

パキスタン回教共和国
灌漑研究所整備近代化計画
(パンジャブ州)

事前調査報告書

1991年1月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会
日 本 技 研 株 式 会 社

まえがき

本報告書は（社）海外農業開発コンサルタント協会のもとで実施した「パキスタン回教共和国パンジャブ州灌漑研究所整備近代化計画」に関するプロジェクトファインディング調査の結果をとりまとめたものである。

本調査は1990年12月13日から12月26日の14日間にわたり実施されたもので、対象地区はパンジャブ（Punjab）州のラホール（Lahore）、モガルプール（Moghalpur）、ナンディール（Nandipur）及びニアズベグ（Niazbeg）の各研究所である。

パキスタンは19世紀中頃よりインダス水系を中心とする大規模な灌漑農業開発が進展し、これに伴って、1924年に最初の灌漑研究所がラホールのパンジャブ大学内に設置された。そして翌年の1925年に大規模な水理試験場がマリクプール（Malikpur）（現インド領内）に、続いて塩害対策としての土地改良部門の研究所が1945年にラホール市内モガルプールに設置され、活動が開始された。しかしながら東西パキスタンの分離独立後、マリクプールがインドに帰属したことにより、これに代わる新たな水理試験場の必要性が生じた。また、「インダス水系水利協定」がパキスタンとインドとの間で締結され、それにより水利権の帰属の変更等が生じたため、灌漑システムの再構築の必要性が生じた。そして大規模なダム群及び水利施設の建設が進むにつれ、これに呼応すべく1952年にナンディールに水理部門の研究支所が設立され、更に1954年にニアズベグに物理部門の研究所が施設された。

しかし、これらの研究所は建設後、多年が経過し施設の老朽化が進み、更に近代的な機器・資材の不足及び研究員育成の遅れのため、研究所の機能が低下し研究の成果が限定され、各種灌漑事業、塩害対策について計画、設計及び実施の段階で十分に対応ができない状況となっている。ラホール市及びその近郊に位置するこれらの研究所は、単にパンジャブ州のみならず、パキスタン全土をも対象とする試験研究所であることから、これらの改善・強化及び近代化は、極めて緊急かつ重要なこととなっている。この様な状況の中でパキスタン政府はわが国の協力を強く望んでいる。

