

No.

ホンジュラス共和国
農業開発研修センター計画
専門家総合報告書

1985年10月

国際協力事業団

農開技
J R
00

LIBRARY

ホンジュラス共和国
農業開発研修センター計画
専門家総合報告書

1985年10月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1052315[7]

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 4. 30	613
	825
登録No. 12598	ADT

序 文

ホンジュラス農業開発研修センター計画は、ホンジュラス国の灌漑農業開発事業を計画実施する技術者を養成することを目的として、昭和58年5月に締結された討議議事録(R/D)に基づき、同年7月1日より協力が開始された。

本プロジェクトは、その後本年1月にセンター建物が完工し、また集約農場における試験栽培が実施されるなど、派遣専門家の尽力とホンジュラス側関係者の熱意と努力により、一層充実したものとなってきている。

本報告書は、任期を満了して帰国された、宮沢数雄(土壌試験)、古谷保(土質試験)両専門家のプロジェクトにおける活動を取りまとめたものであり、執務の参考とされ、プロジェクトの目標達成のために役立つこととなれば幸いである。

最後に、本報告書の作成にあたり、ご協力いただいた帰国専門家各位に厚く御礼申し上げるとともに、今後共本プロジェクトがより一層発展することを期待するものである。

昭和60年10月

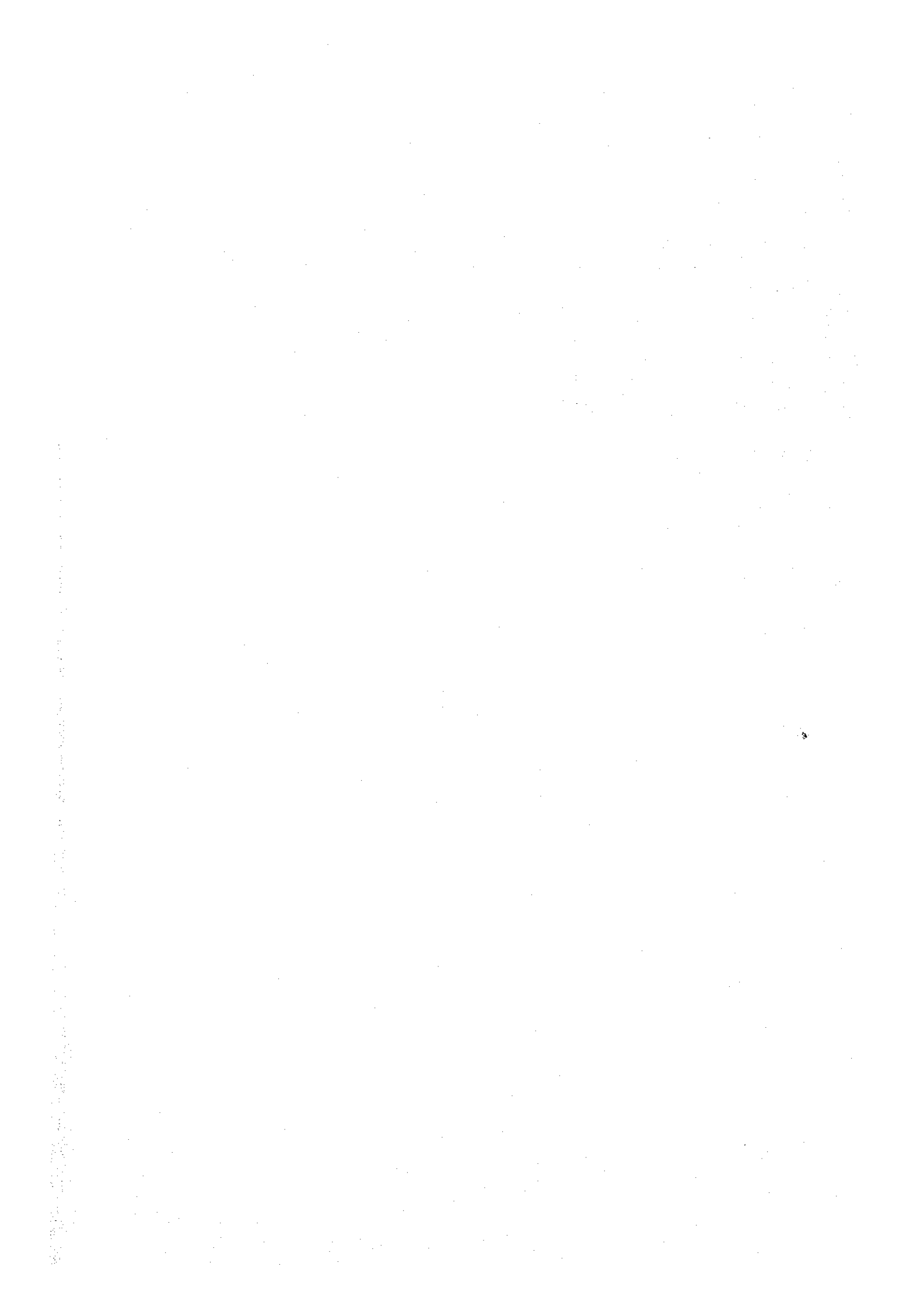
国際協力事業団

農業開発協力部長

田 内 堯

目 次

I 宮 沢 数 雄 (土 壤 試 験)	1
II 古 谷 保 (土 質 試 験)	36



I. 宮沢数雄専門家（土壤試験）

任期 60.3.27 ~ 60.5.29

1. はじめに

筆者は上記の短期専門家として、乾期末の4月から雨期の始まる5月にかけて、コマヤグワのCEDA施設に滞在し、CEDA圃場の土壌調査に協力するとともに、採取した資料の物理化学性の分析に従事した。土壌の物理性に関する分析器材は昭和59年度供与資材で整備されているが、化学分析については全く未整備なので、とりあえず全農型簡易土壌分析機器一式と補充試薬およびビューレットその他簡単な分析機具を携行した。

ホンジュラスの土壌に関して日本で得られる資料は、1969年FAOが編算した世界土壌図のメキシコ及び中米に関する説明だけであった。

幸い、栽培科長 Sr.カスティヨの協力で、天然資源省農業局土壌部を訪れ、当面必要と思われる次の三つの資料が入手できた。これらはいずれもタイプ印刷で、原図は同部製図室に保存されている。

④ ヨロ州オランテット市ロスアルメンドロス地区の半精密土壌調査(1984)：国連難民対策高等委員のために行なわれた調査であり、そのため現在土壌部が行っている調査及び分析の最も新しい方法の概要が紹介されている。

⑤ コマヤグワ盆地の半精密土壌調査(経済計画審議会土地委員会1982)：気象、水質、土地利用等の関連データとともに、アメリカの分類体系(タクソノミー)による土壌分類が試みられている。コマヤグワ盆地の土壌は4オーダー、8グレートグループ、44シリーズに分けられ、各シリーズ毎に代表土壌断面とその分析値がある。

⑥ CEDAの土地利用調査(1982)：CEDA敷地の概括的な土壌調査が行われ、土地利用の可能性により、3クラス、5サブクラスが区分され、各代表土壌について理化学性の分析が行われ、また各クラスについてシリンドインテークレットの測定が行われている。

また、CEDAの土壌と比較対照するために、Sr.カスティヨの案内で、コマヤグワ盆地およびウルア川下流のカリブ海沿岸沖積平野の土壌を視察し、分析用試料を採取した。

コマヤグワ盆地は4月18、19の2日間にかけて視察した(図2)。第1日はエルタドロから運河に沿ってプレイタス、エルシホン、アルゴドネラを通過してラバスに至り、ついで、カーネ、ウムヤ、サンセバスチャン、ヴィラサンアントニオを経て、機械訓練センター圃場を視察し、そのあと、コマヤグワからウムヤ川に沿って北上し、エルロザリオに至り、傾斜地における土壌保全栽培を見学した。第2日は国道を南下し、フローレスに至り、ついでサンホセを経由してバルメローラに至り、バーチソルを見たのちコマヤグワから北上して、ウムヤ川の沖積地で大規模な稲作が行なわれているサンジエロニモを視察した。コマヤグワ盆地で試料採取を行ったのは、プレイタス、フローレス、サンジエロニモの三ヶ所である。

ウルア川下流地域の視察は、4月22日から24日までの3日間で行った。第1日は、午前中にサンペドロスーラの天然資源省出張所を訪問した後、カサナベの天然資源省、中国農業技

術派遣団の合同による水稲採種のための稲作プロジェクトを視察し、Sr. トルレスおよび馮氏より種々説明をうけ、水稲作付けのために耕起された圃場で試料を採取した。その後、ホンジュラス単独の水稲プロジェクトが行なわれているグアイマス試験地におもむき試料を採取した。第2日目はリマのFHIA(ホンジュラス基金農業研究所)を訪問した。土壤及び植物体分析のラボラトリーを見学するのが目的であったが、研究部長のDr. コントレラスおよび総務部長のMr. ミレンステットが会ってくれた。CEDAのあるべき姿について意見を問うた所、水保全、水源確保、水配分、畑での有効利用の4点を重要問題として挙げたが、さすがに卓見である。第3日目は帰途サンタクルスデヨホアのパイナップル栽培農家圃場にて試料を採取した。ホンジュラスでこの地帯のみが、エルサルバドルより飛来した火山灰が堆積し、黒ボク土壤であり、パイナップルが栽培されているのが特徴的である。

さて、CEDA圃場の土壤調査については、前述のように、概査は既に1982年11月に終わっていたので、集約管理圃場の精密土壤調査を行うこととし、タウンターパートのSr. モヤが担当し、4月22日から8日間にわたり、20m方眼で試穿を行い、三つの土壤統を確認し、その境界を明らかにし、5月3日に代表断面より土壤試料を採取した。

これら試料は農業局土壤部の実験室に分析を依頼するとともに、5月6日から17日の間、全農型分析装置により分析を行った。

2. ホンジュラスの地形、地質および土壤の概況

ホンジュラスは、中央アメリカの非火山性台地が国土の大部分を占め、ニカラグワからエルサルバドルに連なる中央アメリカ火山台地からははずれている。

1974年に編集された50万分の1ホンジュラス共和国地質図によると、ホンジュラスの台地の基盤は古生層の変成岩からなり、その上を中世代の石灰質堆積岩からなるヨホア層群、岩石的に不均質な堆積物からなるバエデアンヘレス層群が覆っている。また、バエデアンヘレス層群と同時代の生成物で、色々な厚さの石灰岩の岩床があり、シグアテベツケとヨホアの間の山地にも露出している。これら中世代の地層の上には、主として西南部に、火山岩の堆積物および流紋岩、安山岩および玄武岩の火山砕屑流からなる第3紀のパドレミゲール層群がのっている。

ホンジュラスの地質と地形の関係は、大陸の場合と異り古生層が最も低い台地に露出しており、これを覆って、ヨホア層群、バエデアンヘレス層群が重なり、順次標高の高い台地を形成しており、パドレミゲール層群に覆われた西南部では、標高1000m以上の台地になっている。地質図に示された中南部のギノーベから北西部のラ・ユニオンの間を結んだ断面図では、第3紀パドレミゲール層群の下から露出したバエデアンヘレス層と第3紀層の両者の上に首都テグシガルバがのっており、それより西北に再び第三紀火山岩堆積物の山地が続き、ザマラノ

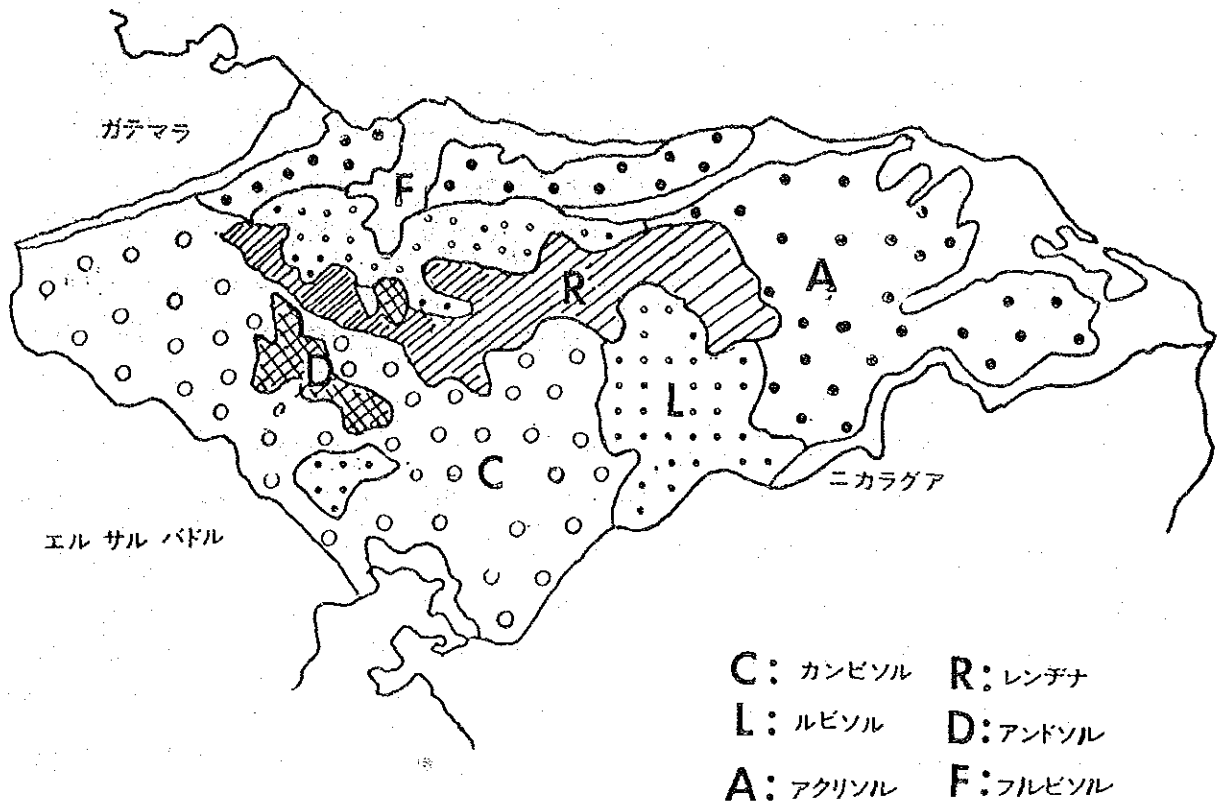


図1. ホンジュラスの土壤

を分水界として、コマヤグワおよびシグアテベツケの盆地を経てヨホアの南部まで及んでいる。ヨホアの南からは、石灰岩からなるバエデアンヘレス層が現われ、ヨホアの盆地では、更に下層のヨホア層が露出した後、再びバエデアンヘレス層に覆われ、サンタバーバラ盆地を経て、ラ・ユニオンまで続き、ここからヨホア層を経て古生代の変成岩があらわれる。このようにホンジュラスでは、地質の新しい西南部で最も標高が高く、地層の古い北部及び東部で標高が低くなだらかな丘陵地形になっていることが特徴的である。

この他に、南部ホンセカ湾の島々は第4紀の火山岩からなっており、これに類する玄武岩台地が、テグシガルパの南に散見する。また、ヨホア湖に接する北東の台地では、第4紀火山灰が帯状に堆積し、良好な物理性がパイナップルの栽培に適している。

以上の様な地質・地形の特徴は、ホンジュラスの気候にも反映し、第3紀の火山堆積物に覆われた南西部の台地は、雨量が比較的少なく、それも5月から10月に集中し、11月から4月にかけては乾期で、降雨が殆んどない。一方標高の低いカリブ海岸地方では、雨量が比較的多く、乾期と雨期は南部と逆転する。

ホンジュラスに分布する土壌も当然このような気候・地形・地質の特徴を反映している。図1は、FAOの世界土壌図、メキシコおよび中央アメリカ図帳により、ホンジュラスにおける主要土壌の分布を示したものである。FAOの分類に用いられている各土壌単位の定義を以下に簡単に述べる。

カンピソル：カンビックB層をもち、腐植の少ないA層以外に何らの特徴土層をもたない土壌である。ただし下層にカルシウム 或いは石膏の集積層がある場合はありうる。カンビックB層は一般に母材が変化し、色が濃くなり、土性が細かくなったB層であるが、この変化は無機物の移動添加によるものではない。

ルビソル：塩基飽和度が50%以上のアルジリック層をもつ土壌である。アルジリック層とは、移動した成層珪酸塩粘土の集積層である。

アクリソル：塩基飽和度50%以下のアルジリックB層をもつ土壌である。

レンヂナ：炭酸石灰が40%以上の石灰質物を含むか、直接石灰質母材の上にある黒色のA層（モリックA）をもつ土壌である。

アンドソル：日本の黒ボク土壌と同じである。

フルビソル：作土層以外は何らの特徴土層をもたない新しい沖積物の上の土壌である。図1ではグライ土壌や泥炭土壌もこれに含めている。

図1から、第3紀の火山岩堆積物の地域は、粘土の移動・集積のない、塩基に富む未熟な土壌、カリブ海に近い中生代の堆積物からなる丘陵では、塩基の溶脱と粘土の移動がある風化の進んだ土壌があるように推定される。また、第3紀火山岩帯に接するホンジュラス中部の中生代白亜紀の石灰岩質堆積層の地帯ではレンヂナが分布し、またエルサルバドルからヨホア湖に

