

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

1987年1月

国際協力事業団

農開技

JR

86-63



JICA LIBRARY



1052319[9]



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

1987年1月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'87. 5. 29	613
登録 No.	16496	83.3
		ADT

## 序 文

ホンデュラス農業開発研修センター計画は、同国のかんがい農業開発事業を計画、実施する目的として、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。

昭和60年1月には無償資金協力によるセンター建物が完成し、協力活動の基盤が確立された。その間、試験栽培、実験、教材作成等を行ない、同年10月に第1回の研修が実施され、今年度も各研修コース（上、中、初級）が予定され、一層充実した活動が展開されつつある。

本報告書は、長期専門家としてその任期を満了して帰国された北村亨（栽培）専門家をはじめとして、篠田裕見（教材作成）、秀島好信（コンクリート及び材料試験）、五島康（水管理）の各短期専門家のプロジェクトにおける活動実績を取りまとめたものであり、今後における執務の参考とされ、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、御協力頂いた帰国専門家各位に対し、厚く御礼申し上げるとともに、今後とも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62年1月

国際協力事業団  
農業開発協力部長  
宮 本 和 美





## 目 次

I 北村 享（栽培）	1
II 篠田 裕見（教材作成）	39
III 秀島 好信（コンクリート及び材料試験）	83
IV 五島 康（水分管理）	95



I. 北村 亨 専門家（栽培）

派遣期間 S 5 9. 2. 2 6 ~ S 6 1. 2. 2 5



## 目 次

I	まえがき	5
II	栽培部門研修計画の概要	6
	① 計画立案に至る背景	6
	② 計画立案のための基本問題	7
	③ 研修内容	8
	④ 圃場運営計画	9
III	栽培部門教材作成業務	11
	① 栽培テキスト I (基礎編)	11
	② 栽培テキスト II (応用編)	11
	③ 栽培テキスト III (実習編)	11
	④ 栽培大要	12
	⑤ 栽培各論 (イネ水田移植栽培)	12
	⑥ 栽培各論 (イネ直播栽培)	12
IV	物物試験栽培結果の概要	13
	① トウモロコシ適品種選抜試験	13
	② トウモロコシ施肥適量検定試験	14
	③ イネ適品種選抜試験	16
	④ イネ品種保存	18
	⑤ イネ施肥適量検定試験	19
	⑥ 作付体系に関する試験	21
	⑦ 雨期における太陽放射量の測定	23
	⑧ 雨期における土壌水分の測定	24
	⑨ 張力-水分曲線および土壌のインテーク	25
V	栽培部門における今後の問題点	28
	① 教材およびカリキュラム	28
	② 栽培試験	28
	③ 農場管理	32
付	表	34



## I ま え が き

筆者は1984年2月から1986年2月までボンジュラス農業開発研修センターにおいて栽培部門の教科書、カリキュラムなどの作成および栽培試験の計画と実施に協力した。1984年は主としてテグンガルバ市の天然資源省水資源局に勤務し、教科書の作成に従事すると共にコマヤグワ市のセンター集約管理農場で栽培試験に従事した。1985年はコマヤグワ市に移転し、同様の業務に従事した。この間に、計画打合せチーム（1984年3月）および巡回指導チーム（1985年3月）の来訪があり、教材作成計画、栽培試験計画などについて協議し、それらの結果を基に具体的方針を定めた。

センターの全体構成については省略するが、所属した栽培課におけるカウンターパートの構成メンバーは次のとおりである。

カウンターパート氏名	職名	配属年月	学歴
OSCAR ARMANDO CASTILLO ESCOBER	栽培課長	1984. 5	ホ大農1974, プエルトルコ大野菜修士1978.
JOSE MARIA MISELEM LACA	課員	1984. 3	マイアミ大農1980, ルイジアナ大野菜修士
CARLOS ARTURO MOYA RIVERA	課員	1984. 6	ホ大農1980, ベネエズエラ CIDIAT 土壌修士
EDUARDO VIERA PASMINO	機械管理 担当	1985. 1	ホ大農1980.
ELVIN CALDERON	農場管理 補助	1984. 8	ホ大農1983.

その他、圃場管理主任（1名）、トラクタ運転手（1名）、圃場作業員（常雇用10名、臨時雇用約30名）などが所属している。

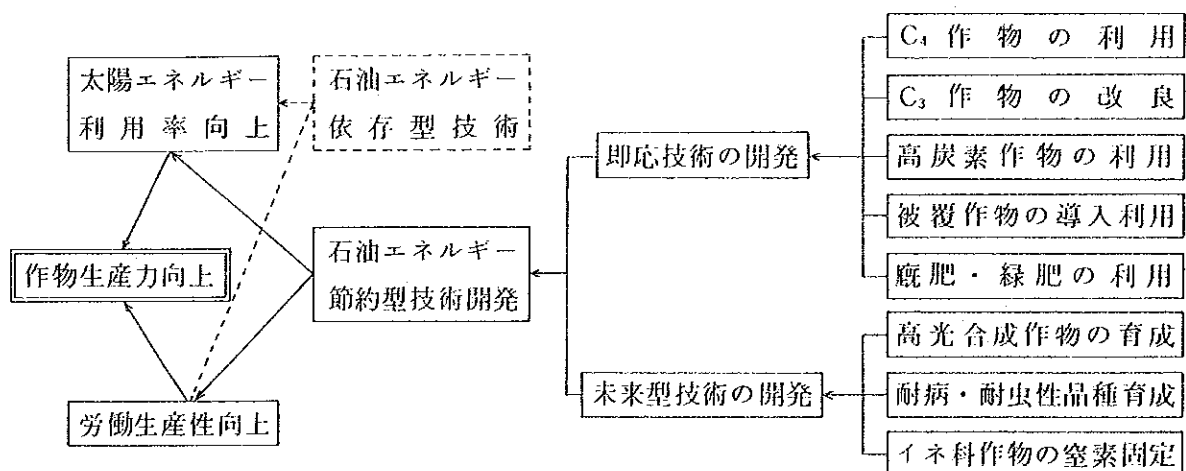
業務の遂行にあたり、センター職員各位をはじめ、ホ国政府関係各位には常に温かい好意と多大なる協力を頂いた。ここに深甚なる感謝の意を表するものである。また、派遣中の専門家各位には公私共に御支援を頂き、外務省、農林水産省、在ホンジュラス大使館、国際協力事業団関係各位には格別なる御高配を賜った。厚く御礼申上げる次第である。

## II 栽培部門研修計画の概要

### (1) 計画立案に至る背景

ホンジュラス農業において生産量の安定と向上は最も重要な問題である。現在、ホ国においては食糧の自給と消費が統計的にはほぼバランスがとれているといわれているが、不安定な生産量と偏在的な配分は潜在的食糧不足をもたらしていると考えられる。更に年間3%にも及ぶ人口の増加率は近い将来において本格的食料不足の時代が到来することも懸念される。一方、輸出向農産物並びに都市近郊における野菜などの生産性向上はホ国経済の発展と生活水準の向上に重要な役割を果たすものである。

さて、現代農業において多くの先進工業国が達成した作物の高い太陽エネルギー利用率、労働生産性および土地生産性は、主として工業生産部門が石油エネルギーの多用によって生産した供給物資（肥料・農薬・機械・資材）を利用することによって可能になったのである。しかし、反面において食品・環境の汚染をもたらしており、各国はこの代替技術の開発に困難な努力を強いられている。ではホ国において作物生産力向上を目標とした農業技術の方向をどのように位置づけたらよいであろうか。石油エネルギー依存型農業は工業生産部門をもたないホ国において、しかもその不可避的なデメリットを考えると、どうしても避けねばならず可能なかぎり石油エネルギー節約型農業を推進せざるを得ないであろう。しかし、現在一部地帯で行なわれている人力・畜力・緑肥というプリミティブなエネルギーのみでは太陽エネルギー利用率の著しい上昇を望み得ないと思われる。現存する貴重な耕地生体系を維持しながら着実な作物生産力の向上をはかるためには、極めて困難ではあるが、石油エネルギー依存型農業技術に代わる即応技術の開発と実施およびバイオテクノロジーを応用した未来型技術の開発利用を積極的に推進することが望ましいのである。これを模式図で示すと第1図のようになる。ここで点線の部分は縮少する技術を示す。



第1図 石油エネルギー節約型技術開発と作物生産力向上へのアプローチ



## (2) 計画立案のための基本的問題

年間、乾期と雨期が明確に区分され、両者がほぼ同期間存在するホ国の立地条件の下では、かんがいの必要性は論をまたず、かんがいが生産性向上にもたらす効果は大いに期待できる。この意味においてかんがい技術を中心とした本プロジェクト計画の発足は意義の深いものがある。そこで筆者の担当する栽培部門の立場からかんがい栽培技術導入に関する基本的問題点について若干検討してみたい。

筆者は本プロジェクト計画時前調査の一環としてさきに行なわれた長期調査のためホ国を訪れ、ホ国農業実態についてその一端に触れる機会を得た。その際、特に強調したことは、ホ国におけるかんがい栽培の推進にはとくに作物の栽培環境に適合する合理的水利用方式の検討と地力増進を基盤とする増収技術の検討の重要性であった。すなわち、主としてカンピソルを中心に分布しているホ国の土壤は、全般に地力に乏しいため、無秩序なかんがいの実施は土壤作物物理性の悪化と土壤養分の溶脱をもたらす、直に農産物の飛躍的増収に結び付かないのである。したがってかんがいによる長期的な増収効果を確実なものとして実現するためには、合理的な栽培技術の定着と適正な土壤管理技術が伴う必要がある。また、食糧作物を対象としてかんがいを導入する場合、生産収入とコストとのアンバランスが予想される。これには政治的、社会経済的になんらかの対応策が必要であろうが、栽培技術の立場からみると、可能な限り低コストの作物栽培方式を確立することが肝要であり、そのための長期的視野に立った基礎的技術の開発が先行課題になる。以上の視点から、センターの教科の中で取扱うべき基本的問題点は次のように考えられる。

- (1) 本地域における年間を通じて存在する豊富な太陽エネルギーを効率的に作物体内に吸収して物質生産を高めるには絶対的乾燥条件における作物体内水分不足による光合成能力の低下をどのように克服するかにかかっていると見える。それ故、乾燥条件で蒸散に対する光合成の割合があまり低下しない特性をもつ作物および品種の選定と栽培環境の改良方法を見出すことが重要になる。
- (2) 肥料の節約に伴う作物生産力の低下を極力抑え、地力の保全と向上を実際農業の場面で具体化する技術の開発が重要である。すなわち、畑輪作の中で高炭素作物とマメ科作物の導入、緑肥作物と被覆作物の積極的導入、および粗大有機物源としての圃場残渣を利用できるような作付体系の検討が重要な課題になる。
- (3) かんがい栽培においてかんがい時期およびかんがい水量の判定は極めて重要な問題である。このためかん水に伴う土壤水分の動態と作物体内水分の変化との関係を各種環境条件で明らかにすることは、かんがい栽培における基礎的指針になる。
- (4) 熱帯における病害虫の発生量は温帯に比べて多く、とくに害虫の多発による被害は著しいものがある。この対応策としては単に農業による防除効果の向上を求めるのではなく、

育種家とタイアップして耐性品種の育成利用，病害虫発生予察システムの整備と防除体制の強化および作付体系の合理化による病虫害の回避の方策を見出すべきである。

- (5) 農業生産の向上を期待して集約化を推進するに際し，農業機械の導入は必須のものとなろう。しかし，それが農業経営の中で実質的効果を期待するには，農業経営における機械導入のための経済的基盤の確立，機械および部品の供給システムの整備，機械の管理技術の向上，機械利用システムの整備などいずれも政策的に解決を要する難問題が多い。

### ③ 研修内容（項目）

センターにおける栽培部門の研修内容は以上のような問題解決の必要性を考慮しながら計画作成した。

#### (1) 重点対象作物の選定

基礎食糧作物の確保を前提とした考え方から主要穀類を主体とし，一部換金作物（野菜），飼料作物を対象とした。選定作物の種類は，トウモロコシ，豆類，イネ，ユカ，サツマイモ，タマネギ，トマト，キュウリ，スイカ，メロン，葉菜類，ソルゴーなどである。

#### (2) 研修科目・時間

##### 1) 栽培大要（5日間）（上級コースA）

- |           |                          |
|-----------|--------------------------|
| ① 農業事情    | 農業の現状，かんがい農業の意義          |
| ② 作物の分類形態 | 作物の分類，主要器官の形態とその機能，繁殖    |
| ③ 作物の生理生態 | 作物生理，蒸発散，光合成，群落構成        |
| ④ 作物の環境   | 温度，光，水，空気，土壌             |
| ⑤ 土壌保全    | 土壌保全の意義，被覆作物，土壌改良        |
| ⑥ 作物の耕種法  | 耕耘，整地，施肥，種子（育苗，播種），管理，収穫 |
| ⑦ 栽培各論    | 主要作物栽培概要                 |

##### 2) 栽培の基礎（25日間）（上級コースB）

- |              |                           |
|--------------|---------------------------|
| ① 農業事情       | 同上                        |
| ② 作物の水分生理    | 水分消費特性，体内水分，かんがい適期の判定     |
| ③ 作物の光合成と生産性 | 光合成，群落光合成，環境条件と生産性        |
| ④ 土壌水分       | 圃場容水量，有効水分，土壌水分測定法，かんがい水量 |
| ⑤ 土壌改良       | 土壌物理性，化学性，土壌改良法，かんがい下土壌管理 |
| ⑥ かんがい栽培     | トウモロコシ，豆類，主要野菜，ソルゴー       |
| ⑦ 作付体系       | かんがい下の輪作を考慮した作付体系         |
| ⑧ 農業機械       | 農業機械の種類と利用法               |

##### 3) かんがい栽培法（10×2）（中級コース）

- |          |                   |
|----------|-------------------|
| ① かんがい方法 | かんがい施設，器具，各種かんがい法 |
|----------|-------------------|

- ② 作物水分消費特性      各種作物蒸発散量測定, かんがい適期と水量
- ③ かんがい栽培            トウモロコシ, 豆類, イネ, 主要野菜, ソルゴー
- ④ 作付体系                畑輪作, 田畑輪換

4) かんがい栽培実習(5日×4)(初級コース)

- ① かんがい栽培実技      かんがい施設管理, 各種作物かんがい法実習

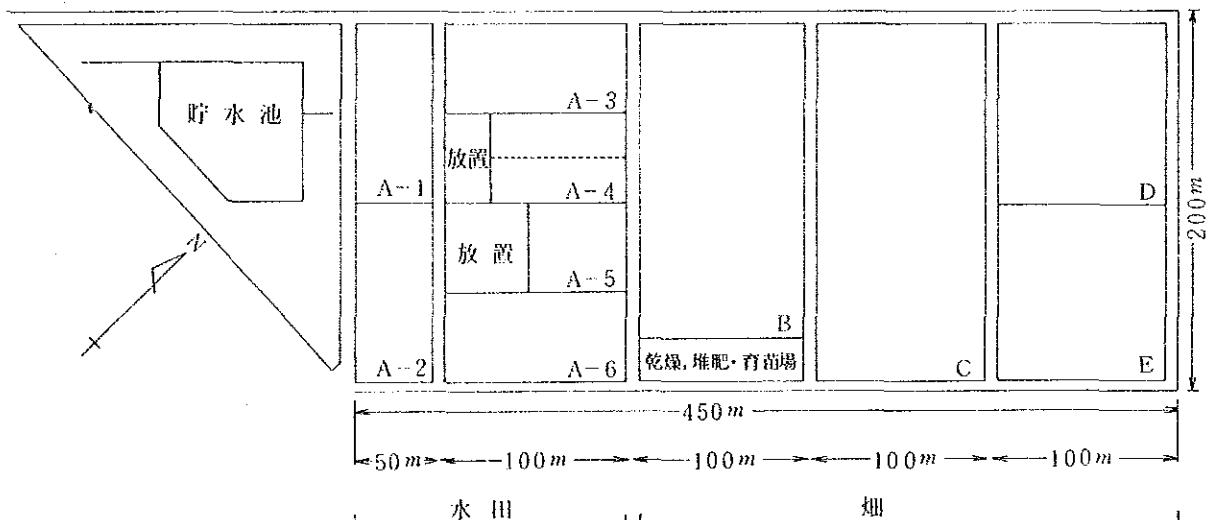
[4] 圃場運営計画

集約管理農場はかんがい技術とそれに伴う栽培技術の実習を行って農業技術水準の向上をはかるための農場とする。各種作物についてかんがいを組入れた新しい栽培方式(機械利用)を採用する。作付は地力維持増進をを目標に輪作方式をとり、イネ科、マメ科、根菜などを組合せて実施する。主として研修者の実習および展示を主体とするが、カウンターパート諸氏が研究する場としての実験圃場を設ける。

集約管理農場では1984年は一部試験栽培を実施した他は緑肥作物を作付した。1985年は各種作物の試験栽培を中心に作付した(第2図)。粗放農場は大面積におけるかんがい栽培の実習展示農場として利用するが、現在は灌排水溝、農道などの整備を計画中である。

1985年は一部(約5ha)にトウモロコシを栽培した。

(1) 集約管理農場における作付状況



第2図 集約管理農場区画図

1) 1984年の作付状況

圃場A-1, A-2は一部に苗代(383m<sup>2</sup>)を設置した他は緑肥(インゲン)を栽培し、すき込んだ。A-3, A-4(一部), A-6はイネ直播栽培を実施, A-4の一

部は品種試験（直播）を実施した。またA-5（2300 m<sup>2</sup>）では水田移植栽培における品種試験、肥料試験その他を実施した。圃場BおよびCは緑肥（インゲン）を栽培した。圃場Dは一部でトウモロコシの品種試験、肥料試験を実施し、他の一部では野菜類の試作栽培を実施した。圃場Eはインゲンの採種栽培を実施した。

## 2) 1985年の作付状況

圃場A-1は一部水田代を設置した他、水田移植栽培における品種保存、品種試験その他を実施した。A-2では直播栽培におけるイネ品種試験その他を実施した。A-3、A-4、A-5、A-6および圃場Bにはイネ（直播）を作付した。圃場Cでは一部（約1ha）に作付体系試験を実施し、当初はトウモロコシ、その収穫跡地にはインゲンを栽培した。また他の一部ではトウモロコシ品種と栽植密度試験、大豆品種試験、緑肥作物品種の採種栽培、スイートコーンの一般栽培などを実施した。なお、大豆の跡地にはトウモロコシとインゲンを栽培し、かんがい方法試験を実施する予定である（生育中）。圃場Dは野菜の試作栽培を実施した。圃場Eは緑肥（インゲン）を作付した。なお巡回指導チーム（1985年3月）との打合せでは、圃場A-1において田畑輪換に関する試験圃を設置する予定であったが、石礫のため作業機が使用できないので中止した。

## (2) 圃場の管理運営

圃場の管理運営業務は栽培課長および課員の指示により、作業員、トラクタ運転手などが実行する。当初は農場管理主任が欠けていたが筆者の提言を入れて1985年より配置した。現状では農場の管理運営が必ずしも順調とはいえない。

### III 栽培部門教材作成業務

教材作成にあたっては前述のようなホ国農業の技術的背景，基本的な問題点などを考慮しながらかんがい栽培の基礎となる内容を中心にとりあげた。教材の種類は，栽培テキストⅠ（基礎編），栽培テキストⅡ（応用編），栽培テキストⅢ（実習編）（7冊分），栽培大要，栽培各論（イネ移植編），栽培各論（イネ直播編），その他参考資料などである。スペイン語への翻訳は篠田短期専門家によりその一部について実行されているが大部分は未了である。水田移植栽培の手順については筆者が実際圃場で指導したテキストについて加藤専門家の協力を得てカウンターパート（Sr. エルビン）がスペイン語で作成した。かんがい方法についてはカウンターパート（Sr. モヤ）がベエネズエラ（CIDIAT）で研修した内容を基に作成中である。各テキストの内容についてその概要を示すと次のようになる。

#### ① 栽培テキストⅠ（基礎編）（未完了）

- (1) ホンジュラスの農業事情（ホ国農業の現状と将来方向，かんがい栽培の必要性）
- (2) 環境と植物生活の関係（環境の分析，植物に関連ある環境要因，植物の物質生産）
- (3) 植物の光合成と生産力（葉・群落の光合成，光合成の種間差，光合成と生産）
- (4) かんがい栽培に関連する諸要因（かんがいに必要な水分生理，水と光合成，作物の水分消費特性，土壤環境，土壤水分と作物の生育）

#### ② 栽培テキストⅡ（応用編）

- (1) かんがい方式およびかんがい計画法（かんがい専門家，C/Pが作成中）
- (2) かんがい栽培法（普通作物として畑作水稲・陸稲，トウモロコシ。今後対象作物を拡大して作成する）
- (3) かんがい営農（C/Pが主体となって作成する予定）

#### ③ 栽培テキストⅢ（実習編）

- (1) 蒸発散量測定実習（蒸発散決定法の分類，熱収支法，傾度法，組合せ法，乱流変動法，簡略法，秤量法，水収支法，Chamber法，蒸散量測定法，単位表，数値表）
- (2) 作物の光合成・呼吸の測定実習（重量法，同化箱法，検圧法，微細気象学的測定法，光合成・呼吸測定法の実際，群落構造の測定）
- (3) 植物体内水分測定実習（体内水分の表示法，Weatherly法，D・P・D測定法，水分ポテンシャルと拡散抵抗の測定法）
- (4) 土壤物理性測定実習（土壤水分測定法概説，土壤の水分恒数，テンシオメータ法，電気抵抗法，砂柱法，吸引法，遠心法，圧膜法，蒸気圧法，インタークレイト，24時間容水量）
- (5) 土壤簡易分析法（宮沢短期専門家作成，CEC，K，Ca，Mg，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>，分析法）
- (6) 作物調査法実習（未完了）（圃場調査法，実験室調査法）
- (7) 農場実習（未完了）（かんがい栽培，農業機械）

#### [4] 栽培大要

- (1) ホンジュラスの農業事情（[1]と同様）
- (2) 農学および農業の進歩（農学研究法，農学研究の発達と農業）
- (3) 環境と植物生活との関係（[1]と同様）
- (4) 水（水の供給源，ホ国降水量の分布と作物の生育，作物の水吸収と放出，作物の水の消費，作物の耐干性）
- (5) 土壌（土壌の組成，構造，水分，空気，土壌反応，有機物，熱帯土壌の特徴）
- (6) 肥料（作物の養分，施肥量，収量に関する法則）
- (7) 耕耘（耕耘の発達経過，耕耘の効果）
- (8) 作付体系（作付体系と輪作の意義，作付体系の変遷，輪作と収量，輪作の科学的基礎，野菜栽培と輪作，マメ科作物の窒素固定）
- (9) 土壌保全と被覆作物（土壌保全の意義，水蝕，風蝕，被覆作物）

#### [5] 栽培各論（イネ水田移植栽培）

- (1) イネの栽培（栽培イネとその祖先，日本のイネ，世界のイネ栽培）
- (2) 種子の発芽（発芽，発芽力，発芽と環境，発芽と栽培条件）
- (3) イネの管理技術（育苗，苗の成長診断，移植と活着，分けつ期，生育中期，節間伸長，幼穂伸長期，出穂期，生育診断のポイント，米の品質，病虫害・雑草防除）
- (4) 水田の管理技術（作土の管理，用水管理，腐植の管理，雑草の制御）
- (5) 収穫・調製・貯蔵・輸送（作業方法，機械・施設の発達，各種作業の類型，収穫作業の実際，調製作業の実際，貯蔵法）

#### [6] 栽培各論（イネ直播栽培）

- (1) 直播栽培の成立経過（直播栽培の変遷，直播栽培の分類）
- (2) 乾田直播栽培（乾田直播栽培の成立条件，乾田直播イネの生理・生態，乾田直播栽培の安定多収技術，個別作業の意義と手順，技術体系の特徴）
- (3) 湛水直播栽培（湛水直播栽培の成立条件，湛水直播イネの生理・生態，湛水直播栽培の安定多収技術，個別作業の意義と手順，技術体系の特徴）

#### IV 作物栽培試験結果の概要

栽培試験については当初計画した手順のとおり実施できない面があった。その理由としては、圃場整備の不良（石礫の存在）、農業機械・施設の不備、管理システムの不備などがあげられる。したがって緊急性のあるものの中から、作業上比較的容易な課題を選んで実施した。

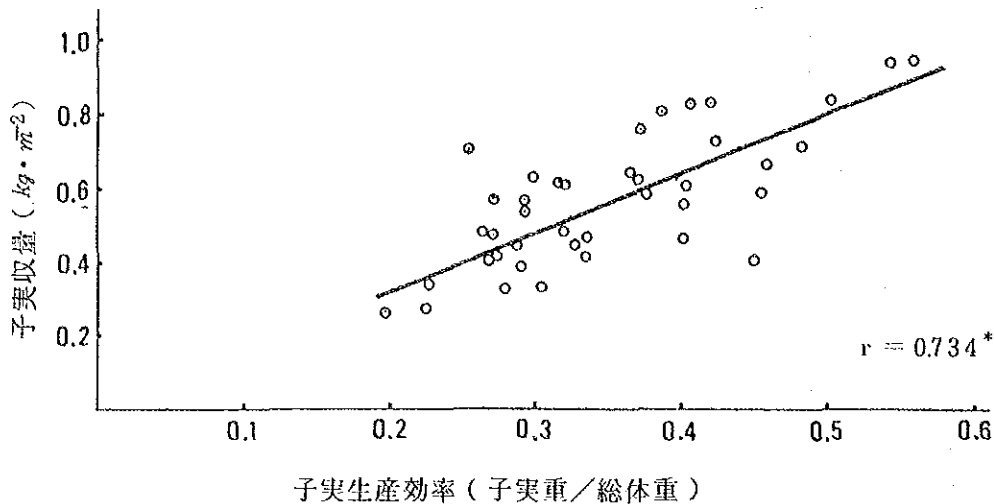
##### (1) トウモロコシ適品種選抜試験

###### (1) 試験方法

雨期におけるトウモロコシ品種の地域適応性をみるため 1984 年と 1985 年の 2 年間試験を実施した。1984 年は供試材料 14 品種および系統を用い、1 区面積  $16.0 m^2$ 、乱塊法 3 反復、畦巾  $80 cm$ 、株間  $50 cm$  2 本立とし、施肥量は  $N-120 kg$ 、 $P_2O_5-200 kg$ 、 $K_2O-100 kg \cdot ha^{-1}$  であった。6 月 23 日に播種したが、虫害多発による出芽不良のため 7 月 5 日に補播した。1985 年は品種と栽植密度との関係を検討するため 4 品種を用い、畦巾  $80 cm$ （共通）、株間  $20 cm$ 、 $30 cm$ 、 $40 cm$  で 1 本立とし、1 区面積  $19.2 m^2$ 、スプリットプロット法 3 反復で実施した。施肥量は  $N-100 kg$ 、 $P_2O_5-100 kg$ 、 $K_2O-60 kg \cdot ha^{-1}$  で播種期は 6 月 30 日であった。

###### (2) 試験結果の概要（具体的数字は付表 1～2 を参照）

- 1) 土壌の透水性が不良のため局部的滞水があり、かつ碎土が不十分なこともあって出芽は不良であった。更に試験操作の不慣れと地力変動があったため試験精度は低く、C.V は 1984 年で 29.1%、1985 年で 31.1% であった。
- 2) 子実生産量は子実生産効率（子実重／総体重）と比列関係がみとめられた（第 3 図）。すなわち、雨期栽培では草丈がやや低く、子実生産効率が高い品種群より品種を選定することがよいと思われる。生産性が比較的高い品種は Playitas Blanco, Comayagua RM-4, La Molina 8131 などであった。
- 3) 栽培密度間には顕著な差があり、畦巾が  $80 cm$  の場合、株間  $20 cm$  が子実収量において最もまさり、株間  $30 cm$  と  $40 cm$  の間には大差がなかった。すなわち株立本数  $41,300 本 \cdot ha^{-1}$  で最多収が得られたのは欠株が多かったため、理論数  $62,500 本 \cdot ha^{-1}$  に満たない条件で比較された結果であることが一因となっている。今後は更に精度を高めて検討する必要がある。
- 4) 子実生産量に対する太陽放射利用率（Eu）は株間  $20 cm$  が 0.33%、株間  $30 cm$  が 0.22%、株間  $40 cm$  が 0.20% になった（第 1 表）。この値は世界水準の 1.5% 前後と比較すると著しく低い値であるが、前述のように株立本数が少ないことによる影響があると考えられる。



第3図 品種子実生産効率と収量との関係(1984)

第1表 収量と栽植密度との関係(1985)

区 別	生育本数 本・m <sup>-2</sup>	雌穂数 本・m <sup>-2</sup>	子実乾物重 g・m <sup>-2</sup>	太陽放射利用 率(子実) %	太陽放射量 kcal・m <sup>-2</sup>
株間 20 cm	4.13	4.01	363.4	0.33	451,617
" 30 cm	3.34	3.14	250.3	0.22	456,724
" 40 cm	2.30	2.55	225.2	0.20	453,876

注：太陽放射利用率は子実乾物1gの発熱量を4.1kcalとして計算した。

(2) トウモロコシ施肥適量検定試験

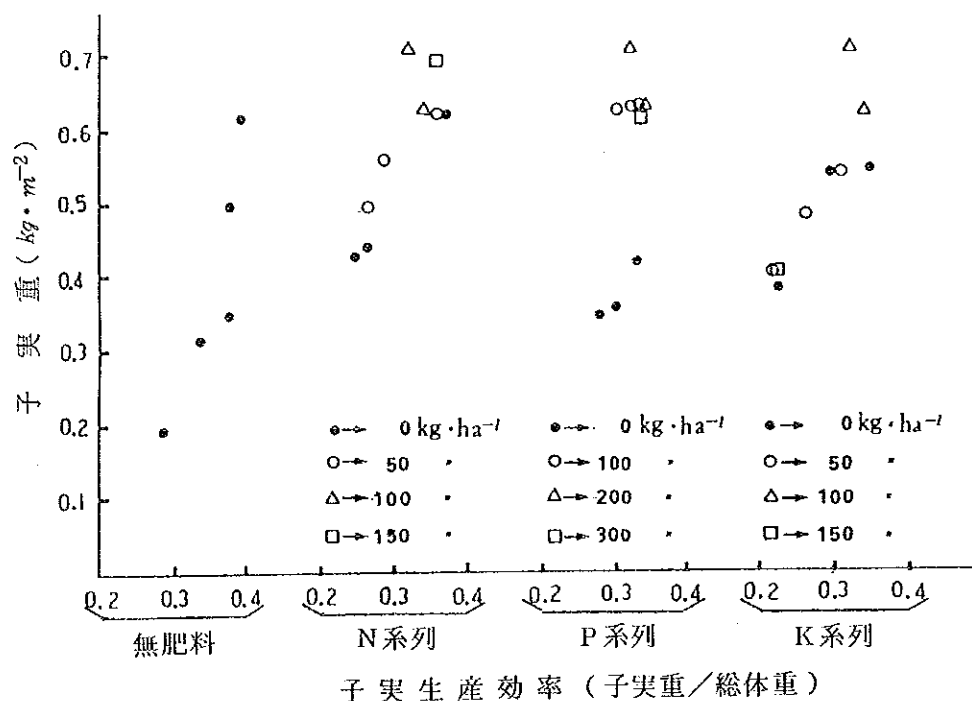
(1) 試験方法

雨期におけるトウモロコシの施肥適量を検討するため1984年に試験を実施した。N系列は、N-0, N-50, N-100, N-150kg・ha<sup>-1</sup>, P系列は、P-0, P-100, P-200, P-300kg・ha<sup>-1</sup>, K系列は、K-0, K-50, K-100, K-150kg・ha<sup>-1</sup>とし、共通施肥としてN系列ではP-200, K-100kg・ha<sup>-1</sup>, P系列ではN-120, K-100kg・ha<sup>-1</sup>, K系列ではN-120, P-200kg・ha<sup>-1</sup>を用いた。また標準施肥区(N-120, P-200, K-100kg・ha<sup>-1</sup>)と無肥料区を設けてpt比較した。試験区の配置はスプリットプロット法3反復, 1区面積16.0m<sup>2</sup>とした。供試品種はGuayape B-102を用い、畦中80cm, 株間50cm, 2本立で6月23日(一部は7月5日補播)した。



