

第四章 既定計画と今後の課題

4-1 地下水涵養量

4-1-1 ダム放流による涵養

洪水を一時貯留し、これを適切な量だけ放流することにより、河口部での洪水（浸水）被害を軽減し、海への無効な流出を最小にとどめるとともに、地下水の涵養を図っていくのが、本計画の主眼である。このためには、地域の地下水位、河床の状況、ダム貯水量等を勘案し、適切な放流量を決定できるようにする必要がある。

カデジダムおよびモルダムからの放流量（46,600千 m^3 /年）を地下水涵養に予定している。しかしこれらの放流量がカデジ川、モル川およびマリル川のどの河床（範囲）からどの程度浸透するかについての見通しが具体的に検討されていない。このための検討課題は下記のとおりである。

- (1) ダムサイト地点から受益予定地末端（鉄道線路あるいは河口）までの河床堆積物の種類と透水性を把握する。
- (2) 降雨後において表流水がみられるようになったら、その表流水の浸透（涵養）範囲と概略の浸透量を把握する。なお、浸透量の基準値はスーパーハイウェイ橋観測所における観測値であるので、ここでの表流量測定を精度を高める。
- (3) マリル河沿線の地下水位変動状況を長期観測し、地下水の涵養源とその水量を概定する。
- (4) 以上のデータおよび地下水断面図を参考にして、ダムからの放流による河床部からの涵養可能量を概定する。
- (5) 涵養を効率的に行うための放流方法や涵養施設の必要性についても考察する。
- (6) なお、ダムからの放流水のうち440千 m^3 が蒸発によって失われるものとされているので、この根拠についてのデータを入手することも必要である。

4-1-2 降水による涵養

降水は丘陵地域1,165 km^2 からと平野332 km^2 から、年平均降水量211mmの5-10%（前者）と10-15%（後者）それぞれ地下に涵養（浸透）するものとしている。したがって丘陵地域と平野からの涵養（浸透）量は、前者で18,700千 m^3 /年、後者で8,900千 m^3 /年と見積られている。降水の涵養に関する検討課題は下記のとおりである。

- (1) 丘陵地域は主として第3紀層からなるが、年降水量に占める地下水涵養（浸透）量を5-10%（平均7.5%）としている。この涵養（浸透）量を定量的に把握する必要がある。
- (2) 丘陵地域1,165 km^2 は、両ダムの流域であり受益予定地の北北東側に位置している。この丘陵地域内には、受益予定地にのびる向斜軸や脊斜軸がある。この流域内における降水の涵養量（降水量の7.5%）が受益予定地内に流下してくる可能性があるかをチェックする。地質構造・透水性・地下水位変動状況および揚水量などをもとに、現況における丘陵地域からの地下水

流下量を概算する。なお、この流下量による受益予定地を新たに設定できるものかもあわせて検討する。

- (3) 平野332km²と受益予定地5600haの位置関係を把握する。
- (4) 平野332km²からの地下水涵養（浸透）量は降水量の10～15%（平均12.5%）とされているが、その水量を定量的に把握する。
- (5) 平野332km²からの地下水涵養（浸透）量が、受益予定地にどの程度流下するか地下水面図等をもとにチェックする。必要があれば、受益予定地の位置を変更することも考慮する。
- (6) 丘陵地域1,165km²と平野332km²からの地下水涵養（浸透）量27,600千m³は、全量井戸によ揚水し、かんがいに利用するものとして受益面積が算出されているが、そのような取水が可能かどうかを井戸配置を含めて検討する。

4-1-3 Deep percolationによる地下水利用量の増大

ダム放流水からの涵養量46,700千m³/年と降水からの涵養量27,600千m³/年の合計から、放流水の蒸発量440千m³/年とカラチ市上水道用取水量13,400千m³/年を差し引いたものが、総年間かん養可能量60,460千m³/年となっている。この可能量の15%をDeep percolation 9,100千m³/年としている。この量について、下記の検討を要する。

- (1) Deep percolationの定義を明らかにする。
- (2) 涵養水量9,100千m³/年がDeep percolationとして、井戸により取水できを確認する。

4-2 地下水涵養範囲と涵養効果

前項でのべたかん養は、丘陵地域や平野から現況において行われているものと、ダム建設後の放流水によって新たに行われるものがある。したがって、現況における地下水の循環機構を解明し、ついでダム放流水による涵養効果を予測することが必要となる。これらの解析は、シュミレーション手法によって行なう。

