0.82	0.01	0.0	0.4	4.1	93	-	1	5.6	22.0	72.4	SL	SL		
40	1	0 ~ 25	0.69	4.8	3.4	0.0	2.6	0.78	0.06	0.0	1.3	8.0	43	-	2	20.9	25.3	53.8	CL	SCL		GI-C
	2	26 ~ 58	0.18	4.8	3.4	0.0	2.5	0.76	0.07	0.0	2.4	8.2	41	-	1	26.9	19.3	53.8	Lic	SCL		
41	1	0 ~ 30	0.90	6.4	5.8	0.85	3.6	1.33	0.07	0.8	0.0	13.2	44	-	2	20.9	23.3	55.8	CL	SCL		PI
	2	31 ~ 48	0.26	6.8	6.1	1.65	3.5	1.88	0.07	1.0	0.0	19.9	47	-	1	22.9	43.3	33.8	CL	L		
42	1	0 ~ 45	0.39	4.7	3.3	0.0	2.8	0.80	0.04	0.0	2.4	10.6	34	350	1	32.2	14.5	53.3	Lic	SCL	1.36	PI
	2	46 ~ 70	0.30	4.8	3.1	0.0	3.1	0.95	0.07	0.0	4.9	19.5	21	-	1	46.9	17.3	35.8	HC	C		
42	1	0 ~ 10	1.52	4.6	3.7	0.0	2.5	0.74	0.03	0.0	1.0	15.0	22	-	2	11.6	16.0	72.4	SL	SL		Re-C
	2	11 ~ 61	0.22	4.8	3.6	0.0	2.9	0.93	0.02	0.0	1.7	4.9	79	-	1	11.6	20.0	68.4	SL	SL		
	3	62 ~ 110	0.32	5.1	3.3	0.0	2.9	0.77	0.02	0.0	4.8	10.9	34	-	1	28.8	20.0	51.2	Lic	SCL		
43	1	0 ~ 30	1.09	4.4	3.6	0.0	2.9	0.85	0.07	0.0	1.3	7.0	55	-	2	13.5	52.0	34.4	SIL	SIL		Re-f
	2	31 ~ 64	0.61	4.5	3.6	0.0	2.4	0.73	0.04	0.0	1.4	4.7	67	-	1	18.8	42.8	38.4	CL	L		
	3	65 ~ 100	0.57	4.5	3.3	0.0	3.2	0.98	0.03	0.0	5.4	12.4	34	-	1	42.8	20.8	36.4	Lic	C		
44	1	0 ~ 15	1.19	4.4	3.3	0.0	2.8	0.93	0.06	0.0	2.5	21.4	18	800	1	32.9	21.3	45.8	Lic	SCL	1.21	PI
	2	16 ~ 40	0.29	4.6	3.3	0.0	2.2	0.70	0.04	0.0	2.2	7.0	42	-	1	32.9	31.3	35.8	Lic	CL		
46	1	0 ~ 32	1.19	4.5	3.7	0.0	2.3	0.76	0.03	0.0	1.1	7.4	42	-	1	20.7	20.0	59.3	CL	SCL		GI-C
	2	33 ~ 52	0.88	4.9	3.5	0.0	3.2	1.10	0.03	0.0	2.3	10.7	40	-	1	43.2	21.4	35.4	Lic	C		AC

Tab. 5-6 (7) 土 壤 分 析 結 果 表

試 験 地 点 番 号	深 さ (cm)	腐 植 C (%)	pH		電 気 伝 導 度 EC (m·mho/cm)	陽 換 性 塩 基 (me/100g)				置 換 性 Al (me/100g)	塩 基 陽 陰 容 量 CEC (me/100g)	塩 基 飽 和 度 (%)	リン 酸 吸 収 係 数	有 効 態 リン 酸 (ppm)	粒 徑 組 成 (%)			土 性		板 比 重 (g/cc) 分類		
			H <sub>2</sub> O	KCl		Ca	Mg	K	Na						粘 土	シルト	砂	日 本	USDA			
48	1	0 ~ 15	1.16	5.6	4.4	0.08	3.1	1.02	0.38	0.2	0.1	9.6	49	400	2	30.7	43.3	26.0	Lic	CL	1.46	Ac
	2	16 ~ 38	0.85	5.4	4.4	0.0	3.4	0.98	0.22	0.0	0.1	9.0	51	-	1	34.7	35.3	30.0	Lic	CL		
	3	39 ~ 95	0.39	5.7	4.6	0.0	2.9	0.89	0.35	0.4	0.2	12.3	37	-	1	47.2	23.4	29.4	HC	C		
49	1	0 ~ 34	1.39	4.4	3.4	0.0	2.9	0.81	0.01	0.0	4.2	23.9	16	-	1	25.6	38.0	36.4	Lic	L		PI
	2	35 ~ 44	0.73	4.7	3.5	0.0	2.9	0.80	0.02	0.0	2.1	6.5	57	-	1	24.8	30.0	45.2	CL	L		
	3	45 ~ 70	0.43	4.8	3.6	0.0	2.8	0.86	0.02	0.0	0.7	7.1	52	-	1	11.6	1.2	87.2	LS	LS		
50	1	0 ~ 8	0.84	4.6	3.5	0.0	3.0	0.84	0.07	0.0	1.7	5.1	77	-	1	29.2	37.4	33.4	Lic	CL		GI-f
	2	9 ~ 26	0.29	4.5	3.5	0.0	3.2	1.00	0.04	0.0	1.7	3.8	112	-	2	31.2	29.4	39.4	Lic	CL		
51	1	0 ~ 23	0.04	4.6	3.6	0.0	2.8	0.80	0.06	0.0	1.0	5.0	73	-	1	18.7	26.0	55.3	CL	SL		GI-c
	2	0 ~ 5	1.19	4.6	3.5	0.0	2.9	0.65	0.10	0.0	1.2	6.6	55	-	3	28.2	22.5	49.3	Lic	SCL		GI-f
52	1	6 ~ 12	0.57	4.6	3.4	0.0	2.8	0.81	0.04	0.0	2.1	9.1	40	-	1	32.2	14.5	53.3	Lic	SCL		
	2	0 ~ 31	1.15	4.6	3.5	0.0	2.8	0.90	0.07	0.0	2.1	10.4	36	-	1	17.2	42.0	40.8	CL	L		PI
	3	32 ~ 70	0.70	4.4	3.5	0.0	2.9	0.74	0.01	0.0	1.0	6.9	53	-	1	22.8	26.0	51.2	CL	SCL		
53	1	71 ~ 110	0.38	4.6	3.1	0.0	2.6	0.78	0.01	0.0	7.3	16.5	21	-	1	36.8	8.0	55.2	SC	SC		
	2	0 ~ 28	1.23	4.6	3.6	0.0	2.7	0.83	0.05	0.0	0.8	9.1	39	-	3	33.2	41.4	25.4	Lic	CL		GI-f
54	1	29 ~ 40	0.74	4.7	3.5	0.0	2.9	1.30	0.02	0.0	1.2	5.4	78	-	1	31.2	41.4	27.4	Lic	CL		
	2	0 ~ 17	0.99	4.5	3.6	0.0	2.8	0.93	0.11	0.0	1.0	8.6	45	-	2	13.6	16.0	70.4	SL	SL		
	3	18 ~ 50	0.39	4.7	3.8	0.0	2.0	0.63	0.01	0.0	0.8	7.2	37	-	2	10.8	26.0	63.2	L	SL		PI
55	1	51 ~ 75	0.56	4.5	3.2	0.0	2.8	0.88	0.09	0.0	8.8	14.3	26	-	1	36.8	6.0	57.2	SC	SC		
	2																					

Tab. 5-6 (8) 土 境 分 析 結 果 表

試点 地点 番号	層位	深 さ (cm)	腐 植 C (%)	pH		電気伝導度 EC ( $\mu\text{mho/cm}$ )	交換性塩基 (me/100g)				陽換性A1 (me/100g)	陽置置換容量 CEC (me/100g)	腐植飽和 度 (%)	リン酸 吸収 係数	有効 リン酸 (ppm)	粒徑組成 (%)			土 性		土 壤 分類		
				H <sub>2</sub> O	KCl		Ca	Mg	K	Na						粘土	シルト	砂	日本	USDA		假比量 (g/cc)	
56	1	0 ~ 12	0.74	5.3	4.2	0.0	3.1	0.85	0.08	0.0	0.1	8.9	45	680	1	26.2	28.5	45.3	Lic	L	1.66	Ac	
	2	13 ~ 50	0.46	5.2	4.3	0.0	2.6	0.93	0.08	0.0	0.0	10.7	34	-	1	26.2	34.5	39.3	Lic	L			
	3	51 ~ 90	0.32	5.4	4.2	0.0	3.0	0.91	0.05	0.0	0.0	16.3	25	-	1	42.2	24.5	33.3	Lic	C			
57	1	0 ~ 30	0.58	4.5	3.5	0.0	2.6	0.79	0.10	0.0	1.6	4.5	78	750	3	26.8	23.4	49.8	Lic	SCL	1.36	PI	
	2	31 ~ 64	0.32	4.8	3.5	0.0	3.2	0.86	0.02	0.0	0.9	3.6	113	-	1	27.4	17.3	55.3	SC	SCL	1.71		
	3	65 ~ 100	0.33	4.7	3.2	0.0	2.9	0.78	0.05	0.0	6.0	11.4	33	-	1	45.4	13.3	41.3	HC	C			
58	1	0 ~ 20	2.18	4.8	4.0	0.0	2.9	0.75	0.13	0.0	0.2	22.3	17	-	2	19.6	41.2	39.2	CL	L		GI-f	
	2	21 ~ 50	0.27	4.6	3.4	0.0	3.0	0.77	0.04	0.0	1.7	6.9	55	-	1	27.6	19.2	51.2	LC	SCL			
	3	51 ~ 105	0.49	4.6	3.2	0.0	3.3	0.86	0.02	0.0	6.3	13.1	32	-	1	49.6	14.0	36.4	HC	C			
59	1	0 ~ 12	1.03	4.6	3.8	0.0	2.4	0.78	0.38	0.0	0.4	36.1	10	-	8	33.4	27.3	39.3	Lic	CL		PI	
	2	13 ~ 30	0.21	4.6	3.6	0.0	2.8	0.73	0.20	0.0	0.4	9.1	41	-	1	31.4	25.3	43.3	Lic	CL			
	3	31 ~ 42	0.40	4.7	3.6	0.0	3.1	1.03	0.25	0.0	1.0	20.9	21	-	1	33.4	19.3	47.3	Lic	SCL			
60	4	43 ~ 80	0.69	4.2	3.2	0.0	2.4	0.73	0.08	0.0	6.0	13.5	24	-	1	39.2	10.0	50.8	Lic	SC			
	1	0 ~ 20	1.36	4.7	3.4	0.0	3.0	0.89	0.08	0.0	2.2	7.9	50	-	3	31.2	28.0	40.8	Lic	CL		GI-f	
	2	21 ~ 55	0.60	4.6	3.3	0.0	3.0	0.86	0.08	0.0	3.8	10.6	37	-	1	31.2	26.0	42.8	Lic	CL			
	3	56 ~	0.32	4.5	3.2	0.0	2.9	0.81	0.07	0.0	10.6	26.0	15	-	1	51.2	16.0	32.8	HC	C			

