

アルゼンチン
ブエノスアイレス州コロラド河
流域地区の土壤について
(殊に、塩類集積問題と関連して)

昭和57年3月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 19	701
登録No. 00785	82.5
	AFT

あ い さ つ

アルゼンチン国ブエノス・アイレス市を中心とするパンパは、同国にとって、最も重要な農業生産地帯であるが、このパンパの外縁部は一般に年間降雨量が少なく、アンデス山系の降雨を利用したかんがい農業が行なわれている。

ブエノス・アイレス州政府は、同州南部のコロラド河流域（パンパの南部外縁部に当る）を開発するに当り、コロラド河流域開発公団（CORFO）を設立し、かんがい農業開発事業を推進しているが、この計画地域の一部地区に、日本人移住者を受入れることを前提とし、日本の協力を得て、開発をすすめたい意向である。この地域の開発に当たっては、地域の社会、経済、立地条件等を種々考慮せねばならないが、自然条件としては、殊に水と土壌が本地区農業開発上の最も重要な制限因子となっているので、日本政府が本地区開発に対する協力を推進するためには、先ず、本地区の土壌の諸問題を解明する必要がある。

このため国際協力事業団は、三祐コンサルタンツK.K.技術顧問瀧島康夫氏を昭和56年8月19日から30日間、アルゼンチン国に派遣し、コロラド河流域開発協力対象地区の土地利用現況の把握、並びに概定的な土地分類を実施した。

本報告書は、この調査結果の概要をとりまとめたものである。この報告がこの地区の開発を進めるに当り参考となれば幸いである。

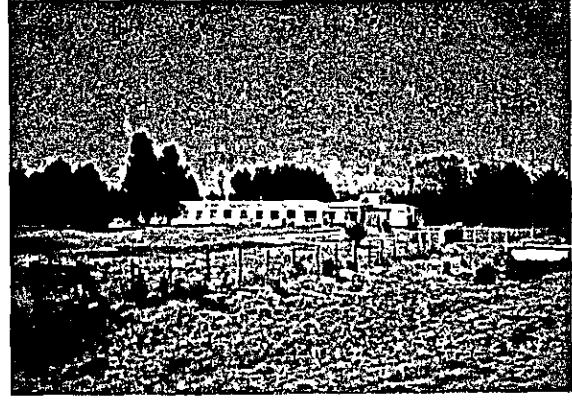
なお、本調査の推進に当ってご協力いただいた外務省、農林水産省、在亜日本大使館、CORFO等の関係機関各位に対し深く謝意を表したい。

昭和57年3月

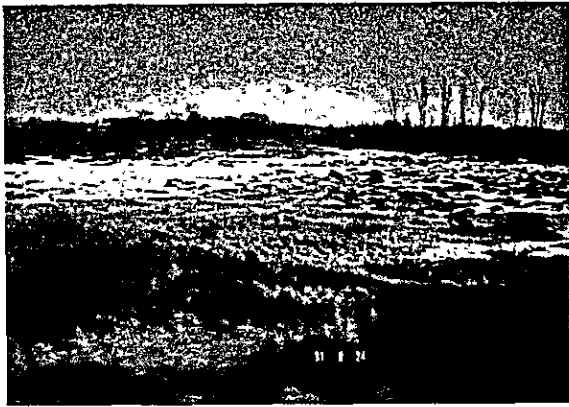
国際協力事業団
農林水産計画調査部長
山崎隆可



コルフオ現地研修センターにおける会議風景、
右より2人目西野世界調査団長，中央筆者の
庵島康夫調査員，左より2人目多田誠調査員。



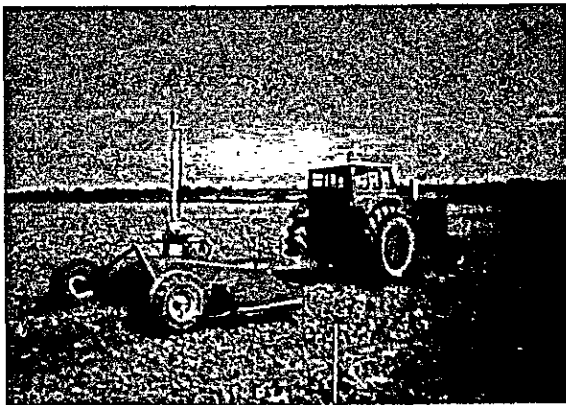
アルゼンチン農業試験場 = INTA =
(コルフオ調査地区近傍)



表層に塩類が集積している状況
(コルフオ調査地区)



うね間かんがいによる灌水状況
(コルフオ調査地区近傍)



レーザー光線による機械整地状況
(コルフオ調査地区近傍)



土 壌 調 査 状 況
(コルフオ調査地区)



「San Adolfo 統の
土壌断面 (P 37)」
調査地区の 15 % を占める。
壤質砂土で、1 m 下に炭酸
石灰の白い結核が出る。



「地表に析出した
塩類」
P 1 附近の低い野
草地。Na 塩より
Ca, Mg 塩が多い。
乾季に毛管現象で
地下水の塩類が上
昇し、草の葉や牛
糞に結晶が析出す
る。

〔 調 査 の 要 約 〕

CORFO入植計画地区 (San Adolfo) について、昭和 56 年 8 月より 9 月にかけて土壌調査を行なった。調査は A 地区 (673 ha) および B 地区 (3,096 ha) について 16 ケ所の試坑、55 ケ所の試穿による土壌断面調査と採取した 76 点の土壌試料、10 点のかんがい用水、21 点の排水の他、地表水、地下水等の水試料の分析によった。

得られた結果の概要は次の通りである。

1. 土 壌 分 類

対象地区は砂丘 (灌木帯) を含む台地性の草原で、その大半は放牧地に利用されており、いまなお野生動物の生息する自然が残されている。

土壌は Rio Negro の砂岩、洪積層の上に水積または風積された粗粒質を主とする堆積物を母材として生成している。これを土性層序、地下水位、塩分濃度等により分類した結果、7 土壌統一 5 土壌相で計 10 種類に区分することができた。

統 名	表 層 土 性	記号	面積 (ha)	分布 (%)
1. San Adolfo	壤 質 砂 土	SaA	560.9	14.9
2. San Adolfo	壤 質 砂 土 (塩 性)	SaAs	174.4	4.6
3. Pedro Luro	砂 質 壤 土	LA	885.9	23.5
4. Ascasubi	砂 質 壤 土 (厚 層)	AAI	419.1	11.1
5. Ascasubi	砂 質 壤 土 (湿 性)	AAh	26.3	0.7
6. Pichin Grande	砂 質 壤 土	PiA	207.9	5.5
7. El Alba	砂 質 壤 土	EA	793.5	21.1
8. El Fortin	砂 質 壤 土 (浅 層)	FAt	230.6	6.1
9. El Fortin	埴 質 壤 土 (湿 性, 塩 性)	FAhs	155.3	4.1
10. 砂 丘 地	壤 質 砂 土	4m	315.1	8.4
合 計			3,769.0	100.0

この中、Pichin Grande は今回新たに設定したものである。

以上の区分により、A 地区については 2 万分の 1、B 地区については 4 万分の 1 の土壌図を作成した。この土壌図に示された土壌統 (相) の分布は、INTA (1973) のそれとはかなり相異なるものとなった。

2 土 地 分 級

かんがい農業に対する土壌の利用能力を、その透水性、塩分濃度等から評価した結果、上記土壌統(相)はⅡ～Ⅳ等級にわたり分級された。また両地区について同様縮尺の分級図を作成した。

3. 土壌保全の問題と対策

Pampa 地帯から Viedma 沖積地にかけて観察、採取した各農業地域の土壌に比し、本地区土壌の不良性が強く認識された。問題として、かんがい水質、塩害、土壌の水分および養分含量等を検討し、その対策を述べた。

また試験的事業の内容として、脱塩方法、地力増強、N.Pの施肥用量に関する現地試験と土壌細部調査の実施を提言した。

目 次

	頁	表	図
I 土壤調査計画	1		
1. 調査対象地区	1		
2. 調査目的および方針	1		
3. 調査方法	1		
4. 試料採取および分析法	2		
II 土壤調査成績	4		
1. 調査状況	4	1	
2. 調査成績	4		
2-1 自然環境	5	2	
2-2 土壤断面調査結果	13	3,4	1,2
2-3 土壤試料分析値	13	5,6	3,4
2-4 水試料分析値	16	7,8,9	5,6,7
III 土壤分類	26		
1. FAO/UNESCOによる土壤分類	26	10,11	8
2. INTAによる土壤分類	31	12	9,10
3. 本調査による土壤分類	37		11
3-1 土壤統の設定	37		
3-2 土壤図の作成	42	13	12,13,14
4. 他地域土壤との比較	46		
4-1 採取地点の土壤地理	46	14,15	15
4-2 土壤の性質	48	16	16
IV 土地分級	53		
1. INTAによる土地分級法	53		
2. 地区土壤の分級結果	54	17	17,18 19,20

	頁	表	図
V 土壤保全の問題と対策	62		
1. 塩類集積	62		
1-1 塩類土壌の分布	62	18	21
1-2 用排水の塩類	64		22
1-3 塩害の危険性	65	19	23
1-4 塩害対策	68		
2. 土壤水分および養分	68		
2-1 水分保持力	68		24
2-2 土壤の養分含量	70	20,21	25
3. 試験的事業に関する提言	73		
 参 考 文 献	 75		
 資 料			
I 土壤断面記載	77		
II 土壤統に関する分析値	86		

I 土壌調査計画

1. 調査対象地域区

CORFO 入植計画の San Adolfo 地区 10,000 ha 中、次の地区を調査の対象とした。

A 地区 : Canal San Adolfo 以北の 600 ha。正確には 673.4 ha で、INTA の農牧地に隣接する。

B 地区 : Canal F3 と道路を隔てた西南部の 3,000 ha。正確には 3,095.6 ha である。

A、B 両地区の間に既に入植している地区が狭まっている。これを C 地区と呼ぶことにするが、用排水分析の試料採取を除いて、特に本調査の対象とはしない。各地区の境界は本報告書の冒頭に示した通りである。

2. 調査目的および方針

本土壌調査の目的は A、B 両地区について移住営農上の基本となる土壌の性状を調査して土地利用、作付体系に必要な諸資料を得るとともに、土壌改良および保全上の問題並びに対策を明らかにすることにある。

調査は試坑および試穿を主とし、土壌分類および分級に必要な土壌分析を行なうとともにつとめて用排水をも採取分析して参考資料に供する。

両地区については限られた期間を考慮して、調査の密度および範囲は次の通りとする。

A 地区 : 入植のための試験的事業の予定地となるので、調査期間の半分を費して、試坑、試穿はそれぞれ 60 ha および 20 ha に 1 点の割合とし、土壌の分類、分級を行なう。

B 地区 : A 地区について入植予定地となるので残余の期間を当てるが、密度は低く、試坑、試穿はそれぞれ 300 ha および 100 ha に 1 点の割合とし、土壌分布の概況を把握する。

なお、調査地点の選定、確認は CORFO より貸与された航空写真（約 1 万分の 1、1979 年 2 月 13 日撮影）によった。

3. 調査方法

1) 試坑 (pit) 調査常法により間口 1~1.2 m、深さ 1~1.2 m の角形穴を陽光に面して掘り断面調査を行ない調査表に記入する。今回は Bentizine 試薬 (10% 醋酸に 0.1% に溶解) および HCL 液を用い、それぞれ活性マンガンをおよび炭酸塩の検出を行なった。

なお、さらに下層の状態をみるために、boring を 50 cm にわたり使用する場合が多かった。

2) 試穿調査 (Boring)

Post-hole型のhana auger (2本継ぎで、採土部内径8cm)を用い、表層より1.0 ~ 1.8 mにわたり土層が攪乱されるので、土壌構造、斑紋、硬度の正確な観察、判定はやや困難である。

4. 資料採取および分析法

1) 土 壌 資 料

各 pit 毎に3 ~ 5層にわたり採取し、風乾後2mmで篩別し、礫と細土に分ける。Boringヶ所よりは、特例を除いて採取しない。

分析項目と分析法は次の通りである。すべて風乾細土を基準とし、土壌水分は求めている。

a. 礫 含 量

細土の容積当りの礫重量を測り、%表示とした。

b. 容 積 重

細土100ccの重量を測り、これを100で割った値を求める。

c. pH (1 : 1) (土 壌 反 応)

細土50ccに蒸留水を同量加え、この1 : 1 抽出液のpHをportable pH meter (東亜電波, HM 1K)で測定する。

d. EC (1 : 2) (塩 類 濃 度 の 指 標)

pH測定後、さらに50ccの蒸留水を加えて、攪拌放置し、その上澄液50ccを採り、portable EC meter (東亜電波, CM-1K)により、EC (電波伝導度) を測定する。液が10mmho を越える時は、適宜蒸留水で希釈し、メーターの指示範囲で測定した上で、1 : 2の水抽出液のEC値を求めた。表示のECは25℃に補正した数値である。

2) 水 試 料

調査中に採取した水はすべてpHおよびECを上述の如く測定した。採水の種類は次の通りである。

a. 地 表 水

地表に停滞している水で、放牧牛の水飲み場となっているのが主である。

b. 地 下 水

pitの中で湧出した地下水。標高の低い地点で、地下水位が1m前後の場合に採水が可能であった。

c. かんがい用水

地区内および周辺をめぐる用水路の主要地点より採水する。

d. 飲料水

参考として井戸による地下水の揚水を地区近傍で採取する。

e. 排水路水

排水路に排出流下する水を上流より下流にわたり採取する。対象地区内ではほとんどかんがいが行なわれていないので、停滞するものが多かった。従って試料の1部はC地区からも採集された。

Ⅱ 土 壤 調 査 成 績

1. 調 査 状 況

以上の計画および方法に基づいて、昭和56年8月25日より9月11日まで、約2週間にわたり現地調査を実施した。調査はCORFO職員Armando SHIMA-BUKURO君が終始協力し、常時1～2名の人夫を使用した。時として調査団員の助力を得て行なわれた。

A, B 両地区とも、低原野のまま放牧地として近隣農家がCORFOより許可を得て利用しているのが大半である。調査は極力小型車で現地に到達して行なうように努めたが、各放牧地を囲む鉄柵に阻まれて進めず、地区の大部分は柵を越えながらの踏査によった。1部に走行可能な放牧地があったが、柵の門を明けるため、放牧主の家を探して鍵を入手するのに半日近くを費やす仕末であった。

またほとんど連日にわたり、アンデス山脈より吹き降ろす強風が続き、特に午後風速の募る頃は、砂塵が巻き起って、調査上大きな障害となった。降霜もしばしばみられたが、午前中は気温3～10℃、午後は15～22℃と上昇し、3寒4温のような春の兆しが感じられ幸い7月以降の乾燥期であったため、降雨や泥ねいによる支障はほとんどなかった。

以上の如く調査環境は必ずしも良好であったとはいえないが、上記期間中にはほぼ予定に近い量を消化することができた。この数量は表1の通りである。

表1. 土壌調査および分析試料点数

項 目	A 地区	B 地区	C 地区	地区外	合 計
試 坑 点 数	9	7	—	—	16
試 穿 点 数	28	27	—	—	55
土 壤 点 数	36	30	—	10	76
かんがい用水	2	1	1	6	10
飲 料 水	—	—	1	5	6
排 水 路 水	3	7	8	3	21
地 表 水	2	4	1	—	7
地 下 水	1	3	—	—	4

2. 調 査 成 績

土壌調査は野外の断面調査と実験室の理化学分析の結果から、土壌の分布とその性状や対策を明らかにするものである。今回のような短期間の調査の場合は、現地作業は勿論試料分析も特定のものに限られ、極力既往の成績を収集活用する手法が用いられる。この場合は農地開発の可能性、土壌生産力および塩類集積性ということになる。

土壤調査精度としてみれば、第3種の程度で、土壤統一相の階級を図示できる範囲である。

2-1. 自然環境

本地域は肥沃で降雨に恵まれた Pampa 地帯と乾燥寒冷な南部との間の漸移地帯に属し、降雨に乏しい半乾燥降霜冷涼の気象下におかれる。また砂質で瘦薄な土壤が優越する自然条件下では、自ら耐乾、耐塩性の植生に偏り、動物もこの環境に順応したものがみられる。短期間で、しかも冬枯れ状態のため、特に植性について調査する状況になかったため、土壤調査中の観察事項のみを書きとめておく。

現地は生物環境として独特の状況にあり、大半が放牧草地に利用されているにもかかわらず、この自然環境は、さして乱されていない。例えば、数十種に及ぶ植生の中で目立つ群落を挙げれば、次の表1の如くである。最も普通にみられるのが、禾本科と荳科の植物の中でも自然牧草となっている *Stipa*、荒地を被う長針の と刺の多い Chanur である。Chanur の森は牛に休養と避難場所を提供している。また渡鳥の巣が多く、毎年自分の造った巣に戻るという。遠目には皆同じ灌木に見えるが、この他に Matorro と呼ばれる。よく似た灌木があり、丁度開花中であつた。これらの植生は土壤の種類や環境と密接な関係にあり、土壤区分の有力な材料となる。

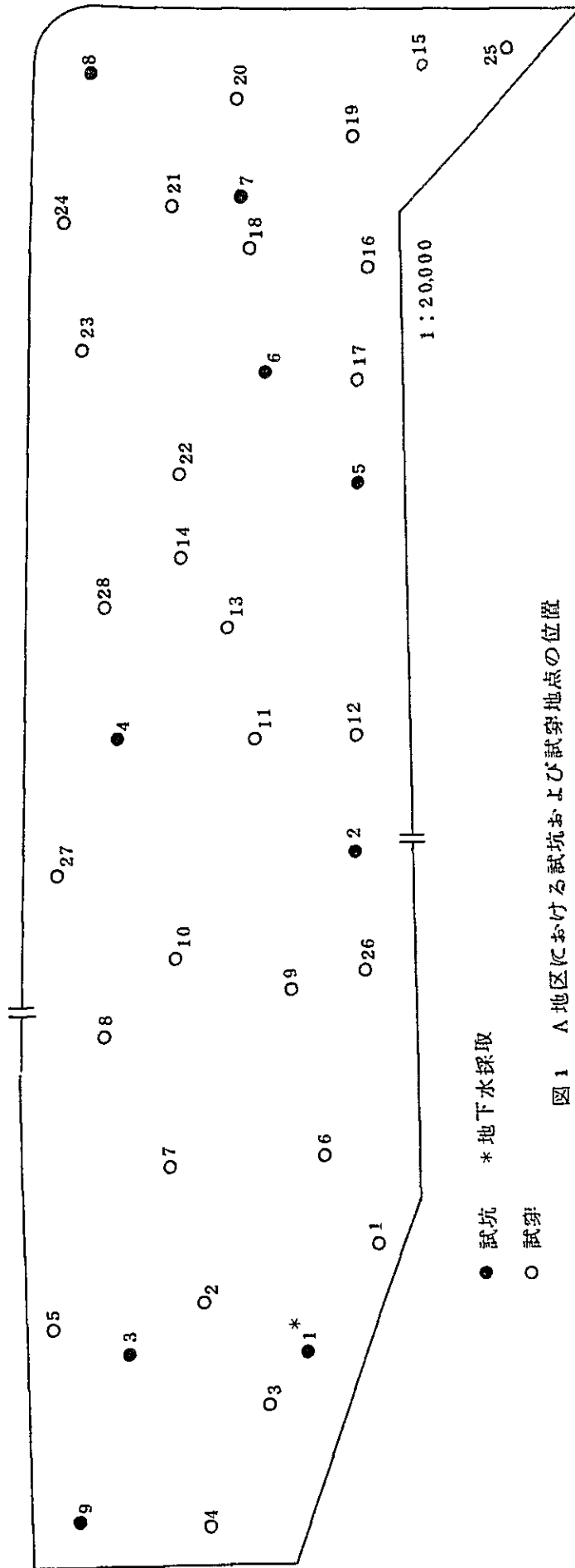
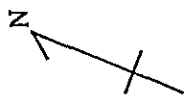
現地は野性動物の豊庫でもある。鳥類の他に獣類では、野兎と Peludo と呼ばれるアルマジロに似た小動物が最も多い。Peludo は硬い甲羅を被り、これで Chalango というチェロに似た楽器の胴を造る。到る所に穴を掘り、*Stipa* の根を常食するが、牛の死肉も食べるそうである。次に多いのが Vizeacha で、体重4kgもあるネズミに似た動物で、Chanur の森に穴を掘り、木の根を食べて住みこんでいる。毛皮を利用し、肉は淡白で軟かく兎肉に近い風味がある。この他にやはり穴居性で Zorro という肉食性で狼に似た獣があり、毛皮が貴重なのでワナや鉄砲を使う狩猟の対象となる。いずれも夜行性であるため調査中は兎以外はみることができなかった。

なお魚類の棲息は極めてまれで、排水路にはほとんど魚影を認めず、用水路にも水源である Colorado 河からの流入は小魚を除いて全くないようである。これは排水路の塩分が後述の如く異状に多いためと、Colorado 河そのものが魚種に乏しいためのように見受けられた。唯一の棲息地は地区から国道に出る手前にある砂利採取跡の池で、塩分は 1,200 ppm 位であるから淡水に近い。ここにペヘレイ (Peheley) という塩水魚の幼魚らしいものを認めた。移殖と思われるが、元来海の沿岸魚でキスに似ている透きとおった美しい魚で極

※ 本章では調査と現地で行なった分析成績の一覧を表示するに止め、これらの内容に関する論議は水分析を除き、主として後章の分類その他の該当する項目で行なうこととした。

表2. 現地における主要植物群落

類別	一般名	学名	科名	群落場所	備考
草 木 類	a. Paja uizcachera	<i>Stipa</i> sp.	Graminae	塩類集積の比較的少ない平坦地	最も分布が大きい。牛の主要飼料となる。草先が鋭く、さざると痛い。
	b. Pelo de chanco	<i>Distichlis</i>	Graminae	前者と混生	同上、ただし短葉性、分布はややせまい。
	c.	<i>spicata</i>	Graminae	塩類集積が多いがより乾燥した砂質の平坦地や斜面	1 m 近い長針状葉で密生する。瘦地に多い。
	d. Cardo pendiente	<i>Carduus</i>	Compositae	同上、砂壌質を好む	牛は食べない。
	e. Alfilerillo	<i>Erodium</i> sp.	Geraniaceae	同上	オニアザミの類
	f. Cardo ruso (Targomuso)	<i>Salsola Kali</i>	Chenopodiaceae	地区周辺、柵外	牛は食べない 深紅色の小花で、到るところにある。枯れるとカゴ状になって転がる。
木	g. Chanur	<i>Geoffroea</i>	砂立地ないし乾燥した緩傾斜地	最も多くみられる灌木で、高いものは 3 m 近い。トゲが多く、通行を妨げる。	
本 類	h. Piquillin	<i>Condalia</i>	同上、多少混合	上とよく似るも、より低い。果実が食べられる。分布もよりせまい。	
	i. Pasto salado	<i>microphylla</i>	塩類の多量集積地で湿性のところ	耐塩性のほふく性灌木。 P 16 の周辺に大きな群落がある。	



- 試坑 * 地下水採取
- 試穿

図1 A地区における試坑および試穿地点の位置

表 3. A 地区土壤の調査結果一覽

調査地点 No	標高 (cm)	地下水位 (地表下, cm)	土性層序 (cm)		断面の特長	附近の植生・環境
			0-50	50- (調査下限)		
P 1	1375	75	LS-LS	LS-LS (100)	m, g, s, f, h	放牧草地, 草生少ない
2	1375	120	LS-LS	LS-LS (100)	sm, g, s, h	同上, Stipaの他にアザミ多い
3	1400	110	SL-SL	SL-SCL-SL (170)	m, s, h, Ca	同上, 草生不良(長針葉草)
4	1410	120	SL-SL	SL-SL-SCL(120)	d, g, s, h, Ca	同上, 草生不良, 灌木多い
5	1375	125	(LS)-SL	SL-LS-SCL(130)	d, g, s, h, Ca	同上, 草生やや良, クローバーあり
6	1425	>160	SL-SL	SL-LS-SL (130)	d, g, s, h, Ca	同上, 長針の草多く, 灌木散生
7	1315	>160	SCL-CL	HC-SCL (130)	d, 黒斑入る	同上, Stipa 少なく, Peludoの穴あり
8	1380	>170	SL-SL	SL-SCL (145)	d, s, (h)	同上, 長針葉草繁茂
9	1475	140	SL-SL	SL-(LS)-SCL(170)	d, g, s, h, Ca	同上, 草生の半分がStipa 灌木地
A 1	1400	120	LS-LS	LS-LS-(L) (130)	m, h	草地, 近くに滞水地
2	1400	130	SL-SL	LS-SL (140)	m, s	放牧草地, 草生やや良
3	1375	48	SL-SL	SL-(SiL)(120)	sw, g, f	同上, 草生少ない
4	1425	135	SL-SL	LS-LS (120)	m, s	同上, 灌木多い
5	1450	125	S-S	SL-LS (130)	sm, s	同上, 周辺高く灌木砂丘
6	1400	90	SL-SL	SL-SL (120)	sm, g, h	同上, 草生低く劣る
7	1425	150	LS-SL	SL-SCL-LS (160)	sm, s, h	同上, 近くに灌木地

(つづく)

注: 断面の特徴: 表層が乾(d), 湿(w), 半湿(sm); 礫含む(ℓ), やゝ多く含む(g');

CaSO₄結晶点在(s), やや多い(s'); HC Iで発泡(h); CaCO₃結核含む(Ca)

(A 地区つづき)

調査地点 No	標高 (cm)	地下水位 (地表下,cm)	土性層序 (cm)		断面の特徴	近の植生・環境
			0-50	50- (調査下限)		
A 8	1425	> 150	LS-LS	SL-SL-SCL (150)	sm, g, h, Ca	放牧草地, 草生やや良, 灌木地近い
9	1420	110	SL-SL	LS-SL-SL (150)	sm, g, h,	" , 草生良好, 湿生
10	1435	100	SL-SL	SL-SCL-LC (160)	sm, g, h, Ca	" , 灌木地に近い低地, 草生良好
11	1550	> 150	SL-SL	SL-LS-SCL (160)	d, g, h, Ca	" , 灌木丘陵地の間
12	1400	130	SL-SL	SL-LS-SCL (150)	sm, g, s, (h)	" , 旧排水路未場, 周辺灌木あり
13	1425	> 150	SL-SL	LS-LS-SCL (140)	d, g, s, h, Ca	" , Stipa 繁茂, 旧水路近し
14	1425	145	SL-SL	LS-SCL-SL (180)	sm, g, h, Ca	" , Stipa 少ない, 灌木丘陵地の南
15	1300	> 160	SL-SL	SCL-SCL-HC (160)	sm, s, f, h	" , 東端の3角部, 草生やや良
16	1325	90	SL-SL	LS-LS-S (160)	sm, s, (h)	" , 主用水路近く, 草生不良
17	1400	130	SL-SL	SL-LS-S (160)	sm,	" , " , " , "
18	1325	> 180	SCL-SCL	HC-SCL-CL-HC (140)	sm, s, (h)	" , 灌木地の東縁, "
19	1340	> 160	SL-SL	SL-SCL-CL (150)	sm, s, (h) 粘土斑	" , 地表に塩析出, "
20	1320	> 150	SL-SL	SL-SCL (130)	d, s (h)	" , 長針草多い, Peludo の穴多数
21	1320	> 150	SL-SL	SCL-SCL (120)	d, f, s, (h)	" , " , " , "
22	1475	> 170	SL-SL	SL-LS-SL (160)	d, g, (h)	" , 灌木丘間の平坦地, 草生劣る
23	1425	> 150	SL-SL	SCL-CL (120)	d, s, (h)	" , " , " , Ssipa 多い
24	1335	> 150	SCL-SCL	SCL-SiCL (120)	d, s, (h)	" , 長針草多く, 土層硬い
25	1330	> 140	SL-SCL	SiCL-SiCL (110)	d, 青い粘土斑	" , 東端の3角部, 小种草多い
26	1420	80	SL-SL	LS-SCL-SL (140)	d, g, h, Ca	" , Stipa の間に Pichana 多い
27	1425	> 140	SL-SL	SL-SCL-SL (140)	d, g, s, f (h)	" , 北縁に近い旧排水路脇
28	1450	> 150	SL-SL	SL-LS-SCL (130)	d, s, h, Ca	" , 灌木の低立間の平坦地