(2) 試験結果の概要 (具体的数字は付表-3を参照)

- 1) 子実重の変動係数は22.8%でかなり大きい値を示し、試験精度はかなり低かった。これは、地力の変動が大きいこと、局所的な滞水による湿害、出芽不良による欠株の多発などの理由によるものである。したがって、明らかに障害を受けたと思われる試験区を除外して考察した。また試験区の一部で地力条件のよいところでは例外的に高い子実重を示した。
- 2) N系列では施肥量が増加するにしたがって子実重は増加する傾向を示した。P系列では無施用と施用との間に明らかな差異があり、施用区の子実重は高いが、施肥量間では明確な差異はなかった。K系列では全般に傾向的差異はなかった(第4図)。
- 3) 子実生産効率(子実重/総体重)は一般に生産効率が高くなると子実重が増大する傾向があり、とくにN系列で明らかであった。しかしP系列ではその傾向はみとられなかった。
- 4) 以上よりトウモロコシ施肥量の好適範囲は、大体把握できたと思われる。すなわち、窒素  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 、リン酸  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 程度が適量であると判断される。加里については、施用効果が顕著ではないが窒素とのバランスを考え  $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 程度は施用する方がよいと考える。今後更に詳細な検討が必要である。



第4図 雨期におけるトウモロコシの施肥反応 (1984)

### ③ イネ適品種選抜試験

#### (1) 試験方法

雨期におけるイネ品種の地域適応性をみるため、1984年と1985年の2年間、畑地直播栽培および水田移植栽培について試験を実施した。直播栽培については、コロンビア、ホンジュラス産の供試材料として11品種および系統(1984)、12品種および系統(1985)を用い、乱塊法3反復、1区面積 $12\text{ m}^2$ 、畦巾 $40\text{ cm}$ 、播種量 $100\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (条播)、施肥量 $\text{N}-24$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5-48$ 、 $\text{K}_2\text{O}-24\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (基肥)、 $\text{N}-35.4\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (追肥)として実施した。播種期は8月3日(1984)と7月14日(1985)であった。病虫害の防除および手取除草はそれぞれ3回実施した。農機具が不備であったので耕起と碎土はトラクタ(借用)を用いたが成畦は畜力(牛)を使用した。施肥および播種は人力であった。

水田移植栽培については両年の試験方法がやや異なった。1984年はコロンビア、中国、台湾、フィリピン、イラン、パキスタン、ホンジュラス、日本産の供試材料として27品種および系統を用いた。育苗は水苗代で播種量 $1.1\sim 1.6\text{ l}\cdot\text{m}^{-2}$ 、施肥量 $\text{N}-6$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5-7$ 、 $\text{K}_2\text{O}-12\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ (基肥)とし、7月7日および7月17日に播種した。本田は1区制、1区面積 $24\text{ m}^2$ 、畦幅 $30\text{ cm}$ 株間 $20\text{ cm}$ 、1株 $2\sim 3$ 本植、施肥量 $\text{N}-24$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5-48$ 、 $\text{K}_2\text{O}-24\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ とし、8月13~14日に移植した。病虫害防除は4回、手押中耕除草機は2回、手取除草は2回実施した。本年は代かき機が不備なので簡単な代かき機を作成し、畜力(牛2頭)で代かきを行なった。1985年は前年の試験結果から有望と思われる材料を中心に16品種および系統を用いた。苗代の耕種法は前年とほぼ同様で、8月2日に播種した。本田は単純格子法4反復、1区面積 $5.4\text{ m}^2$ 、畦幅、株間、株立本数は前年と同様とした。施肥量は $\text{N}-24$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5-36$ 、 $\text{K}_2\text{O}-19.2\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (基肥)、 $\text{N}-20$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5-10$ 、 $\text{K}_2\text{O}-10\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (穂ばらみ期追肥)、 $\text{N}-20\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (出穂直後追肥)とし、8月23日移植した。病虫害防除は8回、手押除草機は2回、手取除草は2回行なった。本年の代かき作業はトラクタによる代かき平均機を用いて実施した。

#### (2) 試験結果の概要(具体的数字は巡回指導チーム報告書および附表-4~5を参照)

- 1) 地力の不均一および試験操作の不良から試験精度は全般に低く、とくに直播栽培で著しかった。ちなみに、直播栽培試験における子実重平均値の変位係数は25.4%(1984)、23.6%(1985)であり、移植栽培のそれは12.1%(1985)であった。
- 2) 子実収量(籾、水分14%)の供試品種平均値は、直播で $3172\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (1984)、 $3193\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (1985)、移植で $7470\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (1984)、 $6967\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (1985)となり、直播の場合は移植に比べてかなり低収であった。品種間差異は全般に顕著ではないが、標準品種Cica-8に匹敵する品種群は、直播ではOrizica-2, Noventaño, P-896, P-3295, P-2026, 移植では台中仙育-195, 桂朝2号, 台中仙育-285, Rashat-

507, IR-661, 台中仙3号, Orizica-1 などであった。なお, 供試品種の中で日本育成品種(日本晴, ツクシバレなど)は不時出穂を生じ, 低収であった。

- 3) 多収型品種の特性として穎花数, 100粒重, 登熟歩合などの諸形質においてまさる傾向がみとめられた。子実重と関係の深い収量決定要素を検討するため, 100粒重と, 穎花数を説明変量とした重回帰を算出してみると次の式で表わされる。

直播栽培

$$\hat{Y} = 253.35 - 74.96x + 0.012y \quad R = 0.769^{**} \quad (1984)$$

t 検定: x の標準回帰係数  $\rightarrow t = 1.06$ , y の標準回帰係数  $\rightarrow t = 6.40^{**}$

$$\hat{Y} = -219.07 + 129.78x + 0.006y \quad R = 0.584^{**} \quad (1985)$$

t 検定: x の標準回帰係数  $\rightarrow t = 1.75$ , y の標準回帰係数  $\rightarrow t = 3.60^{**}$

移植栽培

$$\hat{Y} = -592.66 + 242.09x + 0.024y \quad R = 0.926^{**} \quad (1985)$$

t 検定: x の標準回帰係数  $\rightarrow t = 7.97^{**}$ , y の標準回帰係数  $\rightarrow t = 15.41^{**}$

ここで  $\hat{Y}$  は子実重(籾乾物ベース,  $g \cdot m^{-2}$ ), x は 100粒重( $g$ ), y は穎花数( $個 \cdot m^{-2}$ ), R は重相関係数を示す。これより子実重に密接な関係ある要素としては直播では穎花数, 移植では 100粒重と穎花数であると考えられる。したがって当面の増収手段としては, 直播栽培における現段階の技術水準では穂数および粒数が確保し易い穂数型品種を選定することが先決であり, 次いで粒重の増大をはかるのが望ましいといえる。また移植栽培では穂数はやや少ないので, 粒数および 100粒重においてまさる品種が有効であろう。

4) ホ国の環境条件におけるイネの基本的生産力を評価するため, 乾物生産太陽放射利用率を計算してみると第2表のようになる。これより, 移植栽培の放射利用率は 1.72% と C<sub>3</sub>植物の世界水準である 1.8% 前後にほぼ匹敵しているが, 直播栽培では 0.77% とかなり低い値である。これは, 品種の差よりはむしろ基本的に栽培技術に問題があると考えられるので今後の検討が必要である。

第2表 イネの乾物生産太陽放射利用率(1985)

栽培法	品種名	生育日数	乾物生産量 $g \cdot m^{-2}$		太陽放射利用率%		太陽放射量 $Kcal \cdot m^{-2}$
			総体	精籾	総体	精籾	
直播(畑作)	Cica-8	144	914.4	334.9	0.77	0.28	486,825
移植(水田)	Cica-8	128	1765.2	645.1	1.72	0.63	419,675

④ イネ品種保存

(1) 試験方法

集収した品種の種子を保存するため 1985 年に水田移植栽培で試験した。供試材料は 25 品種および系統を用い、1 区制、1 区面積 3 m<sup>2</sup>、畦幅 30 cm、株間 20 cm、1 株 1 本立のほか前記品種選抜試験と同様の耕種法で実施した。播種期は 8 月 2 日、移植期は 8 月 22 日であった。

(2) 試験結果の概要

調査に必要な労力が不足していたため収量構成要素などの諸特性については調査できなかったので出穂期に関する調査結果を第 3 表に示した。

第 3 表 供試材料の出穂期と成熟期 (1985)

供試材料	育成地	出 穂			成熟期 月 日	生育日数
		始月日	期月日	揃月日		
P-2189	コロンビア	11. 8	11. 10	11. 12	12. 8	128
Rashat-507	イラン	11. 1	11. 3	11. 5	12. 3	123
P-2231	コロンビア	10. 31	11. 2	11. 4	11. 29	119
PK-174-B-114	パキスタン	10. 28	10. 29	11. 2	11. 27	117
5715	コロンビア	10. 28	10. 29	11. 3	11. 27	117
加農仙育 16	台湾	10. 28	10. 29	11. 1	11. 26	116
P-896	コロンビア	10. 23	10. 25	10. 27	11. 22	112
P-1429	コロンビア	10. 24	10. 25	10. 27	11. 22	112
Noventeno	ホンジュラス	10. 11	10. 14	10. 16	11. 10	100
Blue belle	アメリカ	10. 4	10. 14	10. 17	11. 8	98
オカミノリ	日本	10. 2	10. 5	10. 7	11. 8	98
ウルマモチ	日本	10. 4	10. 8	10. 10	11. 7	97
オトメモチ	日本	10. 2	10. 4	10. 7	11. 6	96
Labelle	アメリカ	10. 8	10. 10	10. 15	11. 5	95
タチミノリ	日本	10. 3	10. 7	10. 11	11. 5	95
Belle patna	アメリカ	10. 5	10. 7	10. 10	11. 4	94
ヒメノモチ	日本	9. 30	10. 1	10. 3	11. 4	94
農林 24 号	日本	10. 1	10. 2	10. 4	11. 4	94
ツクシバレ	日本	9. 27	9. 28	9. 30	11. 3	93
ハウネンワセ	日本	9. 27	10. 2	10. 3	11. 3	93
ミズハタモチ	日本	9. 30	10. 1	10. 2	11. 3	93
石岡 3 号	日本	9. 28	10. 1	10. 2	10. 31	90
レイハウ	日本	9. 27	9. 28	9. 30	10. 29	88
日本晴	日本	9. 25	9. 26	9. 27	10. 28	87
クレナイモチ	日本	9. 25	9. 26	9. 27	10. 26	85

これによると、コロンビア、イラン、パキスタン、台湾などで育成された品種群は110日以上の生育日数のものが多かったが、アメリカおよび日本の育成品種群は100日以下であった。日本育成の日本晴、ツクシバレ、レイホウ、石岡3号、クレナイモチなどは早生性が著しく不時出穂の傾向を示した。今後は日長反応が当地域に適合する品種を選抜し、異なる作季にも栽培可能な適応性の高い品種の選定が必要と思われる。

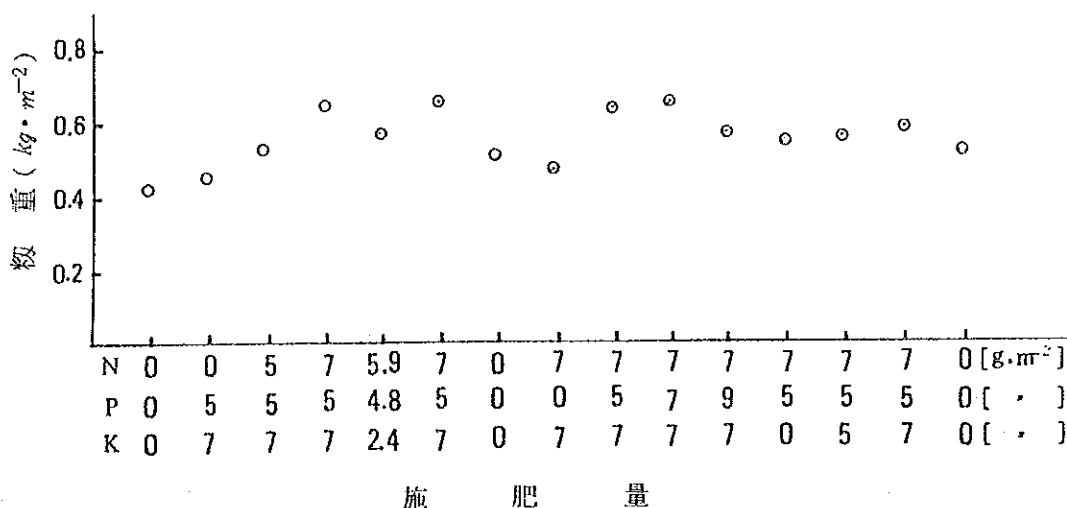
⑤ イネ施肥適量検定試験

(1) 試験方法

水田移植栽培におけるイネの施肥適量を検討するため1984年に試験を実施した。処理方法は、N系列としてN-0, N-5, N-7, N-9  $g \cdot m^{-2}$  (P-5, K-7  $g \cdot m^{-2}$  を各区共通), P系列としてP-0, P-5, P-7, P-9  $g \cdot m^{-2}$  (N-7, K-7  $g \cdot m^{-2}$  を各区共通), K系列としてK-0, K-5, K-7, K-9  $g \cdot m^{-2}$  (N-7, P-5  $g \cdot m^{-2}$  を各区共通) を設けた。なお窒素は基肥, 穂ばらみ期, 出穂期の3回に分施した。参考区として、N-0, P-0, K-0を試験区の両端と中央に配置し、またホンジュラスの慣行施肥量としてN-5.9, P-4.8, K-2.4  $g \cdot m^{-2}$  を設置した。この場合の窒素は基肥と穂ばらみ期の2回分施した。試験区の配置は1区制で、面積1区3.6  $m^2$  の枠試験とした。供試品種はCica-8を用い、畦幅30cm, 株間20cm, 1株3本立として8月16日に本田移植した。なお育苗法およびその他の管理方法は前述の品種選抜試験と同様に実施した。

(2) 試験結果の概要(具体的数字は付表-6を参照)

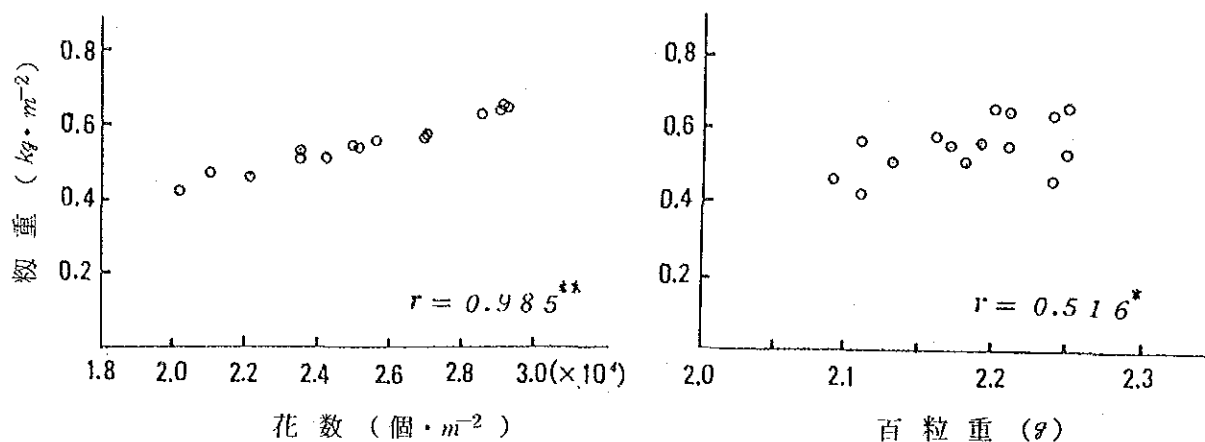
- 1) 水田移植栽培は初の試みであり、担当者の管理技術が未熟であったため試験の精度は低かった。とくに、N-9, およびK-9は水管理上の不備もあって生育が不良であったので考察から除外した。しかし全般的には施肥法間にはほぼ傾向的な差異がみとめられた。
- 2) 籾重には窒素の効果が顕著であり、窒素の増量に伴ない増収する傾向を示した。しか



第5図 イネ移植栽培における施肥反応(1984)

し  $N = 7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  以上の増収効果については明確ではなかった。磷酸は施用と無施用との間に顕著な差異があり施用効果は著しいが、 $P = 5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  以上の増収効果はなかった。加里は処理間に差異はみとめられず  $K = 0$  でも減収しなかった（第5図）。

2) 収量を支配する要因としては、とくに穎花数と100粒重が重要であり、両者のいずれかが増加すると増収する傾向がみとめられた（第6図）。これより100粒重と穎花数を



第6図 粒重と穎花数および百粒重との関係（1984）

説明変量とした重回帰を導びくと次の式で表わされる。

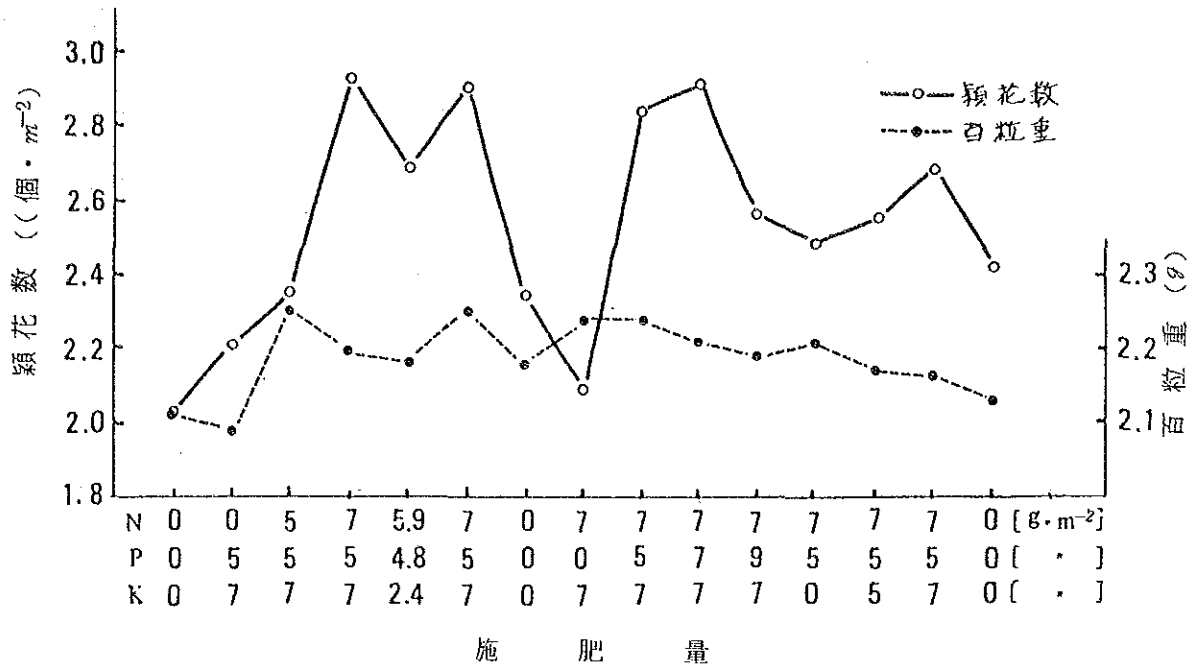
$$\hat{Y} = -528.55 + 241.08x + 0.022y \quad R = 0.999^{**}$$

t検定：xの標準回帰係数→ $t = 33.95^{**}$ ，yの標準回帰係数→ $t = 168.47^{**}$

ここで $\hat{Y}$ は粒重( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ )，xは100粒重(g)，yは穎花数( $\text{個} \cdot \text{m}^{-2}$ )，Rは重相関係数を示す。すなわち、粒重に及ぼす効果は両要因ともに顕著であるが、穎花数がとくに著しいことがわかる。では、これらの要因に対する施肥の効果を明らかにするために各肥料要素について施肥量別に検討してみると第7図に示したようになる。窒素施肥量を増すと、花数と100粒重は共に増加するが前者において顕著であった。またホンジュラス慣行施肥法では出穂期に窒素を施用していないが、100粒重の増加の程度はやや低いように思われる。窒素無施用では100粒重が比較的高い値を示す場合でも穎花数が少なく減収する傾向を示した。磷酸の場合は穎花数において施用と無施用の間に顕著な差があるが施肥量間では差異がみとめられなかった。また100粒重は磷酸の効果明らかでなかった。加里については穎花数と100粒重ともに処理間に傾向的な差はみとめられなかった。すなわち、本試験における栽培条件では、粒数の確保が収量を支配する基本的要因であり、これに対する窒素と磷酸の施用効果は顕著であった。更に粒重の増加を期待するには窒素の施肥量と施用時期を検討する必要があるだろう。

3) 以上より、施肥の適量は $\text{ha}$ 当り  $N = 70$ ， $P_2O_5 = 50 \text{ kg}$ 程度と考えられる。加里につ

いては当面无施用でもよいと思われるが、窒素とのバランスをみて $K_2O-50kg$ 程度は施用するのが安全と思われる。今後は更に有機物との関連において継続的に検討する必要がある。



第7図 穎花数と百粒重に及ぼす施肥の影響(1984)

(6) 作付体系に関する試験

(1) 試験方法

輪作下における作物茎葉および有機物の鋤込みが作物生産力と土壤の理化学性におよぼす影響を検討し、合理的な作付体系を確立しようとして1985年より試験を開始した。作付体系は多方面にわたる分野から追求されなければならないが、比較的時間を要する深題として、輪作下の有機物処理法と地力推移に関する事項をとりあげた。処理方法は次に示したとおりである。

処理区別		1985 トウモ ロコソ	1985~ 1986 菜 豆	1986 イ ネ	1986~ 1987 ユ カ	1987 ソルゴ	鋤込み量 kg・ha <sup>-1</sup>
茎葉 鋤 込 み	A	○	○	○	○	Nレベル 3段階に よる地力 判定	生産量×2 } 生産量
	B	○	○	—	—		
	C	○	—	○	—		
	D	○	○+G	○+G	○+G		
	E	○	○	○	○		
	F	—	○	—	○		
茎持 出 葉し	無処理	—	—	—	—	同 上	10,000 20,000
	堆肥(標)	—	○	○	○		
	堆肥(多)	—	○	○	○		

調査項目は、①作物生育収量、②単年度作物養分収支、③検定作物（ソルゴー）栽培、1987年までの各処理における養分収支、④土壌の化学性調査（開始年と終了年の収穫後）、⑤土壌の理学性（開始年と終了年の収穫後）、⑥跡地土壌の三要素試験（ポット試験を含む）などが考えられる。しかし、現状ではセンターで調査不能の内容が多いので調査技術の習得と試験に要する装備について早急に整備すべきであろう。

1985年はトウモロコシ（品種、RM-4）を供試した。畦幅80cm、株間50cm、1株2本立で供試面積7276m<sup>2</sup>に均一栽培した。施肥法は基肥としてN-60、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-100、K<sub>2</sub>O-60kg・ha<sup>-1</sup>、追肥としてN40kg・ha<sup>-1</sup>（播種後30日）を散布した。6月24日に播種した。虫害防除は播種時にVolatón（5%）を20kg・ha<sup>-1</sup>散布した。雑草防除は手取除草3回実施した。収穫調査は、試験区を4畦毎のブロックに区分し、各ブロックの中から任意に選んだ1箇所（5m間）を刈取り、総体重、子実重などについて実施した。

トウモロコシの収穫後は、乾期における菜豆について試験するため、圃場をトウモロコシ茎稈鋤込み区（2021m<sup>2</sup>）と茎葉持出し区（1616m<sup>2</sup>）を設置し、それぞれ2反復とした。堆肥施用区は準備の都合で設置できなかった。菜豆（品種、Danlí-46）は、畦幅60cm、株間21cm、1株2～3本立とし、トラクタ用総合播種期で12月17日～18日に播種した。施肥はN-30、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-60、K<sub>2</sub>O-30kg・ha<sup>-1</sup>を播種と同時に実施した。虫害防除はトウモロコシと同様に実施した。

(2) 試験結果の概要（具体的数字は付表-7を参照）

- 1) トウモロコシは、土壌条件が不良（滞水、碎土不良）のため、発芽不良になり、計画の栽植本数に満たなかった。それゆえ、実際の本数はha当り29,400本であった。
- 2) 栽植本数、総体重および子実重についての分散分析の結果ブロック間に有意差がないのは、誤差が比較的大きいためと思われる。子実収量（乾物ベース）平均値は3,200kg・ha<sup>-1</sup>、子実生産効率（子実重/総体重）は37%、生育日数126日として計算した子実乾物生産太陽放射利用率は0.29%といずれも低い値を示した（第4表）。子実収量と生育個体数との関係は密接であり、相関係数は0.668<sup>\*\*</sup>であった。すなわち、子実収量の主たる支配要因は、この場合生育個体数の多少にあるといえる。したがって、個体数を確保するための技術を実行することが肝要であり、碎土整地、土壌の物理性の改良など、圃場条件を整備することが先行されなければならない。

第4表 トウモロコシ収量調査（1985）

総体重 kg・m <sup>-2</sup>	子実重 kg・m <sup>-2</sup>	子実/総体	個体数 本・m <sup>2</sup>	太陽放射利 用率 %	太陽放射量 Kcal・m <sup>-2</sup>
0.83	0.3230	0.37	2.94	0.29	448.109

注：総体重と子実重のF検定結果はN. S.である。太陽放射利用率は乾物の発熱量を4.1Kcal・g<sup>-1</sup>として計算した。



(3) 菜豆の播種期は乾期に入った後であったため、圃場は乾燥したのでスプリンクラーによるかん水を実施した後碎土整地したが、かん水方法が不良のため、圃場は局部的に土不良状態になり、出芽は不整不良になった。ホ国における播種時の土壌条件は極めて重要である。

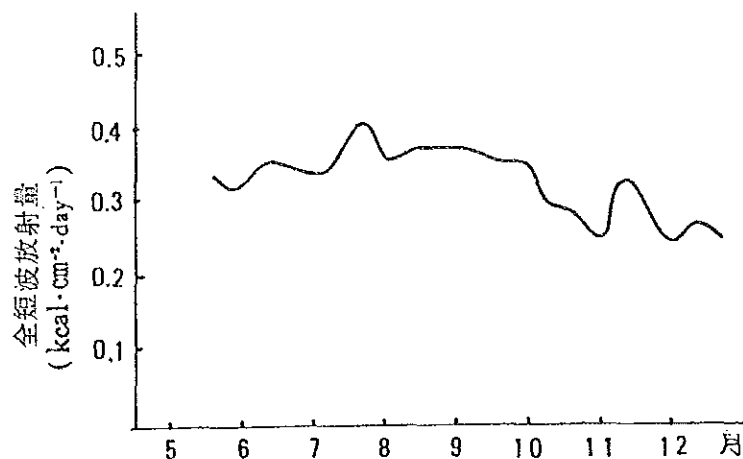
#### (7) 雨期における太陽放射量の測定

##### (1) 測定方法

作物物質生産の基礎的資料を得るため、全短波放射量を経時的に測定した。用いた測器はネオ日射計MS-42型、アナログ積算器MP-20を用い、打点式記録計上に記録した。測定開始は1985年5月中旬で現在継続測定中である。

##### (2) 測定結果の概要

5月中旬より12月末までの間で放射量の最高値は $449.1 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$  (7月21日)で最低値は $99.6 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$  (12月26日)であった。放射量(旬平均値)の時期変化は第8図に示した。放射量は6月より漸増して7月にピークに達し、その後は次第に減少した。しかし、10月以降は急激に低下し、12月は最低値を示した。この地域は、太陽高度が年に2回 $75^\circ$ 以上になり、日長時間が大体12時間程度であるから可能全短波放射量は、3月~9月で $700 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ 程度、10~12月および1~2月で $600 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ 程度とすると、実測全短波放射量で $300 \sim 400 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ 程度の中備値が頻度高くみられるのは、大気大循環的原因による雲天の出現頻度が非常に高いことに関係している。また、1~5月の間は、 $500 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ に達する高い日量の出現頻度が高くなることが予想されるが、一方において散乱放射の割合が低下することが考えられるので今後は散乱放射の測定を含め、光合成有効放射について検討することが望ましい。



第8図 全短波放射量の時期変化(1985)

## ⑧ 雨期における土壤水分の測定

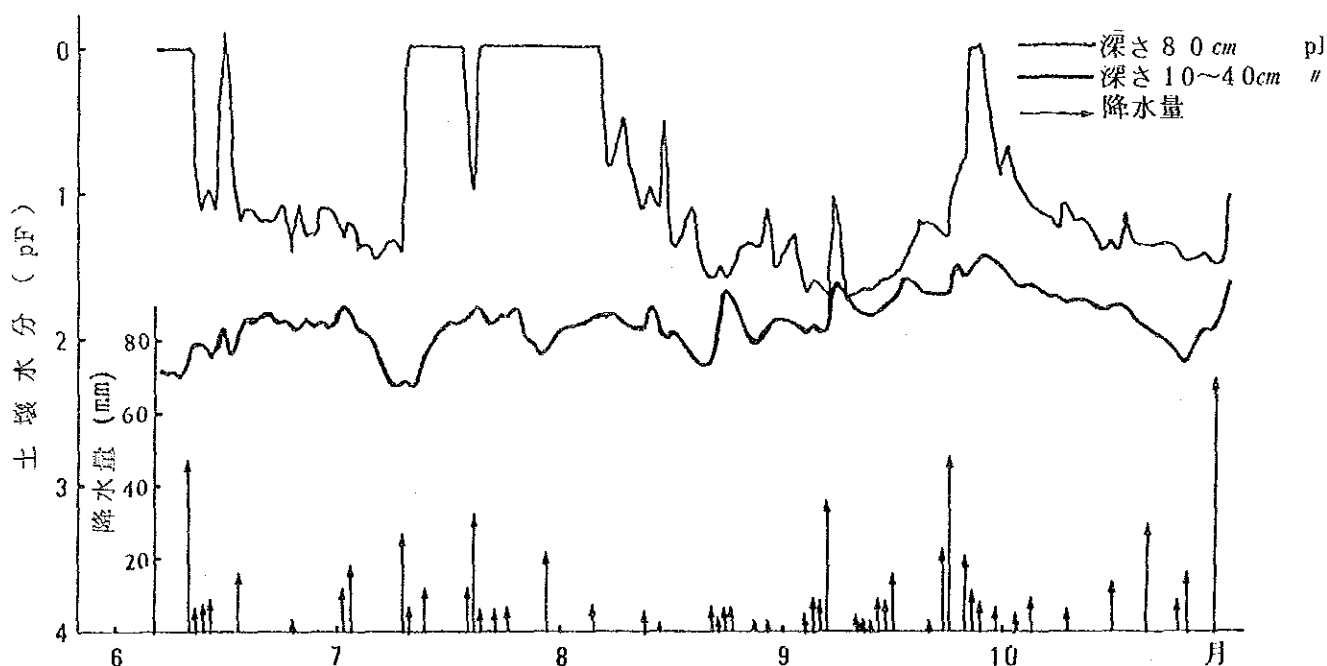
### (1) 測定方法

作物成育期間中の土壤水分の動態を把握するため圃場（ブロックC）の一隅においてテ  
ンシオメータ（夫起工業製）を用い、深さ10、20、30、40、80 cmの土層について土壤水  
分pF値を測定した。測定は1985年6月より11月まで実施した。