かけて、第4紀火山灰の分布する所に黒ボク土が認められる。

3. ホンジュラスの土壤調査法

ホンジュラスの土壤調査は、天然資源省農業局の土壤部が行っており、ここには調査員と、土壤及び水質分析の実験室、および製図室がある。この土壤調査は、国土全体を対象とする全国規模のものではなく、いろいろな問題が起るたびに、その対象地域の調査が行なわれているようであり、報告書はタイプ印刷で、土壤図その他の原図は製図室に保存されている。

土壤の分類体系は、特にホンジュラス独自のものがなく、従来までは、分類の単位にアメリカのシリーズの概念のみが用いられていたようであるが、現在はUSDAのタクソノミーに準拠しようとしている。タクソノミーはオーダー、サブオーダー、グレートグループ、サブグループについて、分類の基準になるキーが、特徴土層の存否、発現様式、土壤の水熱状況、養分状態に基づいて細かく規定され、それに基づいて、命名が行われている。一方サブグループの下、分類単位であるファミリーおよびシリーズは、最も実用的に農業生産との関連を持ち、シリーズ名は原則的にそれが同定された所の地名を用いる。また、ファミリー名は、サブグループ名に、粒度クラス、鉱物クラス、温度状態クラスその他の形容詞をつけてあらわし、シリーズはファミリーの中で、土地利用にとって重要と考えられる性質の差異によって分類される。シリーズの分類は、根圏の影響の及ぶ表層直下の土層の性質で行われるが、下層土における土地利用上重要と思われる性質の差異によっては、更にフェースを区分する。

USDAのタクソノミーに基づく分類の具体例については、コマヤグワ盆地及びCEDAの例について後述することにし、次に採取した土壤試料の分析法について述べる。

表1は、ロスアルメンドロフ地区の調査報告書に記述されているホンジュラスにおける土壤分析法である。大体において典型的な土壤分析法であるが、日本の場合と異なる特徴点を幾つか挙げると、粒径分析がピベット法でなく、ハイドロメータ法であり、粒径および土性の区分が国際法でなく、USDA法に準拠している。また醋酸アンモン抽出液中の交換性カルシウム、マグネシウムとは別に、一規定塩化カリ溶液で抽出したカルシウム、マグネシウムを測定し、土壤100 cc 当りのミリグラム当量 (meq) で示している。この分析法はおそらく、アルカリ土壌における有効態養分を示すものと考えられる。有効リンについても、アルカリ性の炭酸ソーダ緩衝液で抽出するオルセンの方法が用いられているが、これもアルカリ性土壌を対象にした分析法である。有効カリも交換性カリとは別個に、オルセン抽出液について測定され、100 g 当りのミリグラム当量であらわされる。交換性カチオンの分析値と、これら有効性カチオンの分析値を対比すると、総じて有効性カチオンの値の方が低くなる。

次に土壤調査の結果を図示する場合には、シリーズの記号の他に、分子には、土壤タイプの区分をあらわす表土の土性、次層の土性評価、有効土層の厚さ、自然排水等を、分母には傾斜、

表 1. 土壤試料物理化学分析の方法と慣行

分析項目	方 法	結 果	慣 行	備 考
水素イオン濃度	土壌を2.5倍の水でうすめ、5分間攪拌する。直接pHメーターで測定。 (オリオン701-A)	酸性、アルカリ性	pH	ホンジュラスでは1:2.5と異った比率が用いられ普及している。
電気伝導度	伝導度計中の土壌ベーストについて直接計る(Ys1-31)。	25℃に換算して mmohs/cm	C・E mmohs/cm	試料全体について測定
粒 径 分 析	メタリン酸ソーダで分散、機械的攪拌後ハイドロメーターで測定	粘土 < 0.002 mm シルト 0.05 ~ 0.002 mm 砂 0.05 ~ 2.0 mm	A % L % a %	試料は乳鉢を通す
土 性	USDAの三角座標	例 CL C	FA A	土壌が20%以上の礫を含む場合は♀をつけ加える
Ca - Mg	塩化カリ(KCl)抽出し原子吸光で測定	meq/100 ml soil	meq/100 ml de suelo	
圃場容水量	圧膜、素焼板およびエアコンプレッサによる抽出	1/3 気圧 (パール)水分	CC%	軽い土壌には1/10気圧が適する
しおれ点含水量	プレート抽出器、加圧膜およびエアコンプレッサ使用	1.5気圧(パール)水分	PMP%	若干の試料にプレート抽出器 A-140を試用
見かけの密度	未攪乱試料につきパラフィン法	見かけの密度容量 或いは容積密度	D. A. g/cm ³	DA(1.6)以上の値は土壌が堅密なことを示す
有 機 炭 素	クロム酸と硫酸による有機物の酸化(ウオクレー・ブラック変法: カロリメーターによる測定(コーレマンJ-11))。	有 機 炭 素 有 機 物	C % M. O. %	

分析項目	方法	結果	慣行	備考
リン	オルセン法抽出液により抽出	リン ppm	P ppm	土壌のP ₂ O ₅ 含量は深さ20cmで計算
カリ	オルセン法抽出液につき、原子吸光法で測定 (パーキンエルマー-560)	カリ meq/100ml	K meq/100ml	
交換性ソーダ	醋酸アンモニア抽出 原子吸光で測定	ソーダ meq/100g	Na meq/100g	
交換性カルシウム マグネシウム	醋酸アンモニア抽出、 原子吸光で測定	Ca, Mg	Ca, Mg meq/100g	通常土壌(塩酸無反応)の場合
カチオン交換 容量	醋酸アンモニア法 (1N, pH7)	カチオン合計 meq/100g	CIC meq/100g	肥料の要求量決定に不可欠な因子
塩基合計	醋酸アンモニア抽出物 合計(1N, pH7)	Ca+Mg+Na +K meq/100g	BT meq/100g	(BT)は石灰質または塩類土壌の場合で真の値を示さない
Ca, Mg, K, Na の飽和度	カチオン(meq/100g) カチオン交換容量	カルシウム, マグネシウム, カリ, ナトリウム飽和度	%SCa %SMq %SK %SNa	カチオンの値が交換容量より大きい場合には計算しない。

地下水の深さ、礫の含量等を記号で表した示性式を付し、最後に利用可能性による土地分級の記号を示すのが普通である。

利用可能性による土地分級の基準は、U S D A の土壤保全サービスのマニュアル第 210 にあるが、このシステムはクラス、サブクラスおよびユニットの三水準からなっている。

クラス I : このクラスの土壤は、その利用を限定する制限が非常にわずかしかない。ほとんど平坦で、排水良好、土層は深く、作業がしやすく、水分・肥料の保持能がよく、その地域で採用されるあらゆる作物が適し、施肥によく反応し、出水の対象となることがない。かんがい地帯では、かんがいが高度に可能である。

クラス II : これらの土壤は中程度の制限があり、作付可能な作物の種類が減少する。簡単に適用できる管理は、ある程度実施することが必要である。例えば、ゆるい勾配をもつ土壤で耕耘によって起る侵食を防ぐために、次の管理の一つまたは二つ以上の組合わせを実行する必要がある。

- 階段耕
- 带状耕
- 停滞水の排除
- 緑肥のカバー
- 施肥
- 石灰および堆肥の施用

クラス III : このクラスの土壤はクラス II より農耕に対する制限が厳しい。これらの土壤のかなりのものは、排水と、構造の維持・改善のための耕作システムが必要である。圧密を防止するために有機物を混ぜ、土壤が湿っている時には耕耘を避けなければならない。

クラス IV : このクラスの土壤は非常に厳しい制限があり、作物の選択が規制される。耕耘には非常に用心が必要であり、土壤保全の実施が、クラス III よりも非常に困難である。

クラス V : このクラスの土壤は耕作に適しない。とはいえ、平坦であり、侵食の問題はわずかしかなく、その他の制限のため、草地、林地および宅地等にしか使えない。

クラス VI : このクラスの土壤は非常に厳しい制限をもち農耕に適さない。

クラス VII : このクラスの土壤および地形は非常に厳しい制限をもち、農耕にふさわしくない。制限はクラス VI に比べて非常に厳しい。

クラス VIII : 裸地、砂浜、マングローブ、露岩、河川が放置した巨礫及び傾斜 60 % 以上の土地がこのクラスに含まれる。

サブクラス : サブクラスは、クラスの中で、同一のタイプの制限をもつユニットのグループである。サブクラスでは、三つの制限が確認されており、クラスのローマ数字の後に続く小文字で表示される。当然のことながら、クラス I ではサブクラスではない。

D—水分の過剰（CEDAの概査ではhと書いている）

このサブクラスは排水が悪く、地表水が停滞する土壤で構成される。

S—根圏土層の制限

このサブクラスには、多量の石礫、養水分保持能の低下、塩類あるいはリーダによる障害等、根圏土層の制限因子を持つ土壤が含まれる。

t—地形の制限

このサブクラスには、土壤に侵食や、その他の障害をもたらす、起伏や傾斜をもつ土壤が含まれる。

表2 コマヤグワ盆地の人口

(1974)			
地方自治体	市街地	村・部落	自治体合計
<u>コマヤグワ州</u>			
コマヤグワ	13,996	16,458	30,454
アフテリケ	2,782	2,383	5,165
ウムヤ	352	250	602
ラマニ	935	1,914	2,849
レハマニ	1,913	229	2,142
サンセバスチャン	886	642	1,528
ビラデサンアントニオ	2,418	3,773	6,191
<u>ラバス州</u>			
ラバス	4,121	7,654	11,775
カーネ	465	905	1,370
盆地合計	27,868	34,868	62,076

統計局（1976）：州及び自治体の人口及び家屋。経済省、テグシガルパ。

表3 コマヤグワ盆地の気候

位 置	海 抜 m	平均気温℃		蒸発散位mm		降水量mm		相対湿度%	
		雨 期	乾 期	雨 期	乾 期	雨 期	乾 期	雨 期	乾 期
ブレイタス	600	—	—	750	600	820	251	71	63
コマヤグワ	579	25.3	24.3	768	558	818	153	75	70
フローレス	620	24.1	22.7	683	521	757	115	73	67
ラマニ	650	—	—	657	552	1,512	136	73	67

雨 期 5 ~ 10月 乾 期 11 ~ 4月

表4 コマヤグワ盆地の土地利用 (ha, 1976)

	コマヤ グワ	アフテ リケ	ウムヤ	ラマニ	レハマニ	サン セバス チャン	ピラ サンアン トニオ	ラバス	カーネ	合 計	%
カカオ	24	50			41		31			146	0.5
サトウキビ									24	24	0.1
果 実	79	10								89	0.3
主 穀	1,167	233	73	470	287	152	1,040	474	155	4,050	13.7
野 菜	294	207	46		340		202	40		1,129	3.8
人 工 草 地	4,678	1,252	620	404	796	228	2,436	1,240	1,085	12,738	42.9
自 然 草 地	126		131	936	7	983	731	1,391	360	4,665	15.7
松			50							50	0.2
パイナップル	17									17	0.1
輪 作		650								650	2.2
大 豆	177						87			264	0.9
タバコ	333						298	25		656	2.2
不 毛 地	2,359	170	144	929	135	26	868	11	559	5,202	17.5
合 計	9,255	2,751	1,065	2,737	1,606	1,390	5,692	3,181	2,183	29,680	100

野菜、主穀の輪作：トウモロコシ-タバコ、タバコ-野菜、野菜-休閒等

Polio, R.G. (1977) : 土地利用の現状、コマヤグワ盆地、土地委員会テグンガルバ

表5 コマヤグワ盆地におけるかんがい用水源の水質

		(1980. 1. 29)				
		サン ホセ 川	ブハカ 川	カンキグ 川	ウムヤ 川	タラドロ 用水
電気伝導度	mS/cm	0.07	0.14	0.28	0.38	0.08
Ca ⁺⁺	(meq/l)	0.24	2.53	2.62	2.42	0.28
Mg ⁺⁺	(")	0.07	0.11	0.47	0.47	0.12
Na ⁺	(")	0.72	1.08	0.34	2.09	0.58
K ⁺	(")	0.15	0.17	0.02	0.16	0.07
HCO ₃ ⁻	(")	0.66	1.37	2.78	3.31	0.51
Cl ⁻	(")	0.0	0.0	0.01	0.66	0.01
RAS	(ソーダ吸着比)	1.83	0.94	0.27	1.74	1.30

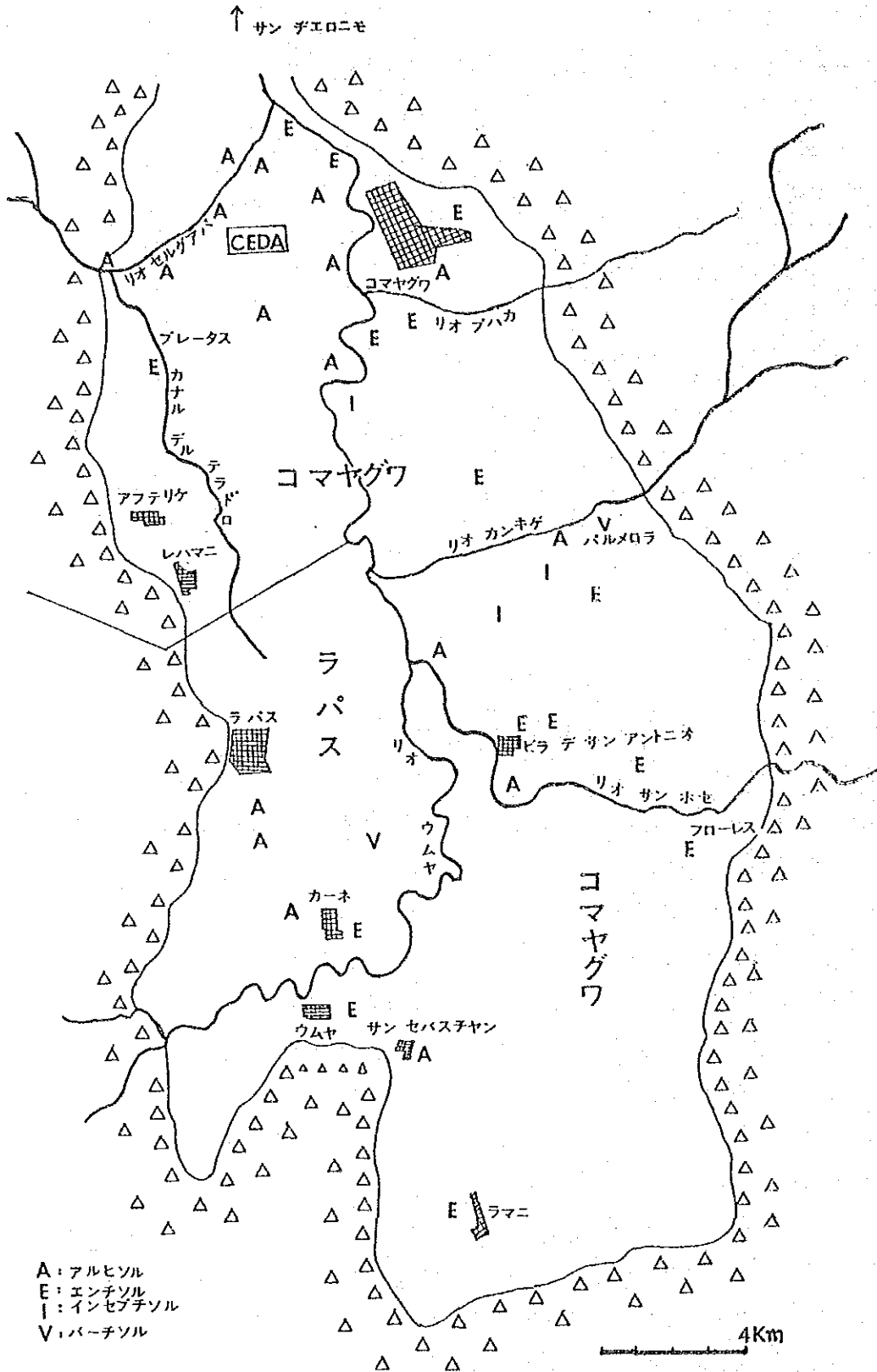
$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