表 4. B 地区土壌の調査結果一覽

調査地点 /No	標高 (cm)	地下水位 (地表下, cm)	土性層序 (cm)		断面の特徴	附近の植生・環境
			0-50	50- (調査下限)		
P10	1350	> 140	(LS)-SL	SL-SL (110)	d, f, s, (h)	放牧草地, 牛放飼なし, Stipa地帯,
11	1300	> 180	LS-LS	LS-LS (150)	d, (s),	" , Stipa多く, 灌木散生
12	1400	100	SL-SL	LS-LS-S(SCL) (175)	m, s, g	" , 低湿で塩析出, 牛糞多い
13	1350	120	SL-LS	LS-S (180)	d, g, s, f	排水路D4'の湾曲点, 塩析出
14	1150	140	SL-SL	LS-S (140)	d, s	排水路D5脇, Stipaと長針草
15	1270	150	SL-SL	LS-SCL (120)	d, g, s, h, Ca	用水路F3脇, StipsとChancho
16	1100	115	SiL-SiL	SL-SCL (120)	m, s, h, Ca	排水路D6末端部, 塩析出, 耐塩植生 群落あり
B 1	1450	> 200	LS-(S)	LS(S) (100)	d,	F3水路脇, 未利用地
2	1400	150	S - S	S - S (165)	d,	同上, 500m東方, 緩斜面, 放牧地
3	1500	> 180	SL-SL	SL-SL (120)	d,	放牧草地, Stips帯, Peludoの穴多紋
4	1320	> 150	LS-SL	SL-SiL-SCL (140)	d, s,	" , " , "
5	1400	> 150	SL-SL	SL-SCL-CL (130)	d, s,	" , 灌木散生, 南縁の低立地
6	1270	> 140	SL-SL	SC-CL (120)	d, s, f	" , 同上低立地間の平坦地
7	1350	> 160	LS-S	LS-LS-S (110)	d,	" , 同上低立地, 灌木散生
8	1450	130	LS-LS	S - S-SCL (160)	sm,	" , 灌木低立の下位平坦地, 草種多い
9	1350	> 170	LS-LS	LS-LS (160)	d, g, s	" , 長針葉草多く, 灌木散生
10	1300	> 140	LS-LS	LS- S (110)	d	" , DS排水路近く, Stipa多い

(B 地区つづき)

調査地点 No	標高 (cm)	地下水位 (地表下,cm)	土性層序 (cm)		断面の特徴	附近の植生・環境
			0-50	50- (調査下限)		
B11	1400	> 180	LS-SL	LS-LS-SCL (170)	d,	小草帯, 周辺は長針葉草と灌木
12	1300	> 160	LS-LS	SL-SL (140)	d, g, f	放牧草地, 低凹部で塩分出る
13	1300	180	SL-SL	SL-LS-S (180)	d, g	" , F3'水路脇(用水なし)
14	1230	> 140	SL-SL	SL-SL-SCL (140)	d, g, s'	" , 同上, Stipa 兔糞多い
15	1270	> 160	SL-SL	SL-SL-SCL (140)	d, g, s'	" , D5 排水路脇 "
16	1100	140	SL-LS	SL-SL-S (180)	m, g, s, h, Ca	" , 東南端部, Stipa と小灌木
17	1200	133	SL-LS	LS-SL-SiL (180)	sm, s	" , や低凹部, Stipa と小草種
18	1300	> 160	SL-SL	SL-SCL-SiCL (130)	d, h, Ca	" , Stipa と chanco
19	1200	> 170	SL-SL	SL-SCL (160)	d, s'	" , 広い Stipa 帯, 灌木散生
20	1200	> 170	SL-SL	SL-LS-S (170)	d, g, s	" , "
21	1230	> 180	SL-SL	SL-LS-S (160)	d, g, s	" , "
22	1100	130	SL-LS	LS-S (140)	d, g, s	" , 東縁の角地, 排水路脇
23	1250	> 140	SL-SL	SL-SL-S (120)	d, g	" , D7 排水路末端, 小草立
24	1200	> 140	SL-SL	SL-SL-S (110)	d, s	" , D3 水路近く, 草生良好, 灌木あり
25	1200	110	SL-SL	SC-SC-LS (170)	d, g, s (h)	" , D8 排水路近く, Stipa と小草
26	1220	135	SL-SL	SCL-SL-SCL (160)	sm, s', g (h)	" , 同上, 塩分析出, 灌木散生
27	1230	> 150	SL-SL	SL-SiCL (110)	d, s	" , 小草種に 3~4 種の 灌木斜面

めて美味である。Pedro Luro に向う途中、国道を右に入ると Salada 湖という塩水湖があり、ここには 40 cm 前後の成魚が群をなしており、釣人には絶好の穴場となっている。Colorado 河の濁水もさることながら、有機的給源の少ない自然環境では、魚類を維持する生物サイクルが貧弱なため、その繁殖が阻まれているのであろう。

2-2. 土壌断面調査結果

A, B 両地区における調査地点をそれぞれ図 1 および 2 に示す。両図とも提供された航空写真を縮小して作成したもので、CORFO 作成の地形図と多小の喰い違いがあったが今回作成のものを使用することとした。

調査地点は航空写真と現地の地形から、風積とみられる標高の大きい砂丘地を避け、試坑は異なった団地を代表すると思われる場所を選んだ。

土壌断面の調査結果の中、試坑地点は今後の土地利用上重要と思われるので、末尾に記載事項をまとめておく。ここでは試穿地点と合わせて、断面の概要を一括して表 3 および表 4 に掲げた。これは調査した順に並べたもので、分類のための第 1 段階の整理表である。標高は CORFO 作成の 2.500 分の 1 地形図 (A 地区) および 1 万分の 1 地形図 (B 地区) に調査地点を重ねて読み取った。地下水位は試坑の湧水面および試穿による土壌の濡れで判定した。しかし地下水位が深いか、hand auger が下層のち密な砂層等で入らない場合は、それまでの土層の水分変化から判定し、例えば 150 cm と表示してある。土色は重要な要素であるが、土壌による変異が小さいので、この整理表から除外した。また活性マンガンの反応はほとんどが + ~ - の範囲であったので、これも記載から省略した。その他の記載は末尾の資料を含めて、おおむね FAO の調査基準によった。ただし表示した断面特徴の記号は便宜上決めたものである。

2-3. 土壌資料分析値

前記の分析法に従い、全試坑地点の各層土壌および試穿から採取した数点の試料を現地で分析した。後者は特に下層粘土の塩分含量検討のためである。分析結果は表 5 および 6 に一括した。塩分濃度を EC 値から計算するには、一般に USDA の 640 ppm/mmho が用いられる。これはアメリカにおける分析の平均値であって、理想的には現地の試料毎に両方の分析値の相関を求めることが望ましい。幸い Colorado 河流域の水試料で図 3 の成績が南部大学報告に出ている。同図から 800 ppm/mmho の関係が見出されるのでこれを採用することにした。この数値は NaCl のほぼ 500 ppm/mmho より高く、SO₄ の数値に近い。この理由は現地の地表に析出した塩の味が海塩よりも弱いこと。また土壌分析の結果 (INTA, 1973) において Na 塩よりはるかに多く水溶性で解離度の低い Ca, Mg の

表 5. A 地区採取土壤の分析結果

試料No	層厚(cm)	土 性	礫含量 (%)	容積重	pH (1:1)	EC(1:2) (mmhos 25°C)	塩分濃度
P1-1	00- 12	LS	tr	1.06	8.27	6.19	
2	12- 27	LS	tr	1.45	8.70	3.64	
3	27- 50	LS	tr	1.34	7.90	2.23	
4	50- 80	LS	8.4	1.44	8.24	1.17	
P2-1	0- 12	LS	tr	0.93	7.30	1.87	
2	12- 28	LS	10.7	1.17	7.73	1.99	
3	28-100	LS	29.9	1.05	8.20	4.75	
P3-1	0- 12	SL	1.3	0.91	7.80	0.96	
2	12- 57	SL	2.2	1.07	8.20	2.06	
3	57- 87	SL	2.1	1.24	8.05	5.95	
4	87-120	SL	5.4	1.19	8.10	7.84	
P4-1	0- 21	SL	tr	1.09	7.35	0.69	
2	21- 55	SL	1.4	1.13	8.20	5.71	
3	55- 85	SL	4.7	1.18	8.20	7.59	
4	85-110	SL(SCL)	9.6	1.08	8.25	6.75	
P5-1	0- 21	LS(SL)	0.9	1.14	7.75	0.66	
2	21- 70	SL(LS)	4.2	1.25	8.53	0.91	
3	70-115	LS	tr	1.31	9.40	1.06	
P6-1	0- 20	SL	tr	1.17	6.55	1.38	
2	20- 70	SL	0.2	1.08	7.98	4.01	
3	70-105	SL	0.1	1.26	8.41	4.60	
4	105-130	SL(LS)	7.7	1.39	8.45	3.69	
P7-1	0- 12	SCL	0	1.01	7.60	1.89	
2	12- 30	CL	0	0.96	8.19	6.61	
3	30- 80	HC	0	1.00	8.19	7.85	
4	80-128	SCL	0	1.04	8.15	8.21	
P8-1	0- 18	SL	tr	1.06	7.38	0.52	
2	18- 30	SL	tr	1.07	8.20	1.10	
3	30- 45	SL	tr	1.07	8.38	2.87	
4	45-110	SL	tr	1.05	8.50	3.28	
P9-1	0- 20	SL	0	1.17	7.32	0.80	
2	20- 45	SL	tr	0.89	8.10	1.42	
3	54- 72	SL	3.7	0.99	8.68	1.91	
4	72-120	SL(LS)	1.6	1.14	8.50	2.10	
5	120-172	SCL	14.9	1.10	8.78	1.48	
A23-3	80-120	SCL(CL)	0	1.09	8.09	1.45	

備考：礫含量の他は 2 mm 以下の風乾細土の分析値。 塩分濃度は ECX
 土性の () 内は共存を示す。

表 6. B 地区採取土壤の分析結果

試料 №	地 層 (cm)	土 性	礫含量 (%)	容積重	pH (1:1)	EC(1:2) (mmhos, 25°C)	塩分濃度
P10-1	0- 15	LS (SL)	tr	1.04	7.50	2.02	
2	15- 35	SL	tr	1.03	8.26	4.80	
3	35- 72	SL	tr	1.03	8.42	5.53	
4	72-100	SL	tr	1.10	8.35	7.06	
P11-1	0- 15	LS	tr	1.08	8.55	0.14	
2	15- 45	LS	tr	1.12	8.55	0.22	
3	45-100	LS	tr	1.00	8.20	3.10	
P12-0	0- 2	SL	0.	0.99	8.80	4.44	
1	2- 17	SL	1.2	1.19	8.52	4.49	
2	17- 40	SL	0.7	1.15	8.60	6.14	
3	40- 65	SL	tr	1.22	8.60	6.08	
4	65-100	SL	2.4	1.49	8.40	6.42	
P13-1	0- 23	SL	tr	0.98	8.70	1.55	
2	23- 85	LS	tr	1.14	8.52	3.22	
3	85-150	LS	tr	1.32	8.30	2.17	
P14-1	0- 25	SL	tr	1.14	7.15	0.13	
2	25- 60	SL	0.6	1.23	8.00	3.44	
3	60-120	LS	tr	1.29	8.00	2.75	
4	120-140	S	0.7	1.30	8.20	3.74	
P15-1	0- 25	SL	0.6	1.17	8.15	0.12	
2	25- 45	SL	tr	1.14	8.30	2.43	
3	45- 80	LS	3.3	1.10	8.80	2.77	
4	80-100	SCL	3.9	1.31	9.78	0.84	
P16-1	0- 16	SiL	tr	1.02	7.61	9.05	
2	16- 35	SiL	tr	1.07	7.57	8.20	
3	35- 55	SL	tr	1.10	7.71	9.32	
4	55-115	SCL	tr	1.23	7.80	9.05	
B 6-3	80-115	CL	tr	0.92	8.00	1.35	
B18-3	86-125	SCL	tr	1.09	8.66	7.45	
B27-3	76- 90	SiCL	tr	1.01	8.20	7.14	

硫酸塩や重炭酸塩が含まれていることから、十分に推定されるわけである（末尾資料参照）。

もう一つの問題は塩分の電気伝導度を測る時の土壌：水の割合である。一般に塩分濃度で作物の耐塩性を論ずる場合、土壌を丁度飽和する程度に水を加えて（圃場容水量よりやや少なく、土壌が可塑性から流動性となる直前）、放置した後絞り出した水（飽和抽出液，saturated extract）について測定した数値を用いる。この飽和抽出は実験室でないと難しいので、現地で簡易に上澄液を採る方法としては、どうしても2～5倍の水を加えることになる。飽和に必要な水量は土壌重量の50～100（砂上—上）程度であるから、水の添加割合が多くなれば、EC値はそれだけ小さくなる。従って測定したEC値から飽和抽出のEC値を推定するには、両者の相関を知らなければならない。これも現地土壌の土性毎に求めるのが理想である。

両者の相関は筆者がオマーン国でほぼ同種の沖積土壌について調査した実験成績がある。図4がその結果で、両者の関係は放物線形で示される。同図から推定すれば、2倍量の水を加えて測定した今回の場合に、飽和抽出時のEC値を概略求めるには、次の換算が妥当であろう。

$$\begin{aligned} \text{EC（水飽和）} &= \text{EC（1：2）} \times 3 \text{（砂質土）} \\ &= \text{EC（1：2）} \times 4 \text{（壤質土）} \end{aligned}$$

この換算で採取土壌の塩分濃度を通覧すると、改めて本地区では塩害問題が重大であることに気付くのである。

2-4. 水試料の分析値

地区内外における塩分の動向を知る手段として、つとめて各種の水資料を採取し、そのpHおよびECを測定した。図5および6は地区周辺および地区内における採取地点の位置を示したものである。

表7、8および9にこれら水試料の分析値をまとめた。塩分濃度は前記同様に $\text{EC} \times 800$ ppmで計算してある。

〔飲料水〕（表7）

Colorado河の水を浄化した水道水（T6）は1.08 mmho，約800 ppmで、好適な濃度とされている150～200 ppmに比べて4倍も高い。他の資料は自家用の井戸水であるが、ほとんどがさらに高く、硬水状態で適性を欠いている。特にCORFOのTraining Centerの井戸水が40 mもの地下から汲上げられているのに、1,000 ppmを越えていることは、この地域がいかに石灰を始めとする高い塩分濃度に影響されているかを示唆するものであろう。

〔かんがい用水〕（表7）

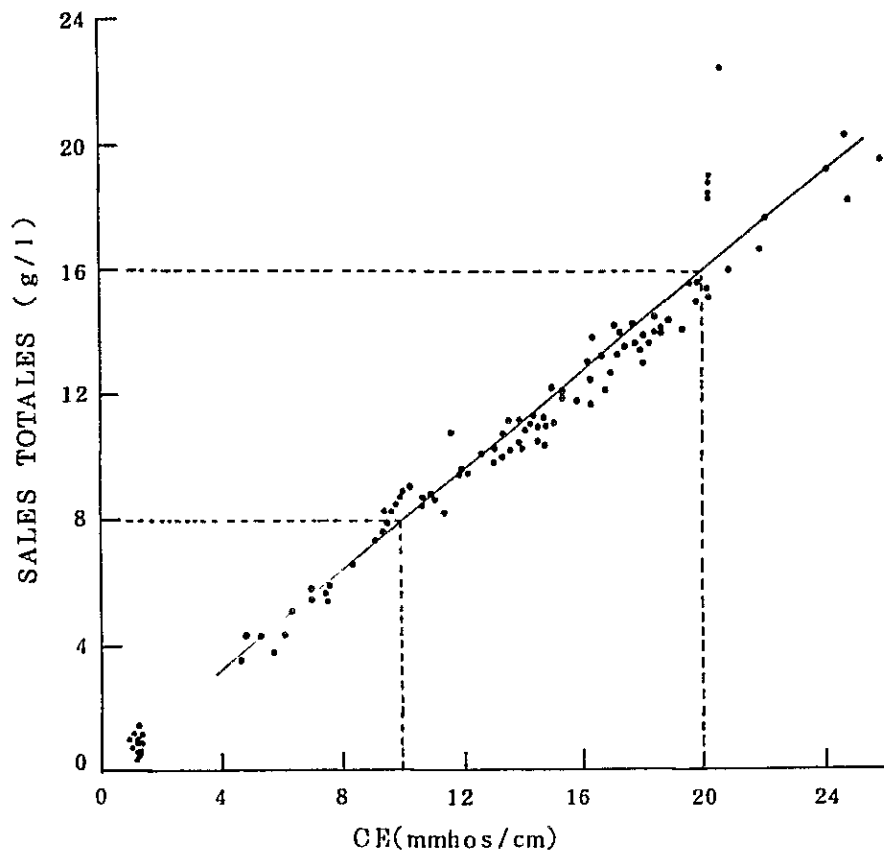


図3 かんがい水および排水の電気伝導度 (EC) と塩分濃度との関係

- Rio Colorado 流域, 1979 -

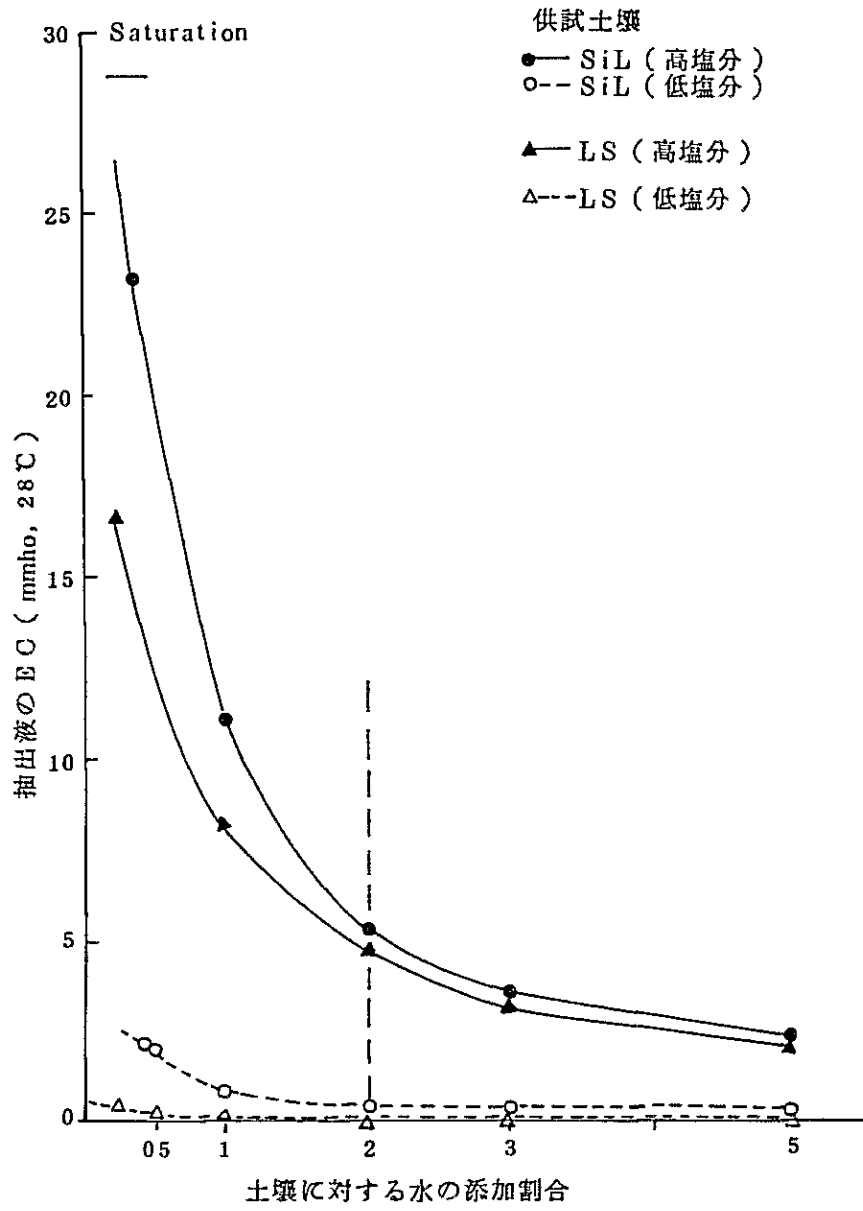


図4 土壌の抽出液の EC 値と水の添加割合との関係
(Wadi Jizzi Area soils, OMAN, 1981)

10 点の資料は水源を同じくする Colorado 河の上水と変らない高い pH と EC を示した。流速が早いので、流路からの塩類溶出は予想外に少ない模様で、水源からの遠近関係は認められない。

〔地表水〕(表 8.)

採取した地表水は、かんがい用水を直接導入した W 3 試料は別として、いずれも塩分濃度が高い。特に地区外ではあるが、低凹地の停滞水、W 2 は海水を凌ぐ高塩分を含む。明らかに周辺土壌の塩分含量との関係を示すものであろう。

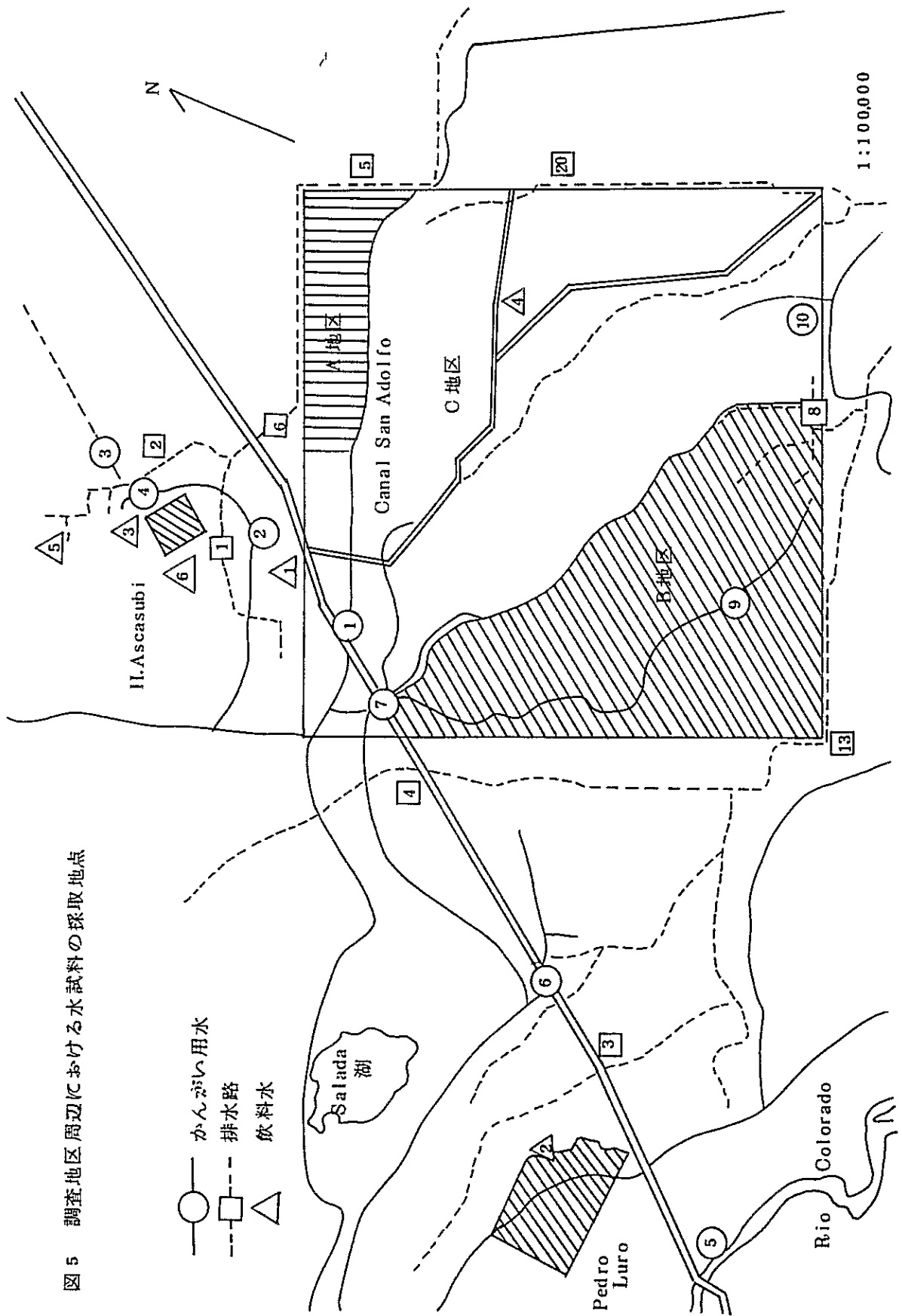
〔排水〕(表 9.)