## 5-5 土壤改良

土壤本来の理化学的な性質及び微生物的な性質を改良し、土壤の肥沃性及び作物の生産性を高めることを土壤改良という。一般に土壤改良を必要とする代表的な理化学的な性質として土壤の酸性度及びりん酸吸収度である。また土壤の物理性を改良するために有機質肥料の投入、緑肥栽培などがある。

土壤のりん酸の欠乏は作物の生育に大きな影響を与える。また土壤はそれぞれりん酸を吸収する能力が異なる。これが大きい場合はりん酸肥料を多く施用しても土壤に固定されてしまうので、有効態りん酸として作物に利用される量は小さい。一般に土壤のりん酸吸収係数が700を上回る場合、土壤改良が必要である。計画地区の土壤はりん酸吸収係数が700以下であり、りん酸の施肥効果が十分に期待され、特別な土壤改良を行う必要はない。したがって、ここでは酸性矯正及び物理性改良のための緑肥栽培について述べる。

### (1) 酸性改良

土壤のpHは土壤の持つもっとも重要な性質の一つであって、土壤の酸性度により土壤の化学状態や養分の溶解度が変わり、植物の根や微生物の生理状態が変る。

例えば植物の重要な養分であるりん酸は、酸性条件下ではりん酸鉄、りん酸アルミニウムの形態となり、溶解度が極めて小さい。しかし中性又は弱アルカリの状態では、りん酸カルシウムの形態となり溶解度は大きい。

また土壤中に生息する微生物は酸性条件下では生育や活動が制約されることが多く、有機物の分解や窒素の固定などの機能が低下する。

前述のように一般的にみて土壤の酸性度が低い(pHが小さい)場合、作物の生育が阻害されることが多い。試験データや経験に基づき、Tab. 5-7のとおり各作物についてpHの許容範囲及び最適範囲が設定されている。これに基づくとpH 6.0以上では特殊な作物を除きすべて許容範囲に入り栽培可能である。また計画地区に導入を予定している基幹作物である小麦、大豆はpH 6.0が最適範囲に入るため、畑地土壤の酸性改良の目標はpH 6.0に定める。

また同じく基幹作物である水稲は、土壤の酸性に比較的強い作物であるとともに、水田の土壤はFig. 5-5のとおり湿水により土壤が中性化される特性がある。したがって土壤の酸性改良は畑地にのみ行い、水田についてはこれを行わない。

土壤の酸性を矯正するために通常炭酸カルシウムや生石灰を投入して土壤改良を行う。

土壌のpHを目標値まで上げるのにどの程度の炭酸カルシウムを投入する必要があるかを決定するため、Fig. 5-6のとおり土壌分類別の緩衝能曲線を土壌分析結果に基づき作成した。この緩衝能曲線を用い、土壌改良深15cmとしてpH 6.0まで酸性矯正するのに必要な炭酸カルシウムの量を計算したものをTab. 5-8に示す。

これによると比較的砂質の土壌であるレゴソルは少量(1.0t/ha)の炭酸カルシウムの投入で目標pH 6.0に達する。一方粘質な土壌であるアクリソルでは目標pH 6.0に達するためには多量(4.1t/ha)の炭酸カルシウムの投入を必要とする。グライソル、プラノソルはこの中間を示す。

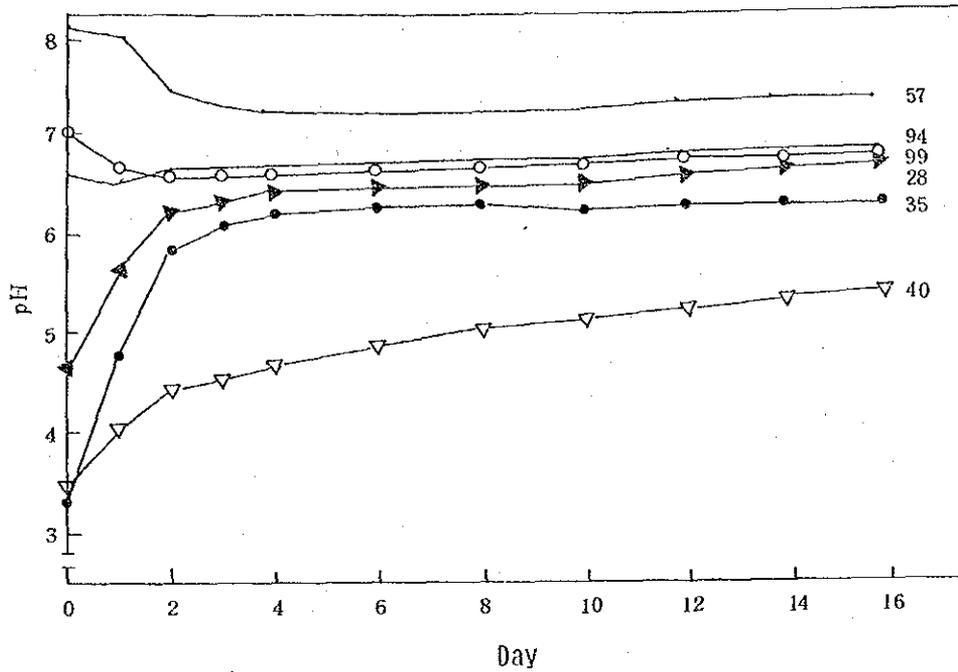
## (2) 緑肥栽培

計画地区は年間降雨量が約1,500mmと多く、また降雨強度も強い。その上夏期においては気温が高く、土壌中の有機物の分解・消耗がはげしい。そのため畑地においては有機質肥料の投入や緑肥栽培を行い、土壌の団粒化の促進等により地力を増進することが望まれる。特に、有機質肥料としてはたい肥の投入が望ましい。しかし計画地区が広大であること、畜産が放牧を主としていることからたい肥及びきゅう肥の確保が困難である。したがって緑肥栽培を導入すべきである。緑肥作物の成分組成中特に粗繊維、リグニンなど炭素率の大きいものは土壌中に保持される時間が長い。導入する緑肥作物としてはこれらの成分が多い禾本科の青刈えん麦、青刈ライ麦などが適当である。また豆科の植物は空中窒素の固定を行うので肥料効果がある。そのため青刈大豆、ルーピン、クローバ、アルファルファなども適当である。

Tab. 5-7 作物別にみた pH の許容範囲と最適範囲

作物名	pH	許容範囲	最適範囲
すいか		5.0~7.0	5.5~6.0
ピーマン		5.5~6.8	6.0~6.5
きゅうり		5.2~7.2	5.5~6.8
トマト		5.2~7.2	6.2~7.2
なす		6.0~7.3	
メロン類		5.8~7.2	
とうもろこし		5.5~8.0	
キャベツ		5.5~7.2	
にんじん		5.3~7.0	6.0~6.6
えんどう		5.5~7.5	6.0~6.8
たまねぎ		6.0~8.0	6.3~7.3
かんしょ		6.0~8.0	
じゃがいも		4.5~7.0	5.2~6.4
かぼちゃ		5.5~6.5	
さといも		4.0~9.1	
らっかせい		6.0~7.0	
ポロット豆		5.0~7.0	
いんげん		4.9~6.5	5.3~6.3
グレープフルーツ		4.0~7.6	5.0~6.0
綿		6.0~8.0	6.5~7.5
にんにく		5.5~6.5	
えん麦		5.0~8.0	
小麦		5.5~7.5	6.0~7.0
大豆		4.0~7.0	6.0~6.5
マンジョウカ		5.5~6.5	
イタリアンライグラス		5.5~8.0	6.0~6.5
ソルゴー		5.5~8.0	6.0~6.5
デントコーン		5.5~8.0	
スーダングラス		5.0~8.0	5.5~6.0