4. コマヤグワ盆地の土壤

コマヤグワ盆地の半精密土壤調査記載資料から地域の概況を引用する(表2、表3、表4および表5)。コマヤグワ盆地の気候は平均気温は雨期、乾期を通じて24~25℃であり、温度状態はイソハイパーサーミックである。5~10月の雨期と、11~4月の乾期に分かれ、年降水量は1,000ミリ前後であるが、降雨は雨期に集中し、雨期では降水量が蒸発散位を上まわる。雨量は盆地の中で必ずしも均一でなく、コマヤグワ盆地を通り抜けたカリブ海からの雨雲が山地にぶつかる位置にあるラマニでは、雨期の降水量が1,500ミリに達することは興味深い。ラマニ周辺の土壤は、下層に礫のあるローム質の沖積土(ラマニ統、モリツク、ウスチフルベント)であるが、塩基含量が少なく、微酸性であるのは多雨による養分の流亡と思われる興味深い。河川の水質も水源によって異なり、耕地を洗流した水が集まる河川では、塩基に富み、電気伝導度が高く、反応はおそらくアルカリ性であろうと思われる(ウムヤ川、カンキグ川、ブハカ川)。一方、サンホセ川やタラドロ運河の水は、塩類の溶存量が少ないが、これはサンホセ川は上流のコヨラルダムに由来し、運河はタラドロ頭首工より上流のセルガツバ川が、玄武岩の峡谷を流れるので、塩類が少ないものと思われる。このような水質の差は、かんがいされる農地の理化学性に少なからぬ影響を及ぼすと思われるので今後の検討を必要とする。

コマヤグワ盆地の土壤は、1982年の調査で、USDAのタクソノミーによる分類がシリーズの段階まで行なわれている。

図2. コマヤグア盆地の土壤



A: アルヒソル
 E: エンチソル
 I: インセプチソル
 V: バーチソル

図2には、各シリーズの代表地点を、オーダーの水準で示してある。最も広く分布するのはアルヒソルで、22のシリーズがあり、図中にはAで示してある。次に多いのはエンチソルで16のシリーズがあり、図中にはEで示してある。その他には、インセプチソルが3、パーチソルが2シリーズあり、図中にはIとVとで示してある。この調査で分類されたグレートグループについて簡単に説明する。

アルヒソル：アンブリック（暗色）表層又はオクリック（黄褐色）表層を持つ無機質土壤で、アルジリック（粘土集積）またはナトリック（ナトリウム飽和）型の下層をもつ。コマヤグワ盆地では、アクォルフ、ウスタルフの二つのサブオーダーが確定され、その下に次の三つのグレートグループがある。

オトラクォルフ：シリーズ数1、透水性の悪い、ナトリック層をもつアルヒソルで、地下水面はナトリック層の上にある。

ナトルスタルフ：排水の良い、ナトリック層をもつウスタルフである。ウスタルフはウスチックな水分状態、すなわち、年に積算で90日以上乾燥状態にあるアルヒソルである。このグループに属するシリーズの数は最も多く18に達する。

ハブルスタルフ：本来の定義は、盤層や、カルシウム、ナトリウムの集積層をもたないウスタルフであるが、ここでは、赤褐色の新时期の侵食地帯に偏在する比較的瘠せた土壤をさす。3シリーズがある。

エンチソル：エンチソルは若いミネラ土壤中、耕土層以外には層位の分化がない。コマヤグワ盆地で確定されたサブオーダーは、フルベントおよびオーセントであり、それぞれ次のグレートグループが対応する。

ウスチフルベント：ウスチック水分状態をもつフルベントで、河川の氾濫原や扇状地に位置する新しい沖積土壤である。14シリーズからなる。

ウストオーセント：ウスチック水分状態をもつオーセントで、新しい受食表面の上の特徴土層を欠く土壤である。2シリーズがある。

インセプチソル：インセプチソルは未発達な土壤で、他のオーダーに設置するための十分に発達した特徴層位を持たず、母材との類似点を多分に留めている。物質の極端な変化がなく、粘土の移動のない次表層（カンビック層）をもつ。コマヤグワ盆地のサブオーダーはトロベプトであり、次のグレートグループが対応する。

ウストロベプト：ウスチックな水分状態を持つ、トロベプト。塩基に富み、一般にオクリック或いは、モリック表層を持つ。3シリーズがある。

パーチソル：膨潤性の粘土含量が高い無機質土壤で、乾燥時には著しい収縮で深いひび割れができ、湿潤時には膨潤して、地表面が褶曲する。コマヤグワ盆地のサブオーダーはウスタートで、次のグレートグループがある。

ペルスタート：湿土の彩度 1.5 以下の灰色のウスタートである。われ目は積算 90 日以上開く。1 シリーズからなる。

クロムスタート：湿度の色は 1.5 以上の彩度をもち、ペルスタートより明色であり、パーチソルの特徴が弱い。1 シリーズからなる。

図 2 に示したコマヤグワ盆地の土壤分布をみると、河川縁辺や扇状地の新しい堆積物がエンチソルになっており、盆地中心部の古い沖積物からなる台地の土壤はアルヒソルになっており、インセプチソルは、盆地内に突出した侵食をうけた丘陵上の土壤がそれに当るようである。エンチソル、パーチソルには問題ないとして、アルヒソルの大部分が、ナトルスタルフに分類されていることには問題がある。筆者等がコマヤグワ盆地の土壤を概査した範囲では、古い沖積土の地帯に、柱状構造をもつナトリック層は見当らなかつたし、交換性カチオンの分析値で、ナトリック層のナトリウム含量が、6~7 から数 10 ミリグラム当量の値を示していることも信じがたい。その後の CEDA の土壤の分析結果でも交換性ナトリウムが 1 ミリグラム当量を超えることはほとんどない。

5. CEDA 圃場の土壤

1982 年 8 月に行なわれた、CEDA 敷地の半精密土壤調査の結果を図 3 に示す。この調査は、ボーリング点数も少なく、極めて大まかなものであるが CEDA における土壤分布の傾向はうかがい知ることができる。土壤の凡例については、次の具体例で説明する。

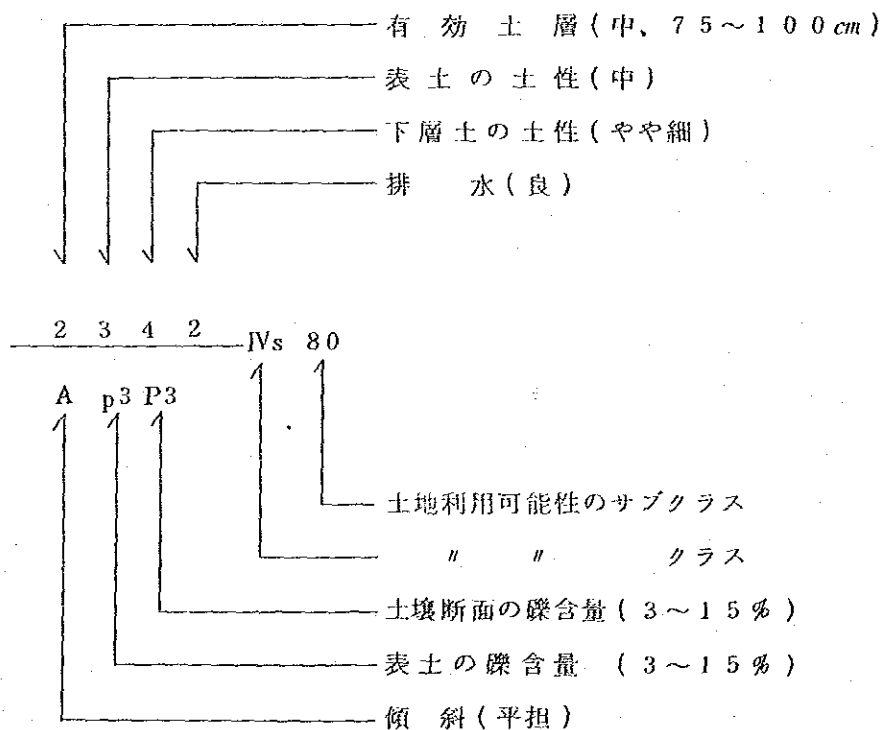
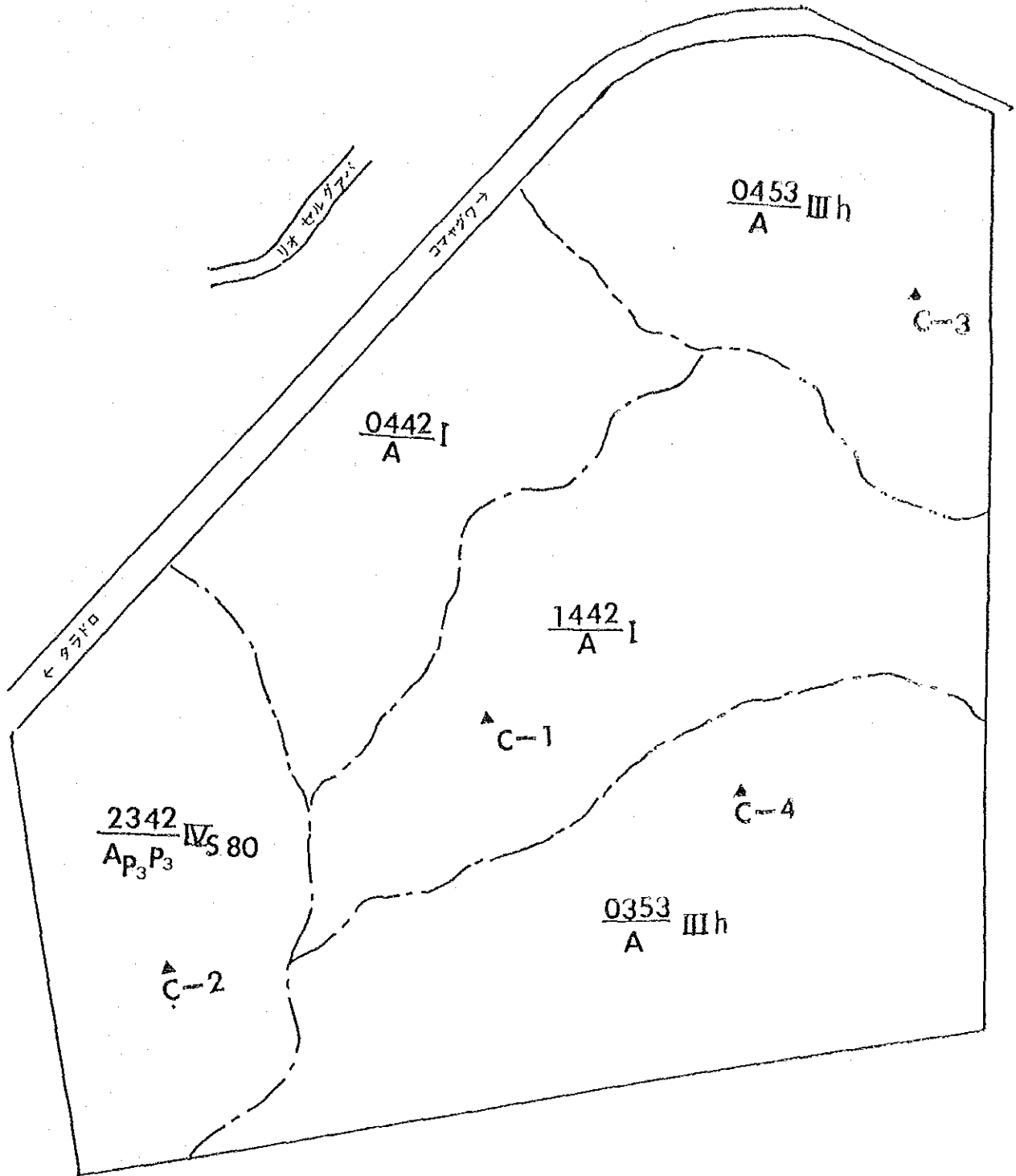


図3. CEDA土壤の利用可能性調査



傾 斜：

A	— 平坦あるいはほとんど平坦	0 ~ 2 %
B	— わずかに傾斜あるいは起伏	2 ~ 5 %
C	— 中度に傾斜あるいは起伏	5 ~ 10 %

有効土層：

0	— 非常に深い	> 150 cm
1	— 深い	100 ~ 150
2	— 中程度の深さ	75 ~ 100
3	— うすい	50 ~ 75

土 性：

0	— 極めて粗 (粗砂、細礫)
1	— 粗 (中細砂 - 細砂 - 中砂)
2	— やや粗 (細砂 - LS - SL)
3	— 中 (SL - L - SiL - Silt)
4	— やや細 (SCL - CL - SiCL)
5	— 細 (Clay - SiC - SC)
6	— 極めて細 (粘土 60 % 以上)

自然排水：

2	— 良、	3	— やや良、	4	— 不良
---	------	---	--------	---	------

表土の礫：

p1	— 乏しいかわずか	< 1 %
p2	— 中ないし少	1 ~ 3
p3	— 強ないし富む	3 ~ 15

断面の礫：

礫なし	< 0.1
P1 — 礫含量 軽	0.1 ~ 1
P2 — 礫含量 中	1 ~ 3
P3 — 礫含量 強	3 ~ 15 %

土壤分布図は、5群に類別してその分布を示しているが、図3の示性式から判断すると、これらは3シリーズに統合される。すなわち、試坑地点の番号で言えば、C-1、2、3であり、C-4はC-3、C-5はC-1と同じシリーズに入る。

すなわち、有効土層が深く、表土および断面全体を通じて土性がやや細かく、排水の良いC-1と、有効土層の厚さおよび表土の土性が中で、断面全体が礫に富み、排水の良いC-2と、

有効土層が深いが断面全体の土性が細かくて、排水の悪いC-3の3群に分かれる。

土壌分析結果は後述するCEDAの集約栽培圃場の精密調査と重複するので省略するが、pHはC-1は全層を通じて微酸性であるが、C-2はより低く、C-3では下層で微アルカリ性になる。交換性のカルシウム、マグネシウムはC-2で特に少なく、C-3の下層で多くなっている。特に交換性ナトリウムはC-2ではほとんど溶脱し、C-3の下層で高くなっているが、それにしても1.2ミリグラム当量程度である。これに比べて交換性カリ含量はC-1、C-3では表層から極めて高く、2~3ミリグラム当量に達し、カリ過剰による作物のマグネシウム欠乏が起きそうな水準である。

6. CEDA集約管理圃場の精密土壌調査

20m方眼の試穿により策定した集約管理圃場の土壌統分布を図4に示す。ボーリングの点数は152点で、A、B、Cの3シリーズが策定された。

図4の示す式について簡単に説明すると、A、B、Cはシリーズ記号、分子のFはシリーズ中タイプの区分に用いられる表土の土性で壤土、m、pは下層の土性判定で、mは中、pは重粘を示す。分子の最後の数字は自然排水で、2は不良、3は中、4は良である。分母の数字は地下水位を示し、2は50~100cmの間を示す。次の文字のfは礫を含むことを示し、mpは礫が非常に少ないことを示す。

前述のCEDA圃場の概査と対照すれば、集約管理圃場はシリーズCで占められるはずであるが、実際には3シリーズが複雑に入り組んだ分布をしており、ここがセルガッパ川の古い氾濫原であったことを示している。シリーズAは前回の概査のC-2に当たるが、シリーズBは前回の概査のC-3と若干異なり、礫が存在しながら、細粒の粘土が堆積しており、シリーズA、Cに比べて若干低みに位置するのではないかと思われ、前回の概査のC-3とは土地利用の特性が類似した新しいシリーズと考えられ、CEDA敷地には計4シリーズが区分されるものと思われる。

次に、これらのシリーズの利用可能性による分級についてであるが、今回の精密調査の終りに、各シリーズ毎に代表地点の試坑を行ったが、調査中地下水が湧き出し、地下水位がかなり高いことが明らかとなったので、その分1クラス下げた評価を行なわなければならない。したがってシリーズAはIVs、シリーズBはIVsh、シリーズCはIIhという分級になる。