調査団は以上を踏まえて、関係省庁から資料・情報を収集し、現地調査を行い現況を把握し、本計画の緊急性及び重要性を確認した。

調査に対し、多大の御支援を賜りました関係各位に深く感謝いたします。

1991年1月

藤岡正満

本多昭

パキスタン回教共和国灌漑研究所整備近代化計画
事前調査報告書

目 次

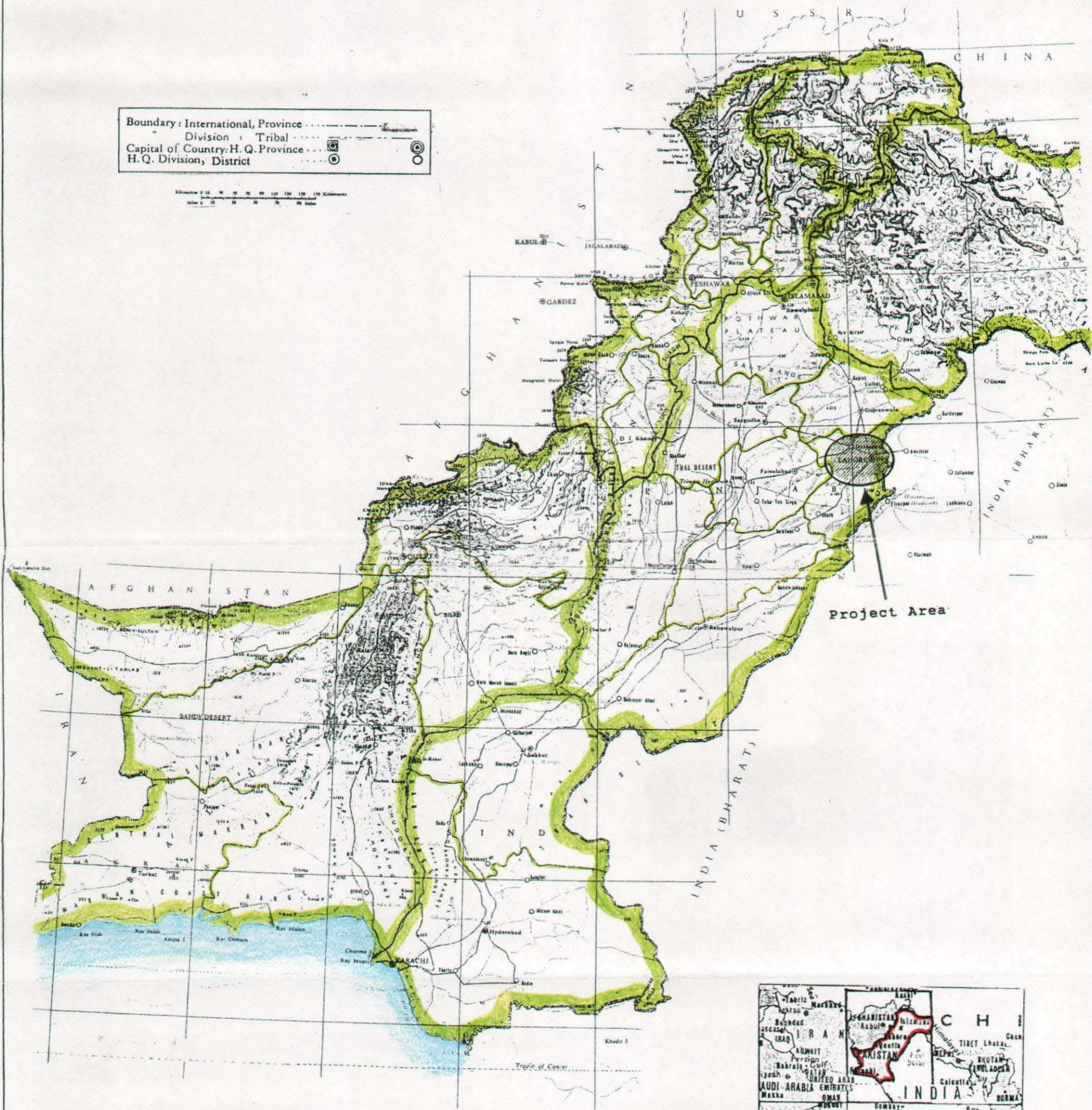
頁

まえがき

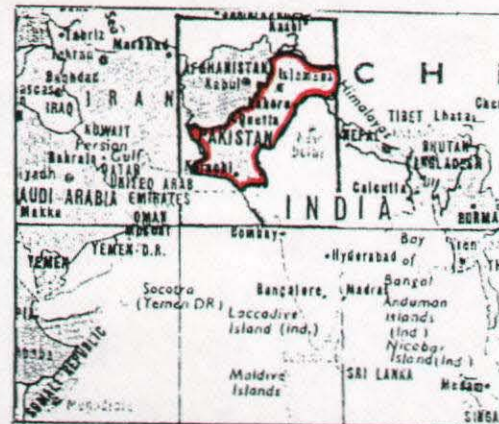
第1章 プロジェクトの背景	1
1. 1 パキスタンにおける灌漑農業	
1. 2 灌漑研究所	
1. 3 主要各部門の概要と試験研究内容	
第2章 プロジェクトの概要	9
2. 1 計画の概要	
2. 2 水理研究部門	
2. 3 土地改良部門	
第3章 総合所見	11
第4章 添付資料	12
4. 1 調査団員名	
4. 2 調査日程	
4. 3 面会者リスト	
4. 4 現場写真	

Boundary: International, Province
 Division: Tribal
 Capital of Country: H. Q. Province
 H. Q. Division, District

Kilometers 0 20 40 60 80 100 120 140 160 180
 Miles 0 20 40 60 80 100 120 140 160 180