WAPDA作成の地下水面図（1977年6～7月および1977年10～11月）によれば、地下水位は河床より低く、河床から浸透しやすくなっており、地下水谷はマリル川の両側にほぼ平行して流下している（図-1）。したがって、浸透した地下水は、この地下水谷に向かって流下することになる。すなわち、浸透した地下水は、マリル川兩岸の地下水流域内に貯留されることから、放流水が浸透さえすれば良しとすることも可能であり、WAPDAの報告書で涵養の効果がふれられていない理由なのかもしれない。

一方、大略的には上述のとおりであっても、その範囲とその効果（地下水位上昇量）を定量的に明らかにすることが計画樹立上必要である。すなわち、シュミレーション手法により、涵養の効果発生範囲とその効果（＝地下水位上昇量）を明らかにし、その効果をもとに地下水利用計画を樹立する。しかし、その精度を高めるためには、各種の水文地質に関する資料および観測データを整備する必要がある、しかも日時を要する。

このため、フィージビリティ調査においては、シュミレーション解析の精度を極力高めるものとするが、予備的な精度まで行うことにする。

以上のような方針のもとで、今後行われるべき検討課題は、下記のとおりである。

4-3 地下水

4-3-1 地下水水文地質の把握

WAPDAによって実施された各種調査の効果は、報告書に記載されている。しかし、その報告書にもふれられているように、データの精度に問題があったり、試料数が不足しているものなどがある。これらのデータを補足し、かつ、前述した予備的なシュミレーションが実施できるようにするための検討課題は下記のとおりである。

- (1) 両ダム流域116,500ha(いわゆる丘陵地域)と受益予定地を含む平野33,200haの地質図を入手する。この地質図が入手できない場合には、地質踏査を行なうものとする。なお、流域の一部について1/126,000(=1"/2miles)と受益予定地の一部について1/63,000(1"/1mile)の地質図が掲載されている(図-2・3)。
- (2) 井戸の分布図および井戸台帳はすでに作成されているとのことであるので、これをWAPDAないしシンド州農業省から入手する。なお、この分布図や台帳は、tube well だけに関するものであれば、open well についても作成するものとする。なお、地下水位の変動状況や地下水揚水量の実態についても、あわせて聞き取りを行なう。
- (3) 地下水位の長期観測はWAPDAにより1976年3月から8月にかけて断続的に行なわれた。しかし、地下水揚水の影響を受けたりして、正常な値を示しておらず必要な情報とならないとして掲載されていない。地下水位の長期観測は、降水や河川からの涵養(浸透)状況と地下水揚水による変化を知るために必要である。これら観測所は、マリル川沿岸において約20ヵ所設置し、降雨中と降雨後は安定するまで毎日、その他は15日に1回の割合で測定することが望ましい。なお、これらの観測はすぐ開始し、とりあえずはフィージビリティ調査期間中継続するものとする。フィージビリティ調査完了後は、観測ヵ所を減らして、観測を継続することになろう。地下水位長期観測所の位置(案)は、図-1にしめしてある。
- (4) 地下水の水質分析は、受益予定地全域において1回実施されている。しかし、季節的および経年的変化状況は測定されていない。このため、上述した地下水位観測について2ヵ月に1回の割合で測定する。測定項目は、水温・pH・電気伝導度および塩素イオン濃度とし、測定期間は、地下水位長期観測に準ずる。
- (5) 地下水面図は1977年6~7月と同年10~11月にかけて作成されている。この作成時点から約10年経過していることと、作成範囲がマリル川沿岸に限定されすぎているきらいがあるので対象範囲を若干広げる。地下水面測定は5日間ぐらいの短期間とし、豊水期と渇水期について行なう。

- (6) 地層の間隙率や比産出率などはopen well から採集したかく乱試料4コについて求められており、それぞれ38.25%と25.11%と求められている。これらの値は、やや大きすぎるきらいがある。ともあれ、数ヵ所の既存井を利用した揚水試験を行ない、信頼できる水理定数を求める。不かく乱試料が採集できれば、室内土質試験も行なう。
- (7) 既存資料（柱状図）をもとに、若干の地質断面図が作成されている。また、地下の帯水層や難透水層に関する説明がなされている。しかし、これらの資料や説明では、両ダムサイト流域および受益予定地全域の水文地質構造と理解するのが困難である。このため、再度、既存資料の収集や整理を行なうとともに、電気探査や試掘井を掘削して水文地質構造を明らかにすることが必要と思われる。
- (8) WAPDAの調査担当者から報告書内容について聞き取りを行なうとともに、報告書に記載されていない調査内容や数量についての情報を入手する。

4-3-2 地下水シュミレーション

WAPDAの報告書では、降水やダムから放流水などがどの程度涵養（浸透）するかについては、定性的に述べられているだけで、それらの根拠についてはふれられていない。また、それらの涵養（浸透）量が、どの範囲に、どの程度、かつ、どれくらいの時間を要して流下するかについて全くふれられていない。このため、予備的段階として定性的な地下水シュミレーション（地下水収支）を行なうものとする。それらの検討課題は、下記のとおりである。