Fig. 5-5 湛水による土壌 pH の変化

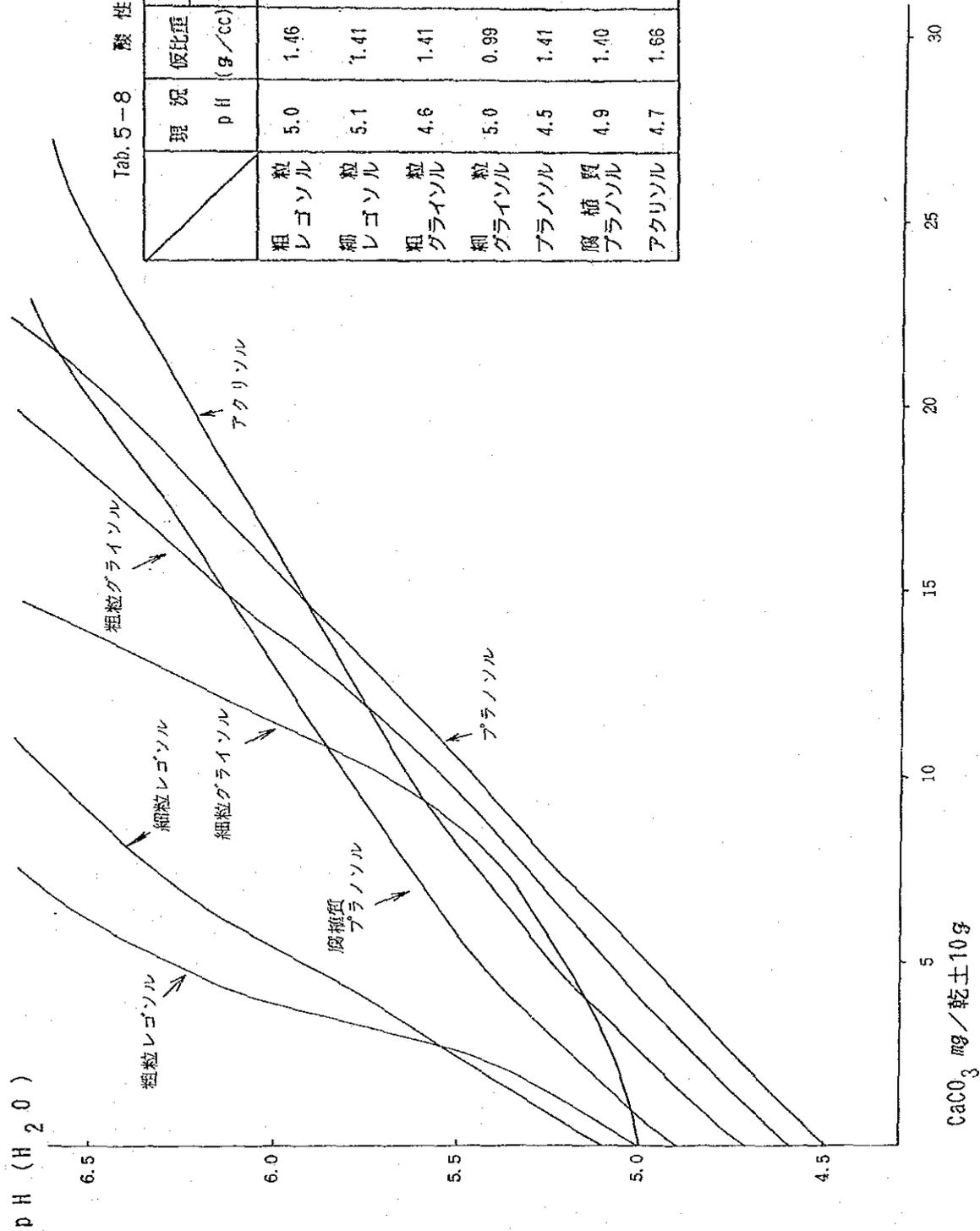


Soil No	Texture	pH	O. M. %	Fe%	Mn%
28	clay	4.9	2.9	4.70	0.08
35	clay	3.4	6.6	2.60	0.01
40	clay	3.8	7.2	0.08	0.00
57	clay loam	8.7	2.2	0.63	0.07
94	clay	6.7	2.6	0.96	0.09
99	clay loam	7.7	4.8	1.55	0.08

Fig. 1. Kinetics of the solution pH of six submerged soils

Source F. N. Ponnaveperuma  
 Physicochemical Properties of Submerged Soil  
 Food and Fertilizer Technology Centr, ASPAC  
 Taypei

Fig. 5-6 緩衝能曲線



Tab. 5-8 酸性改良表

現況 pH	仮比重 (g/cc)	CaCO <sub>3</sub> 投入量 (t/ha)		
		pH 5.5	pH 6.0	pH 6.5
粗 レゴソル	1.46	0.6	1.0	1.4
細 レゴソル	1.41	0.4	1.2	1.7
粗 グラインソル	1.41	1.9	2.9	3.9
細 グラインソル	0.99	1.3	1.9	2.2
アラノソル	1.41	2.3	3.6	5.0
腐植質 アラノソル	1.40	1.5	3.0	4.8
アクリソル	1.66	2.0	4.1	6.6



## 第 6 章

### 地 質 、 土 質



## 第6章 地質、土質

### 6-1 地質概況

パラグアイは海を持たない国でその面積は約40.7千km<sup>2</sup>で南緯19° から28° 、西経54° から63° にまたがり、南米平原の西南部にある。

アンデス山脈とブラジルの上に狭まれ、南米の一般地質と同じく地質が不均斉であるという特徴がある。

国のほぼ中央を流れるパラグアイ河は、国土を二分し、一方をパラナ流域、一方をチャコ流域と呼んでいる。

Fig. 6-1は地質年代測定学上の区分に従った地質分布区であり、Tab. 6-1は、その岩石層序である。

この国の地質として、パラグアイ河の西部は第四紀層に属し、パラグアイ河東部中央部に細長くジュラ紀後期層があり、その西側に二畳紀、石炭紀、シルル紀が分布され、東側のブラジル、アルゼンチン国境沿いに、白亜紀後期層が分布されている。

本計画地区は、Fig. 6-1に示すように第四紀層が大部分を占めており、その基盤に玄武岩があり、その他はジュラ紀層が分布されている。

第四紀層は、沖積堆積物で生成され、極めて細かい粒より成り、色は灰色がかったものから白色のものが多い。生成の場所としては、一般的に小川やその周辺又は平原である。又第四紀の新しい堆積には、粘土、砂、砂利等の厚い堆積があり一部には石膏の堆積も見られる。

土質としては、粘土、シルト、中粒、細粒の砂より成っており、地下水は比較的が高い。

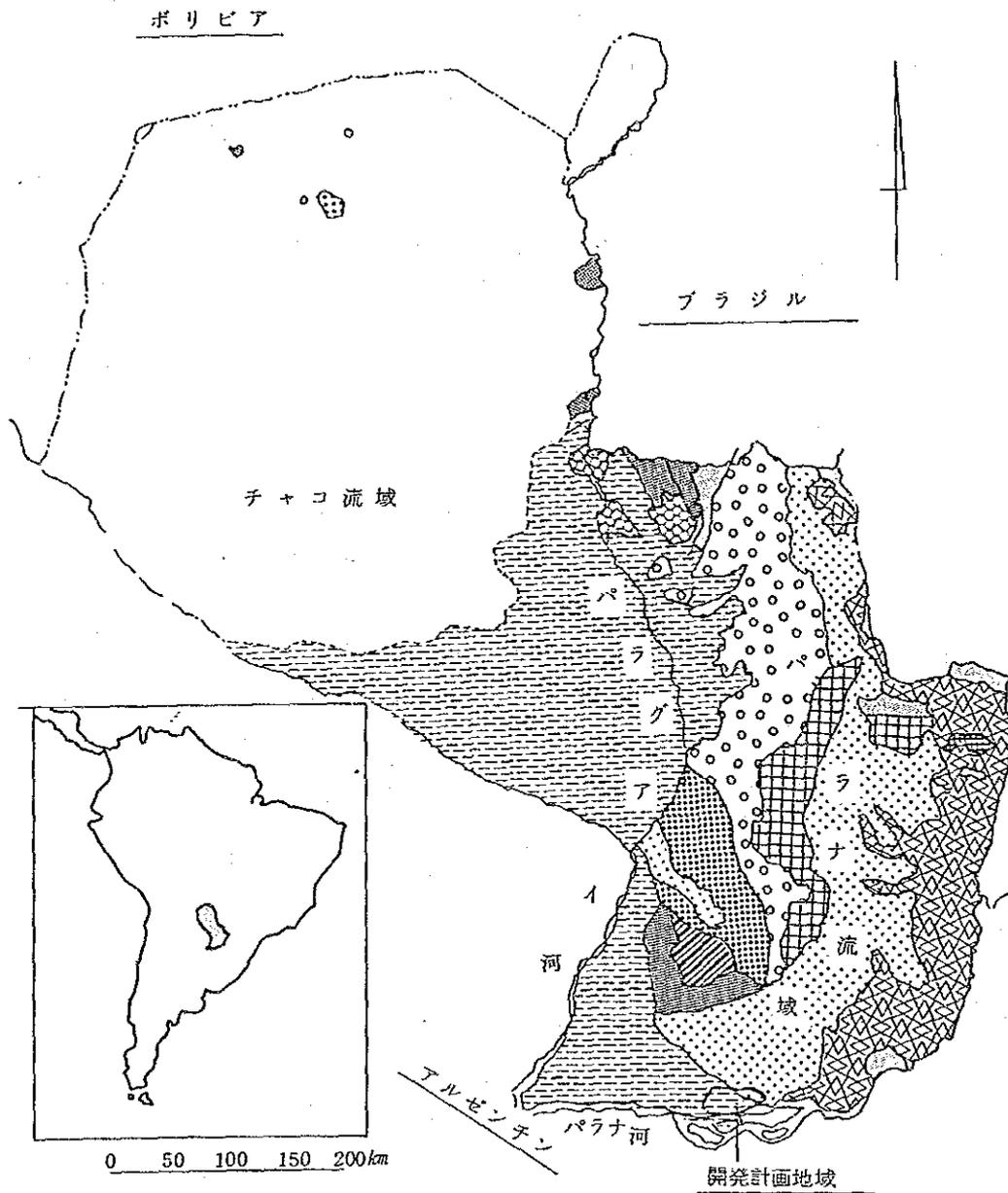
ヤシレタ公団地質調査資料によると第四紀層の下層10~50mに玄武岩層が存在している。

ジュラ紀後期層は、肉眼的に見て、赤色砂岩の層で累層を成しており、粘土質の砂岩が平行に走っている。砂岩は赤色をしており、コンシステンシーは低い。

### 6-2 計画地区の地質調査

地質調査は基幹施設となる土構造物、コンクリート構造物等の建設に必要な基礎地質条件、道路、水路舗装材、コンクリート骨材等として必要な現地採取材の有無、数量の確認から必要である。そのため、これまでヤシレタダム計画関連調査として行われた既存の調査結果の検討及び本調査として必要な調査を行ったものである。

Fig. 6-1 パラグアイ国の地質図



- |   |        |   |         |
|---|--------|---|---------|
|  | 第四紀    |  | 二疊紀     |
|  | 第三紀    |  | 石炭紀     |
|  | 白亜紀後期  |  | シルル紀    |
|  | 白亜紀前期  |  | カンブリア紀  |
|  | ジュラ紀後期 |  | 先カンブリア紀 |

Tab. 6-1 岩相層の柱状図

代	紀	界	層	岩石学的組成(肉眼による)
新 世 代	第四紀			沖積, 崩積の機械的堆積物
	第三紀		SAN ANTONIO	河川に由来する赤色砂岩, 変化していない
			NEMBY	橄欖石玄武岩, 橄欖石, かすみ岩の群 (アスンシオン付近の半飽和のもの)
中 生 代	白堊紀		ACARAY	細粒の大陸砂岩
			SAPUCAI	アルカリ性岩石, 即ちエセックサイト, ジョンキライト, フォノライト
			ALTO PARANA	ソレアイト玄武岩の露出
古 生 代	ジュラ紀後期		MISIONES	風成泥岩に由来する赤色大陸砂岩
	二疊紀	YBYTYRUZU	PANETHEY	マール, シルト岩, 石灰を含む珪質 頁岩
			INDEPENDENCIA	中粒又は大粒の砂岩
	石炭紀	CERRO CORA		永河に由来する機械的堆積物, シルト岩, 石灰を含む珪質頁岩
	シルル紀前期	ITACURUBI	Arenisca Cariy Lutita Vargas Pena Arenisca e Aya La	雲母砂岩, 化石を含んだ砂岩
		CAACUPE	Arenisca Tobati Avenisca Cerro Jha Congjen, Paraguaro	基底礫岩, 花崗砂岩, 糖状砂岩
カンブリヤ紀	ITAPUCUMI		石灰質方解石と石灰質苦灰炭, マールと泥質岩	
先 ブ カ リ ヤ		VILLA FLORIDA	CAAPUCU	花崗岩, 斑岩, 流紋岩
			SAN MIGUEL	珪岩, 片麻岩, 雲母片岩