排水路に出た排水は極めて緩い速度で流下しているが、当然のことながら、かんがい用水を遙かに上回る高い塩分濃度を持つ。これを排水路系別に並べたのが図 7 である。系列は図 6 に示す通りで、ほとんどが流下に従って濃度を増大している。中でも D 4 系列における増加は直線的である。しかし B 地区内では、かんがいがほとんど行なわれず、かつ乾期でもあったため、水流が途切れて停滞していた水は 179 μ sho (D 10) もの高濃度を示した。D 7 および D 8 の排水路には停滞水すらみられなかった。

以上の結果から、かんがいは土層の遊離塩類の溶出に極めて顕著な効果を挙げてということが認められる。しかし土壌の塩分含量と排水中の塩分との量的関係は、分析の範囲では検討困難である。いずれにせよ、地区内における塩類集積を如実に表わしているとみてよからう。

なお、地下水(表 9)の塩分動向については後章で改めて論議することとしたい。

図5 調査地区周辺における水試料の採取地点



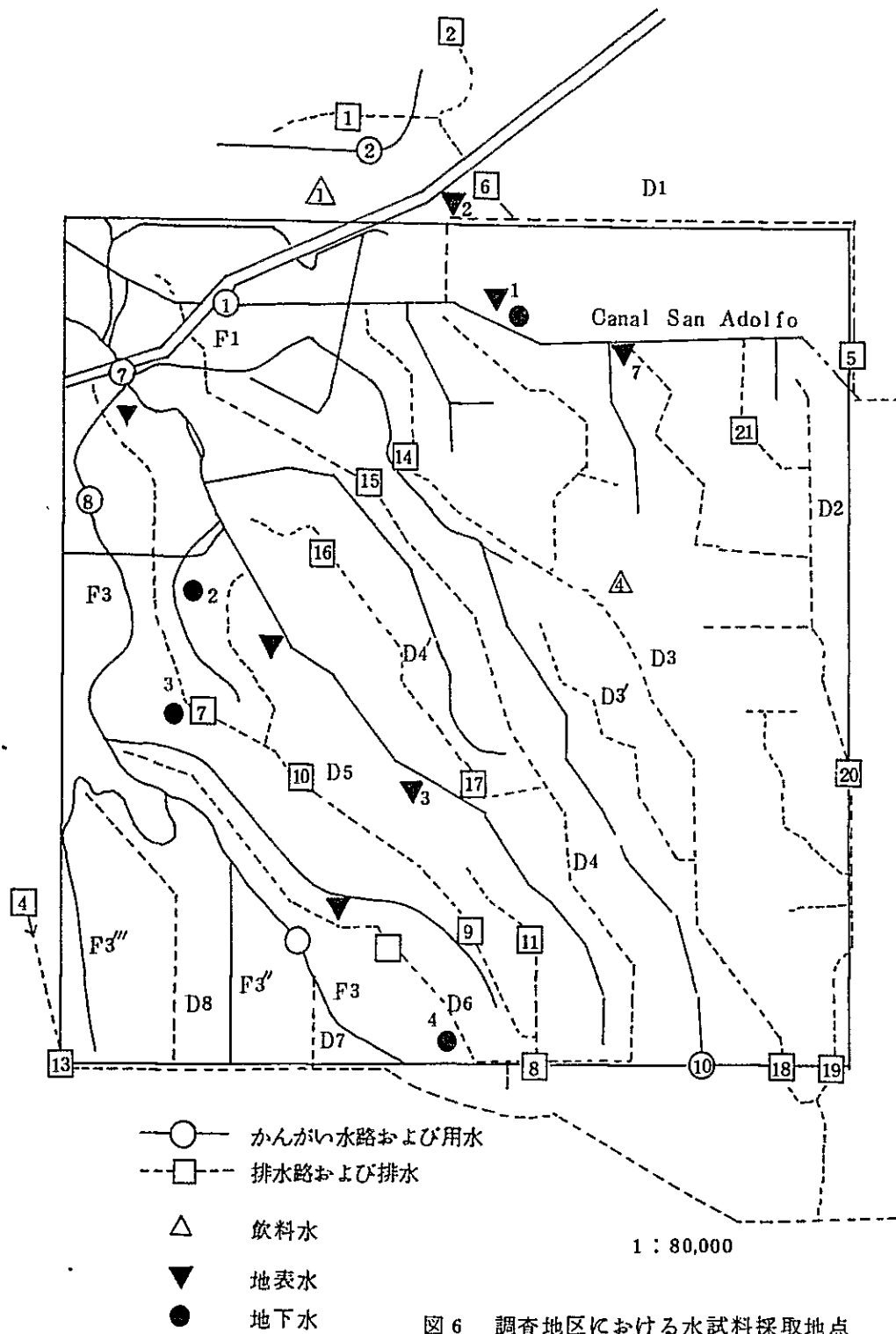


表 7. かんがい用水および飲料水の塩分濃度

資料名	採取地点	採集日 月/日	pH	E C (mmho, 25°C)	塩分濃度 (ppm)	
〔かんがい用水〕						
C 1	Canal San Adolfo 起点	8/26	8.15	1.05	840	国道交叉点
2	A. Ascasubi 水路	8/30	8.30	1.12	900	
3	同上 末端水路	"	8.30	1.09	870	
4	同上 圃場水路	"	8.25	1.12	900	農家
5	Rio Colorado 本流	8/31	8.10	1.12	900	Pedro Luro
6	Pedro Luro 水路	"	8.10	1.09	870	
7	Canal F1 国道筋	"	8.15	1.09	870	
8	Canal F3 起点	"	8.20	1.12	900	
9	B の Canal F3 中途	9/8	8.50	0.97	780	
10	C の Canal F1 末端	9/10	8.10	1.13	900	
〔飲料水〕						
T 1	CORFO Center, 井戸, 40 m	8/27	7.90	1.40	1,120	島袋宅
2	Pedro Luro, 井戸	8/30	7.65	3.39	2,710	農家
3	H. Ascasubi, 井戸, 6.5 m	8/30	8.08	1.22	980	フランス入植者
4	C - Aldea, 井戸	8/31	7.30	1.06	850	
5	H. Ascasubi, 井戸, 5 m	9/1	8.05	1.70	1,360	農家
6	同上, Rio Colorado 上水	9/1	8.30	1.08	860	農家

表 8. 地表水および地下水の塩分濃度

資料名	採取地点	採集日 月/日	pH	E C (mmho, 25°C)	塩分濃度 (ppm)	備 考
〔地 表 水〕						
W 1	A-Pichin Grande	8/27	7.60	2.41	1,390	Canal S. Adolfo 採水地
2	A北側Dren脇	9/ 2	8.72	64.55	51,640	停 滯 水
3	B北側路, Canal脇	9/ 8	8.45	1.09	870	Canal F6'採水
4	B中央, Dren D6脇	9/ 8	7.70	1.36	1,094	風車揚水
5	B北側路, Canal脇	9/ 9	9.40	9.92	7,940	停 滯 水
6	Dren D5の始点附近	9/ 9	8.55	1.49	1,190	砂利 採取跡の池
7	C北側路中央脇	9/10	8.30	1.30	1,040	停 滯 水
〔地 下 水〕 (地表下)						
G 1	A-P1 75cm	8/26	7.20	6.35	5,080	試坑採取
2	B-P12, 100	9/ 7	7.50	3.27	26,160	"
3	B-P13, 120	9/ 7	8.30	8.50	6,800	"
4	B-P16, 115	9/ 9	6.80	4.69	37,520	"

表 9. 排水路採取水の塩分濃度

試料No	採取地点	採集日 月/日	pH	EC	塩分濃度 (ppm)	備考
D 1	H. Ascasubi の Dren	8/30	8.12	4.24	3,390	
2	H. Ascasubi の Dren	"	8.15	11.08	8,860	
3	Pedro Luero の Dren	8/31	7.90	6.55	5,240	
4	A の西方の Dren	"	7.92	6.84	5,470	
5	A の東側の Dren	"	8.15	10.01	8,010	
6	A の北縁の Dren	9/2	8.08	6.82	5,460	
7	B の Dren D 5 北部	9/7	8.65	14.50	11,600	停滯に近い
8	同上末端	9/8	7.75	32.49	25,990	
9	同上南部	"	7.95	35.96	28,770	
10	同上中央部	"	8.50	17.86	14,288.0	ほぼ停滯
11	B の東北端の単独 Dren	"	7.90	13.79	11,030	
12	B の Dren D 6 中央部	"	8.10	29.88	23,900	水量少ない
13	B 西南角の Dren	"	8.30	7.19	5,750	
14	C の Dren D 3 上部	9/10	7.82	7.01	5,610	
15	同上 D 4, 上部	"	7.78	8.93	7,140	
16	同上 D 4, 上部	"	7.70	8.58	6,860	
17	同上 D 4, 下部	"	7.70	15.81	12,650	
18	C の東辺, Dren D 3 末端	"	7.78	14.26	11,410	
19	同上, D 2 末端	"	7.97	10.50	8,400	
20	C の東北縁, D 2 中央部	"	7.90	5.90	4,720	
21	C の東北角, D 2 中央部	"	7.90	11.80	9,440	

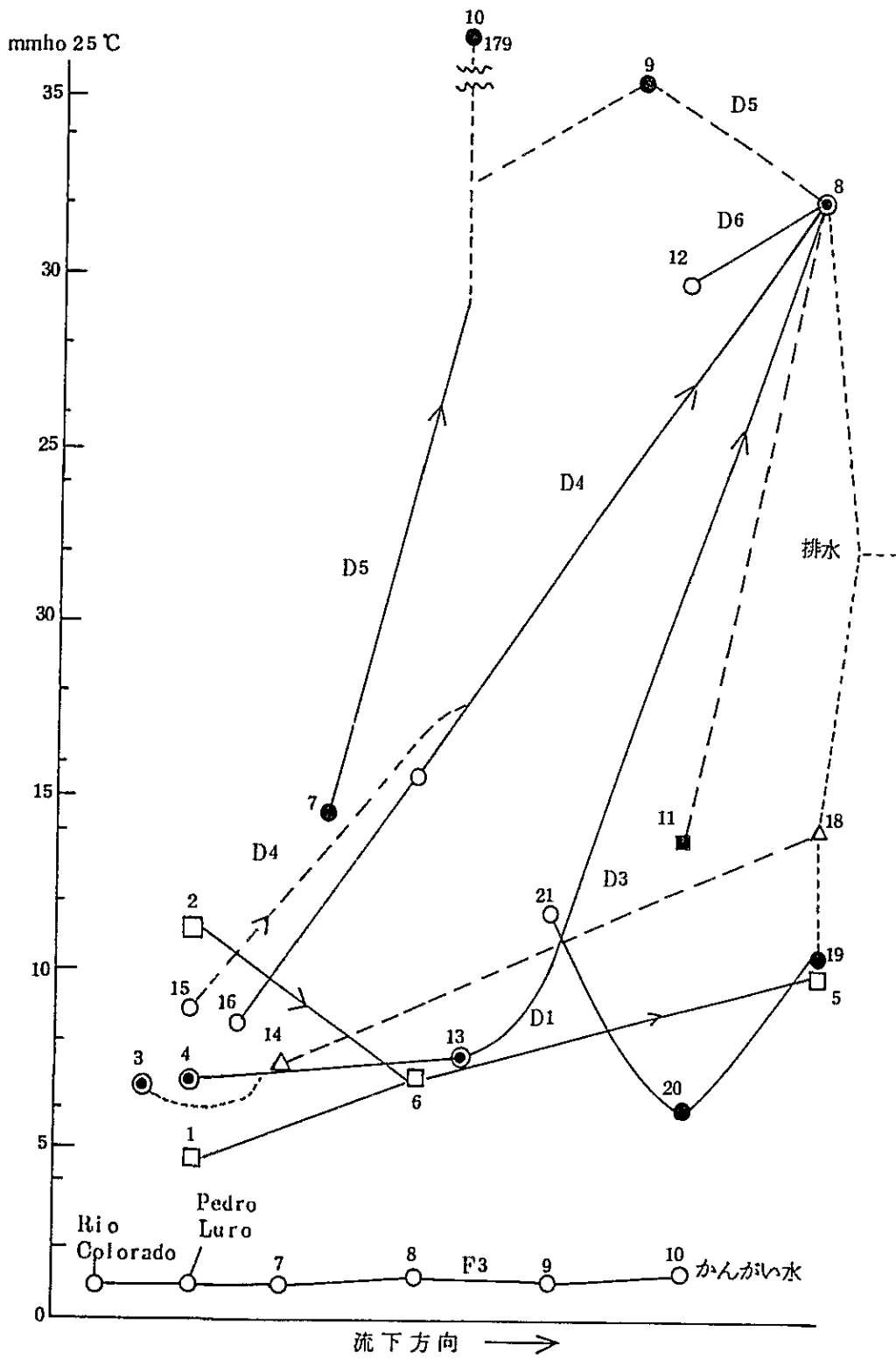


図7 かんがい用排水の塩分濃度の変化

Ⅲ 土 壤 分 類

土壌分類の目的は土地の利用，開発，保全に役立つことにある。対象地域の広さによって，分類と図示の単位が決められる。例えば国や州を対象とする場合には，5,000から8,万haの区画で，100万分の1以下の縮尺で土壌図が作成される。この世界的な試みとして現在国際的に認められているのが，FAO/UNESCOの世界土壌図である。しかし，国別の段階では各先進国はそれぞれ独自の分類体系を發展させており（土壌生成区分，分類単位，命名法など），發展途上国の多くはいずれかの先進国の方式を踏襲することで，遅ればせながら小地域までの調査整備を急いでいる現状にある。

ここにアルゼンチン国における大分類から，対象地区を含む小分類について，既往の成績を紹介し，この経過の上に立って今回の調査結果をいかにまとめるかを検討したい。

1. FAO/UNESCOによる土壌分類

FAOは1961年から500万分の1の世界土壌図の作成を目指して各国と検討を続け，1974年最終的な合意を得て，土壌図の刊行を開始した。アルゼンチンを含む南米地区はそのVol-ivに収められている。資源活用の観点から，土壌を大別して106の単位を採用し，それぞれに他種単位の共存，包含状況と土性，傾斜，さらに石礫，硬盤，塩類集積など(Fases)を記号で図示している。

ここに掲げた図8は本国の中で今回縦断したBuenos AiresからViedmaを含む地域を世界土壌図から抽出したものである。またこの国に出現する主な土壌単位とその集合状態を平地部と高地部に分けてまとめると，表10および表11のようになる。前者で26単位，後者で10単位を数える。高地部にはアンデス山脈地帯が含まれるが，ここに日本と同じ腐植質の火山灰土壌(Humic Andosols)がかなり広く分布しているのは興味深い。今回視察で通過した平地部の土壌単位の中から，特に代表的なものだけを選んで概説しておく。

(1) Luvic Phaeozems (H1)

いわゆるPampa農業地帯とAzulからT. Arroyosの間で東西に伸びる穀倉地帯を占める土壌である。腐植に富み構造が強く発達し，塩基を十分含みかつ土層が厚い(meranic A層)という理想的な性質を持つ。その下層には層状格子粘土が移動集積したB層(arg illuvic B層)が生成する。以前，当国でBrunizem con B texturalと命名され，ドイツ，ソ連ではTschernozemsに入れている。世界有数の肥沃な農耕地土壌である。

(2) Mollic Solonetz (sm)

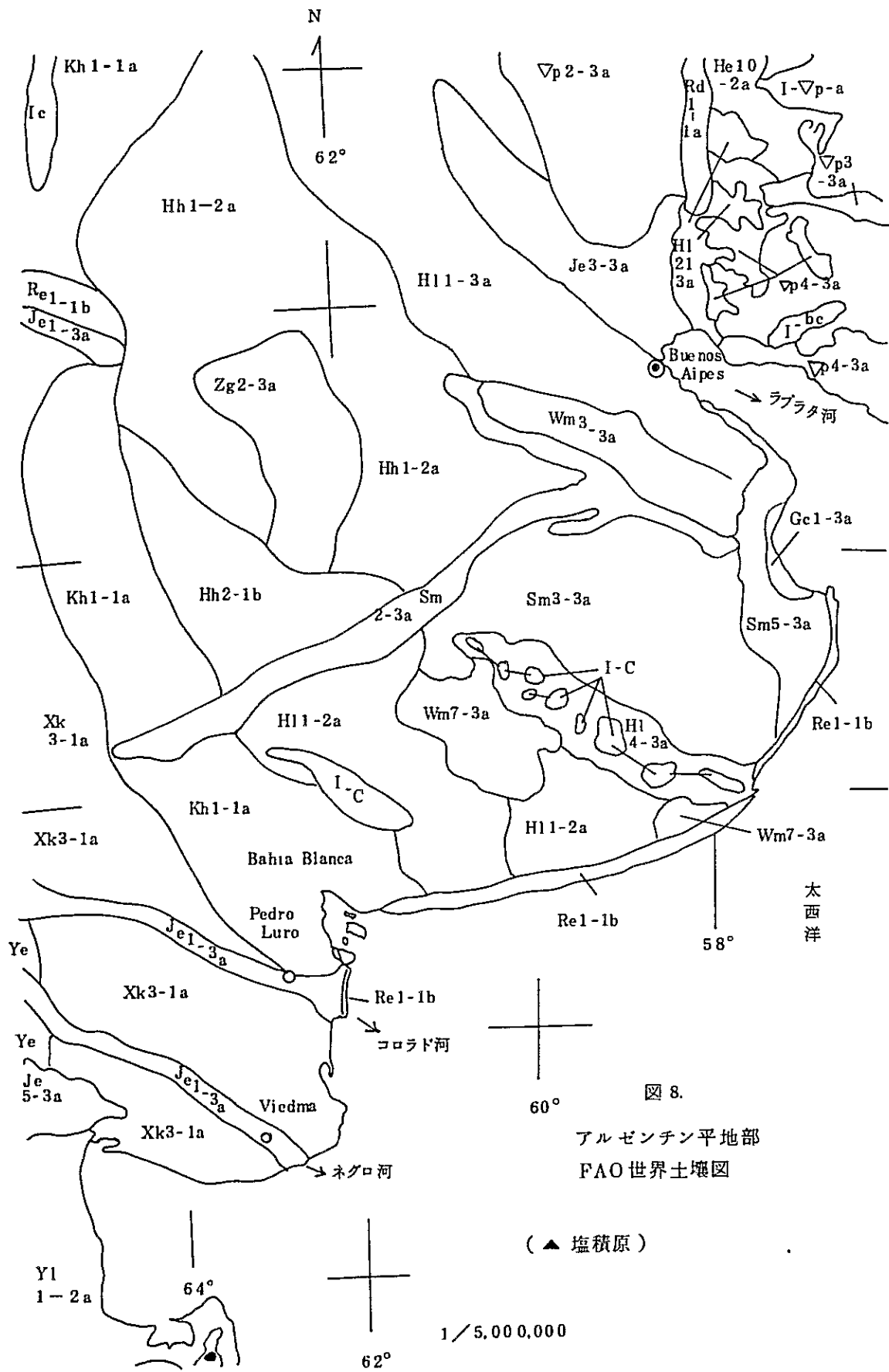


図 8.

アルゼンチン平原地部
FAO 世界土壤図

(▲ 塩積原)

表10-1. アルゼンチン平地部における主要土壌(その1)
(FAO/UNESCO世界土壌図)

No	土壌単位	図示記号	共存土壌	包含土壌
1		Le 1-3a	Calcaric Fluvisols	-
2	Eutric Eluvisols	Le 3-3a	Mollic Gleysols, Histosols	-
3		Le 5-3a	Gleyic Solonchaks, Mollic Solonetz	Calcaric Fluvisols
4	Calcaric Gleysols	Ge 1-3a	Gleyic Solonchaks, Mollic Planosols	-
5	Eutric Regosols	Re 1-1b	-	-
6	Dystric Regosols	Rd 1-1a	-	-
7	Lithosols	I -C, bc	-	-
8		I -Vp-a	Lithosols - Pellic Vertisols	-
9		Vp 2-3a	Luri Phaeozems	-
10	Pellic Vertisols	Vp 3-3a	Luri Phaeozems	Lithosols
11		Vp 4-3a	Luric Phaeozems, Mollic Planosols	-
12	Gleyic Solonchaks	Zg 2-3a	Mollic Planosols, Mollic Solonetz	-
13		Sm 2-3a	Orthic Solonchaks, Gleyic "	-
14	Mollic Solonetz	Sm 3-3a	Mollic Gleysols, Mollic Planosols	-
15		Sm 5-3a	Eutric Gleysols	-

表 10-2. アルゼンチン平地部における主要土壌 (その2)

№	土 壤 単 位	図 示 記 号	共 存 土 壤	包 含 土 壤
16	Luvic Yermosols	YL 1 - 2a	Calcic Yermosols, Orthic Solonchaks	Eutric Pegosols
17	Calcic Xerosols	Xk 3 - 1a	Haplic Xerosols	-
18	Haplic Kastanozems	Kh 1 - 1a	-	-
19	Haplic Phaeozems	Hh 1 - 2a	-	-
20		Hh 2 - 1b	Eutric Regosols	-
21		Hl 1 - 2a	-	-
22		Hl 8 - 3a	Mollic Gleysols, Pellic Vertisols	Lithosols
23	Luvic Phaeozems	Hl 10 - 2a	Orthic Luvisols, Mollic Planosols	-
24		Hl 21 - 3a	Haplic Phaeozems	-
25		Wm 3 - 3a	Mouic Solonetz	-
26	Mouic Planosols	Wm 7 - 3a	Luvic Phaeozems	-

備考： 図示記号は次の通りである。

- 最初の大きい文字 - 小文字 = 土壌単位；次の数字 = 他の土壌単位の共存，包含状況，一数字 = 土性（1. 粗粒；
- 2. 中粒； 3. 細粒）；最後の小さい文字 = 傾斜（a, 平坦ないし緩起伏状）；b, 波状ないし丘陵状；
- c, 急 に関折されたものないし山岳状）

表 11. アルゼンチン高地部における主要土壌

№	土 壤 単 位	図 示 記 号	共 存 土 壤	包 含 土 壤
1		Re 5-1b	Fluvisols, Haplic Yermosols	-
2		I -T- c	Lithosols -Orthic Andosols	-
3		I -U- c	Lithosols -Rankers	-
4		I -Q- c	Lithosols -Arenosols	-
5	Humic Andosols	Th 3- c	Vitric Andosols, Lithosols	-
6		Th 5- c	Regosols	-
7	Haplic Yermosols	Yh 4-1b	Eutric Regosols, Haplic Xerosols	-
8	Luvic Kastanozems	Kl 1-2a	-	-
9	Eutric Cambisols	Be 5-3c	Lithosols	Regosols, V.Andosols
10		Be 6-1b	Haplic Kastanozems, Eutric Regosols	-

(FAO / UNESCO : 世界土壌図, 1974)

湿潤Pampa地帯の代表土壌。表層は前記土壌とほぼ同じであるが、その次のB層の構造が円柱か角柱状で、置換性Naの飽和度が15%を越える(natric B層)。反応はアルカリ性で、共存土壌にGleysols(還元土壌)やPlanosolsが共存する。

(3) Haplic Kastanozems (Kh)

Bahia Blancaを中心にしてPedro Luroまで分布し、今回の対象地区を包含する。上記のmeranic A層を持つことになっているが、有機物は2%を多く越えることはない。軟粉状の石灰が凝縮した層を示し、深さとともにアルカリ金属(NaやK)の飽和度が増加する。また125cm以内に石膏に富む層がある。いずれにしても現地の土壌はむしろ未熟で分化が弱く、Fluvisols(沖積土)、Regosols(砂質未熟土)およびLithosols(岩石質土)が出現することを、次章で紹介するINTAの成績が明らかにしている。

(4) Calcic Xerosols (Xe)

ColoradoとNegro両河の沖積土壌を挟んで深く内陸まで分布する半乾燥土壌。表層は薄く有機物含有量はより少ない(pallid A層)。100cm以内にCa富化層があり、ECがやや高い。Viedmaまでは海岸寄りに小麦地帯が発展しているが、かんがいが必要条件である。

2. INTAによる土壌分類

INTA(El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria)はアルゼンチンの国立農業技術研究所として、全国的な組織網をもつ。今回調査団が投宿したCORFOのTraining Centerと国道を挟んで向い側に、その地域機関であるEstaciones Experimentales Agropecuarias(EEA), H. Ascasubiがある。このEEAは全国で21ヶ所あり、その下に6試験普及支場と10附属農場がある。また、その上に13の地方試験場(EERA)がある。管理業務はBuenos Airesに置かれているが、中央の研究所は主都郊外のCastelarにあって、地方試験機関と協力して全国的な規模で成果を公表している。

土壌分類関係のINTAの出版物として正式なものは、目下のところPampa州の報告書(1980)が最初である。これとR. Loesらの「Rio Colorado下流域土壌」(1973)が、今回入手した土壌調査成績のすべてであった。

後者はRio Colorado下流域32万haについて広範な調査を4年がかりで行なった成果をまとめたもので、この中にSan Adolfoの入植計画地区が含まれている。この5万分の1の土壌図から該当部分を抽出したのが図9の土壌区分図である。いずれもPatagones段丘上に発達した土壌で、同図に出現する土壌統の種類と特徴をまとめると、表12の通りであ

る。この国の分類はUSDA（アメリカ農務省）の土壤局の方法に準拠しており、統(Serie)一相(Fase)一型(Tipo)の体系を採っている。統名は地名と土性を結びつけて呼び、これに土地の傾斜を加味して基本記号を決め、それぞれの相までを図示している。各統の理化学分析値は末尾の資料中に掲載したので参照されたい。

(地区土壤の生成と分布)

Colorado河下流域を占める台地の中で、本地区は中央部積段丘に相当する。地質的にはRio Negroにみられる砂岩と、その上に重なる“Ripio”(小礫を含む洪積期の残積物と思われる。ガラクタという意味)が基底および母材となっている。土壤断面はこの基底の上に風化した灰色の細い粗砂、粘土の数回にわたる堆積層を示す。上記の世界土壤図では、本地区はKh1-1a(Haplic Kastanozems, 粗粒質一平坦ないし緩起伏状)に分類されているが、INTAの調査により19の土壤統に区分された。この台地はPatagones段丘と呼ばれ、La Petrona統が中心となっている。地区土壤図中の主な土壤統について概要を述べれば、次の通りである。(表12参照)

(1) La Petrona 統(PA)

SL-SCL-SCL-SL-SL(80 cm+)の層序で、砂質埴壤土を中に挟む砂壤土である。黄褐色沖積土で標高が高いため、かんがいが難しい。40 cm以下に砂岩風化物である石灰(CaCO_3)の結核がみられ、A層以外の土層分化がないB地区東南縁に1部分布する。

(2) Ascasubi 統(AA)

調査地区内には分布が示されておらず、主として隣接するAscasubiの町の周辺に多い。代表断面では95 cmまで砂壤土(SL)で、その下が砂質となる。50 cm以下に石灰結核、石灰華がみられ、下層に赤や青っぽい粘土が含まれる。地下水位がやや高く、鉄の酸化沈積がみられ、透水性が悪くて時として還元状態となることを示す。

(3) El Alba 統(EA)

SLとL-SiLで上下層に別れる。河川湖沼堆積で上部は風積の砂を被り、やや有機物を含む(4.6%)。また石膏($\text{CaCO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)の結晶が点在し、1 m以下には鉄の斑紋結核が現われる。同様に石灰の凝固物もみられる。本土壌統の分布は地区の隣接地に限られる。

(4) EL Fortin 統(FA)

CL-CL-SiL-SiL-LS(135 cm+)と上層の土性が細かく、内部排水がおそれため地下水上昇による塩類の集積が顕著である。乾くと地表に塩が粉状に析出し、断面には石

膏斑が出る。表層から有機物が移動したと思われる黒い斑点がみられ、1.4 m以下で膏味がかったRipio 層につながる。前統と同じく湖沼堆積で風積も受けている。地区内の凹低部に分布する。

(5) Pedro Luro 統(LA)

最も分布の多い土壌統で、Pedro Luroの町周辺に及んでいることはいうまでもない。LS-SL-S 132 cm+)と河川堆積による粗粒質土壌で、小砂利を含み下層は石英質の川砂に接触する(Pipio)。排水よく過乾となる。相の分化は十分検討されていないが、標高が低いと、地表に水の仮層ができて、雨水が溜る場合もある。(LAh)

(6) San Adolfo 統(SaA)

統名の如く本地区の代表土壌統で、130 cmまですべて壤質砂土(LS)で、小礫を含み石灰の集積がない。これは中央段丘から海岸の下部段丘に移る斜面の沖積地で、風積による灰色砂の堆積からなるためである。従って土層の分化がおくれ、Regosol 的様相を呈する。透水性は極めて良好であるが、低地部に当たるところでは、塩分が上昇して皮革を作り有機物の黒斑を伴う。管理が適当の場合はSolonetz(アルカリ土壌)化のおそれがある(SaAs)。

本土壌統の分布はLA統と並んで、さらに地区周辺からPedro Luro方面に到っている。

(7) 4 m~4 t

これは基底砂岩上の堆積に風砂が加わり、小丘状をなしているものである。区分は表示の通りで、土性は粗くLS-Sで未熟土に入る(Regosol状)。

小さな砂丘地が散在するところは、周辺の土壌統との共存として図示される。

以上、各統における植生、土地利用、改良対策等は省略したが、これらは後章で述べることとする。

なお、INTAのEEA-Ascasubiの土壌担当者Sr. R. M. Sanchez氏が最近作成した50万分の1の土壌図を提供してくれたが、これはVillarino郡からPatagones郡にかけて分布する諸土壌を統合して図示したものである。参考までにCORFOの入植計画地区を含む地帯を抽出して図9.10に掲げた。計画地区は4bと32dのグループに入る。母材が単純でしかも土壌生成作用が弱いので、地質的な堆積様式でグループピンクが容易であり、このような図示は大きな地域開発計画の資料としては有用なものと考えられる。区分の説明は煩雑にわたるので省略する。

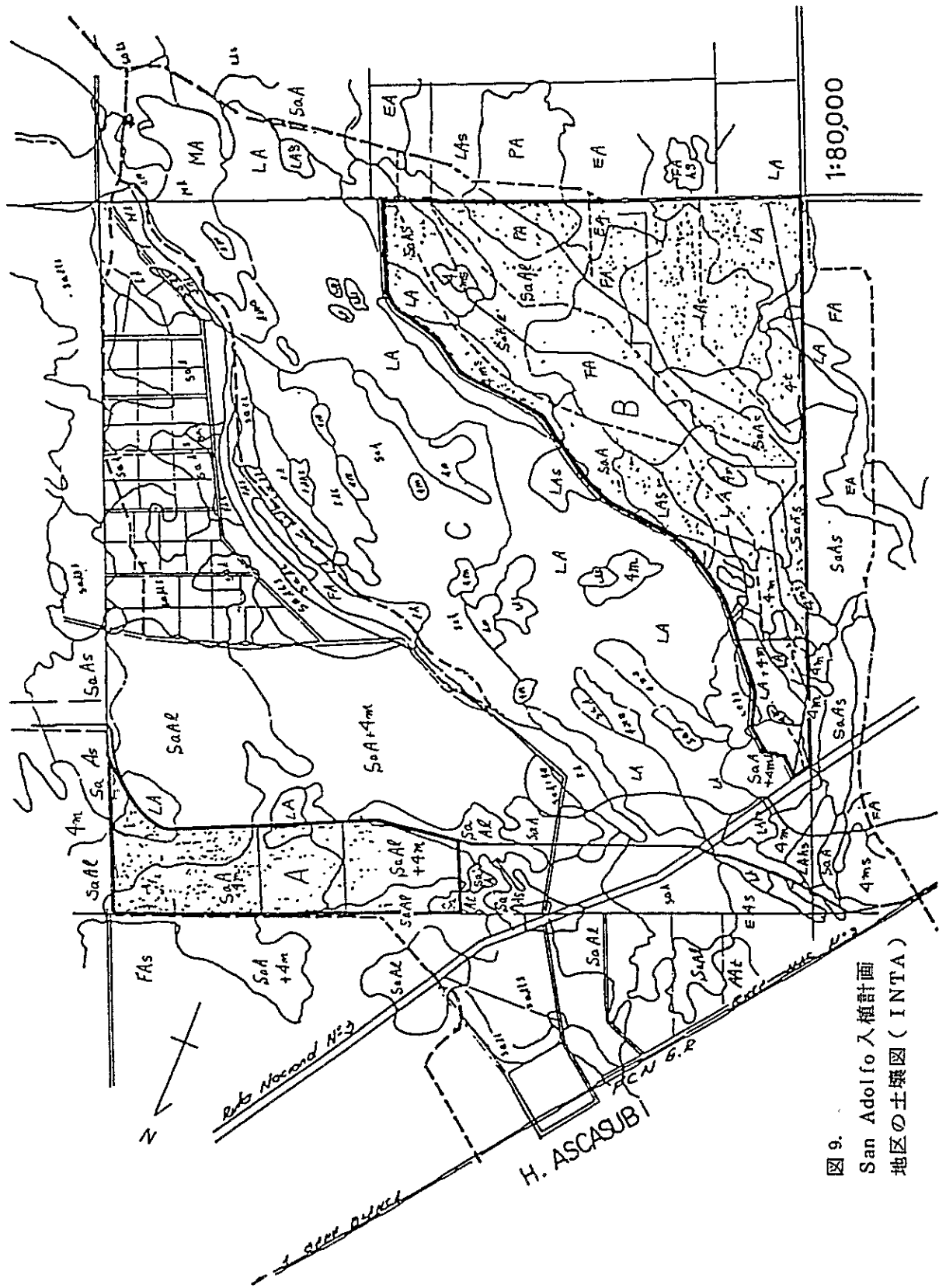


図 9.
 San Adolfo 入植計画
 地区の土壤図 (INTA)