- (1) 4-1および4-2-1などでのべた資料、踏査結果、各種観測資料を用いて地下水シュミレーションに必要な水文地質構造モデルや入力データなどを概定する。
- (2) 上記のモデルに、現況の降水量、マリル川からの涵養（浸透）量、地下水揚水量、地下水位変動状況などを入力して、現況における地下水の流動・涵養・賦存実態などを明らかにする。また、現状のまま推移した時期（例えば20年後）の地下水位低下状況を概定する。
- (3) 両ダムからの放流による涵養が行なわれたとした時の地下水かん養範囲、涵養量（＝地下水位上昇量）および涵養水の到着時間などを概定する。
- (4) 現存する井戸の分布状況、耕地（可耕地を含む）分布状況、地下水涵養範囲およびその量を勘案して受益予定地を概定する。
- (5) 受益予定地における地下水取水計画を概定する。

4-4 ダムサイト地質調査

両ダムサイトの地質調査としては、1/8,714(1" / 700')の地形図と地質図が作成されている。ダム軸には、27～93mのボーリングが3本と洪水吐予定地に30mのボーリングが1本、それぞれ実施されている。これらの結果および事前調査の所見からすれば、計画規模のダム建設は可能と思われる。しかし、フィージビリティ調査段階としては、下記のような検討を行なうものとする。

- (1) 両ダムサイトにおいてはコロンボプランによる地質調査が実施されているので、その成果を

入手する。

また、1/1000程度の地形図を作成し、それをもとに地質図を作成することができればより良い。

- (2) 両ダムサイトおよび洪水吐で実施されたボーリング位置を現地で確認する。同時に、これらの位置と現設計上のダム軸との関係を明らかにする（特に、カデジダムサイトについて、注意を要する）。
- (3) 両ダムサイトで実施されたボーリングコアの保管場所を確認し、観察を再度行なう。
- (4) ボーリング中の地下水位はカデジダムサイトのNo.1孔（K.D.-1）でNILと記載されているが、その他のものはすべてNILであるのか確認する。なお、今回の調査時にダム軸河床部には流水がみられたので、地下水位は比較的浅い可能性もある。
- (5) ボーリング孔内ではwater testが行なわれている。このtestの詳細なやり方を理解し、試験値をルジオン値ないし透水係数に換算する。
- (6) WAPDAの調査担当者から、報告書の内容に関するコメントを得るとともに、報告書に記載されていない調査内容やその結果についての情報を入手する。
- (7) カデジダムサイトでは、左岸アバット部に溶蝕孔の発達する地層が分布しており、1/600（1" / 50'）の地質図が作成されているので、これを入手する。
- (8) モルダムは、現計画によると天端標高177.1m（堤高* 44.1m（144.5'））、堤長2,347m、総貯水量58,700千 m^3 、アースフィルダム）とされている。しかし、地形からすれば、天端標高を170m（堤高36.9m）とすることも考えられる。この場合、堤長は670mと短縮でき、比較検討の余地がありそうである。

4-5 築堤材料調査

両ダムの築堤材料については、それぞれ踏査、テストピットによる賦存量調査と土質材料について室内土質試験（カデジダム8試料・モルダム3試料）が行なわれている。しかし、その他の材料については踏査が行なわれた程度である。このため、今後の検討課題は下記のとおりである。

- (1) WAPDAの調査担当者から、報告書の内容について充分聞き取りを行なうとともに、報告書に記載されていない調査内容や調査結果の情報を入手する。
- (2) WAPDAの報告書には、築堤材料の賦存位置が文章のみで表現されていることが多い。これら賦存位置を担当者に案内してもらい、地形図に図示するものとする。
- (3) 上記資料等をもとに、再度現地踏査を行ない、フィージビリティ調査として必要な調査内容と数量を決定し、phase 2で実施するものとする。これらの調査は、利用するであろう各種材料についての賦存量の確認と材料（土質および岩石）試験一式である。

*堤高は、天端と河床の比高と定義されているらしく144.5'（44.1m）とされている。しかし、日本の定義によれば、天端と床掘面との比高であり48.6m（=159.5'）となる。同様にカデジダムの堤高は39m（=128'）とされているが、44.8m（=147'）になる。

- (4) 近傍にあるハブ（HUB）ダムの材料試験に関する資料を入手し、参考にする。
- (5) 築堤材料に洪水吐や堤敷の掘削土を流用できる可能性もある。したがって、これら基礎の地質調査結果を参考にしながら賦存量調査等を行なう。なお、流用可能土についても必要に応じて土質試験を行なう。