### 6-2-1 既存地質調査結果（ヤシレタ公団資料）

この資料はヤシレタ公団がダム計画関連調査として1963年に行ったもので、調査地点はアティンギ川東側、約 6.1km及びアジョラスを起点としてサンチャゴまでアジョラス～サンチャゴの旧道に沿い38.6kmについて機械ボーリングにより調査したものである。（柱状図、岩盤線、位置図等については第2年次報告書Appendix Iを参照）

#### (1) アティンギ川東部（P7～P11）

この調査は、アティンギ川東部の平坦な原野又は湿地帯を通る路線上でなされ、上層は地表よりシルト質砂等を含み、粗粒、中粒、細粒が累積された層である。下層約10m以下は玄武岩より成っているが排水路掘削においては、岩層の深さは特に影響ないものと思われる。

#### (2) アジョラス～サンチャゴ間（P15～P32）

P15～P19まではパラナ河支流アニャクア川沿岸に沿って調査したものであるが、上層は砂により蔽われている。P15、アジョラス附近では地下21.6mで玄武岩が現われ、かなりの深さにあるがP16では地下 9.6mで見え河床に変わる点で急に落ち込んだ状態となっている。P16より終点32、サンチャゴまで標高60mの線で玄武岩が分布されているがP30の点ではここだけ10m程度落ち込んだ状態となっている。概して60mの線で分布され、地表より10m以下の深さにあるため、水路掘削に対しては支障ないものと思われるが、P17、チャグアリ湿地では地表の隆起と同じく玄武岩層も標高66mと高くなっており、排水路路線を計画した場合、玄武岩の出現を予期しておかねばならない。

### 6-2-2 地質調査

地元民及びカウンターパートからの聴き取りや、現在岩の露頭している地帯を始点として、その周辺の岩盤調査を主体に調査を行った。探査の機具としては長さ 5.0mのハンドオーガを使用し、周辺 100～ 300mの間に存在する岩盤の範囲を予想した。これは用水路及び排水路の予定路線別に区分して調査を行うためである。調査箇所としては、サンタアナ牧場～旧飛行場間、アティンギ川流域、ジャベビリ川流域の3地域について調査した。

#### (1) サンタアナ牧場～旧飛行場跡間の調査結果

Fig. 6-2に示すとおりサンタアナ牧場周辺より、旧飛行場跡地にかけて砂岩、玄武岩の露出が見られ、一連の岩盤帯として存在していることが解る。即ちアエストウノ北部

に露出した玄武岩帯を足掛りとして南北の方向に連なる標高80m級の台地を探索することによりその存在範囲をほぼ確認した。

- ① A地点では1ヶ所露出部分の西側を掘削し 0.85 mで岩盤に当たり確認した。尚その西側台地の頂点で掘削したが 4.0mでも岩盤に当らなかった。東側に向い 100m 深さ約 0.4mで岩盤に当たった。北東の台地に至っては、転石及び埋岩を 0.40 ~ 0.80 mで確認することが出来た。
- ② B地点は砂岩露出地点より北東を探索し、台地頂上では 5.30 mの深さまで探索したが岩盤は見られなかった。同台地にある農場の井戸は10.0mで岩盤が現われたと いていた。東側は50mで湿地となっており岩盤の存在範囲は狭いものと思われる。
- ③ C地点は地元民よりの聴き取りにより転石を見つけたので探索した所、 0.50 ~ 1.80 mで岩盤に当たったがこの台地の周囲に岩が見受けられ、台地の東側は浅い位置で岩の存在が確かめられた。
- ④ D地点では表面露出岩がなかったため試みに台地頂上を 5.0mボーリングしたが岩盤に当らなかった。地元民の案内により転石が出現している箇所を探った所東側で 0.3~ 1.0mの深さで岩盤らしい硬さのものに当たったため、更にスコップで浅い所の表土を除いたら玉石の層が出て来た。この下層に砂岩層があるものと思われる。
- ⑤ E地点は岩露出の所より北東の線で探索した所 250mの範囲で確認され、東側は湿地の周辺を掘削した所 1.5mで岩盤に当たった。
- ⑥ F地点はサンタクララ牧場の南部及びその周辺でN E - S W の線でそれぞれ 2.90 m、 2.30 mで岩が確認された。又サンタクララ牧場では当牧場管理人の案内により転石が存在する周辺を探ったがこの附近は岩盤帯であることが確かめられた。
- ⑦ G地点は旧飛行場跡でアジョラス~ジャベピリ道路の南に位置し、一部採石跡と思われる溜り池周辺を掘削した所 0.5~ 1.8mで岩層に到達した。これによりサンタアナ牧場北東より旧飛行場跡まで約15kmの間の台地に岩盤があることが確かめられた。
- ⑧ H地点はサンタアナ牧場北方 800mの台地で約 500m四方においては、牧場管理人よりの聴き取りでは台地全体が岩山であるという事を聴き取った。
- ⑨ 尚、A地点より北部に接続している台地についても牧場管理人から岩盤の存在を聴き取っている。

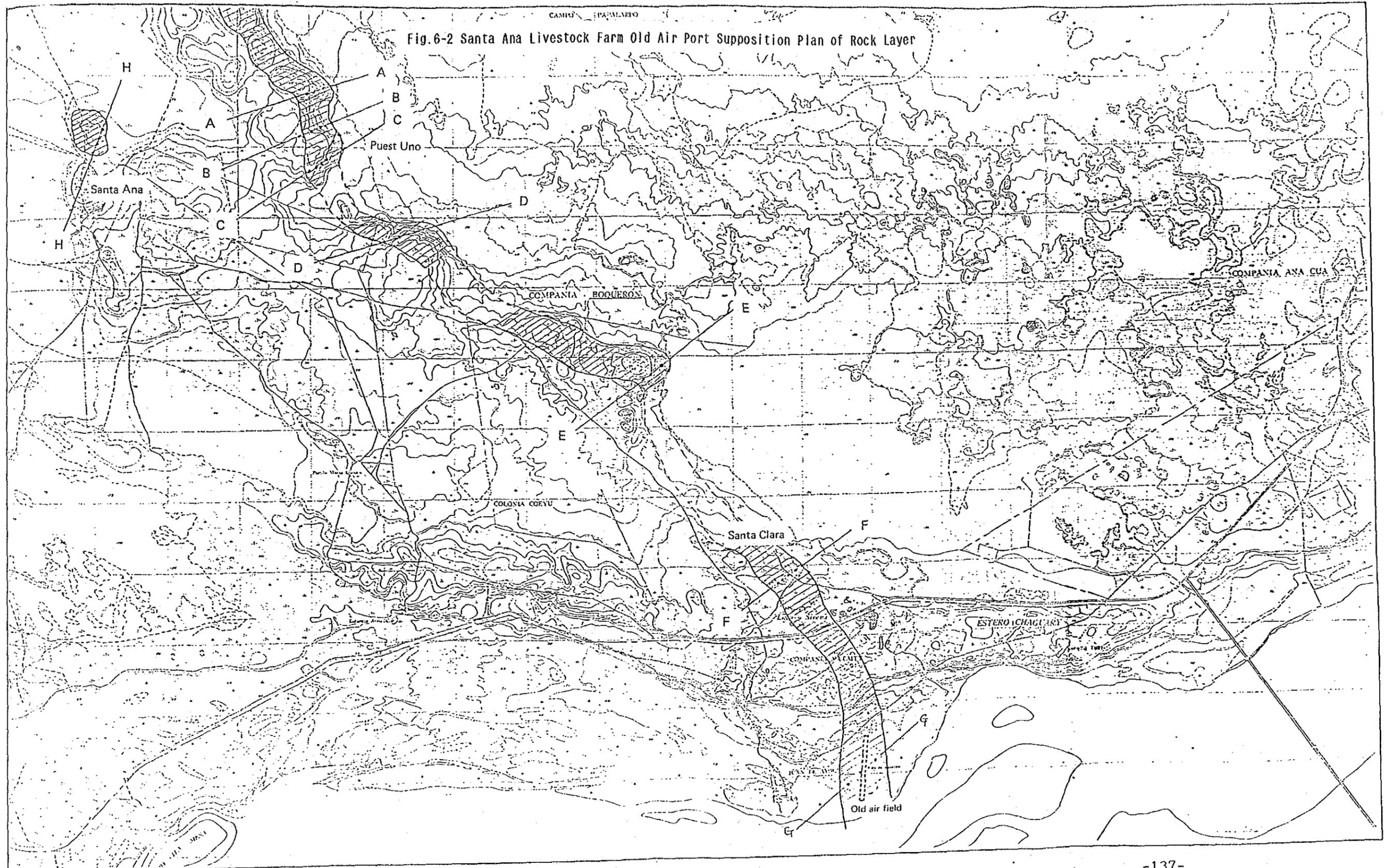




Fig. 6-3 サンタアナ牧場～旧飛行場跡間の岩盤推定断面図 (1)