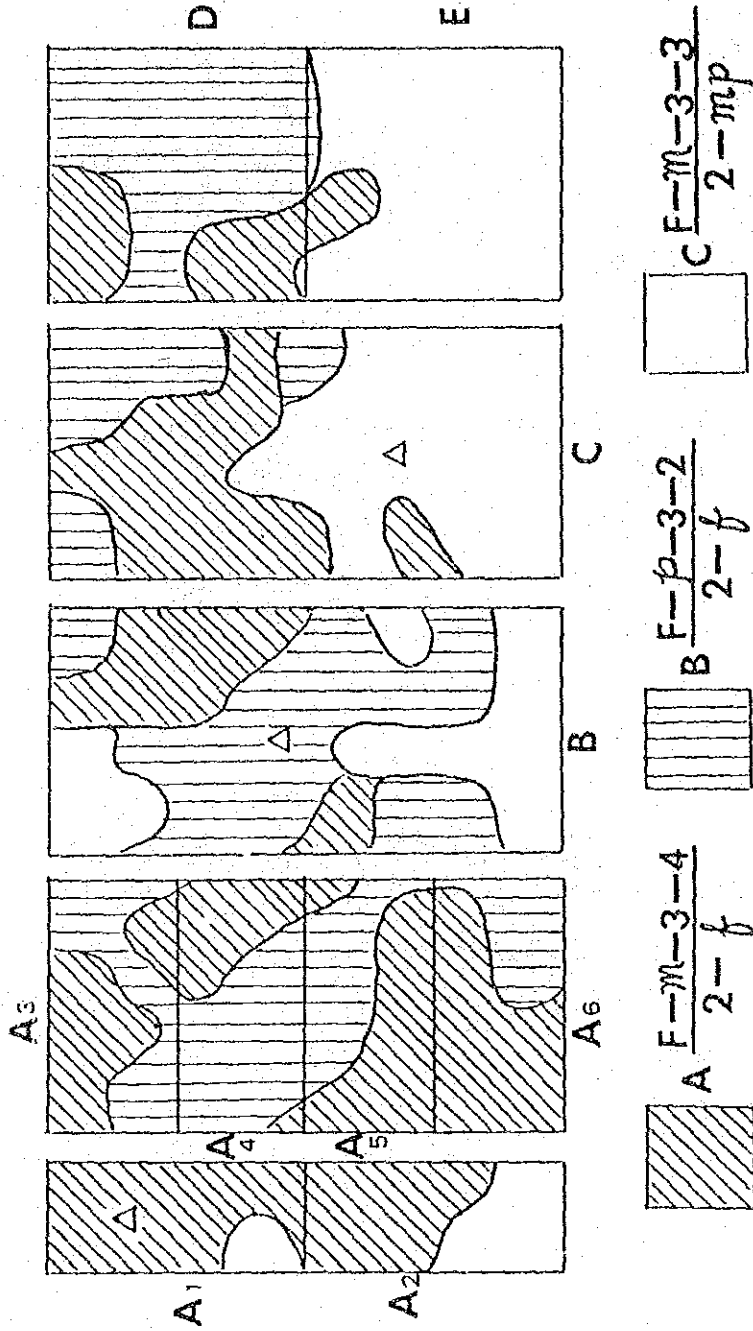
次に、各シリーズの代表断面について、Srモヤが行った記載の概要を述べる。

断面A、シリーズA

0~20cm Ap 湿土暗灰褐色(10YR3/2); L、中亜角塊、強度中; 透水性中;
境界平坦漸変

20~50cm Bw 湿土暗灰褐色(10YR3/2); CL; 中角塊、強度中; 透水性緩慢;

図4. CED A 集約管理圃場の土壌調査



		境界平坦漸変
50~72	Bw2	湿土暗灰褐(10YR3/2); 非常に細かいSCL; 中角塊・亜角塊、強度中; 透水性中; 境界平坦漸変
72~100	Bg	湿土暗灰褐(10YR3/2); CL; 弱・細・中亜角塊; 透水性中; 境界平坦明瞭
100~	C	砂、礫、石
断面B、シリーズB		
0~3.5cm	Ap	湿土暗灰褐色(10YR3/2); L; 大粒状、細角塊・亜角塊、強度中; 境界平坦明瞭
3.5~60	Bt	湿土暗灰色(10YR3/1); C; 中亜角塊、強度中; 透水性緩慢; 粘土皮膜存在; 境界平坦明瞭
60~70	Cg	湿土基質の色、褐(10YR4/3)、黒(10YR2/1)、暗灰(5Y3/1); 礫質SCL; 細亜角塊、強度中; 透水性中; 境界平坦、急変
70~	C	礫、砂利、石
断面C、シリーズC		
0~20	Ap	湿土暗灰褐(10YR3/2); L; 大粒状、強度中; 透水性中
20~40	Bw1	湿土灰褐(10YR3/3); L; 中亜角塊、強度中; 透水性中; 境界平坦漸変
40~60	Bw2	湿土暗灰褐(10YR3/2); SCL; 中角塊、強度中; 透水性中; 境界平坦漸変
60~85	Bg	湿土褐色(10YR4/3)、暗灰(10YR3/1); fSCL; 中角塊、強度中; 透水性中; 境界平坦明瞭
85~100	C	湿土暗褐(10YR3/3); S; 単粒; 透水良

表6は、各代表断面試料の分析結果で、農業局土壤部に分析を依頼したものであり、帰国後北村専門家に送っていただいた。

表6の分析結果によると、シリーズA、Bは下層まである程度有機物を含むのに、シリーズCでは、B層で有機物が少なく、地下水面のあるC層で再び有機物含量が高くなっている。有機物が土層全体に不規則に含まれるのは、沖積土の特徴であり、シリーズA、Bはより頻繁に、セルガツパ川の氾濫を受けたものと思われ、シリーズCは氾濫が及ばず、土層が風化をうけ有機物含量が減少したのではなかろうか。pHは排水の良い断面Aの表層で低く、交換性カチオンも少ないが、下層では中性に近づき、塩基も飽和に近づく。断面B、Cでは表層が微酸性で、下層は中性から微アルカリ性となるが、塩基が著るしく集積することはなく、ナト

表6 集約管理圃場代表断面の理化学性分析

(農業局土壌部)

層	深さ cm	pH (H ₂ O)	有機物 %	粒 径 区 分			有効リン P mg/100 cc	カチオン 交換容量 meq/100g 土壌	交換性カチオン			
				砂	シルト	粘土			Ca	Mg	Na	K
				%								
断面 A (シリーズA)												
Ap	0~20	5.3	1.73	34.4	39.7	25.9	0.4	16.4	8.0	2.0	0.41	0.91
BW ₁	20~50	5.4	1.36	44.5	27.6	28.0	0.6	16.8	3.0	2.2	0.37	0.95
BW ₂	50~72	5.9	0.61	24.2	39.7	36.1	0.2	22.9	14.0	3.2	0.54	1.45
Bg	72~100	5.6	0.74	22.2	39.7	38.1	0.9	18.5	13.0	2.5	0.41	1.03
断面 B (シリーズB)												
Ap	0~35	6.2	1.24	50.6	31.6	17.8	0.6	15.6	17.0	2.6	0.43	1.19
Bt	35~60	5.7	0.86	30.3	29.6	40.1	0.2	20.0	16.0	2.8	0.65	1.13
C	60~70	6.7	0.49	40.4	13.4	46.2	0.1	29.4	24.0	5.4	0.97	1.92
断面 C (シリーズC)												
Ap	0~20	5.6	0.61	44.5	31.6	23.9	0.3	17.4	14.0	2.7	0.62	1.25
BW ₁	20~40	5.8	0.24	34.4	21.5	44.2	0.0	26.6	17.0	4.5	0.73	1.96
BW ₂	40~60	6.1	0.24	44.5	27.6	28.0	0.1	24.7	17.0	4.5	0.98	2.48
Bg	60~85	6.5	0.24	34.4	31.6	34.1	0.1	29.4	22.0	5.7	1.26	2.59
C	85~100	7.0	2.23	62.7	27.6	9.7	0.1	25.8	19.0	4.6	0.68	2.42

リウム含量もほぼ1ミリグラム当量以下でナトリック層などは見当たらない。また粒径分布は、一般に表層から下層にかけて粘土含量がふえる傾向はあるが、特にA層直下に粘土集積層は認められない。またカチオン交換容量は、各土壌各層を通じて比較的高く、下層に向って漸増しており、このことも沖積土壌の特徴の一つである。

以上のことからC E D Aの土壌は、沖積土が風化した未熟な土壌で、タクソノミーではフルベンチックウストロペトと分類され、アルヒソルには入らないと思われる。シリーズA、B、Cは、このサブクラスの中でAローム質、礫質、B粘土質、礫質、Cローム質で、各種鉱物の混在するイソハイパーサミック温度状態のファミリーということになる。

7. C E D A土壌の生産的特性

C E D A土壌の生産的特性について、ホンジュラスの他地域の土壌と比較対照してみよう。採取した土壌は、次のとおりである。

コマヤグワ盆地

ブレイタス：テラドロ運河東側の重粘な暗褐色の下層をもつ台地土。C E D Aに隣接する農業試験場の圃場で、トウモロコシ播種のために耕起整地された所である。附近にはギルガイと思われる湿草地があり、乾燥による表面の亀裂が認められる。

作土層A_pの厚さは18 cm、粒状、角塊状構造のCLである。下層土は重粘な暗褐色(10YR3/3)の粘土が厚く堆積し、大粒のマンガン結核を含んでいる(B_w)。

ウストロペトのうち、パーチソルの性格をもつサブグループに位置づけられよう(パーチックウストロペト)。

フローレス：地下水が比較的高い沖積土で、トウモロコシ栽培跡の放牧地。表土層A_pは粒状のSL、厚さは9 cmと浅く、下層Cは暗灰褐色(10YR3/1)、角塊状のL/SLで地下水水面は55 cm以下である。ウスチフルベントのうち、地下水の影響をもつサブグループである(アクイック ウスチフルベント)。

サン・ジェロニモ：コマヤグワの北、ウムヤ川下流の沖積土壌で、稲が無かんがいで大規模に作付けられている。耕土A_p層の厚さは8 cmで、暗灰色(10YR4/1)のSiLであり、その下に15 cmまでA₁₂層が続く。下層Cはマンガン結核を含む淡黄灰色(10YR6/2)のSiLで50 cm以下では小円礫を含む。地下水が低い典型的なウスチフルベントである(ティビック ウスチフルベント)。

ウルア川下流沖積地(カリブ海沿岸)

カサナベ：中国との提携による水稲種子生産プロジェクト圃場。移植水田用として耕起整地した圃場から採土した。重粘でA_p層は10 cmとうすく、下層Cは暗褐色(10YR3/3)のマンガン結核を含む緻密な粘土層が続く。この地帯は雨量も多く、コマヤグワ盆地のような

表7 採取土壌の圃場三相分布

位置	層位	乾土重 g/100cc	比重	固相	孔隙 量	圃場 水分	毛管飽和 水分 >pF1.5	粗孔隙
ブレイタス	Ap	130	2.42	53.5	46.5	6.5	41.7	4.8
	Bw	144	2.43	59.3	40.7	31.1	48.6	—
フローレス	Ap	113	2.30	46.0	54.0	7.8	51.2	2.8
	C	121	2.34	51.9	48.1	19.5	41.5	6.6
サンジェロニモ	Ap	133	2.47	54.0	46.0	3.3	40.6	5.4
カサナベ	Bw	137	2.47	55.4	44.6	48.2	49.3	—
グアイマス	Ap	152	2.69	56.3	43.7	32.3	43.9	—
	C1	168	2.71	61.9	38.1	26.2	32.4	5.7
ヨホア	Ap	89	2.31	38.7	61.3	39.2	48.0	13.3
	Bw	80	2.49	32.1	67.9	42.4	49.0	18.9
CEDA A	Ap	132	2.40	54.9	45.1	12.2	39.8	5.3
	Bw1	149	2.38	62.5	37.5	32.7	40.8	—
CEDA B	Ap	119	2.37	50.0	50.0	6.3	44.1	5.9
	Bt	135	2.32	58.0	42.0	39.3	45.2	—
CEDA C	Ap	137	2.38	57.3	42.7	9.4	42.5	0.2
	Bw1	144	2.38	60.2	39.8	34.3	40.1	—
	Bw2	144	2.38	60.4	39.6	35.2	38.4	1.2

表 8 採取土壤の化学性

位置	層位	pH		カチオン 交換容量	交換性カチオン			有効リン酸	
		(H ₂ O)	(KCl)		Ca	Mg	K	トルオーグ	ブレイ-2
		meq/100g 乾土							P ₂ O ₅ mg/100g
ブレイタス	Ap	6.9	6.1	20.4	16.6	3.13	1.49	10	19
	Bw	6.9	4.9	32.0	21.4	3.77	0.66	1	22
フローレス	Ap	6.4	5.3	16.3	9.1	2.18	2.70	7	10
	C	7.2	5.3	17.1	12.0	2.98	2.99	1	13
サンジエロニモ	Ap	5.2	4.0	6.3	3.6	0.10	0.11	1	11
	A12	6.6	5.5	8.8	6.8	0.27	0	1	7
	C	5.9	4.4	6.9	4.7	0	0	0	6
カサナベ	Ap	7.9	6.9	31.9	37.1	4.81	0.70	23	19
	Bw	8.1	6.9	32.7	39.5	4.86	0.64	8	14
グアイマス	Ap	5.7	4.3	11.0	6.8	2.13	0.64	2	13
	C	6.0	4.5	8.9	6.4	2.28	0.08	1	12
ヨホア	Ap	4.5	4.0	23.0	0.3	0.35	0.15	1	17
	Bw	4.4	4.0	13.0	0.3	0.20	0.08	0	18
CEDA A	Ap	5.5	4.8	11.0	9.5	4.01	0.47	0	—
	Bw1	6.6	4.9	12.6	9.7	3.00	0.52	0	—
	Bw2	7.0	5.0	13.2	10.6	2.90	0.58	1	—
	Bg	7.2	5.0	19.8	12.9	2.95	0.53	0	—
CEDA B	Ap	6.9	5.8	14.9	12.7	4.86	0.84	2	—
	Bt	6.7	4.8	18.8	15.7	6.40	0.88	0	—
	C	8.0	5.8	18.6	20.9	5.85	1.04	3	—
CEDA C	Ap	6.6	5.1	14.4	10.6	3.52	0.81	1	—
	Bw1	6.7	4.7	17.2	14.3	4.47	1.05	1	—
	Bw2	7.1	4.7	20.2	12.6	4.91	1.16	2	—
	Bg	7.5	5.1	20.8	15.9	4.47	1.12	23	—
	C	7.8	5.5	11.3	14.3	4.66	1.27	51	—

ウステック水分状態ではないが、地下水、かんがい水が養分に富むため、土壤の塩基含量が高く、パーチソルの性質をもった塩基に富むトロペトである（パーチックユウトロペト）。

グアイマス：ホンジュラス独自の稲作プロジェクトがある試験地で、水田に接するキヤッサパの畑から試料を採った。作土層Apは13cmあり、黄褐灰色のSiLであり、下層Cも均密な黄褐灰色(10YR5/1)のSiLで、60cmに地下水面があるが排水は極めて良好である。

地下水の影響がある熱帯のフルベントである（アクイックトロポフルベント）。

ヨホア台地

サンタ・クルス・デ・ヨホア：ヨホア湖北東の台地は、エルサルバドルからの火山灰でうすく覆われており、ここでパイナップルが栽培されている。この農家のパイナップル畑の土壤を採取した。東に面する斜面で傾斜は約20°あり、10年前よりパイナップルの連作を続けており、無肥料、無農薬で栽培している。作土Apは12cmで、黒褐色(7.5YR3/2)のL、下層Bwは褐色(7.5YR5/4)のLで、70cm以下は黄褐色の非火山灰質粘土で典型的な淡色黒ボク土である。この火山灰土壤は排水がよいために養分の溶脱と風化が進み、塩基および未風化鉱物に極めて乏しいアンデプトである（オキシックヂストランデプト）。

CEDA集約管理圃場の土壤も含めて、採取した試料について三相分布、化学性の分析を行った。三相分布は100cc採土円筒に圃場各層を採土し、秤量した、スポンジをひいたバットに浸して水を飽和させた後、定水面上30cmの砂柱上に24時間放置後、秤量し、pF1.5以上の水分を測定し、毛管飽和水分とした。また風乾後1mmの篩を通した細土につきピクノメータ法で比重を測定し、固相の容積と孔隙量を求めた。粗孔隙は、全孔隙から毛管飽和水分の容積をさしひいて計算した。採取土壤の圃場三相分布は表7に示す通りである。まず明らかことは、沖積物を母材とする土壤が、黒ボク土に比べて容積重が極めて大きいことである。

100ccの乾土重が160gを超せば、大変圧密された状態と考えられるが、グアイマスなどそれに近いものもある。したがって、これら土壤の孔隙量は少なく40%前後であり、その大部分は毛管孔隙で占められているが、沖積土壌（フルベント）では、下層土まである程度粗孔隙が認められる。これに反して、古い沖積物からなる粘土に富む台地土の土壤（トロペト）では粗孔隙が殆んどなく。乾期といえども圃場下層土の水分はあまり減っておらず、水分の保持力が強く、排水がやや不良であることを示している。

表8は、全農型簡易分析器による化学性の分析結果である。土壤の化学性は物理性をよく反映して、透水性の良い黒ボク土（ヨホア）では塩基が極めて少なく、pHが低くなっており、また排水のよい沖積土で稲の集約栽培を続けているサンジエロニモの場合も、塩基含量が極端に低下し、カリヤマグネシウムの欠乏症が出現する水準に達している。同じ沖積土でも、地下水の

高いフローレスの場合には pH が高く、塩基が集積し、カリが 2 ミリグラム当量を超して過剰障害が出る水準に達している。このことから乾燥地帯では河川や地下水がアルカリ性であることがうかがえる。カサナベの土壌が極端にアルカリ性であるのもかんがい水に由来するものであり、F H I A の分析結果では、5 月下旬のかんがい水の pH は 7.9 ~ 8.4 であった。