パキスタン行政区域図



KEY MAP

第1章 プロジェクトの背景

1. 1 パキスタンにおける灌漑農業

パキスタンにおける農業は、GDPの約4分の1、就業人口の約半分を占める重要な産業で、生産の多くは灌漑農地に依存している。パキスタンにおける全耕地 2,060万haのうち、約70%の灌漑農地から全穀物生産の90%を生産している。パキスタンにおける耕地は主として、インダス川及びその流域の沖積平野に集中しており、全国耕地に対してパンジャブ州が56.7%、シンド（Sind）州が26.8%で、両州で83.5%を占めている。現在、既耕地の約60%が河川の取水堰により取水し、水路を通じて用水を供給する灌漑地であり、残りの既耕地が揚水機等による灌漑地である。

現在のインダス川水系を中心とする大規模な灌漑システムは、19世紀中頃より本格的な建設が始まり発展してきたものである。1947年8月に、インドから分離独立して以来、インダス水系の水利権について紛争が続いていたが、1960年に、パキスタンとインドとの間で「インダス川水利協定」が締結された。これによりラーヴィ（Ravi）、サトラジ（Sutlej）、ビャース（Beas）の3河川の水利権はインドに帰属し、一方、インダス本流、ジェラム（Jhelum）、チャナブ（Chenab）の3河川の水利権は、パキスタンに帰属することとなった。インドに水利権の移った3河川に、用水の多くを依存する灌漑形態をとっていたパキスタンは、灌漑システムの再構築の必要に迫られ、ダム群の建設に着手した。まず、1960年にジェラム川上流にマングラ（Mangla）ダムの建設に着手し、1967年に完成、続いてタルベラ（Tarbela）ダムを1968年に着工し1980年に主要工事を終えている。これと同時に、各主要河川を結ぶ連絡水路も建設し、1980年初めには、現在の灌漑システムの大部分が完成している。

これらにより農業生産は増大したが、他方、大規模な灌漑網による灌漑面積の拡大に伴う多くの問題点が発生した。これらは灌漑水路の多くが舗装さ

れていないため、水路からの漏水が多く、また排水施設の不備のため地下水が上昇し、かつ湛水地域が増加し、これにより塩害耕地が急速に広がった。灌漑農地のうちで、パンジャブ州で15%、シンド州及びバルチスタン（Baluchistan）州では実に60%が、程度の差はあれ塩害を受けていると推定される。

1. 2 灌漑研究所（Irrigation Research Institute）

19世紀半ばから始まった本格的な灌漑施設の整備は、今世紀に入り更に大規模に進展し、これに伴って解決すべき多くの技術的な問題に直面することとなった。これに対処するため、1924年のラホールのパンジャブ大学内に灌漑試験場が設置され、更に大規模な水理模型実験を可能とするため、1925年にマリクプールに野外試験場が設置された。これにより、ラホールの本部の化学部及び物理部の施設の充実とあいまって、灌漑技術面における実験及び研究が可能となった。1945年に灌漑開発の進展に伴って発生した湛水及び塩害を解決するため、農地保全を目的とした土地改良部門の研究所が新たにモガルプールに設置された。これにより水理・土質・農地保全等の各部門を有する研究所としての機能が確立されるに至った。

ところが1947年の分離独立により、マリクプールがインドに帰属することとなったため、これに代わる野外試験場として1952年にラホール郊外のナンディプールに水理部門の研究所が設置され、更に1954年にニアズベッグに物理部門の研究所が設置された。これによって現在の灌漑研究所の施設、組織が整備された。

1. 3 主要各部門の概要と試験研究内容

1. 3. 1 水理研究部門

水理研究部門は、ラホールにある室内模型実験室では小規模な模型実験が行われ、ラホールより80km離れたナンディプールの野外実験場では大規模な模型実験が行われている。ナンディプールの実験場は100エーカーの広さを有し、22の実験が平行に行うことができる。実験において、流量は13.5m³/secまで供給可能であり、また、総落差は重力水で13feetまで可能であるので、灌漑水路から導水する大規模にして経済的な実験場となっている。施設の概略は、図-1に示す通りである。