4-6 池敷地質調査

カデジダムの池敷全域について1/27,300の地形図（等高線間隔10feets）と地質図が、モルダムの池敷の全域については1/16,200の地形図（等高線間隔20feets）が作成されている。これらの池敷内には溶蝕孔をともなう石灰岩の分布も推定されており、ここからの漏水についても注意を喚起している（WAPDAの報告書による）。池敷地質およびそれに係わる検討課題は下記のとおりである。

- (1) 両ダムの池敷については1/5,000程度の地形図を作成し、これをもとに地質図を作成することが望ましい。なお、精度の高いH-Q曲線を作成する必要がある。
- (2) 池敷内からの漏水の可能性とその水量を概定するために必要な調査を行なう。
- (3) その漏水がダムの貯水機能をかなりそこない、かつ、受益予定地に流下しない（4-1-2参照）と判断される場合については、必要な止水対策を検討する。

第五章 協議の概要

5-1 協議の概要

協議の相手は、事業の計画・実施機関であるシンド州計画開発局である。協議は、本計画の背景を確認することともに、S/Wの各項目について協議した結果、事前調査団が携行したS/W案の通りではほぼ合意に達したため、2月6日付にてS/W及びそのM/Mを内山団長とMr. ABROとの間で結んだ。

協議の中で焦点となった事項は、主に以下の2点であった。

- (1) 地下水涵養の結果、どのような範囲に地下水が拡散・流下して行くか現時点では明確に判断できないことから、受益地をパキスタン側の要求する地区に特定できない。また涵養の結果受益地が計画とは変わることもあり得るが、それで異存がないか確認したところパキスタン側も了承した。
- (2) 本計画の英文名称について、当初Agricultural Water Resources Development Projectとしていたが、シンド州計画・開発局が事業主体であり、農業の名称を加えると、シンド州内部での調整が困難となることから削るよう要求があった。調査団としては、灌漑用水を主体とすることを確認し、M/Mにその旨記載することでこれに合意し、英文名称を The Feasibility Study on Water Resources Development Project in Malir Basinとした。

5-2 調査実施に係る確認事項*

- (1) 事前調査期間中、調査地区全域をカバーする地形図を提供するようパキスタン側に依頼したが、事前調査には間に合わず、再度本格調査開始前までに用意することを強く要望し、パキスタン側もこれを了承した。
- (2) 本格調査開始までに、WAPDAの行った調査の詳細な資料、特に水文関係の継続観察を行った事項の記録をあらかじめ入手し準備しておくよう依頼し、パキスタン側も了承した。
- (3) 灌漑方式について、新しい技術の導入を検討してほしい旨パキスタン側より要望があったところ、本調査の中で検討することとした。

*事前調査の結果、本格調査実施に先立ちデータ、資料等がシンド州政府に十分そろっていないことが判明した。事前調査団としては、その所在を確認することに努めるとともにシンド州政府に対し、必要な観測の実施、資料等の入手を依頼し、M/Mに取りまとめた。主要な事項は以下の通り。

第六章 本格調査実施上での留意点

WAPDAの報告書によって、地下水の実態やダム地質の概要はほぼ把握されているが、事業着手にむけて更に精度向上をはかる必要がある。その詳細は、第4章（既定計画と今後の課題）において述べたので、留意点のみ要約してしめす。

6-1 地下水調査

- (1) カデジ川、モル川およびマリル川の河床堆積物の種類と透水性を踏査、流水発生時の観察と流量測定および現位置透水試験結果などをもとに考察する（phase 1）。
- (2) 特に、流水発生時の観察と流量測定結果は、本計画樹立のための基本的な資料となるものであり、本年6月後半頃から10月にかけて発生するであろう流水の実態を充分精度良く把握する必要がある。
- (3) 具体的には、スーパーハイウェイ橋観測所において観測される流水がマリル川河床のどこから浸透するか、たま、その量はどの程度であるかを、数日おきに追跡することである。
- (4) 本年に発生するであろう表流水の浸透実態を把握しはぐると、本計画のとりまとめが1年前後遅れることになると思われるので十分な準備と観測体制を確立しておく必要がある。
- (5) 上記の調査に先行して、マリル川沿岸部の地下水位長期観測を開始することが望ましい。長期観測所は、約20ヵ所とし（図-2）、極力既設井を利用するものとするが、試験井等*を設けて観測すればより良い。
- (6) 地下水位長期観測は、現況における地下水位の変動メカニズムや変動（低下）状況を把握する。このことから、マリル川河床部をはじめとして、平野および丘陵地域からの浸透（涵養）実態を解明しようとするものであり、重要な資料となる。
- (7) 地下水位長期観測は、手測りを主体とするが、代表的な観測所*については自記記録計を設置するものとする。既設井について手測りにより観測する場合には、揚水の影響のない時間をえらんで観測する。なお、既設井については、毎日の地下水揚水時間および揚水量をあわせて記録する。
- (8) 地下水利用予定地の流域全体（いわゆる丘陵地域1,165km²および平野332km²）における降水の浸透（涵養）量の概定とそれらの地下水利用予定地への流下の可能性を検討する（phase/ & 2）。
- (9) マリル川河床部と沿線部との水文地質構造関係は殆んど不明であるので、5横断線について phase 1において垂直電気探査を行なう（約100点、探査深度100～140m程度）、電気探査の結果をもとに、水文地質構造の概略を把握する。なお、河川敷内についても、適宜実施する。