C E D A 土壌の場合、いずれも塩基含量が高いが、表層のカリは障害を起すほど過剰でなく、相対的に排水の良いシリーズ A では、塩基含量も少なく、反応も酸性である。有効リン酸は地下水の影響のある所で認められるが、それ以外の層では各シリーズとも極めて少なく、リン酸の施用が必要である。

以上のように C E D A の土壌は排水が緩慢で、かんがいを伴う集約栽培では、土壌シリーズによっては養分の過剰蓄積やアンバランスが起きやすい。しかし、幸いなことには、C E D A のかんがい水源のタラドロ運河の水質は、塩基の溶存量が非常に少ないので、かんがいによるアルカリ化は起きないかもしれないが、その場合には逆にシリーズ A など養分の流亡による酸性化が起りうる。また無機態窒素は各土壌にはほとんど検出されなかったので、作物の吸収量に見合う窒素の施用は必須である。排水は緩慢なので、シリーズ A を除き流亡はあまり考えられないが、土壌のアルカリ性によるアンモニアの揮散も考えられる。

昭和 59 年度に栽培科で行なわれたトウモロコシの施肥用量試験では、N 50 ~ 100 kg / ha、P₂O₅ 50 ~ 100 kg / ha 程度が施肥の適量で、明らかな増収効果を示すが、K₂O については効果が認められない。水稲については N 70 kg / ha、P₂O₅ 50 kg / ha が適量であり、K₂O については効果が認められない。この試験結果は前述の分析結果とよく一致しており、土壌の物理性改善や肥沃性向上のためには、隣接する畜産試験場で大量に放置されている厩肥の適量を毎作連用することが望まれる。

8. 今後の問題点

以上ホンジュラスの各種土壌と比較対照しながら、C E D A 集約栽培圃場の理化学特性について概観した。今後の問題としては、作物栽培下の水の動きについて、テンシオメータを用いた土壌シリーズごとの観察が必要である。北村専門家からの来信では、C 圃場に畑輪作用トウモロコシが栽培されたが一部滞水による生育不良があり、この圃場の一隅に設置したテンシオメータの読みは、80 cm で張力 0 であり、相当地下水が高いとのことであるが、輪作年次ではトウモロコシはシリーズ B が広く分布する所なのでその影響があるかもしれない。また B 圃場には稲を直播栽培したが、シリーズ B の所で一部生育異常（黄化・褐変）があるとのことである。この場合生育異常が土壌シリーズと関連ありとは必ずしも断定できないが、今後土壌分布と作物生育との関連を観察しながら、土壌改良と排水対策について検討する必要がある。

今回は集約管理圃場を対照に土壌調査を行ったが、粗放管理農場についても、50 m 方眼程

度の試穿による精密土壌調査が必要である。前回の概査結果によれば、粗放農場の敷地には集約圃場のシリーズA、Cと、前回概査のC-3に当る土壌が分布するはずであり、シリーズAは石礫が多く、耕耘が難しいので栽培作物にも制限があるろうし、逆にC-3に当る所は湿潤で排水が必要と思われるので、それらの精密な分布図がまず必要である。北村専門家によれば、今年は粗放農場の東よりに採種用のトウモロコシを5ha播種したが、圃場が多湿であるため機械作業が不能で、牛で成畦したという。また、この圃場で南北に5ヶ所程作土を採取して分析に供した結果では、粘土および塩基含量は他シリーズと殆んど変わらないが、有機物含量が4~5%で極めて多く土壌が湿潤であることがうかがわれ、今後の調査により、土壌改良と排水対策の実施が必要と思われる。

また土壌と作物の関連において、施肥や有機物施用に伴う養分の動きや作物の養分吸収量を測定することが必要である。全農型土壌分析器による土壌の簡易分析結果は、はなはだよく土壌間の化学性の差異を表わし、農業局土壌部の精密調査試料の分析結果と一致した傾向を示している。簡易分析といっても、高額で維持費のかかる機器をさけて、分析を全部比色法、比濁法で統一し、分光光度計一台で測定できるように考案されたもので、分析法の内容は化学的にかなり練りあげられて高度なものであり、精度も高い。

筆者はマイクロビューレットを持参し、カチオン交換容量のアンモニアは蒸溜後滴定するようにしたが、このように滴定法をくみあわせるだけでも安価で精度をかなり向上することができる。カルシウムはしゅう酸石灰の白濁を比濁法で測定しており、かなり精度が高いが、キレート滴定も精度が高く安定しているので比色法とおきかえることができる。全農型のマグネシウムの測定は、水酸化マグネシウムのコロイドがチタンイエローを吸着してできる赤色のレーキを比色計で測定するが、この方法は原子吸光法以外の最も精度の高い方法である。リン酸はリンモリブデン酸還元法とバナドモリブデン酸法の両者が用いられているが、いずれの比色法も、リン酸の濃度に応じて広く使われている方法である。カリは亜硝酸コバルトナトリウムカリの黄色沈澱による比濁法であり、この方法もかなり精度が高いが、カリ、ソーダについては、焰光分析装置を導入することも考えられる。

土壌の分析は土壌部でもリマのFHIAでも受付けているが、これだけの分析を行うと、FHIAでは1点につき25~45レンピラ、土壌部でも2~5レンピラかかる。その点、全農型は、分析器具に工夫を加え、試料、試薬の使用量が少なく、分析法が比色法で統一されているので、ランニングコストが極めて安く、しかも分析精度が高い。ホンジュラスは、工業製品のすべてが輸入に頼っているので、試薬は高価で入手がたい。その点、全農型はCEDAの条件に極めて適している。トレーニングセンターとしてのCEDAの役割からも、かんがい農業が自然を変革して生産性を飛躍的に高める進歩した集約農業であり、そのためには土壌診断、作物栄養診断の裏づけが絶えず必要であるという点からも、CEDAにおける土壌および

作物体の日常的な分析が必要であろう。土壌部に依頼するのは、これら日常的分析の結果生じた問題点の解明であるとか、日常分析のための標準試料の分析とかに限り、日常の試料は、その都度C E D A内部で分析する方向が望ましいのではなかろうか。

このような点から、今後作物体サンプルの分析や、水の移動と関連した土壌養分の動態解明等栽培部ラボラトリーの機能を充実するには、全農型土壌分析体系の器具、試薬を一層充実すると共に、窒素滴定のためのコンウエー微量拡散装置や、ドラフト、マツフルその他簡単な作物体分析機器の整備が望ましい。マツフルは作物体試料の灰化、ドラフトは、ケルダール分解や過塩素酸分解等無機養分の抽出に用いられる。

各成分の分析は、コンウエー拡散装置によりアンモニアを硼酸に吸収させ、これを滴定する方法や、比色法を主とした全農型分析装置で測定し、維持費のかかる高級な分析機器にたよらないようにするのが、C E D Aの現状に適していると思う。

参 考 文 献

- 1) FAO : The Soils of Mexico and Central America
36~49, Volume III, Soil Map of the World. Roma 1969
- 2) Seccion de Suelos, Direccion General de Agricultura, Secretaria de Recursos Naturales : Estudio Semidetallado de Suelos del Predio " Los Almendros "
Tegucigalpa, D.C., HONDURAS, C. A., 1984.
- 3) Direccion Ejecutiva del Catastro National : Estudios de Suelos a Semidetalle del Valle de Comayagua
Tegucigalpa, D. C., HONDURAS, C. A., 1982.
- 4) Direccion General de Operaciones Agricolas, Secretaria de Recursos Naturales : Estudio de Capacidad de Clso de la Tierra Centro de Desarrollo Agricola.
Tegucigalpa, D. C., HONDURAS, C. A., 1982.
- 5) Direccion General de Minas e Hidrocarburos, Ministerio de Recursos Naturales : Mapa Geologico de la Republica de HONDURAS. Instituto Geografico Nacional
Tegucigalpa, D. C., HONDURAS, C. A., 1974
- 6) Soil Survey Staff : SOIL TAXONOMY. — A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Soil Conservation Service USDA, Agriculture Hand book № 436. 1975
- 7) 全農肥料農薬部 : 全農型土壤分析法、施肥診断技術者養成講習会テキストⅣ. 1983

I N F O R M E

PARA: Ing. Agrónomo Armando Rivera Canales
Director de CEDA

DE: Ing. Korefumi Amano
Líder de los expertos japoneses de CEDA.

ASUNTO: Informe del trabajo del Sr. y Dr. Kazuo Miyazawa

FECHA: Mayo de 24, 1985.

Según la solicitud de CEDA, el Sr. y Dr. Kazuo Miyazawa permaneció por aproximadamente 2 meses (desde el día 29 de marzo hasta el día 24 de mayo) en CEDA, Comayagua.
En aquel período, él se dedicó al análisis de suelo y a la dirección de la operación del Laboratorio de Productos Agrícolas.
Por medio del presente, me permito presentar un Informe del trabajo elaborado por el mismo señor.

A T E N T A M E N T E

Korefumi Amano
Líder de los expertos japoneses

cc: Ing. Agrónomo Roberto Rivera Lanza
Director General de recursos Hídricos.

cc: Ing. Agrónomo Kazuo Miyazawa
Experto japonés de CEDA.

THE FERTILITY PROBLEMS IN THE SOILS OF CEDA

KAZUO MIYASAWA*

The author stayed at CEDA (Agricultural Development and Training Center) for two months from the end of March of 1985 as an expert of soil analysis.

In spite of the very short term, it has been possible to gather a considerable amount of information due to the careful planning and cooperating work of the counterparts in CEDA and due to the kindly support by the Soil Division of the Ministry of Natural Resources.

Several field trips around the Comayagua valley and the main agricultural districts in Honduras were conducted, detailed soil survey of intensive management farm in CEDA and soil analysis of the samples taken during the field trips and survey were processed.

FIELD TRIP

The field trip around the Comayagua basin was done from the 18th to 19th of April.

18/April: El Taladro, Playitas, La Paz, Cane, Humuya, San Sebastián, Villa de San Antonio, Training Center (INFOP), El Rosario.

19/April: Flores, San José, Palmerola, San Jerónimo.

According to "Semi detailed soil survey of Comayagua Valley" (March, 1982; Soil Division, Ministry of Natural Resources), the soils of the southern part belong to Entisol (Fluvent) and those of the northern and central parts belong mainly to Alfisol (Ustalf).

From three places around Comayagua Valley soil samples were taken.

Playitas (Vertic Ustropept):

Cultivated fields after maize cropping

Ap (0-18 cm) and Bw (10 cm-)

* Soils and Crop Nutrition Division, Kyushu Agricultural Experiment Station, Japan.

Flores (Aquic Ustifluent):

Natural pasture after maize cropping

Ap (0-9 cm) and C₁ (9-40 cm)

San Jerónimo (Typic Ustifluent):

Fallow land after rice cropping

Ap (0-8 cm), A12 (8-15 cm) and C_{1g} (15-33 cm)

The trip to the main agricultural districts and FHIA (Honduran Agricultural Research Foundation) was done from the 22nd (Monday) to the 24th (Wednesday) of April.

In this trip the soil samples were taken at Casanave, Guaymas and Santa Cruz de Yojoa.

Casanave (Vertic Eutropept):

Cultivated field for rice planting

Ap (0-10 cm) and Bw (10-100 cm)

Guaymas (Aquic Tropofluent):

The field under cassava

Ap (0-13 cm) and C₁ (13-60 cm)

Santa Cruz de Yojoa (Oxic Dystrandept):

Pineapple field on the slope. The parent material is volcanic ash fall.

Ap (0-12 cm) and Bw (12-70 cm)

DETAILED SURVEY OF THE INTENSIVE MANAGEMENT FIELD

The detailed survey of the soils in CEDA was done in November 1982 by the Soil Division of the Ministry of Natural Resources. The soils in the western part are comparatively shallow in effective solum and well drained. The soils in the eastern part are fine in texture and imperfect in drainage. The soils in the central part are medium in texture and good drainage comparatively.

Although the intensive management field is situated in the central part, and irregular distribution of plant productivity has been recognized all around the field.

The detailed soil survey of the intensive management field had been accomplished by the counterparts (mainly by Mr. Carlos A. Moya and Mr. Elvin Calderón) from the 22nd of April to the 3rd of May. The soil were

checked up by boring stick in depths of more than 100 cm at every square twenty meters. The number of holes bored arrived to 152. Three series were recognized through the survey.

SERIES A: Medium texture (Loam); good drainage; effective solum thinner than 100 cm; gravelly in subsoil.

SERIES B: Heavy texture in subsoil; imperfect drainage; effective solum thinner than 100 cm; gravelly in subsoil.

SERIES C: Medium texture (Loam to clayloam); good drainage; effective solum thicker than 100 cm; without gravel in solum.

The general distribution of them is as follows: A in the west, C in the east and B in the central part of the field, but they are complicated within each other.

The samples taken from each representative profiles are as follows:

A: Ap (0-20), Bw1 (20-50), Bw2 (50-72), Bg (72-100 cm)

B: Ap (0-35), Bt (35-60), Cg (60-70 cm)

C: Ap (0-20), Bw1 (20-40), Bw2 (40-60), Bg (60-85), C (85-100 cm)

ANALYSIS OF THE SOIL SAMPLES

The density of soil, pore space, capillary water content and other physical properties were determined with a serie of 100 cc core samples. Specific gravity was estimated by picnometer. Capillary water content was determined by standing the water saturated soil core on sand pot with 30 cm of height from water level.

The chemical properties were estimated by pH meter and the convenient soil analytical system of Zenno (All Japan Union of Farmers Cooperations). The convenient method is composed of mainly colorimetry and turbidmetry with special type of colorimeter.

The results from the soils taken at the field trips and from the samples of intensive management field are shown in Table 7, 8.

PROBLEMS OF THE SOIL MANAGEMENT IN CEDA

It is clear from Table 7 that the volumes of solid phase are distinctly smaller in the case of volcanic ash soils at Yojoa than the others. In the case of Yojoa, both horizons have enough capillary water spaces and water permeable non capillary pore spaces. On the other hand in the case of the soils developed on alluvial deposits, the high density of solid phase and the very small amount of non capillary pore space are those of characteristics. Specially in the case of the soils developed on the ancient alluvial deposit like Playitas and Casanave, the drainage is imperfect due to the absence of non capillary pore.

The chemical properties reflect well those drainage conditions. In the case of Yojoa, pH, exchangeable cations and available phosphorus are especially low. These conditions are very suitable to pineapple cultivation. In the case of San Jerónimo, the low pH and cation content are also remarkable, this may be due to the comparatively good drainage and dense planting of rice without irrigation. In both cases the potassium content is very low and may be nutrient deficiency symptoms appear. In the case of Guaymas, the cation content is suitable for plant growth due to the moderate waterpermeability. In the case of Flores and Playitas, the cation content is higher due to the high ground water level or imperfect drainage. In the latter case, the potassium content is excessively high and the antagonistic effect of magnesium deficiency may appear in the crops. In the case of Casanave, the soil reaction is strongly alkaline due to the continuous irrigation for rice planting.

In the case of the soils in CEDA, the volume of solid phase and capillary pore are high and low in non capillary pore like the other soils on ancient alluvial deposits. The soil reaction (pH) and cation content of the A_p horizon of all series are the levels of suitable for plant growth, but in the series A the potassium content is lower than the other cases due to the rather good drainage and thin effective solum. In the case of series B and C, pH and cation content become higher towards deeper horizons because of the influence of ground water. Available phosphorus content is very low in all series except gley horizon.

From the above results care must be taken in consideration due to the alkaline reaction derived from over irrigation. The phosphorus application is necessary for plant growth in all series and potassium may be needed in

the case of crop planting without irrigation in series A.

At the A_p horizon the Nitrogen was not possible to catch, so enough amount of nitrogen application is necessary. The problems of the utility rate of nitrogen, the gaseous escape of ammonia in neutral soil reactions and the suitable form of nitrogen fertilizer must be studied in the future.