主要な実験内容例の概要は次のとおりである。

1) 落差工・堰の実験

- 目的：・各調節施設への接近流況の状態
・調節施設の水理的な状況
・各調節施設への堆砂の状況

縮尺：1/10

2) 河道改修・洪水調節

- 目的：河川に橋梁及び堰等を計画する場合、その地点の上下流の河川流況を把握し、河道改修を樹立する。

縮尺：水平1/400，鉛直1/50

3) 余水吐と水力発電

- 目的：小規模な堰を流下する流量で、発電計画を樹立するときの下流既施設を考慮した水路路線また水路断面の決定

縮尺：1/16

LAY OUT PLAN
HYDRAULIC RESEARCH STATION
NANDIPUR

Scale 1 cm = 100 ft

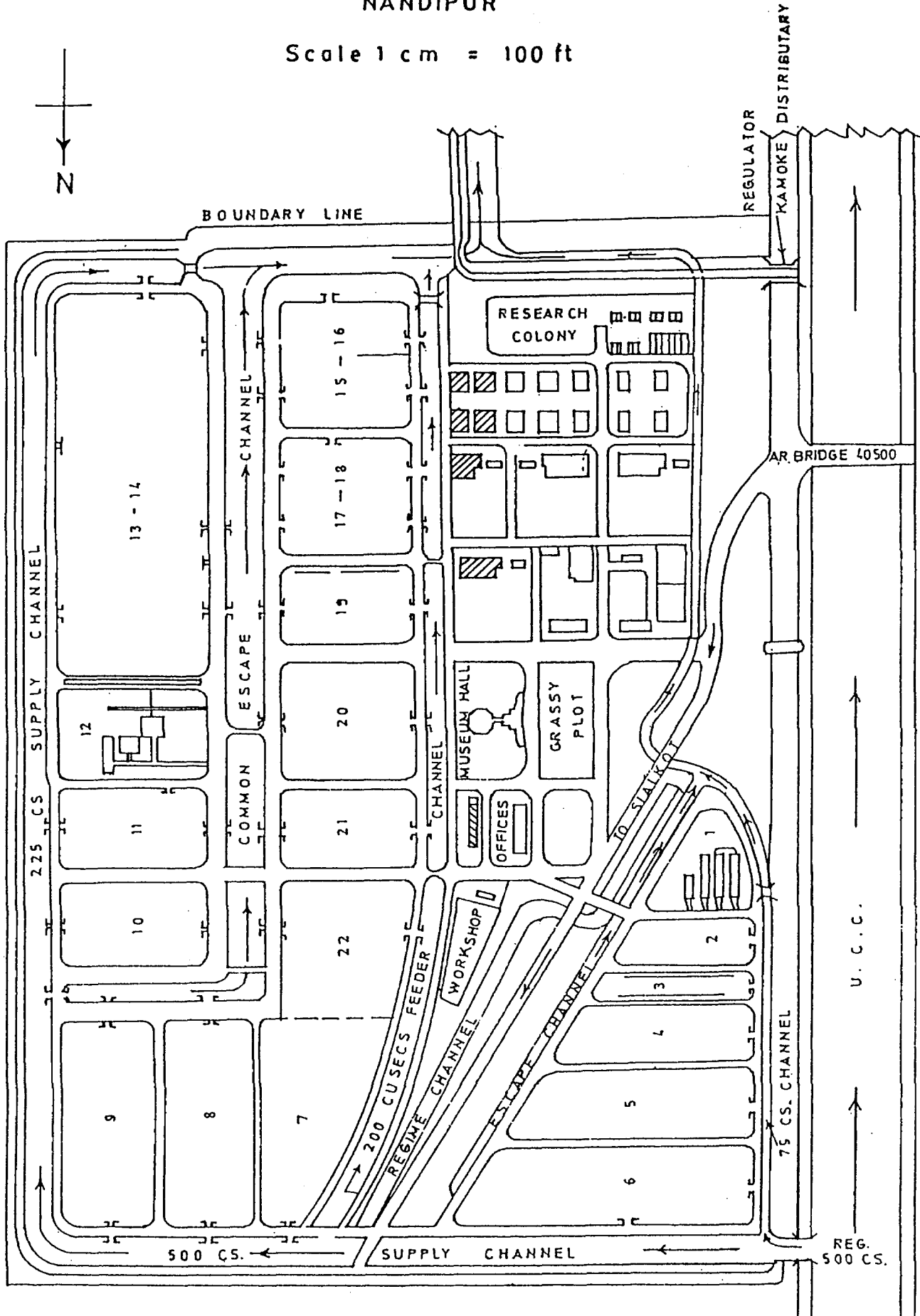


図-1 ナンディプール試験場施設概略図

4) 橋梁

目的：橋梁架設地点を上流の経済的及び効果的な河道改修を考慮して選定

縮尺：水平 1/400, 鉛直 1/50

5) ダムと余水吐

目的：余水吐・放流工の減勢地及び下流の保護工決定

縮尺：1/20

6) スパーヘッドの形状

目的：河川の所要地点で、流れを制御する。

縮尺：1/40

1. 3. 2 物理研究部門

物理研究部門は、ラホールに室内試験室とラホールより16km離れたニアズベッグに50エーカーの広さを有する野外試験場で構成されている。ラホールの室内試験室では、土質試験、材料試験、化学分析等を受け持ち、ニアズベッグの野外試験場では、水路ライニング・浸透、堀抜井戸、蒸発散量、タイル排水の被覆材の研究等を行っている。

主要な試験例は次のようである。

1) 堀抜井戸の研究

- ・詰まった堀抜井戸をイオン処理による修復
- ・保護装置を付けた堀抜井戸の挙動
- ・テレスコピックスクリーン堀抜井戸の実験
- ・堀抜井戸スクリーンの被覆材の実験

2) ライニング・漏水の研究

- ・流下水路における流量測定の研究
- ・種々の水路ライニング材料の実験
- ・ライニング・無ライニング水路からの浸透損失量の実験