表 12. San Adolfo 地区土壤の区分と特徴

(図 9)

統 (Serie)	相 (Fase)	記号 (Simbols)	特 徴
Ascasubi : franco arenoso	0-1% (以下同)	AA	砂壤土, 下は砂層で石灰質 地下水や、高く, 酸化鉄斑土層 が浅い 土層が深い
	Somero	AA t	
	profundo	AA l	
EL Alba : franco arenoso	0-1%	EA	砂壤土, 下層壤質, やや構造あり, CaSO ₄ 析出, 鉄斑 塩分多し
	fuerte salino	EAs	
EL Fortin : franco arcilloso	0-1%	FA	壤土, 下層微砂質-砂質, CaSO ₄ 析出, 塩分集積 湿性ではNaCl 集積
	humedo sa. sodicos	FAhs	
La Petrona: franco arcilloso, arenoso	0-1%	PA	砂質 壤土の下砂壤土, 石灰固 結物, アルカリ性
Pedro Luro : arenoso franco	0-1%	LA	壤質砂土-砂壤土-砂土, 下層 に石灰固結物, 小礫含む 塩分多し 湿性, 塩分集積
	salino	LA s	
	humedo salino	LAhs	
San Adolfo : arenoso franco	0-1%	SaA	全層壤質砂土, 砂層に続く, 赤 粘土含む, 小礫あり 土層浅し 土層深し 塩分集積著し 砂丘陵と共存 土層深く砂丘陵と共存
	somero	SaA t	
	profundo	SaA l	
	fuertemente sal.	SaA s	
	0-1% asoc. t. med	SaA+4 m	
	prof. asoc t. med	SaA l+4 m	
Tirras Medanosas	1-3%	4 m -	砂丘地 丘陵性砂丘地 かなり塩分の多い砂丘地 段丘傾斜地からの崩積地
	3-5%	4 m	
	mod. salino	4 m s	
	5-10%	4 t	

備考: 土地の傾斜と記号: A 0-1%, B 3-5%, C >5% (INTA)

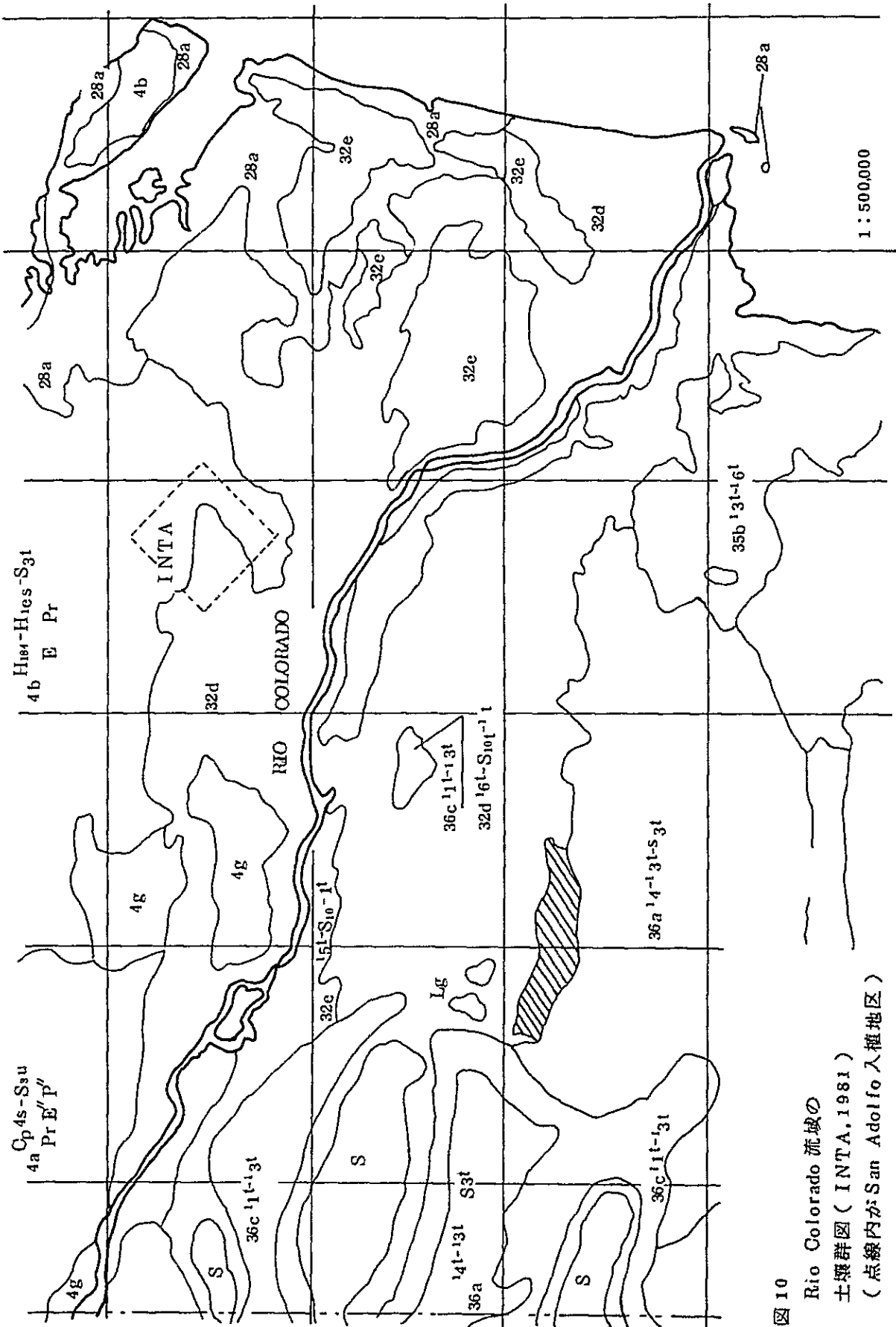


図 10
 Rio Colorado 流域の
 土壌群図 (INTA, 1981)
 (点線内が San Adolfo 入植地区)

3. 本調査による土壌分類

土壌分類は基本的に土壌作成作用の違いによって生ずる断面の特徴を用いて行なう。第1には土性の異なる土層の配列であり次にこの中に現われる礫、土色、斑紋、結核などが特徴土層(相)としてとらえられる。土地の傾斜や地下水の状態も大きな因子である。

今回の対象地区における調査密度は、試坑点数からみると極めて不十分であったが、試穿を試坑とほぼ同じ精度で行なうことができたので、両者を合わせればかなりの成績が集積されたと考えられる。しかしながら、土壌の区分は常にある変異の幅をもったグルーピングであるから、この変異の許容度によって区分結果が左右されることもあり得る。

土壌分類は既往の分類結果を踏襲することが当然望ましい。すなわち前章で紹介した土壌統の体系をなるべく崩さないような区分が今後の土地利用対策のため、より有用であろう。従ってA、B両地区を通じて統一的な分類を意図したことは当然である。

3-1. 土壌統の設定

既に提示した土壌断面(表3および4)を整理した結果、7土壌と、さらにこの中を、5土壌断面は図11-1, 2に示す通りである。以下、各土壌統および土壌相の特徴を、ほぼ分布する標高の順で説明する。

(1) San Adolfo : arenoso franco (壤質砂土) (SaS) 560.9 ha (14.9%)

この統は過去の調査でA、B両地区に分布するとされたが、今回の調査ではB地区のみに設定された。平均的な標高は13.1 m、地下水位は地表下150 cmである。地層は乾が多く半湿状態もある。120 cmないしそれ以下までLS層が続き、以下はS層となる。土色はLS層が10YR5/3(乾)、10YR3/4(半湿)、S層が10YR4/3(半湿)である。小円礫を稀に含み、LS層にCaSO₄・2H₂Oの小結晶斑や酸化鉄斑紋を含むものもある。CaCO₃の結核は150 cmの範囲では現われない。ほとんど構造を示さず、単粒の組織のままである。分布は標高の高い砂丘寄りである。

(2) San Adolfo : arenoso franco (SaAs) 174.4 ha (4.6%)

A、B両地区に分布、平均標高は14 m、地下水位は地表下100 cmでやや湿性である。土性は100ないし120 cm附近までLSで、その下層はSとなる。表層の土色は10YR5/2(乾)、10YR3/3(湿)で、50 cm以下ではそれぞれ6/2、4/3と淡くなる。表層下に礫を含むもの多く、CaSO₄結晶斑や鉄の酸化斑紋を示すものもある。鉄の沈積がみられるのは、現在の酸化状態の前に水が停滞するほど、還元状態があったことを示す。砂の層は旧河川のもので、次第に粘土が混じる。この粘土は赤味があり、多分下位の統にみられる粘土層につながるものであろう。地下水位が相対的に高く、塩分が濃いということで、SaAsとした。

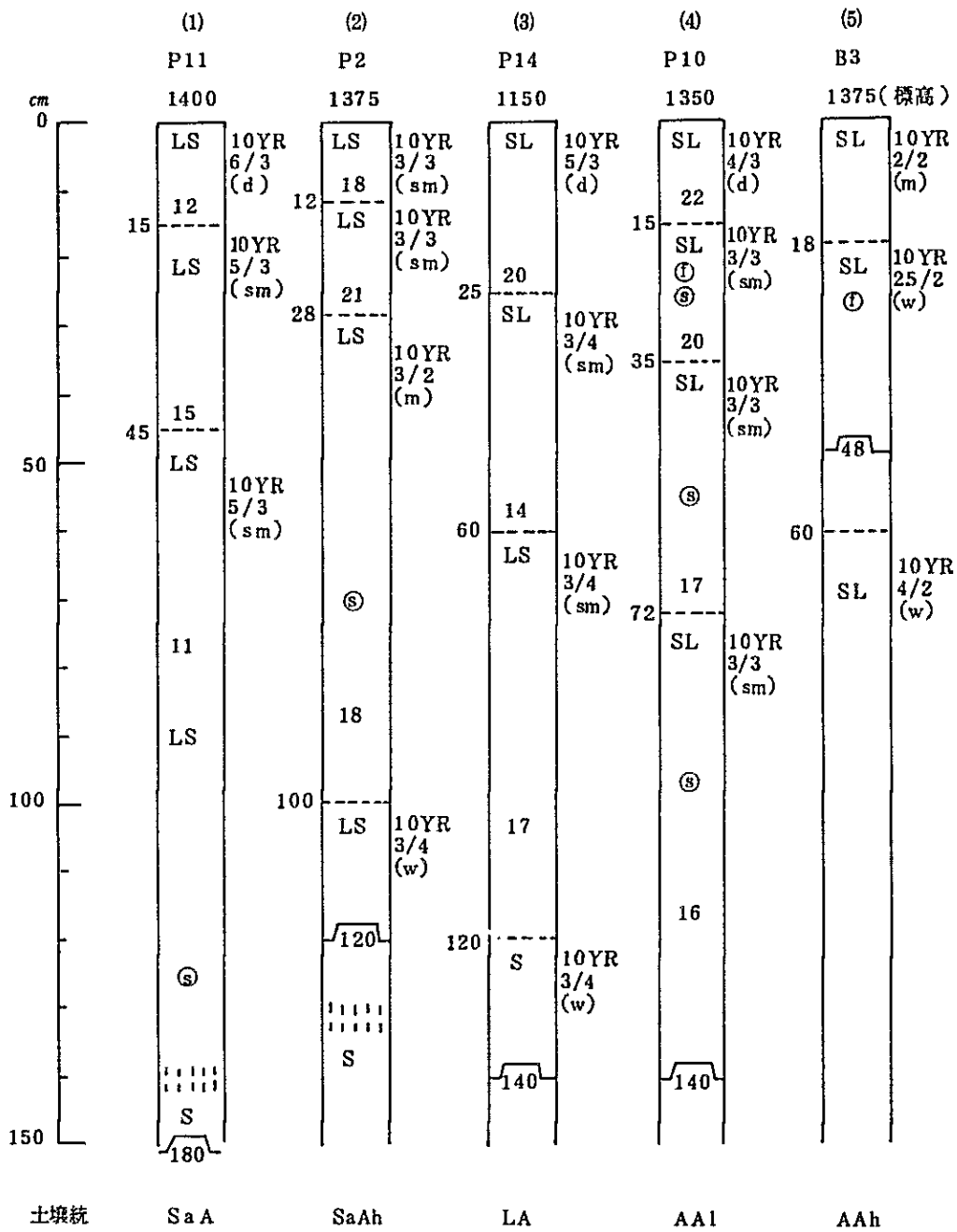


図 11-1 対象地区における代表土壌断面 (その 1)

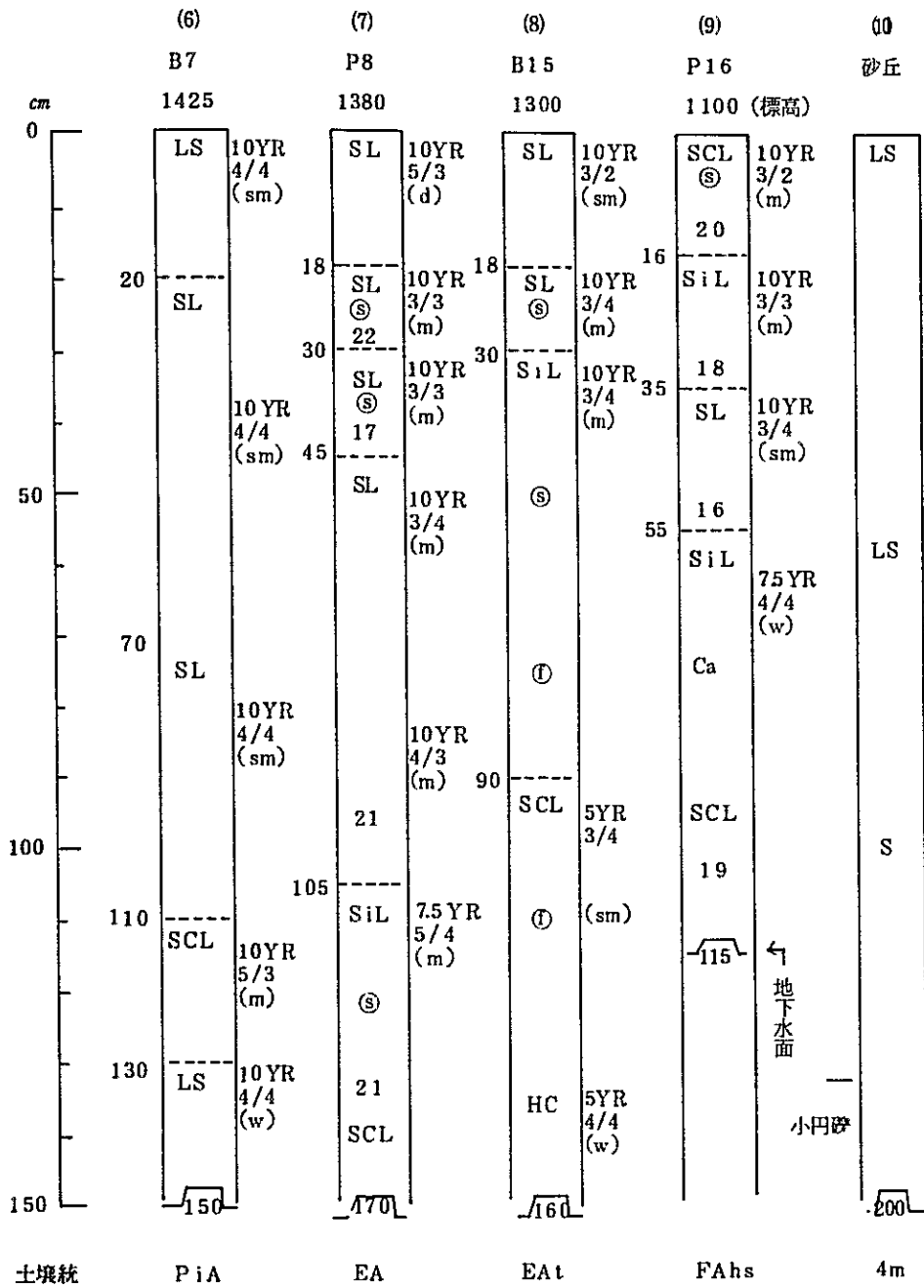


図 7-2 対象地区における代表土壌断面 (その 2)

以上 San Adolfo 統は上層に炭酸塩の集積はなく、下層にも CaCO_3 の結核が現れない。分布は A 地区は一部、B 地区ではかなりの面積に及んでいる。しかし INTA 土壤図とはほとんど一致しない。

(3) Pedro Luro : franco arenoso (LA) 885.9 ha (23.5%)

本統の分布は相当多く、B 地区では INTA 土壤図と大きな異動がない。ところが土性層序が LS-SL-SL-S に対し、今回の調査ではほとんどが SL-SL-LS-S と上層が逆になっている。そこで arenoso franco (壤質砂土) という土性を今回は franco arenoso (砂壤土) に変更して表示することとした。

表層の SL は 50 から 100 cm 以内の厚さで、LS 層もほぼ同じ深さで、S 層が現われるのは 120 cm 以下である。表層の土色は 10YR5/3 (乾), 10YR3/4 (湿) で、S 層はこれより淡色小円礫を含むものが多く、 CaSO_4 の析出も散見されるが、鉄の斑紋はみられない。これは地下水位が平均して 150 cm 以下で、内部排水が極めて良いためである。前統と同じく CaCO_3 結核は含まれず、これが出るのは S 層の下の粘土層である。Regosols に属する未熟土壤で有機物の集積は極めて少ない。

(4) Ascasabi : franco arenoso (AA1) 419.1 ha (11.1%)

この統は命名の如く、Ascasabi の町周辺に主として分布する。これを採用したのは土性層序が類似しているためで、他の特徴例えば 60 - 115 cm の間に粘状の CaCO_3 凝結物 (石灰華, tosca) が出るということが、本地区では極めて少ない。むしろ前統に似るが、SL 層が 1 m 以上厚という点で区別した。構造は表層に弱い塊状組織がみられるに過ぎない。対象地区にこの統を図示するのは初めてであるが、分布は中間標高の平坦部で面積は大きくない。

(5) Ascasubi : franco arenoso (AAh) 26.3 ha (0.7%)

土性は上記と全く同様であるが、地下水位が 50 - 100 cm と高く湿性である点により区別した。分布は A 地区の西部 (Pichin Grande) にある浅い滞水池の周辺だけである。池は数 ha の広さがあり禾本科の水草が繁って、サギ類が住みついている。この地帯の低凹部 (標高 < 13.5 m) で、周辺は乾燥すると塩分が白く析出する。しかし池水の塩分濃度は 2.4 mmho (1,920 ppm) と、予想外に低いのは、牛の水飲場として Canal San Adolfo から採水しているためである。

小円礫を含み、上層に鉄の斑紋が出ており、有機物の集積は各統の中では最も多い (土色は表層が 10YR2/2) (湿)、下層は 10YR3/3 ないし 4/2。

(6) Pichin Grande : franco arenoso (PiA) 207.9 ha (5.5%)

本統は今回新たに命名したものである。その理由は土性層序が、(LS)-SL-SL-LS-SCL-LS(SL) で、下層 120 cm 前後に 10 - 30 cm の厚さに SCL (SiL) 層 (砂

質 壤土)が挟まれる特徴をもつことである。同様に SCL 層を挟む土壤は、Colorado 河下流域では El Sosten 統しかないが、出現位置がより浅くかつ厚いことで異なる。層序としては Pedro Luro 統(LA)の SL 層と LS 層の間に SCL が入った形であるが、SL 層はより厚い。地水位がこの直下の LS(SL)層にみられる点も特徴的である。直上に現われる場合もあるが、この層の存在が土地の過湿、過干をある程度調節しているように思われる。小礫が全層にわたって含まれ、 CaSO_4 の小結晶が顕著にみられる。また CaCO_3 結核を 1 m 前後に含むものも多い。土色は SaA, LA と変らない。

こうしたことから本土壌群を統として独立させ、その分布する A 地区中の地名 Pichin Grande から命名した。同地区中の中間標高の緩傾斜地で、かなりの面積を占めている。ただし試坑地点を含まず、土壤分析がないという点で、今後の検討が必要であろう。

(7) El Alba : franco arenoso (EA) 793.5 ka (211%)

この統から標高が低まるにつれて、粘土層が地表近く厚く出現する。El Alba 統についての記載によれば、SL-L-SiL の層序で、表層が有機物をかなり含み、 CaSO_4 析出が著しく、中層に鉄、 CaCO_3 の沈澱がみられる。今回の調査では表層のほぼ 1 m が SL 層で、その下に SiL (SCL も含む)層の続く断面が両地区ともかなり多く見出された。これらを一括して本統に編入した。土色は表層が 10YR5/3(乾)、10YR3/3(湿)で、下層の SCL 層は乾くと 10YR7/2 となる。

SL 層は小円礫を含み、ほとんどが CaSO_4 の小結晶斑を示す。SiL 層には CaCO_3 結核の現われるものが多い。Regosols の部類に入るとされているが、表層から 50 cm までには弱い塊状構造がみられ、表土は極めて硬く硬度計で 20~30 を示した。1 つには植物根が密で土を縛り、また牛による踏み固めもあろう。下層には時として 2 色の粘土塊が入り交り(7.5YR4/3 と 5Y5/2)、細かい塊状構造がよく発達していた。

分布は A 地区が標高 14 m、B 地区が 13 m 前後で、中間から低地に向う凹部を占める。INTA 土壤図では B 地区の東南縁の 1 部に図示されているが、今回の調査では粘質層は認められず、Ascasubi 統に入れられた。

分析した範囲内で塩分含量にかなりの多少があった。しかしいずれも表層の含量がないので、特に細区分を行なわなかった。ただし下層の塩分が極めて高濃度を示す例があるので、塩害の危険性は免れない。

(8) El Fortin : franco arcilloso (FA) 230.6 ka (6.1%)

INTA 調査によれば、本統は表層から粘土層が現われ、下層に向って粗くなり砂層に続く。ここにまとめた土壌群はいずれも 50 cm 前後の SL 層を被り、その下が粘質となる。明らかに前統と次に述べる統との中間型である。土色は変らない低凹部に分布する点も連続的なものであるが、便宜上 Fortin 統の中で浅いもの(FA)に編入した。こ

れも相当する試坑がない点で、化学性はあまり明らかでない。

各層に CaCO_3 の結晶が散在するが、 CaCO_3 結核はほとんど認められない。下層の SiL 層に青味のある粘土塊 (2.5Y5/2) が混入する場合がある。上層よりも下層で塊状に構造が発達しているのは、凹地の割に地下水位が 160 cm も低く、近くの排水路の排水効果が大きいためであろう。もつとも 2, 3 の断面で酸化鉄の斑紋がみられるので、洪水時の滞水による還元化の可能性は大きい。しかしながら、少なくともこの厚い細粒質の層が致命的な不透水層でないことの—証明とみてよからう。

(9) El Fortin : franco arcilloso (FAhs) 155.3 ka (4.1%)

これは表層から粘土の現われるグループである。やはり下層 150 cm 以内では砂層は現われない。これは近くの大排水路の側面をみれば分る。土色は前統より表土がやや暗い (hs) とした理由は本地区の最低標高部で、現にかなり水分多く塩分の大量集積がみられ、耐塩生植物群落ともなっているからである。

当然有機物がやや集積し (10YR 3/3), これが次層に転入したり SL 層を挟むなどの変異はあるが、 CaCO_3 の結晶が散見される他は、 CaCO_3 の凝結物は稀にしか見当たらない。

なお、INTA 土壤図における本統の位置は全く現場に相異していることを附言しておく。

(10) 砂丘地 : (4 m) 315.1 ka (8.4%)

標高 15 m 以上の砂の堆積 (風積) した土地で、土性は LS-S で有利灌木が散生する。

3-2. 土壤図の作成

以上各土壤統にまとめられた調査地点は下表の通りである。表から明らかな如く、結果として統間の精粗が目立つので、今後の細密調査が望ましい。

いずれにしても、今回の調査により INTA が作成した既往の土壤図とはかなり相異した土壤図が予想された。図 12 および 13 はそれぞれ A, B 地区について、今回作成した土壤分布図である。土壤統の境界は現地の土地状況と航空写真および地形図による常法に従って引いた。すでに指摘した如く、INTA が記載した土壤統より数も多く、区分もより細かくなっている。また明らかに INTA 土壤図が現存状態を反映していない地区が多く、これが相異の主な原因となった。

新しい土壤統の設定は従来の分類体系を尊重する立場から、決して好ましいものではないが、この限られた地区において今後の土地利用をより有効かつ現実的にするためには、止むを得ないことでもあると考えられる。