### (2) 測定結果の概要

調査担当者のテンスオメータの取扱いが不慣れなため、得られたデータは正確とはいえ  
ないが、大方の傾向は把握できたと思われる。6月から10月末までの測定結果を第9図  
に示した。6月から8月までは、深さ10～40 cmの平均値がほぼpF2前後に経過した  
が、pF2以下の日数がやや多かった。これは降水量が著しく多いとはいえないものの降雨  
回数が多いことによる。9月以降はほとんどpF2以下でやや過湿状態に経過した。これは  
9月と10月の降水量と降雨回数が多いことによる。地下80 cmの土壤水分の経過をみる  
と、7月中に一時的に地下水位が高まりpF0を示した期間があったが、全般にはpF1～  
1.5の範囲内にあった。

以上より、雨期における土壤水分はほぼ易有効水分の範囲内にあり、変動の幅も小さい  
が、作物の好適土壤水分減からみるとやや高水分側に片寄っているので、今後の土壤物理  
性改善によって排水機能を高めることが必要であろう。



第9図 雨期における土壤水分の推移（1985）

## ⑨ 張力-水分曲線および土壌のインテーク

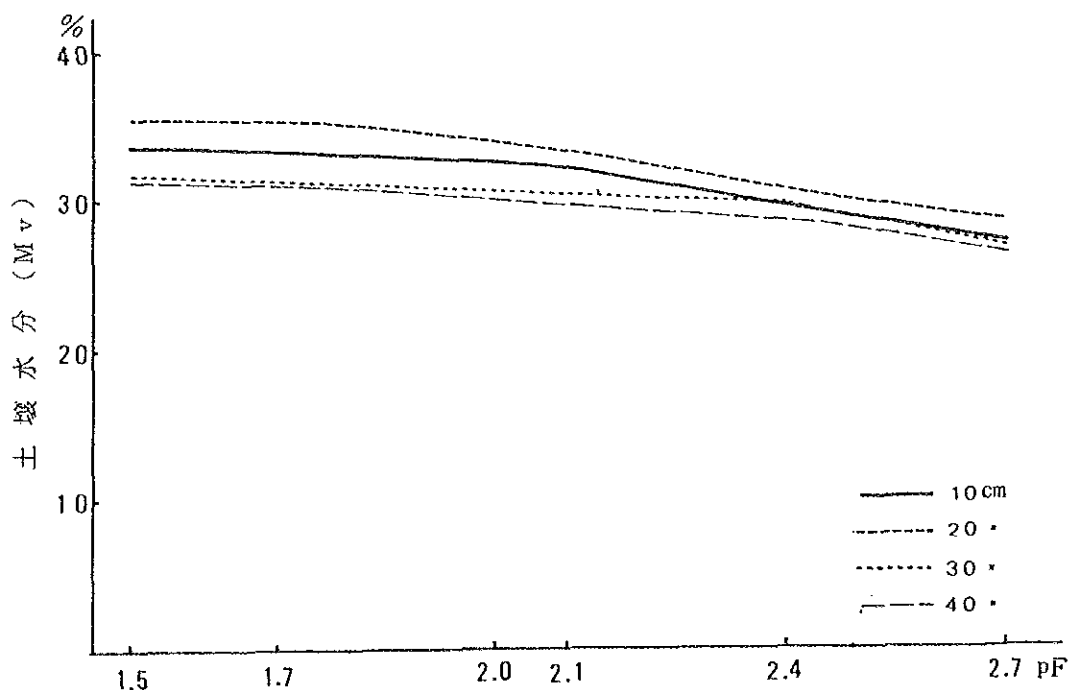
### (1) 測定方法

かんがい栽培の基礎となる土壌の張力-水分関係を明らかにするため、トウモロコシ圃場（ブロックC）の畦間より10 cm毎の層別に深さ40 cmまで採取した。各層それぞれ4反復とし、100CC コアを打込んで採土した。張力は土壌張力測定装置（大起工業製）を用い、また実容積法を用いて土壌の三相分布についても測定した。pF値の測定範囲は測定器の性能からpF1.5~2.7とした。土壌サンプルの採種は1985年9月10日に実施した。

圃場（ブロックA-1）のインテークの測定はSr.モヤがシリンダ法を用いて実施した。トラクタによる除石機を使用した跡地でやや踏圧した状態における調査である。シリンダ測定器（大起工業製）を用い、3反復で測定した。

### (2) 測定結果の概要

- 1) 張力-水分曲線の測定結果は第10図に示した。全般的な特徴として、低pF域の水分率が小さい傾向がみとめられた。すなわち、土壌の孔隙組成としては、団粒構造のような孔隙の配列をしていないことを示すもので、阻孔隙が少なく（宮沢短期章門家報告書参照）、極めて微密で排水不良の構造であることがわかる。また表層10 cmの水分率が下層のそれよりも小さいのは、採取時がトウモロコシの生育後期であり、耕起後の経過期間が長いことによる降雨などによって土壌の表層が固結していることを示している。このことはかんがい栽培において問題になる特性といえる。



第10図 張力-水分曲線（1985）

2) 実容積法による土壌の物理性を測定した結果は第5表に示した。pF 1.7における三相分布をみると、固相率が極めて高く、水分率がやや低いとともに空気率も極めて低い傾向がみとめられた。また、真比重の大きさに対して仮比重が大きいことから土壌の圧密の程度が著しいことがわかる。このため、排水不良などがしばしば生じ、根群の発達も抑制されて作物の生育には不利な条件である。

第5表 土壌の三相分布(1985)

深 さ cm	空気率 %	水分率 %	固相率 %	孔隙率 %	飽水度 %	容気度 %	真比重	仮比重
10	2.7	33.5	63.8	36.2	92.5	7.5	2.29	1.46
20	5.7	35.4	58.9	41.1	86.1	13.9	2.34	1.38
30	2.6	31.4	66.0	34.0	92.0	8.0	2.33	1.51
40	4.8	31.1	64.1	35.9	86.7	13.3	2.34	1.50

3) 1haの面積について深さ40cmの土層全体の水分量は次式によって算出される。

$$(33.5 \times 10) + (35.4 \times 10) + (31.4 \times 10) + (31.1 \times 10) = 1314 \text{ m}^3$$

また、1haの面積について土壌の飽水度を10%だけ増加しようとするとき次式によって算出される(深さ40cmの合計値)。これより、ロスを考慮しない場合の適正かん水量を決定できる。

$$36.2 + 41.1 + 34.0 + 35.9 = 147.2 \text{ m}^3$$

4) 圃場(水田, ブロックA-1)における土壌のインタークレートを調査した結果を第11図(Sr.モヤの測定値より作図)に示した。これによれば、3箇所の測定場所間ではやや差異があるものの、全般に水の侵入量は極めて少なく、侵入速度も低い値を示した。

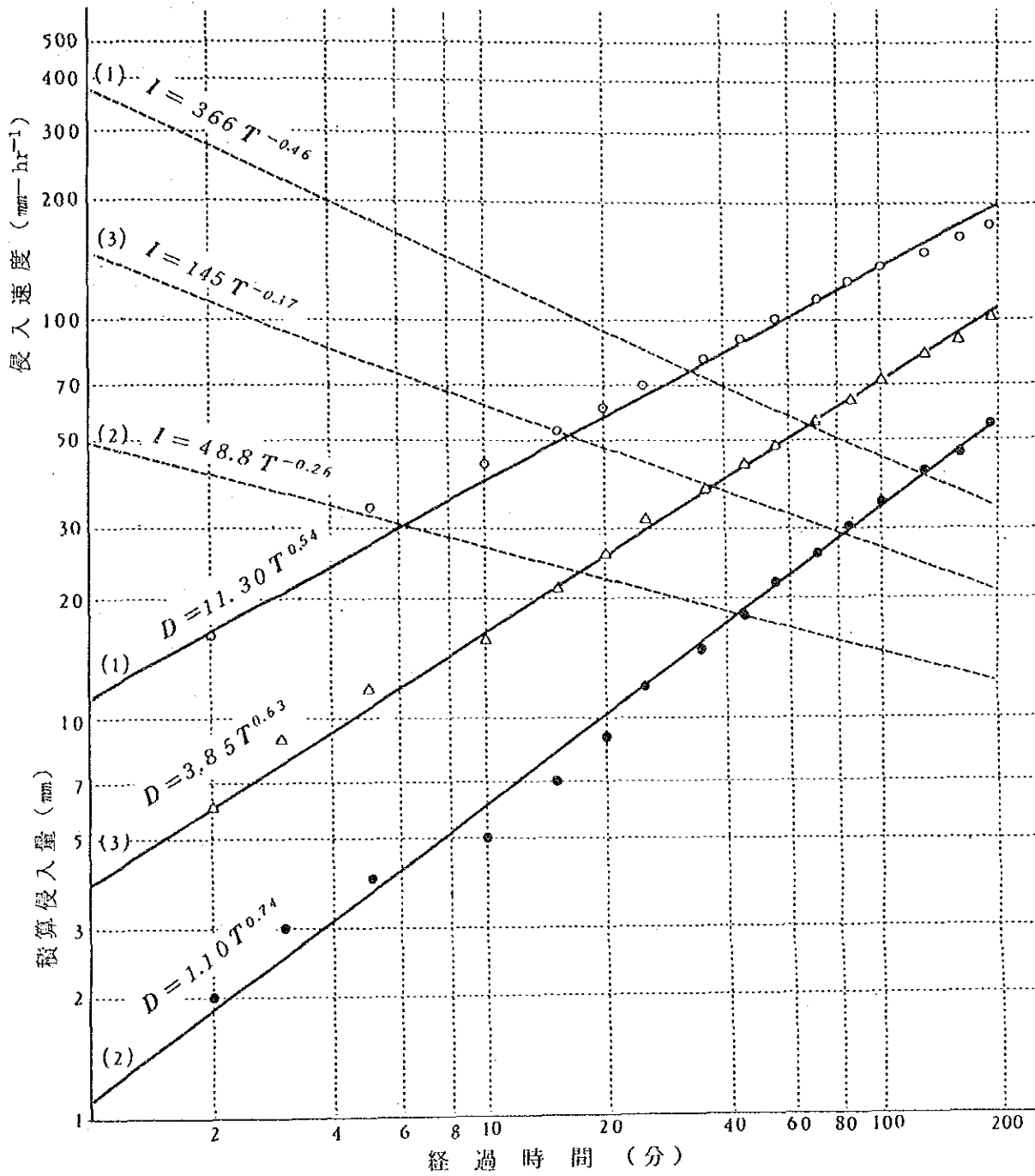
調査結果よりベシックインタークレートを計算すると次のようになる。

$$\textcircled{1} \quad 1B = 27.6 \text{ mm} \cdot \text{hr}^{-1}$$

$$\textcircled{2} \quad 1B = 13.1 \text{ mm} \cdot \text{hr}^{-1}$$

$$\textcircled{3} \quad 1B = 19.7 \text{ mm} \cdot \text{hr}^{-1}$$

これより、この圃場の減水深を推定できる。トラクタによる踏圧があったこともあるがかなり低い値であり、水田にした場の減水深は極めて少ないと思われる。今後は、畑地におけるファローインタークレート或は実際の降雨、散水下のインタークレートの調査を加える必要がある。



第11図

## V 栽培部門における今後の問題点

栽培部門の研修開始時期は1985年10月頃を目標に計画されたのであるが、実行はかなりおくれ、現在研修開始の具体的計画が決定していない状態である。これは、教科内容の十分な検討が未だ了っていないこと、研修に対応するための実験設備および実習農場の準備体制が不十分であることなど問題が多々ある。筆者の在任中に予定された研修が実施されなかったことについては遺憾に思う次第である。以下に栽培部門の拘えている問題点を指摘し、それらの解決方向を見出すために若干の意見を述べたい。

### (1) 教材およびカリキュラム

教材の作成に関して筆者はこれまで主として栽培の基本的事項について、日本語による教科書を作成して来たが、スペイン語への翻訳はその極く一部に過ぎず、カウンターパートがこれを検討する段階にはなっていない。今後、少なくともこれらの内容の概要については、必要度の高いものから早急に翻訳推進する必要がある。栽培の基本的理論については日本で作成された専門書によることもできるが、栽培技術の具体的内容については、現地の技術的背景、環境条件によく適合したものでなければならず、このためにはホンジュラス技術者の協力を得ることが不可欠である。例えば、筆者がイネの水田移植栽培に関する技術指導をするに当り、水田栽培には全く経験のないカウンターパート(Sr.エルビン)および作業員諸氏から実際の栽培試験を通じて全面的協力を得て一応の栽培指針を作成することができた。Sr.エルビンがこれを基に具体的な栽培要領をスペイン語で作成できたことは貴重な経験であったといえる。今後、他の一般畑作物についても同様に栽培技術の具体的要領を作成することが肝要である。

講義のためのカリキュラム作成には、ホンジュラス側が主張するように教科内容の十分な検討を待っては更におくれることが予想される。それ故、当面はかんがい栽培の基礎的技術について、実習を主体にしたカリキュラムを組んで講義を始め、次第に講義内容の総合化をはかるのがよいと思われる。

### (2) 栽培試験

かんがい栽培技術の導入には冒頭でも述べたように、研修者が単にかんがい方法を修得するだけでなく、作物栽培に関する基本的技術の向上が伴わなければならない。これには、まず技術者自ら作物を診断する能力をもつ必要があり、作物生理・生態に関する調査実験方法、作物栄養診断方法、土壌診断方法などは問題解決のためには是非とも体得して置くことが望まれる。

今後センターで実施する栽培試験の中にとりあげるべき問題および具体的課題でとくにかんがい栽培を推進するための基礎的技術を対象として考えてみると第6表のようになる。なお筆者はカウンターパート諸氏に対してアメリカにおける従来データを整理し、問題点を

抽出することを要請しており、これらの結果を考慮して先行すべき具体的課題を選定して実行に移すことを期待する。

第6表 センターにおいて解決すべき技術的諸問題

目標技術	問 題	課 題
高炭素作物 の利用	1. 新鮮有機物の分解 過程と跡地土壤に及 ぼす影響	① 新鮮有機物の C/N比 ② 新鮮有機物の種類と分解の難易 ③ 土壤の差異と分解の難易 ④ 土壤別の茎葉分解に及ぼす窒素或はマメ科作物添加の 影響 ⑤ 有機物鋤込みによる窒素固定の土壤間差 ⑥ 水分環境の違いが新鮮有機物の分解と跡地土壤に及ぼ す効果
	2. 有機物処理法と地 力推移	① 輪作下の有機物処理法と地力推移 ② 新鮮有機物の連用と地力推移
	3. 有機物導入跡地に おける施肥法	① トウモロコシ茎葉の鋤込みによる後作物の生育収量 ② イネ茎葉の鋤込みによる後作物の生育収量 ③ ソルゴー茎葉の鋤込みによる後作物の生育収量 ④ マメ科緑肥作物の添加による後作物の生育収量
	4. 不良環境条件にお ける有機物の効果	① 乾燥条件との関係 ② 過湿条件（排水不良）との関係 ③ かんがい方法との関係
かんがい裁 培技術の改 良	1. 土壤水分関係	① 畑地土壤の水分特性調査 ② 用水量、消費水量の測定（土壤水分張力の変動） ③ 畑地かんがいにおける有効水 ④ 土壤水分量とかんがい開始時期 ⑤ かんがい水と施肥成分の移動 ⑥ 土壤溶液濃度と物の吸水 ⑦ 土壤物理的要因と作物の生育 ⑧ 耕起時の土壤水分と土塊生成との関係 ⑨ 土壤水分条件と機械作業 ⑩ 大型機械導入頻度と土壤の物理性

目標技術	問 題	課 題
		<ul style="list-style-type: none"> <li>① 土壤改良とかんがい効果</li> <li>② 暗渠排水の効果</li> </ul>
	2. 作物水分生理関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 各種作物の蒸発散量</li> <li>② 作物体内水分の移動</li> <li>③ 作物体内水分と蒸散、光合成との関係</li> <li>④ 環境要因と作物生理・生態</li> <li>⑤ かんがい適期の判定法</li> </ul>
	3. 畑作物のかんがい栽培法	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 対象作物の選定</li> <li>② 品種の適応性（耐干性品種）</li> <li>③ 作物作季とかんがい効果</li> <li>④ かんがい水量とかんがい時期</li> <li>⑤ 消費水量と三要素の容脱</li> <li>⑥ かんがい条件下の施肥法（養分吸収、要素の適量）</li> <li>⑦ 生育相と栽植様式（栽植様式とかんがい法）</li> <li>⑧ かんがい栽培の総合組立（機械化、雑草処理）</li> </ul>
	4. イネの移植栽培法	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 品種の適応性</li> <li>② 育苗法（手植、機械植）</li> <li>③ 生育相と栽植様式</li> <li>④ 施肥法</li> <li>⑤ 水管理法</li> <li>⑥ 除草法</li> <li>⑦ 機械化一貫作業体系（トラクタ、畜力）</li> <li>⑧ 田畑輪換栽培法</li> <li>⑨ 作季、2毛作の検討（塩類濃度）</li> </ul>
	5. 園芸作物のかんがい栽培法	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 対象作物の選定</li> <li>② 各種野菜の品種適応性</li> <li>③ 野菜の作季とかんがい効果</li> <li>④ 環境要因と野菜の生理・生態</li> <li>⑤ かんがい水量とかんがい時期</li> <li>⑥ 畦間かんがいにおける通水位置</li> </ul>



目標技術	問 題	課 題
		⑦ 栽植法とかんがい方法 ⑧ 施肥法（三要素の適量と水施肥，液肥） ⑨ 野菜栽培総合組立（標準栽培法，機械化） ⑩ 果樹類の蒸発散量 ⑪ 果樹園の水分消費 ⑫ 果樹類のかんがい効果 ⑬ 果樹類のかんがい法（土壌管理の差異）
	6. 牧草のかんがい栽培	① 草生地水分消費（土壌消費型，熱収支法） ② 牧草のかんがい効果 ③ かんがい条件と牧草の再生 ④ かんがい方法（量，時期，方法）
	7. 病虫害関係	① かんがい栽培における病虫害の発消長 ② 病虫害の防除対策 ③ 病虫害発生子察体制の確立
厩肥・緑肥の利用	1. 厩肥・緑肥の生産方法	① かんがい地域における家畜の飼育方法の検討 ② 厩肥の作成方法 ③ 緑肥作物の選定と栽培方法
被覆作物の導入利用	1. 被覆作物の栽培	① 被覆作物の選定 ② 作付体系における被覆作物の導入方法 ③ ステープルマルチ農法の検討

以上の問題解決のためには，勿論センターのみでは対応できない部門があり，他の機関とのタイアップが必要である。今後，センターで開発した技術の普及方法も含めて他機関との協力関係を密接にすべきである。また，これらの試験を遂行するためには，各種の施設，備品などが必要であり，現在あるセンターの施設では，問題解析のための調査分析はほとんど不可能であろう。以下に必要最低限と思われる施設をあげると次のようになる（備品類は省略）。

① 土壌物理実験室

現有する実験室を化学分析用実験室として使用すると，物理性調査用実験室は分離した方が良い。

② 作物生理実験室

水分生理・光合成などの実験のため必要で、コンピュータを用いたデータ集録ができるように圃場の近く(約500m)に設置することが望ましい。

③ 低温恒温室 0°~3°, 15℃

0~3℃の小室と15℃の大室を配置する。前者は化学薬品、作物実験用資料の一時的貯蔵などに使用し、後者は各種生理実験のために必要。

④ ガラス室・網室

水分生理、栄養生理などで実施するポット試験に必要でありガラス室には空調設備が必要。

⑤ 調査室・作業室

作物の生体などを搬入して調査するために必要で、小試験区の試料についても脱穀調整が可能であり、分析用資料の調整などにも利用する。

⑥ 作物種子貯蔵室

種子貯蔵のために必要で20℃以下、除湿機能を有することが必要条件である。

⑦ 作物光週性実験装置

周年栽培の作物が多いので光週感応による品種の選択が必要になる。

⑧ 生育調節装置

作物の環境条件に対する反応の違いを実験的に明らかにするための小型ファイトトロン。

⑨ 病理・昆虫・発生子察実験室(病理用ハウス、昆虫飼育室など付属)

⑩ 穀物収納庫

収穫物の貯蔵施設として必要、現在は教室の一部を使用している。

⑪ 穀物乾燥用サイロ(2基)

主としてトウモロコシ雌穂の乾燥に使用、通風装置が必要である。

⑫ 野菜低温貯蔵庫

野菜生産物の一時的貯蔵に使用、約20℃前後の調節機能を要する。

⑬ 穀物脱穀調整作業場

丈面積農場の収穫物を脱穀調整するための設備で、建物の両倒より運搬車の出入が可能なのが条件になる。

⑭ 物置および資材置場

農場で使用する小農具、小道具などを収納するための収納庫およびかんがい用資材などを収納する場所。

[3] 農場管理

(1) 圃場の石礫対策

センターの圃場では全般に大小の石礫が多数存在しており、これを人力で除去すること

は至難である。除石機を使用しても、20 cm以上の石に対しては有効でなく、ロータリーハローが使用できる状態になるまでには更に多くの労力と時間がかかる。現在の集約管理農場における石礫の状態は次のとおりである。

ブロックA-1：1984年と1985年の2年間にスクレパー、トラクタ（ディスクプラウ、ディスクハロー）を用い人力による石礫の搬出を数回試み、更に除石機を数回使用したが、未だロータリーハローの使用は不可能である。1984年は圃場の一部に水苗代を設置した際は、畜力による代かきを行った。1985年はトラクタによる代かき平均均機を使用した。佐藤専門家（農業機械）が細心の注意をもって作業機を上下に調節しながら実施した。

ブロックA-2、A-3、A-4、A-6：スクレパー、レーキトラザを用い人力による搬出を数回試みたが、石礫は現在なお多数存在している。1985年はディスクプラウ、ディスクハローによる整地の後、イネ直播栽培を実施したが、碎土が不十分で出芽は極めて不良であった。

ブロックA-5：A-2と同様の除石作業を試みたが、石礫の存在は最も多く、径70～80 cmに及ぶ石がなお多数残存している。1984年は圃場の一部を畜力で代かきを行ったが作業は順調にできず水田の高低差が著しかった。圃場の他の部分は石礫のため作付できず放置している。

ブロックB：全般にブロックAより石礫の密度は小さいが、Aと同様人力で数回搬出したにもかかわらず径30 cmに及ぶ石が散見される。現状ではロータリーハローの使用は不可能である。1985年のイネ直播栽培では碎土不良のため、出芽は極めて不良かつ不揃であった。

ブロックC、ブロックE、ブロックD：全般に他の圃場より石礫は少ないが、なお径30 cmに及ぶ石は残存している。ブロックCでロータリーハローを試みた結果、1haの面積を作業中にロータリー刃が数枚折損した。

以上の状態は、試験栽培をするための圃場としては不適であり、的確な試験成果は得られないと思われる。抜本的改良対策を早急に実施することが望まれる。筆者の意見では、A圃場は水田として使用せず、果樹など永年植物を栽植し、水田圃場は前庭の一部に移転した方がよいと考える。さもないとすれば良質土壌を約30 cm程度客土する必要がある。ブロックB、C、D、Eについては今後とも精力的に機械力、人力を駆使して除石作業を続行すべきである。

## (2) 農場管理システム

栽培課の農場管理システムにおいて、人員の構成上や問題がある。とくにトラクタ運転手は単に機械の管理だけでなく作物の栽培技術に習熟していなければならない。したが

ってトラクタ取扱者は栽培課長の管理下にある農場主任の下で作業を実行することが望ましい。更に現状ではトラクタおよび関連作業機を取扱う人員が不足している。今後は栽培技術に習熟した技術者の中からトラクタ取扱い者を養成すべきであろう。

農場管理のための作業員はやや不足気味であり、作業が適期に進行していない傾向がある。また、試験調査の補助者は全く配されていないので必要な調査を実行できない場合が多い。今後、栽培課の構成を改善する過程で検討されることを期待したい。これらの条件が整備されない限り、将来実施されるべき研修事業と栽培実験の並行的実施は不十分のものとなる。

付表-1 トウモロコシ適品種選抜試験(1984)

品 種 名	稈長 cm	着雌穂 高 cm	雌穂長 cm	雌穂周 cm	粒列数	総体重 kg・m <sup>-2</sup>	子実重 kg・m <sup>-2</sup>	子実重/ 総体重
Playitas blanco	206	98	16.1	14.1	137	1661	0734	0.44
Guaymas(1)8022	198	98	16.2	14.9	144	1777	0660	0.37
Comayagua RM-4	193	104	15.8	15.2	143	1501	0655	0.44
La Molina 8131	177	98	13.5	13.2	141	1294	0643	0.49
Guarare 8128	190	98	15.6	15.0	141	1714	0628	0.36
Guayape B-102	246	120	17.1	14.5	135	1833	0607	0.33
Across 8032	234	119	16.5	15.1	149	1619	0602	0.37
Experimental 2x19M	215	106	16.1	14.5	15.1	1677	0593	0.35
Gandajika 8022	215	103	16.3	14.7	14.7	1824	0534	0.29
Ikene 8149	165	87	15.0	14.2	143	1421	0527	0.37
Nutridia(QPM)	166	103	16.4	14.7	15.1	1523	0500	0.33
Experimental 3x19	223	113	16.4	14.7	14.8	1501	0431	0.28
Variedad del agricultor	265	149	15.1	13.5	13.9	1437	0381	0.27
F 検定							1 > N.S.	3.57**
C. V.							2908	5.05

付表-2 トウモロコシの品種と栽培密度に関する試験(1985)

株間 cm	品 種 名	稈長 cm	着雌穂高 cm	収穫本数 本・m <sup>-2</sup>	雌穂数 個・m <sup>-2</sup>	乾物子実 重	百粒重g (水分14%)	生育日数
20	Guayape B-102	235	123	4.1	4.3	0.460	30.1	131
	Honduras B-104	161	79	4.5	4.2	0.396	27.6	126
	Honduras B-502	154	76	3.9	3.7	0.293	28.9	126
	Comayagua RM-4	175	85	4.0	3.8	0.304	29.0	124
30	Guayape B-102	215	122	3.1	2.5	0.157	25.4	132
	Honduras B-104	168	81	4.2	4.0	0.378	28.2	129
	Honduras B-502	172	82	3.2	3.5	0.249	27.2	127
	Comayagua RM-4	162	76	2.9	2.5	0.217	30.7	128
40	Guayape B-102	219	124	2.3	2.3	0.215	29.7	130
	Honduras B-104	182	84	2.5	3.2	0.267	27.9	130
	Honduras B-502	167	77	2.4	2.4	0.224	28.4	125
	Comayagua RM-4	170	76	2.0	2.3	0.195	27.6	127
平均	株 間 20 cm	181	91	4.1	4.0	0.363	28.9	127
	" 30 "	179	90	3.3	3.1	0.250	27.9	129
	" 40 "	184	90	2.3	2.3	0.225	28.4	128
	Guayape B-102	223	123	3.2	3.0	0.277	28.4	131
	Honduras B-104	170	81	3.7	3.8	0.347	27.9	128
	Honduras B-502	164	78	3.2	3.2	0.255	28.2	126
	Comayagua RM-4	169	79	3.0	2.9	0.239	29.1	126
	F検定(密度) (品種) C. V.					7.99** 182 N.S. 31.1%		

付表-3 トウモロコシ施肥適量検定試験(1984)

施肥量 kg・ha <sup>-1</sup>	稈長 cm	着雌穂高 cm	雌穂長 cm	雌穂周 cm	粒列数	総体重 kg・ha <sup>-1</sup>	子実重 kg・ha <sup>-1</sup>	子実重/ 総体重	備考*
N 0 P 0 K 0	204	94	16.9	14.9	14.7	1242	0.464	0.367	I. II
N 0 P200 K100	248	139	16.0	15.2	14.2	1689	0.499	0.296	I. II. III
N 50 P200 K100	248	134	17.7	15.5	14.9	1875	0.563	0.305	I. II. III
N100 P200 K100	243	147	17.9	16.1	14.6	2036	0.672	0.330	I. III
N150 P200 K100	243	148	17.5	16.4	15.5	2414	0.714	0.354	I.
N 0 P 0 K 0	—	—	14.1	14.3	14.1	0.972	0.347	0.348	I. II. III
N120 P 0 K100	234	111	14.2	14.1	14.2	1236	0.380	0.307	I. II. III
N120 P100 K100	258	133	17.7	15.9	14.8	1983	0.635	0.321	I. II. III
N120 P300 K100	253	124	15.0	15.6	14.3	1847	0.620	0.336	II.
N120 P200 K 0	263	131	16.9	15.8	14.6	1734	0.477	0.288	I. II. III
N120 P200 K 50	—	—	17.2	14.9	14.4	1846	0.481	0.261	I. II. III
N120 P200 K150	244	139	15.0	14.1	13.7	1908	0.409	0.214	II.