3) 土壌物理の研究

- ・植生による蒸発散量の実験
- ・重力水灌漑とスプリンクラー，デロップ灌漑との比較実験

4) タイルドレンの被覆材の実験

5) ダム・湖に関する堆砂調査

6) 土質試験

- ・物理試験
- ・力学試験

7) 材料試験，化学分析

- ・コンクリートの圧縮試験
- ・土，水，コンクリートの化学分析
- ・軟鋼棒の試験
- ・骨材の程度分析
- ・コンクリート配合試験

8) 水文解析

- ・確立雨量，流量解析

9) 太陽エネルギーの利用実験

1. 3. 3 土地改良部門 (Directorate of Land Reclamation)

(1) 土地改良部門

パンジャブ州で灌漑水路施設の導入後、土壌塩分，ナトリウム分，水浸の問題が農業に顕われてきた。当初1917年に、パンジャブ政府は水浸に関する研究のため排水部 (Drainage Board) を設立した。この部は、引き続いて水浸研究委員会 (Water logging Inquiry Committee) となり、不毛な浸水土地の研究及び正常な生産性をあげ、また、土壌改良の方法を引き出すための、より科学的な基礎研究を行った。

1925年農業施設試験場（IRI）の設置に際し、土地改良問題に取り組むため分離した部門がIRI内に設置された。水路灌漑地域でこれらの問題の急激な広がりに対して、土地改良を扱う研究所が不可欠となり、かくして1945年に土地改良部門（Directorate of Land Reclamation）が設立された。

土地改良部門の組織は、ラホールのモガルプールに試験室と野外試験場、またパンジャブ州全域に9つの野外試験場で構成されている。

（2） 研究内容

当研究所及び野外実験場では、下記のような農業に係わる広範囲な、土と水の研究を行っている。

- ・ 土壌化学に関する基礎的な問題
- ・ 土壌内の水と塩分の動き
- ・ 塩分、アルカリ土壌の改良
- ・ 灌漑用水の水質
- ・ 作物の消費水量
- ・ 作物生長における土壌の物理・化学特性の効果
- ・ 排水技術
- ・ 土壌調査及び土地分類