CONSOLIDATION OF THE EQUIPMENT IN AGRICULTURAL CHEMISTRY AT CEDA

The laboratory of agricultural products in CEDA has just opened in April, 1985. According to the purposes of CEDA, the detailed experiments and studies may be unnecessary. But it will be useful for the researchers such studies as convenient analysis of the soils and crop tissues. The following will be needed to consolidate the equipment and staff for training in agricultural chemistry:

- 1) Consolidation of the electric arrangement in the laboratory.
- 2) Supplementation of the reagents and instruments of the convenient system of soil analysis.
- 3) Introduction of the instruments for plant analysis.
 - a) Draft chamber
 - b) Muffle
 - c) Flame photometer
 - d) Atomic absorption analyser
- 4) Training of the counterparts.
Soil analyst and operators

22 May, 1985

II. 古谷 保 専門家 (土質試験)

任 期 60. 3. 27 ~ 60. 6. 26

I. 筆者は、土質試験の短期専門家として来ホし、4月4日から6月21日までC. E. D. A. に滞在した。C. E. D. A. 滞在中に行った主な仕事は、土質試験室の整備と土質試験法をカウンターパートに教えることであった。C. E. D. A. 滞在中に行われた土質試験は以下のとおりである。

1. 土粒子の比重試験
2. 含水量試験
3. 粒度試験
4. 液性限界、塑性限界試験
5. 締め固め試験
6. C B R 試験
7. 透水試験
8. 一面せん断試験
9. 圧密試験

II. また、以下の試験については試験機器は備えられているが、時間の関係で行うことができなかった。

1. 一軸圧縮試験
2. 砂置換法による現場密度試験
3. 現場C B R 試験
4. 標準貫入試験
5. スウェーデン式貫入試験

III. 試験機器の整備状況と各試験法について

1. 土粒子の比重試験

この試験は感量 $0.001g$ のはかりを用いて行うように規定されているが、現在、C. E. D. A. の土質試験室には $0.1g$ の感量のはかりしかない。したがって、試験は感量 $0.1g$ のはかりを用いて行われた。この試験に必要なその他の器具はひとつおりに整備されているが、日本とホンジュラスの気候条件の違いのためデータ整理に必要な数表が一部欠けている。したがってホンジュラスの気候にあわせて数表を作成する必要がある。

2. 含水量試験

この試験は土質試験のうちで最も単純なものであり、試験に必要な器具はひとつおりに整理されている。

3. 粒 度 試 験

この試験は複雑で、マスターするにはかなりの努力を要する。特に粘土の正確な分析は難しく、土質試験法のうちで最も難しいもののひとつである。試験に必要な器具はひとつおりの整備されているが、比重試験の場合と同様にデータ整理に必要な数表が不完全であるので、ホンジュラスの気候に合わせて数表を作成する必要がある。

4. 液性限界・塑性限界試験

この試験は土質試験法のうちで比較的単純なものであるが、最も熟練を要するもののひとつである。繰り返し練習することが大切である。必要な器具はすべて整備されている。

5. 締め固め試験

この試験を行うにはかなりの労力を必要とするが、試験そのものは単純で、2～3回の繰り返し練習で十分マスターできる。必要な器具はすべて整備されている。

6. C B R 試 験

この試験には、設計C B R試験と修正C B R試験及び現場C B R試験があり、土質試験のうちで時間と労力を必要とする試験のうちに属する。マスターするには努力が必要である。この試験のための器具は、最も単純な型であるがひとつおりの整備されている。

7. 透 水 試 験

この試験は単純で簡単にマスターできる。ただし、変水位透水試験においては、ホンジュラスのような気温の高い条件のもとでは蒸発量が大きく、これが誤差となるので注意が必要である。必要な器具はすべて整備されている。

8. 一面せん断試験

この試験は単純せん断試験やねじりせん断試験と共に直接せん断試験に属する。この試験は土のせん断強度を測定するための試験であり、土質試験のうちで最も重要なもののひとつである。しかしながら、この試験は、供試体とせん断箱との摩擦を除去できないなど試験機自体に問題があり、改良されたごく一部の試験機を除いて、実務の設計において使用されることはきわめて少ない。C. E. D. A. の試験機について言えば、

- ① せん断面の間隙をとることができず、上下せん断箱どうしの摩擦が発生し強度が過大に求まる。
- ② 供試体とせん断箱との摩擦を除去できないため、正規圧密の粘性土では強度は過小に求まり、過圧密の供試体では過大に求まる。
- ③ せん断箱が水槽中に潜っている構造でないため、密詰め供試体の排水（吸水）試験が行えない、などの問題がある。一面せん断試験は問題が多く規格化もされていないため、現在では実務の設計においては、三軸圧縮試験が一般的に用いられている。

9. 一軸圧縮試験

この試験は単純で簡単にマスターできる。必要な器具はすべて整備されている。

10. 圧密試験

この試験は難しくないのですぐにマスターできる。また非常にすぐれた試験機が二台整備されており、十分である。

11. 砂置換法による現場密度試験

この方法は水置換法と比べて若干複雑であるが、精度が良く適応性が広いので良く用いられる。スマートな器具が整備されている。この試験のためには、きれいで均質な細砂を多量に蓄えておくことが必要である。

12. 標準貫入試験

現場調査において良く利用される試験のうちのひとつである。理論は簡単であるのですぐに理解できるが、多くの労力を必要とする。この試験を行うためには木のやぐらが必要であるので、丸太を準備しなければならない。他の器具はひとつおき整備されている。

13. スウェーデン式貫入試験

標準貫入試験と比べて簡単な方法であるが、主として軟弱地盤を対象としており、適用範囲は狭い。地盤に一度貫入したロッドを引き抜くのは簡単ではなく、簡便とはいえ多くの労力を要する。必要な器具はひとつおき整備されている。

14. 三軸圧縮試験

この試験は室内土質試験のうち最も重要でかつ基本的なものである。この試験をマスターするためには多くの学習と練習を必要とする。現在、C. E. D. A. の土質試験室には三軸圧縮試験機が設置されていないが、将来、実務の設計目的に耐える性能を持った試験機を整備することが望ましいと考える。

IV 土質試験をマスターするためのポイント

(i) 標準化された試験法を理解すること

土質試験法は世界的にはASTM, JIS, BS, DINなどに規定されている。日本では土質工学会によって「土質試験法」、「土質調査法」などの教科書が出版されており、これらの中でJISに含まれる土質試験法の詳細な解説が行われている。また初心者向きには「土の試験実習書」、「土の調査実習書」及び「土質試験法スライド」が同学会から出版されている。土質試験法には全体として相当多くのノウハウが含まれており、これらをすべて記憶することは困難であり、標準化された正しい土質試験を行うためにはこれらの教科書は不可欠である。したがって、C. E. D. A. においても、標準化された「土質試験法」のスペイン語のテキストを持つ必要がある。JISの英語版、ASTM、BSなどからスペイン語に翻訳す

るのが近道と思われる。

(ii) 自ら練習すること

土質試験の実技は見たり説明を聞くだけでは理解できても体得できないので、土質試験を学ぼうとするものはエキスパートから実技を教わると同時に、これらの教科書を読んで自ら繰り返し練習しなければならない。このことが最も重要でかつ基本的なことからである。

(iii) データシートを整備すること

土質試験のノウハウのかなりの部分はデータシートに集約されている。C. E. D. A. において土質試験を行うためには、スペイン語に翻訳されたデータシートを持つことが必要である。このデータシート作成の作業はかなりの労力を要するが、適切なデータシートを持たないかぎり、土質試験を迅速かつ正確に行うことはまず無理である。

日 程 表

3月 27日 (水)	成田発 (18:00)	メキシコシティ着 (17:40)
28 (木)	テグシガルパ着 (15:00)	
29 (金)	C. E. D. A. 見学	
30 (土)		
31 (日)		
4月 1日 (月)	資料整理	
2 (火)		
3 (水)		
4 (木)		
5 (金)		
6 (土)		
7 (日)		
8 (月)	試験室のかたづけ、清掃。試験機器の梱包を解き、組み立て、試験室への配置を行う。	
9 (火)		
10 (水)	試運転により機械のチェックを行う。	
11 (木)	土質試験法のスライド映写。	
12 (金)		
13 (土)		
14 (日)		
15 (月)	土質試験用の試料 (粘土、砂) の採取。	
16 (火)	砂試料のフルイ分けにより標準砂に近い砂を分類。	
17 (水)	粘土試料の自然含水比の測定。試験用器具の買い出し。	
18 (木)	液性限界、塑性限界試験。	
19 (金)	液性限界、塑性限界試験のデータ整理。	
20 (土)	ホンジュラス大学工学部土木工学科学生のカ. E. D. A. 見学。	
21 (日)		
22 (月)	比重試験	
23 (火)	↓ 比重試験データ整理、粒度試験準備	
24 (水)	建設省及びホンジュラス自治大学土木工学科試験室の準備	
25 (木)	砂試料の粒度分析及びデータ整理	
26 (金)	粘土試料の粒度分析 (比重浮ひょう試験) の準備	

27	(土)	
28	(日)	
29	(月)	恒温水槽の試運転
30	(火)	比重浮ひょう試験
5月 1日	(水)	↓
2	(木)	↓ 締め固め試験
3	(金)	↓ 比重浮ひょう及び締め固め試験のデータ整理
4	(土)	
5	(日)	
6	(月)	透水試験、PH試験のスライドを見る。PH試験
7	(火)	定水位透水試験
8	(水)	↓ 定水位透水試験データ整理
9	(木)	変水位透水試験
10	(金)	↓ CBR試験データシート準備
11	(土)	
12	(日)	
13	(月)	
14	(火)	
15	(水)	↑ Sanpedro sula の工場、エルカホーンドムの見学
16	(木)	↓
17	(金)	
18	(土)	
19	(日)	
20	(月)	CBR準備
21	(火)	設計CBR試験
22	(水)	↓ 変水位透水試験のデータ整理
23	(木)	修正CBR試験準備、砂置換法による現場密度
24	(金)	試験用の砂の準備
25	(土)	
26	(日)	
27	(月)	
28	(火)	↓ 修正CBR試験
29	(水)	レポート執筆

30	(木)	溜池建設現場調査及び試料採取
31	(金)	溜池建設現場からの採取試料の突き固め試験
6月	1日(土)	↓
	2(日)	↓
	3(月)	↓
	4(火)	↓
	5(水)	採取試料の透水試験
	6(木)	↓
	7(金)	一面せん断試験用試料準備
	8(土)	
	9(日)	
	10(月)	
	11(火)	一面せん断試験
	12(水)	
	13(木)	採取試料の比重試験
	14(金)	↓
	15(土)	
	16(日)	
	17(月)	圧密試験、レポート作成
	18(火)	↓
	19(水)	
	20(木)	
	21(金)	↓
	22(土)	
	23(日)	
	24(月)	テグツガルパ発(8:00)、メキシコ着(14:00)
	25(火)	メキシコ発(10:00)
	26(水)	成田着(17:15)

調査名・調査地点 試験年月日 年 月 日
 試験者 古谷保

I 比重びんの検定

測定番号	1	2	3	1	2	3
比重びんの番号	39	49	77	80	40	86
比重びんの質量 m_f g	29.8	28.4	29.8	26.8	31.6	28.6
(蒸留水+比重びん)の質量 m_s g	81.3	81.3	81.4	78.8	82.6	80.8
m_s をはかったときの水温 T °C	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
T °Cにおける水の比重 (G_T) 注)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T °Cにおける水の比重 (G_T')						
$m_s - m_f$ g	51.5	52.9	51.6	52.0	51.00	52.2
① $\frac{G_T}{G_T'} \cdot (m_s - m_f)$ g	51.5	52.9	51.6	52.0	51.00	52.2
T °Cにおける(蒸留水+比重びん)の換算質量 $m_s = ① + m_f$ g	81.3	81.3	81.4	78.8	82.6	80.8

$G_T' = 0.996264, G_T = 0.996679$

II 比重試験

試料番号・深さ	No (m - m)			No (m - m)			
	1	2	3	1	2	3	
測定番号	1	2	3	1	2	3	
比重びんの番号	39	49	77	80	40	86	
(炉乾燥土(又は湿潤土)+蒸留水+比重びん)の質量 m_1 g	84.6	87.4	85.9	82.0	85.3	82.7	
m_1 をはかったときの内容物の温度 T °C	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	
比重びんに入れた 炉乾燥土質量 m_2 g	容器番号	39	49	77	80	40	86
	(乾燥土+容器)の質量 g	35.1	38.4	37.1	31.9	36.2	31.6
	容器質量 g	29.8	28.4	29.8	26.8	31.6	28.6
m_2 g	m_2 g	5.3	10.0	7.3	5.1	4.6	3.0
T °Cにおける(蒸留水+比重びん)の換算質量 m_s g	81.3	81.3	81.4	78.8	82.6	80.8	
$m_1 + (m_s - m_2)$ g	2.0	3.9	2.8	1.9	1.9	1.1	
T °Cにおける土粒子の比重 $G_s(T/C) = \frac{m_2}{m_1 + (m_s - m_2)}$	2.65	2.56	2.61	2.68	2.42	2.73	
補正係数 注) K	0.99755	0.99755	0.99755	0.99755	0.99755	0.99755	
15°Cにおける土粒子の比重 $G_s(T/C/15C) = K \cdot G_s(T/C)$	2.64	2.55	2.60	2.67	2.41	2.72	
平均値	比重(TC/15C) = 2.60			比重(TC/15C) =			
T °Cにおける水の比重 注) G_T	0.996679	0.996679	0.996679	0.996679	0.996679	0.996679	
4°Cにおける土粒子の比重 $G_s(T/C/4C) = G_T \cdot G_s(T/C)$	2.64	2.55	2.60	2.67	2.41	2.72	
平均値	比重(TC/4C) = 2.60			比重(TC/4C) = 2.60			
備	考						

注) JISの表より求める。

JIS A 1203	土の含水量試験	記録用紙
------------	---------	------

調査名・調査地点 試験年月日 年 月 日
 試験者 古谷保

試料番号 深さ	含 水 比 測 定			平均含水比
No. 粘土	No. 1			w = 10.58 %
	m. 47.1	m. 45.3	m. 47.6	
	m. 46.1	m. 30.2	m. 46.1	
	m. 1.8	m. 15.1	m. 1.5	
No. 2			w = 9.32 %	
m. 47.3	m. 45.6	m. 47.6		
m. 45.6	m. 29.4	m. 46.1		
m. 1.7	m. 16.2	m. 1.5		
No. 3			w = 10.49 %	
m. 47.3	m. 45.6	m. 47.3		
m. 45.6	m. 29.4	m. 45.6		
m. 1.7	m. 16.2	m. 1.7		
No. 砂	No. 20			w = 6.45 %
	m. 37.1	m. 36.7	m. 36.8	
	m. 36.7	m. 30.5	m. 36.4	
	m. 0.4	m. 6.2	m. 0.4	
No. 21			w = 6.10 %	
m. 36.8	m. 36.4	m. 36.8		
m. 36.4	m. 29.8	m. 36.4		
m. 0.4	m. 6.6	m. 0.4		
No. 22			w = 6.49 %	
m. 37.7	m. 37.2	m. 37.7		
m. 37.2	m. 29.5	m. 37.2		
m. 0.5	m. 7.7	m. 0.5		

JIS A 1205 1206	土の液性限界・塑性限界試験	記録用紙
--------------------	---------------	------

調査名・調査地点 試験年月日 年 月 日
 試験者 古谷保

試料番号・深さ	No. (m ~ m)	
液性限界試験		
落下回数 51	落下回数 15	落下回数 7
No. 3		
m. 42.4	m. 38.3	m. 38.7
m. 38.3	m. 29.6	m. 35.4
m. 4.1	m. 8.7	m. 3.3
w = 47.13 %	w = 53.68 %	w = 57.89 %
No. 2		
m. 43.2	m. 38.1	m. 38.7
m. 38.1	m. 28.6	m. 35.4
m. 5.1	m. 9.5	m. 3.3
w = 53.68 %	w = 28.6 %	w = 57.89 %
No. 1		
m. 38.7	m. 35.4	m. 38.7
m. 35.4	m. 29.7	m. 35.4
m. 3.3	m. 5.7	m. 3.3
w = 57.89 %	w = 29.7 %	w = 5.7 %
No. 4		
m. 44.7	m. 39.5	m. 42.3
m. 39.5	m. 29.7	m. 37.0
m. 5.2	m. 9.8	m. 5.3
w = 53.06 %	w = 29.7 %	w = 10.2 %
No. 5		
m. 43.6	m. 38.8	m. 42.3
m. 38.8	m. 29.7	m. 37.0
m. 4.8	m. 9.2	m. 5.3
w = 52.17 %	w = 29.7 %	w = 10.2 %
No. 9		
m. 42.3	m. 37.0	m. 42.3
m. 37.0	m. 26.8	m. 37.0
m. 5.3	m. 10.2	m. 5.3
w = 51.96 %	w = 26.8 %	w = 10.2 %
塑性限界試験		
No. 6		
m. 35.5	m. 34.5	m. 35.9
m. 34.5	m. 29.5	m. 34.6
m. 1.0	m. 5.0	m. 0.8
w = 20.00 %	w = 29.5 %	w = 4.5 %
No. 7		
m. 33.2	m. 32.6	m. 35.9
m. 32.6	m. 29.6	m. 34.6
m. 0.6	m. 3.0	m. 3.6
w = 20.00 %	w = 29.6 %	w = 30.1 %
No. 8		
m. 35.9	m. 34.6	m. 35.9
m. 34.6	m. 30.1	m. 34.6
m. 0.8	m. 4.5	m. 0.8
w = 17.78 %	w = 30.1 %	w = 4.5 %

液性限界 w _L	塑性限界 w _p	塑性指数 I _p	備考 試料の調製方法などを記入する。
51.0 %	19.3 %	31.7	

JIS A 1201 1204	土の試料調製・粒度試験 (ふるい分け試験)	記録用紙
--------------------	-----------------------	------

