

パキスタン国クラング川上流かんがい開発計画
事前調査報告書

昭和 62 年 6 月

国際協力事業団

パキスタン国クラング川上流かんがい開発計画

事前調査報告書

JICA LIBRARY



1041514[9]

昭和 62 年 6 月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日	'88. 3. 1	117
登録No.	17258	89.3
		AFT

序 文

パキスタンにおける農業部門は、総人口の約72%（1981）を抱え、国内総生産の25%を占める最も重要な経済セクターである。しかしながら、農村部住民の社会・経済環境は都市部住民のそれと比べると著しく立ち遅れている。

パキスタン政府は、現行の第6次5カ年計画（1983～1988）で経済発展のスピード化を図る一方で、開発の成果の平等配分を重要な施策として掲げており農村総合開発のアプローチによる農業・農村地域の活性化を図っている。

このような背景よりパキスタン国政府は1984年イスラマバード首都圏農村部住民の生活水準の向上のため農業生産の増加を図る目的で農村総合開発のマスタープラン作成を日本国政府に要請し、国際協力事業団は、1985～1986年に調査を行った。

今回パキスタン国政府から要請のあった「クラング川上流かんがい開発計画」はこのマスタープランの中で優先計画として提案されたものである。

本報告書は、要請された調査の実施方針、手法等についてのパキスタン国の関係機関との協議及び現地調査の結果をとりまとめたものである。

本報告書が、本格調査の実施にあたり関係者の参考資料として広く活用されることを願うものである。

最後に、本事前調査を実施するにあたりご協力を賜った国内関係機関及びパキスタン国政府関係者に深甚なる謝意を表するものである。

昭和62年6月

国際協力事業団

理事 山 極 榮 司

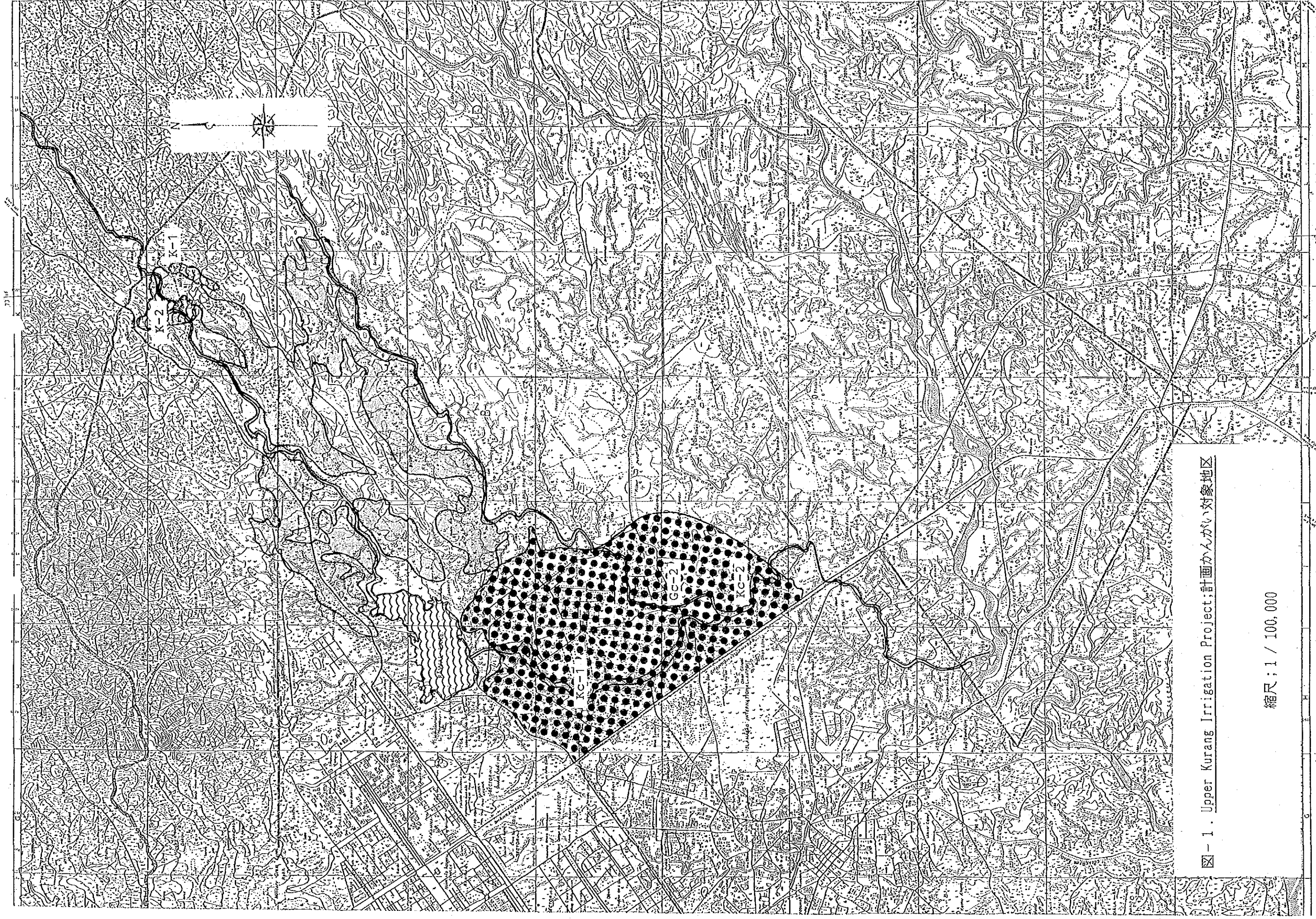


図-1. Upper Kurang Irrigation Project; 計画かんがい対象地区

縮尺; 1 / 100,000

目 次

序 文

位 置 図

I 序 論	1
1. 調査の経過及び目的	1
2. 調査団の構成	2
3. 調査日程	2
4. 訪問先及び主たる面会者	2
5. 調査結果総括	3
6. ミニッツ及びスコープオブワーク	5
II 調査結果	14
1. 気 候	14
(1) 気象資料	14
(2) 気候の概要	17
2. 水 文	20
(1) 降 雨	20
(2) 河川流出	20
3. 水資源開発の現況	25
(1) Rawalダム	25
(2) Kurang川	25
(3) Gumreh Kas	25
(4) 溜池等	25
4. かんがい計画	26
(1) 水 源	26
(2) 受 益 地	26
(3) かんがい計画	26
5. パキスタンの農業概要	28
6. 調査地域の農業の現状	31
(1) 土 壌	31

(2) 土地利用と土地所有	31
(3) 農業経営	32
(4) 農業生産	33
(5) 農産物の流通	36
(6) 農業支援制度	37
7. 地域農業の推進方向	38
(1) 野菜・果樹の導入	38
(2) 小麦の単収向上	39
(3) 指導体制の強化	39
8. ダム地質	41
(1) ダムサイト周辺の地形	41
(2) ダムサイト周辺の地質	41
(3) K1およびK2ダムの立地条件	45
(4) K1, K2ダムの貯水可能量とダムタイプ	48
(5) ダム建設上の留意点	54
9. 頭首工地質	57
(1) 頭首工諸元	57
(2) 頭首工の立地条件と問題点	57
Ⅲ 本格調査実施上の留意点	59
1. かんがい部門	59
2. 農業部門	61
3. ダム地質部門	62

I 序 論

1. 調査の経緯及び目的

パキスタン国における農業部門は同国における国内総生産の1/4を占める主要産業であり、米、原綿、綿製品、カーペット、綿糸等の農産物は輸出品目の上位を占めている。このように重要な産業である農業部門であるにもかかわらず農村地域の住民の生活基盤は都市住民のそれと比べて著るしく立ち遅れており、これ迄政府の投資対象からも外されてきた。パキスタン国政府は現行の第6次5ヶ年計画で、こうした取り残されてきている農業、農村地域の活性化を図るべくバランスの取れた農村地域への開発の果実の配分を重要な施策として掲げている。このような背景より1984年パキスタン国政府は日本国政府に対しイスラマバード首都圏における農村部住民の生活水準の向上と農業生産の改善を図ることを目的とした農村総合開発計画調査を要請し、日本国政府は国際協力事業団を通じて調査団を派遣した。調査結果は「パキスタン国農村総合開発計画実施調査最終報告書」として取りまとめられ、1986年3月パキスタン国に提出された。本報告書においては農村地域に生活する住民に対し直接光を当て、その生産基盤と生活基盤の整備、人材開発及び小規模農村工業導入等の諸施策の実施による農村開発を基本方針とし、具体的な整備計画として、特に緊急整備事業として、(1)モデル農村総合開発事業 (Model Integrated Rural Area Development : MIRAD) と(2)クラング川上流灌漑計画 (Upper Kurang Irrigation Project : UKIP) の2種類のプロジェクトを優先すべきとして提案した。

このうち(1)のMIRADプロジェクトについてはパキスタン国政府より無償資金協力事業案件として要請されており、(2)のUKIPについてF/S調査の実施が決定され、事前調査団の派遣に至ったものである。イスラマバード首都圏は1960年の遷都以来着実に発展を遂げており、この傾向は今後も続き、1981年の約34万人の人口が2001年には約60万人余に達すると予想されている。このように爆発的に発展する首都圏にとってこれを支える周辺農村地域の開発は必要不可欠である。このようにイスラマバード首都圏の農村地域は市場条件に恵まれているものの水資源の絶対量の不足のため生産性は低い。クラング川上流灌漑開発計画は、この地域の水資源開発有望河川であるクラング川を開発し、これにより周辺地域の農地6000ha余に灌漑し、農業生産の飛躍的増加を図るものである。今回の事前調査団は、要請されたクラング川上流灌漑開発計画について、(1)計画対象地域の現況を調査し農業開発のポテンシャルについて把握すると共に、(2)パキスタン国の関係諸機関と調査方針、手法及び日程簿について協議し、調査の実施細則(S/W)を取り決めることを主たる目的とした。

- Mr. Raja Abdul Hameed (Assistant Director; Local Government & Rural Development)
- Mr. M. Arshard Khan (Assistant Agriculture Engineer; Soil Conservation Dept.)
- (3) S.D.O. (Small Dams Organization)
 - Mr. Mion Hafeez - Ullah (Project Director; Small Dams Organization Regional Zone)
 - Mr. M. Aslam (Deputy Director, S.D.O.)
- (4) P.M.D.C. (Pakistan Mineral Development Corporation)
 - Mr. S.A. N. Gardezi (Chairman; P.M.D.C.)
- (5) NARC (National Agricultural Research Center)
 - Mr. Khalid Masud Chaudhari (Director; Agriculture, Extension Technology Transfer Unit)
- (6) UC (Union Council)
 - Mr. Raja Muhammad Pervaiz Khan (Chairman; Rural Area Coordination Committee)
- (7) 日本大使館
 - 柳大使, 小林公使, 狩俣書記官, 大部書記官

ほか

5. 調査結果総括

- (1) 調査団はパキスタン国政府の要請に係るクラング川上流灌漑開発計画の事前調査を行うため、昭和62年2月23日より3月4日迄の10日間にわたりパキスタン国を訪問し、イスラマバード首都圏庁を始めとするパキスタン国関係機関と調査の実施方針について協議すると共に、プロジェクトサイトの現地調査を実施した。この結果、当該地域はイスラマバード首都圏に隣接しており、有利な市場性を有しているながら、不安定な水利状況のため生産性は低く、地域の有利性を生かしきれない状況であり、クラング川上流の水資源、灌漑開発による高い農業生産ポテンシャルを有している。
- (2) 受益地域では小麦、とうもろこし、油料作物、豆類等の作物が冬作 (Rabi) 及び夏作 (Kharif) として栽培されているが、その収量は気象条件 (特に降雨量) に大きく左右され、主用作物の小麦の収量が 1 ton/ha 程度と総じて低い水準にとどまっている。しかしながら一部の井戸等を利用した灌漑設備を有する地域では野菜等が作付され、高い