1. 3. 4 灌漑研究所の組織（IRI）

現在のIRIの組織は図-2に示す通りである。

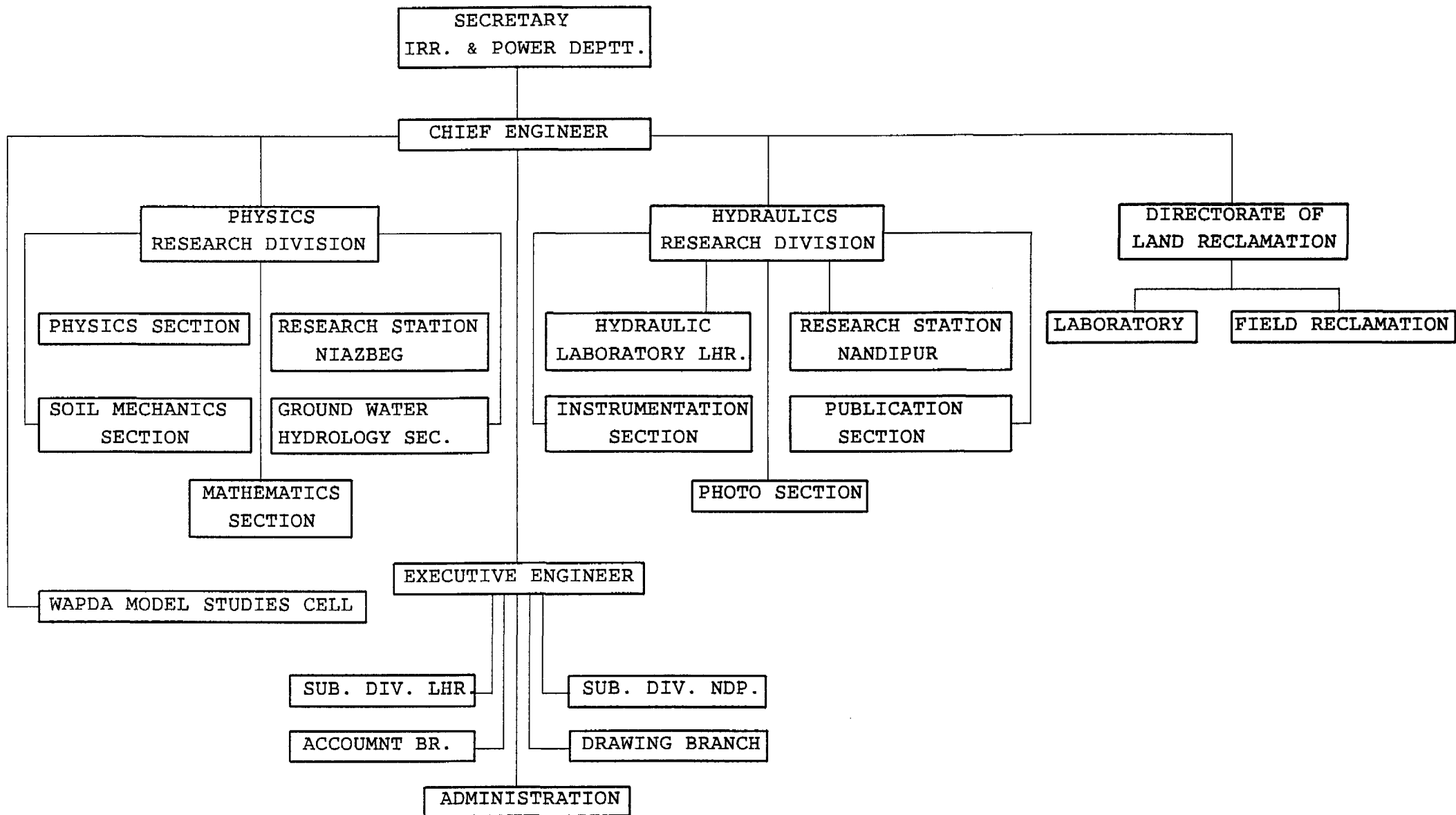


图-2 灌溉研究所组织图

第2章 プロジェクトの概要

2-1 計画の概要

土地改良部門、水理研究部門が設立以来、それぞれ45年、36年が経過し、両部門とも研究員の不足、施設の老朽化、試験機器の不備等により十分に機能していない状況となっている。このため、パンジャブ州政府は早急に研究所を改善強化を図るべく「灌漑研究所強化、近代化計画」を推進しようとしている。

この目的としては次のものが考えられる。

- 適正技術の開発
- 技術情報の整備・活用・電算化
- 試験機器の充実
- 灌漑及び研究所技術者の育成・レベルの向上

2-2 水理研究部門

本部門はダム及び大規模灌漑施設に関する模型実験を中心に研究が進められてきたが、各関連プロジェクトにおける国際機関、外国の援助等により個々に行われたため、技術情報の蓄積・整備が一貫して行われておらず、これを有効に活用し、技術基準を確立するに至っていない。また、主要実験研究が主に外国人によって実施されることが多かったため、適正な技術移転も進んでいない状況である。さらに電算の導入がなされていないこともあり、水文資料の整理、過去の実験結果の活用が困難な状況である。