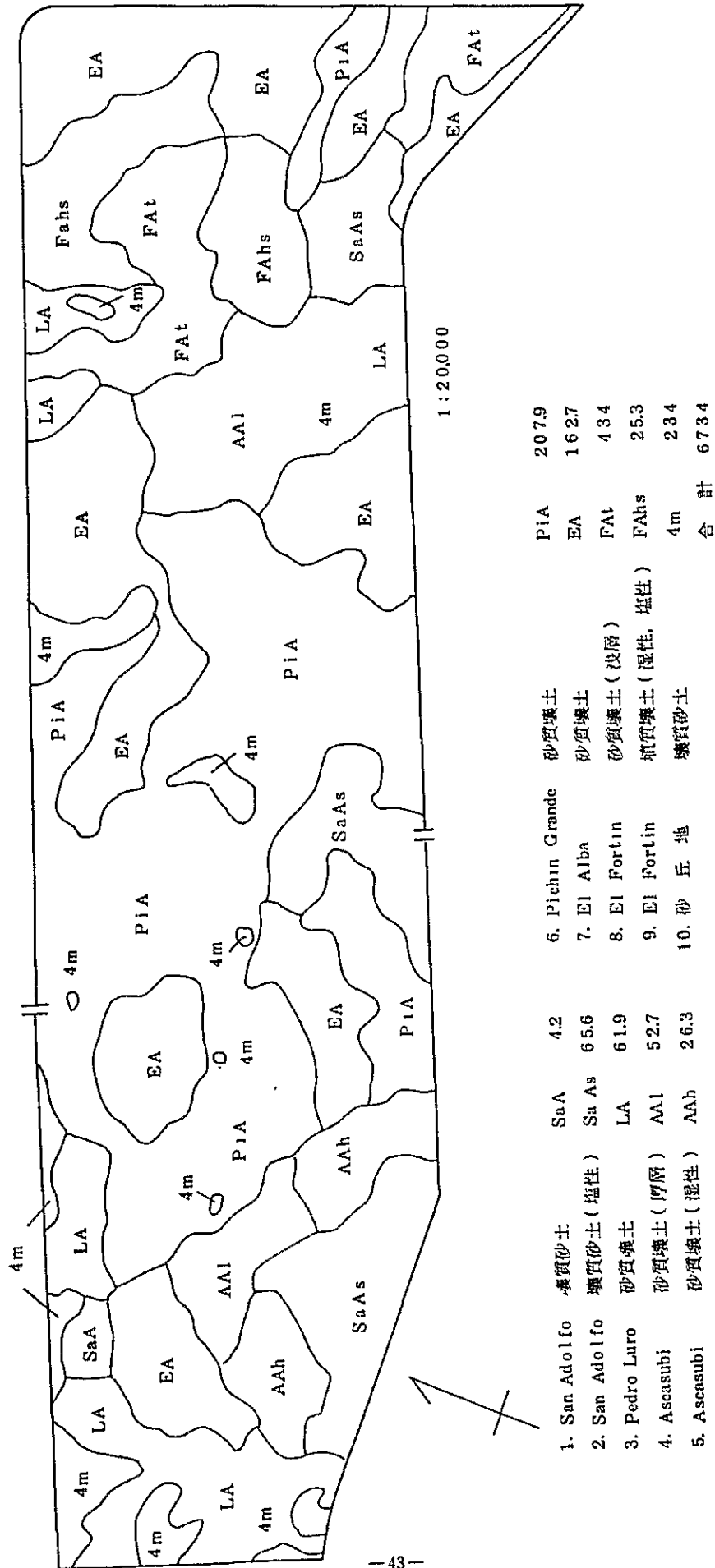
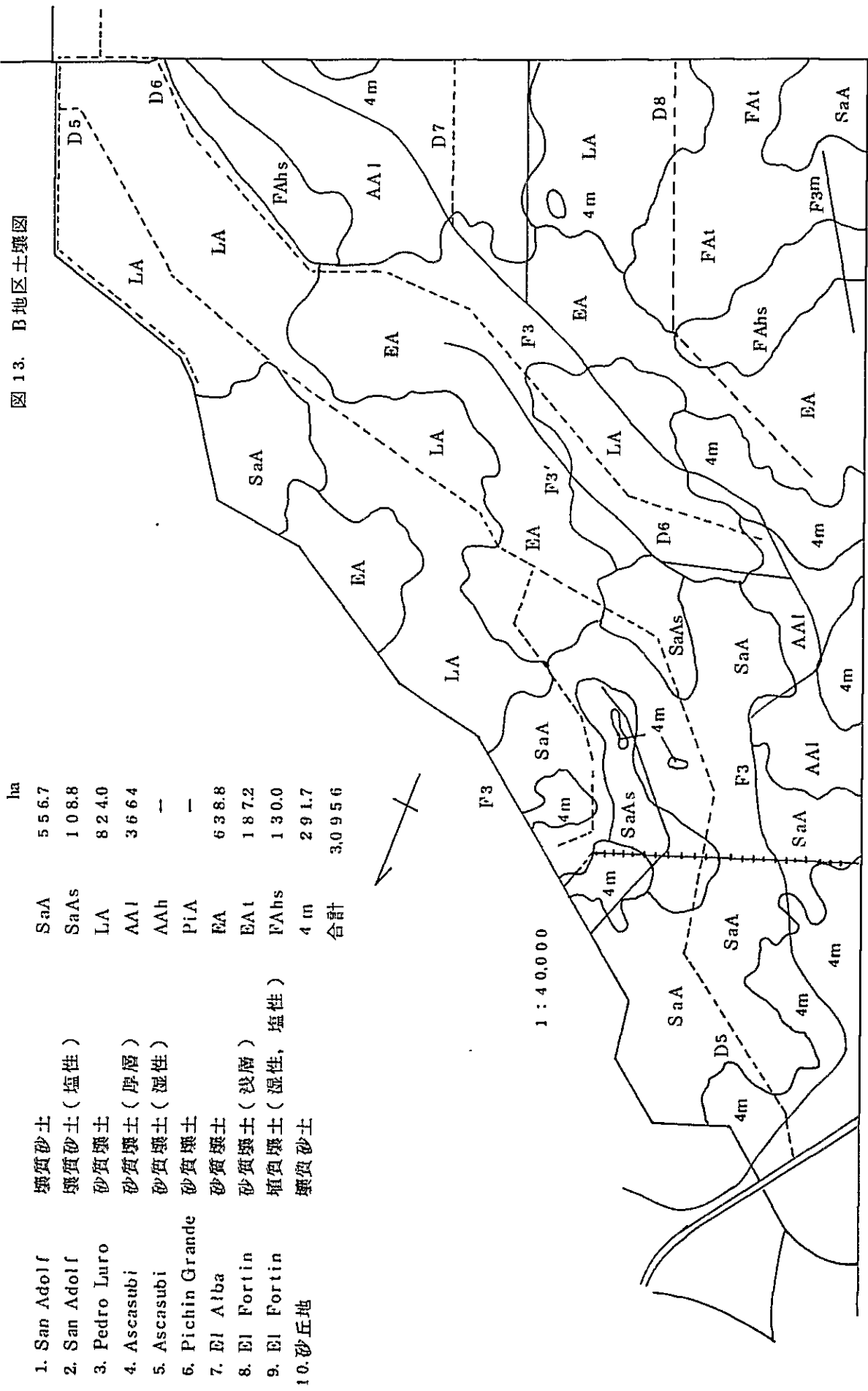


图12 A地区土壤图

图 13. B地区土壤图



	ha
SaA	556.7
SaAs	108.8
LA	824.0
AAI	366.4
AAh	—
PiA	—
EA	638.8
EA1	187.2
FAhs	130.0
4m	291.7
合計	3,095.6

1. San Adolf 壤質砂土
2. San Adolf 壤質砂土 (塩性)
3. Pedro Luro 砂質壤土
4. Ascasubi 砂質壤土 (厚層)
5. Ascasubi 砂質壤土 (湿性)
6. Pichin Grande 砂質壤土
7. El Alba 砂質壤土
8. El Fortin 砂質壤土 (浅層)
9. El Fortin 植負壤土 (湿性, 塩性)
10. 砂丘地 壤質砂土

表 13. 土壌統と調査地点の所属

土 壌 統 名	試 坑 地 点 (p)	試 穿 地 点
1. San Adolfo (SaA)	11	C-1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17
2. San Adolfo (SaAs)	1, 2, 12, 13	B-1, 5, 16
3. Pedro Luro (LA)	14	B-4, 9, 17; C-13, 16, 20, 21, 25
4. Ascasubi (AA1)	6, 10	B-2, 22; C-3, 23, 24,
5. Ascasubi (AAh)	—	B-3, 6
6. Pichin Grande (PiA)		B-7, 10, 11, 12, 13, 14, 26, 27
7. El Alba (EA)	3, 4, 5, 8, 9, 15	B-8, 19, 20, 28; C-4, 5, 14, 18, 19
8. El Fortin (FA1)	—	B-15, 21, 23, 25; C-6, 26, 27
9. El Fortin (FAhs)	7, 16	B-18, 24

図 14 は分類の合理性を検討するため、ほぼ標高順に土壌統の柱状図を地区別に配列したものである。この図から完全な整合性は認められないが、高地から低地に向って粗い土性から細かい土性が逐次堆積した経緯を伺うことができよう。地下水位は周辺排水路や用水路の関係に影響されて、やゝ整合性を欠いている。これら土壌統の中で Alluvial soil は Ascasubi (AA) と El Fortin (FA) の合計 4 統相だけで、他は Regosols である。その他に標高 15 m 以上の土地で、小砂丘や丘陵性ものは、今回特に調査できなかったが、従前通り 4 m (テラス土壌) として図示しておいた。(315.1 ha-8.4%) この部分は農地開発においては恐らく利用されることなく、そのまま残されるか、別途他の目的に活用されるであろう。なおここに掲げた新しい土壌図の縮尺はその調査精度からみて、ほぼ妥当であると思われる。

4. 他地域土壌との比較

アルゼンチン農業は正に地力依存型といえる。地力があっても降雨量が少なればかんがいするが、それも大面積で経営的に十分引き合うことが原則である。こうした観点から、CORFO の対象地区の土壌を眺めた場合、これらは果してどの程度に位置づけられるだろうか。この答はすでに述べてきた土壌調査、分析と分類から明らかであるかも知れない。本項ではこの目的もあつて、滞在中に通廻、視察できたいくつかの農業地帯の土壌試料を用いて観察、分析した範囲で比較を試みたい。

4-1. 採取地点の土壌地理

図 15 は Buenos Aires から出発して、Viedma まで至るまでの経路(バス)と土

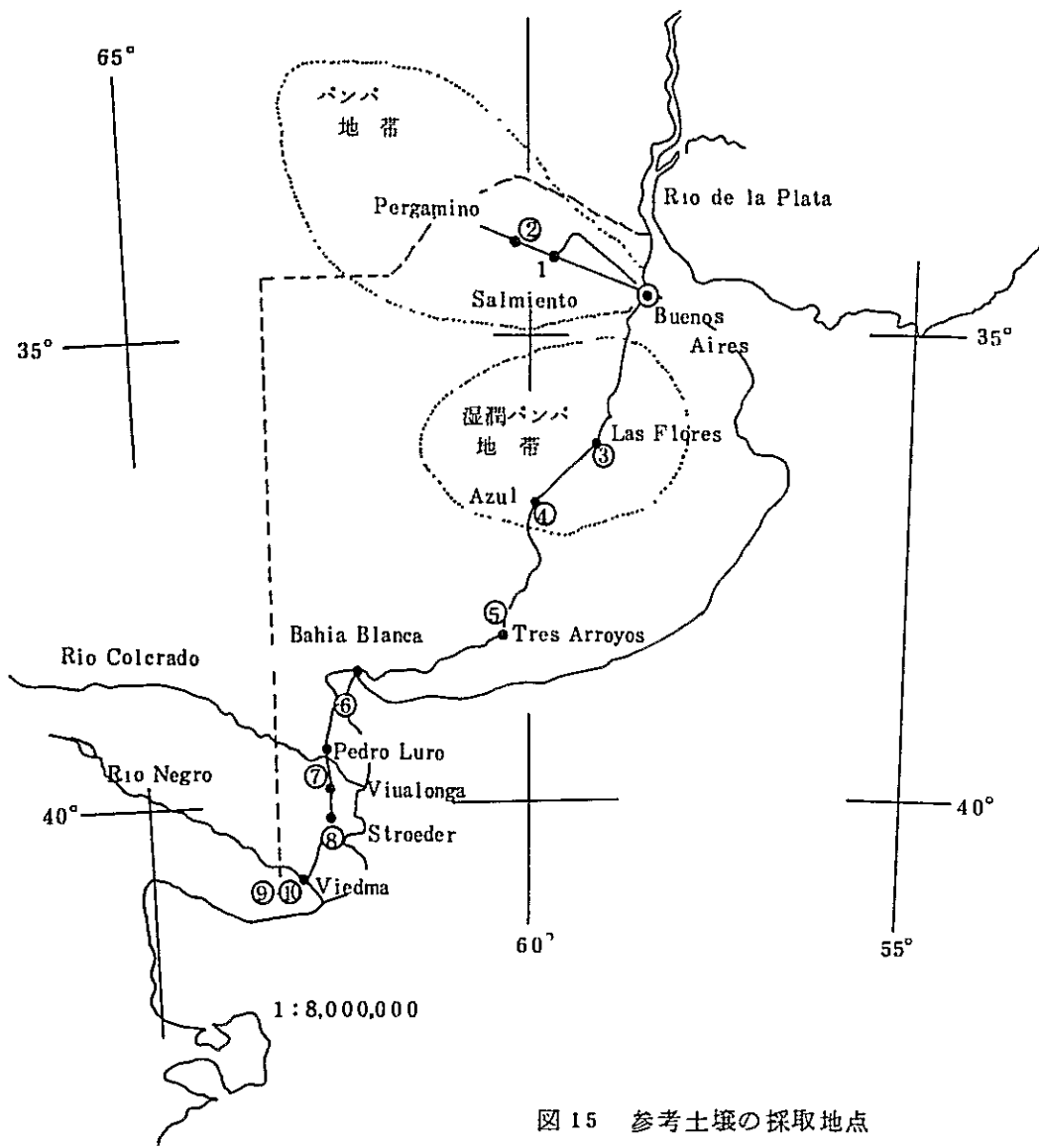


図 15 参考土壌の採取地点

壤資料採取の位置を示す。その中には大穀倉地帯である Pampa 地域から、南下して湿潤 Pampa 地域を通り、次第に降雨量が少なく冷涼で塩類が集積し始める地域を過ぎて Bahia Blanca に入る。さらに CORFO 地区 (Pedro Luro) を南下するに土性は粗く礫を含んで乾燥し、かんがい農業地帯を通るが、Rio Negro を渡ると場面は一転して、また肥沃な Viedma の沖積地帯に到着する。

これら通過場所の土壤分類単位を FAO の世界土壤図 (前掲) から拾えば、次表の通りである。

表 14. 試料採取地の土壤分類単位

採 取 地	記 号	単 位 名
Pergamino, Salmiento	Hl 1-3 a	Luvic Phaeozems
Las Flpres	Sm 3-3 a	Mollic Solonetz
Azun, Tres Arroyos	Hl 4-3 a, 1-2 a	Luvic Phaeozems
Bahia Blanca	Kh 1-1 a	Haplic Kastanozems
Villalonga, stroeder	Xk 3-1 a	Calcic Xerosols
Viedma	Je 1-3 a	Eutric Fluvisols

これらの単位土壤については本章の初めに概説してあるので参照されたい。Viedma の Eutric Fluvisols だけはまだ説明してないので、その概要を述べれば次の通りである。

河川の沖積土壤で新しい堆積物に由来する。この場合は土性が細かく極めて腐植に富む厚い表層 (histic A 層) があり、しかも構造は細角塊状によく発達している。他に C Calcic Fluvisols (石灰に富む沖積土壤) が共存する。Pampa 地域の Phaeozems に劣らぬ土壤であるように視察された。

次に各採取地点の土壤とその環境について、とりまとめたものを表 15 に掲げた。何分冬期の終りに近い時で、作物の生育振りはアルファルファを除いては十分な観察はできなかった。しかし地形や地下水位に応じて土壤が変ってゆく状況は、この 1 千余料の間に実に鮮かに示されていたといえよう。

4-2. 土壤の性質

表 16 は採取土壤試料を現地で観察、分析した結果を一覧としたものである。いずれも表土 (作土) であるから、この層の深さや下層の状態で生産力の差を考えるべきである。この点で申し分ないのが Pampa 地域と Viedma 沖積地域であり、反対に Bahia Blanca から Rio Negro までは上、下層共に最低のレベルにある。例えば腐植含量と関連する土色を見ると、この地域は明度が 5 (乾土) で 2 段階も黒味が弱い。こうした関係は容積重

表 15. Pampa 地帯より Viedma にかけて土壌採取した地点の状況

地域	試料No	採取地点(主都よりの距離, Km)	地形	土 壤	地 目	作 付	植 生	水利その他
B. Aires ↑ Pergamino	1	Salmiento (154)	極めてゆるい傾斜	黒褐色表層 1~2 m, 下層 淡黄褐色, 礫含む	畑(小麦 トウモロコシ)	夏作前耕起	境界にユーカリ リ, ヒバ, セ ンダン等	地下水位約 3 m, 放牧地は風車弱水
	2	Pergamino (220)	ほぼ平坦	ほぼ同上, 表層やや浅く, 細粒質	畑 (同上)	同上	同上	地下水位 3~4 m, 所により滞水あり
Buenos Aires ↑ Pedro Luro	3	Las Flores (180)	平坦丘陵性	ほぼ同上, 表層さらに浅く 30~4 cm, 微粒質	牧 野	黒牛放牧	植林少なく, ユーカリが主	地下水位高く, 滞 水あり, 風車は少 ない
	4	Azul (316)	ほぼ平坦	同上なるも黒褐細粒質の表 層 20 cm, 下層に石灰質の固 結含む	牧 野	黒牛放牧	同上	地下水位高く, 冠 水する。排水路あ り
	5	Tres Arroyos (503)	やや波状	同上, 表層 30-40 cm 下層 に固結石灰あり	畑	小麦(分つけ 始)	同上	地下水位約 2 m, 放牧地多し
	6	Bahia Blanca (750)	ほぼ平坦	暗褐色表層は粗粒質, 固結 性	畑	イタリヤンライ (採種用)	同上	低湿地, 塩集積地 多く, 放牧が主
Pedro Luro ↑ Viedma	7	Villalonga (835)	同上	暗黄褐色表層, 粗粒質, わ ずかな礫含む	畑	アルファルファ (生育良好)	ポプラ並木で 囲むもの多し	CORFOのかんが い地, 排水路に塩 析出
	8	Stroeder (916)	同上	同上なるも, 小礫をかなり 含む	畑	小麦(分つけ 良好)	同上	非かんがい, COR FO に比し塩の集 積少ない
	9	Viedma, 伊藤(兄)	平坦	腐植を含む微粒質表層約 1 m, 下層砂質	畑	野菜, 果樹 (リンゴ, モモ)	同上	Ric Negroかんが い, IDEVI入植地
	10	Viedma 伊藤(弟)	同上	ほぼ 同上	畑	カーネーション (ハウス栽培)	同上	同上

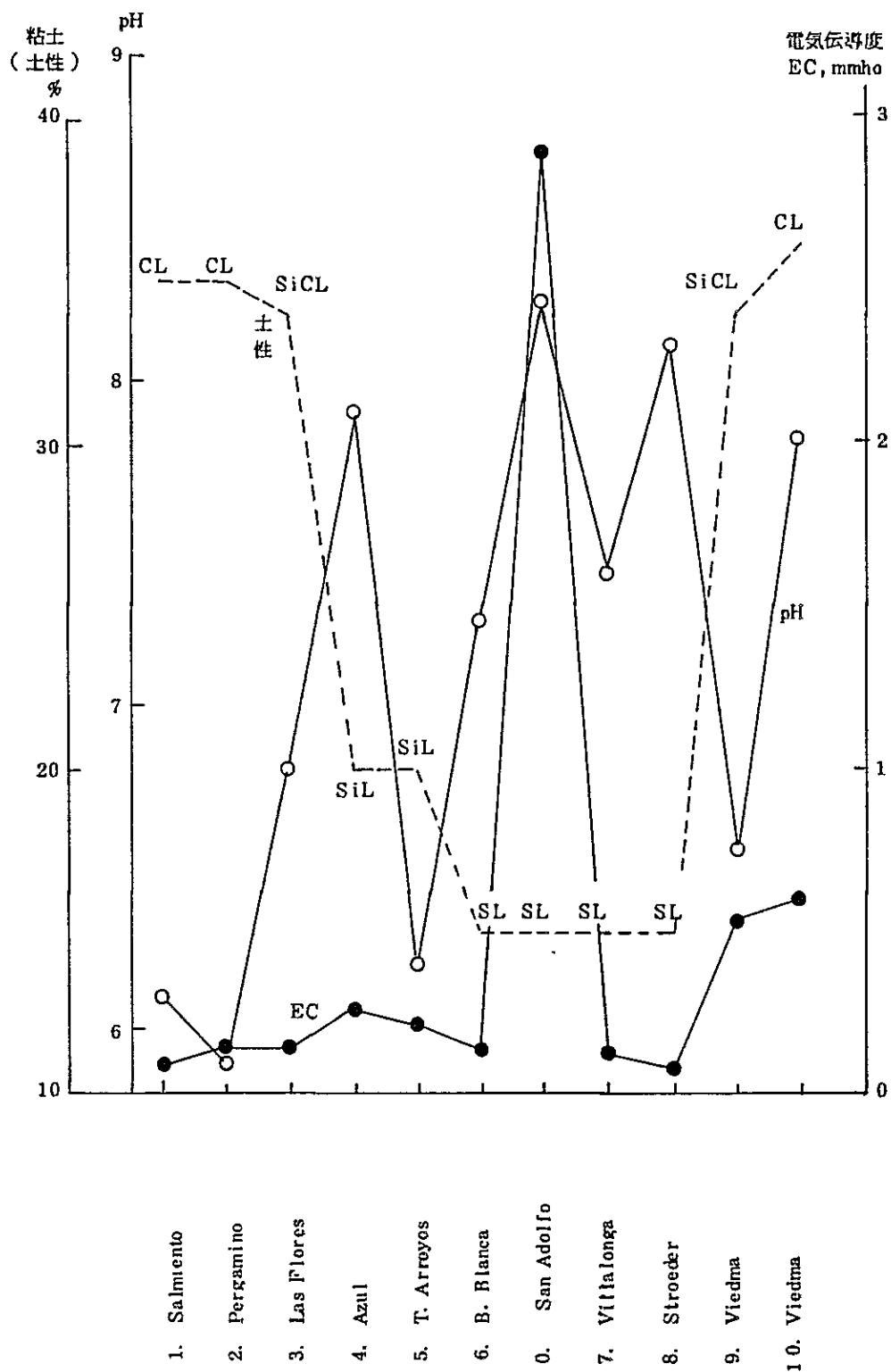


図 16. 採取した各地域土壤の比較

表 15. Pampa 地帯より Viedma にかけて土壌採取した地点の状況

地域	試料 No	採取地点 (主都よりの距離, Km)	土性	土色 乾 湿	礫 容積重 含量%	pH (1:1)	EC mmho °C	EC(1:2) mmho, 25°C	塩分濃度
Baires ↑ Pergamino	1	Salmiento (154)	CL	7.5YR4/2 "2/15	0. 1.07	6.10	15 0.08	0.10	80
	2	Pergamino (220)	CL	7.5YR4/2 "2/15	0. 1.14	5.90	" 0.11	0.14	112
Bueros Aires ↑ Pedro Luro	3	Las Flores (180)	SiCL	7.5YR3/2 "2/15	0. 1.03	6.82	" 0.12	0.15	120
	4	Azul (316)	SiL	7.5YR3/2 "2/1	0. 1.06	7.90	" 0.21	0.27	216
	5	Tres Arr. (503)	SiL	7.5YR3/2 "2/1	0. 1.09	6.20	" 0.17	0.22	176
	6	Bahia Blanca (750)	SL	7.5YR4/2 "2/25	0. 1.33	7.25	" 0.11	0.14	112
Pedro Luro ↑ Viedma	7	Villalonga (835)	SL	10YR5/2 "2/3	1.4 1.16	7.40	21 0.12	0.13	104
	8	Stroeder (916)	SL	10YR5/3 "3/3	5.7 1.27	8.10	" 0.08	0.09	72
	9	Viedma (1030)	SiCL	10YR2/2 "2/1	0. 0.94	6.55	" 0.49	0.53	424
	10	Viedma (1030)	CL	10YR3/2 "2/2	0. 1.03	7.82	" 0.55	0.60	480

備考: 礫含量以外は 2 mm 以下の風乾細土の分析値である。

や土性にも表われているが、比較を容易にするため対象地区土壌を含めて模式的に図化してみよう。図16の中で、各試料値を線で結んであるが、これは勿論連続を意味するものではない。

同図16から知られるのは、San Adolfo（CORFO 入植計画地）の土壌は土性が最も粗く粘土に乏しい部類に入り、pHが8以上で最も高く、塩分濃度に至っては比較に値しない程に高いことである。この対象地区については前出の分析表から平均値を求めたもので、他にはこれより異状に高い数値があったわけである。特に塩分濃度は1：2水抽出での測定値で、先にも述べた如く、これを飽和抽出に換算するため、3倍すれば9mmho 近くになる。塩害を発生する限界は4 mmho とされているので、入植地はこの限界を越えて塩害の第2段階（8mmho）にあることになる。

以上の如く、今回の入植予定地が当国の中では明らかに不良な土壌状態であることを十分に認識しなければならない。

IV 土 地 分 級

土壌分類の結果は土壌の所属する土地の利用可能性 (use capability) の評価に使用される。これが土地分級である。

アルゼンチンでは土地をⅠ～Ⅷ階級に分ける米国方式を採用している、日本でも戦後この方式を導入し、土壌生産力可能性分級ということで、水田および畑土壌の新しい分級方式が提案されたが、これは4階級に分けたものである。以下、対象地区を含む既往の分級状況を紹介し、次に今回の調査成績に基づく分級結果を述べることとする。

1. INTAによる土地分級法

土地分級には次の3種のカテゴリーがある。

- (1) Clase (級) (2) Subclase (亜級) (3) Unidad (単位)

Clase のⅠ～Ⅷ級は次の可能性をもつ。

Ⅰ～Ⅳ：十分な管理の下に、諸作物、牧草および果樹の栽培が可能

Ⅴ～Ⅶ：自然牧場地として利用可能。ただし、土壌保全、水管理に十分留意すれば、果樹、花木、時には作物の生産が可能

Ⅷ：農牧利用は不可能で、行楽、猟狩や動物保護地としてのみ利用可能

次の Subclase には土地利用を制限する4つのタイプが作られている。()内は表示記号。

- (1) 侵蝕の危険性 (e)
- (2) 水分過剰、排水不良、または洪水の危険性 (w)
- (3) 根系発達の障害性 (s)
- (4) 気象的制限 (c)

利用能力の Unidad (単位) については、Colorado 河下流域のかんがい地域土壌のもの諸制限を次のように分けて検討する。

1. 現在または将来の侵蝕
2. 勾配および侵蝕の危険性
3. 土壌の深さ (石灰華, 凝集砂岩, 粘土層の存在など)
4. 粗い土性による水分保持の制限
5. 排水不良な環境または粘土質による制限
6. 生育障害となる可溶性塩類や Na の存在
7. 水分過剰, 不透水層による排水不良
8. 有害塩があり土壌が湿って浅いという制限
9. 養分不足, 土壌改良困難な制限

10. 石灰過剰

11. 不良気象要因(温度, 湿度)

これらの制限の組合せで, 土壌を統合的に評価し, 1~5の階級に区分する。そして以上3段階を組み合わせて, II s-2, III e-3等の形で利用能力を表現する。また評価をかんがい施設の下で利用する場合と, かんがいせずにそのまま利用する場合とに分けて行なう。一般に後者の評価が低くなるのが普通である。

2. 地区土壌の分級結果

上記の方法により, 今回調査決定した対象地区の7土壌統一5土壌相, 合計して10単位について分級した結果を表17に示す。下段は主な制限因子と分級値との関係である。

表17 対象地区土壌統一土地分級結果

土 壤 統	記 号	利 用 能 力	
		かんがい	無かんがい
1. San Adolfo, arenoso franco : 0-1%	SaA	II s-1	III ec
2. San Adolfo, arenoso franco : salino sodico (0-1%)	SaAs	III s-1	IV sc
3. Pedro Luro, franco arenoso : 0-1%	LA	II s-1	III ec
4. Ascasubi, franco arenoso : profundo (0-1%)	AAI	II s-1	II c
5. Ascasubi, franco arenoso : humedo (0-1%)	AAh	II w-1	III wc
6. Pichin Grande, franco arenoso : 0-1%	PiA	II s-2	III sc
7. El Alba, franco arenoso : 0-1%	EA	II s-3	III ec
8. El Fortin, franco arcilloso : somero (0-1%)	FA1	III s-2	IV sc
9. El Fortin, franco arcilloso : humedo salino sodico (0-1%)	FAhs	IV ws-2	VI wc
10. Tierras medianosas : 3-5%	4m	IV e-2	IV ec

分級値	不透水層あり	排水不良	排水過多	風蝕危険性	塩害危険性	養分不足
II s-1	-	-	○	○	-	◎
II s-2	○	-	-	○	-	○
II s-3	○	○	-	○	○	○
II w-1	○	◎	-	-	-	○
III s-1	-	○	-	○	◎	○
III s-2	○	◎	-	○	○	○
IV ws-2	○	◎	-	-	◎	-
IV e-2	-	-	◎	◎	-	◎

注: ○制限あり, ◎著しい制限あり

〔Ⅱs-1〕

Ⅱ級は土地利用上の制限がいくつかあるが、維持管理により耕作作物、牧草や樹木栽培に使用できる部類に入る。(s-1)は根系の発達する土層の土性が粗く、構造が弱いこと。従って排水が過良で、かえって風蝕や水蝕を受けやすい。養分含有量も少なく施肥を必要とする。この評価を受ける土壌はLSかSL層が厚く内部排水が大きく、水分保持力が小さいグループで、INTA報告では次の統を該当した。

El Alba, franco arenoso : 0-1% (EA)

Pedro Luro, franco arenoso : 0-1% (LA)

San Adolfo, arenoso franco : 0-1% (SaA)

(LA)と(SaA)はLS, SLの層が厚く排水過良の危険性は明らかである。しかし(EA)については下層がSiL-Sclである点から、同列に扱うには疑問がある。そこで(EA)はⅡs-3に編入することとした。またこの単位にはAscasubi統(AA1)を含めるのが妥と考えられる。有機物含量に乏しく、可給態養分が不足する。

〔Ⅱs-2〕

〔Ⅱs-3〕の(EA)と同じ河川湖沼堆積で1m以上の所に排水をやや妨げる粘質の層が挟れる。新しく設定したPichin Grande統(PiA)がこれに該当する。ただし粘度層の下が砂質であるから、全体の透水は必ずしも悪くない。

〔Ⅱs-3〕

1m以下に透水の悪い細粒層(SiL-Scl)が続き、過湿の危険性がある。しかし先にも指摘した如く、この層は完全な不透水性ではなく、排水の効果は十分に期待される。それ故塩類の除去は可能だが、地下水が上昇すれば再び集積の可能性がある。(EA)がこの単位に属するが、今回の分析では本統には塩分濃度の最も低いものが多い。中には下層に高濃度を示すものもあるが、表層に向って著しく減少している。(後章、塩類集積の項参照)