収量を記録しており、水資源開発による農業開発の可能性が高いことを示している。

- (3) 本事業の開発構想は、クラング川の上流にダムを新設し、ここに雨期の余剰水を貯留し、これを利用して地域内の農地約6400haに灌漑し、農業生産の拡大を図るものである。地域の農業生産の制約要因が灌漑用水の不足によるものであり、これを抜本的に改良するためにも本事業の開発構想は妥当である。
- (4) 地域の開発戦略作物としては、現在の主要作物である小麦、トウモロコシを基本としつつ、特にイスラマバード首都圏の人口の増大について今後高い需要が見込まれる野菜、果樹が有望である。
- (5) クラング川のダム計画地点は砂岩及び頁岩の互層より成り、ダムの建設は十分可能である。ダムタイプとしてはコンクリート、あるいはフィルの毎れもが可能であるがコンクリートダムの場合の基礎処理等に要する費用とフィルダムの場合の余水吐の工事に要する費用を比較検討することが必要である。但し現地踏査の結果ではK2ダムの左岸側の風化状況を考慮すると、フィルタイプダムの方が基礎の安全性に勝るので適用されるべきと考えるが本格調査時におけるダムサイトの地質調査の結果より決定するものとする。
- (6) 調査団はクラング川上流灌漑計画がイスラマバード首都圏農村地域の農業開発のKeyプロジェクトでありパキスタン国の農業開発を促進させ、農村地域住民に対し大きな効果をもたらすことを確認した。この事業の実施により、イスラマバード首都圏農村地域はバラニ（天水依存型）農業地域より、作物に対し人為的に用水がコントロールできる灌漑農業地域となり高い農業生産が達成され得る。農村地域はいずれの国においても開発の恩恵を受けること無く、永く取り残され、都市の発展の犠牲となってきた。特に、都市への人口の加速度的集中化が、更に都市への投資の必要性を加速させよという悪循環に落ち入ることとなっている。しかしながら、こうした都市への資本の投資はいわば跡始末的投資となり、計画性のあるものではない。こうした悪循環のリングを断ち切るには農村地域の開発以外に方策はない。

パキスタン国は農業国であり、農村地域の重要性は論を待たない。本事業はパキスタン国の首都圏農村地域の生産基盤の強化を図るものであり、別に無償資金協力事業として要請されている農村開発モデル事業（MIRAD）と共にパキスタン国における農村開発のモデルとなり得る事業である。

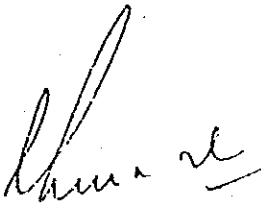
本調査がこのような農村地域の開発により、過去、わが国が経験した工業化→農村地域の破壊→工業化といったドロ沼に落ち入ることなく、調和ある農業国としての発展するための一助となれば幸いである。

6. ミニッツ及びスコープオブワーク


MINUTES OF MEETING
FOR
THE FEASIBILITY STUDY
ON
UPPER KURANG RIVER IRRIGATION PROJECT
IN
THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN

ISLAMABAD

March 02, 1987.



Mr. Omar Khan Afridi,
Administrator
Islamabad Capital Territory
Administration



Mr. Kanezo Takeuchi
Leader
Preliminary Study Team
Japan International
Cooperation Agency.

MINUTES OF MEETING

The Japanese Preliminary Survey Team (hereinafter referred to as "The Team") headed by Mr. Kanezo Takeuchi, visited the Islamic Republic of Pakistan from February 23 to March 03 1987, for the purpose of working out details of the Scope of Work for the Feasibility Study on Upper Kurang River Irrigation Project (hereinafter referred to as "The Study").

The Team and the Pakistani officials concerned has a series of discussions and exchanged their views on the matters associated with the implementation of the Study in the light of various spot visits to the Project area.

As a result of the discussions, both sides have agreed on the followings in addition to the Scope of Work for the Study as attached herewith.

Pakistan side shall take necessary measure to provide following items:

1. A set of aerial photograph of the Project site and catchment area of the Kurang River.
2. Geological Survey at the Project site.
3. Proper maintenance and use for rainfall gauge (s) and water level recorder (s) to be provided by Japanese side.
4. At least, one (4 WD) vehicle for entire survey duration.

Japanese side shall take necessary measure to provide following items:

1. Necessary cost for hiring drilling work.
2. Rainfall gauge (s), water level recorder (s).

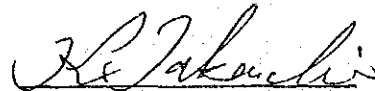
SCOPE OF WORK
FOR
THE FEASIBILITY STUDY
ON
UPPER KURANG IRRIGATION PROJECT
IN
THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN

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

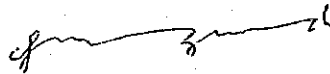
ISLAMABAD March 02, 1987.



Mr. Kh. Zaheer Ahmed
Deputy Commissioner/
Project Director Rural Develop.
Islamabad Capital Territory
Administration



Mr. Kanezo Takeuchi
Leader
Preliminary Study Team
Japan International
Cooperation Agency.



Mr. S.M. Hassan Zaidi
Section Officer
Economic Affairs Division
Government of Pakistan,
Islamabad.

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Islamic Republic of the Pakistan, the Government of Japan has decided to conduct the Feasibility Study on the Upper Kurang Irrigation Project (hereinafter referred to as "the Study") and in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programmes of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities 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 to formulate the Upper Kurang River Irrigation Project, which was identified in the Master Plan Study for the Integrated Rural Development Project conducted by JICA in order to promote agricultural development in Islamabad rural area, and to verify technical and economic feasibility of the project.

III. STUDY AREA.

The study area is located in Islamabad rural area, and comprises the potential irrigation area of about 7,000ha in the Kurang River basin.

IV. SCOPE OF THE STUDY.

The study consists of two stages.

At the first stage data collection and field survey for the project formulation will be carried out, and the collected data and the findings of the field survey will be analysed.

At the second stage supplementary field survey will be conducted, and the project will be formulated on the basis of results of the first stage study and the supplementary field survey in the second stage.

1. First Stage.

1-1 Data collection and field survey

To collect and review available data and information relevant to the Study and to carry out field survey on the following items.

- (1) topography
- (2) Meteorology and hydrology
- (3) Geology
- (4) Soil and Soil conservation
- (5) Irrigation and drainage including small-scale hydropower generation.
- (6) Agriculture including animal husbandary
- (7) Rural economy and agro-economy
- (8) Social organization
- (9) Construction material
- (10) Others

1-2 Preliminary Study and Analysis

Based on the result of the above-mentioned survey, the preliminary study and analysis will be conducted in Japan.

2. Second Stage.

In order to formulate an optimum irrigation development plan, the following studies will be carried out.

2-1 Supplementary Survey and Additional Data Collection

Supplementary survey and additional data collection, with regards to the items mentioned in the above 1-1, will be carried out.

2-2 Detailed Survey and Analysis

The following items will be studied on the basis of the above mentioned field survey.

- (1) Cropping patterns and farming system
- (2) Animal-husbandary practice
- (3) Irrigation water requirements
- (4) Layout and preliminary design of dams, weirs, main and secondary canal system and other major irrigation structures.

- (5) Preliminary design of small-scale hydropower generation facilities
- (6) Operation and maintenance of the Project.
- (7) Implementation schedule of the Project.
- (8) Estimation of a total project cost and benefits
- (9) Economic and financial analysis.

V. REPORTS.

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 field work
- (2) Field Report
Thirty (30) copies at the end of the each stage of the field work.
- (3) Interim Report
Thirty (30) copies at the commencement of the second stage field work.
- (4) Draft Final Report
Fifty (50) 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.

VI. STUDY SCHEDULE.

The study will be executed in accordance with the tentative work schedule attached in APPENDIX.

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,
 - (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, unless prohibited by laws/regulations,
 - (7) to secure permission to take all data and documents related to the Study including photographs 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 willful misconduct on the part of the members of the Japanese study team.
3. Islamabad Capital Territory Administration (hereinafter referred to as "Islamabad Administration") shall act as a counterpart agency to the Japanese study team and also as a coordinating body to other relevant organisations for the smooth implementation of the Study,

4. Islamabad Administration shall, at its own expense, provide the Japanese study team with the following, in cooperation with other agencies concerned, if necessary:

- (1) Available data and information related to the Study
- (2) Counterpart personnel
- (3) Suitable office with necessary equipment and furniture.


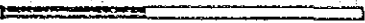
VIII. UNDERTAKING OF JICA.

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

1. To dispatch, at its own expense, the study teams in accordance with the attached tentative work schedule, and
2. To pursue technology transfer to the Pakistani counterpart personnel in the course of the Study.

IX. OTHERS

JICA and Islamabad Administration will consult with in respect of any matter that is not agreed upon in this document and may arise from or in connection with the Study.

Description	Month														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
First Stage															
Second Stage															
Report	△ Inc.				△ F/R			△ Int.				△ DFR			△ FR


Inc : Inception Report


DFR : Draft Final Report

F/R : Field Report

FR : Final Report

Int : Interim Report

 : Field Work

 : Home Office Work

II 調査結果

1. 気 候

(1) 気象資料

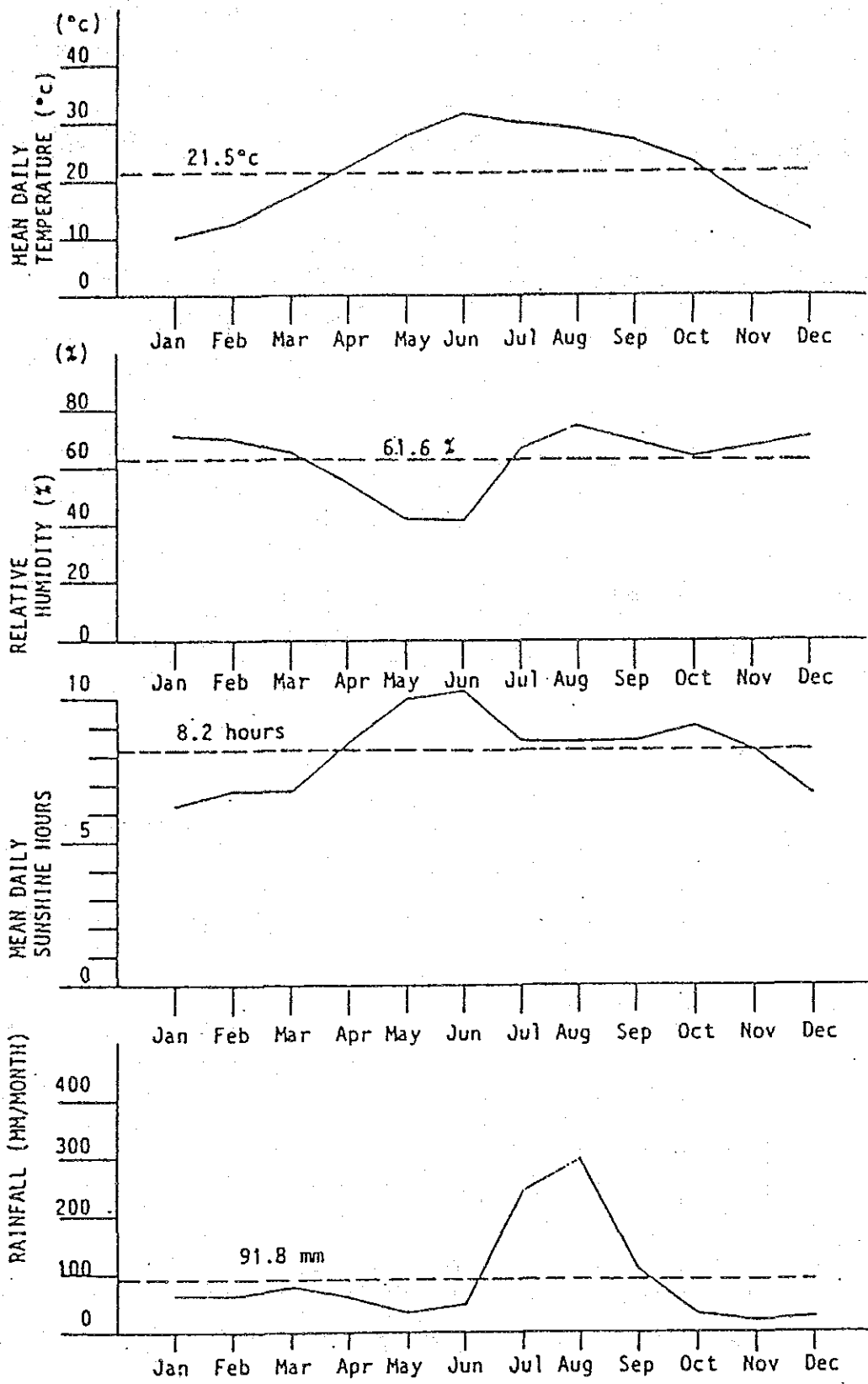
調査地域における気象データは存在しないが、調査地域をはさんでRawalpindi(北緯33°37', 東経73°06'), Murree(北緯33°54', 東経73°24')の測候所のデータによって、概ね推定することができる。測候所における過去平均の降雨, 気温, 湿度, 日照時間, 風速, 風向は次のとおりである。