付表-4 イネ適品種選抜試験(直播1985)

品種・系統名	草丈 (葉先) cm	稈長 (穂先) cm	穂数 本・ m <sup>-2</sup>	穎花 数個・ m <sup>-2</sup>	乾物生産量kg・m <sup>-2</sup>		百粒重 (水分14%) g	生育 日数	太陽放射 利用率 粃・(Eu)
					総体	精粃			
Cica-8	64.5	62.7	419	46209	0.669	0.335	230	144	0.28
P 3295F4-26	82.3	78.9	289	29159	0.846	0.327	250	128	0.31
P 2026F4-49-5-1B	78.7	71.5	276	29369	0.692	0.321	244	130	0.29
P 2056F4-754-(14697)	73.4	71.9	233	32982	0.781	0.317	243	124	0.30
PAV 50-B-25-1	65.9	68.1	271	41186	0.776	0.310	232	142	0.26
P 12646 11M-1-3M-4	73.0	67.0	195	34762	0.699	0.269	250	130	0.25
Yojoa-44	65.1	64.7	255	36833	0.729	0.246	230	143	0.21
P 2025F4-93-2-21B	68.7	68.8	292	34570	0.711	0.246	234	134	0.22
P 3293F4-96	72.7	65.7	277	34138	0.757	0.239	269	141	0.20
P 2056F4-59-2(14682)	64.2	63.1	244	27771	0.641	0.238	251	140	0.20
P 2231F4-45-6-1B	64.0	68.2	322	26802	0.575	0.235	230	115	0.24
IR 7473-118-2-2-3	65.4	74.0	301	25573	0.587	0.211	254	124	0.20
F検定					138 N. S.				
C. V.					236 %				

付表一 5 イネ適品種選抜試験(移植1985)

品種・系統名	草丈 (葉先) cm	稈長 (穂先)	穂数 本・m <sup>2</sup>	穎花数 個・m <sup>2</sup>	乾物生産量kg・m <sup>-2</sup>		百粒重 (水分14%) g	生育 日数	太陽放射 利用率 粃・(Eu)
					総 体	精 粃			
台中仙育 195	1003	929	242	26128	1527	0.669	2.65	128	0.65
Cica - 8	971	909	271	30627	1765	0.645	2.29	128	0.63
桂朝 2号	1026	1002	221	25030	1363	0.636	2.54	116	0.67
Rashat-507	1009	904	237	23351	1436	0.625	2.68	127	0.61
台中仙育 285	1090	1039	212	25698	1477	0.619	2.33	118	0.65
Orizica - 1	966	968	229	25911	1390	0.615	2.30	117	0.65
台南 1 2号	1085	1118	196	23392	1422	0.611	2.61	118	0.64
P - 1377	1054	1008	229	24125	1336	0.602	2.46	126	0.59
台中仙 3号	1013	920	204	25155	1432	0.601	2.63	126	0.59
Orizica - 2	942	901	225	22865	1548	0.595	2.47	122	0.60
J - 104	996	875	267	21695	1678	0.590	2.71	127	0.58
IR - 661	996	902	288	24275	1623	0.585	2.59	127	0.58
Yojoa-44	961	907	304	25294	1506	0.582	2.37	127	0.57
南京 1 1号	932	889	250	23316	1242	0.573	2.46	102	0.68
新 鉄 大	1014	950	242	22235	1089	0.560	2.40	108	0.63
嘉農仙育 3 0	1091	856	254	19968	1151	0.480	2.40	105	0.56
F 検定						2.17*			
C. V.						12.12%			

付表-6 イネ移植栽培における施肥適量検定試験(1984)

施肥量 $g \cdot m^{-2}$			草丈 (葉先) cm	稈長 (穂先) cm	穂数 本 $\cdot m^{-2}$	登熟 歩合 %	穎花数 個 $\cdot m^{-2}$	風乾生産量 $kg \cdot m^{-2}$		籾重/ 総体重	百粒重 g
								総体	精籾		
N0	P0	K0	97.2	87.4	420	72.8	20284	1.418	0.428	0.30	2.11
N0	P5	K7	99.8	91.0	340	53.5	22150	1.496	0.462	0.31	2.09
N5	P5	K7	102.6	93.4	400	54.3	23511	1.696	0.529	0.31	2.25
N7	P5	K7	104.0	92.9	372	61.8	29364	1.948	0.646	0.33	2.20
N5.9	P4.8	K2.4	106.7	95.8	385	57.3	26919	1.910	0.568	0.30	2.17
N7	P5	K7	109.6	97.9	378	62.5	29156	1.878	0.656	0.35	2.25
N0	P0	K0	96.9	85.6	362	69.6	23486	1.551	0.512	0.33	2.18
N7	P0	K7	100.7	92.0	308	55.8	20893	1.503	0.468	0.31	2.24
N7	P5	K7	107.1	95.7	407	62.3	28527	1.972	0.639	0.32	2.24
N7	P7	K7	105.5	96.6	343	61.3	29185	1.812	0.645	0.36	2.21
N7	P9	K7	109.5	95.5	342	56.8	25662	1.694	0.562	0.33	2.19
N7	P5	K0	108.3	95.9	377	63.3	24887	1.717	0.550	0.32	2.21
N7	P5	K5	111.3	98.6	490	59.4	25530	1.921	0.554	0.29	2.17
N7	P5	K7	111.3	98.2	412	57.6	26944	1.965	0.582	0.30	2.16
N0	P0	K0	110.6	94.5	443	60.3	24178	1.652	0.515	0.32	2.13

付表-7 作付体系に関する試験(トウモロコシ均一栽培)(1985)

項目 反 プロ ック	乾物ベ-ス								本数本 $\cdot m^{-2}$			
	総体 $kg \cdot m^{-2}$				子実 $kg \cdot m^{-2}$							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
I	124	064	109		048	027	040		4.0	2.0	3.5	
II	128	091	074		057	040	025		4.0	3.2	2.2	
III	076	082	040		027	036	013		2.0	2.7	1.2	
IV	083	063	065	071	040	025	021	021	2.5	2.2	2.2	3.5
V	054	124	080		023	055	034		2.5	4.2	3.0	
VI	074	094	069	085	029	038	027	027	2.0	3.5	3.7	3.7
VII	056	088	097		019	040	027		2.0	3.5	4.7	
VIII	111	127	035		050	038	026		3.2	3.5	1.2	
F検定	0.61N. S.				0.59N. S.				0.77N. S.			
C. V.	32.9%				41.0%				32.5%			



## Ⅱ. 篠田裕見 専門家（教材作成）

派遣期間 S60. 2. 10 ~ S60. 11. 9



REPORTE DE TRABAJOS  
(Elaboracion de los Textos)

専門家業務報告書  
(教材作成担当)

Experto : Hiromi Shinoda  
Enviado a : La Direccion General de Recursos  
Hidricos, Ministerio de Recursos  
Naturales, República de Honduras.  
Periodo : Febrero, 1985 - Noviembre, 1985

専門家氏名: 篠田 裕見  
任 国: ホンジュラス共和国  
任国派遣先: 天然資源省水資源局  
任 期: 1985年2月~11月

CONTENIDOS

目 次

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1. Introduccion   | 1. はじめに                      |
| 2. Curriculum   | 2. カリキュラム                    |
| 2-1 Composición de curriculum   | 2-1 カリキュラムの構成                |
| 2-2 Proceso de elaboración de los textos                                      | 2-2 教材作成工程                   |
| 3. Lista de los textos, separatas elaborados<br>y los a preparar en el futuro | 3. 作成済教材, 副教材及び作成予定の<br>教材一覧 |
| 4. Primer curso de entrenamiento en el CEDA                                   | 4. 第一回CEDA研修                 |
| 5. Temas futuras  | 5. 今後の課題                     |
| 6. Referencias  | 6. 参考文献                      |
| 7. Agradecimientos  | 7. 謝 辞                       |

## 1. Introducción

Fui enviado al Proyecto del Center de Entrenamiento en Desarrollo Agrícola (CEDA) que es realizado por la Dirección General de Recursos Hídricos, Ministerio de Recursos Naturales del Gobierno de Honduras Con cooperación de JICA como experto de corto plazo encargado de la elaboración de textos.

Mis deberes durante mi estadia en Honduras son traducir al español los contenidos de los textos preparados por otros expertos enviados al mismo proyecto desde hace tiempo junto con sus contrapartes hondureños y adaptar las traducciones a los textos que se emplean en las actividades docentes del indicado centro.

Los objetivos de este proyecto son elevar el nivel de técnicas y conocimientos sobre ingeniería y agrónoma que tiene el personal especializado en el desarrollo agrícola (los ingenieros, los agricultores, etc.) mediante los estudios teóricos en la aula y las prácticas en la granja y finalmente contribuir al desarrollo agrícola hondureño a través de la formación del personal capacitado, por lo tanto los textos son considerados como uno de los medios más importantes de transferencia tanto de los expertos japoneses a sus contrapartes hondureños como de estos a los participantes en cursos de entrenamiento.

## 1. はじめに

筆者はホンジュラス共和国天然資源省水資源局が国際協力事業団の協力を得てすすめている農業開発研修センター計画へ教材作成の短期専門家として派遣された。

以前より同計画に派遣されている長期専門家（灌漑排水及び栽培担当）が現地側C/Pの協力を得て準備作成する教材内容を西訳し、同センターの研修教育活動で使用されるテキストとして整えることが派遣中の任務であった。

教室における理論学習と屋外圃場における実習を通して、国内農業開発従事者（技術者及び生産者）の農業土木、栽培に関する技術知識のレベルアップを計り、しいては同国の農業振興に人材養成の立場から貢献しようとするのが同計画の骨子であり、テキストは専門家からC/Pへ、さらにC/Pから研修参加者への技術移転のための重要な手段の1つである。

## 2. Curriculum

### 2-1 Composición de curriculum

Se clasifica al personal dedicado al desarrollo agrícola en Honduras de acuerdo con sus estudios académicos y experiencia en trabajo en tres categorías: Nivel avanzado (personal de nivel universitario con varios años de experiencia previa en trabajo), Nivel intermedio (personal de nivel de escuela agrícola no universitaria que se dedica a la extensión agrícola) y Nivel básico (los agricultores y sus dirigentes). La especialidad del nivel avanzado se divide en dos: la ingeniería civil y la agronomía. Se planifica la elaboración de los diferentes en cada nivel y en cada especialidad. (Véase "Report of the Japanese Consultation Survey Team for the Agricultural Development Training Center Project, 1984 May, JICA).

En cuanto a la priorización en la elaboración de las asignaturas, los expertos y sus contrapartes acordaron que los textos de asignaturas de obras civiles estrechamente relacionadas a los proyectos de desarrollo en arden escala tales como "Preses", "Tomas de agua", etc. Se prepararian en la siguiente etapa y que en esta ocasión se elaboraron los textos de asignaturas que consideraron más urgentemente necesarios para la agricultura y para los técnicos agrícolas hondureños, tales como "Riego", "Obras de canales", etc. (Véase la tabla-1)

En cuanto a la priorización de cuál nivel se elabora primero, decidimos elaborar primero los textos de nivel avanzado y luego simplificándolos en los contenidos y/o en la omisión de las fórmulas complicadas se

## 2. カリキュラム

### 2-1 カリキュラムの構成

ホンジュラス国内で農業開発に携わる人材を学歴、経験別に上級(大卒後数年の実務経験のある者)、中級(農業専門学校卒で農業普及などに従事している者)、初級(農業生産者やそのリーダー的立場にある者等)の3レベルに分ける。また上級の専門分野を土木と栽培(農学)の2部門に分け、各レベル各分野に応じた研修用テキストの作成が計画されている(参照:「ホ」共和国農業開発修研センター計画打合せチーム報告書, 1984年5月, JICA)。

どの教科から作成に着手するかという優先順位に関しては「ダム工事」「頭首工々事」といった大規模な開発プロジェクトに深く関係した土木の教科は次の段階でまとめることとし、現在のホンジュラス農業、農業技術者に早急に必要と判断される「畑地かんがい」などの実践的科目のテキストをまず作成することで専門家とC/Pの間で意見の一致を見た(参照表-1)。

また、どのレベルの教科から作成に着手するかという優先順位に関しては、まず上級者向け教材を一通り作成し、その内容の要約化、簡略化、難しい数式類の省略といった作業を通じて、中

elaboraran los textos de los niveles intermedio y básico.

## 2-2 Proceso de elaboración de textos (Flujo de trabajos)

El proceso fundamental de la elaboración de textos se indica en la Figura 1. Uno de mis cargos era administrar el proceso de elaboración, en el cual los contrapartes hondureños se encargaron de la corrección de las pruebas. Antes de dar por terminada la primera versión, más de dos de ellos revisaron nuevamente la traducción española de los textos en cada asignatura.

Al elaborar el texto de la asignatura denominada "Estudios Hidrológicos", se empleó una computadora personal y un programa de procesamiento de textos, en el que ingresamos el texto ya traducido al español y se preparó primera versión del texto, tomando los textos una vez impresos por la computadora como modelo original. En cuanto a las otras asignaturas, los textos mecanografiados se tomaron como modelo original para la elaboración de la primera versión del texto.

級向け、初級向けの教材を作成するという順序をとった。

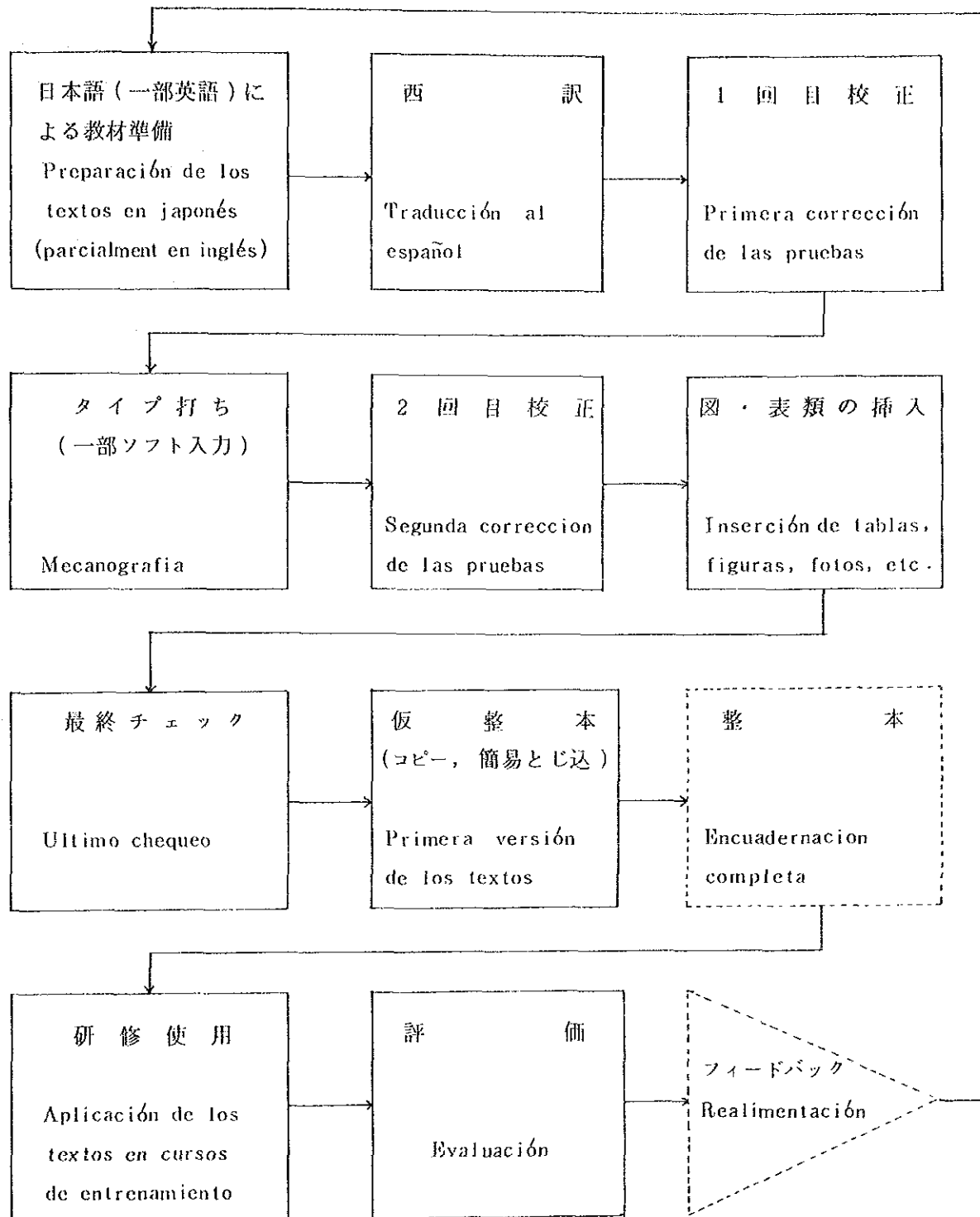
## 2-2 教材作成工程(フローチャート)

各教科の基本的なテキスト作成工程を図1に示した。全体の作成工程管理を筆者が担当し、西語の校正は現地側C/Pにお願いした。仮整本前には複数のC/Pが同一教科の内容の読み直しを行った。

「水文学」の教材作成に際してはパソコンとワープロ用ソフトを利用して西訳原稿をフロッピーディスクに入力して、プリンターで打ち出された原稿を版下として仮整本した。他の教科に関してはタイプ打原稿を版下とした。

Fig - 1 : Proceso de la elaboración de textos ( Flujo trabajos )

図 - 1 : 教材作成工程 ( フローチャート )



### 3. Lista de los textos elaborados y los a elaborar.

Aparte de los textos de nivel avanzado, hice la traducción al español de las separatas preparadas por el experto en riego y drenaje y de los resultados de los cultivos, los cuales formaban parte de los textos de nivel avanzado en los que están relacionados y que serán elaborados de nuevo y/o como una referencia para elaborar nuevos textos en el futuro. Como trabajos secundarios, hice la traducción al español de las grabaciones asociadas a las diapositivas educativas donadas por JICA y la traducción de los manuales de operación de algunas maquinarias agrícolas. En la Tabla-1, se indican los textos, separatas, y sus traducciones ya elaborados y los textos a preparar en el futuro.

En último lugar, se adjunta el índice completo de los textos elaborados de nivel avanzado de las nueve asignaturas sobre ingeniería civil, en lo cual pienso que es posible tener una idea aproximada de los contenidos que se incluyen en cada asignatura y en qué orden están.

### 3. 作成済教材及び作成予定教材一覧

上級用教材の他に灌漑排水担当専門家が準備した副読本(サブテキスト)栽培担当専門家がまとめた試験栽培結果レポートの西訳作業を行なったがこれらは将来的には関連する上級用教材の一部あるいは新規作成教材の参考資料となろう。副次的な作業としてJICAより供与されたスライド教材の台本, 若干の農業機械マニュアルの西訳を行なった。作成済教材及び今後作成が予定されている教材等の一覧を表-1に示す。

本報告書の最後に仮整本を終えた上級用土木部門の9教科の総目次を付す。これによって各教科にどのような内容がどのような順番で盛り込まれているか理解いただけたらと思う。



Tabla - 1 : Lista de los textos,separatas elaborados,etc. y los a pveparar en el futuro.

表-1 : 作成済教材, 副教材等及び作成予定の教材一覧

clasificación 分 類		Titulos	教材タイトル
Textos, separata, etc. ya elaborados. 作成済教材等	A 1	Introduccion a la planificacion de riego	灌がい計画概論
	2	Hidráulica	水理学
	3	Riego	畑地灌がい
	4	Mecánica aplicada	構造力学
	5	Facilidades de distribucion y estructura de aforo, caída y rápida	量分水施設及び落差工急流工
	6	Estudios hidrológicos	水文学
	7	Obras de aguas subterraneas y bomba	地下水工及びポンプ
	8	Obras de canales	水路工
	9	Mecánica de suelo	土質
	10	Estimación del costo de las obras civiles y rendimiento de equipos y mano de obra ( Capitulo-1: Composición del costo de una obra por contrato )	土木工事費の積算と歩掛り ( 第1章: 施工費の構成 )
	B 1	Métodos de las mediciones de las propiedades físicas del suelo ( Capitulo-1: Resumen general de los métodos de las mediciones vefeventes a la humedad de suelo. Capitulo-2: Métodos de las mediciones de la humedad de suelo en el sitio. Capitulo-3: Métodos de las mediciones de la humedad de suelo en el laboratorio. )	土壤の物理性の測定法  ( 第1章: 土壤水分に関する測定方法概説  第2章: 圃場における土壤水分測定方法  第3章: 室内における土壤水分測定方法
2	Agronoma y agricultura ( Capitulo-2: Agronoma y desarrollo de agricultura )	農学および農業 ( 第2章: 農学と農業の進歩 )	

Tabla -1 : ( continuación )

表 -1 : ( 続き )

Separatas elaboradas, etc. 作成済副教材等	C	1	Práctica de riego : Investigación del riego y determinación del almacenamiento	畑地灌漑実習 : 畑地灌漑調査と貯水量の決定
		2	Un método del manejo de agua	水管理の一手法
		3	Control del agua desde el punto de vista de la ingeniería civil	土木的視点から見た水の管理
	D	1	Prueba del cultivo de maiz, CEDA, 1984	トウモロコシ試験栽培結果, CEDA, 1984
		2	Prueba del cultivo de arroz bajo riego, CEDA, 1984	水稲試験栽培結果, CEDA 1984年
S	1	Diapositivas : Varios metodos de riego	スライド教材台本 : 畑地灌漑のいろいろ	
	2	Diapositivas : Conservación del suelo de tierras agrícolas	スライド教材台本 : 農地の土壌保全	
Textos a preparar. 作成予定教材	M	1	Manual de uso del tensiometro	テンションメーター取説
		2	Manual de uso del sembrador	播種機の取説
		3	Manual de la aspersion	スプリンクラー取説
	A'	1	Obras de presas	ダム工事
		2	Obras de toma de agua	頭首工々事
	3	Materiales y ejecución de una obra civil	材料・施工	
	4	Estimación del costo de una obra civil	積算	
	5	Algunos ejemplos de proyectos de obras civiles ejecutados	土木工事計画実施例	

Tabla-1 : ( continuación )

表-1 : ( 続き )

作成予定教材 textos a elaborar	B 1	Metodos de las mediciones de las propiedades fisicas del suelo ( Capítulos restantes ) Agronomia y agricultura ( Capítulos restantes )	土壤の物理性の測定法 ( 残りの章 )  農学および農業 ( 残りの章 )
-----------------------------	-----	---	---

- Clasificación : A -- Textos de la ingeniería civil      分類 : A -- 上級土木用教材  
 B -- Textos del cultivo      B -- 上級栽培用教材  
 C -- Subtextos para practicas      C -- 実習用副読本  
 D -- Informes del resultado de las pruebas de cultivo      D -- 試験栽培結果報告  
 S -- Diapositivos para entrenamiento      S -- スライド教材台本  
 M -- Manuales de los equipos      M -- 教材取り扱い説明書  
 A' -- Textos de la ingeniería civil a elaborar en el futuro      A' -- 作成予定の上級土木用教材  
 B' -- Textos del cultivo a elaborar en el futuro      B' -- 作成予定の上級栽培用教材
1. A - 1 y A - 8 fueron traducidos con colaboración de los contrapartes honduseños.      注 : 1. A - 1 及び A - 8 は C/P との共訳  
 2. A - 6 fue traducido con colaboración del experto de riego y drenaje.      2. A - 6 は灌漑排水専門家との共訳  
 3. A - 9 fue traducido por el contraparte      3. A - 9 は C/P による西訳

#### 4. Primer curso de entrenamiento en el CEDA

Se llevó a cabo el primer curso de entrenamiento durante de octubre a noviembre de 1985. Especialmente para este curso, se elaboraron otros nuevos textos por parte de los ingenieros hondureños, quienes fueron los instructores del curso, consultando con los textos de nivel avanzado que habían elaborado junto con sus contrapartes japoneses. Lo siguiente es el resumen de dicho curso de entrenamiento.

Nombre del Curso :

< Aspectos prácticos de la Operación

Objetivo :

Atender las necesidades más urgentes de entrenamiento en principios del riego y operación y mantenimiento de sistemas de riego de los extensionistas agrícolas que participan o podrían participar en un futuro inmediato en esta clase de labores.

Participantes :

Extensionistas agrícolas con nivel superior no universitario que de preferencia trabajen en zonas donde existen sistemas de riego del sector público.

Duración :

14 octubre - 8 noviembre, 1985

19 días hábiles

#### 4. 第一回CEDA研修

1985年の10月から11月にかけて第1回の研修が行なわれた。この研修で講師を勤めるC/Pが中心となって今まで専門家と協同で作成してきた上級用教材等を参考にしながら新たに第1回研修用テキストを作成した。この研修の概略と研修内容を以下に示す。

研修コース名 :

< 灌漑システムの運営と維持管理の実際 >

研修目的 :

灌漑及び灌がいシステムの運営維持管理の分野に従事しているあるいは近い将来従事するであろう農業普及員に対する同分野の研修の必要性に答える。

研修対象者 :

非大卒上級農業普及員であり、現在公共の灌漑システムが存在する地区で仕事をしている者が望ましい。

研修期間 :

1985年10月14日～11月8日

(土日を除く19日間)

Programa :

A. Teoría

1. Introducción

- a. El Riego en Honduras
- b. La Agricultura en Japón

2. Generalidades y principios fundamentales del riego

- a. Proceso seguidos para la planificación y desarrollo de sistema de riego
- b. Características generales de los métodos de riego
- c. Nociones sobre las relaciones Agua-Suelo-Planta-Atmósfera
- d. Elementos de hidráulica del riego

3. Hidrometría

- a. Generalidades
- b. Aforo por métodos directos
- c. Aforo por el método de área y velocidad
- d. Aforo por el método de sección y pendiente
- e. Aforo con empleo de estructuras

4. Sistema de captación, conducción y distribución de agua para riego

- a. Sistema de captación
- b. Sistema de conducción
- c. Sistema de distribución y aplicación

5. Dinámica de la distribución del agua

- a. Organización y administración de la distribución del agua
- b. Programación del riego
- c. Métodos de distribución del agua de riego
- d. Informes de distribución de aguas

6. Aspectos de conservación

- a. El riego en la conservación del suelo y del agua
- b. Conservación de las obras de riego

B. Prácticas de campo, laboratorios y ejercicios

研修プログラム :

A. 理論編

1. 概論

- a. ホンジュラスの灌がい
- b. 日本の農業

2. 灌漑の一般事項と基本原則

- a. 灌漑システムの計画手順
- b. 灌漑方法の一般的性格
- c. 水分-土壤-植物-大気の関係
- d. 灌がい水理の要素

3. 流量測定

- a. 一般事項
- b. 容器による直接測定
- c. 浮, 流速計を使った測定
- d. マニングの公式を使った測定
- e. オリフィス・パーシャルフリュームによる測定

4. 灌がい用水の捕捉, 導水, 分配

- a. 捕捉システム
- b. 導水システム
- c. 配水と潜水システム

5. 配水

- a. 配水の組織と管理
- b. 灌水計画
- c. 灌がい用水配水方法
- d. 配水報告書

6. 維持管理の面

- a. 土壌と水の保存から見た灌漑
- b. 灌がい施設の維持管理

B. 屋外及び実験室における実習編

## 5. Tomas futuras

Aunque los textos ya han sido impresos en su primera versión, esto no significa que los contenidos de ellos son permanentes. Después de que se utilizan los textos en cursos de entrenamiento, queda el trabajo de realimentar los contenidos de los mismos con el resultado de la evaluación de su efectividad y del entendimiento de los participantes en dichos cursos, con el fin de mejorar su calidad.

En general, la elaboración de textos en el campo de la agronomía no está tan desarrollada como la de los textos en el campo de la ingeniería civil, lo que es debido a que en esta ocasión, la mayoría del trabajo de traducción se dedicó a la elaboración de textos de ingeniería civil por otra parte existen también circunstancias particulares, como que no se puede preparar los textos que hablan de técnicas de cultivo en una región sin tomar en cuenta las características agrícolas locales más profundamente que en el caso de ingeniería civil. Se espera que en el futuro inmediato se completen los textos de agronomía en base a los resultados de los cultivos experimentales que se están llevando a cabo.

Como se supone que los trabajos de la corrección parcial, omisión parcial de contenidos y/o la inserción de las nuevas figuras, tablas, etc. serán necesarios en el futuro, es importante y necesario almacenar en una computadora personal todos los textos ya elaborados para mejorar el rendimiento en el trabajo y para

## 5. 今後の課題

仮整本されたとは言え、教材の内容がこれで固定されたということではない。今後実際に研修に使用されたテキストの有効度、研修生の理解度が評価され、その評価作業の結果のもとに教材の内容を修正・改良して行くというフィードバックの作業が残っている。

全般的に栽培部門の教材作成は土木部門のそれに比べて進展していない。これは今回の西訳作業時間の多くを土木部門教材の作成にあてたことによる。また土木技術に比べ、農業の地域特性をより深く考慮しなければある土地の栽培技術を論ずる教材は準備できないという事情もある。今後、土壌調査、試験栽培の結果を踏まえて早い機会に残りの栽培部門教材がまとめられなければならない。

また将来的に教材内容の部分的加筆あるいは削除また新しい図版類の挿入等の作業が考えられるので、作成された全教材内容をフロッピーディスクに入力して、上記の将来作業に対応することは作業の能率化から言って重要かつ必要な作業である。現時点では「水文学」のみ入力されている。

atender los trabajos futuros arriba mencionados. En este momento, sólo los textos de "Estudios Hidrológicos" están ingresados en una computadora personal.

## 6. Bibliografía

En general, en Honduras las editoriales no están activas. La mayoría de los libros técnicos son importados y casi todos los libros escritos en español disponibles en Honduras son los publicados en México, Argentina, Venezuela, España, etc. Se encuentra la edición española de los libros originalmente escritos en inglés, pero en todos los casos la bibliografía técnica es costosa.

Hay algunos casos de que ciertos términos utilizados en otros países de habla española no necesariamente significan lo mismo en Honduras, sino que adoptan significados distintos y en otros casos en Honduras no se encuentra el término que corresponde al término japonés que indica un determinado concepto. A continuación se indican los diccionarios y las referencias de consulta principales que se utilizan en la elaboración de los textos.

1. Bureau of Reclamation, USA Department of the Interior, "Diseño de presas pequeñas," Editorial Continental S. A., México (1982)
2. Bureau of Reclamation, USA Department of the Interior, "Hidráulica de Los Canales Abiertos," Edit. Diana, México (1983)
3. King, Horace W. et al, "Hidráulica," Editorial Tullas, México (1982)
4. Linsley, Ray K. et al. "Hidráulica," Editorial Continental S. A., México (1980)
5. Honsen, Israelsen, "Principios y Aplicaciones del Riego," Editorial Reverte S.A., España (1979)
6. Linsley, Ray K., "Hidrología Para Ingenieros," McGraw-Hill, México (1977)

## 6. 参考文献

一般的にホンジュラスでは書籍類の出版活動はさかんではない。技術系の参考書のほとんどは輸入書籍であり、スペイン語で書かれた参考書類はそのほとんどがメキシコ、アルゼンチン、ベネズエラ、スペインで出版されたものである。英語で書かれた文献の西訳版もあるが、いずれにしても技術書は高価である。

他のスペイン語圏の国で使われている用語がホンジュラスでは必ずしも同じことを意味せず、他の用語が用いられることもある。また日本では1つの概念を示す用語として定着している専門用語に該当するスペイン語用語がホンジュラスにはまだ見当たらないというケースもあった。下記に教材作成に際して参考とした辞書、専門書の主要なものをリストアップした。

7. Benjamin, Jack R., "Probabilidad y Estadística en Ingeniería Civil," McGraw-Hill, Mexico (1981)
8. Head Norris, Charles et al, "Análisis Elemental de Estructuras," McGraw-Hill, Mexico (1981)
9. Parke, Harry, "Diseño Simplificado de Concreto Reforzado," Edit. Limusa, Mexico (1960)
10. Takemoto, Hiroshi, "Manual de Obras Hidráulicas," Secretaría de Construcción y Obras Públicas, Honduras (1982)
11. Franco F. Boas, "Diccionario Tecnológico Inglés-Español," Alhambra, Madrid
12. Boixareu, "Diccionario de Términos Científico y Técnico Inglés-Español," McGraw-Hill, (5 volúmenes), Madrid
13. 相沢正雄 "土木技術者のためのスペイン語辞典", 山海堂, 東京(1983)

#### 7. Agadecimientos

Procuré hacer las traducciones de manera que puedan transmitir apropiadamente los conceptos, aunque tengan diferentes formas de expresión. A este respecto, debo una gran parte a la ayuda de otros expertos y sus contrapartes hondureños, con quienes trabajo. Los textos elaborados son fruto de la colaboración de todos los expertos y sus contrapartes hondureños que se relacionan con este proyecto. También estoy muy agradecido por haber podido tener varias oportunidades de escuchar opiniones de ellos sobre la agricultura en el Japón y en Honduras.