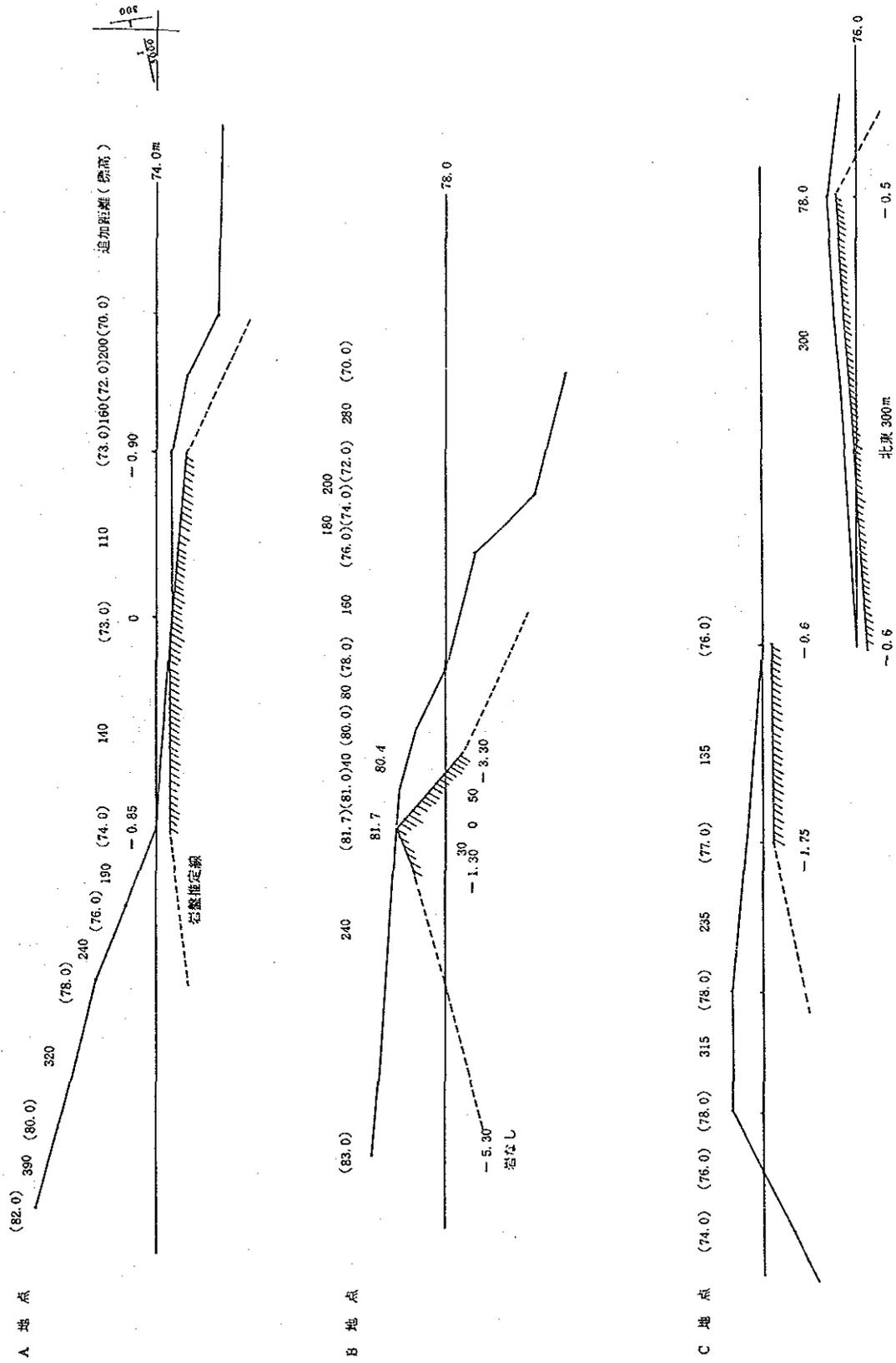


Fig. 6-3 サンタアナ牧場～旧飛行場跡間の岩盤推定断面図 (2)

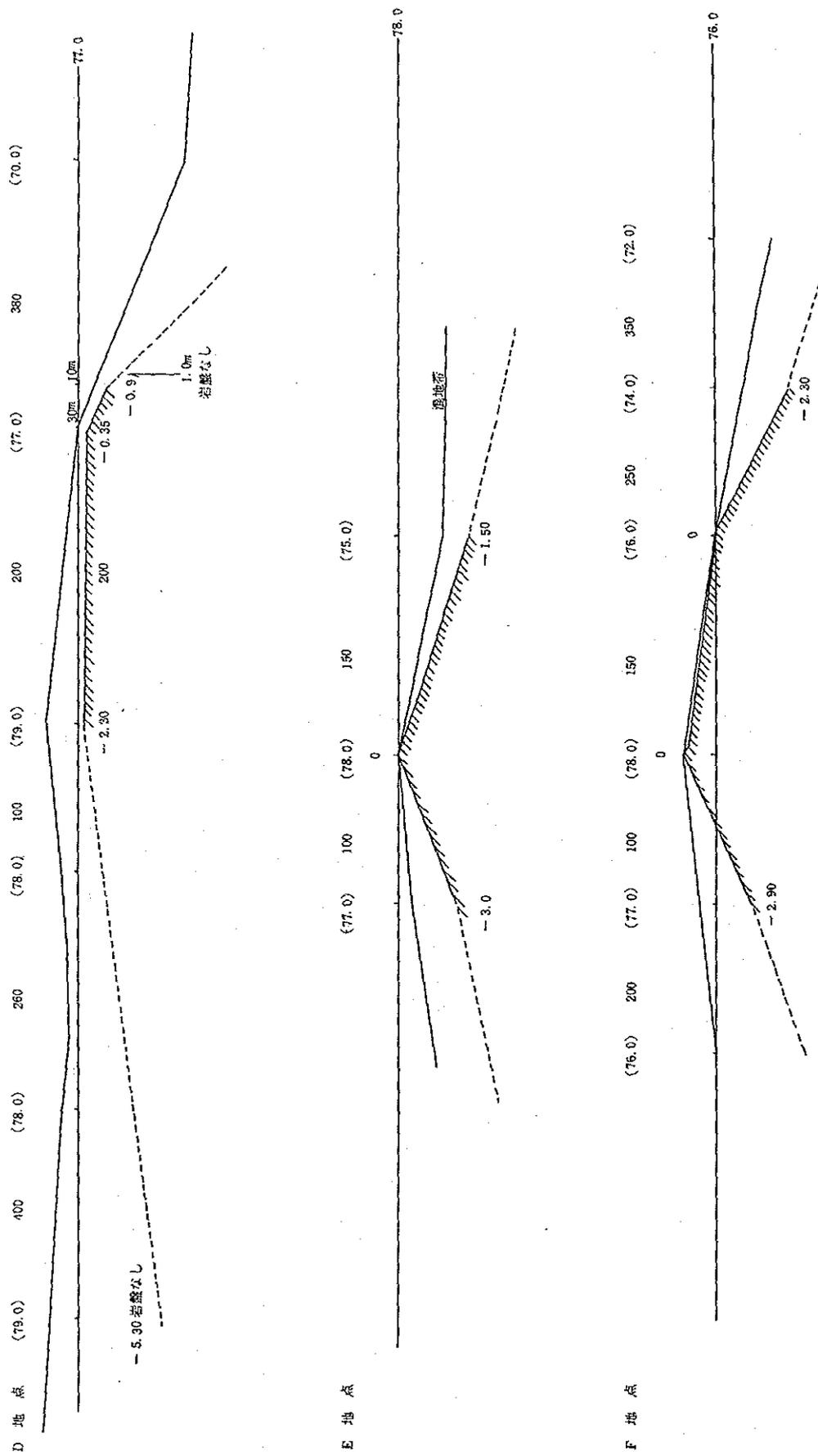
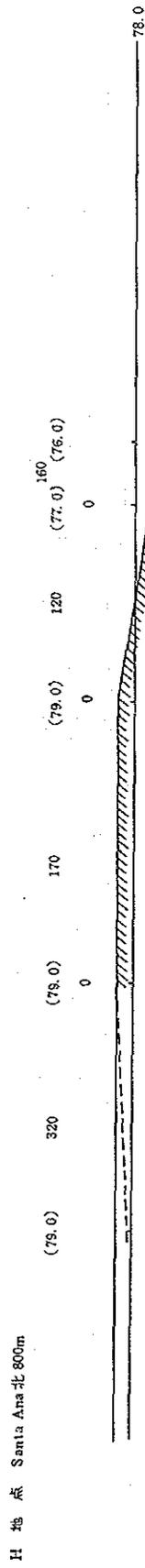
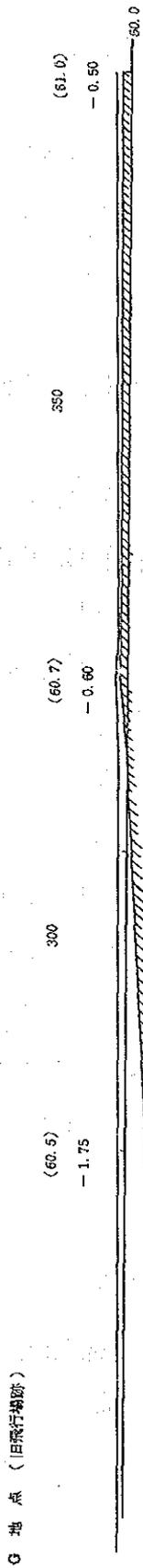


Fig. 6-3 サンタアナ牧場～旧飛行場跡間の岩盤推定断面図 (3)



## (2) アティンギ川流域の調査結果

Fig. 6-6に示す様にアティンギ川沿いの⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲の10ヶ所をハンドオーガーによるボーリングと現地踏査により調査した。

Fig. 6-4に示すハンドオーガーによる柱状図を示すと、北部丘陵地に近い⑩⑲では、シルト質粘土が5.0m近くまでありその下層に砂層が存在すると思われ、この附近では、岩盤は見られない。

中流部沿いにおける⑩⑮⑲⑳では1.0m程度より砂を含んだ層が現われ1.5～3.0mより細粒又は中粒砂となり掘削不能の所も出て来たが岩盤の層は見られない。尚⑳点ではカピアル採石場とアティンギ川の間を掘削したものである。

Fig. 6-5に示す様に採石場跡よりアティンギ川まで200mある。採石場跡より80m地点でボーリングを行い4.0mまで掘削した。土層は粘土及砂の累層で孔底近くは地下水と細粒砂のため、壁面崩壊し掘削不能となり岩盤を見る事が出来なかった。採石場跡の水面より0.5mの深さで岩盤が見られたため、80m地点で探知出来るかと思われたが4.0m以上の深さに岩盤があると考えられるアティンギ川沿岸も砂層で岩層は見られなかった。

⑰⑱点はハンドオーガーによるボーリングを行ったが、地下水と細粒砂のため1.0m以内で崩壊し、掘削不能となった。調査地点は河道屈曲の著しい箇所を選んだがこの地点はそれぞれ川岸の高さが3.0～5.0mで砂層及び粘土より成っており、樹木は密生し、樹根に介在する粘土と共に川岸が切り立った状態となっており、岩層は見られなかった。

ただし⑮点はホルヘ牧場管理人より聴き取りでは、パソイタ（アティンギ川の水源地がある地名）に0.3～0.5m径の、転石が数個点在しており、水深1.5mの川底に岩盤が見られたが面積としては小さいそうである。

## 6-2-3 ジャベビリ川流域の調査結果

この流域の調査は踏査を主体にして行ったが、アジョラス～ジャベビリ道路より下流100mの屈曲点で直立した崖があったため、調べたが砂質粘土又は粘土よりなっており岩層は見られなかった。