調査地域気象データ

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual	Station
	63.30	67.10	80.60	61.40	38.60	57.60	246.70	296.40	109.50	29.60	20.50	29.50	1,101.60	Rawalpindi
	133.43	122.27	155.36	127.61	89.32	121.65	349.02	330.37	153.65	71.50	35.13	58.76	1,748.07	Murree
	9.9	12.2	17.2	22.7	27.7	31.6	29.9	28.8	27.2	22.7	16.5	11.2	21.5	Rawalpindi
(Hours)	9.9	12.2	17.2	22.7	27.7	31.6	29.9	28.8	27.2	22.7	16.5	11.2	21.5	Rawalpindi
(m/sec)	1.18	1.59	1.85	1.85	1.90	1.80	1.70	1.29	1.08	0.93	0.87	0.93	1.39	Rawalpindi
(%)	70.1	69.5	64.9	54.2	41.2	41.6	63.9	74.1	69.3	62.9	66.2	70.5	61.6	Rawalpindi

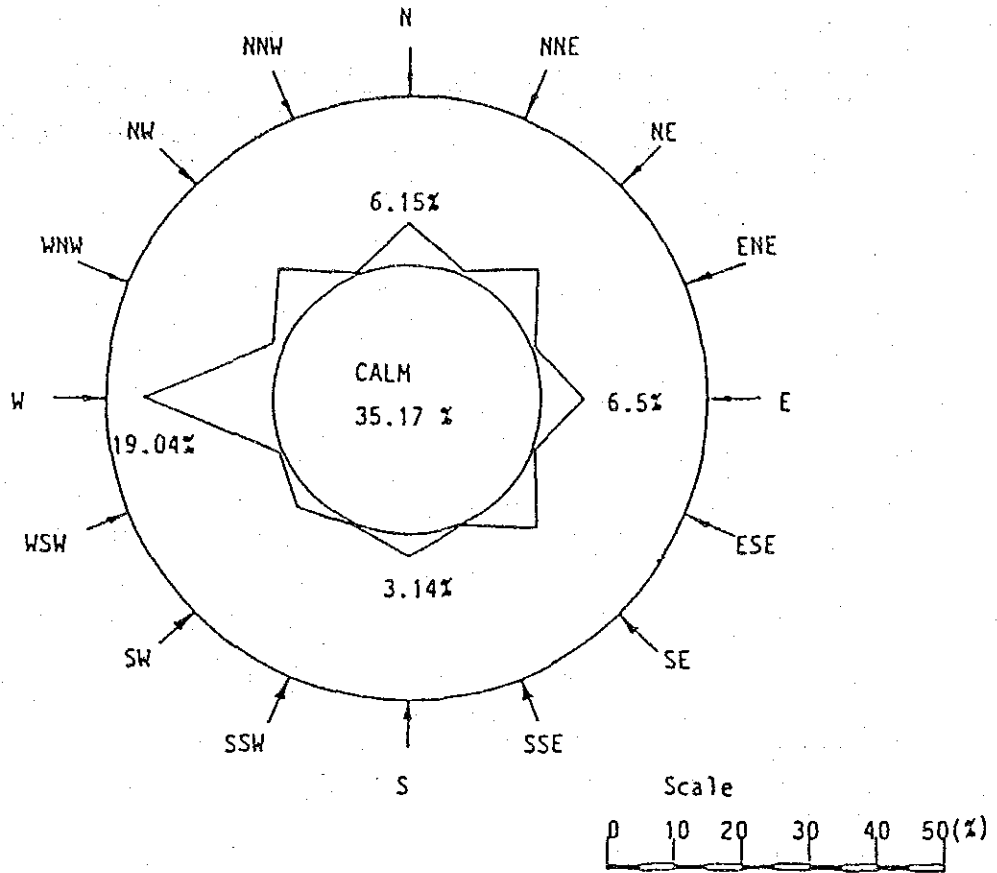
for the year 1954 - 1984 . Rainfall (Rawalpindi)
 . Temperature (Rawalpindi)
 . Relative humidity (Rawalpindi)

for the year 1954 - 1983 . Rainfall (Murree)
 . Wind Speed (Rawalpindi)
 . Sunshine Hours (Rawalpindi)



月別気温変化

(Observation for the year 1954 - 1965)



N	6.15 (%)	E	6.5 (%)	S	3.14 (%)	W	19.04 (%)
NNE	0.71	ESE	0.77	SSW	0.14	WNW	1.26
NE	7.45	SE	7.21	SW	2.9	NW	7.24
ENE	0.54	SSE	0.46	WSW	0.59	NNW	0.53

風向分布

(2) 気候の概要

調査地域は、半乾燥気候区に属し、過去31年間の年間平均降雨量は約1,100mmと必ずしも少ないものとはなっていない。しかしながら、年毎の著しい降雨変動に加え、季節的に大きな偏りがあることから、安定的な農業経営を営むためには大きな支障となっている。

最も暑い月は6月であり月平均気温32℃平均日最高気温40℃に達し、「死の季節」といわれている。一方、最も寒い月は1月であり、日最低平均気温3℃まで下がり月平均気温10℃となっている。

湿度は、5、6月に最も低くなり日平均湿度40%となっている。また8、9月の雨期には70%程度まで上昇する。日照時間は6月の10.3時間から1月の5.3時間まで変化し、年平均で8.2時間である。

風速は弱く最も強い月である5月においても1.9m/secであり、10,11,12月には1m/secにも満たない。

調査地域の気候の季節変化は、大きく分けて次の5シーズンに分類されその概要は次のとおりである。

季 節 区 分

季 節	期 間	平均気温(℃) 1/	平均降雨(mm) 2/
冬 期	12月～2月	11.3	157(14%)
春 期	3月～4月	19.9	151(13%)
夏 期	5月～6月	29.6	99(9%)
モンスーン	7月～9月初旬	28.7	613(55%)
秋 期	9月中旬～11月	22.2	96(9%)

1/ 平均気温 …… 1954年から1983年の平均, PARC

2/ 平均降雨 …… 1960年から1983年の平均, PARC

() : 期別降雨の年間降雨量に対する割合

① 冬期(12月～2月)

この期間の最低平均気温は約3℃であるが、零度以下になることは稀である。大きな日較差と快晴が特徴である。

② 春期（3月，4月）

気温が次第に上昇し，乾燥していく期間である。気温の日較差はあるものの快適なシーズンといえる。

③ 夏期（5月，6月）

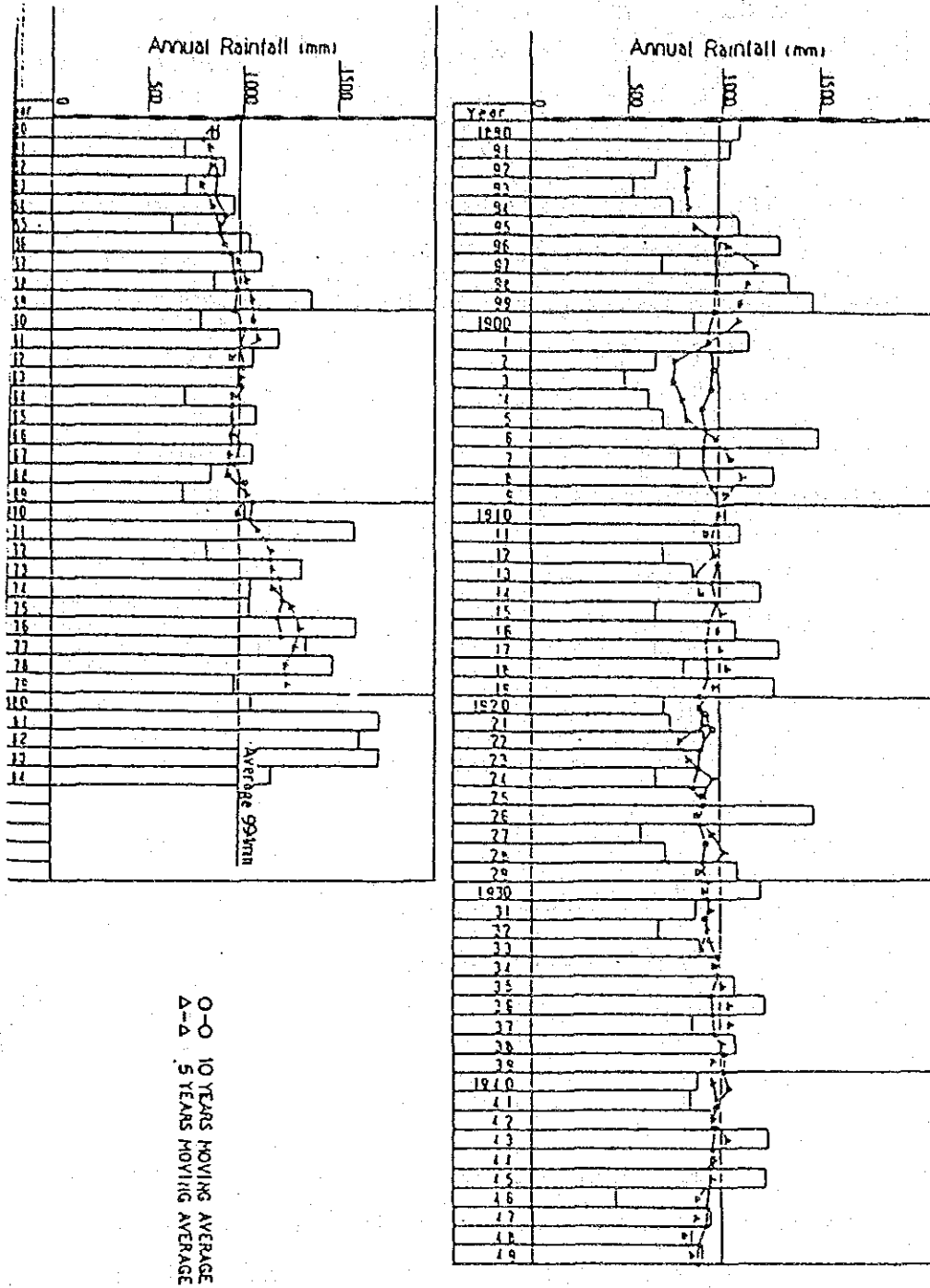
極めて暑く乾燥した極端な大陸的気候に特徴付けられる。日平均湿度は約40%であり，午後には，20%程度に下がる。平均日最高気温は，5月36℃，6月40℃である。

④ モンスーン（7月～9月上旬）

7月に入り，南西モンスーンが到来し，次第に勢力を増し，7月中旬頃安定状態に入る。モンスーンは通常8月末には移動し始めるが，9月に及ぶこともある。モンスーンのもたらす熱帯性の低気圧は，激しい降雨をともしない，流域内の最大課題の一つである土壌侵食の原因となる。年間降雨量の過半を，このシーズンが占めている。平均日最高気温は，33℃～35℃と高いが，降雨による温度低下により，夏期よりはるかに涼しくなっている。

⑤ 秋期（9月中旬～11月）

気温が低下し始め，最も快適なシーズンである。また，一年中で降雨が最も少ないシーズンである。



年降水量の経年変化 (1890~1984、Lai Nullah-Rawalpindi)

2. 水 文

水文資料として、降雨データは整っているが、河川流量については、Rawal ダムの水管理記録が長期に記録されているのみであり、Kurang 川については、1961年～1964年の記録に停まっている。

(1) 降 雨

イスラマバード地区には、1年に雨期が2回あり、夏期（7月～9月）のモンスーン期と冬期（1月～3月）の雨である。年間の平均降雨量は約1,100mmである。そのうち、約55%が夏のモンスーン期に降る。また、1回の降雨は長くて数時間であり、1日以上降り続くことは非常にまれである。

昭和61年3月のイスラマバード首都圏における農村総合開発計画の過去95年間の降雨データの時系列解析によると、最近10か年間の降雨量は増加傾向にある。

また同報告書によって報告された確率日雨量は次のとおりである。

		確 率 日 雨 量 (単位：mm/day)		
		F/S Report 1/ (1)	岩井法による確率 計算結果 (2)	比 (2)/(1)
データ数		92	30	—
確	10	119	141	1.18
率	50	152	187	1.23
年	100	165	208	1.26

出 所：Flood Control Measures of Lai Nullah.