*後述するように、井戸を用いた揚水試験の実施や水文地質構造を把握するためのボーリングが必要であり、これらを長期観測井として利用することも考えられる。その場合には、試験井等を雨期開始前に完成しておき、降水や河川の流水による地下水位の上昇量を把握することが望ましい。

*地下水位長期観測所20ヵ所のうちの10ヵ所程度は、フィージビリティ調査終了後も継続して観測することになるので、自記水位計を今回設置することが望まれる。

- (10) マリル川河床部とマリル川沿線部の水文地質構造、透水性および地下水位を確認するために、試掘井ないしボーリングを10ヵ所程度行い揚水試験ないし透水試験を行なうことが望ましい。

6-2 地下水解析

- (1) 地下水利用予定地(=受益予定地)における地下水変動実態を明らかにする。特に、マリル川河床部と丘陵地域からの地下水涵養量とその流量が、どのような水文地質構造や水理定数のもとに行なわれているかを可能な限り定量的に把握する。
- (2) カデジおよびモルの両ダムからの放流予定量が、マリル川河床部からどのようにマリル川沿線に浸透(涵養)し、どの範囲に、どの程度の地下水位上昇をもたらすかを概定する。
- (3) 上記(1)、(2)の解析は、WAPDAの報告書および6-1で述べた調査の結果を総合的に用いるとともに、シュミレーション手法も活用するものとする。
- (4) 既設井(tube well & open well)の分布状況を考慮した地下水利用計画を概定する。
- (5) 現況の管井406本による地下水揚水量は、年約66,700千 m^3 であるのに対し、地下水涵養量は36,900千 m^3 とWAPDAの報告書に記述されている。このため、年間の地下水過剰揚水量は、29,800千 m^3 となっており、このため地下水位は低下携行にあるとされている。このような状況であるならば丘陵地域および平野からの地下水涵養(浸透)量は、現況においてもすでに利用されていることになる。したがって、WAPDAの報告書(第8章水収支)にのべられているような丘陵地域および平野からの涵養(浸透)量平均27,000千 m^3 による受益予定地を5,600haは地下水による既灌漑地が中心になり、新たに受益地を設定することは困難であろう。

6-3 ダムサイト地質調査

- (1) 両ダムサイトとも1/8,714の地形図(等高線間隔5~10フィート)と地質図が作成されているが、1/1,000~1/2,000程度の地形図と、これをもとにした地質図を作成する。
- (2) ダムサイトにおける追加ボーリング計画を立案する。現計画であれば、カデジダムのダム軸上において3本、堤趾において2本(深度45m程度)を、モルダムのダム軸上において5本(深度30~45m)ぐらいの追加ボーリング(透水試験・孔内水平載荷試験を含む)を実施することが望ましい。
- (3) カデジダムは、重力式コンクリートダムが計画されていることから、横坑掘削と原位置せん断試験の実施も考慮する(6-6、(2)参照)。

6-4 築堤材料

- (1) 土意外の材料(砂・礫・岩石・コンクリート骨材)については、踏査による候補地の選定が行なわれているが、その結果は文章によって表現されているだけである。

したがって、WAPDAの報告書作成にたずさわった担当者から現地を案内してもらい、か

つ、公表されていない試験結果があればそれらを手に入る。

(2) 賦存量の確認と土質および岩石試験を一式行なう。

6-5 池敷地質

(1) 両ダムの池敷については、1/5,000程度の地形図を作成し、これをもとに地質図を作成する。

(2) 池敷内から漏水の懸念が大きければ、必要な調査を立案し、実施するものとする (phase 2)。

6-6 ダム設計

(1) 上述した地質調査および水文調査をもとに、かつ、工事費等を勘案して、ダムタイプ、ダム規模および基礎処理工などを確定する。

(2) カデジダムは、現案によると動力式コンクリートで計画されている。せん断すべりに対する安全率は、地震力をみない時で1.20~1.21、地震力をみた時*で0.93~0.94を試算されている。これらの安全率が1.5より小さいので堤軸部と堤趾部にそれぞれ深さ2.7m、底幅1.8 mのキイが計画されている (図-6)。この計算に用いられた基礎岩盤の純せん断強度や内部まさつ角および安定計算の詳細を把握する。