Fig. 6-4 ボーリング調査結果柱状図

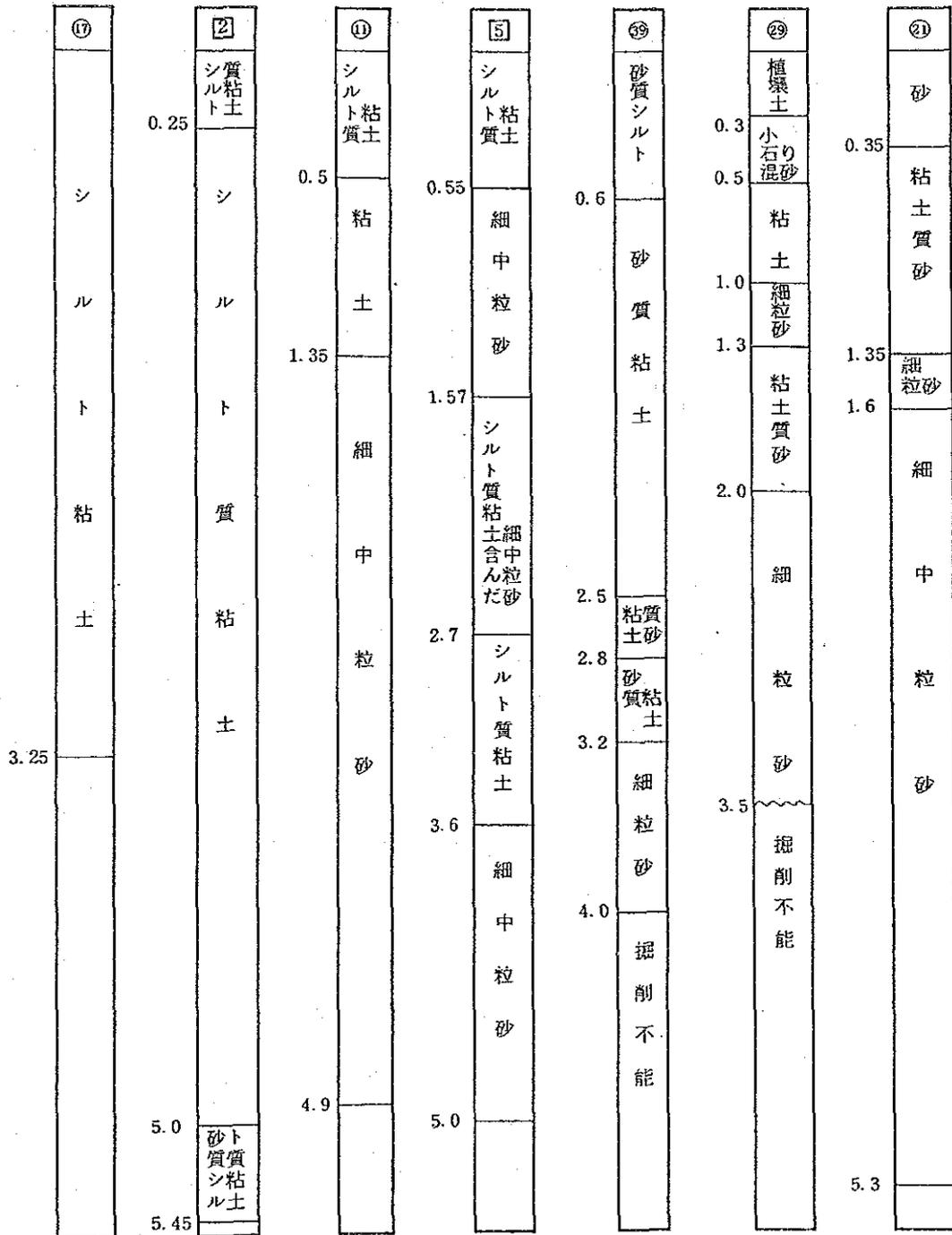
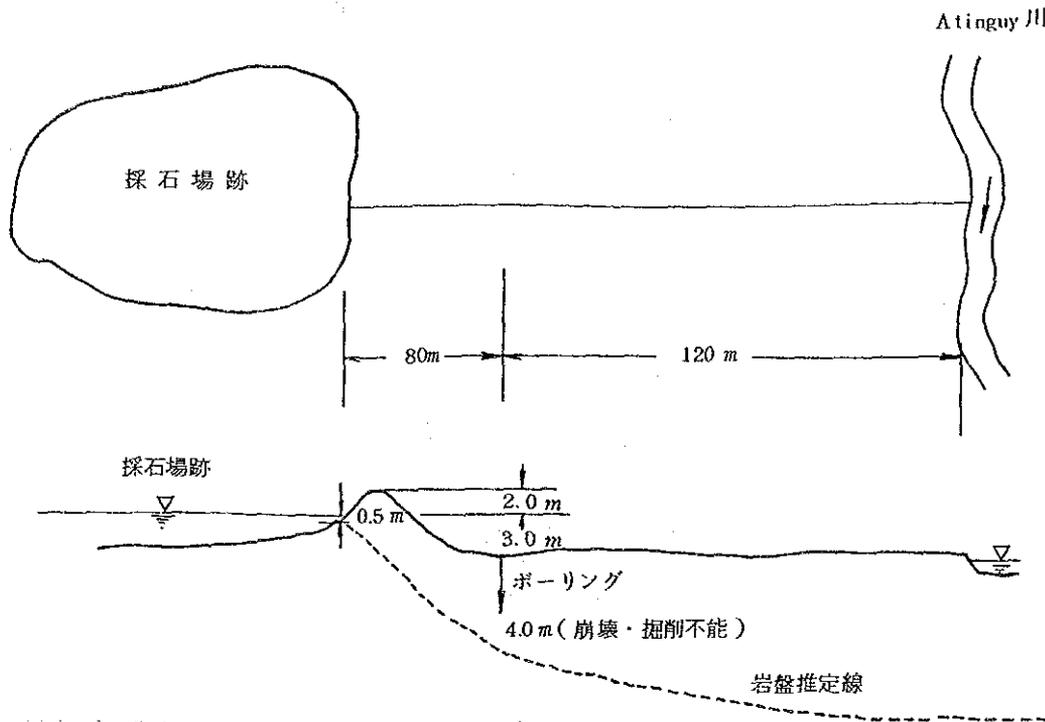


Fig. 6-5 採石場跡見取図



### 6-3 計画地区の地質に関する考察

ヤシレタ公団が実施した調査結果からみると、本計画地区は全般的に粘土、シルト、砂の累積層が10m以上堆積し、その下層に玄武岩層が厚く存在することが推定される。

しかし、一部の箇所において幹線排水路の掘削が相当の深さに在る時、岩層に遭遇すること、また反対に良好な基盤を必要とする重要構造物はすべて、地表より10m以下の玄武岩層に必着させること等は、その技術性、経済性の面から検討しなければならない。

サンタアナ牧場～旧飛行場跡間の調査は主として、工事用骨材としての岩の賦存量確認を行ったもので、サンタアナ牧場から旧飛行場跡までの約15kmの間の標高80mの台地では玄武岩または砂岩層が約300mの幅で地表に露出、あるいは残層に存在することが確認できるが台地の間の湿地帯又は原野では岩盤層がハンドオーガでは確認できず、かなり深くなることが推定される。今回の露頭岩での調査の結果、玄武岩は硬いが、砂岩はやや脆弱である。しかし砂岩の場合でも道路用敷砂利として十分に活用できるものと思われる。

また、基幹排水路としてのアティンギ川及びジャベビリ川の河川改修の支障となる岩

盤の有無の確認調査では、アティングイ川で水源部に近い箇所では一部小面積の岩盤が現われているが、ジャベビリ川においては岩盤の露頭は見られない。

#### 6-4 土質概況

計画地区の土質は、東側がサンコスメ層（大陸性の砂、赤色細砂及び植壤土より成る）、中央部がサラハラル層（玄武岩を母岩とするもの）、又西側は沖積層と大きく3つに分別される。又表層の厚さは比較的薄く10~15mと考えられ一部においては玄武岩の露頭が見られ、採石された所もある。又計画取水地点附近に北西から南東にかけて断層が認められる。

計画地区の地下水位は一般に高く、季節変動がはげしい。又地下水の中に塩を含有するものも一部認められる。

#### 6-5 計画地区の土質調査

計画地区内の土質に関しては、ヤシレタ公団等による既存の調査結果はなく、特に重要な土構造物となる基幹及び幹線用水路、排水路、道路等の計画路線を中心に必要なフィールド調査を行うとともに、主な路線箇所5地点において試料採取を行い室内土質試験を行った。

##### 6-5-1 フィールド調査

オーガーボーリングにより39ヶ所にわたり調査した。全地区を8区域に分割し検討した。

##### (1) 地区東部

###### ①②調査地点

基幹用水路路線に位置する地点で山麓と平坦地にあるがシルト及び粘土層がそれぞれ3.0~4.0mまで確認された。上層は、シルト又は水田跡地のため有機分を含んだ土質である。地下水位は0.90mとなっている。

##### (2) アティングイ川東部（アジョラス~サンコスメ道路南側及び北側）

###### ㉑、㉒-1、㉒-2、㉓-1、㉓-2

㉒-1、㉒-2は、道路南側でパラナ河に近い所で湿地帯である。㉒-1では粘土層がかなり厚いが㉒-2は細粒砂となっている。地下水は0.3~0.6mである。

㉔、㉕-1、㉕-2は、道路北側にある。現況は自然草地と湿地帯の平原である。北部丘陵地帯からの降雨水が一部アティンギ川に流下し、一部は平原内に流れ込み湿地帯を形成している。そのため土層もシルト及び粘土層で、㉕-1は地下水と細粒砂層のため崩壊し、掘削不能であった。地下水位は0.5～1.0mの間にある。

(3) アティンギ川東部、中央部より北部にかけた地帯

⑤⑥⑫⑮⑯⑳㉑㉒

北部及び北東部丘陵地帯よりの降雨水が直接この地帯に流入して来る平坦地で、中央部は広大な湛水地帯となっている。山麓に近い⑤⑥㉑はローレル牧場の南西部にあるが、3.0～5.0mで硬い砂質の層が見られハンドオーガーでは、掘削出来ない。用、排水路掘削においては、盛土、締め固め、漏水等については十分考慮すべきである。地下水位は0.5～2.0mの間にある。

(4) アティンギ川流域

⑪⑭⑰㉓㉔

平坦な地形の中をアティンギ川が蛇行し川の周辺は森林により自然堤防を作っている。アティンギ川の流域にカピアル採石場跡（玄武岩）があるため、その周辺に岩盤の出現を予想したが、確認することは出来なかった（㉔地点）。アジョラス～サンチアゴの旧道沿いにある㉓は、3.6mで砂質の硬い層が見られハンドオーガーでは採掘不能であったが、玄武岩層に到達したようではなかった。

⑪㉔も5.0m付近まで砂層で岩盤は見られなかった。地下水位は㉔で2.65mであったが、他の地点では0.5～0.8mである。各点共シルト及び粘土層で堆積されている。