Feasibility Report by Lai Nullah Management Committee (1982)

(2) 河川流出

Kurang 川については、短期間の流出データがあるのみであり、計画に用いるためには、早急に流量データを補完する必要がある。過去4年間（1961年～1964年）の河川流量データによると流出率は極めて小さく、約30%程度となっている。またKurang 川に建設されているRawal ダムの水管理記録（1962年～1984年）によると流出量は約20%とさらに小さくなっている。従って、限られた河川の流出を効果的に利用することが、計画に課せられた大きな課題といえる。このためには、雨期に集中する流出を効率的に貯留できるダム建設が不可欠といえる。

Kurang 川月間平均流量 (観測地点: Loi Bher)

Drainage Area = 207 sq.miles (= 536 km²)

Month	Discharge in cusecs						cu.m/sec
	1960	1961	1962	1963	1964	Average	
January	-	151	79	59	-	96	2.7
February	(78)	60	84	83	-	76	2.2
March	(103)	41	102	78	-	74	2.3
April	(801)	104	62	59	-	75	2.1
May	(22)	36	48	54	-	46	1.3
June	(35)	30	43	38	-	37	1.0
July	(669)	720	133	444	-	432	12.2
August	(692)	725	215	1,178	-	706	20.0
September	(248)	1,649	130	633	-	804	22.8
October	(98)	109	68	69	-	82	8.2
November	(40)	94	69	66	-	76	2.2
December	(30)	81	91	69	-	80	2.3
Average		317	94	236		216	6.6

Runoff (cusec per square mile) - 1.53 0.45 1.14 - 1.04

Average for 3 years (1961-64) = 216 cusec = 6.11m /s = 192 x 10⁶m³/yr

Maximum instantaneous discharge = 51,500 cusecs on 23rd August, 1963

Minimum daily discharge = 15 cusec on 11 and 15 May, 1953

Runoff coefficient : $\frac{193 \times 10^6}{536 \times 1/4 \times 10^6}$

1 cusec = 0.0283 cu.m per sec.

Source: Geohydrology of the Federal Capital Area (Islamabad) West Pakistan, 1966, WAPDA

Rawal Dam Water Management Record

Year	Outflows		Inflows		Storage	
	(Canal)	(Spill)				
1962/63	15,954	28,600	+48,487 39,943	-8,544	+14,688 -4,612	-19,300
1963/64	17,610	1,156	+29,930 21,676	-8,254	+24,562 2,836	-21,728
1964/65	13,796	45,814	+77,894 71,274	-6,620	+26,179 11,663	-13,996
1965/66	14,928	45,310	+46,692 38,149	-8,543	+5,012 -22,088	-27,100
1966/67	30,158	-	+44,401 41,458	-2,943	+26,287 11,301	-14,986
1967/68	25,616	38,336	+65,877 62,848	-3,029	+15,381 -1,106	-16,487
1968/69	35,318	32,692	+56,126 51,559	-4,567	+12,686 -16,551	-29,237
1969/70	27,358	-	+26,741 19,679	-7,065	+13,798 -7,689	-21,447
1970/71	27,472	3,796	+40,540 34,680	-5,860	+32,459 3,412	-29,047
1971/72	33,240	65,726	+102,641 100,914	-1,727	+23,172 1,948	-21,224
1972/73	22,733	-	+16,966 14,549	-2,417	+8,590 -8,175	-16,763
1973/74	33,552	23,922	+63,379 58,640	-5,239	+29,476 2,686	-26,790
1974/75	30,734	-	+29,819 28,417	-1,402	+21,485 -2,417	-26,790
1975/76	25,522	-	+55,627 48,478	-7,149	+42,839 22,652	-20,187
1976/77	29,602	98,041	+117,627 114,414	-3,213	+7,597 -12,942	-20,539
1977/78	30,084	30,926	+65,771 62,558	-3,213	+22,140 1,548	-20,592
1978/79	29,380	107,046	+149,385 145,845	-3,540	+22,910 9,619	-13,291
1979/80	35,425	-	+17,865 16,522	-1,343	+10,022 -16,658	-26,680

- continued -

Year	Outflows		Inflows		Storage	
	(Canal)	(Spill)				
1980/81	34,425	30,302	+88,492 85,424	-3,068	+35,841 21,197	-14,644
1981/82	33,044	39,278	+76,530 69,806	-6,724	+18,881 -2,505	-21,386
1982/83	32,436	106,767	+142,838 +140,526	-2,311	+12,254 +1,323	-10,931
1983/84	22,563	89,368	+110,123 +106,915	-3,208	+5,015 -16,007	-21,022
1984/85	32,562	93,052	+125,661 +123,199	-2,462	+17,926 -1,910	-19,836
Total	644,713	880,132	+1,599,412	-102,463		-22,475
Acre. feet	1,524,845		1,496,949			
m ³	795 x 10 ⁶ 1,881 x 10 ⁶	-1,086 x 10 ⁶	1,973 x 10 ⁶ 1,846 x 10 ⁶		-126 x 10 ⁶ -(28 - 35) x 10 ⁶	
23 years						
Average (AF)	Canal	Spill	Outflow		Storage	Inflow
	28,000	+ 38,300	= 66,300 (AF)	-	1,000	= 65,100 (AF)
	35x10 ⁶	+ 47x10 ⁶	= 82x10 ⁶	-	1x10 ⁶ (m ³)	= 80x10 ⁶ (m ³)

Source: Small Dams Organization, Islamabad

Rawal ダム 諸元

型 式	アーチ型重力式コンクリートダム
流域面積	273 km ²
総貯水容量	58,590 千m ³
死水容量	14,930 千m ³
有効容量	43,660 千m ³
堤 高	10 m
堤 長	65 m
用水供給量	95,500 m ³ /day

3. 水資源開発の現況

(1) Rawalダム

調査地区には既存のダムとして Rawalダムがある。Rawalダムにより開発された水資源は、当初、上水、農業用水に用いられる予定であったが、現在は、主としてラワルピンディ市の水道用水として利用されており、農業用水としては活用されていない。特に、4月から8月の乾期にかけて、Rawalダムの水位は急速に低下し、上水は極度の欠乏状態となるため、かんがい用水として活用することは現実的に不可能である。このため、新たなかんがいのための水資源開発が緊急の課題となっている。

(2) Kurang川

Kurang川の水は、既に Rawalダムによって開発利用されているが、必ずしも効率的に利用されておらず雨期に集中する降雨を Rawalダムの洪水吐から大量に溢流しており、その量は過去23年間の平均で約4700万 m^3 にも及んでいる。本地域には他に大規模な水源はなく、この溢流水を利用することが最も現実的かつ有効な水確保の方法といえる。このため、Rawal湖の上流約10km地点に、条件的に恵まれたダムサイト適地が確認されている。

(3) Gumreh Kas

本調査地域の東方境界部を流下する Gumreh Kas は、Rawalダム下流で Kurang川に合流する。その流域は、幅4~5km、長さ約25km、流域面積128 km^2 ある。流量データが存在しないため正確な流況把握はできないが、乾期においては、河床の表流水は極めて少なく、雨期降雨の流出は非常に早いと報告されている。また、流水の濁度は高く、地形的にも上流部において、取水することは極めて難しいものがある。農村総合開発計画において Kurang川からの分水が提案されているが、農地の規模、地形等から、経済的妥当性を検討する必要がある。

(4) 溜池等

かんがい施設の数とんどない本調査地域においては、主として牧畜の飲料水のため溜池の活用が行われている。

溜池の多くは、地形上低い所の水溜りを活用したものであり、その規模も極めて小さなものである。特に、地域の北部は、ガリーが進行した傾斜度の強い地形が多く、長期的にはパイプライン等によるかんがい方式を検討する必要があるが、当面は、溜池を活用した小規模のかんがいを計画することが望ましいと考えられる。

4. かんがい計画

現在、パキスタンにおいてはパンジャブ州が最もかんがいの進んだ地域とされているがイスラマバード首都圏については、ほとんどかんがい施設が整備されていない。

これは、本地域において最も大きな課題となっているエロージョンを引き起こす地形にあるように考えられる。即ち、濃密な栽培管理を行っていても、一度、集中豪雨に恐われれば、エロージョンによって大きな災害を被るため農業基盤に対する投資意欲が少なかったといえる。しかしながら、近年の都市近郊における高生産野菜農家においては、かんがいの重要性が認識されつつあり、井戸による小規模なかんがいが普及しつつある。本地域は、将来、人口の急増するイスラマバード首都圏内の高生産農業地域となることが約束されており、このためのネックは、エロージョン地形とともにかんがい施設の不備であり、早急に、かんがい計画を樹立することが望まれている。

(1) 水 源

大きな水源候補地としては、Kurang 川における2つのダムと2つの堰、Gumreh Kas の堰がある。この他、小規模な溜池の建設が考えられる。また、南部においては、井戸水の活用が考えられる。

(2) 受 益 地

調査地域の農地面積は約6,000 ha でありかんがい計画の樹立に当たっては、農地の作付の将来予測を行うことが必要である。特に水供給が必要な果樹、野菜等の将来規模を設定することが重要である。

(3) かんがい計画

農村総合開発計画によると下記のかんがい施設と分水計画が予定されている。

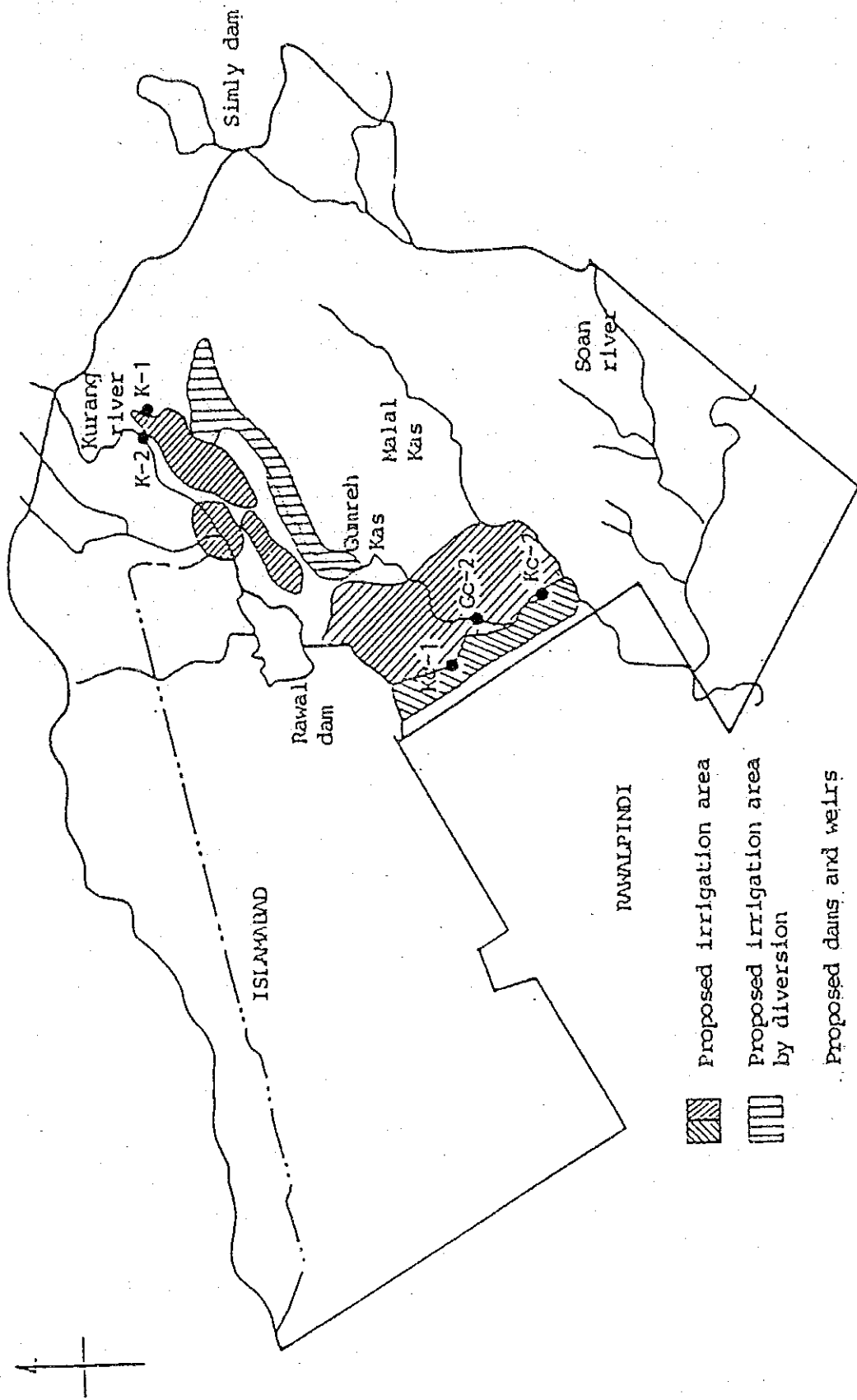
計 画 ダ ム の 諸 元

記 号	地 区	総貯水容量	有効貯水容量	ダム高	かんがい面積	備 考
K-1	Sikrila	2,500千m ³	2,000千m ³	25m	480 ha	主ダム
K-2	Sikrila	11,000千m ³	8,800千m ³	37m	2,120 ha	副ダム