調査名・調査地点 試験年月日 85年 4月 26日

試料番号・深さ: No 砂 (m ~ m) 試験者 古谷保

試料調製	JIS A 1201, 4.1の全空気乾燥試料質量 m		JIS A 1201, 4.2の2000 μ mふるいに残留した試料の水洗い後の乾燥質量 m_1	
	(全空気乾燥試料+容器) 質量 g	775.0	(m_1 +容器) 質量 g	641.0
	容器 (No) 質量 g	193.8	容器 (No) 質量 g	193.7
	全空気乾燥試料質量 m g	581.2	2000 μ mふるいに残留した水洗い後乾燥質量 m_1 g	447.3
2000 μ mふるい通過試料の空気乾燥試料質量 $m - m_1 = 133.9$ g				

I 2000 μ mふるい通過試料の含水比測定

Na	Na	Na	平均含水比 $w = 0\%$
m_a	m_b	m_c	
m_s	m_t	m_u	
$w = \dots\%$	$w = \dots\%$	$w = \dots\%$	

II 2000 μ mふるい通過乾燥試料質量 $m_2 = \frac{100(m - m_1)}{100 + w} = 133.9$ g

III 全乾燥試料質量 $m_0 = m_1 + m_2 = 751.7$ g

IV $\frac{m_2}{m_0} = \frac{2000 \mu\text{m ふるい 通過 乾燥 試料 質量}}{\text{全 乾燥 試料 質量}} = 0.178$

V 2000 μ m残留分のふるい分け (m_1 についてのふるい分け)

ふるい	容器 No	(残留土+容器)質量 g	容器質量 g	残留土質量 g	残留率 ^{注1)} %	加積残留率 ^{注1)} %	加積通過率 ^{注1)} P %
50.8 mm				0			
38.1 mm				0			
25.4 mm				0			
19.1 mm				0	0	0	100.0
9.52 mm				131.6	22.6	22.6	77.4
4760 μ m				123.6	21.3	43.9	56.1
2000 μ m				176.9	30.4	74.3	25.7

VI 2000 μ m通過分のふるい分け (比重浮ひによる粒度測定を行わない場合の m_2 についてのふるい分け)

ふるい	容器 No	(残留土+容器)質量 g	容器質量 g	残留土質量 g	残留率 ^{注2)} %	加積残留率 ^{注2)} %	加積通過率 ^{注2)} P %	補正加積通過率 $P \times \frac{m_1}{m_0} \%$
840 μ m				194.5	63.9	63.9	36.1	14.5
420 μ m				73.7	24.2	88.1	11.9	4.78
250 μ m				22.0	7.2	95.3	4.7	1.89
105 μ m				10.9	3.6	98.9	1.1	0.44
74 μ m				1.1	0.4	99.3	0.7	0.28

備考

注1) m_0 に対する質量百分率で表す。
 注2) m_2 に対する質量百分率で表す。

JIS A 1204	土の粒度試験 (2000 μ mふるい通過部分)	記録用紙
------------	------------------------------	------

調査名・調査地点 試験年月日 85年 9月 29日
 試料番号・深さ: No 粘土 (m ~ m) 試験者 古谷 保

(気乾試料+容器)質量= g 土粒子の比重 $G_s = 2.60$
 容器 (No) 質量= g 塑性指数 $I_p = 31.7$
 気乾試料質量 $m_s = 53.7$ g 分散剤 ケイ酸ナトリウム
 $\frac{m_s}{m_0} = 0.9963$

I. 気乾試料の含水比測定

Na m_s m_w $w =$ %	Na m_s m_w $w =$ %	Na m_s m_w $w =$ %	平均含水比 $w = 0$ %
---------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	--------------------

乾燥試料質量 $m_{11} = \frac{100m_s}{100+w} = 53.7$ g

II. 比重浮ひょう試験

容器No メスシリンダーNo 1 比重浮ひょうNo 41156

測定時刻	経過時間 t min	比重浮ひょう読み		測定時の水温 T °C	有効深さ L mm	$\frac{L}{60t}$ mm/s	$\sqrt{\frac{L}{60t}}$	$\sqrt{\frac{0.018g}{G_s - 1}}$	粒径 D_{25} μ m	補正係数 F	$r + F$	P \times M %	補正加積通過率 $P \times \frac{m_s}{m_0}$ %
		小数部分のみ	$r + C_w$										
8:31													
32	1	0140	0145	26.5	14.56	0.2426	0.4926	0.03146	0.0155	0.00215	0.01665	50.19	50.01
33	2	0120	0125	26.5	15.10	0.1258	0.3547	"	0.01115	"	0.01465	44.16	44.00
36	5	0095	0100	26.5	15.64	0.0521	0.2282	"	0.00717	"	0.01215	36.63	36.49
46	15	0060	0065	26.5	16.37	0.0181	0.1345	"	0.00423	"	0.00844	26.07	25.98
9:01	30	0040	0045	26.5	16.82	0.0093	0.0964	"	0.00303	"	0.00665	20.049	19.97
31	60	0025	0030	27.0	17.25	0.0047	0.0685	0.03128	0.00214	0.0023	0.0053	15.97	15.92
12:31	240	9990	9995	32.0	17.90	0.0012	0.0346	0.02978	0.00102	0.0037	0.0032	9.65	9.61
8:31	1440	9990	9995	24.0	17.90	0.0002	0.0141	0.0324	0.00045	0.0016	0.0011	3.316	3.30

$\frac{1}{m_w/V} = 18.62$ cm³/g $\frac{G_s}{(G_s - 1)} \rho_w = 1.619$ g/cm³ $M = \frac{100}{m_s/V} \frac{G_s}{(G_s - 1)} \rho_w = 3015$

m_w/V : 懸濁液 1 ml 当たりの乾燥試料質量

メニスカス補正 $C_w = 0.0005$

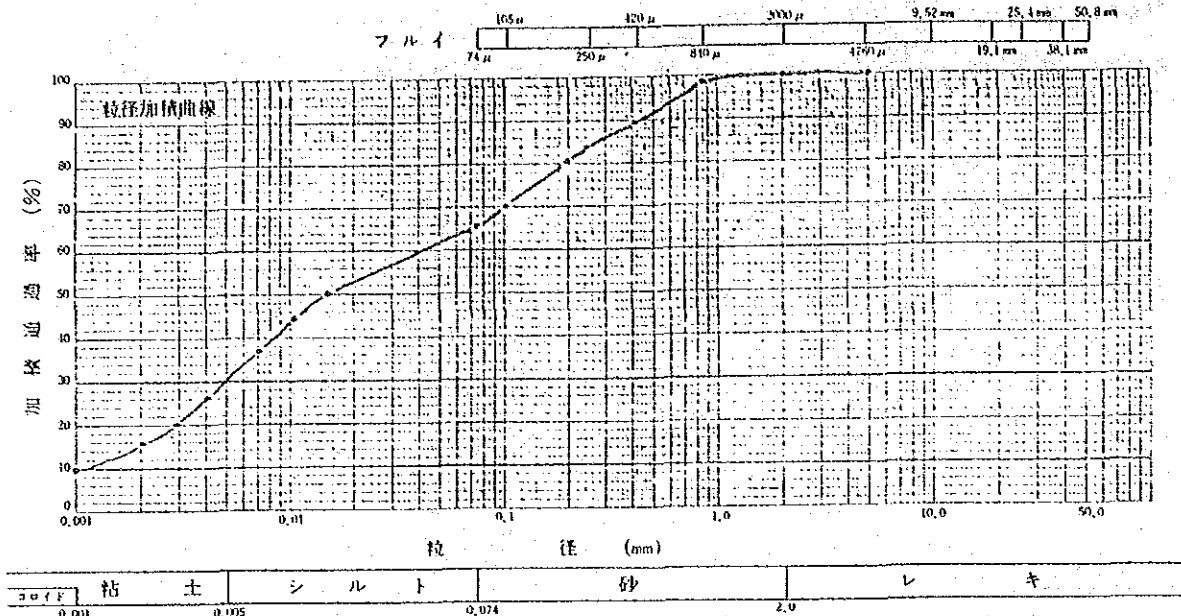
III. ふるい分け試験

ふるい	容器 No	(残留土+容器) 質量 g	容器質量 g	残留土質量 g	残留率 %	加積残留率 %	加積通過率 P %	補正加積通過率 $P \times \frac{m_s}{m_0}$ %
840 μ m				0.92	1.71	1.71	98.29	97.92
420 μ m				4.64	8.64	10.35	89.65	89.32
250 μ m				3.28	6.10	16.45	83.55	83.24
105 μ m				7.12	13.26	29.71	70.29	70.03
74 μ m				2.36	4.39	34.10	65.90	65.65

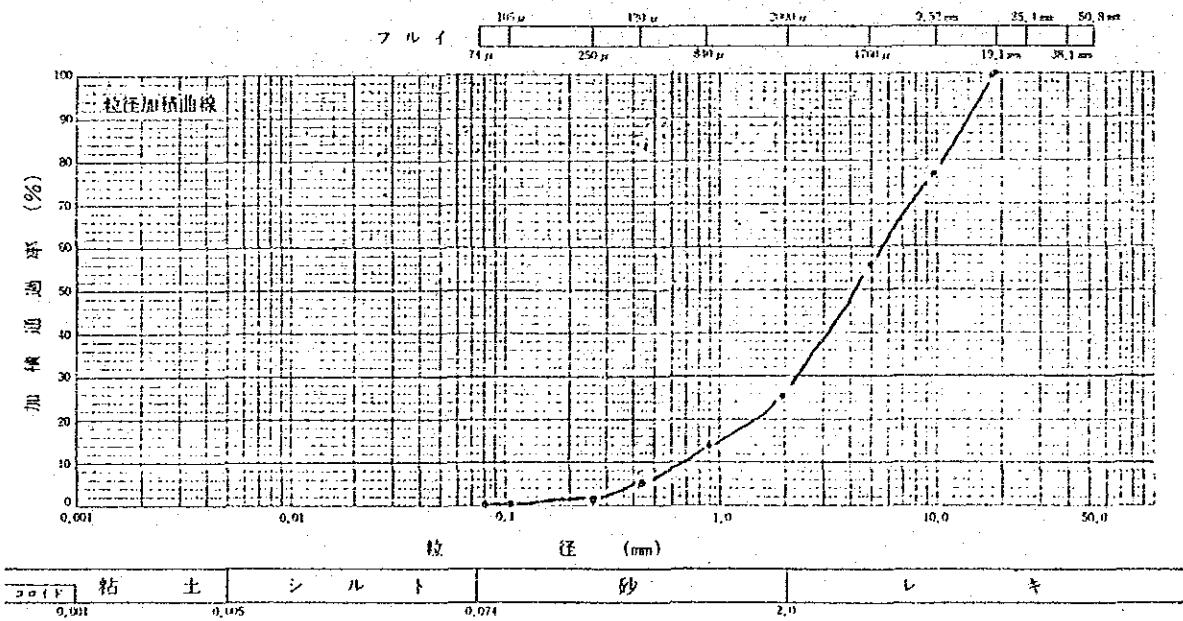
備考

(注) m_s に対する質量百分率で表す。

粘土の粒径加積曲線



砂の粒径加積曲線



JIS A 1210 突固めによる土の締固め試験 記録用紙

調査名・調査地点 試験年月日 1985年 5月 2日
 試料番号・深さ: No. 粘土 (m ~ m) 試験者

試験目的: (普通締固め試験) CBR締固め試験 試験方法(呼び名)
 突固め方法: (第1方法) 第2方法, その他^{注1)} 試料の準備方法: (乾燥法) 非乾燥法
 含水比: 乾燥処理前 % 乾燥処理後 % 試料の使用別: (繰返し法) 非繰返し法
 モールド: No 質量: (モールド, 底板, スペーサーディスク) 計 5.715 kg
 容量 (10cmモールド 1000cm³) 15cmモールド 2200cm³ その他 cmモールド cm³

測定番号	1	2	3	4	
(湿潤試料+モールド)質量 kg	7.451 kg	7.576	7.588	7.480	
湿潤試料質量 kg	1.736 kg	1.861	1.877	1.765	
湿潤密度 ρ_t t/m ³	1.736 g/cm ³	1.861	1.873	1.765	
含水比測定	No. 7 m _a 39.6 m _b 38.2 m _c 38.2 m _d 29.7 m _w 1.4 m _s 8.5 w = 16.47 %	No. 10 m _a 46.0 m _b 43.1 m _c 43.1 m _d 30.6 m _w 2.9 m _s 12.5 w = 23.2 %	No. 12 m _a 49.7 m _b 45.5 m _c 45.5 m _d 29.2 m _w 4.2 m _s 16.3 w = 25.8 %	No. 15 m _a 43.4 m _b 41.5 m _c 41.5 m _d 30.6 m _w 1.9 m _s 10.9 w = 17.4 %	
	No. 8 m _a 43.7 m _b 41.6 m _c 41.6 m _d 30.1 m _w 2.1 m _s 11.5 w = 18.26 %	No. 11 m _a 43.1 m _b 40.4 m _c 40.4 m _d 29.0 m _w 2.7 m _s 11.4 w = 23.68 %	No. 13 m _a 45.3 m _b 42.3 m _c 42.3 m _d 30.9 m _w 3.0 m _s 11.9 w = 26.3 %	No. 14 m _a 40.4 m _b 39.0 m _c 39.0 m _d 29.1 m _w 1.4 m _s 9.9 w = 14.14 %	
	平均含水比 w %	17.37	23.49	26.06	15.77
	乾燥密度 ^{注2)} ρ_d t/m ³	1.47	1.50	1.48	1.52

測定番号	5	6	7	8	
(湿潤試料+モールド)質量 kg	7.362				
湿潤試料質量 kg	1.647				
湿潤密度 ρ_t t/m ³	1.647				
含水比測定	No. 16 m _a 43.8 m _b 41.9 m _c 41.9 m _d 29.4 m _w 1.9 m _s 12.5 w = 15.2 %	No. m _a m _b m _c m _d m _w m _s w = %	No. m _a m _b m _c m _d m _w m _s w = %	No. m _a m _b m _c m _d m _w m _s w = %	
	No. 17 m _a 42.3 m _b 40.5 m _c 40.5 m _d 29.6 m _w 1.8 m _s 10.9 w = 16.5 %	No. m _a m _b m _c m _d m _w m _s w = %	No. m _a m _b m _c m _d m _w m _s w = %	No. m _a m _b m _c m _d m _w m _s w = %	
	平均含水比 w %	15.85			
	乾燥密度 ^{注2)} ρ_d t/m ³	1.42			

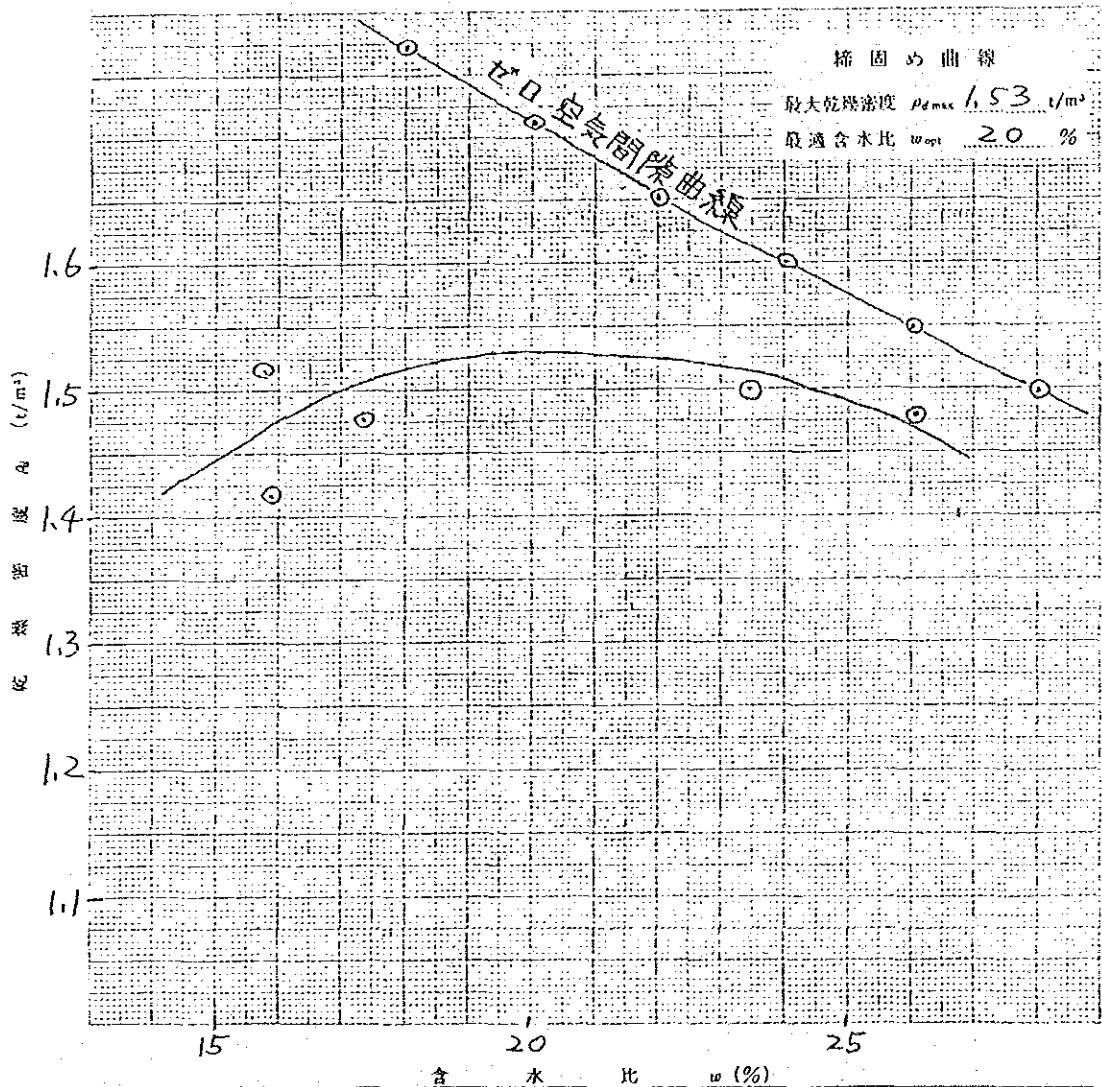
備考 注1) その他の突固め方法 ランマー質量 2.5 kg, 落下高 cm, 突固め回数 25 回/層, (3)層