従って、ラホールの室内試験場あるいはナンディプール試験場内に電算センター及び教育のための施設を設置し、更に近代的な機器を導入することが必要である。

2-3 土地改良部門

本部門においても水理部門と同じく技術情報の活用・電算化が行われておらず、また旧式な機器を使用しているために試験結果の誤差に悩まされている。

パンジャブ州各地に9ヶ所の試験圃場（1ヶ所 0.8ha）を持ち試験を実施しているが、研究員の不足、情報の不整備と多くの問題を抱えている。

湛水・塩害地域の拡大、被害の増加に対処するには、試験圃場の地区数規模、地区の選択、実験内容等についての見直しを行い、各試験圃場の機能の充実を図り、モガルプールの本部に電算室の設置、機器を刷新することで近代化を図る必要がある。

第3章 総合所見

灌漑研究所は水理部門がラホール、ナンディプール、ニアズベックの3ヶ所に、土地改良部門がモガルプールにあり、全組織が4ヶ所に分散しており、更に土地改良部門の試験圃場がパンジャブ州に9ヶ所散在している状況で、総合的に機能するにはかなり困難な条件下に置かれている。今後ともこの地理的条件を変え得ないと考えられるので、ラホール試験場等にセンター部門を設けて統括の強化を図り、全体の機能の向上・効率化を図ることが必要であると考えられる。

最近とくに全土で問題化している塩害は、その対策を確立すべき実験・研究は両部門の密接な連係で実施されることが不可欠である。また、研究部門と事業実施部門との連係も必ずしも十分とはいえず、将来はこれらを含めた技術体系の強化、近代化計画をたてることが必要である。

両部門とも限られた施設・人員で膨大な各種試験を行っており、データの分析・解析・結果の整理は極めて不十分であるとされている。水理モデル実験についても定量的な現象把握を重点的に行っているが、技術計算システムの導入はなされていない。例えばコンピュータ活用によるシミュレーション解析の実施は全くなされていない。現状を踏まえて技術の体系の向上・整理を段階的に行うことが必要であると考えられる。