モルダムについては、本工法の妥当性を検討する。

なお、取水口の位置および標高等についてもあわせて検討する。

6-7 農業計画

1 シンド州政府が進めようとしている水資源開発計画では地下水のかん養を図ることにより現在の耕地5,600haの中の農業用水を十分確保することにより生産拡大を図ることとしている。

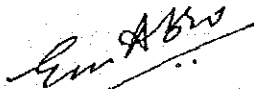
しかし、今後、農産物の需要増大が見込まれる中で、耕地拡大の必要性が見込まれること、そして、当地域には優良な造成可能地が多く賦存していることから栽培面積の拡大を想定した水資源開発調査が必要と思われる。

*両ダムサイトの位置する一帯は、地震係数0.05以下の範囲に区分されている。しかし、安定計算に用いる地震係数は、両ダムとも安全側の値として0.1gを用いている。

SCOPE OF WORK
FOR
THE FEASIBILITY STUDY
WATER RESOURCES DEVELOPMENT PROJECT
IN
MALIR BASIN

AGREED UPON BETWEEN
THE GOVERNMENT OF SIND
ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN
AND
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

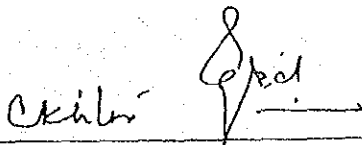
Karachi, February 6, 1989



Ghulam Mustafa Abro
Chief Water and Power,
Planning and Development:
Government of Sind



Mr. Norio UCHIYAMA
Leader of the Preliminary
Survey Team
Japan International
Cooperation Agency.



Mr. Akhtar Iqbal
Deputy Secretary,
Economic Affairs Division,
Ministry of Finance & Economics,
The Government of Pakistan,
Islamabad.

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Islamic Republic of Pakistan (hereinafter referred to as "Pakistan"), the Government of Japan decided to conduct the feasibility study on Water Resources Development in Malir Basin (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of technical cooperation programmes of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of Pakistan. The present document sets forth the Scope of Work with regard to the Study.

II. OBJECTIVES OF THE STUDY

The objectives of the Study are:

1. to formulate the Agricultural and Water Resources Development project in Malir Basin and verify the feasibility of the project
2. to undertake technology transfer to the counterpart personnel in the course of the study

III. STUDY AREA

The study area is to cover the Malir River Basin, about 30,000ha, including agricultural land, (map attached)

IV. SCOPE OF THE STUDY

The study to be undertaken by the team will be carried out in two phases as follows:

Phase 1

- (1) Collection of data and information and review of the various studies already conducted.

Handwritten signature *Handwritten signature*
Contd..P/2.

a) Physical conditions

- Topography
- Meteorology and hydrology
- Geology and soil mechanics
- Ground Water Survey
- Hydrogeological survey, (electrical resistivity if needed)
- Vegetation

b) Socio-economic status

- Demographic conditions
- Regional and national economy
- Rural infrastructure
- Municipal water demand

c) Agriculture

- Agriculture
- Agro-economy and institutional arrangement.
- Land use
- Soil
- Irrigation and drainage

(2) Home Office Work

analysis of the result of field survey and investigation

[Signature] N.M.

Contd..P/3.

Phase 2

(1) Supplement field survey and investigations

- Soil land use and land capability
- Irrigation and drainage survey
- Agro-economy and institutional arrangement.
- Regional economy
- Geological investigation at dam site
- Construction material and cost

(2) Establishment of basic concept

- Outline of agricultural development plan
- Outline of ground water recharge plan
- Basic layout of major structures
- Rough cost estimation
- Strategy for implementation

(3) Home Office Work

Analysis of the field survey and investigations including the following work items

- Final delineation of the project area paying particular attention to the results of ground water study
- Formulation of agriculture development, water resources development and management plan
- Layout of the project works including preliminary design of major structure
- Establishment of implementation plan and schedule
- Benefit and cost estimation
- Economic evaluation

[Signature]

[Signature]

Contd...P/4.

V. WORKING SCHEDULE

The Study will be executed in accordance with the attached tentative schedule.

VI. RE-PORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of Pakistan.

(1) Inception Report

Thirty (30) copies at the commencement of the first stage of the work

(2) Progress Report

Thirty (30) copies at the middle of the field work.

(3) Interim Report

Thirty (30) copies at the end of the field work.

(4) Draft Final Report

Thirty (30) copies within one (1) month after the end of the second stage home office work.