注2) 乾燥密度 $\rho_d = \frac{\rho_t}{w + 100} \times 100$ t/m³

調査名・調査地点: _____ 試験年月日: _____ 年 _____ 月 _____ 日
 試料番号・深さ: No. 粘土 (m ~ m) 試験者: 古谷 保

試験目的: 普通締固め CBR締固め 乾燥処理前含水比 _____ % 乾燥処理後含水比 _____ %
 試験方法(呼び名): _____ 試験開始前含水比 ^(注1) _____ % 土粒子の比重 _____
 突固め方法: 第1方法 第2方法, その他^(注1) 試料の準備方法: 乾燥法 非乾燥法
 モールド内径: 10cm 15cm _____ cm. 試料の使用別: 繰返し法 非繰返し法
 試料許容最大粒径 _____ mm 許容最大粒径以上の粗粒分の乾燥質量百分率 _____ %

測定番号	1	2	3	4	5	6	7	8
乾燥密度 ρ_d (t/m ³)	1.47	1.50	1.48	1.52	1.42			
平均含水比 w %	17.37	23.44	26.06	15.77	15.89			



備考
 注1) その他の突固め方法 ランマー質量 ≥ 2.5 kg, 落下高 30 cm, 突固め回数 25 回/層, (3)層
 注2) 非乾燥法を用いた場合
 ゼロ空気間隙曲線 $\rho_{d,max} = \frac{\rho_s}{1/G_s + w/100}$ t/m³

土の透水試験 (定水位) 記録用紙

調査名・調査地点 試験年月日 年 月 日

試料番号・深さ: No. 砂 (m - m) 試験者 古谷保

試験器番号: No. 試験の状態: 乱した試料, 乱さない試料 最大粒径 mm

供試体作製方法 10cm モールドによる普通締固め 土質名称

供試体飽和方法 試験用水

供試体・容器	供試体の状態			試験前	試験後	試験前含水比 ^(注1)	
	直徑 cm	断面面積 A cm ²	長さ L cm			(供試体+容器)質量 m _a g	質量 m = m _a - m _c g
直徑	9.75	77.76	12.45	7725		20	20
断面面積				1079			37.1
長さ							36.7
体積 V = A · L	968.11						30.5
浸透流路の長さ ℓ	10.5						6.45
容器質量 m _c	664.6					21	21
土粒子の比重 G _s							36.8
							36.4
測定番号	1	2	3	4	5		m _c g 29.8
測定開始時刻 t ₁							w % 6.10
測定終了時刻 t ₂							容器 No 22
測定時間 t ₂ - t ₁	60	120	180	300			m _a g 37.7
水頭差 h, H ^(注1)	18.8	←	←	←			m _b g 37.2
① 動水勾配 i = h/ℓ, H/L ^(注1)	1.79	←	←	←			m _c g 29.5
A(t ₂ - t ₁)	4665.6	9331.2	13996.8	23328			w % 6.49
透水量 Q	35	68	97	159			平均含水比 w = 6.35%
② Q/A (t ₂ - t ₁)	0.00750	0.00728	0.00693	0.00681			試験後含水比 ^(注2)
k _r = ②/①	0.00419	0.00407	0.00387	0.00380			容器 No
測定時の水温 T	27	27	27	27			m _a g
補正係数 η _r /η ₁₅	0.748	0.748	0.748	0.748			m _b g
k ₁₅ = k _r · η _r /η ₁₅	3.1 × 10 ⁻³	3.0 × 10 ⁻³	2.9 × 10 ⁻³	2.8 × 10 ⁻³	× 10 ⁻³		m _c g
k ₁₅ の平均値	2.95 × 10 ⁻³						w %

備考

注1) ピエゾメーターのある場合 h, ℓ
ピエゾメーターのない場合 H, L

注2) $w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100$

m_a: (湿潤土+容器)質量

m_b: (乾燥土+容器)質量

m_c: 容器質量

一面セリ断試験 (UU・CU (CD)) 報告用紙

調査名・調査地点 □-△ 試験年月日 60年 6月 11日
 試料番号・深さ: No. (m ~ m) 試験者 古谷 保

供試体番号	No. <u>1</u>	試験機	型式 <u>在来型</u>	排水条件	(圧密)・非圧密 (等圧) 慢速・等休積・急速
試料の状態(詰め方) ※初期間隙比	<u>3層25回 圧入 締め</u>	番号	No. <u>1</u>	セリ断方法	(ヒヤミ制御) 応力制御・両者兼用
試供試 前体 寸法	直径 cm	番号	No. <u>1013</u>	セリ断速度	応力増加速度 kg/cm ² /min
	断面積 A cm ²	校正係数	<u>0.010</u> kg/cm ² /10g mm	セリ断速度	(変位速度) <u>1.0</u> mm/min
	高さ h. cm	番号	No. <u> </u>	垂直荷重 σ _c	<u>0.388</u> kg/cm ²
	体積 V. cm ³	校正係数	<u> </u> kg/cm ² /10g mm		

供試前体重量	容器番号・重量	セリ断過程 (室温 <u>32</u> °C)						
容器+供試体重量 g	No. / (<u>102.1</u>)	測定時刻	水平変位	セリ断応力	(垂直変位) または垂直応力			
供試体重量 W _s g	<u>185.4</u>	経過時間	ダイヤルゲージ読み 10g mm	変位 mm	ダイヤルゲージ読み 10g mm	応力 kg/cm ²	ダイヤルゲージ読み 10g mm	
※供試体乾燥重量 W _d g	<u>48.19</u>						変位 mm 応力 kg/cm ²	
含水比の測定	Na <u>8</u>							
	W _s <u>47.5</u>	W _d <u>42.4</u>						
	W _s <u>42.4</u>	W _d <u>30.3</u>	0	0	0	0	0	
	W _s <u>5.1</u>	W _d <u>12.1</u>	10	0.1	88	0.959	1.5	0.015
	w = <u>42.15</u> %		20	0.2	95	1.035	2.0	0.020
	Na		50	0.5	95	"	2.2	0.022
	W _s _____	W _d _____	100	1.0	95	"	2.0	0.020
	W _s _____	W _d _____	150	1.5	75	0.817	2.0	0.020
	W _s _____	W _d _____	200	2.0	61	0.665	2.0	0.020
	w = _____ %		250	2.5	58.5	0.637	2.0	0.020
Na		300	3.0	56.0	0.610	2.0	0.020	
W _s _____	W _d _____	400	4.0	54.0	0.588	2.0	0.020	
W _s _____	W _d _____	500	5.0	63.0	0.577	2.0	0.020	
W _s _____	W _d _____	600	6.0	51.0	0.556	2.1	0.021	
w = _____ %		700	7.0	49.0	0.534	2.2	0.022	
平均含水比 w = <u>42.15</u> %		800	8.0	49.5	0.539	2.6	0.026	
圧密過程 (室温 °C)		900	9.0	47.0	0.512	2.9	0.029	
測定時刻経過時間	ダイヤルゲージ読み 10g mm	圧密量 no	1000	10.0	47.0	0.512	3.0	0.030

備考

※ 砂質土で所定の含水比に調整する場合に記入する。 ※ W_d = $\frac{W_s}{1+w}$

調査名・調査地点 □-4

試験年月日 60年6月17日

試料番号・深さ: No. _____

(_____ m - _____ m)

試験者 古谷保

試験機番号		No. 1	6月17日		室温 29 °C	6月18日		室温 30 °C
圧密リング	リング No.	1	圧力 0.1 kgf/cm ²		圧密量 (ダイヤルゼロ読み, 1/100%)	圧力 0.2 kgf/cm ²		圧密量 (ダイヤルゼロ読み, 1/100%)
	高さ h ₀ cm	2.00	測定時刻	経過時間		測定時刻	経過時間	
	内径 D cm	6.00	10:09	6 s	2.0	10:09	6 s	10.8
	断面積 A cm ²	28.27		9	2.5		9	10.9
	容積 V cm ³	56.54		15	2.9		15	11.0
	質量 m _R g	96.3		30	3.0		30	11.1
試験前測定	供試体+リング質量 m ₁ g	178.7	10:10	1 min	3.2	10:10	1 min	11.3
	リング質量 m _R g	96.3		1.5	3.7		1.5	11.7
	供試体質量 (m ₁ -m _R) g	82.4	10:12	2	3.8	10:12	2	11.9
	湿潤密度 ρ _w g/cm ³	1.46		3	4.1		3	12.0
試験後測定	容器 No.	1		5	4.1		5	12.2
	容器質量 m _r g	96.3		7	4.3		7	12.5
	(乾燥供試体+容器)質量 m ₂ g	141.51		10	4.9		10	12.8
	乾燥供試体質量 (m ₂ -m _r) g	45.21		15	5.0		15	12.8
	初期含水比 w ₀ %	44.8		20	5.8		20	12.9
	初期含水比測定(前りくすによる)			30	6.5		30	13.2
備考	容器 No.	12		40	6.8		40	13.2
	m ₀ g	46.0	11:09	1 h	7.1	11:09	1 h	13.5
	m ₁ g	41.3	11:39	1.5	7.1		1.5	13.5
	m ₂ g	30.8	12:09	2	7.1	12:09	2	13.6
	w %	44.8	13:09	3	7.1	13:09	3	14.0
	平均含水比 w ₀ = 44.8 %		16:09	6	7.6	16:09	6	14.4
	容器 No.	12	6/18	24	8.2	6/18	24	14.8
	m ₀ g	46.0	10:09			10:09		
	m ₁ g	41.3						
	m ₂ g	30.8						

注) m₀: (湿潤土+容器)質量
 m₁: (乾燥土+容器)質量
 m₂: 容器質量

WORKING REPORT

Tauotsu FURUYA

- I. I came to Honduras as a short-term expert of the soil testings and stayed at C.E.D.A. from April 4 th to June 21 th. Main Jobs that has been done staying at C.E.D.A., is to adjust the laboratory of soil and to teach the methods of soil testings. The soil testings that has been done staying at C.E.D.A., are as follows.
1. Test for specific gravity of soils.
 2. Test for moisture content of soils.
 3. Grain-size analysis of soils.
 4. Test for liquid limit and plastic limit of soils.
 5. Test for moisture-density relation of soils using rammer.
 6. Laboratory test for the California bearing ratio of soils.
 7. Test for permeability of soils.
 8. Direct shear test of soils.
 9. Test for consolidation of soils.
- II. The soil testings that has not been done are as follows.
1. Unconfined compression test of soils.
 2. Test for density of soil by the sand replacement method.
 3. Field test for the California bearing ratio of soils.
 4. Standard penetration test for soils.
 5. Swedish weight sounding.
- III. Contents on each method of soil testing and the conditions of preparation of testing apparatus.
1. Test for specific gravity of soils.
However this test is prescribed to use the measuring apparatus that has the sensitivity of 0.001g, we had to do the test with that of 0.1g because only this apparatus had been prepared. Other instruments necessary for the test have been all prepared. But Mathematical Tables for analysis are not perfect because of the difference between the climate of Japan and that of Honduras. It needs to make the tables fitting for the climate of Honduras.
 2. Test for moisture content of soils
The test seems to be the simplest in soil testings, and the necessary instruments for the test have been all prepared.
 3. Grain-size analysis of soils

It needs the considerable effort to master this test because of its complexity. Especially, the exact analysis of clays are difficult. This is one of the most difficult tests of soil testings. The necessary instruments have been all prepared, but the mathematical tables for analysis being imperfect, it needs to make the tables fitting for the climate of Honduras.

4. Test for liquid limit and plastic limit of soils.

This is one of the comparatively simple tests in soil testings, but one of the skilled test to master. It is important to exercise repeatedly. The necessary instruments have been all prepared.

5. Test for moisture-density relations of soils using rammer.

This is the very simple test itself. It is sufficient to master by several exercises, however it needs considerable labor. The necessary instruments have been all prepared.

6. Test for the California bearing ratio of soils.

The designed CER test, the modified CER test and field CER test belong to this test. It needs time and effort to do and to master. The simplest type instruments for the test have been prepared.

7. Test for permeability of soils

This test is very simple and can be mastered soon. However, in the case of the variable head permeability test, the quantity of evaporation being large in the condition of high temperature in Honduras, it needs the attention to error. The necessary instruments have been all prepared.

8. Direct shear test.

This is the test for measuring the shearing strength and one of the most important soil testings. However, this test has the trouble of apparatus itself, for example, the friction between the specimen and the shear box cannot be removed, and then, this apparatus does not commonly used except for the very rare revised ones. commenting the apparatus in C.E.D.A., 1) The clearance between upper and lower shear box can not be taken, and shear strength will be measured too large because of the occurrence of the friction between upper and lower shear box. 2) Because the friction between the specimen and the shear box can not be removed, the shear strength will be measured too small in the case of normally consolidated clays, and it will be measured too large in the case of overconsolidated specimens. 3) Because the shear box is not in the water bath, the drained tests of overconsolidated specimens cannot be done.

There are some troubles in direct shear test apparatus as above mentioned, and the standard

method of this test has not been prescribed in JIS, therefore, the triaxial compression test apparatus is now commonly used in the practical design business.

9. Unconfined compression test of soils.

This test is very simple and can be mastered soon. The necessary instruments have been all prepared.

10. Test for consolidation of soils.

Needing 9 days to ^{do} this test, but not being difficult, this test can be mastered soon. Two excellent apparatus have been prepared.

11. Test for density of soil by the sand replacement method.

However this method is more complex than that by the water replacement method, this is often utilized because of its precision and broad application. Smart instruments have been prepared. It needs to accumulate a large quantity of clean and homogenous fine sand for this test.

12. Standard penetration test for soils

This is one of the tests that is often utilized in field survey. This test can be soon understood because of its simplicity, but it needs many labor to do. Three woods with 5 m length must be prepared for this test. Other instruments have been prepared.

13. Swedish weight sounding

Mainly being for the poor ground, this method has more narrow application than the standard penetration test however simpler and more convenient method. It need many labor to do, because it does not easy to draw out the rod that has once penetrated into the ground. The necessary instruments have been all prepared.

14. Triaxial compression test

This the most important and fundamental test in the laboratory soil testings. It needs many exercises and studies to master this test. The apparatus for this test has been now not prepared in the laboratory of C.E.D.A.. It is desired to prepare in future the apparatus, that has the ability for the practical design business.

IV. Important point to master the soil testings.

1. Understanding of the methods of standard soil testings.

Methods of soil testings are prescribed in ASIM, JIS, BS, DIN. In Japan, text-books such as "Methods of soil testings" and "Methods of soil surveys" have been published by the society of soil mechanics and foundation engineering, and the methods contained

in JIS are described in these textbooks.

"Exercise book of soil testings", "Exercise book of soil surveys" and "The slides of the methods of soil testings" have been also published by the society, being very difficult to memory all know-how of the methods of soil testings because of those large quantity, these textbooks are indispensable to do exactly the standard soil testings. Therefore, it needs to have the textbooks in Spanish of the standard method of soil testings in C.E.D.A.. It is considered to be better to translate into Spanish from JIS in English, ASIM, etc..

(ii) Exercise for oneself

The beginner of the soil testings must exercise repeatedly for himself studying the textbooks at the same time of being taught practical techniques from experts, because the practices of the soil testings can be understood but can not be mastered by only watchings of experiments and hearings of the explanations. Exercise for oneself is the most important and fundamental point.

(iii) Data sheets must be prepared.

Considerable know-how of the soil testings have been gathered in data sheets. It needs to have the data sheets translated into Spanish in order to do the soil testings in C.E.D.A.. It is very difficult to do exactly and rapidly the soil testings unless with the proper data sheets, however being necessary considerable labor to make.

Tomotsu J. Aruya



JICA