#### 7. 謝辞

原語のテキストと表現は異なってもコンセプトはしっかり伝わる訳を心掛けたつもりである。この点に関しては机を並べて仕事をした他の専門家、C/P 諸氏の協力に請うところが大きい。作成された教材は同プロジェクトに関わるすべての専門家と C/P との協同作業の結果である。また仕事を通じて日本の農業、ホンジュラスの農業について諸兄の考え、意見を聞く機会が得られたのもホンジュラス滞在の収穫の一つであった。紙上を借りてお礼申し上げる。



INDICE DE LOS TEXTOS  
ELABORADOS DE NIVEL AVANZADO  
SOBRE LA INGENIERIA CIVIL  
作成済上級用本木部門教材総目次



INTRODUCCION A LA PLANIFICACION DE UN  
PROYECTO DE RIEGO.

灌がい計画概論

- |   |                   |
|---|-------------------|
| 1. Componentes básicos en la implementación de un proyecto.         | 1. 事業実施上の区分       |
| 1.1 Estudio de factibilidad y diseño final.                         | 1.1 実施計画調査        |
| 1.2 Alcance del estudio para las estructuras principales.           | 1.2 主要構造物の計画調査の範囲 |
| 1.3 Diagrama de flujo del plan de requerimiento de agua para riego. | 1.3 計画調査フローチャート   |
| 2. Planificación del requerimiento de agua para riego.              | 2. 用水計画           |
| 2.1 Consideraciones generales.                                      | 2.1 一般事項          |
| 2.2 Diagrama de flujo del plan de requerimiento de agua para riego. | 2.2 用水計画フローチャート   |
| 2.3 Investigación sobre la situación actual.                        | 2.3 現況調査          |
| 2.3.1 Topografía de la zona.  | 2.3.1 地区地形測量      |
| 2.3.2 Meteorología.   | 2.3.2 気象調査        |
| 2.3.3 Uso del agua.   | 2.3.3 水利状況調査      |
| 2.3.4 Facilidades existentes.                                       | 2.3.4 既存施設機能調査    |
| 2.3.5 Estimación del caudal de toma.                                | 2.3.5 取水量調査       |
| 2.3.6 Calidad del agua.   | 2.3.6 水質調査        |
| 2.3.7 Estudio de suelos.  | 2.3.7 土壌調査        |
| 2.3.8 Estudio actual de la agricultura.                             | 2.3.8 農業現況調査      |
| 3. Determinación del área beneficiada.                              | 3. 受益地の決定         |
| 4. Determinación del año básico de diseño.                          | 4. 計画基準年の決定       |
| 5. Determinación del requerimiento unitario de agua para riego.     | 5. 単位用水量の決定       |
| 5.1 Campos de arroz.  | 5.1 水田の場合         |
| 5.2 Campos de otros cultivos.                                       | 5.2 畑の場合          |
| 6. Estudio de las disponibilidades de agua.                         | 6. 利用可能水量の把握      |

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 6.1 Disponibilidades de agua de la fuente principal.                     | 6.1 主水源となる河川の<br>利用可能量  |
| 6.2 Disponibilidad de agua de fuentes suplementarias.                    | 6.2 補助水源となる河川の<br>利用可能量 |
| 6.3 Disponibilidad de agua subterránea.                                  | 6.3 地下水利用可能量            |
| 6.4 Determinación del caudal requerido aguas abajo.                      | 6.4 下流責任放流量の決定          |
| 6.5 Disponibilidad de agua de reservorios o estanques dentro de la zona. | 6.5 その他地区内溜池等の利用<br>可能量 |
| 7. Determinación del sistema de riego.                                   | 7. 計画用水系統の決定            |
| 8. Cálculo del requerimiento de agua para riego.                         | 8. 用水計算                 |
| 8.1 Procedimiento para el cálculo del requerimiento de agua.             | 8.1 用水計算 の手順            |
| 8.2 Unidades del requerimiento de agua.                                  | 8.2 用水量の単位              |
| 8.3 Ejemplo de cálculo.  | 8.3 用水計算例               |
| 9. Planificación de las obras de riego.                                  | 9. 施設計画                 |
| 9.1 Presas.  | 9.1 ダム                  |
| 9.1.1 Elementos básicos.   | 9.1.1 基本事項              |
| 9.1.2 Método de investigación.   | 9.1.2 調査方法              |
| 9.1.3 Diseño.  | 9.1.3 設計                |
| 9.2 Obras de toma.   | 9.2 頭首工                 |
| 9.2.1 Topografía.  | 9.2.1 地形測量              |
| 9.2.2 Investigación geológica.   | 9.2.2 地質調査              |
| 9.2.3 Investigación detallada para diseño.                               | 9.2.3 設計調査              |
| 9.3 Estación de bombeo.  | 9.3 揚排水機場               |
| 9.3.1 Topografía.  | 9.3.1 地形調査              |
| 9.3.2 Investigación geológica.   | 9.3.2 地質調査              |
| 9.3.3 Investigación detallada para diseño.                               | 9.3.3 設計調査              |
| 9.4 Canales de riego.  | 9.4 用水路                 |
| 9.4.1 Investigación preliminar.  | 9.4.1 予備調査              |
| 9.4.2 Topografía de la ruta del canal.                                   | 9.4.2 路線測量              |

9.4.3 Investigación geológica.	9.4.3 地質調査
9.4.4 Investigación para la construcción de obras temporales.	9.4.4 工事施工調査
9.4.5 Otros.	9.4.5 その他
9.4.6 Aspectos importantes en el diseño de canales de riego.	9.4.6 用水路設計上の留意事項
9.4.7 Análisis comparativos sobre las estructuras principales.	9.4.7 基幹構造物の比較
9.4.8 Obras de protección de canal de riego.	9.4.8 用水路保護施設
9.4.9 Procedimiento de selección de la ruta.	9.4.9 ルート選定の順序
10. Estimación de costos de construcción.	10. 概算事業費の算定
10.1 Plan de construcción.	10.1 施工計画
10.2 Programa de ejecución.	10.2 工程計画
10.3 Composición de costos unitarios.	10.3 単価の構成
10.4 Costos de proyecto	10.4 事業費の算出
11. Evaluación de la Efectividad del proyecto.	11. 事業効果の算定
11.1 Análisis del efecto económico.	11.1 経済効果の測定
11.2 Efecto económico de un proyecto de mejoramiento de tierras.	11.2 土地改良事業の経済効果
11.3 Condiciones supuestas para la evaluación.	11.3 測定のための前提条件
11.4 Método de evaluación del efecto económico.	11.4 経済効果の測定方式
11.5 Elementos del efecto económico	11.5 経済効果の要素
12. Ordenamiento de resultados de la investigación.	12. 調査結果のまとめ

Nota : La estimación de costos de construcción del Capítulo 10 se menciona en otro texto titulado " Estimación del costo de las obras civiles y rendimiento de equipos y mano de obra."

注：10章の＜概算事業費の算定＞は、別の教材＜土木工事費の積算と歩掛り＞の中で述べられる。

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1. Presión hidrostática   | 1. 静水圧                      |
| 1.1 Presión hidrostática  | 1.1 静水圧                     |
| 1.1.1 Presión hidráulica y presión hidráulica total.  | 1.1.1 水圧と全水圧                |
| 1.1.2 Presión hidráulica en un punto.   | 1.1.2 一点における水圧              |
| 1.1.3 Profundidad del agua y presión hidráulica.  | 1.1.3 水深と水圧                 |
| 1.1.4 Carga de presión.   | 1.1.4 圧力水頭                  |
| 1.1.5 Manómetro.  | 1.1.5 マノメーター                |
| 1.2 Presión hidráulica que actúa sobre una superficie plana.  | 1.2 平面に作用する水圧               |
| 1.2.1 Presión hidráulica total que actúa sobre una superficie plana y su punto de aplicación.                           | 1.2.1 水平な平面に作用する水圧          |
| 1.2.2 Presión hidráulica total que actúa sobre un plano rectangular que se encuentra vertical y su punto de aplicación. | 1.2.2 鉛直な長方形平面に作用する全水圧と作用点  |
| 1.2.3 Presión hidráulica total que actúa sobre un plano rectangular inclinado y su punto de aplicación.                 | 1.2.3 傾斜した長方形平面に作用する全水圧と作用点 |
| 1.2.4 Fórmula general para calcular la presión hidráulica total y el punto de aplicación.                               | 1.2.4 平面に作用する全水圧と作用点の一般式    |
| 1.3 Presión hidráulica total que actúa sobre una superficie curva.  | 1.3 曲面に作用する全水圧              |
| 1.4 Empuje y objeto flotante.   | 1.4 浮力と浮体                   |
| 1.4.1 Principio de Arquímedes.  | 1.4.1 アルキメデスの原理             |
| 1.4.2 Objeto flotante.  | 1.4.2 浮体                    |
| 2. Flujo de agua.   | 2. 水の流れ                     |
| 2.1 Velocidad de flujo y caudal.  | 2.1 流速と流量                   |
| 2.2 Clasificación de los flujos.  | 2.2 流れの種類                   |
| 2.2.1 Tubería y canal abierto.  | 2.2.1 管水路と開水路               |
| 2.2.2 Flujo constante y flujo no-constante.   | 2.2.2 定常流と非定常流              |
| 2.2.3 Flujo uniforme y flujo variado  | 2.2.3 等流と不等流                |
| 2.2.4 Flujo laminar y flujo turbulento  | 2.2.4 層流と乱流                 |

2.2.5	Flujo supercrítico y flujo subcrítico.	2.2.5	常流と射流
2.3	Continuidad de flujo.	2.3	流れの連続性
2.4	Teorema de Energía de Bernoulli.	2.4	ベルヌーイの定理
2.4.1	Teorema de Energía de Bernoulli.	2.4.1	ベルヌーイの定理
2.4.2	Aplicación del Teorema de Energía de Bernoulli.	2.4.2	ベルヌーイの定理の応用
2.5	Pérdida de carga.	2.5	損失水頭
2.5.1	Pérdida de carga y Teorema de Energía de Bernoulli.	2.5.1	損失水頭とベルヌーイの定理
2.5.2	Pérdida de carga por fricción y fórmulas para calcular velocidad media.	2.5.2	摩擦損失水頭と平均流速公式
3.	Tubería.	3.	管水路
3.1	Otras pérdidas de carga aparte de la pérdida por fricción.	3.1	摩擦以外の損失水頭
3.1.1	Pérdida en la entrada de una tubería.	3.1.1	流入損失
3.1.2	Pérdida por curvatura y cambio de dirección.	3.1.2	曲がり屈折による損失
3.1.3	Pérdida de carga debida al cambio de seccion.	3.1.3	断面変化による損失
3.1.4	Pérdida de carga en válvulas.	3.1.4	弁による損失水頭
3.1.5	Pérdida de carga en la salida de una tubería.	3.1.5	流出による損失水頭
3.2	Tubería simple.	3.2	単線管水路
3.2.1	Caudal y línea piezométrica en el caso de que el diámetro de la tubería es uniforme.	3.2.1	管径が一定な場合の流量と動水勾配線
3.2.2	Determinación del diámetro de la tubería en caso de que sea uniforme.	3.2.2	管径が一定の場合の管径の決定
3.2.3	Caudal y gradiente hidrodinámico.	3.2.3	流量と動水勾配線
3.2.4	Tubería que tiene una turbina o una bomba.	3.2.4	水車及びポンプのある管水路
4.	Canal abierto.	4.	開水路
4.1	Elementos que forman la sección de un canal abierto.	4.1	水路断面の形状要素

4.1.1	Sección longitudinal.	4.1.1	長方形断面
4.1.2	Sección trapezoidal.	4.1.2	台形断面
4.1.3	Sección circular.	4.1.3	円形断面
4.2	Cálculo del flujo uniforme.	4.2	等流の計算
4.2.1	Cálculo de canales abiertos con sección trapezoidal.	4.2.1	台形断面水路の計算
4.2.2	Cálculo de canales con sección circular.	4.2.2	円形断面水路の計算
4.2.3	Cálculo del caudal en una sección con rugosidades diferentes y en un río con sección compuesta.	4.2.3	複断面河川及び粗度係数が異なる断面の流量計算
4.2.4	Sección óptima o hidráulicamente más provechosa.	4.2.4	水理上有利な断面
4.3	Pérdida de carga en los canales abiertos.	4.3	開水路の損失水頭
4.3.1	Pérdida de carga por fricción.	4.3.1	摩擦による損失水頭
4.3.2	Pérdida de carga en la entrada.	4.3.2	流入による損失水頭
4.3.3	Pérdida de carga debido al cambio de sección y cantidad del movimiento del nivel de agua.	4.3.3	断面変化による損失及び水位変化
4.3.4	Cantidad del movimiento del nivel de agua debido a los pilares de un puente.	4.3.4	橋脚による水位変化
4.3.5	Pérdida de carga y cantidad del movimiento del nivel de agua debido a rejillas.	4.3.5	スクリーンによる損失水頭と水位変化
4.4	Flujo subcrítico y flujo supercrítico.	4.4	常流と射流
4.4.1	Energía específica, profundidad crítica, velocidad crítica.	4.4.1	比エネルギー、限界水深、限界流速
4.4.2	Flujo subcrítico y flujo supercrítico.	4.4.2	常流と射流
4.4.3	Variación de flujo.	4.4.3	流れの遷移
5.	Orificio, Compuerta, Vertedero.	5.	オリフィス、ゲート、せき
5.1	Caudal en orificios.	5.1	オリフィスの流量
5.1.1	Orificio pequeño.	5.1.1	小オリフィス
5.1.2	Orificio grande.	5.1.2	大オリフィス
5.1.3	Orificio sumergido.	5.1.3	もぐりオリフィス
5.2	Compuertas.	5.2	ゲート



- 5.3 Vertedero.
- 5.3.1 Vertedero de cresta viselada
- 5.3.2 Vertedero de cresta ancha.

- 5.3 せき
- 5.3.1 刀形せき
- 5.3.2 広頂せき

Apéndice-1:  
Coeficientes de pérdida por fricción en tubería por la Fórmula de Manning.

Apéndice-2:  
Tabla de cálculo de A ( sección tra-  
pezoidal ).

Apéndice-3:  
Tabla de cálculo de R ( sección tra-  
pezoidal ).

Apéndice-4:  
Tabla de cálculo de  $K^1$  por la Fórmula  
de Manning.

Apéndice-5:  
Tabla de cálculo de  $K^2$  por la Fórmula  
de Manning.

Apéndice-6:  
Profundidad crítica en sección  
rectangular.

Apéndice-7:  
Profundidad crítica en sección  
trapezoidal.

Apéndice-8:  
Profundidad crítica en sección  
circular.

Apéndice-9:  
Valores de  $N^{2/3}$

Apéndice-10:  
Valores de  $N^{3/2}$

Apéndice-11:  
Valores de  $N^{8/3}$

Apéndice-12:  
Valores de  $N^{5/2}$

付録-1:  
マニングの式による円管の摩擦損失  
係数  $f$  の値

付録-2:  
Aの計算表(台形断面)

付録-3:  
Rの計算表(台形断面)

付録-4:  
マニングの式による  $K^1$  の表  
(台形断面)

付録-5:  
マニングの式による  $K^2$  の表  
(台形断面)

付録-6:  
長方形断面の限界水深

付録-7:  
台形断面の限界水深

付録-8:  
円形断面の限界水深

付録-9:  
Nの $2/3$ 乗の値

付録-10:  
Nの $3/2$ 乗の値

付録-11:  
Nの $8/3$ 乗の値

付録-12:  
Nの $5/2$ 乗の値

- |  |  |
|--|--|
| <p>1. Investigaciones.</p> <p>1.1 Investigaciones topográficas y catastral.</p> <p>1.2 Investigación meteorológica.</p> <p>1.3 Investigación del suelo.</p> <p>1.3.1 Aspectos a investigar.</p> <p>1.3.2 Análisis del suelo.</p> <p>1.3.3 Investigación de la velocidad de infiltración.</p> <p>2. Planificación.</p> <p>2.1 Procedimiento de planificación.</p> <p>2.2 Determinación de la política fundamental.</p> <p>2.2.1 Determinación provisional del área fundamental.</p> <p>2.2.2 Determinación provisional del plan de la administración agrícola.</p> <p>2.2.3 Determinación provisional del plan del riego en el campo.</p> <p>2.2.4 Determinación provisional del plan de la utilización de fuentes de agua.</p> <p>2.2.5 Determinación provisional del plan de las facilidades principales.</p> <p>2.3 Preparación del plan fundamental.</p> <p>2.3.1 Determinación del área beneficiada.</p> <p>2.3.2 Determinación del plan de la administración agrícola.</p> <p>2.3.3 Determinación del método de riego.</p> <p>3. Planificación de la cantidad de riego ( Relación agua-suelo-planta )</p> | <p>1. 調査</p> <p>1.1 地形地質調査</p> <p>1.2 気象調査</p> <p>1.3 土壌調査</p> <p>1.3.1 調査項目</p> <p>1.3.2 土壌分析</p> <p>1.3.3 インテイクレート調査</p> <p>2. 計画</p> <p>2.1 計画の手順</p> <p>2.2 基本構想の策定</p> <p>2.2.1 受益地の概定</p> <p>2.2.2 営農計画の概定</p> <p>2.2.3 用水計画の概定</p> <p>2.2.4 水源計画の概定</p> <p>2.2.5 主要施設計画の概定</p> <p>2.3 基本計画の策定</p> <p>2.3.1 受益地の確定</p> <p>2.3.2 営農計画の確定</p> <p>2.3.3 かんがい方式の確定</p> <p>3. 用水計画(水分、土壌、植物の関係)</p> |
|--|--|

3.1	Procedimiento para el cálculo de la cantidad de riego.	3.1	用水量算定の手順
3.2	Investigaciones de la humedad del suelo.	3.2	土壤水分調査
3.2.1	Métodos para medir la humedad del suelo.	3.2.1	土壤水分測定法
3.2.2	Determinación de las constantes referentes a la humedad de suelo.	3.2.2	水分定数の決定
3.2.3	Investigación del consumo de la humedad.	3.2.3	水分消費量調査
3.3	Determinación del consumo diario de la humedad.	3.3	日消費水量の決定
3.3.1	Métodos de mediciones.	3.3.1	実測法
3.3.2	Métodos de cálculo del consumo diario de humedad.	3.3.2	日消費水量の計算法
3.3.3	Coefficiente de cultivo.	3.3.3	栽培係数
3.3.4	Evapotranspiración máxima (ET <sub>m</sub> )	3.3.4	最大蒸発散量 (ET <sub>m</sub> )
3.4	Intervalo entre riegos y cantidad de agua por riego.	3.4	計画間断日数
3.5	Determinación del volumen de agua para riego.	3.5	計画用水量の決定
3.5.1	Cantidad de pérdida de agua.	3.5.1	損失水量
3.5.2	Cantidad de riego unitario.	3.5.2	かんがい水量
3.5.3	Cantidad de riego en el campo.	3.5.3	用水量
3.5.4	Precipitación efectiva.	3.5.4	有効雨量
4.	Planificación del riego a nivel parcelario.	4.	末端かんがい計画
4.1	Riego por surcos.	4.1	うね間かんがい
4.1.1	Determinación del caudal adecuado de campo.	4.1.1	適正圃場流入量の決定
4.1.2	Velocidad de la corriente en un surco.	4.1.2	うね間の水足の速さ
4.1.3	Velocidad de infiltración en el surco.	4.1.3	うね間インテイクレート
4.1.4	Determinación del tiempo de riego.	4.1.4	かんがい時間の決定
4.1.5	Determinación de la logitud de los surcos.	4.1.5	うね長の決定

- 4.1.6 Determinación de los intervalos entre surcos.
- 4.1.7 Eficiencia de riego.
- 4.2 Riego por inundación.
- 4.2.1 Colocación de las acequias y sub-acequias.
- 4.2.2 Caudal de las acequias e intervalos entre sub-acequias.
- 4.3 Riego por caballones marginales ( melgas )
- 4.3.1 Determinación del caudal regado en el campo.
- 4.3.2 Ancho y longitud de una parcela.
- 4.4 Riego por aspersión.
- 4.4.1 Clasificación de la aspersión.
- 4.4.2 Calidades de la aspersión.
- 4.4.3 Colocación de los aspersores y los tubos secundarios.
  - a Figura de la distribución por aspersión
  - b Coeficiente de uniformidad
  - c Colocación de los aspersores y los tubos secundarios
  - d Eficiencia de riego
  - e Intensidad de aspersión y tiempo de aspersión

Ejercicios No.1 - 7.

- 4.1.6 うね間の決定
- 4.1.7 かんがい効率
- 4.2 越流かんがい
- 4.2.1 主水路と支水路の配置
- 4.2.2 主水路の流量と支水路の間隔
- 4.3 ボーダーかんがい
- 4.3.1 圃場流入量の決定
- 4.3.2 区画の幅と長さ
- 4.4 スプリンクラーかんがい
- 4.4.1 スプリンクラーの分類
- 4.4.2 スプリンクラーの性能
- 4.4.3 スプリンクラーと支管の配置
  - a 散布図形
  - b 均等係数
  - c スプリンクラーと支管の配置
  - d かんがい効率
  - e 散水強度と散水時間

練習問題 No.1 - 7.

- |  |                      |
|--|----------------------|
| 1. Dinámica básica para el diseño de estructura.                 | 1. 設計のための力学の基礎       |
| 1.1 Fuerzas y su equilibrio.                                     | 1.1 力のつりあい           |
| 1.1.1 Fuerzas.   | 1.1.1 力              |
| 1.1.2 Composición y descomposición de fuerzas                    | 1.1.2 力の合成と分解        |
| 1.1.3 Momento.   | 1.1.3 モーメント          |
| 1.1.4 Equilibrio de fuerzas.                                     | 1.1.4 力のつりあい         |
| 1.2 Características de las figuras planas.                       | 1.2 平面図形の性質          |
| 1.2.1 Momento geométrico y centro de figura.                     | 1.2.1 断面一次モーメントと図心   |
| 1.2.2 Momento de inercia.  | 1.2.2 断面二次モーメント      |
| 1.2.3 Modulo de sección, radio de inercia, núcleo central.       | 1.2.3 断面係数、断面二次半径、核点 |
| 1.3 Resistencia de materiales.                                   | 1.3 材料の強さ            |
| 1.3.1 Esfuerzo y deformación.                                    | 1.3.1 応力と強さ          |
| 1.3.2 Elasticidad y características de un objeto elástico.       | 1.3.2 弾性と弾性体の性質      |
| 1.3.3 Resistencias de materiales y esfuerzo unitario permisible. | 1.3.3 材料の強さと許容応力度    |
| 2. Vigas y columnas.   | 2. はり・柱              |
| 2.1 Fuerzas exteriores que actúan sobre una viga.                | 2.1 はりに作用する外力        |
| 2.1.1 Viga.  | 2.1.1 はり             |
| 2.1.2 Cargas que actúan sobre una viga.                          | 2.1.2 はりに作用する荷重      |
| 2.1.3 Fuerza cortante y momento de flexión.                      | 2.1.3 せん断力と曲げモーメント   |
| 2.2 Cálculo de vigas   | 2.2 はりの計算            |
| 2.2.1 Viga simplemente apoyada                                   | 2.2.1 単純はり           |
| 2.2.2 Viga en ménsula.   | 2.2.2 片持はり           |
| 2.3 Cálculo de esfuerzos y diseño de vigas.                      | 2.3 はりの応力と設計         |
| 2.3.1 Cálculo de esfuerzos en las vigas.                         | 2.3.1 はりの応力          |
| 2.3.2 Diseño de vigas.   | 2.3.2 はりの設計          |

- |       |  |       |                         |
|-------|--|-------|-------------------------|
| 2.4   | Deflexión de la viga.  | 2.4   | はりのたわみ                  |
| 2.4.1 | Deflexión y ángulo de deflexión.   | 2.4.1 | たわみとたわみ角                |
| 2.4.2 | Deflexión de una viga simplemente apoyada.                                     | 2.4.2 | 単純ばりのたわみ                |
| 3.    | Estructura de concreto reforzado.  | 3.    | 鉄筋コンクリート造               |
| 3.1   | Generalidades.   | 3.1   | 一般事項                    |
| 3.1.1 | Estructuras de concreto reforzado.   | 3.1.1 | 鉄筋コンクリート造               |
| 3.1.2 | Puntos básicos para el cálculo de estructuras.                                 | 3.1.2 | 計算の基礎となる事項              |
| 3.2   | Pieza sobre la cual actúa una flexión.   | 3.2   | 曲げを受ける部材                |
| 3.2.1 | Sección rectangular.   | 3.2.1 | 長方形断面                   |
| 3.2.2 | Sección T ( en forma de T ).   | 3.2.2 | T型断面                    |
| 3.3   | Esfuerzo cortante, esfuerzo adhesivo, esfuerzo de tensión oblicua a la viga.   | 3.3   | はりのせん断応力、付着応力<br>斜め引張応力 |
| 3.3.1 | Cálculo de esfuerzo cortante unitario.   | 3.3.1 | せん断応力度の計算               |
| 3.3.2 | Cálculo de esfuerzo adhesivo unitario.   | 3.3.2 | 付着応力度の計算                |
| 3.3.3 | Varillas de refuerzo para la tensión oblicua.                                  | 3.3.3 | 斜め引張鉄筋                  |
| 4.    | Diseño de puentes y muros de retención.  | 4.    | 橋、擁壁の設計                 |
| 4.1   | Puentes  | 4.1   | 橋                       |
| 4.1.1 | Generalidades.   | 4.1.1 | 一般事項                    |
| 4.1.2 | Puentes de concreto reforzado  | 4.1.2 | 鉄筋コンクリートスラブ橋            |
| 4.2   | Muros de retención.  | 4.2   | 擁壁                      |
| 4.2.1 | Generalidades.   | 4.2.1 | 一般事項                    |
| 4.2.2 | Muro de retención de gravedad  | 4.2.2 | 重力式擁壁                   |
| 4.2.3 | Muros de retención de concreto reforzado con sección en forma inversa de " T " | 4.2.3 | 鉄筋コンクリート逆T形擁壁           |

Apéndices.

- No.1 Area transversal de varillas corrugadas de acuerdo al diámetro y cantidad.
- No.2 Perímetro de varillas corrugadas de acuerdo al diámetro y cantidad.
- No.3 Perímetro de varillas corrugadas colocadas a diferentes espaciamientos.
- No.4 Area transversal de varillas corrugadas colocadas a diferentes espaciamientos.
- No.5 Area transversal de varillas lisas colocadas a diferentes espaciamientos
- No.6 Perímetro de varillas lisas colocadas a diferentes espaciamientos.
- No.7 Area transversal de varillas lisas de acuerdo al diámetro y cantidad.
- No.8 Perímetro de varillas lisas de acuerdo al diámetro y cantidad.
- No.9 Valores de  $C_1, C_2$  y  $P_0$  con respecto a  $\sigma_{ca}$  y  $\sigma_{sa}$  en una sección rectangular con refuerzo simple.