このためには単に施設の拡充、近代的な機器・資材の導入のみでなく、人材育成を重視した灌漑研究所強化計画を立てることが肝要である。

第4章 添付資料

4. 1 調査団員

藤岡正光 S. 7. 10. 30生

S. 31. 3 京都大学農学部農業工学科 卒業

S. 31. 4 ~ S. 38. 12 京都府農林部 技師

S. 39. 1 ~ S. 48. 9 日本技術開発(株) 水工部 次長

S. 48. 10 ~ S. 61. 4 同 上 取締役海外事業本部長

S. 61. 6 ~ H. 2. 4 北海道開発コンサルタント(株)

海外事業部 理事

H. 2. 5 ~ 現在 日本技研(株) 海外事業本部 相談役

本多 昭 S. 17. 3. 15生

S. 40. 3 京都大学農学部農業工学科 卒業

S. 40. 4 ~ S. 48. 3 (株)三祐コンサルタント 技師

S. 48. 4 ~ S. 48. 8 (株)日本土質開発研究所 技師

S. 48. 9 ~ S. 54. 5 日本技研(株) (社名変更) 主任技師

S. 54. 6 ~ H. 1. 6 日本技研(株) 技術部長

H. 1. 7 ~ 現在 同 上 専門技術室室長

4. 2 調査日程

日数	年月日	出発地	到着地	宿泊地	備 考
1	H. 2. 12. 13	成 田	シンガポール	シンガポール	日 本 出 国 (SQ-097便12時45分発) シンガポール入国 (同便 19時00分着)
2	14	シンガポール カラチ	カラチ イスラマバード	— イスラマバード	シンガポール出国 (SQ-418便13時10分発) パキスタン入国 (同便 16時50分着)
3	15	—	—	イスラマバード	大使館, J I C A表敬
4	16	イスラマバード	ラ ホ ー ル	ラ ホ ー ル	移動
5	17	—	—	ラ ホ ー ル	関係省庁表敬
6	18	—	—	ラ ホ ー ル	現地踏査
7	19	—	—	ラ ホ ー ル	現地踏査
8	20	ラ ホ ー ル	イスラマバード	イスラマバード	現地踏査, 移動
9	21	—	—	イスラマバード	資料整理
1 0	22	—	—	イスラマバード	レポート作成
1 1	23	—	—	イスラマバード	大使館, J I C A, 担当省庁報告
1 2	24	イスラマバード	カラチ	カラチ	移動
1 3	25	カラチ シンガポール	シンガポール —	— 機中泊	パキスタン出国 (PK-772便05時05分発) シンガポール入国 (同便 17時50分着) シンガポール出国 (JL-710便22時50分発)
1 4	26	—	成 田		日 本 入 国 (同便 06時05分着)

4. 3 面会者リスト

(1) Government of PUNJAB

1) Irrigation and Power Department

Secretary	Khurshid Anver Rona
Executive Engineer	Mohammad Daub
Research Officer	Rafi Mohammad Asi

2) Irrigation Research Institute PUNJAB, LAHORE

Chief Engineer	Abdul Shakoor
Principal Research Officer	Irshad Ahmad
Senior Research Officer	Quyyum Bhatti
Senior Research Officer	Syed Kazim Hussain
Senior Research Officer	Haq Nawazbutt

3) Hydraulic Research Station PUNJAB, NANDIPUR, LAHORE

Senior Research Officer	Abdul Aziz Bhatti
Senior Research Officer	Mohammad Bashir Sheikh

4) Directorate of Land Reclamation PUNJAB, MOGHALPUR, LAHORE

Director	Muhammad Altaf Hussan
Research Officer	Muhammad Asghan
Research Assist	Abdu Sattu

(2) 日本大使館

一等書記官	角田 豊
-------	------

(3) 国際協力事業団

次長	石橋隆介
----	------

4. 4 現場写真



野外水理試験場（ナンディプール）
（カラバタム模型 1 : 40）

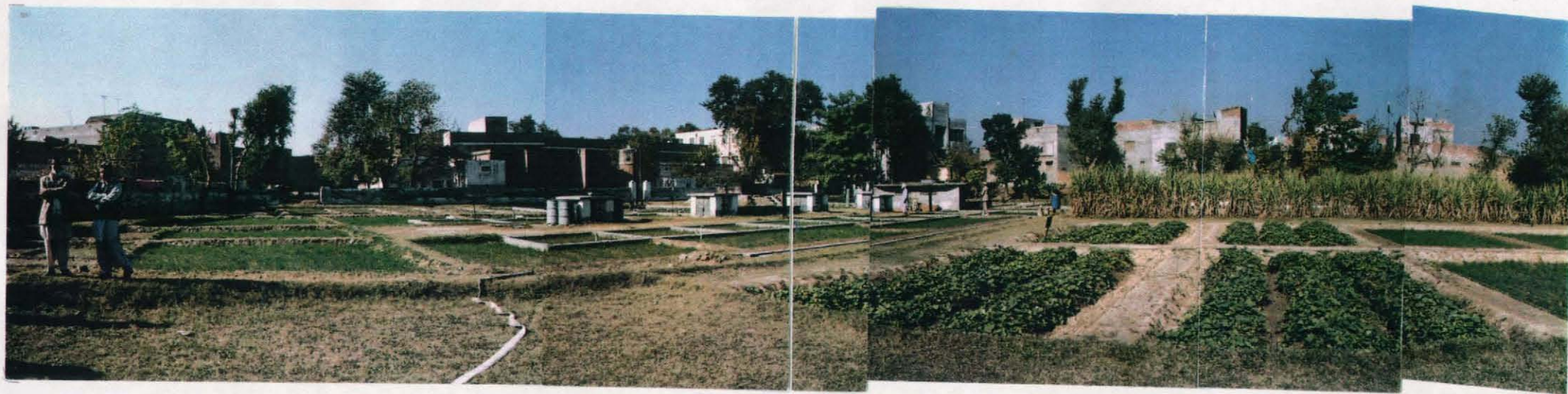
土地改良部門研究所（モガルプール）



室内試験



圃場試験



土地改良研究所（モガルプール）
（試験圃場）