The Government of Pakistan will provide its comments on the draft final report within one (1) month after its reception.

(5) Final Report

Fifty (50) copies within two (2) months after the receipt of the comments on the draft final report.

VII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF PAKISTAN

1. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Pakistan will take necessary measures;

(1) to secure the safety of the Japanese study team.

[Handwritten signature] *[Handwritten initials]*

Contd..P/5.

- (2) to permit the members of the Japanese study team to enter, leave and sojourn in Pakistan for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements and consular fees,
 - (3) to exempt the members of the Japanese study team from taxes, duties, fees and other charges on equipment, machinery and other materials brought into Pakistan for the conduct of the study,
 - (4) to exempt the members of the Japanese Study team from income tax and other charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowance paid to the members of the Japanese study team for their services in connection with the implementation of the Study,
 - (5) to provide necessary facilities to the Japanese study team for remittances as well as utilization of the funds introduced into Pakistan from Japan in connection with implementation of the Study.
 - (6) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study,
 - (7) to secure permission for the Japanese team to take all data and documents (including photographs) related to the Study out of Pakistan to Japan by the Japanese study team, and
 - (8) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable on the members of the Japanese study team.
2. The Government of Pakistan shall bear claims, if any arises, against the members of the Japanese study team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or wilful misconduct on the part of the members of the Japanese study team.

Rev. M. M.
Contd..P/6.

3. Irrigation Department, the Government of Sind (hereinafter referred to as "the Department") shall act as a counterpart agency to the Japanese study team and also as a coordinating body to other relevant organizations for the smooth implementation of the Study.
4. The Department shall provide or arrange the Japanese study team with the following, in cooperation with other agencies concerned.
 - (1) Available data and information related to the Study
 - (2) Counterpart personnel
 - (3) Suitable office with necessary equipment and furniture
 - (4) Credentials or ID cards
 - (5) Necessary number of vehicles with drivers

VIII. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take following measures:

1. To dispatch, at its own expense, the study teams
2. To pursue technology transfer to the Pakistani counterpart personnel in the course of the Study

IX. OTHERS

JICA and the Department shall consult with each other in respect of any matter that arise from or in connection with the Study.

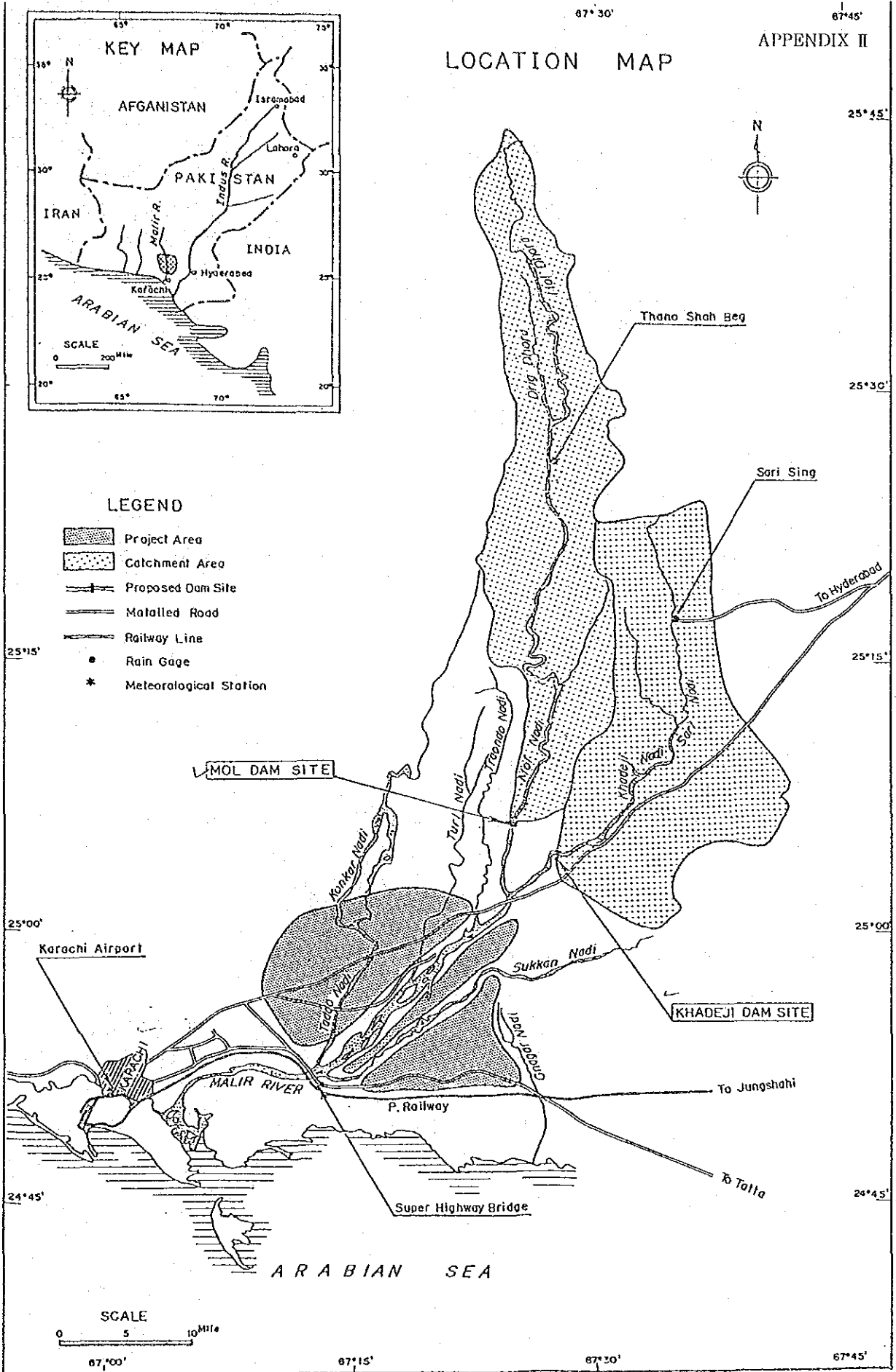
Handwritten signature: M. A.