〔Ⅱw-1〕

下層に不透水性の堆積があり、このため滞水層が形成され易い。雨水や用水路の水の侵透で異状に湿度が高まる。これに該当するのはAscasubi統(AAh)である。この統は1m以上もSL層が深い、その下に粘土層があって、周辺の水が集まる環境にある。上層の透水性が大きいため、排水処理は比較的困難ではない。

〔Ⅲs-1〕

Ⅲ級の土壌はⅡ級よりも制限状態が強く、この改善にはより周到な対策を必要とする。しかし作物の耕作、牧草栽培、自然草地に利用することは可能である。

制限因子として、内部排水の不良、根系発達を狭める浅い風化砂岩層や固結粘土、水分保持力の低いこと、塩類やアルカリ(Na, K)集積の危険性などが挙げられる。

(SaAs) は土壌が砂質(風積)で透水良く、水分保持力が小さいのであるが、周辺から集水して地下水位が高いため、塩類集積が表層に向って極めて著しい。十分な脱塩かんがいを必要とするが、その効果は〔Ⅲs-2〕より大きい。

〔Ⅲs-2〕

新しい沖積土壌で細粒質層が浅く現われる湖沼性堆積で、透水性が極めて悪い。またこの層は石灰に富み凝集してち密となり、根の伸長を制限する。

(FAt) がこれに入り、十分な排水対策を必要とし、時には硬い層を破碎することも望ましい。

〔Nws-2〕

Ⅳ級の土壌はそれを利用するには作物の選択を限定する極めてきびしい制限を受ける。しかし収益の多いことを望まなければ、いくつかの適応作物がある。特別な場合を除いて人工または自然牧草地、森林として利用するのが無難である。

〔Nws-2〕は排水が悪く、表層において塩類、アルカリの集積がみられる。El Fortin (FAhs) がこれに相当する。地形的に集水し易く、粘土質のため著しく排水が悪い。集水によって周辺の塩類が移動し、極めて高い濃度で存在する。例えばP16では表層から1m下層まで9mmho(1:2)を下らない。徹底的な脱塩排水を計らない限り、利用の可能性はない。

〔Ne-2〕

この単位は勾配が大きいか侵蝕の危険性があることによって制限される土壌を包含する。砂丘地ないし丘陵性砂丘地で、砂の風積により生成したものであるから、再び風蝕を受け易い。今回標高15m以上を(4m)として区分したが、この傾斜はほぼ3-5%とみられるので、この評価に該当させた。土層というより、むしろ砂の堆積層であるから、余程水利の便がない限り耕地としての利用は得策とは考えられない。

以上、今回の土地分級はINTAが行なった既往の報告とはかなり相異なる結果となった。ここにその相異した評価を、かんがい条件下について整理すれば次の如くである。

土 壤 統	調査結果	INTA 報告
2. San Adolfo — SaAs	Ⅲs-1	Ⅲs-4
4. Ascasubi — AAl	Ⅱs-1	Ⅱw-1
5. Ascasubi — AAh	Ⅱw-1	Ⅳw-1
7. El Alba — EA	Ⅱs-3	Ⅲs-1

このかんがい条件下での分級結果を図示したのが図17および図18である。いうまでもなく級と単位を示す数字に応じて、その土地の利用に労力と経費を要するわけで、各評価の順位は次のように配列される。

Ⅱs-1>Ⅱw-1>Ⅱs-2>Ⅱs-3>Ⅲs-1>Ⅲs-2>Ⅲws-1>Ⅳe-2

これら各評価の差はⅡ～Ⅲ級の間では僅少なもので、Ⅳ級の場合が土地利用上の障害を明確に示す。

なお、地下水位の深浅は今後の利用計画，特に次章で述べる塩害対策とも関連するので，ここに両地区における水位分布の概略を図19および20に掲げておく。

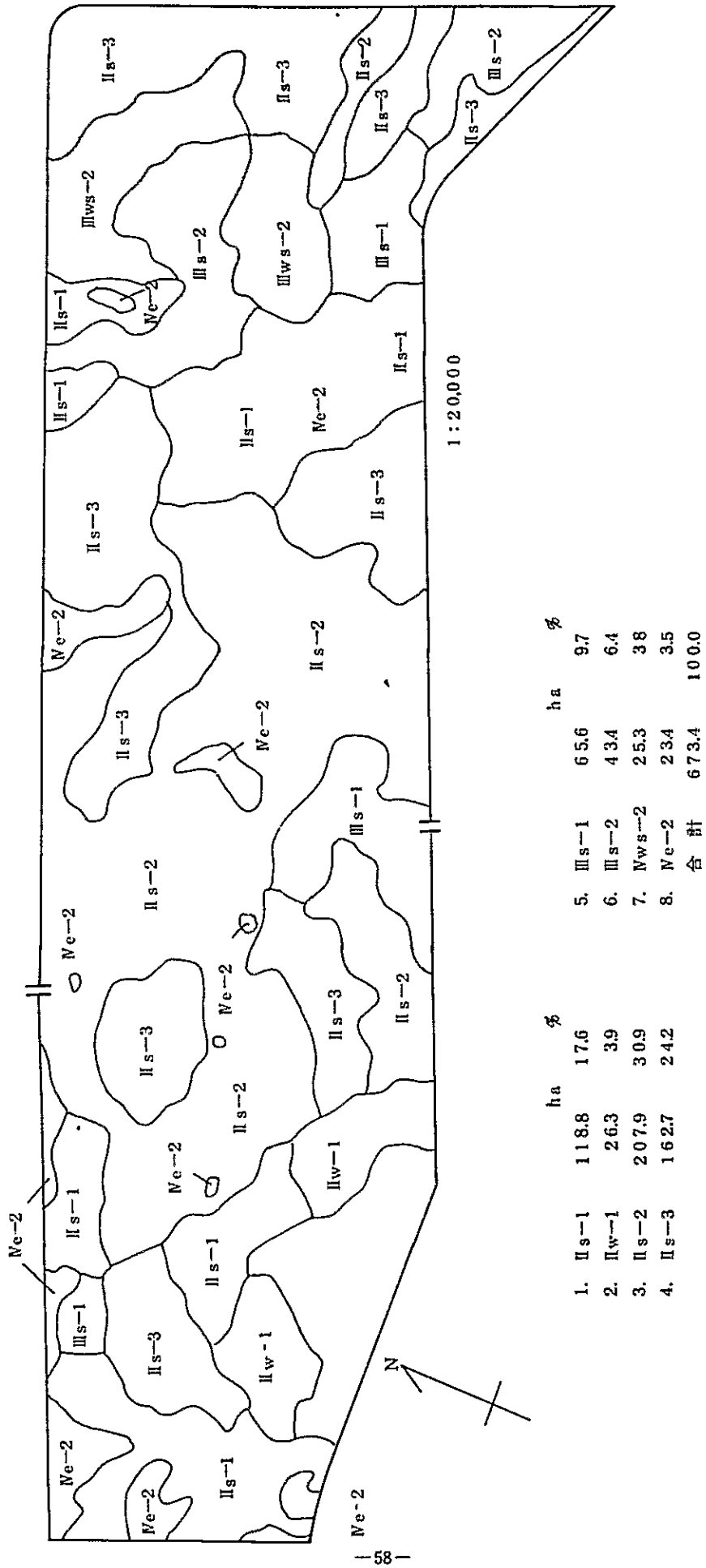
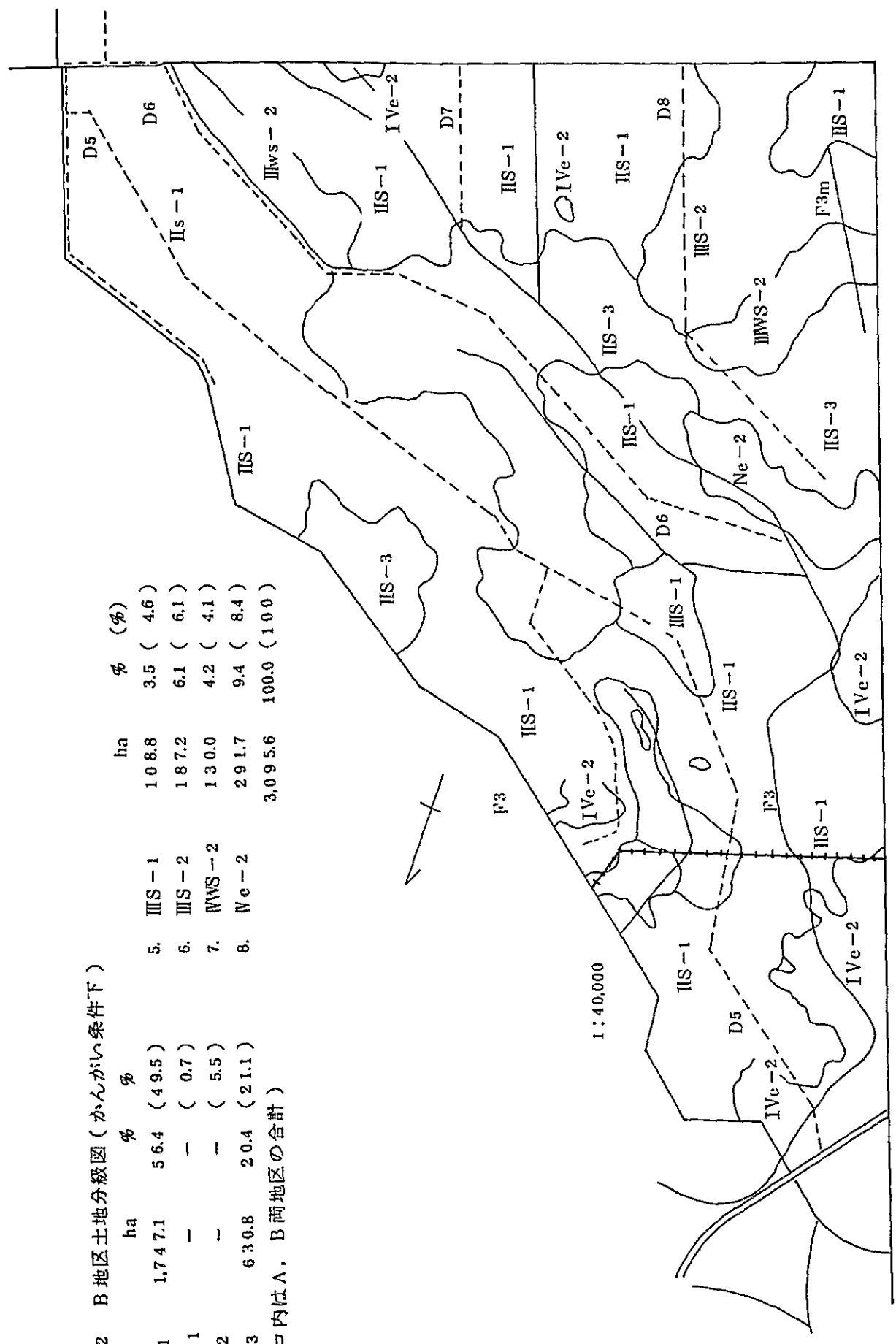


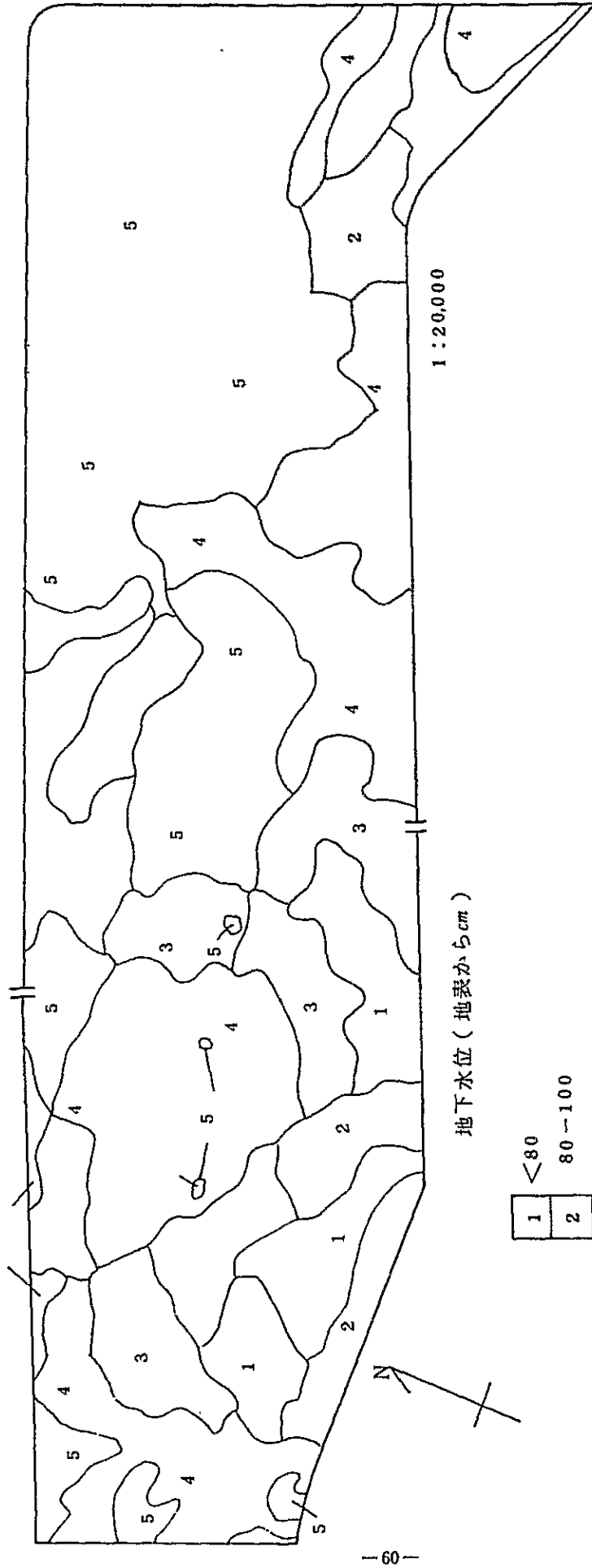
図 11 A地区土地分級図（かんがい条件下）

図12 B地区土地分級図(かんがい条件下)

	ha	%	ha	%
1. IIS-1	1,747.1	56.4 (49.5)	1,088	3.5 (4.6)
2. IIV-1	-	- (0.7)	187.2	6.1 (6.1)
3. IIS-2	-	- (5.5)	130.0	4.2 (4.1)
4. IIS-3	630.8	20.4 (21.1)	291.7	9.4 (8.4)
			3,095.6	100.0 (100)

(カッコ内はA, B両地区の合計)





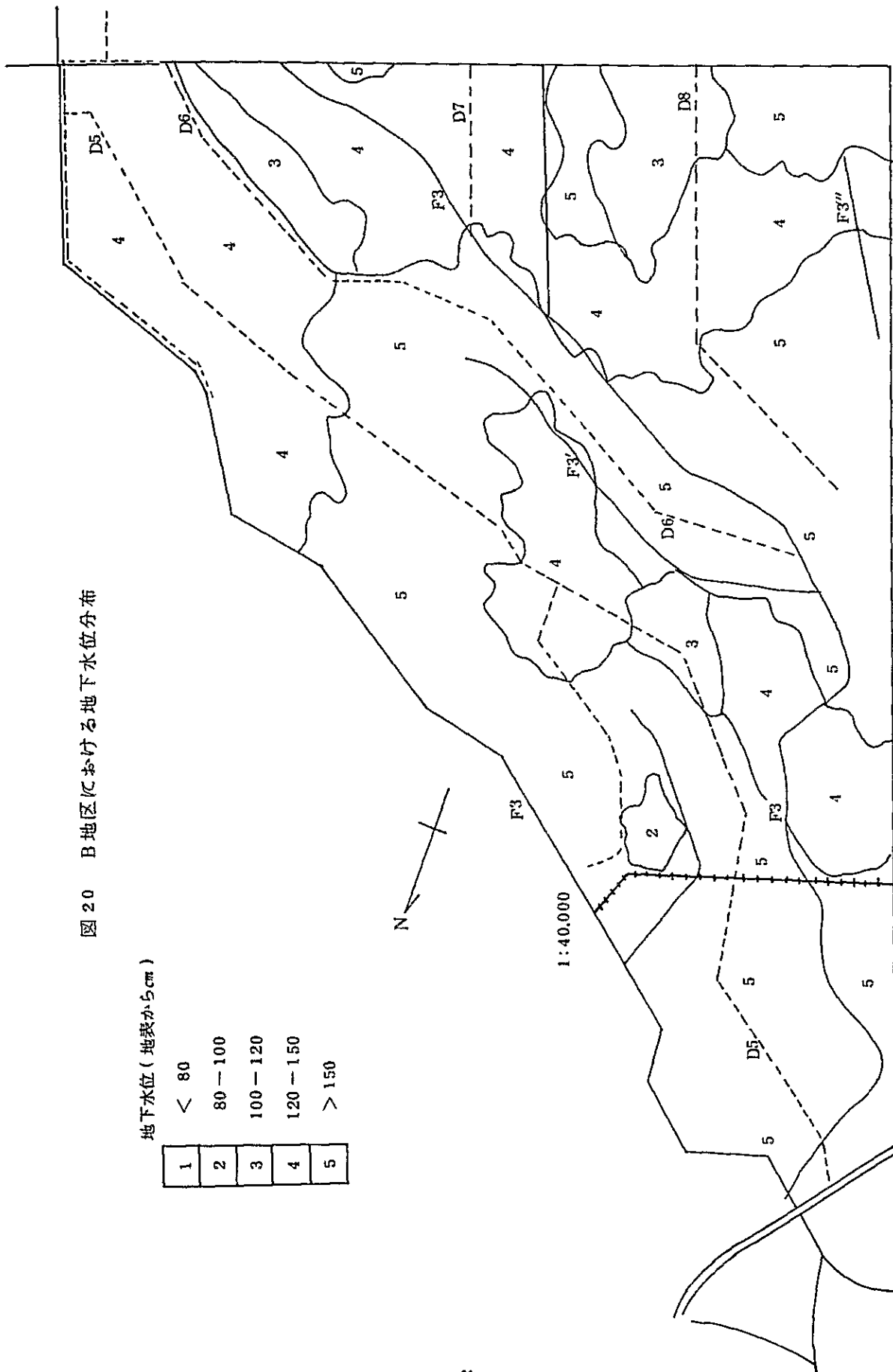
1	<80
2	80-100
3	100-120
4	120-150
5	>150

図19. A地区における地下水水位分布

図 20 B 地区における地下水位分布

地下水位 (地表から cm)

1	< 80
2	80 - 100
3	100 - 120
4	120 - 150
5	> 150



V 土壌保全の問題と対策

CORFO入植予定のSan Adolfo地区にはいくつかの問題がある。前章の土地分級では現在灌木林に被れている砂丘地(4m)を除いて、耕作不能地というのは見当らない。しかしこれはあくまで到周な管理を前提とする。つまり克服すべきいくつかの悪条件があるからである。これら悪条件とは何か。すでにしばしば指摘した如く塩害と侵蝕に他ならない。侵蝕は風蝕であるが、年間強風が募るとしても、現状はすでに長年月にわたり削り崩されて、ほとんどが植生に保護されている段階で、これ以上の進行は極めて遅いものとされる。というのは地区内で砂丘地の占める面積はそれ程大きくはないからでもある。従って砂丘地はこの保護された形を維持して、現状を乱さぬ方が得策であり、他の分級地で標高のある地帯では境界植林等による防風対策が必要であろう。風蝕に関する資料は入手していないが、現在の草原を裸地化すると、比較的団結している表層が粗しょうとなり、乾期の強風下では相当量の飛砂が予想される。

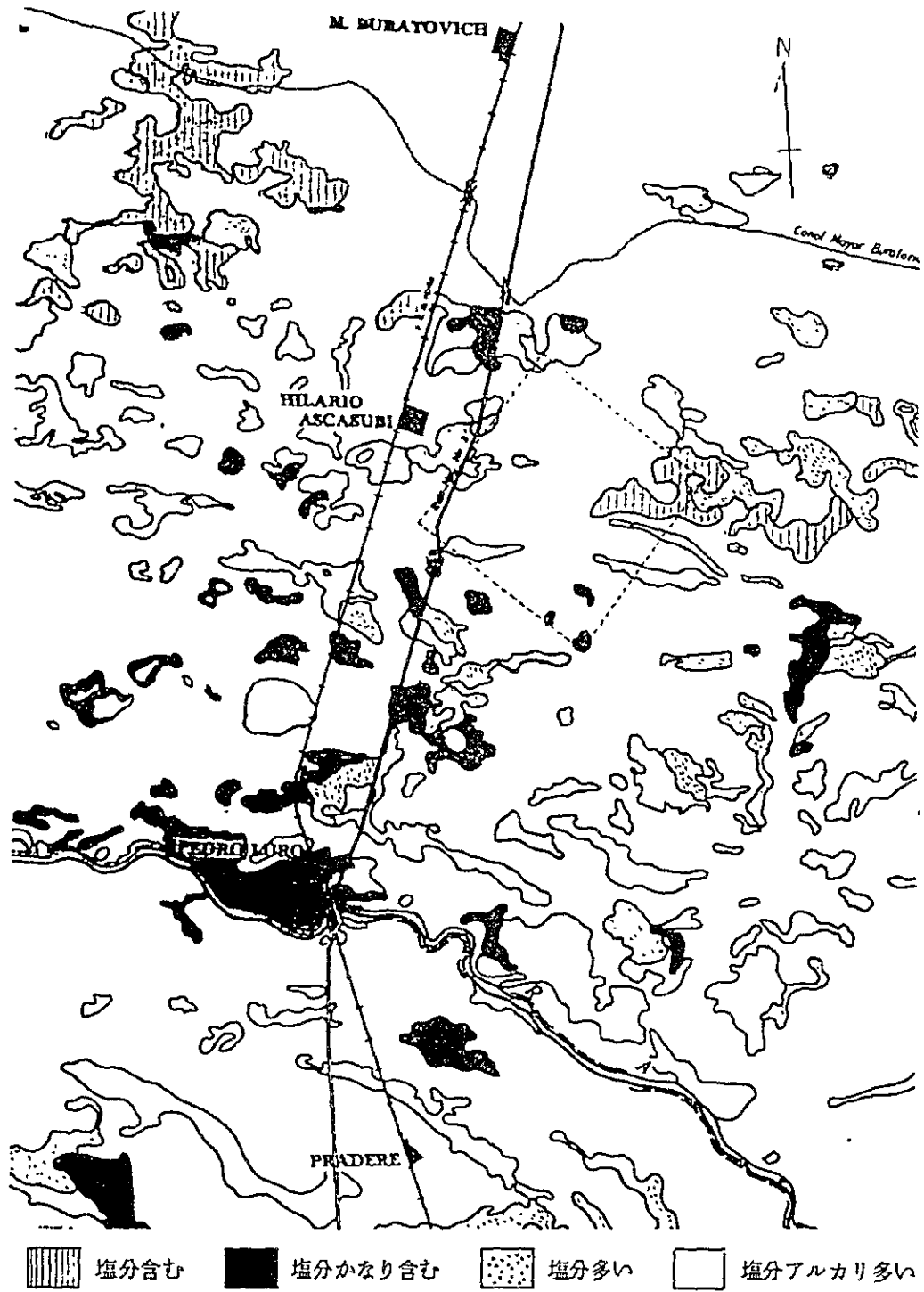
本章では今回の土壌調査データと従来の調査資料に基づいて、当地区の塩害、かんがいや施肥の問題を考えることにする。

1. 塩類集積

農地開発上、十分関心を払うべき問題であるので、いくつかの角度から検討してみたい。

1-1. 塩性土壌の分布

Colorado河下流域の農地は長年にわたるかんがいで、塩類の集積がよりひどくなったとされている。しかしBahia BlancaからColorado河にかけて、農地でない国道沿いの低地にほとんど例外なく塩分がふき出しており、また塩水湖の存在するなどから考えると、高地部の岩石風化に伴って流下する塩類が下流域土壌の生成過程で関与してきた、いわば地史的所産とみるのが妥当ではなかろうか。事実この流域における塩類集積は極めて広範にわたっている。図21はINTAの報告から抜粋したもので、この状況をよく表わしている。図に用いた4つの区分は次の表18によっている(縮尺が不正確なため、調査対象地区の位置がズレているように思われるが、土壌統の分布とはあまり合っていない)。表に示されたECは区分3で25mmhoを越えるとSolonchaksに分類され、また区分4でpHが >8.5 となるとSolonetzに入る。このような塩類土壌やアルカリ土壌が出現する可能性があるわけである。幸いにこの地域ではCa, Mg塩がNa, K塩よりも多いため、Solonetz化の危険はかなり緩和されている。同図で参考となるのは、M. Burotovich地域に何故塩分が少ないかということであろう。これは同地域の土壌が極めて粗粒質で、過度の排水状態にあるためである。さらにH. AscasubiからPedro Luroにかけての地域は地下水位の



(点線内はSan Adolfo 入植地区を示す。表18 参照)

図 21 調査地区周辺土壌の塩分状態
(INTA, 1973) (約36万分の1)

表18 塩類集積状態の区分

区 分	EC (mmhos, 25°C)	pH	Na ⁺ 飽和度 (%)
1. 塩分含む	1.5 ~ 4	< 8.5	< 15
2. 塩分かなり含む	4 ~ 6	< 8.5	< 15
3. 塩分多い	> 6	< 8.5	< 15
4. 塩分アルカリ多い	> 4	< 8.5*	> 15

※ 例外として> 8.5のものである。(INTA, 1973)

高いことが塩類集積と極めて高い相関関係にある。

1-2. 用排水の塩類

ところで、まず問題となるのはRio Coloradoのかんがい水である。南部大学(1979)が約200点の水を採り分析した塩類濃度の平均値は次のようであった。

me/l			
Na ⁺	4.4	EC	0.98 mmho
K ⁺	0.2	pH	7.4
Ca ⁺⁺	4.9		
Mg ⁺⁺	1.0		
Cl'	6.3		
SO ₄ ''	2.7		
HCO ₃ '	1.8		

表7に比べてpHは低く出ているが、ECは1 mmho前後で変わらない。これから Sodium-adsorption-ratio (SAR: $\text{Na} / \sqrt{(\text{Ca} + \text{Mg}) / 2}$) を計算すると25.6となり、USDAの適性基準によればC3-S1にランクされる。つまり、塩分濃度としては0.25 mmho以下が適性であるのに比べ、Colorado河の水は約4倍も高い。幸いNaが少ないので救われているが、それでもかんがい農業における塩類集積の主因であることに変わりない。なおかんがい用水の塩分濃度は季節で変動し、乾期である冬期間に1 g/lを超すが、他の季節には下って、雨の多い夏期(11月~1月)に0.5 g/l附近まで低下する。雨量と使用水量との関係であろう。

次にこの地域においてかんがい水と排水の関係を見ると、まず量的には用水のほぼ5~18%, 平均して10%の水が排水路に出る。耕地における蒸発量の他に浸透その他

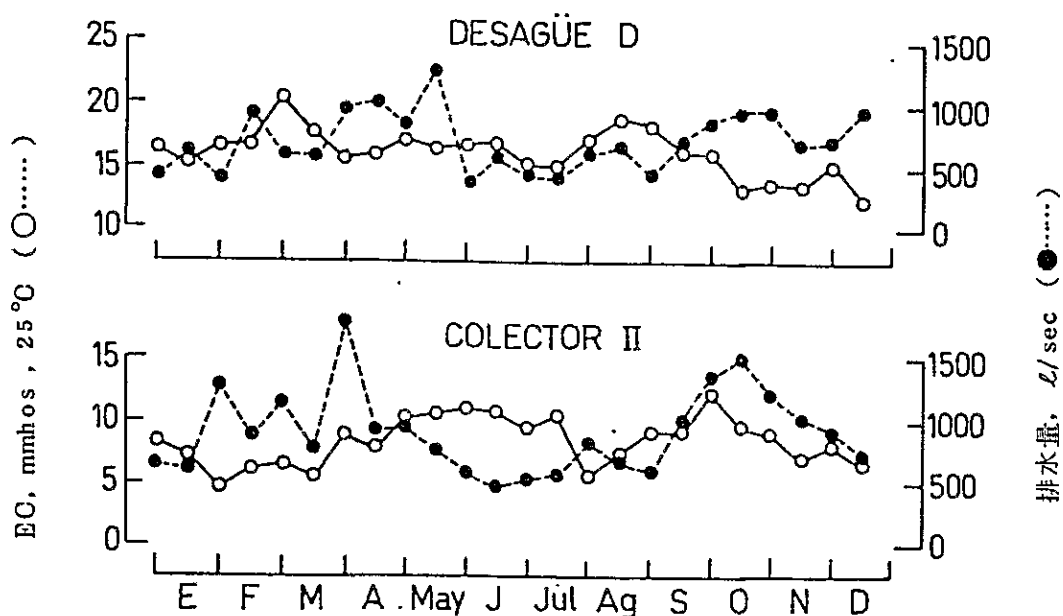


図 22 Colorado 河かんがい下における月別排水量と塩分濃度の変化

の損失が関係していることは当然である。

問題は排出水の塩分濃度と組成である。図 22 は対象地区より先の地点 2 ケ所で測った結果で、EC は地点と季節で違いが、10~15 mmhos 前後と高い。この値は先の図 7 に示した対象地区の低い方の濃度と同じである。このように多量に土層から溶出する塩類の組成はどう変わってくるか。南部大学の報告によれば、かんがい水とは逆に 1 価の Na, K が 2 価の Ca, Mg より 2~3 倍も濃度が高い。Na の割合は 80 % 前後にもなる。これは土壌中の置換性の Na, K がかんがい水の Ca, Mg と入れ換って溶出するためである。陰イオンでは SO₄ が低くなり Cl が高くなる。詳細なデータは末尾資料を参照されたい。