計 画 堰 の 諸 元

記 号	地 区	貯水容量	取水可能量	堰 長	堰 高	タイプ	かんがい面積
Kc-1	Khana Dak	40,000m ³	1.28m ³ /s	100m	2.5m	ゲート	2,410 ha
Kc-2	Koral	100,000m ³	0.61m ³ /s	50m	5.0m	固 定	1,150 ha
Gc-2	Tarlai Khurd	9,000m ³	0.14m ³ /s	60m	2.5m	ゲート	200 ha

※合計かんがい面積；6,360 ha — かんがい面積は冬期の補給かんがいを主として検討。



Kurang川水系かんがい計画位置図

5. パキスタンの農業概要

- (1) パキスタンの国内総生産に占める農業部門の割合は1983/84で、26.4%となっており、近年、その割合は減少傾向にあるものの、なお、国内では最も高いシェアを占めており、農業に対する依存性は高い。

国民総生産に占める農業部門の割合 (単位100万ルーピー, do)

1978/79		1979/80		1980/81		1981/82		1982/83		1983/84	
生産高	割合	生産高	割合	生産高	割合	生産高	割合	生産高	割合	生産高	割合
14,861	31.3	15,859	31.1	16,464	30.3	17,107	29.5	17,741	28.9	16,920	26.4

資料：「Pakistan Economic Survey 1983/84」

- (2) パキスタンにおける主要農産物の作付面積は総体としては横ばい傾向で推移している。品目別(1984/85)にみると、小麦が全体の46%と半数を占めており、次いで綿花、米等の順となっている。また米麦等の主要食糧が77%を占め、綿花、さとうきび等の換金作物は23%の程度となっている。

主要農産物作付面積・生産高の推移（年度は7～6月）（単位：1,000ha, 1,000トン）

品目	1978/79		1979/80		1980/81		1981/82		1982/83		1983/84		1984/85		
	面積	生産	面積	生産	面積	生産	面積	生産	面積	生産	面積	生産	シニア	面積	
小麦	6,687	9,950	6,924	10,857	6,984	11,475	7,223	11,304	7,398	12,414	7,343	10,882	46	11,703	20
米	2,026	3,272	2,035	3,216	1,933	3,123	1,976	3,430	1,978	3,445	1,999	3,340	12	3,315	6
ひよこ豆	1,224	538	1,129	313	843	337	861	286	893	491	920	522	6	524	1
その他	1,956	1,497	1,844	1,519	1,828	1,590	1,912	1,585	1,881	1,632	1,942	1,632	13	1,674	3
主要食糧農産物計	11,893	15,257	11,932	15,905	11,588	16,525	11,972	16,605	12,150	17,982	12,204	16,376	77	17,216	30
綿	1,891	473	2,081	728	2,108	715	2,214	748	2,263	824	2,221	495	14	1,008	2
（ペイル表示綿花 1,000ペイル）	-	(2,783)	-	(4,282)	-	(4,201)	-	(4,398)	-	(4,844)	-	(2,908)	-	5,930	10
砂糖キビ	752	27,326	718	27,498	825	32,359	947	36,580	912	32,534	897	34,287	6	32,140	57
菜種, カラー菜	433	248	409	247	417	253	391	239	386	246	313	217	2	235	1
タバコ	48	68	50	78	43	67	43	69	41	65	46	80	0	87	0
マ	46	19	46	19	44	18	43	17	29	11	22	9	0	14	0
主要換金作物計	3,170	28,134	3,304	28,570	3,437	33,412	3,638	37,653	3,631	33,680	3,499	35,088	23	39,414	70
主要農産物計	15,063	43,391	15,236	44,475	15,025	49,937	15,610	54,258	15,781	51,662	15,703	51,454	100	56,630	100

資料 Government of Pakintan, Pakigtan Economic Sxruz

(3) パキスタンの輸出総額に占める農産物等の割合は1978/79年で30%弱となっており、このうち米が7割近くを占めている。なお、輸出総額に占める農産物等の割合は10年前(1969/70年)と比べ大きな差はみられない。

一方、輸入総額に占める農産関連品目の割合は1970年代に入り急速に増大しており、1978/79年では21%となっている。このうち麦を中心とする食糧穀物が9.6%と最も多く、次いで食用油、茶の順となっている。このような食糧穀物等の輸入増は農業をベースとするこの国の経済にとって改善されるべき課題の一つとなっている。

農産関連品目の輸出と輸入の推移

		1969/70		1973/74		1978/79	
		金額	シェア	金額	シェア	金額	シェア
輸 出	計 ㉔	477	29.6	3,001	29.5	4,744	28.0
	魚 類	83	5.2	276	2.7	462	2.7
	米	94	5.8	2,098	20.6	3,380	20.0
	原 綿	223	13.9	403	4.0	670	4.0
	そ の 他	77	4.9	224	2.2	232	1.3
輸 入	計 ㉕	134	4.1	2,879	21.4	7,463	20.5
	食糧穀物	56	1.7	1,555	11.5	3,507	9.6
	茶	1	0	343	2.5	1,000	2.7
	食 用 油	77	2.3	819	6.1	2,953	8.1
	砂 糖	-	-	162	1.3	3	0
	㉕/㉔(do)	28.1	-	95.9	-	157.3	-

資料：「パキスタンの農業」(AICAF)

(4) パキスタンの現行開発計画は第6次5カ年計画(1983/84~87/88)で、農業部門では「農村地域の開発」等が重点課題となっている。また、農業の生長率の目標は4.9%で、主要な農産物(小麦、綿花)の生産目標は右の表のとおりである。

主要農産物の達成目標

区 分	単 位	基 準 年 次 (1982/83)	計 画 最 終 年 次
小 麦	百万トン	12.3	15.5
綿 花	百万俵	4.8	6.1

資料：「第6次5カ年計画」

6. 調査地域の農業の現状

(1) 土 壤

調査地域の土壌は、風積堆積物、沖積堆積物、堆積岩の風化物及びその再堆積物に由来し土性、地形条件等に基づき表のとおり分類される。このうち農業適性の高い土壌は、Soan 川、Kurang 川の沖積堆積物由来の土壌等一部の土壌で全体の6%程度に過ぎず、一般的に土壌肥沃度があまり高くない風積堆積物に由来する土壌が耕地のかなりの部分（全体の23%）を占めている。

また、全体の21%が侵食地、露岩地帯、砂礫地等のいわゆる荒地でこれらの土壌では降雨による流出及び侵食が著しく、侵食地の大部分はガリー侵食を受けている。しかし、これら荒地の相当部分は草地、植林地としての開発利用は可能とみられ、今後耕地の拡大の余地は残されている。

調査地域の土壌分類

土 壤 分 類	分布面積	シエア		特 徴 等
1. 沖積堆積物由来土壌	1,190	2.0		農業適性高い
2. 風積 " "	13,490	12.7		土壌肥沃度低い
3. 堆積岩風化物の 再堆積物由来土壌	2,150	3.6		農業適性高い
4. 残積土	6,290	10.6		水及び土壌損失の危険性大
5. 荒地, 砂 地	12,710	21.4		降雨による流出侵食大, ガリー侵食
6. その他	23,670	39.8		山地, 公共用地等

資料：「パキスタン国農村総合開発計画調査報告書」

(2) 土地利用と土地所有

調査地域の土地利用区分は次の表のとおりで、耕地が全体の4割荒地、砂礫地等耕作不可能地（Unculturable Wasteland）が3割を占めている。耕作地の大部分はドライ・ファーミングシステムのもとに単年作物の生産に利用され休閑期間中は部分的に放牧が行われている。また、Unculturable Wasteland は未利用のまま放置されている。

なお、近年、自然条件、人為的条件により侵食地の拡大が進んでいることから耕地は減少傾向にあるものと思われる。

また、これら土地の所有形態は、大部分が小規模土地所有となっているが、これは当地域にみられる均分相続制度によるのみみられる。

なお、耕地の保有形態は、自作農による耕作地が75%と最も多く、自小作農による耕作地が10%と推定されている。

土地利用区分別面積

区 分	面 積	割 合	備 考
1. 耕 地	23,120ha	38.9	
2. Cultuable Wasteland	3,630	6.1	侵食等により耕作が放棄された土地
3. Uncultuable Wasteland	17,090	28.7	荒地・砂地 山地等
4. 保護林地	10,360	17.4	
4. その他	5,300	8.9	公共用地等
計	59,500	100.0	

資料：「パキスタン国農村総合開発計画調査報告書」

(3) 農業経営

調査地域の農家の平均的な経営内容は耕地面積が1.6 ha/戸(0.18 ha/人全国平均3.9 ha/1P)、家畜頭数が3.8頭/戸(成牛換算)と零細で、自給自足的な色彩が強くなっている。このため、農家の所得も低くイスラマバード農村部における世帯当たり平均月収は810ルピー(日本円換算7,300円程度)と推定されており、農業収入だけで生活を維持することが困難なため、都市部での就業による農外収入の獲得を余儀なくされている。また、調査地域農家の52%は第2種兼業農家とみられ、兼業農家の割合は今後高まるものと見込まれている。

従って、今後、この地域の農業経営の向上を図るためには、都市近郊という立地条件を最大限に生かし、かんがい畑作の導入による農業所得の大幅な向上を図る必要がある。

調査地域の農業構造

区 分	主 要 指 標
1. 農家戸数	1 2 9, 2 0 0 人
2. " 人口	1 4, 1 7 0 戸
3. 耕地面積	2 3, 1 2 0 ha
4. 農業経営	
(1) 専兼別農家数	専業或は1種兼 6 8 0 0 (4 8 %) 2種兼 7 3 7 0 (5 2 %)
(2) 農家の経営規模	
耕地面積	1. 6 ha/戸 (0. 1 8 ha/人)
家畜飼養頭数	3. 8 頭/戸 (成牛換算)

資料：「パキスタン国農村総合開発計画調査報告書」

(4) 農業生産

① 栽培作物及び単収、収量

調査地域の作物生産はその大部分を天水畑作に依存しており冬作期（Rabi 11月～4月）、夏作期（Kharif 7月～10月）の2作期に分かれて作付が行われている。冬作期には小麦を主体に（全面積の90%程度）、飼料作物等が作付されており、夏作期にはとうもろこし（43%）、豆類（41%）を中心に飼料作物等が栽培されている。また、非常に限られたかんがい可能地（188ha、全耕地面積の0.8%）では野菜の栽培が行われている。

作物の収量は、降雨に大きく左右され、また栽培管理、土地条件等によりかなりの差が認められる。当地域の最も主要な作物である小麦の単収を「パキスタン農業統計」でみると1979～'83の5年平均では1020kg/haとなっており、全国平均（1587kg/ha）の64%に過ぎない（表-8）。しかし、一部農家では堆肥の投入等栽培管理の徹底により高単収を上げている事例もみられる。

なお、小麦の単収は改善品種の導入が進んだこと（改良品種の割合1977年：7割→1985年：9割）等から近年増加する傾向にある。

調査地域の栽培作物及び単収

Rabi (冬作)						Kharif (夏作)					
作付状況 (ha, %)			単収 (Kg/ha)			作付状況 (ha, %)			単収 (Kg/ha)		
品目	面積	シェア	調査地域	パキスタン	全国比	品目	面積	シェア	調査地域	パキスタン	全国比
小麦	11,400	90	1,020	1,587	64	とりもろこし	5,000	43	700	1,262	55
油料作物	500	4	490	606	81	Pulses	4800	41	(Sorghuin) 490	570	86
その他	600	6	-	-	-	Other Cereals	900	8	(Millet) 350	498	70
						その他	900	8	-		
計	12,700	100	-	-	-	計	11,600	100			

資料：「パキスタン国農村開発計画書」

「パキスタン農業統計」

② 作付様式及び栽培管理

調査地域の主要な作付様式は "dofasli dosala" と呼ばれるバラニ地区（天水農業地帯）特有のドライフェーミングシステムで小麦を基幹作物とした2年2作の輪作体系（小麦/夏作物-休閑/休閑），1年1作の作付けが一般的で，1年2作の集約的な様式は集落周辺の肥沃地に限られている。