付録

- No.1 異形鉄筋の本数と断面積
- No.2 異形鉄筋の本数と周長
- No.3 異なる間隔に置かれた異形鉄筋の周長
- No.4 異なる間隔に置かれた異形鉄筋の断面積
- No.5 異なる間隔に置かれた普通丸鋼の本数と断面積
- No.6 異なる間隔に置かれた普通丸鋼の本数と断面積
- No.7 普通丸鋼の本数と断面積
- No.8 普通丸鋼の本数と断面積
- No.9 単鉄筋長方形断面の  $\sigma_{ca}$  ,  $\sigma_{sa}$  に対する  $C_1, C_2$  及び  $P_0$  の値

1. Facilidades de distribución y estructuras de aforo.
    - 1.1 Vertedores.
      - 1.1.1 Vertedor triangular rectangular
      - 1.1.2 Vertedor rectangular con contracción.
      - 1.1.3 Vertedor sin contracción.
    - 1.2 Medidor Parshall.
      - 1.2.1 Fórmula de cálculo para régimen descarga libre.
      - 1.2.2 Forma y dimensiones del medidor Parshall.
      - 1.2.3 Fórmulas de cálculo para régimen de ahogamiento o sumersión.
    - 1.3 Medidor Venturi.
    - 1.4 Obras de distribución por compuertas.
      - 1.4.1 Tipo orificio.
      - 1.4.2 Tipo orificio sumergible.
    - 1.5 Obras de distribución para un régimen de flujo supercrítico.
      - 1.5.1 Estructura
      - 1.5.2 Diseño hidráulico.
      - 1.5.3 Longitud del resalto hidráulico.
      - 1.5.4 Elementos hidráulicos y cálculo de las dimensiones de obras de distribución.
  2. Caída y rápida.
    - 2.1 Caída.
      - 2.1.1 Canal de entrada.
      - 2.1.2 Entrada de caída.
      - 2.1.3 Instalación de orificio de aire.
      - 2.1.4 Profundidad del cuenco amortiguador.
1. 量分水施設  
(要約)
    - 1.1 量水ぜき
      - 1.1.1 直角三角ぜき
      - 1.1.2 四角ぜき
      - 1.1.3 全幅ぜき
    - 1.2 パーシャルフルーム
      - 1.2.1 自由越流の場合の流量式
      - 1.2.2 形状及び寸法
      - 1.2.3 もぐり流出の場合の流量式
    - 1.3 ベンチュリメーター
    - 1.4 ゲート分水工
      - 1.4.1 オリフィス型
      - 1.4.2 もぐりオリフィス型
    - 1.5 射流分水工
      - 1.5.1 構造
      - 1.5.2 水理設計
      - 1.5.3 跳水の長さ
      - 1.5.4 水理諸元と分水工の寸法計算
  2. 落差工及び急流工
    - 2.1 落差工
      - 2.1.1 入口取付け水路
      - 2.1.2 落ち口
      - 2.1.3 空気孔の設置
      - 2.1.4 水クツシヨンの深さ



- |       |  |       |                   |
|-------|--|-------|-------------------|
| 2.1.5 | Longitud del cuenco amortiguador.                            | 2.1.5 | 水クツシヨンの深さ         |
| 2.1.6 | Altura de caída.   | 2.1.6 | 落差工               |
| 2.1.7 | Ubicación de la caída.                                       | 2.1.7 | 落差工の設置場所          |
| 2.1.8 | Estructura típica de caída.                                  | 2.1.8 | 落差工標準構造           |
| 2.1.9 | Diseño hidráulico de caída del tipo con cuenco amortiguador. | 2.1.9 | 水クツシヨン型落差工の水理設計   |
| 2.2   | Rápida.  | 2.2   | 急流工               |
| 2.2.1 | Canal de entrada.  | 2.2.1 | 入口取付け水路           |
| 2.2.2 | Canal-rápida.  | 2.2.2 | 急流部               |
| 2.2.3 | Canal de descarga.   | 2.2.3 | 放射流部              |
| 2.2.4 | Cuenca-amortiguador.   | 2.2.4 | 静水池の設計            |
| 3.    | Práctica de la hidrometría.                                  | 3.    | 流量測定の実習           |
| 3.1   | Aforo por el método de área y velocidad.                     | 3.1   | 流量測定(断面積と流速による測定) |
| 3.1.1 | Molinetes  | 3.1.1 | 流速計による測定          |
| 3.1.2 | Profundidad de medición del molinete.                        | 3.1.2 | 流速計による測定の深さ       |
| 3.1.3 | Orden de observación.  | 3.1.3 | 観測順序              |
| 3.1.4 | Medición de las profundidades del río o canal.               | 3.1.4 | 河川あるいは水路の深さの測定    |
| 3.1.5 | Medición de las velocidades en las líneas pares.             | 3.1.5 | 河川の各断面の流速測定       |
| 3.2   | Aforo usando flotador.                                       | 3.2   | 浮きを使った測定          |
| 3.2.1 | Molinete Tipo Price.   | 3.2.1 | プライス型流速計          |
| 3.2.2 | Molinete Tipo Hiroi.   | 3.2.2 | ヒロイ型流速計           |

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Correlación y regresión             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Correlación</li> <li>1.2 Regresión recta</li> </ol> </li> <li>2. Precipitación del área             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Método del promedio</li> <li>2.2 Método de Thiessen</li> <li>2.3 Método de las isoyetas</li> </ol> </li> <li>3. Análisis lámina-área-duración             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Intensidad de lluvia por hora y los tiempos continuos</li> <li>3.2 Cantidad de lluvia por hora y la cantidad de lluvia diaria</li> <li>3.3 Area y la precipitación sobre el área</li> <li>3.4 Forma en que se distribuye la lluvia</li> </ol> </li> <li>4. Probabilidad hidrológica             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 Distribución de la lluvia y probabilidad de excedentes</li> <li>4.2 Distribución normal</li> <li>4.3 Distribución log-normal</li> <li>4.4 Período de retorno</li> <li>4.5 Cálculo de la probabilidad por el Método de Iwai</li> <li>4.6 Cálculo de la probabilidad por el método gráfico</li> <li>4.7 Cálculo de la probabilidad por el Método de Gumbel</li> </ol> </li> <li>5. Flujo             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 Coeficiente de flujo</li> <li>5.2 Componentes del flujo                 <ol style="list-style-type: none"> <li>a Escorrentía superficial</li> <li>b Flujo intermedio</li> <li>c Flujo subterráneo</li> <li>d Precipitación en canales</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 相関と回帰式             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 相関</li> <li>1.2 直線回帰</li> </ol> </li> <li>2. 面積雨量             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 平均法</li> <li>2.2 ティーセン法</li> <li>2.3 等雨量線法</li> </ol> </li> <li>3. DAD解析             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 降雨強度と継続時間</li> <li>3.2 時間雨量と日雨量</li> <li>3.3 面積と面積雨量</li> <li>3.4 基準雨量における強度分布について</li> </ol> </li> <li>4. 水文確率             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 雨量の分布と超過確率</li> <li>4.2 正規分布</li> <li>4.3 対数正規分布</li> <li>4.4 再現期間</li> <li>4.5 岩井法</li> <li>4.6 確率紙を使った方法</li> <li>4.7 ガンベルの方法</li> </ol> </li> <li>5. 流出             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 流出率</li> <li>5.2 流出の成分                 <ol style="list-style-type: none"> <li>a 表面流出</li> <li>b 中間流出</li> <li>c 地下水流出</li> <li>d 河道降水</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> |
|--|--|

5.3 Separación del flujo directo y del flujo subterráneo	5.3 直接流出と地下水流出の分離
a Método basado en el concepto de que el flujo subterráneo es constante	a 地下水流出を一定とする方法
b Método en el que se usa la curva del decrecimiento de las aguas	b 勾配減水曲線を用いる方法
5.4 Precipitación efectiva y la pérdida de agua.	5.4 有効雨量と損失雨量
a Método del cálculo de la precipitación efectiva según una cierta proporción de pérdida de agua	a 一定比損失雨量法
b Método del cálculo de la precipitación efectiva según una cierta cantidad de pérdida de agua	b 一定量損失雨量法
6. Hidrograma unitario	6. 単位図
7. Cantidad máxima de caudal en la crecida.	7. ピーク流量
7.1 Método a través de las mediciones del nivel del río y el caudal.	7.1 水位-流量を実測する方法
7.1.1 Curva altura-caudal.	7.1.1 水位流量曲線
7.1.2 Huella máxima de inundaciones máximas registradas por medio de las huellas de inundaciones de dos sitios.	7.1.2 洪水痕跡
7.2 Método a través de la fórmula racional.	7.2 合理式による方法
8. Curva de altura-caudal	8. 水位流量曲線
9. Términos técnicos relacionados con el nivel del río y su caudal	9. 流況表
10. Cuenca	10. 流域
10.1 Superficie de la cuenca	10.1 流域面積
10.2 Ancho promedio de la cuenca	10.2 流域の平均巾
10.3 Factor de forma de la cuenca	10.3 流域の形状係数
10.4 Caudal específico	10.4 比流量
10.5 Coeficiente del régimen del río	10.5 河状係数

## 11. Investigación de aguas subterráneas

### 11.1 Generalidades

### 11.2 Nivel freático

### 11.3 Formación del agua subterránea

### 11.4 Prueba de permeabilidad en el campo

1. En caso de que solo el fondo del tubo este comunicado con el estrato de agua subterránea libre
2. En caso de que el tubo tenga el tamiz en su parte inferior, el cual penetra en el estrato del agua subterránea libre
3. En caso de que la prueba de permeabilidad se haga en un estrato situado más arriba del estrato del agua subterránea artesiana.
4. En caso de que el tubo tenga el tamiz en su parte inferior y se encuentra en el estrato del agua subterránea artesiana

## 11. 地下水調査

### 11.1 一般事項

### 11.2 地下水位

### 11.3 地下水かん養

### 11.4 現場透水試験

1. 自由地下水層に対し孔底のみ通じている場合
2. 自由地下水層の対しストレーナーがある場合
3. 被圧地下水層上面のみ通じている場合
4. 被圧地下水層に対しストレーナーのある場合

- |  |  |
|--|--|
| <p>1. Obras de aguas subterráneas</p> <p>1. Obras de aguas subterráneas ( resumen )</p> <p>1.1 Método de extracción de agua.</p> <p>1.2 Coeficiente de permeabilidad.</p> <p>1.2.1 Métodos de determinación del coeficiente de permeabilidad en el laboratorio.</p> <p>1.2.2 Métodos de determinación del coeficiente de permeabilidad en el sitio.</p> <p>1.3 Círculo de influencia.</p> <p>1.3.1 En caso de pozo profundo.</p> <p>1.3.2 En caso de alcantarilla-colector.</p> <p>1.4 Pozos</p> <p>1.4.a En caso de que se extraiga agua subterránea no-confinada.</p> <p>1.4.b En caso de extracción de aguas de un acuífero confinado.</p> <p>1.4.c Pozos en grupo.</p> <p>1.4.d Pozo cercano a una fuente de agua.</p> <p>1.4.e En caso de un pozo próximo a una pantalla impermeabilizadora.</p> <p>1.5 Alcantarilla-colector.</p> <p>1.5.a En caso de que el fondo de alcantarilla esta sobre el estrato impermeable.</p> <p>1.5.b En caso de que el fondo de la alcantarilla se encuentre a una distancia relativamente pequeña del estrato impermeable.</p> <p>1.5.c En caso de que el fondo de la alcantarilla se encuentre a una distancia relativamente grande del estrato impermeable.</p> | <p>1. 地下水工</p> <p>1. 地下水工 (要約)</p> <p>1.1 採水方式</p> <p>1.2 透水係数</p> <p>1.2.1 室内における透水係数の測定法</p> <p>1.2.2 野外における透水係数の測定法</p> <p>1.3 影響圏</p> <p>1.3.1 深井戸の場合</p> <p>1.3.2 集水暗きよの場合</p> <p>1.4 井戸</p> <p>1.4.a 自由面地下水を採水する場合</p> <p>1.4.b 被圧地下水を採水する場合</p> <p>1.4.c 群井戸</p> <p>1.4.d 水際にある井戸</p> <p>1.4.e 不透水性の障壁の近くにある井戸</p> <p>1.5. 集水暗きよ</p> <p>1.5.a 集水暗きよのきよ底が水平の不透水層上にある場合</p> <p>1.5.b 集水暗きよの底より不透水層まであまり深くない場合</p> <p>1.5.c 集水暗きよの底より不透水層まで比較的深い場合</p> |
|--|--|

1.5.d En caso de que el fondo de alcantarilla se encuentre sobre un estrato impermeable inclinado a lo largo de una curva de nivel perpendicularmente a la dirección de corriente.

1.5.e En caso de que el nivel freático de la parte de aguas arriba es diferente al de la parte de aguas abajo, debido a que la alcantarilla es muy larga.

Ejercicios No.1 - 10

2. Facilidades de bombeo.

2. Facilidades de bombeo.  
( resumen )

2.1 Volumen de descarga de la bomba.

2.2 Carga total de bombeo.

2.3 Potencia.

2.4 Bombas.

2.4.a Tipo de bomba.

2.4.b Tamaño de la bomba.

2.4.c Número de bombas.

2.5 Motor

2.6 Bomba para pozo profundo.

Ejercicio No.1 - 2

集水暗きよの底が、不透水層上の等高線に沿って、地下水の流向に対し直交する方向にある場合

1.5.e 集水暗きよの長さが長く、地下水面の高さが上流部と下流部で異なる場合

例題 No.1 - 10

2. 揚水施設

2. 揚水施設  
( 要約 )

2.1 揚水量

2.2 揚程

2.3 動力容量

2.4 ポンプ

2.4.a ポンプの形式

2.4.b ポンプの大きさ

2.4.c ポンプの台数

2.5 原動機

2.6 深井戸用ポンプ

例題 No.1 - 2

- |  |                  |
|--|------------------|
| 1. Descripción general                                     | 1. 一般            |
| 1.1 Generalidades  | 1.1 一般事項         |
| 1.2 Campo de aplicación                                    | 1.2 適用範囲         |
| 1.3 Clasificación de los canales                           | 1.3 水路の分類        |
| 1.4 Organización de los canales                            | 1.4 水路の組織        |
| 2. Investigación   | 2. 調査            |
| 2.1 Política de investigación                              | 2.1 調査の方針        |
| 2.2 Selección de la localización del canal                 | 2.2 路線の選定        |
| 2.2.1 Generalidades  | 2.2.1 一般事項       |
| 2.2.2 Procedimiento para la selección de la ruta del canal | 2.2.2 路線選定の手順    |
| 2.3 Procedimiento de la investigación                      | 2.2.3 調査の手順      |
| 2.4 Contenido de la investigación                          | 2.4 調査の内容        |
| 2.4.1 Levantamiento topográfico y mapeo                    | 2.4.1 測量及び図化     |
| 2.4.2 Geología y propiedades del suelo                     | 2.4.2 地質及び土質     |
| 2.4.3 Meteorología e hidrología                            | 2.4.3 気象及び水文     |
| 2.4.4 Condiciones sociales                                 | 2.4.4 社会条件       |
| 2.4.5 Condiciones de ejecución de la construcción          | 2.4.5 施工条件       |
| 3. Diseño preliminar                                       | 3. 予備設計          |
| 3.1 Propósito  | 3.1 目的           |
| 3.2 Comprobación de la descarga diseñada, etc.             | 3.2 計画通水量等の確認    |
| 3.3 Determinación provisional del canal tipo.              | 3.3 水路形式の概定      |
| 3.4 Localización y trazado de estructuras de conducción.   | 3.4 通水施設の路線と工種配置 |
| 3.4.1 Generalidades.                                       | 3.4.1 一般事項       |
| 3.4.2 Canal abierto  | 3.4.2 開水路        |
| 3.4.3 Sifón invertido y acueducto.                         | 3.4.3 逆サイホンと水路橋  |
| 3.4.4 Alcantarilla y túnel.                                | 3.4.4 暗渠とトンネル    |
| 3.4.5 Caídas y rápidas                                     | 3.4.5 落差工及び急流工   |

3.4.6	Tubería.	3.4.6	管水路
3.5	Obras de derivación.	3.5	分水工
3.6	Medios de regulación.	3.6	調整施設
3.6.1	Generalidades.	3.6.1	一般事項
3.6.2	Medios de regulación del nivel de aguas.	3.6.2	水位調整施設
3.6.3	Canales de alivio y vertederos.	3.6.3	放水工及び余水工
3.6.4	Estanques de regulación(reservorio)	3.6.4	調整池
3.7	Distribución de la carga total.	3.7	水頭の配分
3.8	Estudios comparativos sobre diseños alternativos de estructuras	3.8.	構造物の比較設計
4.	Asuntos básicos de diseño.	4.	設計の基本事項
4.1	Aplicaciones.	4.1	適用
4.2	Diseño hidráulico.	4.2	水理設計
4.3	Cálculo de la descarga.	4.3	流量計算
4.3.1	Velocidad permisible en el flujo.	4.3.1	許容流速
4.3.2	Cálculo de la descarga.	4.3.2	流量計算
4.3.3	Pérdida de carga y disminución del agua superficial en canales abiertos.	4.3.3	開水路における損失水頭および水面低下
4.3.4	Pérdida de carga en tubería.	4.3.4	管水路における損失水頭
4.3.5	Resumen de cálculos hidráulicos.	4.3.5	水理計算のまとめ
4.4	Bordo libre en canales.	4.4	水路の余裕高
4.5	Diseño de estructuras.	4.5	構造物の設計
4.5.1	Generalidades.	4.5.1	一般事項
4.5.2	Cargas.	4.5.2	荷重
4.5.3	Reacción de fundaciones.	4.5.3	基礎反力
4.5.4	Cargas aplicadas a una pared vertical.	4.5.4	鉛直壁にかかる荷重
4.5.5	Concreto reforzado y concreto no-reforzado.	4.5.5	鉄筋コンクリート及び無筋コンクリート



1. Propiedades básicas del suelo	1. 土の基本的な性質
1.1 Proceso de formación del suelo	1.1 土の生成
1.2 Exploración y ensayos de suelo	1.2 土質調査と土質試験
1.2.1 Obras de ingeniería y exploración	1.2 工事と調査
1.2.2 Sondeos	1.2.2 サンディング
1.2.3 Recolección de muestras de suelo	1.2.3 土試料の採取
1.2.4 Ensayos de suelos	1.2.4 土質試験
1.3 Propiedades básicas del suelo y parámetros de consistencia del suelo	1.3 土の基本的性質と状態をあらわす諸量
1.3.1 Tamaño de las partículas y estructura del suelo	1.3.1 土粒子の大きさと土の構造
1.3.2 Parámetro de consistencia del suelo	1.3.2 土の状態をあらわす諸量
1.3.3 Granulometría del suelo	1.3.3 土の粒度
1.3.4 Consistencia del suelo	1.3.4 土のコンシステンシー
1.3.5 Clasificación ingenieril de los suelos	1.3.5 土の工学的分類
1.4 Propiedades de la compactación del suelo	1.4 土の締め固めの性質
1.4.1 Propiedades de la compactación del suelo y ensayos correspondientes	1.4.1 締め固めの性質とその試験
1.4.2 Propiedades de la compactación y relación suelo energía de compactación	1.4.2 土質及び締め固めエネルギーの相違による締め固めの性質
PROBLEMAS	問題
2. Flujo de agua en los suelos y fenómeno capilar	2..土中の水の流れと毛管現象
2.1 Flujo del agua en los suelos y permeabilidad	2.1 土中の水の流れと透水性
2.1.1 Permeabilidad del suelo y Ley de Darcy	2.1.1 土の透水性とダルシーの法則
2.1.2 Determinación del coeficiente de permeabilidad	2.1.2 透水係数の測定
2.1.3 Cálculo del caudal de filtración	2.1.3 透水量の計算

- 2.2 Fenómeno capilar
- 2.2.1 Capilaridad del suelo

- 2.2 毛管現象
- 2.2.1 土の毛管現象

PROBLEMAS

問題

- 3. Esfuerzo en la masa de suelo
  - 3.1 Presión de sobrecarga y esfuerzos de carga en la masa de suelo
    - 3.1.1 Cálculo de la presión de sobrecarga
    - 3.1.2 Transmisión de esfuerzos en la masa de suelo
  - 3.2 Incremento del esfuerzo vertical por acción de las cargas
    - 3.2.1 Incremento del esfuerzo vertical debido a una carga concentrada
    - 3.2.2 Incremento del esfuerzo vertical debido a una carga uniformemente distribuida
    - 3.2.3 Incremento del esfuerzo vertical debido a una carga trapezoidal
    - 3.2.4 Método de estimación del incremento esfuerzo vertical debido a una carga uniformemente distribuida
    - 3.2.5 Exceso de presión de poros efectivo debido al incremento de esfuerzo
  - 3.3 Esfuerzos asociados con filtraciones de agua en la masa de suelo
    - 3.3.1 Presión de poros y esfuerzo efectivo
    - 3.3.2 Fenómeno de falla del suelo asociado con filtración de agua

- 3. 地中の応力
  - 3.1 土かぶり圧及び載荷重による地中の応力
    - 3.1.1 土かぶり圧の計算
    - 3.1.2 地中の応力の伝わり方
  - 3.2 載荷重による鉛直方向の増加応力
    - 3.2.1 集中荷重による鉛直方向の増加応力
    - 3.2.2 等分布荷重による鉛直方向の増加応力
    - 3.2.3 台形帯状荷重による鉛直方向の増加応力
    - 3.2.4 等分布荷重による鉛直方向の増加応力と概算法
    - 3.2.5 増加応力による過剰水圧と有効応力
  - 3.3 浸透流のあるときの土中の応力
    - 3.3.1 浸透水圧と有効応力
    - 3.3.2 浸透流による土の破壊現象

PROBLEMAS

問題

- 4. Consolidación del suelo
  - 4.1 Fenómeno de consolidación y ensayos de consolidación
    - 4.1.1 Explicación del método de consolidación

- 4. 土の圧密
  - 4.1 圧密現象と圧密試験
    - 4.1.1 圧密現象の説明

4.1.2 Ensayos de consolidación	4.1.2 圧密試験
4.2 Asentamiento por consolidación	4.2 圧密沈下量
4.2.1 Coeficiente del tiempo de asentamiento	4.2.1 圧密沈下量に関する係数
4.2.2 Cálculo del asentamiento por consolidación	4.2.2 圧密沈下量の計算
4.3 Tiempo de asentamiento	4.3 沈下時間
4.3.1 Coeficiente del tiempo de asentamiento	4.3.1 沈下時間に関する係数
4.3.2 Cálculo del tiempo de asentamiento	4.3.2 沈下時間の計算
4.4 Condiciones de consolidación de la arcilla	4.4 粘土の圧密状態
4.4.1 Esfuerzo de cedencia de consolidación	4.4.1 圧密降伏応力
4.4.2 Consolidación normal y sobre-consolidación	4.4.2 正規圧密

PROBLEMAS

問題

5. Resistencia del suelo	5. 土の強さ
5.1 Resistencia cortante del suelo	5.1 土のせん断強さ
5.1.1 Resistencia cortante y Fórmula de Coulomb	5.1.1 せん断強さとクーロンの式
5.1.2 Clase de suelo y Fórmula de Coulomb	5.1.2 土の種類とクーロンの式
5.2 Ensayos de cortante	5.2 せん断試験
5.2.1 Objetivo del ensayo de cortante y condiciones de drenaje	5.2.1 せん断試験の目的と排水条件
5.2.2 Métodos de ensayo de cortante	5.2.2 せん断試験の方法
5.3 Características de resistencia según la clase de suelo	5.3 土の種類によるせん断強さの性質
5.3.1 Características de resistencia de un suelo arenoso	5.3.1 砂のせん断についての性質
5.3.2 Características de resistencia de un suelo arcilloso	5.3.2 粘土のせん断についての性質

PROBLEMAS

問題

6. Empuje del suelo	6. 土圧
6.1 Empuje del suelo	6.1 土圧

- 6.2 Teoría del empuje del suelo de Coulomb
- 6.2.1 Presión activa
- 6.2.2 Presión pasiva
- 6.2.3 Coeficiente del empuje del suelo

PROBLEMAS

- 7. Mecánica del suelo
  - 7.1 Capacidad soportante del suelo
    - 7.1.1 Cimentación y capacidad soportante
    - 7.1.2 Capacidad soportante de cimentaciones superficiales
    - 7.1.3 Capacidad soportante de pilotes
  - 7.2 Estabilidad de cimentaciones
    - 7.2.1 Capacidad soportante y asentamiento
    - 7.2.2 Asentamiento permisible de estructuras
    - 7.2.3 Capacidad resistente permisible del suelo
  - 7.3 Estabilidad de taludes
    - 7.3.1 Falla de taludes
    - 7.3.2 Métodos de cálculo de estabilidad de taludes
    - 7.3.3 Falla de taludes naturales

PROBLEMAS

- 6.2 クーロンの土圧理論
- 6.2.1 主動土圧
- 6.2.2 受動土圧
- 6.2.3 土圧係数

問題

- 7. 地盤の力学
  - 7.1 地盤の支持力
    - 7.1.1 基礎と支持力
    - 7.1.2 浅い基礎の支持力
    - 7.1.3 杭基礎の支持力
  - 7.2 基礎の安定
    - 7.2.1 支持力と沈下
    - 7.2.2 構造物の許容沈下量
    - 7.2.3 地盤の許容地耐力
  - 7.3 斜面の安定
    - 7.3.1 斜面の破壊
    - 7.3.2 安定計算の方法
    - 7.3.3 自然斜面の破壊

問題

Ⅲ. 秀島好信専門家（コンクリート及び）  
材料試験

派遣期間 S 6 1. 3. 5 ~ S 6 1. 4. 9



## 作業報告書（和文）

秀 島 好 昭

I コンクリート骨材およびコンクリート試験の短期専門家として3月5日より4月9日までC  
E, D, Aに派遣されコンクリート研究室の整備・カウンターパートへの試験法および試験機の  
操作方法等について教育を行った。

実施した試験は以下のとおりである。

1. 骨材のふるい分け試験
2. 細骨材の比重および吸水率試験
3. 粗骨材の比重および吸水率試験
4. 骨材の洗い試験
5. 骨材の単位容積質量および実積率試験
6. 骨材の表面水率試験（含水量試験）

上記の試験は骨材の性質に関するもので、練りまぜたまた固まらないコンクリートおよび  
硬化したコンクリートに関する試験として下記の実施した。

7. スランプ試験
8. まだ固まらないコンクリートの空気量測定（空気室圧力方法）
9. コンクリートの圧縮強度試験
10. コンクリートの曲げ強度試験
11. はりの折片によるコンクリートの圧縮強度試験
12. シュミットハンマーによるコンクリート強度の非破壊試験
13. コンクリートの静的弾性係数・ポアソン化の測定法

そして重要なコンクリートの配合設計について指導を行った。

II 実施できなかった骨材およびコンクリート試験は以下のとおりである。

1. 骨材中に含まれる粘土塊量の試験方法
2. 細骨材の有機不純物試験
3. コンクリートのフリージング試験
4. コンクリートの圧裂引張試験

III 各種試験および試験機器の状態

1. 骨材のふるい分け試験

試験器具は全て整備されている。試験方法は簡単に指導できた。

## 2. 細骨材の比重および吸水率試験

ハカリの感度（最小目盛）に難点があるものの、その他の器材は整備できている。ハカリの感度は0.1g（J. I. S. 基準）のものが要求されるが、実施は既存の1g感量のものを流用した。

## 3. 粗骨材の比重および吸水率試験

この試験でもハカリの感度に難点があるものの、その他の器材は整備できている。ハカリの感度および容量は、それぞれ0.5gおよび5kg以上のものが要求されるが、実施は既存の1g感量のものを流用した。この試験は職人芸的センスが必要で、試験方法の習得にはかなりの努力が必要である。ホンデュラスは概して気温が高くかつ湿度の低いことから、骨材が乾きすぎないように注意を用する。

## 4. 骨材の洗い試験

試験機器は全て整備されている。試験方法は簡単に指導できた。

## 5. 骨材の単位容積質量および実積率試験

試験器具は全て整備されている。試験方法は簡単に指導できた。

## 6. 骨材の表面水率試験（含水量試験）

試験機器は全て整備されている。試験方法は簡単に指導できた。

## 7. スランプ試験

試験器具は全て整備されている。さらに効率的な試験作業を進めるには適当な大きさのスコップ、練り混ぜたコンクリートを入れるためジョウロなどの準備と工夫が望まれる。この試験は容易に指導できた。

## 8. また固まらないコンクリートの空気量測定（空気室圧力方法）試験器具は全て整備されている。周期的に空気室圧力ゲージの検定を行うことを勧める。

## 9. コンクリートの圧縮強度試験

### 10. コンクリートの曲げ強度試験

### 11. はりの折片によるコンクリートの圧縮強度試験

試験機器は全て整備されている。これらの試験では強度特性を正確に把握するため、載荷速度が規定されているが、本機が手動操作のため、載荷速度を基準（J. I. S.）に準じてコントロールできるように習得が望まれる。

## 12. シュミットハンマーによるコンクリート強度の非破壊試験

試験方法は簡単に指導できた。

## 13. コンクリートの静的弾性係数・ポアソン比の測定法

この試験は比較的簡単なものであるが、その操作には熟練を要する。測定に必要なものは全て整備されている。



## 14. 配合設計

配合設計は実験室および野外での実作業においても、最も重要でかつ基礎的なものであり、配合設計の基本を理解することが望まれる。さらに何度も配合設計を実行することを勧める。

## IV コンクリート骨材およびコンクリート試験に関する要点と研究室の運営

### 1. コンクリート骨材・コンクリート試験法の習得

コンクリート試験は下記の書籍に詳述されている。

- ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS PART 14
- BS (BRITISH STANDARDS)
- CONCRETE MANUAL
- 日本工業規格
- 日本建築学会建築工事標準仕様書 5 (鉄筋コンクリート工事, JASS5)

(※ RC示方書(土木学会コンクリート標準示方書))

コンクリート試験に関する全ての know-how を記憶しておくことは難しく、上述の参考書籍などを整備することは必要であろう。そしてこれらの書籍をもとにスペイン語のテキストを作ることが勧められ、短的には、日本工業規格などを直接スペイン語に訳することなどが考えられる。

### 2. データシート

試験結果の要約の容易は、多くはデータシートの仕様に依存するので、スペイン語に訳された最良のデータシートの作成が望まれる。このことは、試験を円滑に実施するためにはぜひひと必要である。

### 3. 実験室の環境把握

コンクリートの性質は、湿度や気温などの環境によって変化する。したがって、年間を通じて実験室内の環境を押さえておくことは重要である。このことは、実験室や保存庫の管理や維持を容易にするであろう。

## V 追記事項

最後に、C. E. D. A. のコンクリート実験室で整備が望まれるいくつかの機器について下記に述べる。

### 1. 大型の乾燥炉(室内容量 100×75×60cm 相当)

本機を整備することは、比較的大きな容量を必要とする粗骨材の乾燥などに便利である。

### 2. 20 Kg 容量の台はかり

コンクリート円柱標準供試体(直径 15 cm × 高さ 30 cm) の空気中重量の測定などに必要

であろう。

3. 100kg容量のはかり

配合設計において、一度に多量の材料を計測することが必要で、作業を効率的に行うため本ばかりの整備が勧められる。

## 作業内容報告書

秀 島 好 昭

- 1986 3月 / 7日(金) テグシガルパ着, 日本大使館表敬訪問・ホンデュラス水質資源局訪問
- 3 / 8 (土)
- 3 / 9 (日)
- 3 / 10 (月) C. E. D. A. 実験室見学, コンクリート実験室の機材調整, 骨材準備
- 3 / 11 (火) コンクリート骨材の調整・不足試験器具の買い出し
- 3 / 12 (水) 粗粒骨材・砂のフルイ分け試験
- 3 / 13 (木) ↓ (データ整理) 粗粒骨材の比重試験
- 3 / 14 (金) 砂の比重・吸水量試験 ↓ (データ整理)
- 3 / 15 (土)
- 3 / 16 (日)
- 3 / 17 (月) (データ整理), 骨材の単位容積質量試験, 砂の洗い試験
- 3 / 18 (火) 配合設計ガイダンス(圧縮試験機操作・イオウキャビングsto) ↓ (データ整理)
- 3 / 19 (水) 配合設計, (シュミットハンマー操作, 空気メータ操作, 骨材修正係数)
- 3 / 20 (木) 圧縮試験用・曲げ試験用供試体作成
- 3 / 21 (金) San Jvande Flores プロジェクト訪問
- 3 / 22 (土) 南部地域見学(Las Sabilas プロジェクト, La Lvjosa 農業試験場 ElGvayb)
- 3 / 23 (日) コマヤグア地域見学(Floresかんがい区, Selguapa頭首工 Pameloraかんがい区)
- 3 / 24 (月) C. E. D. A. 専門家と派遣委員との打合せに参加
- 3 / 25 (火) 実験器具の調整
- 3 / 26 (水) ↓
- 3 / 27 (木) 資料調整, コンクリート養生槽チェック
- 3 / 28 (金) ↓
- 3 / 29 (土)
- 3 / 30 (日)
- 3 / 31 (月) 約2週間養生後の圧縮試験
- 4 / 1 (火) 曲げ強度試験
- 4 / 2 (水) 曲げ破片を使った圧縮試験
- 4 / 3 (木) 各種参考書籍整理(欧文・日本語・C. E. D. A. に寄贈)
- 4 / 4 (金) 報告書等作成
- 4 / 5 (土)
- 4 / 6 (日)
- 4 / 7 (月) テフジガルパ発

## WORKING REPORT

Yoshiaki HIDEISHIMA

- I. I came to Honduras as a short-term expert of concrete and aggregate testings and stayed at C.E.D.A. from March 7th to April 7th. My main jobs that have been done in staying at C.E.D.A., is to adjust the laboratory of concrete and to teach the methods of concrete testings for counterpart.

The concrete and aggregate testings that have been done staying at C.E.D.A., are as follows.

1. Sieve analysis of fine and coarse aggregates.
2. Test for specific gravity and absorbed moisture of fine aggregate.
3. Test for specific gravity and absorption of coarse aggregate.
4. Test for amount of materials finer than the sieve 0.074mm in aggregate.
5. Test for unit weight and percentage of solid volume of aggregate.
6. Test for content of surface moisture of aggregate.

Their above-mentioned testings are concerned with the properties of aggregate, and then the testing in regard to freshly mixed concrete and hardened concrete are as follows.

7. Slump test of cement concrete.
8. Test for air content of freshly mixed concrete by the pressure method.
9. Test for compressive strength of cylindrical concrete specimen.
10. Test for flexural strength of concrete ( using simple beam with third-point loading ).
11. Test for compressive strength of concrete using portions of beams broken in flexure.
12. Test for the concrete strength by Schmidt concrete test hammer.
13. Measurement for static modulus of elasticity and Poisson's ratio of concrete in compression.

and finally, I instructed The Mix Design for Concrete ( No. 14 ).

- II. The aggregate and concrete testing that has no been done are as follows.

1. Test for clay lumps in aggregate.
2. Test for organic impurities in fine aggregate.
3. Test for bleeding of concrete.
4. Test for splitting tensile strength of cylindrical specimen.