排水路につながる地下水もほぼ排水水と同じ塩分状態を示す (INTA, 1974)。

1-3. 塩害の危険性

さて以上の塩類の動きを土層内でみるとどうであろうか。図 23 は今回の分析結果を土壌統別に示したものである。全部の統の分析値が揃っていないが、次の 3 つの傾向に大別される。

- a. 下層に向い濃度が高まる
- b. 上下層の濃度が変らない
- c. 上層に向い濃度が高まる

これは土壌水の動きが、それぞれ下降、停滞、上昇を示すものと考えてよからう。そし

て耕地における塩害を論ずる場合は、少くとも表層 50 cm 以内の塩分濃度が対象となる。
 塩害と作物栽培の関係は次の規準が国際的に認められている。

EC (飽和) (mmh _o)	0	4	8	16	32
	I	II	III	IV	
塩 害 度	ほとんどない				
作 物					
EC (1:2) 0	1~1.3	2~2.7	4~5.3	8~10.7	

さて、この基準は土壤の飽和水抽出液の EC であるから、先に検討したように 1:2 抽出液の EC を 3~4 倍したものが対比される。逆に上記の基準を 1/3~1/4 として比較してもよい。これで図 23 の試料を 50 cm 以内で類別してみると次表のようになる。

表 19 塩害度と土壤統との関係

集 積 傾 向	塩 害 度		試 坑 №	土 壤 流
	0~25cm	25~50cm		
a	I	I	5, 8, 9, 11	SaA, EA
	I	II	3, 14, 15	LA, EA
	I	III~IV	4, 6	LA, EA
	II	III~IV	2, 7, 10	SaAs, LA, FAhs
b	IV	IV	12, 16	SaAs, FAhs
c	IV	III	1, 13	SaA, SaAs

例数が少ないので、結論することは無理であるが、土壤統の大きな傾向として SaA, LA, EA は塩害の危険性がほとんどないが小さく、SaAs, FAhs は明らかに大きいといえる。その他の統は生成状況からみて、両者の中間を占めるものと思われる。いずれにせよ、I-I グループを除いて、下層土 (50 cm 以下) が III-IV というのが大半であるから、これより塩分濃度の高い地下水が上昇するような事態が発生すれば、いつでも塩害地となることが予想されよう。

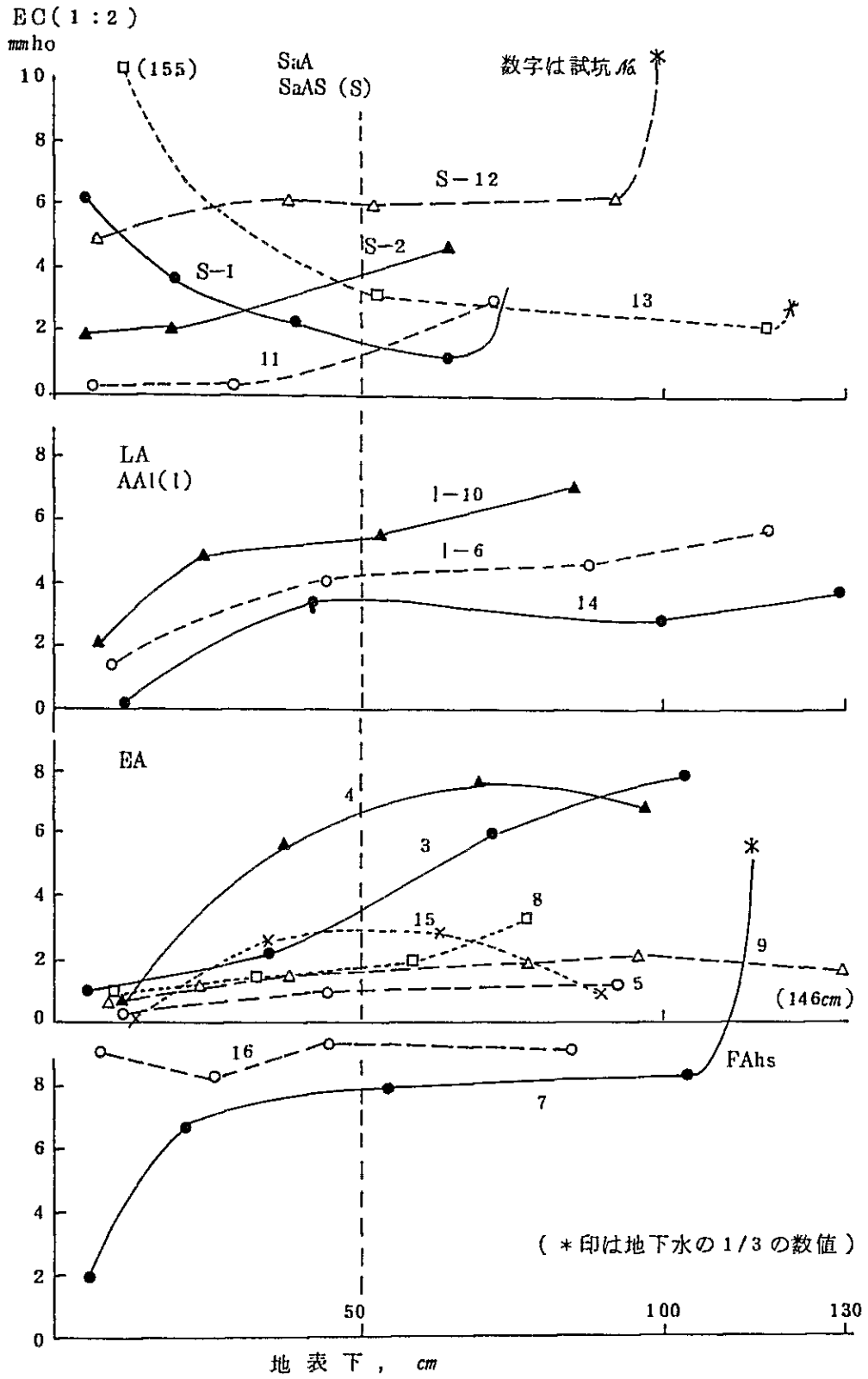


図 23. 試坑土壤の層別別塩分濃度

1-4. 塩害対策

現地で考えられる塩害対策は次の如きものであろう。

- (1) かんがい水による脱塩処理
- (2) かんがい方法の適正化と排水路の完備
- (3) 牧草栽培等による土壌の構造化
- (4) 耐塩性作物の選定と輪作体系の確立

(1)の脱塩 (leaching) は SaAs , FAhs 統にとって耕地化の前提条件である。図 4 から逆に推定して、2 倍量の水を加えることにより塩分濃度が $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ に低下するとみなされるので、表層 50 cm の 2 倍である 100 cm のかんがい水が必要となる。これを 20 cm づつ 5 回に分けて全面湛水することはより効果的である。

中近東各国やエジプトでは粘土質の場合に、脱塩の間に耕起や乾燥処理を挟むなど、種種工夫されているが、当地区の場合は FAhs 統についてこのような配慮が望ましい。

(2)しばしば指摘されている問題に過剰かんがいがある。Colorado 河水自体の高塩分にも問題があるので、かんがい量を必要最少限に止めるべきであるのに、現実には逆の場合が多い。このために起る危険は濃い塩分を含む地下水の上昇である。防止策として必要量のかんがいを回数多く行なうこと、さらに排水路の底を地下水面下に下げることが肝要である。脱塩の際にも圃場内に狭い間隔で排水溝を列べて、地下水の下降を促すのが効果的である。表層が砂質で崩れ易く、かつ風蝕も強いので、水路の除草、改修等その維持、保全に労力と経費を要することは己むを得ない。

(3)全般に砂質土壌で有機物に乏しいため、土壌の構造発達が弱い。近くに粘土補給の材料も見当たらない。従って長期的にみて植生による構造化を計るには、探根性、多根性の牧草を含めた輪作体系によるしかない。このためにも過剰かんがいは禁物である。

(4)作物の選定は収益性がしばしば栽培適性に優越する。そのため耕地の悪化、異常低収を招く原因となる。上記の点と併せて長い眼で農地利用を計画すべきである。

2. 土 水分および養分

土壌生産力を支配する、さらに重要な因子は作物栄養に直接関与する水と栄養素の状態である。この過不足は作物生産に強い影響を及ぼす。

2-1. 水分保持力

砂質の土壌は水分保持力が極めて小さい。この事柄は気圧と土壌の水分含量の関係曲線 (一般に pF-水分曲線と呼ぶ) から知られる。図 24 は INTA (1979) が各土壌統について測定した結果からとりまとめた。気圧 0 (pF 1.8 に近い) は最大容水量、気圧 15

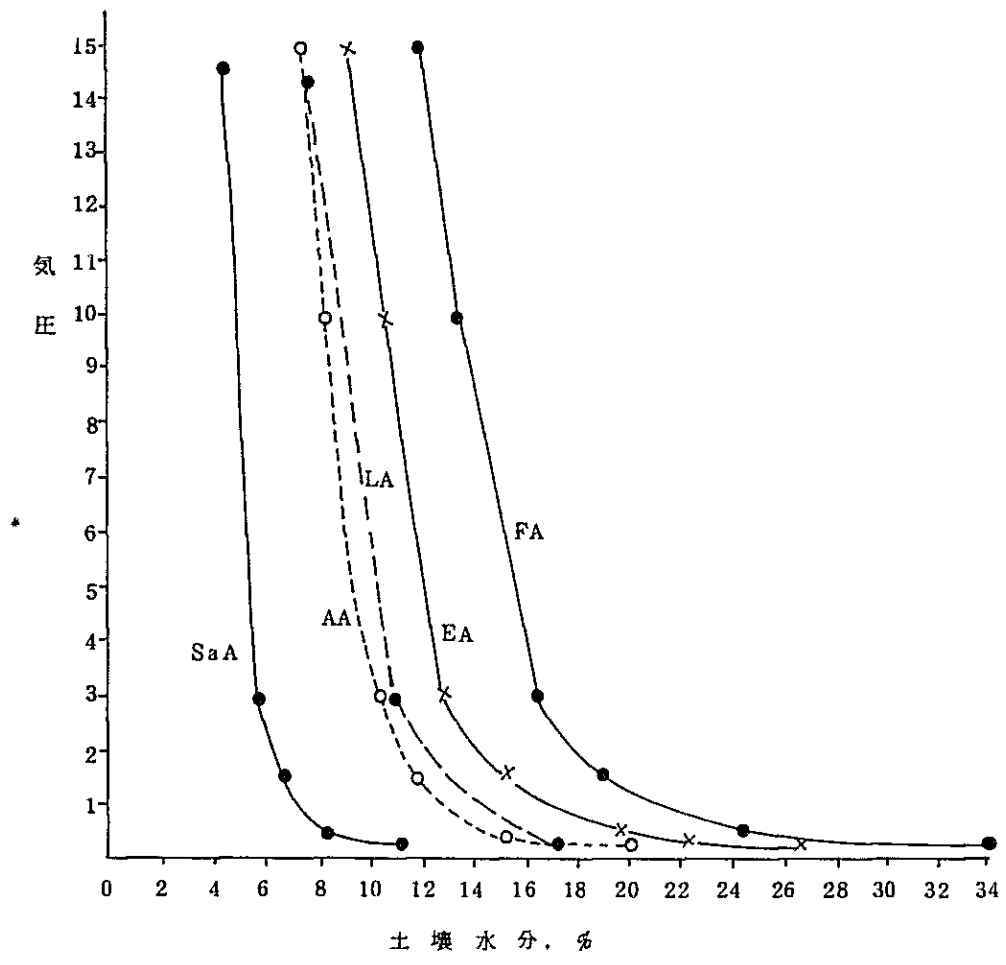


図24 . 土壤統表土(0-40cm)の各気圧下における
土壤水分の変化

(pF4.2) は永久萎凋点である。この両点の間に保持される水分が有効水分量となる。砂質の SaA, LA ではこの水分量は 5 ~ 12 %, 砂壤質の AA, EA ではほぼ同じく 6 ~ 12 % であるが, FA では 18 % とかなり大きい。

有効水分が多いと, かんがい水が有効に利用される。反面, 極度に多ければ透水不良を招く欠点がある。壤質土から埴壤土がこの点で有利とされる理由である。当地区では PiA, EA, FA の各統がこれに相当する。他の土壌統ではかんがい量や回数をふやさねばならないという短所がある。

2 - 2. 土壌の養分含量

土壌の含む諸成分は有機物, 鉱物の全量としては多くても, 植物が吸収利用できる量はその中に一部にすぎない。可給態養分 (available nutrients) といわれるのがこれである。しかもこの量は土壌環境の変化, 流出入する養分の状態により絶えず変動する。栽培管理によって著しく影響されることはいうまでもない。

そこで土壌そのものの含有量を論ずる前に, 地区内に流出入するかんがい水における成分のバランスをみておこう。表 20 に示したのは南部大学の分析値で, 9月の渇水期のものである。P, Fe, Cu, Zn を除いて, 他の成分はいずれも排出水に高濃度に溶出している。量的に計算できないが, Na の流出が顕著である。およその推量では栄養成分として

表 20 Rio Colorado かんがい水と排出水における含有成分の平均濃度 (1977 - 9月)

項 目	Villarino 郡		Patagones 郡	
	かんがい水	排水	かんがい水	排水
pH	7.7	7.7	7.9	7.9
C.E. (mmhos/cm)	1.15	12.8	1.16	16.5
K (me/l)	0.2	1.4	0.2	1.6
Na (me/l)	6.1	139.8	6.4	186.6
Ca (me/l)	6.5	35.5	6.8	41.0
Mg (me/l)	0.4	19.2	0.2	15.8
SO ₄ (me/l)	1.4	22.5	1.9	23.8
B (ppm)	0.1	1.9	0.2	3.0
NO ₃ (ppm)	0.9	10.6	0.7	13.0
P (ppm)	0.06	0.03	0.04	0.05
Fe (ppm)	0.06	0.02	0.04	0.11
Cu (ppm)	0.08	0.12	0.09	0.17
Zn (ppm)	0.21	0.36	0.22	0.44

(南部大学, 1979)

はNO₃の損失が多少あるというだけである。

土壌分析値はINTA (H. Ascasubi) で各統の試料で実施した成績があり、末尾の資料中に加えておいた。この分析値を一覧表にまとめると表21のようになった。

表21 地区土壌の成分含有量(平均)(INTA, 1978)

成 分	分 析 法	土 壌 層 位 (cm)	含 有 量 (kg/ha)	作物所要量 (kg/ha/年)
全 C	H ₂ SO ₄ -KCr ₂ O ₇ 分解	0-20	127 %	—
全 N	ゲルダール法分解	0-20	0.076%	50-100
可給態 P	NH ₄ F-HCl抽出	0-60	47.8	15-30
置換性 K	NH ₄ 醋酸(N)抽出	0-60	5,145	50-200
" Ca	"	"	44,570	30-150
" Mg	"	"	9,515	10-30
" Fe	0.1N-HCl抽出	0-20	198	—
" Cu	"	"	7.0	—
" Mn	"	"	142	—
" Zn	"	"	8.0	—

本表からK, Ca, Mgの給源は十分で、むしろ過剰のため他の要素の吸収に及ぼす拮抗作用の方が心配される。Fe以下の微量元素についても一応欠乏は認められない。前記の排水による損失にかかわらず、これら諸成分に特別の配慮は不要のようである。

やはり問題はNである。主な給源は植生からくる有機物であるが、元素C含量が少なく表21から求められるC/N比は166と高い。このことは自然草地で禾本科類が多いためであろう。またかんがい水から入る多少のNO₃ (硝酸態)には大きな期待は考えられない。従ってこの地域で豆科作物(牧草)を導入することが必須条件である。放牧による家畜の糞尿が貴重なN源となっていることも事実である。INTAでは集約栽培にはNの化学肥料施用が必要であるとし、尿素と硫酸の土壌中の移行を調査している。当然の結論は硫酸の方が降下損失が少なく、また粘土質の土壌統も移動が遅い。従って砂質の土壌統ではかんがいを少しずつ回数をふやすよう指導している。

次はPの可給力である。この地域におけるPの給源はapatiteで、難溶性の磷酸3石灰が主成分である。これが風化、分解を受けて可給態となる。INTAが作成した可給態P濃度の分布図によれば、Rio Colorado下流域はすべて11~30 ppm(中程度)の範囲に入

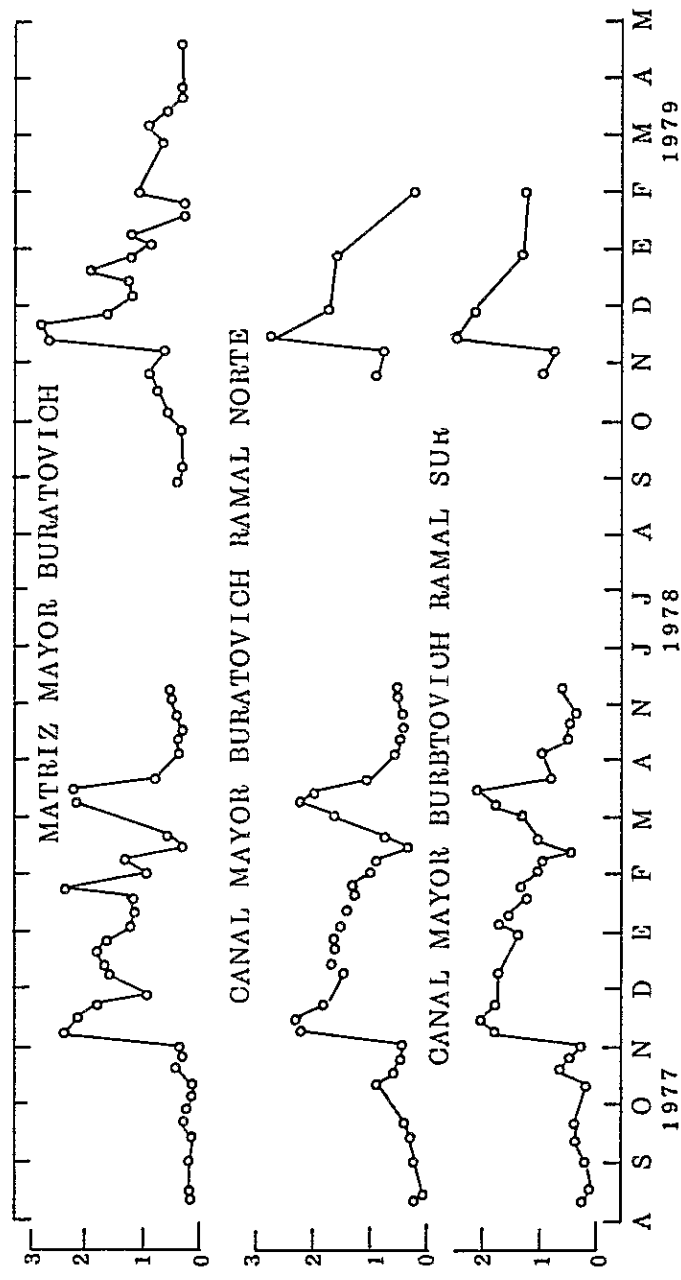


図 25 M. Buratovich のかんがい水路における懸 固形物濃度の周期的変化

る。15 ppmが作物にとってPが制限因子となる限界とされている。後背の山地にはかなりのPが蓄積されているという。逆に農地化のため均平したり、長年小麦を栽培したりすると、表層に集積したPのかなりの量(45%)が失われる。従ってPの地力回復には50 kg P₂O₅/ha程度の施用を推奨している。土壌pHが高いため生理的酸性肥料である過磷酸石灰が有効であることはいうまでもない。

最後に、注目される事項として、かんがい水が運ぶ懸濁物質についての調査結果に触れておく。Rio Coloradoは文字通り“赤い河”である。上流の粘土が浮遊して黄橙色に染り、年間を通じて澄むことはない。この懸濁物は50 μ以下の微粒子で、かなりの部分がモンモリロナイト系の粘土鉱物である。

固形物の濃度は時期的に変動する。図25には地区に最も近いM. Buratovichのかんがい水路の例を示した。この分析値からも分るように、雪融けの11月と降雨の多い3月にピークがある。その濃度は0.02~0.3%で、かりに0.1%とすれば5cmのかんがいを行うと、500kgの粘土が1haの耕地に加わることになる。この粘土鉱物は多量の置換性塩基を含み、土壌の物理化学性を著しく改良する。また混入するapatiteや長石はPやKの補給源ともなる。

このように年間ha当たり数トンに及ぶ粘土の添加があり得るとすれば、農耕地の土壌改良効果は無視できない。しかし一方において、取入口に大量に堆積したり、かんがい水路を被って雑草の繁茂を招いたりして、問題がないわけではない。この懸濁物が長期のかんがい農業において、果たしていかなる役割を演ずるかは、今後の検討課題の一つとなるであろう。

3. 試験的事業に関する提言

以上、CORFO入植予定地に関する土壌調査結果と土壌改良問題について述べてきたが、今後入植のための試験的事業を実施するに当たっては、試験内容にとり込むべきいくつかの課題がある。それらは土壌肥料の見地からして、次の如きものであろう。

- (1) 脱塩方法に関する試験
- (2) 耕土培養に関する試験
- (3) 施肥用量に関する試験
- (4) 土壌細部調査

(1)については前章で脱塩(leaching)方法を述べたが、これを2, 3の土壌統別を実施する必要がある。試験圃場はA地区ではPiA統を対照として、SaAs統を、B地区ではLA統を対照としてFAhs統が選ばれる。

この試験で注意しなければならないのは、下層の粘土質(SiLまたはSCL)層の透水性

である。今回の調査では完全な不透水層とみなさなかったが、これも検討の余地がある。もう1つは塩分集積のモニター調査である。例えばオマーン（アラビア半島）の沿岸地域では、塩分に富む地下水の汲上げかんがい塩害をおこしているため、定期的に農地の塩分濃度を検査している。当地区でもこれと同じような計画を併行させることが望ましい。

(2)は主としてN地力に関するものである。すでに荳科牧草栽培による有機物とNの増加は常識となっているが、これに堆肥のような粗大有機物の補給を試みることである。手段としては野草と牛糞による熟成堆肥の製造であろう。

(3)施肥用量としてはNとP関係の化学肥料で、前者は分施、後者は肥料形態が課題となる。当国の農業経営は金肥の施用はおろか、かんがいをを行うことすら産地間競争に障害を示すとされているけれども、良質多産を期待する限り、また野菜等の短期作物に依存する限り、金肥の施用は避けるわけにゆくまいと思われる。

(4)の細部調査の内容は次の如きものである。

- a. 新しく設定されたPiA 統に関する細部調査
- b. 第2種程度の密度（4 haに1点の割合に試抗）で全地区を再調査し、各土壌統の分布、境界について正確な土壌図を作成する。地下水の分布についても同様である。

終りに今回の調査に際し協力を得たCORFOの職員各位およびINTA（H.Ascaubi）のSr.R.M.Sanchezに深い謝意を表したい。

参 考 文 献

1. R.LORES et al. : Los Suelos del Valle Inferior del Rio Colorado , Dino Cappaninni , INTA(1973)
2. R.LORES : Principios de Taxonomia y Cartografia de Suelos , INTA(1973)
3. Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria (INTA)
Argentina : Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Pcia. de la Pampa (Clima , Geomorfologia , Suero y Vegetacion) (1980)
4. N.Peinemann et al. : Balance Salino del Valle Inferior del Rio Colorado , CORFO Rio Colorado (1979)
5. J.A.Iturralde y N.Peinemann : Solido en Suspension en Canales de Riego del Valle Bonaerense del Rio Colorado , 同上 (1979)
6. N.Peinemann y C.Lopez : Comparacion del Estado Nutricional de Un Suelo antes y despues del Emparejamiento con Fines de Riego , Serie Tecnica 55/81 , CORFO y Universidad National del Sur (1981)
7. N.Peinemann y D.E.Buschiazzo : Variacion de la Concentracion de Nitratos en Suelos del Valle Bonaerense del Rio Colorado en Funcion de la Fertilizacion , 同上 54/81 (1981)
8. N.Peinemann et al. : Nutrientes Disponibles para las Plantas en Suelos del Valle Bonaerense del Rio Colorado (V.I.R.C.) , Informe tecnico 17 , INTA -H.Ascasubi (1978)
9. R.M.Sanchez : Estudio de los Niveles de Fosforo en el Area de Influencia de la E.E.A.Hilario Ascasubi , 同上 19 (1980)
10. M.M.Flores et al. : Valores de Capacidad Hidrica de Suelos del Valle Bonaerense del Rio Colorado , Informe Tecnico 13 , 同上 (1977)
11. FAO (LWDD) : Guidlines for Soil Profile Description
12. FAO / UNESCO : World Soil Map , M (1974)
13. USDA (Salinity Lab.) : Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils (Agr . Handbook No 60) (1969)
14. FAO (LWDD) : Water Quality for Agriculture (Irrigation and Drainage Paper , 29) (1976)
15. USDA (Soil Survey Staff) : Soil Classification A comprehensive System 7th Approximation ; Supploments (1960~1968) ; 小山正忠他訳一農技術資料 , B 7 , 8 ,

- 14, 16 (1963~1969)
16. FAO/UNESCO: Dification of Soil Units for the Soil Map of the World
(1968~1969) ; 小山正忠訳—農技研資料, B 15, 17 (1969~1971)
17. Y.Takijima : Report Feasibility Study on Agricultural development of the
South Hosainia Area, Egypt, LICA, AFT-CR(7)81-10 (1981) ; 同上,
Agricultural development of the Wadi Jizzi Area, Oman (1982 印刷予定)
18. 国際協力事業団: 乾燥地農業開発に関する基礎調査報告書, 第1次~第2次,
農林50~109 ; 51~120 (1976 ~ 1977)

A. 対象地区土壌の断面記載

A, B両地区内合せて16の試坑について、調査票形式で各断面を記載した。調査地点は本文中の配置図を参照されたい。

記載は調査項目中、あまり差がないか、または重要でないと考えられる次の項目を省略した。

- (1) 層の境界：ほとんどが明瞭～漸変（境界の幅が2～5 cmから5～12 cm）
- (2) 腐植含量：分析によるべきもの。全体に1～2 %位で、主として土色で表わされる。
- (3) コンシステンス：粘着性、可塑性は土性でほぼ代表される。土壌強度は硬度計で測定した。

調査票は土壌の順にまとめた。使用した記号は次の通りである。

- | | |
|--|-----|
| (1) 石膏 (CaSO ₄ · 2H ₂ O) 結晶斑 | △ △ |
| (2) 酸化鉄斑紋 | × × |
| (3) 炭酸石灰凝結物 | |
| (4) 小円礫 (0.2 ~ 2.0 cm) | ○ ○ |
| (5) 地下水位 (湧水面, cm) | |

その他の記載はFAOの“Guideline for Soil Profile Description, 1951”によった。

土壤統：SaA

調査点	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日	
P 11	Atansio	緩い地形	1-2	198-9/5	
標高(7)	地表物	堆積様式	土地利用	放牧, Stip 多く, 灌木散生	
1375	なし	風・水積	植生, 他		
層位 (試料)	深さ(7)	土質	構造	土壌 硬度	乾湿 (地下水)
AC (11-1)	0	10YR 6/2.5	単粒状	12	乾
C 1 (11-2)	5	10YR 5/3	単粒状	15	半湿
C 2 (11-3)	45	10YR 5/3	単粒状	14	半湿
	△ △ △				▽ 180
	150+				