調査地域の作付様式

1年目	2年目	備考
小麦/夏作物	休閑/休閑	dofasli dosala
小麦/休閑	小麦/休閑	
休閑/夏作物	休閑/夏作物	
小麦/夏作物	小麦/夏作物	集落周辺の肥沃地のみ

資料：「パキスタン国農村総合開発計画調査報告書」

また，かんがい地における野菜栽培を除いて栽培管理は十分でなくいわゆる粗放栽培が主体となっている。地域の主要作物である小麦の栽培管理の概要は次のとおりである。

ア. 耕起整地

カルチベーター利用が一般的である。トラクター賃耕サービスが受けられない農家では畜力が利用されている。耕起深度は10～15cmと浅い。

イ. 播種

主として人力による播種が行われているが総体的には種密度が低いように見受けられた。WAPDA(水電力開発庁)のパキスタン全土を対象とした調査によると適正密度は45万株/エーカーとなっているが、40万株/エーカー以上の小麦作地は全体の10%程度に過ぎなかった。

ウ. 施肥, 栽培管理

小麦に対する施肥(糞安, 尿素)は7~8割の農家で行われているものの施肥量は13kg/10a程度で、日本での適正施肥量(N換算)からみると1/5程度となっている。

また、有機物の施用は一般的でなく一部篤農家の間で使用される程度である。

なお、除草作業はほとんど実施されず、農薬散布も野菜・果樹に限られている。

③ 畜産

当地域において畜産はミルク, 肉, 使役あるいは燃料の供給源(糞利用)として地域農業及び農村生活に大きな役割を果たしている。

主要な家畜は乳用動物(牛, 水牛), 役用動物(雄牛, 3馬等), 肉用動物(山羊, 羊)等でそのうち乳用動物が7割(成牛換算)近くを占めている。大部分の農家(90%)が家畜を飼育しており、家畜の平均飼育頭数は6.6頭/戸であり、成牛換算の平均飼育頭数は約4頭1戸となっている。また、鶏は全ての農家で飼育されているものとみられ、平均保有羽数は6羽/戸である。なお、地域では土地面積に比し過剰な家畜が飼育されており、成牛1頭当たりの耕地面積は約0.5haと計算される。

家畜飼養は主として小麦, とうもろこし, ソルガム等の作物残渣の飼料利用及び放牧に依存しており、青刈飼料の生産は限られている。特に役畜, 山羊, 羊は休閑地, Wasteland 等を利用した放牧に依存している。

しかし、自然草地は過放牧, 侵食等による荒廃が進んでいること等から地域における家畜飼養はかなりの飼料不足のもとに行われているものと考えられる。

畜産の主要指標

区 分	指 標
農 家 数 ①	1 4, 1 9 0 戸
畜 産 農 家 数 ②	1 2, 8 3 0 "
家 畜 数 ③	8 4, 3 0 0 頭
成 牛 換 算 頭 数 ④	4 8, 5 9 0 "
耕 地 面 積 ⑤	2 3, 1 2 0 ha
畜 産 農 家 率 ②/①	9 0 %
1 戸 当 たり 家 畜 数 ③/② (成 牛 換 算) ④/②	6. 6 頭 (3. 8)
成 牛 1 頭 当 り 耕 地 面 積 ⑤/④	0. 4 8 ha

資料：「 livestock Census 」1985

(5) 農産物の流通

調査地域では農産物の多くは自給用に回されること、農民組織化が困難なこと等から組織的な流通システムは確立されておらず、また、公共的な流通施設も設置されていない。従って、農産物流通の形態としては、野菜等生鮮農産物のように生産者が直接都市部の市場へ出荷するものから、他の農作物、畜産物のように仲買人を通して消費者又は市場へ出荷されるなどいくつかの流通経路がみられる。

特に、野菜、果樹等、生鮮農産物はイスラマバード open market あるいはラワルピンディの卸売市場 (Raja Bazar) へ出荷される。イスラマバードの open market は週3回 (金曜、日曜、火曜) 開催され、なかでも金曜 market は農産物から日常生活用品まで約2000の店舗が並ぶ最大の market である。これらは農産物の直販システム確立を目的としてイスラマバード首都圏庁により開設されたもので、都市部住民の農産物等需要を充足する役割を果たしている。

なお、市場における生鮮農産物 (野菜、果樹、肉、卵等) の価格は、日別、品目別に首都圏庁の Marketing Committee で決められ公示されている。このため、品質隔差による価格差は見られず、同じ品目であれば一律に同じ価格で売られていた。

(参考) 金曜マーケットにおける卸売公示価格(1986年7月25日)

品目	当日価格	前週価格	品目	当日価格	前週価格
パレイショ	9.0ルピー	9.0ルピー	ラディシュ	2.5ルピー	2.0ルピー
タマネギ	7.0	7.0	キャベツ	3.0	3.5
ニンニク	9.0	9.0	リンゴ	10.0	14.0
トマト	3.5	3.5			
キュウリ	4.0	4.5			

資料:「IA Marketing Committee」

(注 US 1=17ルピー 1ルピー約9円 1987年2月現在)

(6) 農業支援制度

① 農業試験研究機関

パキスタン国立農業試験場(NARC)はイスラマバードに設置され、各州単位の大学、研究所で行われていない試験研究を行っている。

当調査地域のあるイスラマバード首都圏での技術伝達、人材訓練はこのNARCに完全に依存している。人材訓練は農村のリーダーを対象として新しい作物の栽培技術の研修等により行われている。

② 農業普及

農業普及はNARCの農業普及部により推進されており、その主要な活動はMarkaz(農村総合開発センター、調査地域に3カ所)を通して新技術、改良技術を普及することにある。具体的には農家ほ場におけるセミナーの開催、パンフレットの配布、巡回指導、展示ほ場の実施等が行われている。

しかし、農業普及員の数は少く各Markazに1名、計3名配属されるはずの農業技術者は2名しかいないし、11の各UC(union council)に配属されるべき普及員も5名しか配属されず、1人当たり4,500haの耕地をカバーしなければならないのが現状である。特に調査地域においては今後かんがい畑作による野菜、果樹等新しい作物の導入、小麦の単収の引上げ等が重要な課題となっているが、これらの推進には、農家段階における指導体制の整備が不可欠であると思われることから農業普及制度の充実、強化が急がれる。

7. 地域農業の推進方向

調査地域は都市近郊という農産物の流通面では恵まれた立地条件を有しているにもかかわらず、無かんがいの畑地農業に依存しているため生産性は低く、農家1戸当たりの耕地面積も1.9 ha (15 a/k)と零細である。

このため農村部における世帯当たりの平均月収も都市住民のその6～7割程度と低くなっている。

今後、当地域の農業経営の向上を図るためには、経営規模の拡大とともに、都市近郊という恵まれた立地条件を最大限に生かすことが必要であり、かんがい畑作による園芸作物(野菜、果樹)の積極的な導入を図るほか、基幹作物である小麦の単収増加を図る必要がある。

(1) 野菜、果樹の導入

当該地域の野菜栽培は現在非常に限られたかんがい可能地(188 ha, 全耕地の0.8%)で行われているに過ぎないが、野菜の需要は今後着実に増加するものと見込まれることから、野菜栽培の導入及び拡大を図る必要がある。

なお、今後、野菜の需要が増大すると見込まれる背景として次のことが考えられる。

① 人口の増加

イスラマバードの人口はセンサスによると1972年の235千人が1981年には340千人(年平均伸び率4.5%)と全国の伸び率(3.0%)を上回る伸びを示しており、この人口増加は将来にわたって継続するものと見込まれている(2000年には65～70万人と1981年の倍に増加するものと見込まれる)。

なお隣接するラワルピンディについても大幅な人口増が見込まれている。

② 野菜の1人当たり消費量の増加

WAPDA(水電力開発庁)による食料の将来需要予測(1979年)によると、野菜の年間1人当たり推定消費量は1977年の31.6 kgが2000年には80.4 kg(日本:110 kg, 1987年)になると推定しているように1人当たり野菜消費量は大幅に増加するものと見込まれる。

③ 野菜づくりにより農業経営の向上が図れる。

天水農業地帯における現状の作物栽培とかんがい地における野菜栽培での収益性を比較すると野菜の収益性は高い。

(試算)

区分	作付体系	収 益 (1 ha 当たり)
天水農業地帯 (BARANI)	小麦+とうもろこし	(小麦)単収kg 価格 ルピー $1,020 \times 2.1 \text{ルピー} \times 0.8 = 1,714$
		(とうもろこし) $700 \times 2.0 \times 0.8 = 1,120$
		計 2,834
かんがい地帯	キャベツ+きゅうり	(冬キャベツ)kg ルピー ルピー $1,500 \times 3.75 \times 0.8 = 4,500$
		(夏きゅうり) ルピー $1,500 \times 3.50 \times 0.5 = 2,625$
		計 7,125

注1. 小麦, とうもろこしの単収は「パキスタン農業統計」のラフルピンディ地域をとった。

野菜は農家聞きとり単収 $\times 1.5$ (かんがい後の単収増)

2. 小麦の価格はラフルピンディの卸売価格(1985), とうもろこしはベンジャール(1980)の卸売価格, キャベツ, きゅうりの価格は金曜マーケット(1986)の価格

3. 所得率は, 日本の生産費調査を参考とした。

なお, 果樹のうちかんきつの単収は $1000\text{kg}/10\text{a}$ 程度であるが, 価格は $10\text{ルピー}/\text{kg}$ (金曜マーケット)と野菜に比べかなり高く, 全国的に栽培面積は増加傾向にある(1985/80 170%)。当地域では現在果樹の栽培は行われていないが今後, かんきつ等果樹の導入は農家経営の向上を図る上で検討を要する。

(2) 小麦の単収向上

調査地域の小麦の単収は1979~1983年の平均で $1,020\text{kg}/\text{ha}$ となっており, これはパンジャブ州平均の77%, パキスタン全国平均の64%となっている。この原因としては, 天水農業地域であることに加え栽培管理を無視した粗放な耕種法のもとで栽培が行われているためと思われる。現地においては, は種量が少い捨て作りの麦畑もかなりみられた。今後単収向上を図るためにはかんがい畑作の導入と併せ①栽培密度を高めること, ②そのためには種方法を改良すること, ③適切な施肥, 防除等を行うことが重要である。

(3) 指導体制の強化

上記, 野菜等の導入, 小麦の単収向上を図る上で農民に対する啓蒙, 技術の普及は不可

欠である。しかし、調査地域内の普及員数は少く、1人当たり4600haの耕地をカバーしなければならないという状況にあり指導体制の早急な整備が望まれる。

8. ダム地質

(1) ダムサイト周辺の地形

ダム周辺の地形は、過去の乾燥～半乾燥気候の影響をうけて、基盤岩の機械的風化（スレーキング現象等）に伴う差別侵蝕、植物被覆の少なさ、さらに雨期の激しい豪雨などが組合さり、特異な侵蝕地形を呈する。また、侵蝕平坦面には風成堆積物のレスが厚く覆っている。

基本的には、基盤岩の岩質と構造に支配されており、ダムサイトおよび池敷は丘陵性岩石砂漠状の地形である。

まず、露岩丘陵地域は主として砂岩から成るため侵蝕に抵抗し残丘地形を、砂岩・頁岩互層部では風化作用に対する抵抗性の差異による差別侵蝕に加えて間歇的に襲来する豪雨による著しい侵蝕・運搬作用を受け谷と嶺の交錯する Ridge and trough 地形を呈し、北東～南西の走向で分布している。

これに対して、主として頁岩からなる地域では、長年にわたる風蝕や豪雨による面状侵蝕作用（Sheet flood erosion）で形成された岩石床（Rock floor）地形を呈する。この岩石床の上には島山（Inselberg）が分布しているが、この岩石床の表層部は、1～2 m 程度のレス（風成堆積物）に覆われている。

これらの露岩丘陵地帯を開折して Kurang 川および支流河川が西流しており、これら河川沿いに 3 面の段丘面が発達している。

現河床は、側方侵蝕もなく峡谷状を呈している。

(2) ダムサイト周辺の地質

ダム周辺の地質は、新生代第三紀下部中新世の Nimadrics 層群下部 Marrees 累層に属する砂岩、砂岩頁岩互層および頁岩層である。これらの地層の分布状況は、地形構造によく反映され砂岩優勢部は残丘地形を、砂岩頁岩互層部は凹凸の激しい Ridge and trough 地形を、頁岩優勢部は岩石床地形（岩石段丘）を形成している。