III. Contents on each method of testings and the conditions of preparation for testing apparatus.

1. Sieve analysis of fine and coarse aggregates.  
Instruments necessary for this test have been all prepared. The test seems to be the simplest in aggregate testings.
2. Test for specific gravity and absorbed moisture of fine aggregate  
Instrument necessary for this test, without balance sensitivity, have been all prepared. However this test is prescribed to use the balance that has the capacity of 1 kg and up, the sensitivity of 0.1g, we had to do the test with that of 1g because this sensitivity measure had only been prepared.
3. Test for specific gravity and absorption of coarse aggregate.  
Instruments necessary for this test, without balance sensitivity, have been all prepared. HOWEVER this test is prescribed to use the balance that has the capacity of 5kg and up, the sensitivity of 0.5g, we had to do the test with that of 1g because this sensitivity balance had only been prepared. It needs the considerable effort to master this test because of craftsman's technique. The temperature is high and the humidity is low in Honduras, so the surface moisture becomes easily dry condition. Therefore, it is necessary to complete the quick measuring procedure.
4. Test for amount of materials finer than the sieve 0.074 mm in aggregate.  
Instruments necessary for this test have been all prepared. The test seems to be the simplest in aggregate testings.
5. Test for unit weight and percentage of solid volume of aggregate.  
Instruments necessary for this test have been all prepared. The test seems to be the simplest in aggregate testings.
6. Test for content of surface moisture of aggregate.  
Instruments necessary for this test have been all prepared. The test seems to be the simplest in aggregate testings.
7. Slump test of cement concrete.  
Instruments necessary for this test have been all prepared. but, to get a more effective technique, it is recommended to prepare some accessories. They are, for example, a funnel which has 10cm diameter and suitable size scoop. The test seems to be the simplest in freshly mixed concrete testings.
8. Test for air content of freshly mixed concrete by the pressure method.  
Instruments necessary for this test have been all prepared. It is need to periodical calibrate the pointer correlation with air-pressure because its measuring mechanic only due to it.
9. ( 9. Test for compressive strength of cylindrical concrete specimen.  
10. Test for flexural strength of concrete.  
11. Test for compressive strength of concrete using portions of beams broken in flexure. )

Instruments necessary for these tests have been all prepared. For these tests are prescribed to control the loading speeds that complete elaborate fracture mechanism of concrete, the loading machine prepared is the hand control type, therefore it needs to considerable effort to master the control of loading speeds.

12. Test for the concrete strength by the Schmidt concrete hammer

The test seems to be the simplest in hardened concrete

13. Measurement for static modulus of elasticity and Poisson's ratio of concrete in compression.

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

14. Mix design

This is not only the most important and fundamental study in the laboratory but also the most practical job in field works. It is really essential things to understand the method of mix design.

I expect that this study be continually carried out.

- IV. Important points to master the concrete and aggregate testings, and supervision of laboratory.

1. Understanding of the methods of standard concrete and aggregate testings.

Methods of concrete and aggregate testing are prescribed in such a test as ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS PART 14 ( AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS ), BS ( BRITISH STANDARDS ), CONCRETE MANUAL ( U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR WATER AND POWER RESOURCES SERVICE ), JIS ( JAPAN INDUSTRIAL STANDARD ), JASS ( JAPAN ARCHITECTURAL SOCIETY STANDARD ).

It is very difficult to memory all know-how of the methods of concrete and aggregate testings, so these text books have already been published by the authorized society must be holded in laboratory. And then it needs to have the text books in Spanish, which are authorized in C.E.D.A..

It is considered to be better to translate into Spanish from JIS etc..

2. Data sheets must be prepared.

Considerable know-how of the concrete and aggregate testings have been condensed in all data sheets. I recommend that the suitable data sheets translated into Spanish are made out in C.E.D.A.. It is difficult to do exactly and rapidly the concrete and aggregate testings unless with the suitable data sheets.

3. Investigate for the circumstance of laboratory.

The properties of concrete are varied by circumstance, which are humidity and temperature. Therefore, it is important to know the atmospheric condition of laboratory in all seasons. The knowledge gives beneficial controlling method for laboratory's room and storage room.

V. Additional recommendation

Finally, I recommend that the concrete laboratory in c.E.D  
A. get and retain some apparatus.

Their apparatus are as follows.

1. Large Electric Oven ( oven room dimensions abot 100x75x  
60 cm )

This machine is ideal for a mount of coarse aggregate, s  
-and and specimen drying, curing, preheating and so on.  
The machine maximum heaters which generates heat up to  
about 200 c, are controlled trough the automatic electr  
-onic relay type thermo-regulator. It will specially be  
-come to convenience for proceeding the aggregate testin  
-gs.

2. Table Platform Scale ( capacity 20kg, graduation 2g )

This scale has the 20kg capacity is required for measuri  
-ng the weight of cylindrical specimen ( 15cm x 30cm )  
and so on.

3. Plat form scale ( capacity 100kg, graduation 50g )

This scale has the capacity 100kg is required for measur  
-ing the weight of each aggregates, cement and water at  
mixing design .

*Yoshiaki Hideshima*





#### Ⅳ. 五島 康 専門家（水分管理）

派遣期間 S 6 1. 3. 2 6 ~ S 6 1. 5. 8



## 目 次

1. はじめに	99
2. 栽培関係のカリキュラム，テキスト作成のための試験計画	100
1) 畑地かんがい栽培試験	100
2) 導入作目の選定と適応性品種の選抜に関する試験	100
3) 栽植様式と畝立方法並びに整枝法に関する試験	100
4) 施肥量と施用方法に関する試験	100
5) 生産性向上のための作付体系に関する試験	101
6) かんがい栽培の総合技術組立試験	101
3. 一般的な畑地かんがい上の留意点	102
4. 計画用水量の決定方法	103
1) 土壤水分減少法	103
2) 土壤水分測定法	103
3) 消費水量の算定法	104
4) 消費割合から求める方法（簡便法）	104
5. 畑地かんがい栽培に関する試験	106
1) C E D Aの土壤水分特性	106
2) C E D Aの気象条件	107
3) かん水量と間断日数に関する試験	107
4) 試験結果及び考察	109
6. 問題点	113
1) 雇用と勤務条件と研究遂行上の問題	113
2) 研究補助者への技術指導の問題	113
3) 実験器具の調達の問題	113
4) 畑地かんがい栽培研究指導者の不足の問題	114
7. おわりに	115



## 1. はじめに

筆者は表記のプロジェクトの水分管理の短期専門家とし乾期の3月末から雨期の始まる5月にかけて、コマヤグアのC E D A施設に滞在し、同国のかんがい農業のマニュアルを作成するために必要な栽培関係の試験研究計画の立案に参画するとともに、畑地かんがい試験方法と土壤水分減少法を用いて計画かんがい水量間断日数の求め方について指導した。

まず、C E D Aでどのような畑地かんがい栽培試験を実施すればよいかを検討するために、栽培科長 Sr カステイヨの案内で現地視察を行った。4月1日には国営の加工用トマト栽培農場を視察した。ここでは、日系人の脇四男氏から同国の野菜栽培技術レベルについて説明を受けて大変参考となった。4月2日はセルグアパ川のタラドロ頭首工から幹線導水路に沿って下り、農牧試験場の野菜等の栽培状況、アフテリケ、レハマニを通過してラパスに至り、カーネ、ウムヤ、サンセバステヤン、ヴィラサンアントニオで、トマト、タマネギ等のかんがい栽培状況を視察した。4月3日にはパンアメリカン農学校(在EL Zamorano)訪問し、日本人教官中村氏の案内を受け、レタス、キュウリ、トマト、タマネギ、パレーショのかんがい栽培試験を視察した。特に興味があったことは、雨期における果菜類の病虫害対策やレタス等の葉菜類の作期の拡大、パレーショの肥大不良の問題などが参考となった。4月7日からはC E D Aのトマト栽培圃において畝間かんがい法で間断日数を予備的に検討を開始した。

また、4月8日には土壤水分特性( $pF$ -水分曲線)を明らかにするためにトマト栽培圃から第4層まで採土した。4月10日に飽水し、4月12日から吸引装置にセットし吸引を開始した。4層を全部終るまでに5月23日まで要した。

4月14日からは畑地かんがい試験用の塩ビパイプ等かんがい用具の調達を行い、定水頭有孔管方式のかん水器具を試作し、パイプラインの均一性テストを行なって見透しが立ったので、4月23日に塩ビ管を大量購入して、54区分のかんがい装置を作製した。

4月28日にサブソイルリング後耕起し畝立した。4月29日に区画して、4月30日には基肥を施用した。5月2日にトウモロコシとキュウリをは種した。5月5日にはかんがい装置の配管を行いかんがい処理を開始した。

5月2日携行機材が到着したが、一部の機材が私の要求したものとは異なっていたので、早急にJ A C Aに連絡してもらい、大原調整員に持参してもらい、ようやくカウンターパートに技術指導できるようになったので5月9日からは毎日土壤水分測定法、土壤水分減少法を用いて用水量の求め方、テンシオメータ並びに石膏ブロックの作成法について指導を5月22日まで行った。

なお、田植機用の種苗土のくん炭の配合割合を検討するために5月8日には種し、5月21日に田植をした。

5月23日には大使館へ挨拶に行き、5月26日の午前8時にテグンカルパーを出発し帰国の途についた。

## 2. 栽培関係のカリキュラム，テキスト作成のための試験計画

かんがい農業の栽培技術の研修用テキストを作成するためには，次のような順序で，試験研究計画を進めて行く必要があると考える。既にホンジュラス国の各農事試験場で検討された栽培法については，先ず畑地かんがい栽培試験に重点を置いて検討を進めることにした。

### 1) 畑地かんがい栽培試験

#### (1) かん水量と間断日数に関する試験

ア. 目的，生長阻害水分点（かん水開始点）日当り消費水量，1回のかん水量，土壤水分消費型，間断日数等のかんがい諸元を明らかにする。

イ. 対象作物，トウモロコシ，インゲン，ソルゴー，大豆，トマト，キュウリ，バレーショ，タマネギ，キャベツ等とし，導入作物選定試験で有望となったものを逐次検討して行く。

ウ. 調査項目，土層別土壤水分追跡調査，土壤水分特性調査（各土層のpF-水分曲線）生育調査（草丈，葉数の追跡調査，節間，莖径等），収穫物調査（果数，果重，収量構成要素等）調査項目については必要に応じて，適宜増減する。

#### (2) かんがい方法と栽植様式と畝立方法に関する試験

ア. 目的，かんがい方法に応じた畝立法並びに栽植様式を検討するとともに整枝法などについて検討する。

イ. かんがい方法，地表かんがい，散水かんがい，点滴かんがい，特にホンジュラス国においては，経費を必要としない，畝間，ボーダー，水盤法について検討する。

ウ. 栽植様式及び畝立法 畝間かんがい法では，図-8のだき畝法で，畝幅と株間を検討する。ボーダー法の適用はタマネギ等の作物に限られるが，作業性から考えた株間通路幅を検討する。

#### (3) かんがい栽培における施肥量と施用方法に関する試験

ア. 目的，かんがい栽培は多肥密植の可能性があるので，栽植密度との組合せで，最も生産性の高い，施肥基準を策定する。

イ. 施肥量及び施用方法，かんがい方法や作物の種類に応じた，施肥量を分施方法や施肥位置について検討する。

### 2) 導入作物の選定と適性品種の選抜に関する試験

(1) 目的，かんがい栽培では水価が余分となるので，換金性の高い作物の導入が必要になると考えられる。特に乾期における栽培可能作物の選抜が急務である。

(2) 対象作物，主として野菜であるが，前記以外のものとしては，ナス，トウガラシ，メロン，スイカ，レタス，セロリー，ニンジン，アスパラガス，イチゴ等を検討する。

### 3) 作付体系に関する試験

(1) 目的, 同一作物を連作し続けたり, 畑地かんがい栽培すると, 連作障害や生理障害が発生しやすくなるので, 生産力を低下させない, 作付体系を検討する。

#### (2) 作物の組合せと輪作体系

本科作物—豆科作物—野菜の組合せが良いと考えられるが, 有機物の貯積や地力増強などを考慮した, それぞれの作物の選択と各作物の作付後の土壌分析を行う。

### 4) かんがい栽培の総合技術組立試験

(1) 目的, 病虫害並びに雑草防除等を含めた, かんがい栽培の作業体系の検討が必要で, できれば機械化一貫作業体系を組立てる。また, ホンジュラス国の土壌は排水不良の所が多いので, 根腐されから誘発される土壌伝染病害が多くなる。そこで土層改良をも組合せて総合的に検討する。

(2) 方法, 土層改良は深耕と暗きょ排水によってFC時の気相率を18%以上確保する。

このようにすると, 機械の作業性も良くなり, 湿害発生による病害発生が防止できる。作業性については, 通路幅並びに間隔等について検討する。

以上のような手順で試験研究を進めれば効率的にカリキュラム, テキストが作成できると思われる。

### 3. 一般的な畑地かんがい上の留意点

かんがいの基本は、的確なかん水開始時期の判定、適正なかん水量の決定、作物並びに栽培法と土壌条件に適合したかん水方法で実施することにある。つまり、土壌水分を常に作物の正常生育有効水分域（24時間容水量から生長阻害水分点）内に維持管理することであり、土壌中の水収支に見合った量をかん水するという考えが基本となっている。

現在、日本国では畑地かんがいの計画基準年次の決定は連続干天日、有効雨、水源濁水量等について、原則として確率1/10年で発生する干ばつ年とされているが、ホンジュラス国の場合は乾期に入ると全く降雨がないので、過去の10数年間の中で、最も干天が続いた年を基準年とすればよい。有効降雨などの差引も簡単である。しかし、雨期における小乾期の時の計算はやや複雑となる。

かん水上の留意点としては、かん水開始時期、かん水量、かん水方法を正しく判定することが重要である。これらはいずれも収量や品質、収穫時期等に大きく影響するものであり、十分に検討しておく必要がある。

かん水開始点の判定については、従来、普通作物、野菜などでは株間の深さ10 cmに埋設したテンシオメータの示度を指標とし、また、経験的に得た作物の生育様相などから判断していた。しかし、乾燥地帯におけるかん水開始点は恐らく根群域が深くまで分布するようになるので、どこかの土層が初期しおれ点（ $pF 3.8$ ）に達した時点と考えられる。

かん水量が適正であるかどうかの判定は、有効土層中の水分条件から判断できる。すなわち、かん水量が不足のときは、有効土層の全層に到達しない。また、下層土の土壌水分吸引圧が $pF 1.0$ 以下になる状態では、重力水域の水が存在するので過剰である。つまり、FC時の状態のとき気相率18%以上確保するようにする。

かん水方法は、かんがい適用効率などから考えると、スプリンクラーや点滴かんがい法がよいが、資力や生産収入の低い場合は、資材を使用しない地表かんがい法（畝間かんがい法など）で行くしかない。



#### 4. 計画用水量の決定方法

畑地かんがい用水量（水分補給）は、対象地域の気象条件と土壌水分特性並びに作物の種類によって決定される。

用水量の算出の順序は次の通りであるが、消費水量の測定法は土壌水分減少法が一般的であり、この他に蒸発散比法、計算法等があるが、かんがい水は土壌に与えるので、土壌中の水分状態を調査する土壌水分減少法が最も適している。

##### 1) 土壌水分減少法

24時間容水量（多量にかん水して、24時間後の水分率で、ほぼ、ほ場容水量に等しい：FC）からの土壌水分の減少量を有効土層（土壌面蒸発や作物根の水分吸収や毛管補給などにより水分消費が行われる土層）の各層ごとに追跡測定する方法であり、制限土層（根群域中で最も早く水分が消費される土層）が生長阻害水分点（生育が異常になる直前の水分量）に達すると、正常な生育が営むことができないと考え、この間の水分量を正常生育有効水分（RAM）という。また、それまでに根群中（有効土層）で消費された水分の総量を総迅速有効水量（TRAM）と呼び、これを1回のかん水量とする。（図-1、図-2参照）

##### 2) 土壌水分測定法

土壌水分測定位置は図-3に示したように

###### ◦ 畝立てをしていた場合

単条では株の両側約10cm、複条では株間10～15cm。

###### ◦ 畝立てをしない場合

各播は作物の株間中央部よりやや株寄り（10～15cm）

散播は株より約10cmのところ

###### ◦ 果樹は樹冠内を外，中，内と3等分して、それぞれの場所で測定した消費水量を面積割合で加重平均して求める。また、平面的にみた実測の位置は東西，南北などの条件の異なる場所で2カ所以上を選ぶ。

深さ別の土壌水分測定は原則として、5、15、25、35、50、70cmの位置とする。図-1に示す①～⑥の位置の土壌水分はそれぞれの土層の $D_1 \sim D_6$ の部分の平均値を示す。なお、土層断面の観測等に有効土層が浅いと考えられる場合には深部の測定は省略してもよい。

実測は24時間容水量に達してから開始するが、下層土に重力水域の水分が残っていると考えられるときは（異常に減少量が多いとき）この値は除去する。

かんがいは圃場全域が均等になるように行う。ただし、かん水ができない場合は降雨後土壌水分が24時間容水量に達するのを待って実測を行う。

土壌水分測定と並行して降水量，最高最低気温（平均気温）及び蒸発計蒸発量も観測

する。

### 3) 消費水量の算定法

有効土層（深さ $\sum D_i$ ）の土壌水分の実測結果から、どこかの土層が生長阻害水分点に達するまでに有効土層で消費された水分総量を TRAM とする。

$$\sum_{i=1}^n e_i = e_1 + e_2 + \dots + e_n$$

$$e_1 = \frac{1}{10} \cdot (M_1 - M_1') \cdot D_1$$

$$e_2 = \frac{1}{10} \cdot (M_2 - M_2') \cdot D_2$$

.....

$$e_n = \frac{1}{10} \cdot (M_n - M_n') \cdot D_n$$

ここで  $D_1, D_2, \dots, D_n$  : 図 - 3 に示した各層の厚み (cm)

$M_1, M_2, \dots, M_n$  : 各層の 24 時間容水量 (容積%)

$M_1', M_2', \dots, M_n'$  : 各層のかん水開始点水分率 (容積%)

$e_1, e_2, \dots, e_n$  : 各層の土壌水分消費量 (mm)

なお、上記の測定方法はスプリンクラー等の全面散水の場合であるが、点滴かんがい等、部分的なかんがいの場合は、測定位置は湿潤域を考慮して決める必要がある。

### 4) 消費割合から求める方法 (簡便法)

土壌水分消費割合 (SMEP) が明らかな場合は、簡便法として次式のように、制限土層の有効水分量を制限土層の SMEP の値で除して TRAM を求める。SMEP は、有効土層全体の水分減少量に対する各層別の水分減少量の割合である。

$$TRAM = (FC - ML) D \times \frac{1}{CP}$$

ここで、TRAM : 総迅速有効水分量 (mm)  $\approx$  1 回のかん水量

FC : 24 時間容水量 (容積比%)

ML : 生長阻害水分点 (容積比%)  $\approx$  かん水開始点

D : 制限土層の厚さ (mm)

CP : 制限土層の土壌水分消費割合 (%)

間断日数は、TRAM をピーク時の計画日消費水量で除して小数点以下を切捨て日単位とする。例えば、表 - 1 で示した例を用いれば、FC の水分率が 45.8% で、ML の水分率が 34.0% で、D の厚さが 100 mm で、CP が 38% であったとし、先に示した式に代入すると、

$$TRAM = (45.8 - 34.0\%) 100 \text{ mm} \times \frac{1}{38} = 31.1 \text{ mm}$$

となる。したがって、間断日数は、日当り消費水量が 5 mm の場合は  $31.1 \text{ mm} \div 5 \text{ mm} = 6.2$  日

となるが、小数点以下の0.2日は切捨て6日間断とする。

表-1 TRAMとSMEPの算定の一例

土層	層の厚さ (D)	24時間 容水量 (M)	かん水開始 点水分率 (M)	各層の P A M	各土層の 消費水量 (e)	S M E P	制限土層
1層	0~10cm	45.8%	34.0%	11.8 mm	11.8%	3.8%	○
2層	10~20	56.3	47.3	12.7	9.0	2.9	
3層	20~30	49.6	43.7	13.4	5.9	1.9	
4層	30~40	57.1	52.7	13.5	4.4	1.4	
T R A M					31.1 mm		
間断日数(日消費水量5mmとして)6.2日→6日							

ただし、制限土層の決定には(1, 3)式から各層について計算し、その値のうちで、最小値の層が制限層となる。

$$h = \frac{am}{cp} \times 100 (mm)$$

ここで、h：当該層の水分消費量(mm)，am：当該層の正常生育有効水分(mm)，cp：当該層の作物水分消費割合(%)

## 5. 畑地かんがい栽培に関する試験

### 1) C E D Aの土壤水分特性

C E D Aの精密圃場は、農業局土壌部の各代表断面の分析結果では、A、B、Cの3シリーズに分類されている。供試土壌の採土はブロックDほ場で行ったが、土壌の分類から見ると、畑地かんがい栽培に供試したブロックBほ場と同じシリーズBに属する所であるから本試験に適用可能である。

採土法は100 mlの試験管を前記したように、5、15、25、35 cmが管の中心になるように打込み、各土層からは6個ずつ採取した。土壤水分吸引圧測定法は大起理化のpF-吸引装置を用いてpF0～2.7まで測定した。飽水時間は2日間とし、設定pF値は0.7、1.0、1.5、1.7、2.0、2.3、2.5、2.7として各pF値間の設備時間は24時間とした。その結果は、表-2に土層別の土壤物理性と土壤水分保持特性を、図-4にはpF-水分曲線を示した。

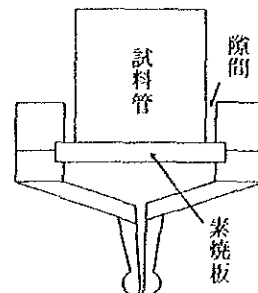
土壤水分は多くても少なくても生育障害が生じるので、好適水分域の範囲内に維持管理しなければならない。そこで、C E D Aのほ場容水量(FC)は、気相率18%以上必要とすることから考えると、pF1.8値より大きい値になるようにしなければならない。

各土層の正常生育有効水分(RAM)は、生長障害水分点(ML)をpF2.7と考えると第1層のRAM(FC-ML)は38.5% - 28.1% = 10.4%となり、第2層は40.0% - 29.8% = 10.2%、第3層は44.1% - 35.6% = 8.5%となる。第4層については乾土重の通知がないので、各pF値の水分率は不明であるが、pF1.8～2.7間の水分率は約6%であると思われる

pF2.7以上の水分率については遠心機や加圧板装置がなかったので測定不可能で明らかにできなかったが、筆者の推定では初期しおれ点(pF3.8)は13%前後であると思われるので、pF1.8～3.8間の有効水分は38.5% - 13.0% = 25.5%となるから、有効水分は極めて多い土壌と考えられる

つまり、C E D Aにおける乾期のかん水開始点は、排水を良好にして根の分布を深く広くさせると、pF3.8まで乾燥させても生育障害は小さいと思われる。

吸引装置を乾燥地帯で使用する場合は、試料管と素焼板との隙間から水が蒸発して吸引されて出てくる水量が少なくなったり、また、吸引圧管の中へ空気が入ったりして、水が試料管の方へ逆流することがあるから、誤差が発生する。そこで、試料管と吸引板の全体をビニール袋などで被覆して内部の空気湿度を100%近くに保つようにしておく必要がある。



## 2) C E D A の気象条件

月別平均気温を表-3に、月別相対湿度を表-4に、月別総蒸発量は表-5に、月別降水量を表-6に示した。

気温は乾期の12月が最も低く22.5℃で、乾期末期の4~5月には最も高くなり26.8℃となる。雨期に入った6月からは次第に低下して行く。

相対湿度は乾期末期の3~4月には55~57%で最も低く、雨期に入る5月には64%となり、9~10月には最高となり77%となる。乾期に入った直後の12月には71%でまだ比較的高湿度で経過している。

蒸発量は乾期に入る11月が最も少なく3.9 mmで、乾期末期の3~4月に7.5 mm前後となり最高となるが、雨期に入る5月には6.3 mmとやや低下し、6~10月の間は4.3~5.5 mmの間で推移している。

降水量は年によって異なるようであるが、10月下旬頃から乾期に入り降水量が減少し始め、11~4月の間はほとんど降雨がないので、干害が発生する。5月中旬頃から雨期に入り毎日5~10 mm程度のスコールがあるようになる。年によっては、7~8月に小乾期があって、無降雨日が続き干害が発生することがある。

## 3) かん水量と間断日数に関する試験

### (1) 目 的

かんがい諸元 { 24時間容水量 ( F C ) , 生長阻害水分点 ( M L ) , 正常生育効水分量 ( R A M ) , 有効土層 ( Z D ) , 土壤水分消費型 ( S M E P ) , 日当り消費水量, 総迅速有効水分量 ( T R A M ) } を明らかにするために、かん水量と間断日数を組合せて検討する。

### (2) 試験ほ場

ブロックBほ場の中央より東南部の所で、幅37.5 m × 長90.0 m = 3375 m<sup>2</sup>をトウモロコシとキュウリのかんがい試験ほ場として使用した。ほ場の試験区の配置は図-5の通りで、1区面積は4.5 m × 7 m = 31.5 m<sup>2</sup>とした。

### (3) トウモロコシのかんがい栽培試験方法

ア. 試供品種 Honduras B-104

イ. は種期 1986年5月2日

ウ. 栽植様式 畝幅90 cm × 株間20 cm, 5.6株/m<sup>2</sup>

エ. 施肥量 ( Kg / ha ) N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O

90 120 90

オ. かんがい方法 定水頭有孔管方式かんがい装置の概略は次の通りである。

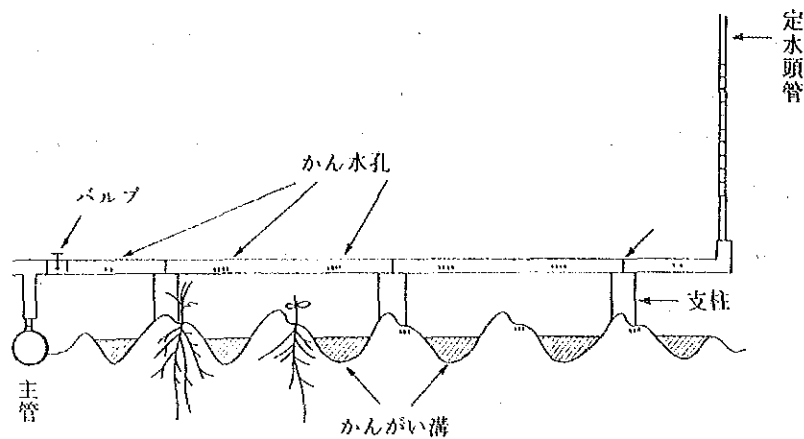


図-6 かんがい装置図

カ. 試験区の構成

かん水量	間断日数		
	5日	6日	7日
5 mm/日	㉠ 25 mm	㉡ 30 mm	㉢ 35 mm
6 mm/日	㉣ 30	㉤ 36	㉥ 42
7 mm/日	㉦ 35	㉧ 42	㉨ 49

分割試験法で3反復とした。

(4) キュウリのかんがい栽培試験方法

ア. 供試品種 PoiNsett

イ. は種期 1986年5月2日

ウ. 栽植様式 畝間90 cm × 株間30 cm 3.7株/m<sup>2</sup>

オ. かんがい方法

トウモロコシと同じ

カ. 試験区の構成

トウモロコシと同じ

(5) 調査項目及び方法

ア. 各土層別土壤水分測定 毎日9時前後・テンシオメーター法 ・石舟ブロック電気抵抗法

埋設位置は図-1と図-3を参照のこと

イ. 各土層別土壤水分保持特性調査

・吸引法-100 cc 試料管, 設定値は前記したように8設定とした。

・遠心法または加圧板法はC E D Aに装置はないが, pF 2.7 ~ 4.2までの水分率を明らかにするのに, 測定が必要である。

- ウ. 蒸発量 毎日9時に測定
- エ. 降水量 毎日9時に測定
- オ. 生育調査 生長追跡調査は草丈, 葉数, 莖径, 開花日等を10~14日間隔で調査する。(両作物共通)
- カ. 収量及び収穫物調査 { 果数, 果重, 収量構成要素並びに群落構成要素(葉面積等) }
- キ. 降水量の差引き方

かんがい後, 次のかんがい日までに降雨があった場合は, 日本国では筆者らは5mm以下の降雨があってもすべて有効と考えて, 図-7Aや次式を用いて降雨あった翌日にその都度計算し, かん水量を求めた。

$$I_r = \{ (x \cdot n) - L \} + x (n')$$

ただし  $I_r$  : かん水必要量 (mm)

$x$  : 日当り消費水量 (mm)

$n$  : かんがい後経過日数 (日)

$L$  : 降水量 (mm)

$n'$  : 降雨後経過日数 (日)

{ } 内が( - ) になるときは0とする。

しかし, ホンジュラス国の降雨はほとんど毎日夕刻から夜にかけて降るので, 降雨当日の蒸発散量を含めて降水量を差引く, つまり, 降雨翌朝の土壌水分はFC状態となっている。

したがって, 図-7Bや次式を用いて降水量を差引いて, かん水量を求める方が良いと考えられた。

$$I_r = (x \cdot n \cdot n') - L$$

#### 4) 試験結果及び考察

##### (i) かん水量と間断日数

試験を開始して間もなく帰国したので, 試験結果を明らかにすることはできないが, 土壌水分保持特性や間断日数の予備試験の結果並びに蒸発量と推定水分消費割合などから判断すると, およそ, 次のように推察される。

24時間容水量 (FC) は, 前述のように気相率を18%以上確保するためには,  $pF$  1.8以上の  $pF$  値になるようにする必要がある。そのときの第1層の水分率は38.5%である。

生長阻害水分点 (ML) は, 乾期では根群域が深く広く分布するので, 初期しおれ点 ( $pF$  3.8) としても生育阻害は少ないと考えてよいように思われる。そのときの第1層の推定水分率は13.0%位になるであろう。

正常生育有効水分量 (RAM) は、第1層では  $38.5\% - 13.0\% = 15.5\%$  となる。日当り消費水量は、かん水開始点を  $pF 3.8$  とした場合は土面蒸発の減少と地下補給水によって根圏内の見かけの水分消費は減少するので、蒸発散比は  $0.8$  位と考えられる。したがって、蒸発計蒸発量の最高値の  $7.5\text{ mm}$  に  $0.8$  を乗じると  $6.0\text{ mm}$  となり、これが最高の日当り消費水量と考えられる。しかし、蒸発散比は葉面積指数 (LAI) と根群分布の深さなどに大きく左右されるので、作物の種類と生育時期によって変える必要がある。

制限土層の土壤水分消費割合 ( $C_p$ ) は、生育の極く初期では  $70 \sim 80\%$  であるが、生育の後期に  $40 \sim 35\%$  となるものと思われる。次式を用いて総迅速有効水分量 (TRAM) を求める。

$$TRAM = (FC - ML) D \times \frac{1}{c_p}$$

$Ec : 38.5\%$ ,  $ML : 13.0\%$ ,  $D : 100\text{ mm}$  とすると  $1550\text{ mm}$  となる。これを制限土層のそれぞれの水分消費割合 ( $C_p$ ) で除して TRAM を求めて、日当り消費水量を  $4, 5, 6, 7\text{ mm}$  とした場合の間断日数と1回のかん水量を表-7に示した。

本試験の場合は、雨期に入る直前であったので、蒸発量が減少しつつあるときであるから、日当り消費水量は  $5 \sim 4\text{ mm}$  となると考えられる。

したがって、トウモロコシの場合は、は種時に十分かん水してほ場容水量の状態にしてから15日間は、5日間断で  $20\text{ mm}$  程度のかん水とし、その後は幼穂形成期までを6日間断  $35\text{ mm}$  かん水とすると良いであろう。