(5) アクセス1-B道路沿線

⑧⑨⑩⑬⑱㉖㉗㉘

平坦地内を南北に縦貫した道路で、道路造成のため周辺の土を掘削し、道路用土とした所が多く、従って湿地、湛水地帯が多い。砂分を主とした粘土を含んだ層で地下水位も0.70～1.30mであるため壁面崩壊し、採掘不能となっている。

ただし⑩は北部丘陵地帯の山麓にありシルト層であるが下層に行くにつれ、段々硬く硬くなり掘削不能となっている。

(6) アクセス1-B道路～ジャベビリーサンイグナシオ道路間中央南部地帯

㉙㉚㉛㉜㉝㉞

地区南西部の湿地を含む地帯であるが、一部サンタアナ牧場を通り北西から東南に走る丘陵地帯は、玄武岩、砂岩の露頭及び岩盤帯である。岩盤の存在範囲については前項で述べた。土層としては、シルト及び粘土の堆積で地下水のため下層では壁面崩壊し採掘不能となっている。地下水位は 0.15 ~ 1.50 m である。

(7) ジャベビリ〜サンイグナシオ道路沿線

③④⑤

当道路沿線の西側にはニエンブク湿原があり、北部丘陵地より流れて来た水は道路橋により通常西側に流れているが、降雨量によっては西より東に流入する場合もあり、道路東側も常に湛水している。このため調査点の③④⑤地点も地下水位が浅く 0.20 ~ 0.40 m の所に滞水している。土質もシルトが砂で地下水により掘削不能となっている。

(8) アクセス1-B〜ジャベビリ〜サンイグナシオ間中央北部地帯

⑥⑦

北部丘陵地帯より直接流入する降雨水より全般的に湛水又は湿地帯となっており、馬による歩行でなければ行けない地帯である。砂又は粘土の層であり地下水位も 0.40 m である。

6-5-2 室内土質試験

(1) 調査方法

調査箇所の対象として、Fig. 6-6 に示す通り北部山麓地帯に計画される基幹、用水路周辺に3ヶ所の測点及び西部湿地帯、アティンギ川流域の排水路周辺に2ヶ所、計5ヶ所の調査試料採取地点を設けた。

調査はハンドオーガーにより 5.0m の深さまでボーリングを行い、土質変化点において試料を採取し、土質試験を行うほか、標準貫入試験、現場透水試験を行った。

(2) 試験内容

1) 用水路 (No. 1, No. 2, No. 3) ハンドオーガーによるボーリング (5.0m)

- ① 標準貫入試験
- ② 現場透水試験
- ③ 土質試験

(a) 比重

- (b) 粒度分析
- (c) コンシステンシー
- (d) 突固め試験
- (e) 突固め土の透水試験

2) 排水路 (No. 4, No. 5)

① 標準貫入試験

② 土質試験

- (a) 比重
- (b) 粒度分析
- (c) コンシステンシー

(3) 土質試験結果

1) No. 1 (ロメロクエ, 農場西南 1.5km)

幹線用水路の計画路線をボーリングしたものであるが土質分類はA 7-5、粘質土に属する。平均比重は 2.57、コンシステンシーは平均LLが45.0%、PL 15.0%、PI 25.0%となっており中位の平均した粘性をもっている。最大乾燥密度は 1,735 kg/m<sup>3</sup>、最適含水比は12.9%となっている。透水係数は  $1.2 \times 10^{-5}$  cm/sec で粘性土としては、普通である。

標準貫入試験はN値が7~40の間にあり硬さは十分あるものと思われる。

2) No. 2 (サンファン農場南 2.0km)

北部山麓に配される用水路路線内の調査点であり、土質としては、A 7-6 粘質土として分類される。0.005メッシュ通過量が90%以上の層が3m近くもあり、LLも平均60%、PL 20%、PI 40%と高い数字を示し、完全な粘土として取り扱うべきである。透水係数も室内試験では  $1.8 \times 10^{-6}$  cm/sec となっている。ただ上層部のN値は3となっており軟かい粘土として取り扱うべきと考えられる。地下水位は 0.25 mと浅い位置にある。

3) No. 3 (サンホルヘ農場西 3.5km)

幹線用水路路線における調査点である。A 6、A 7 に属する粘質土でLL 平均30%、PL 15%、PI 18%となっており比重は平均 2.60 最大乾燥密度は 1,760kg/m<sup>3</sup>、最適含水比12.5%、透水係数室内試験  $8 \times 10^{-4}$  cm/sec、現場試験  $2.1 \times 10^{-5}$

cm/sec となっている。N値は9~30とかなり硬い部類に属している。

4) No.4 (サンタアナ牧場西北 2.5km)

地区内西部に計画されている幹線排水路路線内の調査地点である。土質分類はA6である。

ただし下層はシルト質土であり、コンシステンシーは、LL 平均30.0%、PL 平均14.0%、PI 15%となっている。最大乾燥密度は  $1,800\text{kg}/\text{m}^3$ 、最適含水比12.1%、現場透水試験結果は、 $1.1 \times 10^{-4}$ とやや大きい値を示し、シルト質がかった粘土と思われる。

又N値も6~13で中位の硬さをもつ土質である。

5) No.5 (アティンギ川流域河口より30.0km上流)

アティンギ川はアクセス1号道路東部に幹線排水路として計画されており、この流域での土質調査は岩盤の有無を探知すると同時に、在来河川拡幅の施工性の難易の確認のため必要である。このため川の流域で蛇行の甚だしい所を選点して調査地点を設けた。

土質はシルト質粘土又はシルト質ロームでA 2-4 に属している。比重は平均 2.5、コンシステンシーは、シルト質であるため IPがやや大きい。

突き固め試験でも他箇所  $1,700\text{kg}/\text{m}^3$  に比べ、 $1,355\text{kg}/\text{m}^3$  とかなり軽く、最適含水比も28.8%と大きく取り扱いについては十分注意しなければならない土質である。

標準貫入試験においても、2.0mの深さまではN値6であり、やや硬い部類に属しているが、3mで試験を行った所、1回の衝撃で0.5mも貫入した。地下水とシルトが乱された状態にあるものと思われる。

## 6-6 計画地区における土質

オーガーボーリングによる39箇所のフィールド調査を行った結果は、全般的に各調査地点共砂・シルト、粘土の互層による成層で表土として0~0.3m間で一部有機分を含む植壤土又は砂質壤土が見受けられる。下層の砂層(細粒砂)で地下水を含んだ部分は、壁面崩壊のため掘削不能の所もあった。地下水位は0.2~2.0m間にあり、湿地帯に近い所では0.2~0.5m間で地下水が見られ全調査地点で地下水が見られた。このため施工に当っ

ては、各土質試験結果を参考にして、地下水位の存在を考慮し、施工する必要があると思われる。アティングイ川北東部においては、一部かたい砂層が見られハンドオーガーによる掘削が不可能の箇所もあり、砂岩に近い硬い層の堆積と思われる。硬い層の深さは、1.0～3.0m間に見られ、用排水路の盛土及び掘削に当っては検討を要する。

また、室内土質試験の結果、言えることは大略、現地土質は粘質土により大部分が構成されており、最大乾燥密度は  $1,700 \sim 1,800 \text{kg/m}^3$ 、最適含水比は12.1～14.7%、室内透水試験  $1.2 \times 10^{-5} \text{mm/sec}$ 、現場透水試験は  $2 \times 10^{-4} \text{mm/sec}$ 、標準貫入試験も中位の硬さを示している。

前記土質サンプル採取地点①②③は用水路路線用地内にあり、用水路盛土にあたり、その法面保護を検討する必要がある。標準貫入試験N値も3と近い状況にあるため、構造物築造については検討する必要がある。

③の地点でも透水係数が  $8 \times 10^{-4} \text{mm/sec}$  と比較的大きく、又土壌調査においてこの附近約1.0kmの距離に軟らかい砂の層であるレゴソル層が認められることより、盛土に当っては、客土を考えるなど十分検討すべきである。

④⑤は、排水路線内における調査点であるが、開水路掘削に当り岩盤の有無、洩水、構造物基礎地盤が問題となる。岩盤についてはサンタアナ牧場～旧飛行場跡間に一部露頭が見られるだけである。

⑤においては、最大乾燥密度が  $1,355 \text{kg/m}^3$  と他箇所 비해低い数字を示しており、最適含水比も28.8%と大きな値を示している。又貫入試験でもN値がかなり低い数字を示している。

なお、さらに各種構造物の実施設計のために、より精度の高い調査が必要と考えられるが、これらについて次のステージであるフィージビリティスタディ以降に十分な調査を行う必要がある。