これらの地層は、主として走向 $N 10^{\circ} \sim 45^{\circ} E$ 、傾斜 $45 \sim 70^{\circ} NW$ であり、全体としては単斜構造を呈している。節理面は、走向に直交する方向が多く $N 50 \sim 70^{\circ} W$ 、 $50^{\circ} \sim 70^{\circ} W$ が多く、30～40 cm 以上の間隔で見られる。

砂岩は、塊状の中～粗粒砂岩を主とするが、葉理面の発達したものや細礫交りのものもある。新鮮部は青灰色を呈するが、風化部では暗灰色、ラテライト化したものは赤褐色を呈している。岩級区分は、新鮮なもので B 級である。

頁岩は、新鮮なものは塊状を呈するが、風化とともに葉片状をなし細片化する。特に露頭部では風化が激しく風蝕、水蝕に弱い。このため砂岩・頁岩互層では差別侵蝕が激しく Ridge and trough 地形を、頁岩優勢部では岩石床地形を呈する。処によっては石灰岩

の細礫層を夾んでいる。

新鮮部は灰紫色を呈するが、風化部では暗灰色、ラテライト化したものは赤褐色を呈する。

岩級区分は、新鮮なものでB～CH級であるが、風化(スレーキング)とともに強度は急激に低下する。

基盤岩中の地質構造は、上述のようなN10°～45°Eの走向をもつ単斜構造であるが、断層などの構造線は確認していないが、走向に平行なものと、Kurang川に沿ってN45°Wの分布を示す断層の存在は考えられる。

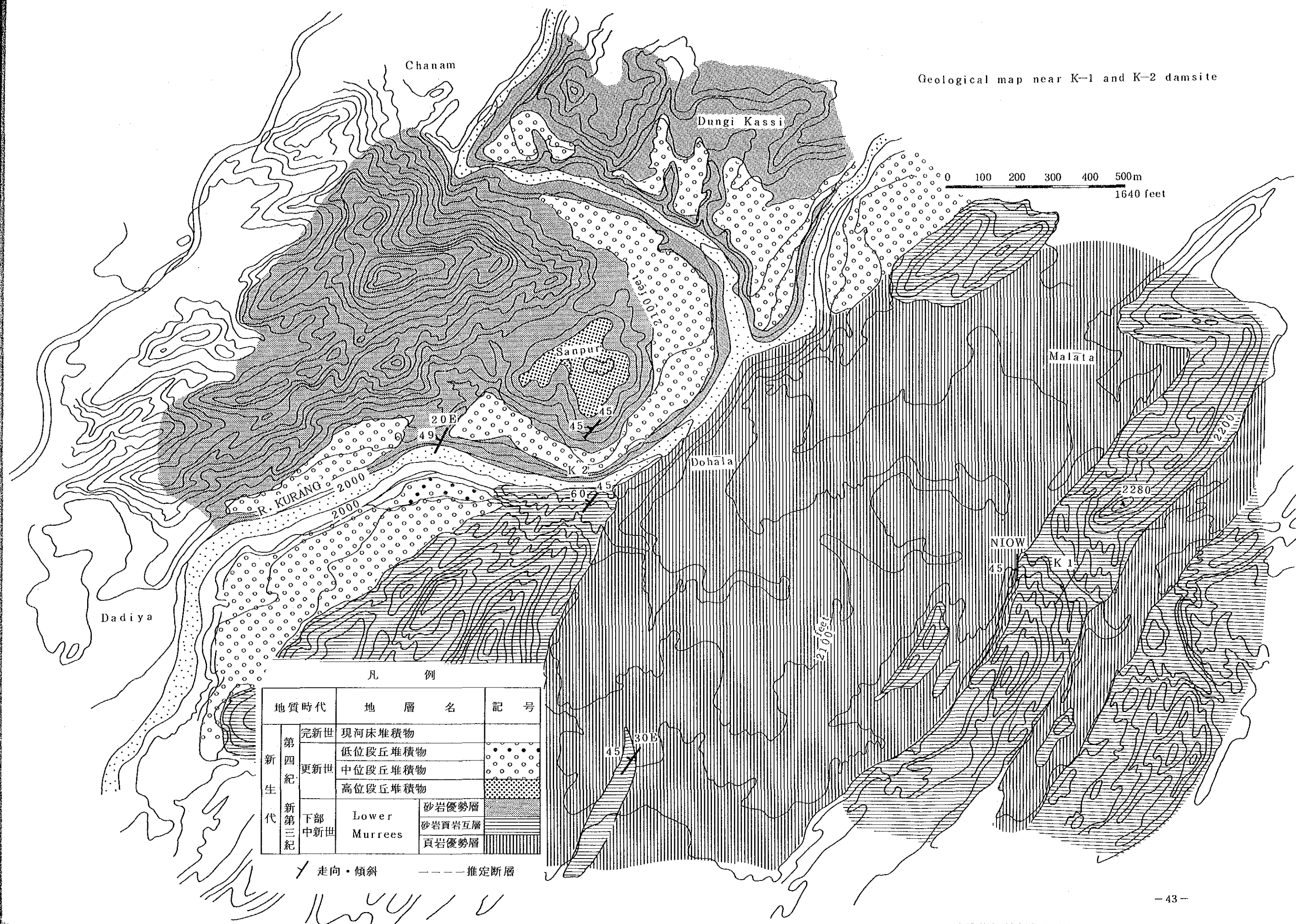
河岸段丘は、Kurang川川床から50mに位置する上位段丘、15mに位置する中位段丘、5～7mに位置する低位段丘がある。堆積物は、主として20～30cmの亜円礫であるが中には50cm以上に達するものもある。礫質は殆んど砂岩であるが、石灰岩礫も少量含んでいる。上位段丘のものは、半グサレ状であるが、中・低位段丘では新鮮である。マトリックスは、ラテライト化した赤褐色粗～中砂である。

頁岩優勢部からなる岩石床地域には、風積土(loess)が1～2mの厚さに堆積し、ラテライト化状を呈している。

現河床には、厚さ数mの現河床砂礫層が分布している。

地域の地質図は次図に示す。

Geological map near K-1 and K-2 dams site



凡 例

地質時代		地 層 名	記 号
新 生 代	第四紀	完新世	現河床堆積物
		更新世	低位段丘堆積物
			中位段丘堆積物
	高位段丘堆積物		
第三紀	下部 中新世	砂岩優勢層	
		砂岩頁岩互層	
		頁岩優勢層	
		Lower Murrees	

Y 走向・傾斜 - - - - 推定断層

(3) K1およびK2ダム の立地条件

K1およびK2ダムサイトの地形、地質、土地条件、堆砂などの状況は、それぞれ次の表に示す。

地形は、砂岩・頁岩互層からなるため差別侵蝕をうけたRidge and Traugh地形を呈している。縮尺1/50,000地形図の記載より、現地調査ではやせ尾根である。

地質は、砂岩・頁岩互層であるが、砂岩部は5～8m、頁岩部は8～10mの層厚をもっている。砂岩は、塊状砂岩で固結度も高く、岩級区分は新鮮なものでB級である。頁岩は、塊状頁岩であるが、風化すると葉片状となり細粒化し風蝕、水蝕を受けやすい。岩級区分は、新鮮なものでB～CH級である。

K1ダムサイトでの地層傾斜は、45°の傾斜で下流下がりである。K2ダムサイトでは、45°～60°の傾斜で下流下がりであり、剪断強度も十分であると考えられる。

透水性については、新鮮な岩盤では概ね良好と考えられるが、砂岩は風化に伴ない節理が顕著となり悪化する。

土地利用などの土地条件としては、K1ダムでは堤敷、池敷ともに農地、草地であるが、副堤の位置によっては民間の水浸がある。K2ダムは、堤敷石岸に民家2戸と池敷での農地と20～30戸の水浸がある。

K-1ダム予定地点立地条件表

地形状況	<p>両袖共に砂岸，頁岩互層のため差別侵蝕をうけて谷（頁岩）と嶺（砂岩）の交錯する Ridge and trough 地形をし，全体として厚い尾根状にみえるが，谷の切込みが深いため，やせ尾根状を呈している。</p>		河川勾配 両袖斜面勾配
			<p>2° + 右岸 15° + 左岸 10~15°</p>
			<p>浸蝕程度</p> <p>差別侵蝕により，頁岩部の浸蝕が進んでいる。頁岩部が厚いため谷も深い。</p>
地質状況	<p>新生代第三紀下部中新世の Nimadrics 層群下部 Myres 果層に属する砂岸頁岩互層からなる。</p> <p>両岩共に，砂岩・頁岩互層のため頁岩部は風化をうけて細粒化し差別侵蝕をうけている。この互層は走向 N10°W，～ N15°E，傾斜 45°W であり，ダムの下流側に向って傾斜している。砂岸部は 5m 土，頁岩部は 10m 程度で頁岩部が多い。砂岩・頁岩ともに岩相は K2ダム地点と同じである。</p>		<p>露頭状況・固結度</p> <p>砂岸の露頭はよいが，頁岩はスレーキングのため殆んどみられない。</p> <p>砂岸は固結度はよいが，頁岩は新鮮部を確認できないが相当良好と思える。しかし，スレーキング現象が激しいため細粒する。</p>
			<p>断層・節理</p> <p>砂岩部には節理が発達し 20～30cm 程度となる。</p>
			<p>崖錐性堆積物</p> <p>特に崖錐性堆積物はないが，頁岩の風化堆積物がある。</p>
	<p>強度の評価</p> <p>岩質的には砂岸の新鮮部は B 級頁岩の新鮮部は B～CH 級，スレーキング現象を起す。コンクリート高堰堤は一部剪断強度の検討がいる</p>		<p>透水性の評価</p> <p>新鮮部は概ね良好で $1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 以下と考えられる。</p>
土地条件	<p>開発状況</p> <p>池敷は草地，農地であるが規模により民家の水浸あり，ダム敷は草地である。</p>	<p>道路状況</p> <p>ダムサイトには自動車の通行できる道路はない。</p>	<p>河川流量</p> <p>現在は 5 l/分程度である。 洪水量 $5 \text{ m}^3/\text{sec}^*$</p>
	<p>堆砂</p> <p>現場の様子では，雨期に頁岩の風化細粒化したものが流出する程度と思われる。</p>		
備考	<p>K1ダムサイトで総貯水量 $2,500,000 \text{ m}^3$ を貯水するときは，副ダムとして堤高 8m，堤長約 100m の副堤を必要とする。副ダムを建設しないときの総貯水量は $1,700,000 \text{ m}^3$ である。</p>		

*実施調査報告書による。

K 2 ダム 予 定 地 点 立 地 条 件 表

地形状況	<p>右岸は、砂岩からなり、残丘状を呈しており、2面の河岸段丘が発達している。</p> <p>左岸は、砂岩、頁岩互層のため差別侵蝕をうけて、谷(頁岩)と嶺(砂岩)の交錯するRidge and trough地形をし谷の切込みが深いため全体としては厚い尾根状に見えるが、ヤセ尾根状を呈している。この谷部は頁岩の風化に伴う崩壊を防止するため山腹工が実施されている。</p>		河川勾配	両袖斜面勾配
			3°±	河床部から20° 右岸 まで45°~50° 以上15° 左岸 10°~15°
地質状況			浸蝕程度	差別侵蝕により、頁岩部の浸蝕が進んでいる。
			露頭状況・固結度	乾燥地帯のため露頭はあるが砂岩が殆んどであり、頁岩はスレーキングのため殆んどみることではない。 砂岩は固結度はよいが、頁岩は新鮮部を確認できないが、相当良好と思える。風化部は細粒化する。
			断層・節理	河床部に小規模な断層が予想される。砂岩部には節理が発達し、30~40cm程度の岩片になる。
			崖錐性堆積物	特に崖錐性堆積物はないが、左岸には頁岩の風化に伴う崩壊性堆積物が分布する。
	強度の評価 砂岩の新鮮部はB級、頁岩は新鮮部はB-C H級であるが、スレーキングを起し強度は低下する。新鮮部の剪断強度は高コンクリートダムでも問題はない。		透水性の評価 新鮮部は概ね良好で $1 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ 以下である。	
土地条件	開発状況	道路状況	河川流量	
	池数は農地であり、民家も20~30戸ある。ダム数右岸に2軒の民家ある。	ダムサイトには、巾4m程度の簡易舗装道路あり	調査時には、 $0.4 \sim 0.6 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。洪水量 $1.875 \text{ m}^3/\text{sec}^*$	
堆砂	頁岩の風化細粒化したものが雨期に相当流出するものと思われる。また河床には砂岩の垂円礫も多い。地表面には風成土(レス)が分布しており、雨期にはがり侵蝕を起す。			
備考	地層が立っているため、地質ボーリングの実施に当たっては、砂岩部、頁岩部の状況が把握できるように実施すること。堀削線は頁岩の状況により相当多くなる。			