キュウリの場合は、は種時に十分にかん水することはトウモロコシと変わらないが、その後は草姿の調節と根群域の拡大のため、7日間断  $30\text{ mm}$  かん水とし、第1花が着果後は5日間断  $25\text{ mm}$  かん水が良いのではないかとと思われる。

乾期の最も蒸発量の多い時期は、両作物とも日当り消費水量を  $6\text{ mm}$  程度と考えると、7日間断で  $35 \sim 42\text{ mm}$  かん水が良いように思われる。

排水不良の所では間断日数を長くする方が生育が良好となるのは、かん水後に水分過剰状態に遭遇している時期が長くなるためと考えられる。したがって、CEDAのほ場は透水性の悪い所が多いので、かんがい栽培する前に、必ず暗きょ排水等を施工し、できるだけ速やかに重力過剰水を排除するように土地基盤整備しなければならない。土地基盤整備ができない場合は、毎作栽培直前に必ずサブソイリングするか、パンプレーカーで心土破碎を行い排水良好にして、かんがい効果を上げるようにしたい。

## (2) かんがい方法

かんがい適用効率の良い、スプリンクラーや点滴かんがい法は施設資材費がかさむので資力の乏しいホンジュラス国の農民達は現段階では使用不可能である。そこで、一般的に



行われている方法は、畝間かんがい法、ボーダー法、水盤法が多い。しかし、畝間かんがい法でも畝の作り方を工夫することによって、適用効率を高めることができる。つまり、図-8のような畝を作り（抱き畝）中央の浅い溝にかん水し、深い溝には通水せず排水溝とすると、2畝分を1畝にかん水することになるので、かん水量が少ない場合でも、溝幅一杯に流すことができることと、通水位置が高いので、横への広がりも良くなり適用効率が良くなる。

しかし、畝立方法は簡単ではなく、鍬による手作業で作畝は到底無理であるから、機械作業となるが、溝の深さの異なる畝を作るわけであるから、高度な畝立技術を要し、熟練が必要とするのが難点とも言える。

CEDAに導入されていたスプリンクラーは中間圧（ $3 \text{ Kg/cm}^2$ ）の30標準タイプのものであったが、その配管計画が、 $12.5 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ となっているのは問題であると思われる。風を考慮したとしても、重複度が62.5%では低すぎる。スプリンクラー配置間隔を決定するときは、それぞれのスプリンクラーの散布特性を調査して、散布効率（ $E_D$ ）又は均等係数（ $C_u$ ）が80%以上になるように配管すべきである。

てん滴かん水器具は $1 \text{ Kg/cm}^2$ 以上の水圧が必要なものが送られていたが、このような高圧を必要とするかん水器具はCEDAで通用しても、一般農家ではポンプを買う資金がないので、2-3mの落差による水頭で水が吐出するものでなければならない。我が国では現在 $0.2 \sim 0.3 \text{ Kg/cm}^2$ の水圧で使用可能なものが数多くあるが、吐出量を少なくするため色々工夫されているので目詰まりしやすい。特にホンジュラス国の水はカルシウム含量が多いので、吐出孔に固結して孔詰まりを起す危険性が高い。したがって、孔の掃除が可能なものか、安価で使い捨て可能なものでなければならない。要するに、点滴かんがい法は多額の費用を必要とするので、かなり高収益を上げられる作物（輸出用メロンなど）でなければ適用不可能である。

### (3) 1区面積の大きさ

試験区の1区面積の適正な大きさを判断するためには、試験精度と労力の両面から考えて決定しなければならない。本試験で用いた面積は $4.5 \text{ m} \times 7.0 \text{ m} = 31.5 \text{ m}^2$ としたのでやや大きすぎると思われる。これは、スプリンクラー用ポリパイプ5mものをそのまま用いたので、試験区7mと通路3mとなったためである。そこで、5mパイプを2等分して2.5mとすると、試験区間が7.5mとなるので通路を2.5mとると $4.5 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 22.5 \text{ m}^2$ となる。このとき、畝幅75cmで株間20cmのときは調査株が60株となり、株間30cmのときは40株となる。畝幅90cmで株間20cmのときは45株なり、株間30cmのときでも30株は確保されるので、作物変動係数から考えても適当な大きさの面積であると思われる。試験区間の通路幅は2.5mもあれば、試験区間の水分移動の影響は全くないと

考えられるので、処理間差異を明確できるであろう。

かんがい栽培はかんがい作業が余分にかかるので、できるだけ省力化しなければならない。そこで、本試験では、図-6に示したようなかん水装置を考案した。この装置は、塩ビ薄肉管（日本では排水用）の内径28mm管に直径約5mmの孔を1畝に4個ずつ開けて5mパイプに20個の孔を開けて分水した。このときの1畝の吐出量は、90cm水頭では145cc/Secであった。かん水孔の合計断面積はかんがいパイプの断面積の63.7%であるから許容範囲内にあった。（注：塩ビ管の場合は、管の断面積の75%以下にかん水孔の合計断面積がなるようにすれば、水頭損失は生じない。）

## 6. 問題点

1) 雇用と勤務条件と研究遂行上の問題、カウンターパートは単年度契約で完全週休2日制であるから、かんすい試験を実施する場合に7日間断でかん水する以外は、必ず休日出勤となるので、彼ら自身の研究体制を整備しないと研究が正しく遂行できない。また、自動化することが考えられるが、ほ場に電源がきていないことと、電源があったとしても、しばしば停電するので監視が必要である。さらに、雇用条件が単年度契約であるから、指導した技術や研究成果が後年度へ正確に伝えられて行くか疑問である。そこで、試験研究成果と指導された事項については、必ず検討会議を開催し記録として残すために印刷物として行く必要がある。また、収集した資料も必ずCEDAに保管するようにする必要がある。以上のようにしないと、いつまで経っても初歩的段階で同道巡りをすることになる。

また、CEDAにおけるかんがい農業の栽培部門のカリキュラム及びテキスト作成に当たっては、CEDAの職員だけでは無理のように思えるから、ホンジュラス国内の各試験研究機関と連絡を取りテキスト作成委員会を作ることが急務であると考ええる。

### 2) 研究補助者への技術指導の問題

研究をスムーズに進めるためには、良き補助者が必要である。ところが、(CEDAの農夫さん達は、蛮刀以外の農具は使ったことがないらしく、我が国から導入された鍬などの使用法がよくわかっていない。たとえば、打ち鍬はできて引き鍬はできないので、畝作りができない、したがって、畝幅を正しく作ることはできないようである。このような状態では精度の高い試験を実施することは難しい。

また、水稲の湛水栽培は雑草防除がし易いことや生育が良く揃うなどの利点があるが、ホンジュラス人は素足で水田に入ることを嫌うので、ゴムの地下足袋を履かせて水にならさせる訓練が必要である。長靴を履いて施肥などやるのでは極めて能率が悪い。

とにかく、設計書を見せれば、作業の手順から準備及び遂行ができる人を養成する必要がある。

### 3) 実験器具の調達の問題

実験器具はほとんど輸入品であるから、規格の種類が少なく、ゴム栓などはまったくなかった。プロパンガスはあってもガスバーナは市販されていない。このような状態では、ガラス細工もできない。したがって、現地で測定機器を作成する場合は、携行資機材としてすべて必要なものは漏れなく携行しないと現地調達は不可能であると考えた方がよい。また、ゴム栓などの消耗品であっても、耐久性のあるシリコンゴムなどにする方がよい。さらに機械類の維持管理に必要な消耗品(例えば耐圧グリス)は必ず付属品として、機械納入時に同時に送付しておく必要がある。

#### 4) 畑地かんがい栽培研究指導者の不足の問題

海外の開発途上国から、畑地かんがい栽培技術指導者の派遣要請は年年増加の方向にあるが、しかし、農林水産省の研究機関の中に水分管理部門を担当する組織がほとんどなくなっている現状では、技術援助のための指導者をさがすのは困難である。したがって、JICAまたは熱帯農研で、畑地かんがい栽培の技術研修を行い、技術指導者を養成する必要があると思う。

## 7. お わ り に

わずか60日間という短い滞在で所見を述べると誤りがあるかもしれないが、お許しを願い意見を述べさせて頂くことにする。

ホンジュラス国の畑地の土壌は大部分が凝灰岩が風化したもので、シルト含有量が多い土壌であるから、保水性は良いが、透水性が悪い所も多いようである。したがって、雨期に多量の降雨があった場合や乾期に多量のかん水をした場合は湿害が発生する危険性が大きいので、深耕と暗きょ排水によって土層改良し土地生産基盤整備して、その上で、畑地かんがい施設を導入すると、かんがい効果が一層大きくなると思われる。

かん水開始点は乾期のときは初期しおれ点（ $pF_{3.8}$ ）とし、雨期の小乾期には毛管連絡切断点 $\equiv pF_{2.7}$ とすると良いと思われる。

日当り消費水量の最大値は蒸発量 $7.5\text{ mm}$ のとき蒸発散比を $0.8$ と考えると $6\text{ mm/日}$ と推定される。

制限土層の水分消費割合（ $C_p$ ）を $35\%$ と考えると、総迅速有効水分量（ $TRAM$ ）は $44.3\%$ となるから、 $6\text{ mm/日}$ で除すと、7日間断で $42\text{ mm}$ かんがいとなる。これが最大値となるものと考えられる。

かんがい方法は、抱き畝を作りその中央にかんがいをする方式を用いると、畝間かんがいでも比較的適用効率を高めることができるであろう。

以上のことはCEDAについての推定であるが、ホンジュラス国の畑地かんがい計画のマニュアルを作成するためには、研究手法を統一して各地域で畑地かんがいのための諸元を調査する必要がある。畑地かんがい基準の策定に当っては、日本側の技術協力が引続き必要である。

なお、土壌水分測定関係の機器が揃っていないので、系統的に早急に整備する必要がある。

田植機の育苗用土は、土壌 $3$ ：くん炭 $1$ の割合でよいと考えられる。

最後にホンジュラス国における2か月間の共同研究の遂行にあたっては、CEDAの所長Srアルマンドをはじめとする職員の皆様の暖かな御配慮が職務遂行の大きな励みとなった。具体的な研究は、栽培科Sr、カスティヨ、Sr、ミセラム研究員と同科の皆様の絶大なご支援を賜った。

また、天野リーダーはじめ、大久保、橋田専門家、加藤、大原調整員の方々には種々の御高配とご支援を賜った。ここに関係各位に対して厚くお礼申し上げます。

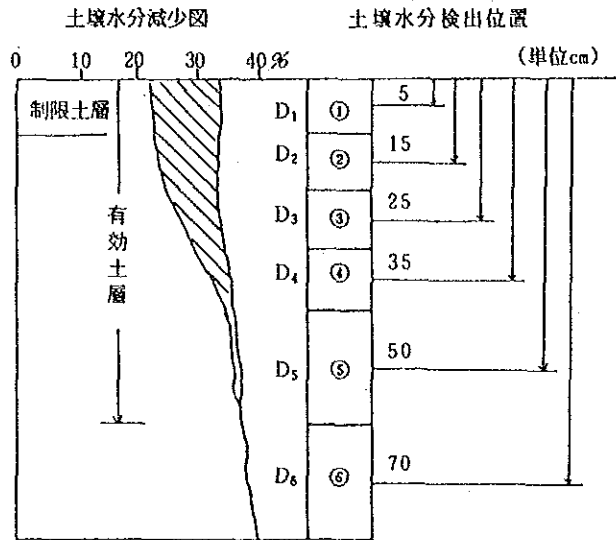


図 - 1 土壤水分減少法による消費水量測定

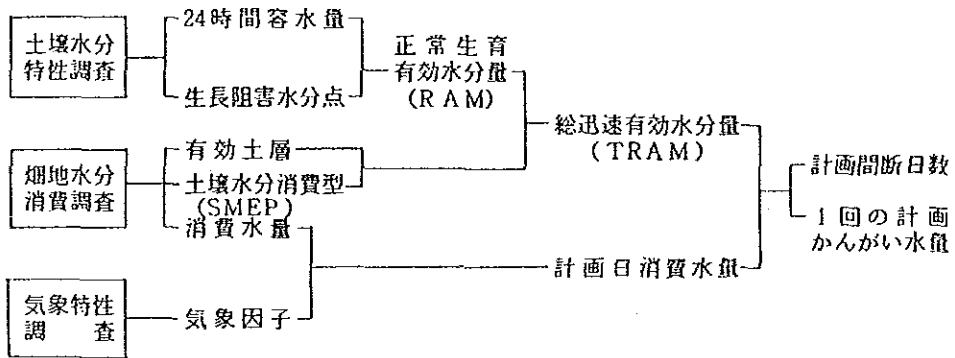


図 - 2 計画かんがい水量，間断日数算定の手順

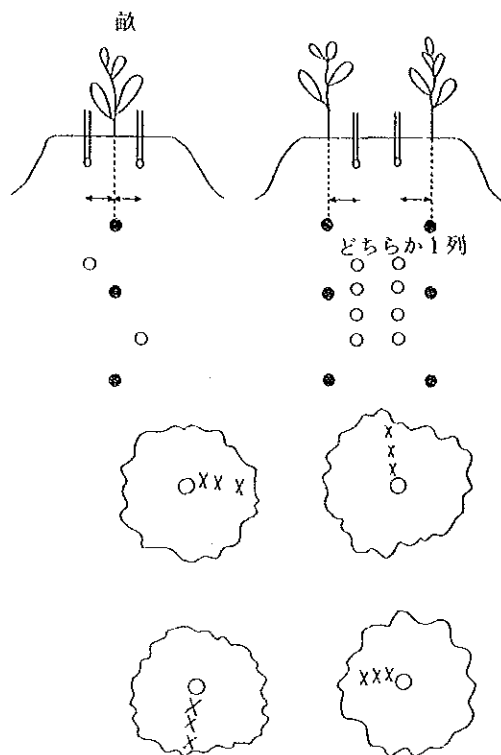


図-3 土壤水分測定位置

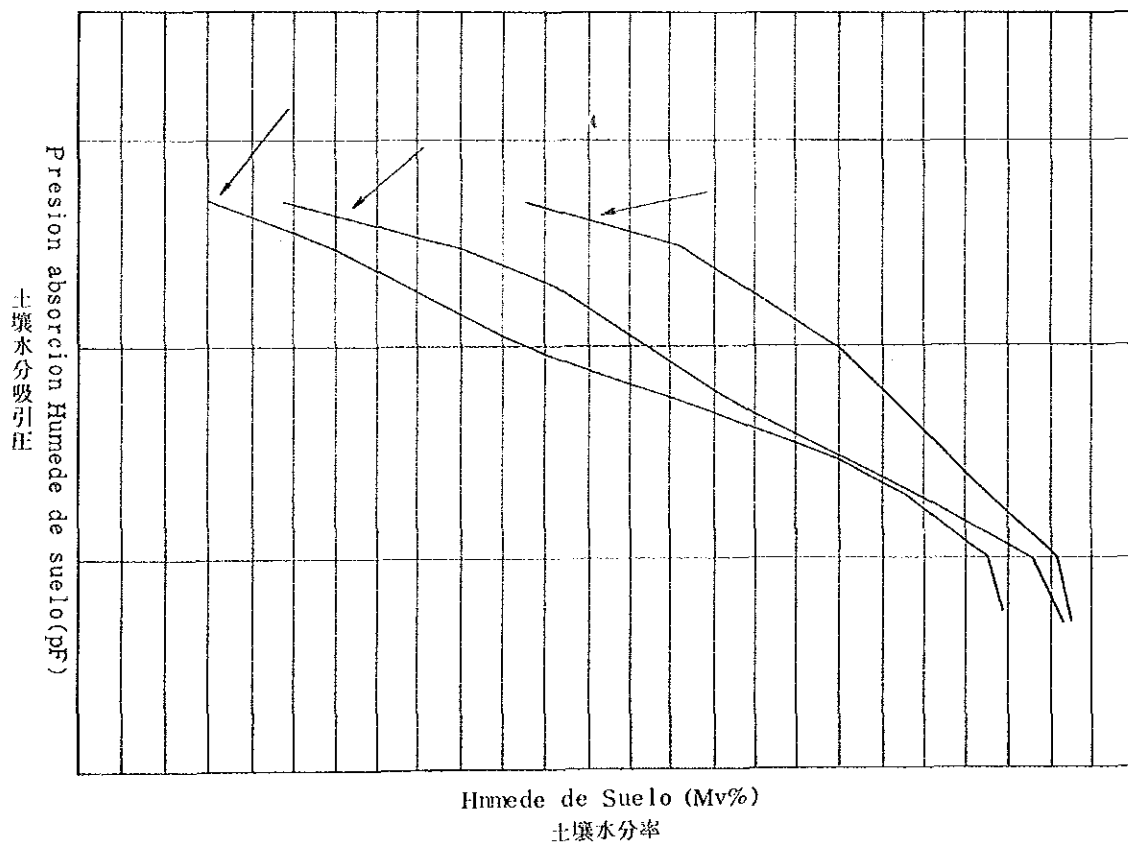


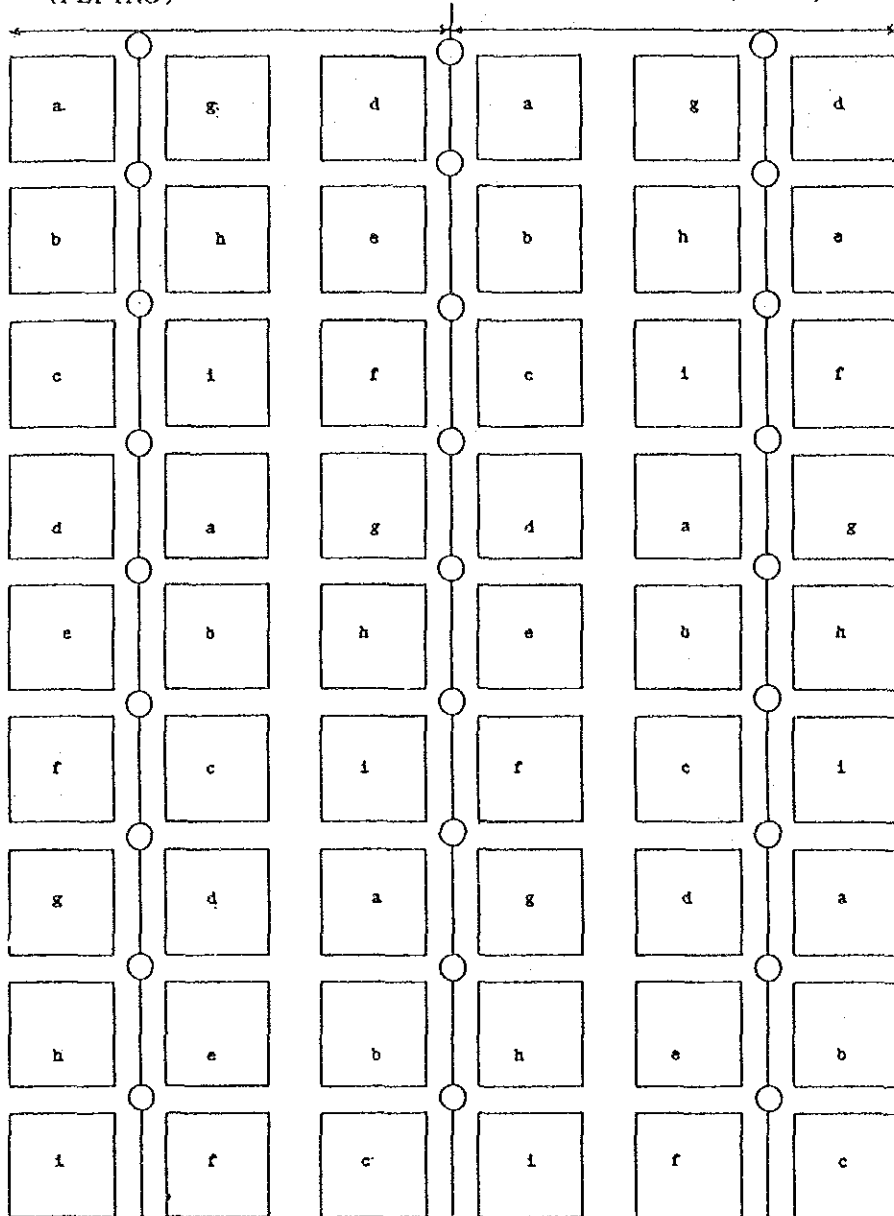
図-4 各土層別の pF - 水分曲線

図-5 試験区の配置図

キュウリ  
(PEPINO)

ENSAYOS: FRECUENCIA Y LAMINAS DE RIEGO  
EN PEPINO Y MAIZ.

トウモロコシ  
(MAIZ)





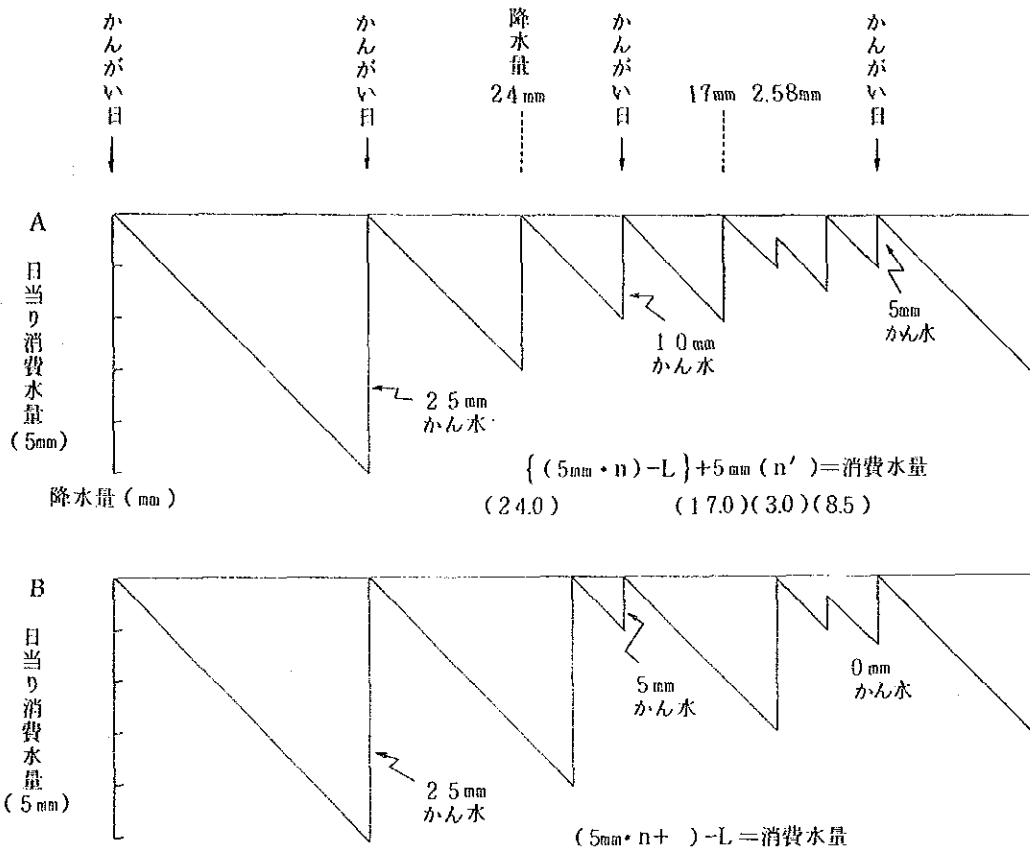


図-7 降水量の差引き方法

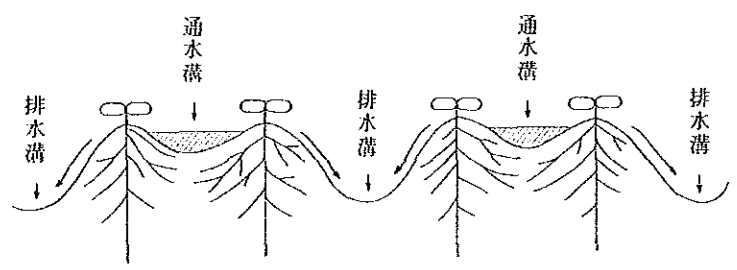


図-8 畝立方法とかんがい通水位置

表-2 土層別の土壌物理性と土壌水分保持特性

層別	真比重	仮比重	固相率	孔隙率	pF0.7	1.0	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.5	2.7
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
第1層	2.50	1.10	43.8	56.2	47.0	46.6	44.6	42.8	40.1	35.7	32.7	30.9	28.1
第2層	2.56	1.14	44.2	55.8	48.3	47.6	45.0	43.0	40.9	38.5	36.3	33.8	29.8
第3層	2.60	1.16	44.9	55.1	48.5	47.8	-	45.5	44.3	43.1	-	39.2	35.6
第4層													

表-3 月別平均気温(℃)

ESTACION: PLAYITAS      LATITUD: 14 26' 00"      DEPTO. DE COMAYAGUA  
 LONGITUD: 87 41' 31"      ELEV. 600 M. S. N. M.

年次	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1970	23.2	22.6	26.5	28.1	26.4	25.9	24.5	25.0	24.4	24.4	21.2	22.1	24.52
1971	22.5	23.7	25.0	25.2	26.6	25.6	25.0	24.5	24.5	24.6	23.1	23.2	24.45
1972	23.3	23.4	25.4	27.5	26.9	25.8	26.0	25.3	25.5	24.9	24.5	23.1	25.13
1973	22.9	23.5	28.1	27.2	25.8		24.7	25.4	24.9	24.2	23.6	20.1	24.58
1974	23.2	23.4	26.0	27.1	27.0	25.4	24.8	25.4	24.4	22.6	22.1	22.1	24.45
1975	22.8	24.4	26.9	27.9	27.7	26.5	25.8	25.4	24.0	23.6	22.3	21.2	22.87
1976	20.5	22.0	25.4	25.0	25.3		24.6	25.2	25.4	24.8	22.6	23.0	23.98
1977	22.9	24.0	27.0	25.9	25.9	25.3	25.7	26.5	25.7	24.9	23.7	23.4	25.07
1978	22.2	23.9	25.7	27.7	27.7	25.7	24.7	25.3	25.1	24.3	24.1	23.7	22.7
1979	23.3	23.8	26.0	27.4	26.8	25.4	26.1	25.7	24.7	24.6	23.2	22.8	24.98
1980	24.1	24.4	26.6	26.1	23.2	25.7	25.6	25.8	25.4				25.76
月平均	22.81	23.55	26.24	26.83	26.46	25.70	25.23	25.41	24.91	24.29	23.04	22.47	

表-4 月別相対湿度(%)

ESTACION: PLAYITAS      LATITUD: 14 26' 00"      DEPTO: COMAYAGUA  
 LONGITUD: 87 41' 31"      ELEV. 600 M. S. N. M.

年次	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1970	64	64	54	50	59	69	-	76	79	80	78	71
1971	66	61	55	59	62	66	68	73	77	75	75	66
1972	63	61	52	54	64	71	68	69	71	73	71	68
1973	61	59	51	54	64	-	66	70	77	80	75	71
1974	63	57	54	53	63	72	71	70	78	81	78	72
1975	67	56	48	47	60	66	62	67	79	79	81	73
1976	74	66	-	-	-	-	-	-	-	-	77	73
1977	62	63	52	62	60	73	67	67	72	72	-	-
1978	69	62	61	57	64	72	74	74	75	76	75	68
1979	65	61	60	60	67	76	-	-	78	78	75	
1980	64	63	61	71	71	85	82	79	80			
月平均	65	61	55	57	64	72	70	72	77	77	76	71

(-) Indica que no hay informacion

表-5 月別蒸発量 (mm)

ESTACION: PLAYITAS  
LONGITUD: 87 41' 31''

LATITUD: 14 26' 00''

DEPTO. COMAYAGUA  
ELEV. 600 M S. N. M.

年次	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1971	132.0	147.3	221.2	200.3	190.8	155.3	154.8	151.1	120.1	126.6	111.4	126.8
1972	146.8	155.0	241.0	220.8	183.2	166.9	149.4	155.6	163.1	153.8	120.3	127.9
1973	160.8	176.8	246.7	234.0	213.3	---	171.9	168.9	157.5	128.2	117.9	113.5
1974	143.7	168.3	212.6	241.1	219.3	177.3	175.3	193.7	148.3	124.4	118.2	128.3
1975	155.8	202.9	279.9	283.6	219.4	192.1	216.4	199.9	137.1	137.3	111.9	111.7
1976	99.9	144.3	221.4	286.4	158.8	---	160.9	183.6	169.1	109.0	109.2	113.7
1977	153.4	170.6	245.0	212.3	173.6	141.8	173.0	189.1	155.8	151.5	121.8	133.3
1978	136.1	170.0	216.4	233.1	203.5	160.7	131.5	149.2	129.5	126.5	116.6	124.8
1979	167.1	171.2	224.6	201.1	177.1	138.9	161.2	160.8	131.6	130.6	124.7	128.7
1980	165.7	184.8	214.1	278.7	203.4	143.7	154.2	146.4	122.2			
月平均	146.1	169.1	232.3	219.1	194.2	127.7	164.9	169.8	143.4	132.0	116.9	123.2
日平均	4.7	6.0	7.5	7.3	6.3	4.3	5.3	5.5	4.8	4.3	3.9	4.0

(---) Indica que no hay informacion

表-6 月別降水量

ESTACION: PLAYITAS  
LONGITUD: 87 41' 31''

LATITUD: 14 26' 00''

DEPTO: COMAYAGUA  
ELEV.: 600M. S. N. M.

年次	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1965												0.8
1970	16.0	0.5	0.0	0.0	82.5	135.6	237.1	131.9	184.4	147.6	13.0	24.3
1971	1.5	10.7	10.4	20.6	130.0	48.7	127.6	181.5	139.8	145.6	55.7	12.1
1972	4.5	8.1	0.0	67.8	60.0	230.5	74.5	86.5	97.0	180.7	39.1	16.8
1973	4.4	10.1	17.0	16.3	157.8	160.4	68.2	131.1	163.1	110.8	37.5	2.7
1974	2.3	7.1	6.7	6.8	83.4	221.6	64.2	136.2	184.1	140.0	23.2	3.1
1975	11.6	0.0	0.0	0.0	206.6	60.1	54.7	92.1	348.5	46.2	80.9	3.8
1976	3.5	1.9	4.4	277.4	121.1	412.5	61.1	98.3	97.3	73.2	21.5	4.6
1977	0.0	0.6	0.0	29.0	196.9	140.6	48.6	81.5	217.5	67.4	28.7	11.7
1978	40.7	3.9	6.1	73.0	101.6	139.9	137.6	179.0	151.9	71.6	50.7	5.3
1979	0.3	7.4	36.2	169.0	20.7	165.5	102.1	88.0	152.0	81.0	20.7	23.0
1980	0.4	5.6	0.0	42.0	73.5	246.8	122.8	71.1	169.0	120.4	19.4	30.1
月平均	17.7	5.1	7.3	63.8	112.2	178.4	99.9	116.1	137.1	107.7	35.8	12.5

表-7 間断日数と1回のかん水量

e p	TRAM	間断日数				1回のかん水量			
		4mm/日	5mm/日	6mm/日	7mm/日	4mm/日	5mm/日	6mm/日	7mm/日
		日	日	日	日	mm	mm	mm	mm
70	22.1	5	4	3	3	20	20	18	21
60	25.8	6	5	4	3	24	25	24	21
50	31.0	7	6	5	4	28	30	30	28
40	38.8	9	7	6	5	36	35	36	35
35	44.3	11	8	7	6	44	40	42	42





JICA