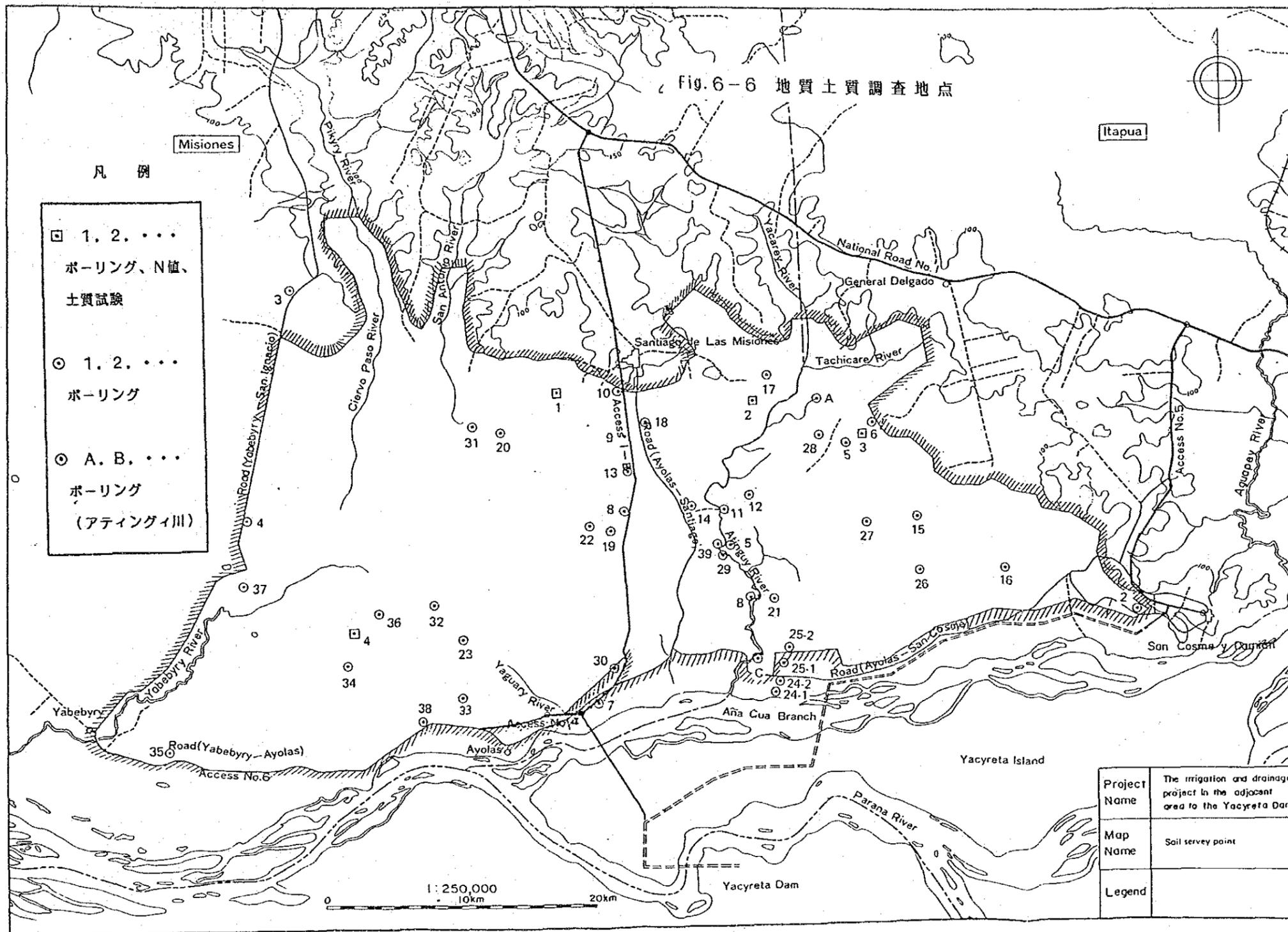




Fig. 6-7 土質試験箇所柱状図

No. 1			No. 2			No. 3			No. 4			No. 5		
地下水位	柱状図	土質分類	地下水位	柱状図	土質分類	地下水位	柱状図	土質分類	地下水位	柱状図	土質分類	地下水位	柱状図	土質分類
なし	0.65	シルト質砂質粘土 明灰色 A 4	0.25	シルト質粘土 暗灰色 A 6	シルト質砂質粘土 灰色 A 4	なし	0.72	シルト質粘土 黄色い筋の入った暗灰色 A 7-5から A 7-6	1.80	0.12	シルト質砂質粘土 灰色 A 4	1.95	0.55	シルト質粘土 暗灰色より明灰色へ A 7-5
なし	4.70	シルト質粘土 黄色い筋の入った灰色 A 7-5		シルト質粘土 明るい茶色 A 7-6	シルト質粘土 黄色い筋の入った暗灰色 A 7-5から A 7-6	なし	3.90	シルト質砂質粘土 灰色を主とした黄色い色	1.80	0.40	シルト質砂質粘土 灰色 A 6	2.70	1.57	細中粒砂 明るい茶色 A 2-4
なし	5.45	シルト質砂質粘土 明灰色 A 7-5		シルト質砂質粘土 黄色い筋の入った灰色 A 6	シルト質砂質粘土 灰色を主とした黄色い色	なし	4.42	中粒砂 明灰色 A 2-4	5.00	5.00	シルト質砂質粘土 黄色い筋の入った明灰色 A 6	3.60	5.00	細中粒砂 栗色 A 2-4

Tab. 6-2 土質試験結果一覽表

ボーリング 深	試料 深	掘削 深 (m)	調査箇所	粒土分析通過率 %				コンシステンシー				土質分類	比重	含水率 %	透水試験		標準貫入試験 N値			
				φ10	φ40	φ200	L.L	P.L	P.I	G.I	液性比				液性含水率 %	管内試験	現場試験	1.0 m	2.0 m	3.0 m
1	0	0.00~0.65	RomeroCde 農 場 (西側1.5km)	99.8	94.6	65.1	17.7	10.3	7.4	8	A 4	2.47	1735	12.9	1.2 × 10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-
	1	1.00~1.45		100.0	96.3	77.9	46.2	18.7	27.5	16	A 7-5	2.55	-	-	-	-	7	-	-	-
	2	2.00~2.45		99.9	94.7	70.0	35.1	14.4	20.7	12	A 7-6	2.64	-	-	-	-	-	9	-	-
	3	3.00~3.45		99.8	94.3	90.0	45.6	16.9	28.7	17	A 7-6	2.64	-	-	-	-	-	-	12	-
	5	5.00~5.45		99.9	95.8	81.4	46.3	20.7	25.6	16	A 7-6	-	-	-	-	-	-	-	-	39
2	0	0.10~0.40	San Juan 農 場 (南2.0km)	99.6	96.6	67.2	29.5	16.6	12.9	10	A 6	2.47	1705	14.7	1.8 × 10 <sup>-3</sup>	2.5 × 10 <sup>-4</sup>	-	-	-	-
	1	1.00~1.45		99.8	98.6	91.9	62.6	23.4	39.2	20	A 7-5	-	-	-	-	-	3	-	-	
	2	2.00~2.45		100.0	98.6	88.8	57.0	20.4	36.6	19	A 7-6	2.58	-	-	-	-	-	3	-	
	3	3.00~3.45		99.9	99.0	93.7	79.3	21.5	57.8	20	A 7-6	-	-	-	-	-	-	-	3	-
	5	5.00~5.45		99.9	98.6	50.6	36.2	16.0	20.2	13	A 6	-	-	-	-	-	-	-	-	14
3	0.0	0.00~0.46	San Jorge 農 場 (西3.5km)	99.9	96.5	64.5	21.9	12.0	9.9	8	A 4	-	1760	12.5	8 × 10 <sup>-4</sup>	2.1 × 10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-
	0	0.46~0.72		99.6	95.6	62.2	16.6	8.2	8.4	8	A 4	2.53	-	-	-	-	-	-	-	
	1	1.00~1.46		99.9	97.4	74.1	39.7	17.3	22.4	13	A 6	2.58	-	-	-	-	9	-	-	
	2	2.00~2.45		100.0	97.8	78.2	51.2	21.1	30.1	18	A 7-6	2.70	-	-	-	-	-	11	-	
	5	5.00~5.45		99.9	97.5	73.3	47.1	17.4	29.7	19	A 7-5	2.66	-	-	-	-	-	-	10	
4	0	0.00	Santa Ana 農 場 (西北2.5km)	99.6	88.7	15.1	19.2	12.9	6.3	0	A 2-4	2.63	-	-	-	-	-	-	-	
	0	0.00		100.0	98.2	54.5	23.5	14.6	8.9	8	A 4	2.62	1800	12.1	-	1.1 × 10 <sup>-4</sup>	-	-	-	
	1	0.12~0.75		98.7	89.1	49.7	25.2	11.6	13.6	12	A 6	-	-	-	-	-	-	-		
	2	1.00~1.45		99.3	96.6	70.4	30.9	17.7	13.2	10	A 6	-	-	-	-	-	6	-	-	
	3	1.60		99.6	96.2	67.0	37.5	14.8	22.7	14	A 6	2.62	-	-	-	-	-	7	-	
	4	2.00~2.45		99.8	97.1	57.1	35.6	12.5	23.1	3	A 6	-	-	-	-	-	-	-	10	
5	0	0.30	Atogwy川 流 域 (河口より 30.0km上流)	98.4	96.9	69.0	34.8	14.9	19.9	12	A 6	-	-	-	-	-	-	-	13	
	0	0.30		98.4	94.1	44.8	19.5	12.8	6.7	8	A 4	-	-	-	-	-	-	-		
	1	0.80		91.0	85.7	72.0	51.6	34.5	17.1	14	A 7-5	2.50	1355	26.8	-	-	-	-	-	
	2	1.50		99.8	98.1	15.3	NP	NP	NP	NP	0	A 2-4	-	-	-	-	-	-	-	
	3	1.00~1.45		100.0	88.2	27.9	17.6	11.9	5.7	0	A 2-4	2.58	-	-	-	-	-	-	-	
	4	2.00~2.45		99.9	99.1	9.5	NP	NP	NP	NP	0	A 2-4	-	-	-	-	-	6	-	
	5	3.00~3.45		100.0	89.6	25.4	18.6	13.3	5.3	0	A 2-4	-	-	-	-	-	-	6	-	
6	4.00	100.0	96.6	82.3	46.8	25.0	21.8	14	A 7-5	2.47	-	-	-	-	-	-	1			
	5.00	99.9	80.6	5.8	NP	NP	NP	NP	0	A 2-4	-	-	-	-	-	-	-			
7	5.00	98.6	50.4	3.5	NP	NP	NP	NP	0	A 2-4	-	-	-	-	-	-	-			

## 第 7 章

# 土 地 利 用



## 第7章 土地利用

### 7-1 計画樹立のための調査手法

#### 7-1-1 基本方針

土地利用計画は限定された土地資源を最も有効に利用するために、その土地の持つ社会経済的、自然的な特質を活かし、個々の区域の最適な利用形態を明確にすることである。計画地区においては約 150,000haと土地利用計画を樹立するには比較的小面積であり、かつ全地区はほぼ同一標高、同一気象条件、又地域内に大きな都市も存在せず、土地所有形態などを除きほぼ社会経済的条件も同一である。

計画樹立に必要な要素として上記の条件を勘案し次のようなものを選択し、これらの要素を解析することにより土地利用計画を樹立する。

- ① 地形（標高、傾斜、斜面方位、起伏量）
- ② 現況土地利用
- ③ 土壌、表層地質
- ④ 植生（森林分布を含む）
- ⑤ 冠水状況
- ⑥ 土地所有状況

これらの要素を明らかにするために次の手法により調査、解析を行った。

#### 7-1-2 予察図の作成

現況地形を調べるために一定の精度を持つ地形図が必要であるが、計画地区については、陸軍測量部発行の地形図（縮尺1/50,000、標高間隔10m）、及び計画地区の東部区域については1973年にヤシレタ公園で作成した地形図（縮尺1/10,000、標高間隔2m）がある。用排水路計画、農地開発計画の立案に当っては、これらの資料では精度が不十分であるため、これらの資料をもとに、1972年撮影の赤外線空中写真(1/20,000)のモザイク図により、縮尺1/50,000、標高間隔2mの地形図を作成した。

この地形図を用い計画地区を 500m×500mのメッシュで覆い、各々のメッシュについて標高、傾斜、斜面方位、起伏量を計測し、標高区分図、傾斜区分図、傾面方位図、起伏区分図を作成した。又この地形図をもとに地形の概況を考察し、地形生成の過程よりみた地形分類図を作成した。