TENTATIVE SCHEDULE

Item Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
WORK IN PAKISTAN		(Phase I)				(Phase II)													
		▬▬▬▬				▬▬▬▬													
WORK IN JAPAN																			
		□					▬												
REPORTS		△			△		△			△					△			△	
		Inc.R			P.R. 1		P.R. 2			Int.R					D.F.R.			F.R.	

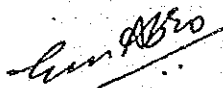
(Remarks) Inc.R.: Inception Report P.R.: Progress Report
 Int.R.: Interim Report D.F.R.: Draft Final Report
 F.R. : Final Report
 ○ Comments on D.F.R. by Pakistan side

▬▬▬▬ : Field Work
 ▬ : Home Office Work

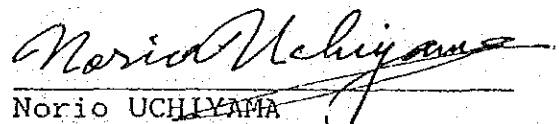


MINUTES OF MEETING
FOR
THE FASIBILITY STUDY
WATER RESOURCES DEVELOPMENT PROJECT IN MALIR RIVER BASIN
IN
THE ISLAMAIC REPUBLIC OF PAKISTAN

KARACHI, FEBRUARY 6, 1989



Ghulam Mustafa Abro
Chief Water and Power,
Planning and Development
Government of Sind.



Norio UCHIYAMA
Leader of the Preliminary
Survey Team
Japan International
Cooperation Agency.

The preliminary survey team for the Feasibility Study of Water Resources Development project in Malir Basin sent by JICA had series of discussions on the above mentioned project with the relevant officials of the Government of Sind from 30th January, 1989 to 10th February, 1989. The followings are summarized conclusions of the discussions.

1. The both sides agreed that this project sets the highest priority on irrigation.
2. The team requested to carry out the following items by the time of commencement of the study.

(1) Hydrology

- . to obtain copies of the data observed by the Surface Water and Hydrology Division WAPDA concerning with the Malir River
- . to obtain the basic data from WAPDA in Lahore concerning with the dam, justifying the proposed sediment volume and scale of spillway
- . to observe the front line of the surface water in the Malir River in case of any occurrence of the flood

(2) Ground Water

- . to prepare the geological map, concerning the whole study area about 30,000 ha
- . to obtain detailed map of the solution cavities or solution channels of KHADEJI dam from WAPDA

3. The team suggested as follows :

(1) Hydrology

- . that it would be necessary to repair the automatic rain gauge at the metrological observation station on super highway

(2) Ground Water

- . that the Govt. of Sind, Irrigation Department, would record the long term fluctuation of ground water level and quality
- . that the Govt of Sind would make contour map of ground water surface in rainy and dry season respectively.

(3) Agriculture

- . that the Govt. of Sind would study the possibility of expanding the planted area

J. N. Ullah

4. The team recommended that the Govt. of Sind carry out the pumping tests.
5. Pakistan side requested that the study would include the application of new irrigation method in relation to the scope of work IV. phase 2. (3).
6. Pakistan side requested that the Govt. of Japan would provide the necessary vehicles and measuring equipment for the study.

Jaw. M. U.