土壤統：SaA

調査点	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日	
P 13	Chacras del Medio	平坦	0	198-9/7	
標高(7)	地表物	堆積様式	土地利用	放牧, 排水路彎曲点, 水 路断面, Stip 他多し	
1350	水路掘 さくの 小溝	風・水積	植生・他		
層位 (試料)	深さ(7)	土質	構造	土壌 硬度	乾湿 (地下水)
AC	0	10YR 4/3	中度の小 角塊状	22	乾
C 1	23	10YR 3/3	単粒状	15	半湿
	△ △ △				湿
	85				
C 2	85	10YR 4/3	単粒状	14	湿
	△ △ △				▽ 150 (G3)
	150				
IIC3ca			単粒状	軟	

土壌統：SaAs

調査区	地	名	地	形	傾斜(°)	調査年月日
P 1	Pichin Grande	排水	平坦凹地	0-1	198-8/26	
標高(m)	地表物	排水	堆積様式	土地利用	放牧, 近くに滞水, Stipa 散生	
13.75	なし	不良	水積	種生・他		
腐位(試料)	深さ(m)	土性	土	構造	土塊	乾湿(地下水)
A1 (1-1)	0	LS	乾	弱い小角塊状	17	湿
AC (1-2)	12	LS	10YR 5/2	やや固結, 単粒状	22	湿
C1 (1-3)	27	LS	10YR 6/2	極弱い, 大塊状	16	潤
C2	50	LS	10YR 4/2	単粒状	11	腐
(1-4)	100+					75 (G1)

土壌統：SaAs

調査区	地	名	地	形	傾斜(°)	調査年月日
P 2	Pichin Chico	排水	平坦	0-1	198-8/26	
標高(m)	地表物	排水	堆積様式	土地利用	放牧, Stipaの他にアザミ散生	
13.75	なし	やや良	風・水積	種生・他		
腐位(試料)	深さ(m)	土性	土	構造	土塊	乾湿(地下水)
A1 (2-1)	0	LS	乾	弱い小角塊状	18	ほぼ乾
AC (2-2)	12	LS	10YR 4/2	強い小角塊状	21	湿
C2cs	28	LS	10YR 5/2	単粒状	18	湿
(2-3)	100					腐
C2	120+	LS	10YR 5/2			75 (G1)

土壌統：SaAs

調査区	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日
P 12	Rastrojos	低地平坦	0	198-9/7
標高(m)	地表物	堆積様式 風・水積	利用 植生・他	放牧, 牛養多し, Stip 他多生
	塩類粉			
1400				
腐位 (試料)	深さ(m) 斑紋	土性	構造	土壌 硬度
		乾	弱い中角塊 状	乾 湿 (地下水)
A 1	17	SL	10YR 3/3	20
AC	△ ○	SL	10YR 3/3	17
(12-2)	40		10YR 3/3	
C 1	○ △	LS	10YR 4/3	12
(12-3)	65		10YR 4/3	14
C 2		LS		10
(12-4)	100			
HC3	○ ○	S	単粒状	100 (G2)
	175+			

土壌統：LA

調査区	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日
P 14	Chacras del Medio	低地平坦	0-1	198-9/8
標高(m)	地表物	堆積様式 風・水積	土地利用 植生・他	放牧, 旧水路筋 Stipaと長針葉草
	塩類粉			
1150				
腐位 (試料)	深さ(m) 斑紋	土性	構造	土壌 硬度
		乾	弱い中角塊 状	乾 湿 (地下水)
AC	0	SL	10YR 5/3	20
(14-1)	25			
C1cs	△ ○ △	SL	10YR 3/4	14
(14-2)	60			
HC2		LS	10YR 3/4	17
(14-3)	120			
HC4	○ ○ 140+	S	単粒状	軟
(14-4)	○ ○			
				湿 140

土壤統: AA1

調査点	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日
P 6	Rincon Bautista	ほぼ平坦	0-1	198-8/31
標高(m)	排水	堆積様式	土地利用	放牧, 近くに排水路, Chanur など灌木散生
14.25	なし	風・水積	植生・他	
層位(試料)	深さ(m) 斑紋	土性	構造	土張度
A 1	0	SL	中度の中角塊状	20
	20			
	○ ○	10YR 5/2	弱い中角塊状	17
A C	40			
	○ ○	10YR 3/3		
	70			
C 1 es	△ △ △	10YR 3/3	極く弱い六角塊状	15
	△ △			
100 - (6-3)	○ ○			
	105			
IIC2ca (6-4)	LS	10YR 4/3	ほとんど単粒状	16
	130+			
				半 筋
				$\frac{\nabla}{> 160}$

土壤統: AA1

調査点	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日
P 10	Chacra Vieja	平坦	0-1	198-9/5
標高(m)	地表物	堆積様式	土地利用	放牧, Stipa 群生
1350	なし	風・水積	植生・他	
層位(試料)	深さ(m) 斑紋	土性	構造	土張度
A 1	0	LS	中度の中角塊状	22
	15	SL		
A C	△ △ X	SL	弱い六角塊状	20
	35			
	40	10YR 4/3		
	60	10YR 3/3		
	72			
C 1	△ △	SL	弱い六角塊状	17
	80			
	100			
	110+			
				16
				湿
				$\frac{\nabla}{> 140}$

土壤統：EA

調査点	地	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日	
P 3	Pichin Grande	やや凹んだ平地	0-1	198-8/27		
標高(m)	地表物	排水	堆積様式	土地利用	植被・他	
1400	なし	良	風・水積	植生・他	放牧, 長針葉草多く, Stipa 放生	
層位(試料)	深さ(m)	土性	土色	構造	土硬度	湿度(地下水)
A 1 (3-1)	0	SL	10YR 3/3	弱い中角塊状	17	湿
ACcs	12	SL (SIL)	10YR 3/3	弱い大角塊状	17	湿
C 1 (3-2)	57	SL	10YR 6/3	弱い大角塊状	11	湿
IC2 ca (3-4)	87	SCL	10YR 8/2	極弱い大角塊状ないし壁状	2	湿
III C3	160	S _L ↓ S	10YR 4/3	単粒状	5	湿
	170+					

土壤統：EA

調査点	地	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日	
P 4	Pincon Baulista	低い台地の開析地	0-1	198-8/28		
標高(m)	地表物	排水	堆積様式	土地利用	植被・他	
1410	なし	良	風・水積	植生・他	放牧, Stipa 帯の灌木林に近く, 狩猟地帯	
層位(試料)	深さ(m)	土性	土色	構造	土硬度	湿度(地下水)
A 1 (4-1)	0	SL	10YR 5/2	中腰の小角塊状	22	乾
ACcs	21	SL	10YR 5/2	弱い大角塊状	17	半湿
C1 cs (4-2)	55	SL (SIL)	10YR 5/3	弱い大角塊状	15	湿
C2 ca (4-4)	85	SL	10YR 7/2	壁状	18	湿
IC3 ca	100	SCL		中腰の大角塊状		湿
	120+					▽ 120

土壌統：EA

調査点	地	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日
P 5	Pincon Bautista	排水 堆積様式	平坦	0-1	198-8/29
標高(m)	地表物	種	風・水積	土地利用	放牧, Stipaが主で, Clover混じる
1 37.5	牛糞 多し	良		植生・他	
層位 (試料)	深さ(m) 斑紋	土性	土 色 湿	構造	土 硬 度
A 1 (5-1)	21	SL (LS)	10YR 4/4 10YR 3/2	中程度の小角塊状	22
ACcs (5-2)	21	SL (LS)	10YR 6/3 10YR 3/3	弱い大角塊状	17
ICI (5-3)	70	LS (SIL)	10YR 7/2 10YR 3/3	壁状ないし単粒状	15
III C2ca	115	SL	10YR 8/2 10YR 5/2	壁状	軟
	130+				
					潤
					$\frac{\nabla}{125}$

土壌統：EA

調査点	地	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日
P 8	Rincon Bautista	排水 堆積様式	平坦	0	198-9/1
標高(m)	地表物	種	風・水積	土地利用	放牧, Stipa群生, Perudoの穴多し, 地区の東北角
1 38.0	なし	種 良		植生・他	
層位 (試料)	深さ(m) 斑紋	土性	土 色 湿	構造	土 硬 度
A 1 (8-1)	18	SL	10YR 5/3 10YR 3/4	中程度の小角塊状	21
AC (8-2)	30	SL	10YR 3/3 10YR 3/4	中程度の中角塊状	22
CI (8-3)	45	SL	10YR 3/4	弱い大角塊状	17
C 2 (8-4)		SL	10YR 4/3	弱い大角塊状	21
II C3cs	110	SCL	7.5YR 5/4	壁状	硬
	145+				
					$\frac{\nabla}{170}$

土壤統: EA

調査点	地	名	地	形	傾斜(°)	調査年月日
P 9	Pichin Grande	砂丘平坦地	0-1	198-9/2		
標高(m)	地表面物	排水	土地利用	放牧, A地区西角, Stipaと長針葉草混じる		
147.5	小株あり	良	植生・他			
層位(試料)	深さ(m)	土性	構造	土硬底	色	乾湿(地下水)
A1 (9-1)	0	SL	中底の中角塊状	23	10YR 4/4	半乾
ACs (9-2)	20	SL	弱い大角塊状	18	10YR 3/3	半湿
C1 (9-3)	45	SL	圧とんど単粒状	15	10YR 4/3	湿
C2 (9-4)	72	SL (LS)	単粒状	12	10YR 4/3	潤
II C3ca (9-5)	120	SCL	盤状ないし弱い大角塊状	軟	10YR 5/3	潤
	172+	SCL				潤

土壤統: EA

調査点	地	名	地	形	傾斜(°)	調査年月日
P 15	AtanasioとBoloquiの間	平坦	0	198-9/8		
標高(m)	地表面物	排水	土地利用	放牧, CanalのF3近く, 牛飼人の家あり		
1300	なし	極良	植生・他			
層位(試料)	深さ(m)	土性	構造	土硬底	色	乾湿(地下水)
A1 (15-1)	0	SL	強い小角塊状	30	10YR 5/3	乾
ACs (15-2)	25	SL	中底の中角塊状	20	10YR 3/3	半乾
C1cs (15-3)	45	LS	弱い中角塊状	15	10YR 3/3	半湿
II C2ca (15-4)	80	SCL	弱い大角塊状	24	7.5YR 5/3	湿
	100					
	120+					
						潤

土壌統：FAhs

調査区	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日
P 7	Rincon Bautista	平坦	0	198-9/1
標高(m)	地表物	堆積様式	土地利用	放牧, やや低地, Stipa より長針葉草多 く, Perudo の穴多し
13.15	塩類粉	水	植生・他	
層位 (試料)	深さ(m) 斑紋	土性	構造	土壌 硬度
A 1 (7-1)	0-12	SCL	極強い小角 塊状	25
AC (7-2)	黒色土 塊入る △△	CL	中度の中角 塊状	25
HC1 (7-3)	0-30 (粘土塊)	HC	中度の大角 塊状	20
HC2 (7-4)	80-128+	SCL	弱い大角塊 状	18
				160

土壌統：FAhs

調査区	地名	地形	傾斜(°)	調査年月日
P 16	Boloqui	平坦凹地	0	198-9/9
標高(m)	地表物	堆積様式	土地利用	未利用, B 地区東端, Pasto Salado (耐塩 性) 繁茂
11.00	なし	水	植生・他	
層位 (試料)	深さ(m) 斑紋	土性	構造	土壌 硬度
A 1 (16-1)	0-16	SIL	中度の大角 塊状	20
A 2 (16-2)		SIL	中度の大角 塊状	18
C 1 (16-3)	35	SL	ほとんど 単粒状	16
HC2a (16-4)	55	SCL	弱い大角塊 状	19
	120+			110

B. 土壤の理化学性分析値 (INTA. 1973)

SERIE EL FORTIN
(Perfil Modnl)

Profundidad cm	Materia Orgánica		Textura (Laboratorio de Físico-Mecánica)							CaCO ₃ equival. %	Humedad equival. %	pH actual	Sales solubles en mmhos x cm	
	%C	%N	C/N	Arcilla menor de 0,002mm	Limo mm	Arena muy fina 0,08-0,10 mm	Arena fina 0,10-0,25 mm	Arena media 0,25-0,8 mm	Arena gruesa 0,5-1 mm					Arena muy gruesa 1-2 mm
0-5	2,09	0,25	8,4	28,20	49,35	20,15	1,90	0,40	0,00	0,00	3,57	34,80	7,9	4,34
5-12	2,00	0,24	8,3	29,15	50,90	18,15	1,80	0,00	0,00	0,00	2,59	33,45	8,1	2,00
12-23	1,61	0,17	9,5	27,80	56,70	13,55	1,85	0,00	0,00	0,00	1,16	34,30	8,0	2,50
23-40	0,66	0,16	4,1	21,90	52,45	34,20	1,45	0,00	0,00	0,00	10,18	39,25	8,4	2,50
40-135				25,15	51,15	22,60	1,10	0,00	0,00	0,00	11,60	37,55	8,2	2,50
135 a más				7,70	15,40	25,60	38,25	10,40	1,85	0,80	Vestig.	14,85	8,0	2,60

SERIE PEDRO LURO
(Perfil Modnl)

0-16	0,60	0,10	6,0	6,87	12,47	42,40	32,23	5,76	0,27	0,00	0,84		7,8	0,8
16-64	0,37	0,08	4,6	10,26	22,82	28,29	29,52	8,60	0,51	0,00	1,04		7,7	1,0
64-132				9,68	18,08	34,49	30,86	6,47	0,42	0,00	2,56		8,4	0,9
132 a más				5,05	3,03	16,23	61,36	13,85	0,48	0,00	1,09		8,3	2,2

SERIE EL ALBA
(Perfil Modal)

Profundidad	Materia Orgánica			Textura (Laboratorio de Físico-Mecánica)							CaCO ₃ equival. %	Humedad equival. %	pH actual	Sales solubles en mmhos x cm
	C%	%N	C/N	Arcilla menor de 0,002mm	Limo mm	Arena muy fina mm	Arena fina mm	Arena media 0,25-0,8 mm	Arena gruesa 0,5-1 mm	Arena muy gruesa 1-2 mm				
0-10	2,09	0,06	16,8	9,30	21,70	36,45	27,35	4,95	0,25	0,00	13,90	7,6	1,3	
10-55	0,74	0,07	10,6	10,25	35,55	35,55	16,30	2,00	0,00	0,00	17,85	8,3	1,3	
55-110				10,15	45,75	33,10	10,35	0,65	0,00	0,00	19,80	8,8	1,8	
110-135				13,15	57,05	28,65	0,70	0,45	0,00	0,00	31,20	8,1	2,9	
135-340				5,15	57,15	36,20	1,50	0,00	0,00	0,00	20,45	8,3	2,0	

4m - TIERRAS MEDANOSAS
(Perfil Modal)

0-5	1,77	0,14	12,6	10,18	7,38	64,10	13,81	4,53	0,00	0,00	8,45	7,7	1,25
5-65	0,30	0,05	6,0	3,03	2,78	28,29	59,12	6,78	0,00	0,00	4,90	8,2	0,40
65-180	-	-	-	1,76	1,51	27,80	62,20	6,73	0,00	0,00	4,65	9,3	0,28

SERIE LA PETRONA
(Perfil Modal)

Profundidad cm	Materia Orgánica			Textura (Laboratorio de Fisico-Mecánica)							CaCO ₂ equival. %	Humedad equival. %	pH actual	Sales solubles en mmhos x cm
	%C	%N	C/N	Arcilla menor de 0,002mm	Limo mm	Arena muy fina mm	Arena fina mm	Arena media mm	Arena gruesa 0,5-1 mm	Arena muy gruesa 1-2 mm				
0-5	1,86	0,18	10,33	17,17	27,48	45,15	0,47	8,45	1,28	0,00	0,00	18,90	6,0	1,43
5-30	0,86	0,09	9,55	23,54	28,56	37,88	2,83	6,45	0,74	0,00	0,00	18,85	7,3	0,36
30-40	0,78	0,07	11,1	20,71	24,65	21,93	24,83	7,63	0,25	0,00	0,00	21,05	8,2	0,62
40-65	0,34	0,04	8,5	19,83	19,83	30,98	22,04	7,32	0,00	0,00	0,00	20,65	8,3	0,83
65-80 a más	0,36	0,01	36,0	17,49	19,87	33,99	20,63	6,57	1,45	0,00	0,00	23,15	8,5	1,25

SERIE SAN ADOLFO
(Perfil Modal)

0-12	0,47	0,06	7,8	7,60	7,10	14,65	44,75	20,80	4,15	0,95	0,00	7,20	7,2	0,1
12-28	0,37	0,05	6,4	8,70	7,95	14,55	46,10	19,20	3,10	0,40	0,00	7,60	7,3	0,1
28-50	0,26	0,04	6,5	7,20	7,45	15,75	47,60	18,95	2,70	0,35	0,00	7,95	7,5	1,0
50-98	0,19	0,04	4,7	4,55	9,40	15,25	49,30	18,40	2,60	0,50	1,43	8,60	7,6	0,33
98-130	0,12	0,03	4,0	7,25	12,90	25,25	32,60	18,40	2,90	0,70	12,50	20,60	8,1	0,1
130-150 a más				2,75	4,80	2,95	52,40	33,80	2,45	0,85	0,00	5,10	8,5	0,58

SERIE EL SOSTEN
(Perfil Modal)

Profundidad cm	Materia Orgánica		Textura (Laboratorio de Físico-Mecánica)							CaCO ₂ equival. %	Humedad equival. %	pH actual	Sales solubles en mmhos x cm	
	%C	%N	C/N	Arcilla menor de 0,002mm	Limo mm	Arena muy fina 0,08-0,10 mm	Arena fina 0,10-0,23 mm	Arena media 0,25-0,8 mm	Arena gruesa 0,5-1 mm					Arena muy gruesa 1-2 mm
0-7	1,30	0,15	8,67	12,85	17,09	8,14	25,07	29,61	5,25	1,09	Vestig.	18,00	7,8	2,22
7-16	1,14	0,13	8,77	12,80	19,71	30,11	29,32	6,03	1,11	0,92	0,0	16,25	7,9	2,38
16-30	1,04	0,13	8,00	20,21	34,04	25,76	12,99	5,48	1,52	0,05	0,0	22,45	7,7	2,56
30-47	0,92	0,12	7,58	26,11	37,98	21,27	7,99	5,24	1,41	0,00	Vestig.	26,90	7,8	2,85
47-60	0,83	0,12	6,92	39,89	31,15	33,53	3,14	1,95	0,34	0,00	7,32	32,90	8,0	3,03
60-97	0,68			26,64	21,31	45,84	2,70	2,63	0,88	0,00	12,18	35,40	8,2	3,03
97 a más	0,43			9,49	18,98	18,38	22,24	23,09	7,77	0,05	3,12	15,40	8,2	2,56

SERIE ASCASUBI
(Perfil Modal)

0-2	1,70	0,16	10,62	10,80	26,55	25,67	21,62	12,44	2,92	0,00	0,00	19,65	7,4	5,12
2-18	0,71	0,13	5,46	15,00	30,30	17,23	18,89	14,60	3,62	0,36	0,00	17,75	7,2	4,87
18-50	0,37	0,05	7,40	16,70	27,45	13,97	23,00	15,51	3,37	0,00	0,00	17,45	7,4	5,40
50-60	0,20	0,03	6,66	15,45	26,30	33,65	7,36	15,01	1,90	0,33	2,70	19,95	8,0	
60-95	0,18	0,02	9,00	14,67	12,57	42,32	9,51	16,97	3,53	0,43	15,40	23,25	8,0	
95-135	0,10	0,03	3,33	5,75	10,95	25,95	24,45	26,32	5,77	0,81	16,63	13,50	8,0	
135 a más	0,03	0,03	1,00	2,54	7,13	21,20	21,01	40,40	6,37	1,35	4,49	7,10	7,9	

C. 土壤統の可溶性塩類分析値 (INTA. 1973)

SALES SOLUBLES

SERIE EL FORTIN

(Perfil Modal)

Profundidad cm	0-5		5-12		12-23		23-40		40-135	
	mg %	mc %	mg %	mc %	mg %	mc %	mg %	mc %	mg %	mc %
Carbonatos.....	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Bicarbonatos.....	43	0,7	37	0,6	37	0,6	31	0,5	31	0,5
Cloruros	362	10,2	42	1,2	57	1,6	92	2,6	223	6,3
Sulfatos	798	16,6	537	11,2	367	6,6	788	16,4	781	16,3
Calcio	224	11,2	104	5,2	36	1,8	126	6,3	124	6,2
Magnesio	66	5,4	65	5,3	61	5,0	73	6,0	40	3,3
Sodio	271	11,8	129	5,6	175	7,6	271	11,8	368	16,0
Potasio	35	0,9	23	0,6	9	0,22	9	0,22	9	0,22

SERIE ASCASUBI

(Perfil Modal)

Profundidad cm	0-2		2-18		18-50	
	mg %	mc %	mg %	mc %	mg %	mc %
Carbonatos	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Bicarbonatos	24	0,40	30	0,5	24	0,4
Cloruros	624	17,60	234	6,60	291	8,20
Sulfatos	928	19,30	546	11,40	313	6,50
Calcio	387	19,30	118	5,90	75	3,7
Magnesio	76	6,20	49	4,1	37	3,10
Sodio	116	5,00	106	4,60	110	4,80
Potasio	27	0,7	27	0,7	33	0,07

D-1 土壤統の化学成分分析値 (INTA. H. Ascasubi, 1978)

No.	Serie - Fase	Vegetación	Prof. (cm)	pH	CaCO ₃ %	C %	N _t %	P disp ppm	Pca ppm
1	Ascasubi-franco arenoso	restrojo cereal	0-20	7,3	0,3	16,1	0,96	21,0	491
	" "		40-50	8,3	1,7	-	-	9,2	481
2	" "	natural	0-20	6,9	0,2	11,2	0,70	11,9	391
	" "		40-50	7,7	0,3	-	-	7,9	366
3	" "	agropiro	0-20	7,0	0,0	16,6	0,89	8,5	375
	" "		40-50	7,7	0,2	-	-	6,3	356
4	" "	cereal	0-20	6,8	0,0	10,9	0,78	12,6	379
	" "		40-50	7,1	0,0	-	-	7,1	385
5	" "	agropiro	0-20	8,1	0,2	16,5	0,79	13,7	489
9	El Alba-franco arenoso	natural	0-20	8,0	0,1	9,1	0,63	12,3	409
	" "		40-50	8,6	0,3	-	-	8,8	386
10	" "	ajo	0-20	6,8	0,1	6,4	0,42	12,5	416
	" "		40-50	8,2	0,0	-	-	9,2	394
11	" "	natural	0-20	7,4	0,0	14,3	0,96	14,4	398
	" "		40-50	7,8	0,5	-	-	7,2	386
12	" "	natural	0-20	6,7	0,0	11,4	0,84	16,3	408
	" "		40-50	7,7	0,3	-	-	5,9	356
13	El Fortín-franco arcilloso	natural	0-20	7,0	0,2	9,9	0,66	29,1	648
	" "		40-50	7,1	0,2	-	-	10,0	541
14	" "	natural	0-20	7,5	0,2	22,3	1,22	13,6	695
	" "		40-50	8,3	4,2	-	-	7,7	781

No.	Serie - Fase	Vegetación	Prof. (cm)	pH	CaCO ₃ %	C %	Nt %	P disp ppm	Pca ppm
27	Pedro Luro-arenoso franco	natural	0-20	6,5	0,0	17,0	0,70	39,3	395
	" "	"	40-50	6,8	0,2	-	-	12,7	408
28	" "	restrojo cereal	0-20	7,5	0,1	13,5	0,77	15,7	386
	" "	"	40-50	7,0	0,1	-	-	7,9	386
29	" "	natural	0-20	7,4	0,0	5,7	0,40	8,5	481
	" "	"							
35	San Adolfo-arenoso franco	natural	0-20	7,4	0,1	10,6	0,45	20,3	521
	" "	"	40-50	7,3	0,5	-	-	8,3	474
36	San Adolfo-arenoso frahco	natural	0-20	6,4	0,0	15,3	0,87	9,5	269
	" "	"	40-50	7,2	0,1	-	-	7,8	375
37	" "	rastrojo papa	0-20	6,9	0,1	14,1	0,74	15,0	356
	" "	"	40-50	7,6	0,3	-	-	6,8	393
38	" "	natural	0-20	6,4	0,0	2,1	0,14	11,7	476
	" "	"	40-50	7,7	0,6	-	-	7,2	317
42	Tierras medanosas	cereal	0-20	6,6	0,0	13,8	1,18	34,2	621
	" "	"	40-50	6,8	0,4	-	-	7,7	495
43	" "	cereal	0-20	7,8	0,0	27,0	-	14,9	848
	" "	"	40-50	7,2	9,1	-	-	5,9	936
44	" "	cereal	0-20	7,1	0,6	17,4	0,65	22,2	795
	" "	"	40-50	8,4	4,5	-	-	11,3	806
45	" "	natural	0-20	7,8	1,1	16,2	0,85	10,6	521
	" "	"	40-50	7,8	15,5	-	-	3,2	378
46	" "	natural	0-20	7,5	3,6	10,6	0,92	13,1	613
	" "	"	40-50	7,7	5,1	-	-	4,7	851

D-2 土壌統の化学成分分析値 (その2 : 置換性および可溶性成分) (INTA. 1978)

No.	Prof. cm	K %	Na %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
1	0-20	0,85	0,35	3,60	1,14	40	23	2,9	4,8
	40-50	0,60	0,50	8,45	1,52				
2	0-20	0,55	0,25	2,35	1,23	46	75	3,2	4,8
	40-50	0,75	0,50	3,20	1,31				
3	0-20	0,50	0,40	2,30	1,19	191	75	2,8	1,0
	40-50	0,60	0,25	2,35	0,95				
4	0-20	0,70	0,05	1,35	1,17	82	82	2,0	2,2
	40-50	0,65	0,10	1,50	1,05				
5	0-20	1,05	3,85	5,75	1,65	71	52	4,2	1,6
	40-50	-	-	-	-				
9	0-20	0,85	3,00	2,70	1,26	240	23	4,3	2,8
	40-50	0,70	3,75	0,90	1,06				
10	0-20	0,60	0,10	1,00	1,07	73	36	2,9	1,2
	40-50	0,30	0,30	1,50	0,49				
11	0-20	0,50	0,23	2,50	0,10	68	83	3,1	5,6
	40-50	0,70	0,66	5,20	0,48				
12	0-20	1,25	0,30	1,50	1,18	65	18	1,8	6,8
	40-50	0,55	1,65	2,90	1,42				
13	0-20	0,75	0,25	1,15	0,74	51	68	2,9	5,2
	40-50	1,25	2,75	1,75	1,59				
14	0-20	0,80	1,45	3,75	0,91	77	25	2,3	3,2
	40-50	0,60	2,45	9,85	1,64				

No.	Prof. cm	K %	Na %	Ca %	Mg Io	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
27	0-20	0,75	0,25	1,55	1,05	137	82	3,8	4,0
	40-50	0,65	0,25	1,50	1,02				
28	0-20	0,85	0,10	1,75	0,76	54		2,2	2,4
	40-50	0,65	0,15	1,50	1,12				
29	0-50	0,70	0,20	1,05	0,55	121	86	2,9	22,2
	40-50	0,45	0,05	1,10	0,76				
35	0-20	0,70	0,25	2,00	1,09	53	36	3,3	4,8
	40-50	1,05	0,65	4,90	1,54				
36	0-20	0,65	0,30	1,65	1,10	103	82	3,2	4,8
	40-50	0,30	0,15	2,05	0,83				
37	0-20	0,60	0,15	1,90	1,08	70	46	3,2	1,8
	40-50	0,60	0,40	1,85	1,56				
38	0-20	0,85	0,35	1,85	1,18	108	54	2,6	3,4
	40-50	0,55	1,75	7,25	1,17				
42	0-20	0,60	0,05	1,50	1,12	67	48	2,4	3,8
	40-50	0,55	0,25	1,20	0,84				
43	0-20	1,05	0,15	11,20	1,52	58	84	2,3	4,4
	40-50	0,95	0,55	11,30	2,27				
44	0-20	1,10	0,35	5,30	0,63	42	34	1,9	3,0
	40-50	1,05	3,90	8,80	1,13				
45	0-20	0,35	0,10	8,35	1,01	10	80	2,8	3,2
	40-50	0,15	0,10	10,40	0,65				
46	0-20	0,85	2,80	11,10	1,45	62	75	2,5	4,0
	40-50	0,35	2,10	14,40	1,51				

JICA