*実施調査報告書による。

(4) K1, K2ダムの貯水可能量とダムタイプ

ダムサイト周辺の縮尺1/50,000地形図は、精度が悪いので貯水量の算定に問題があるが、H-V曲線を作成すると、図のとおりである。

本計画実施調査報告書によると、K1, K2ダムの有効貯水量は、次表のとおりである。

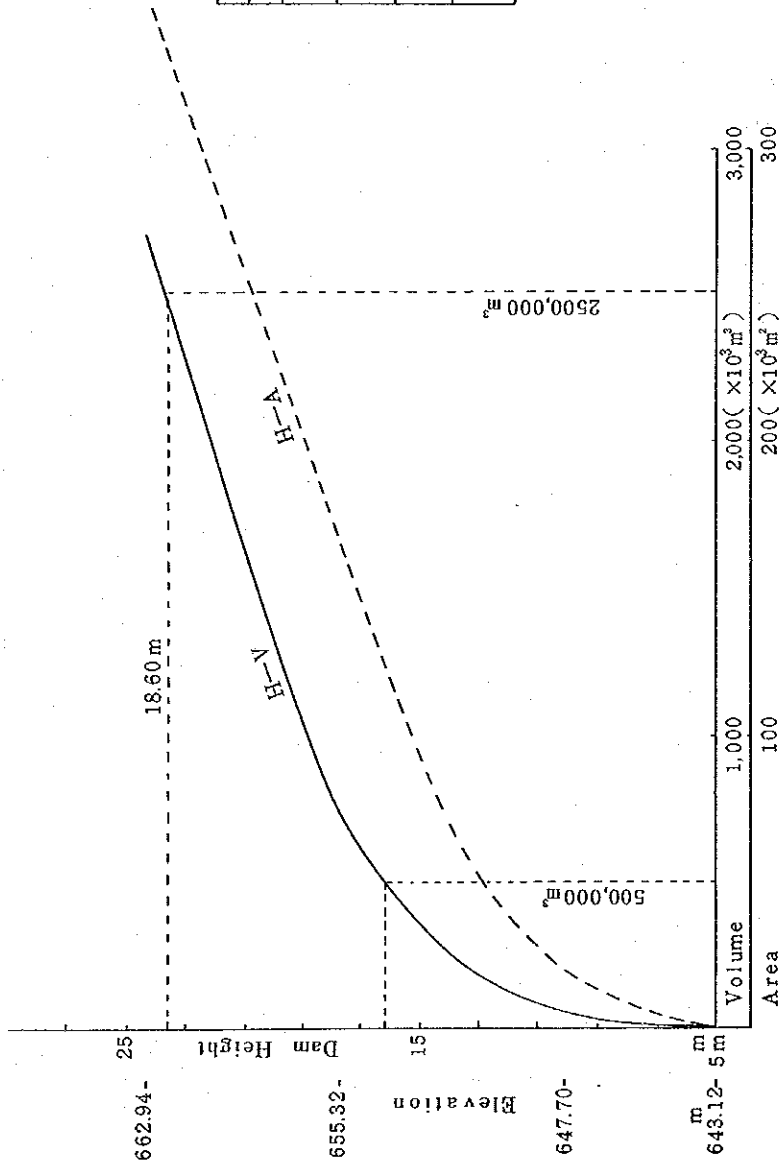
計画ダムの諸元

ダム名	地区	総貯水量	有効貯水量	堤高	堤長	流域	かんがい面積	備考
K1	Sikrila	千 ³ 2,500	千 ³ 2,000	m 25	m 235	Km ² 2.3	ha 480	副堤必要
K2	Sikrila	11,000	8,800	m 37	m 270	Km ² 139.3	ha 2,120	

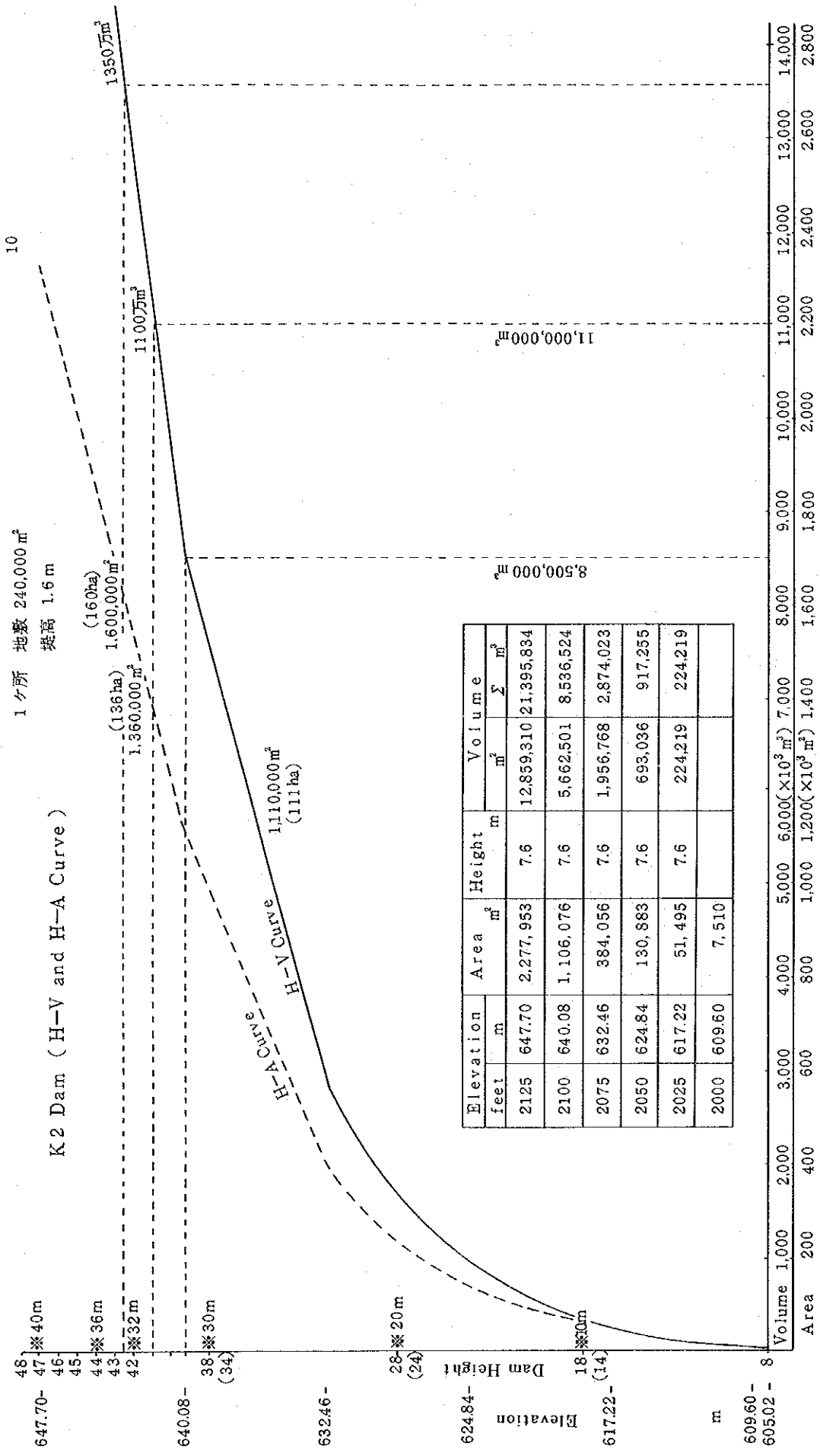
K1ダムは、有効貯水量2,000千³を貯水するときには堤高8m、堤長100mの副堤を必要とする。この計画では、K1ダムから Gumreh Kas川への分水をなし480haのかんがいを計画しているが、K2ダムの池尻は、K1ダムに接近しており、分水計画も直接K2ダムから放流(Pump up)することが可能でありまた2ヶ所のダム建設は建設費からみても多額の費用を要し有利ではない。

このため本報告書では、今後ダムサイトおよび池敷の詳細地形図によって検討しなければならないが、図に基づいてK2だけによって必要水量を賄うこととした。この案によるダム諸元を表に示す。また、コンクリート重力ダムおよびフィルダムの標準断面、K2ダムの縦断面を図に示す。フィルダムの標準断面はSimly damを参考にしたものである。コンクリート重力ダムは、後述のような問題を考慮して、カットオフラインを平均7.5mとして検討した。

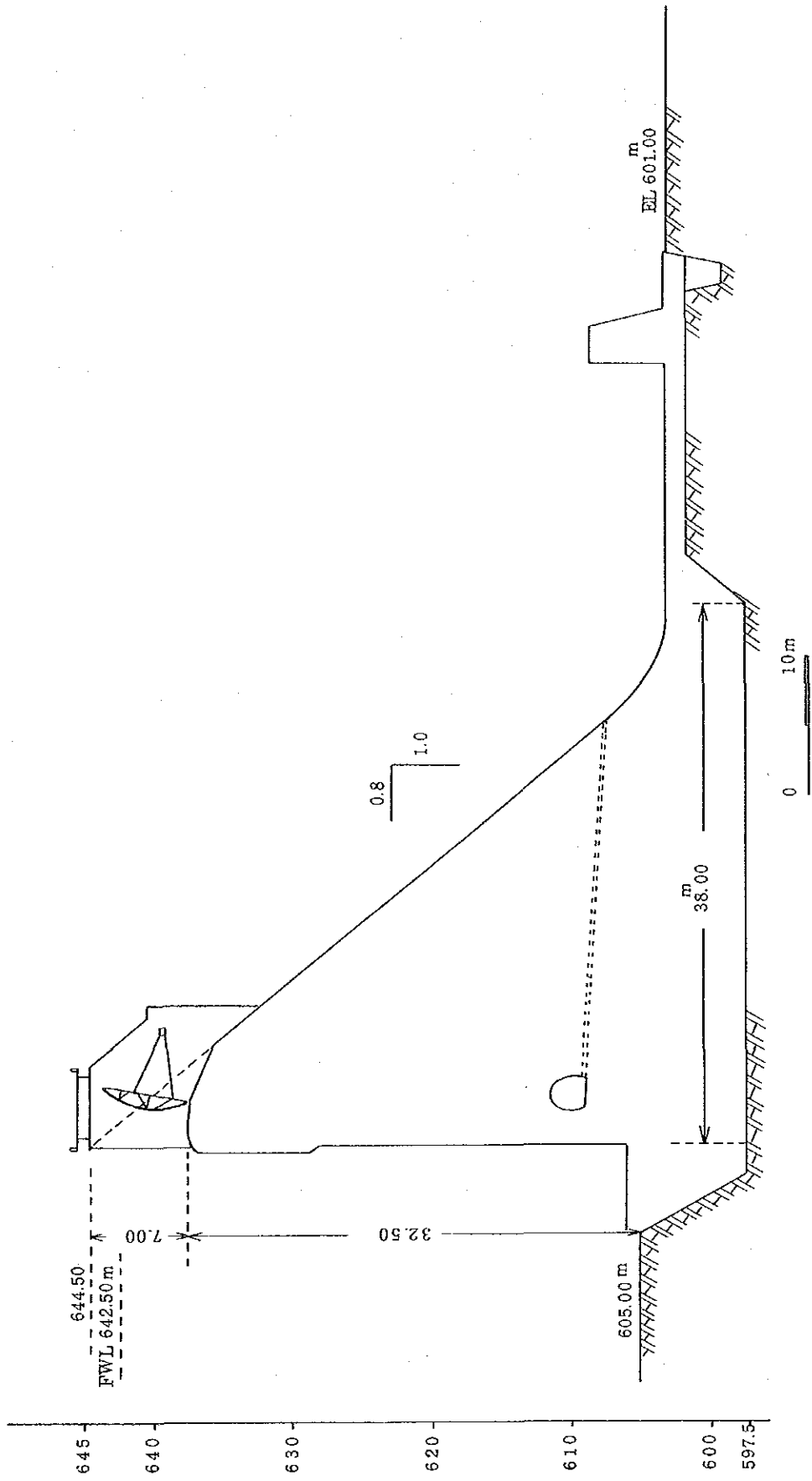
K1 Dam (H-V and H-A Curve)



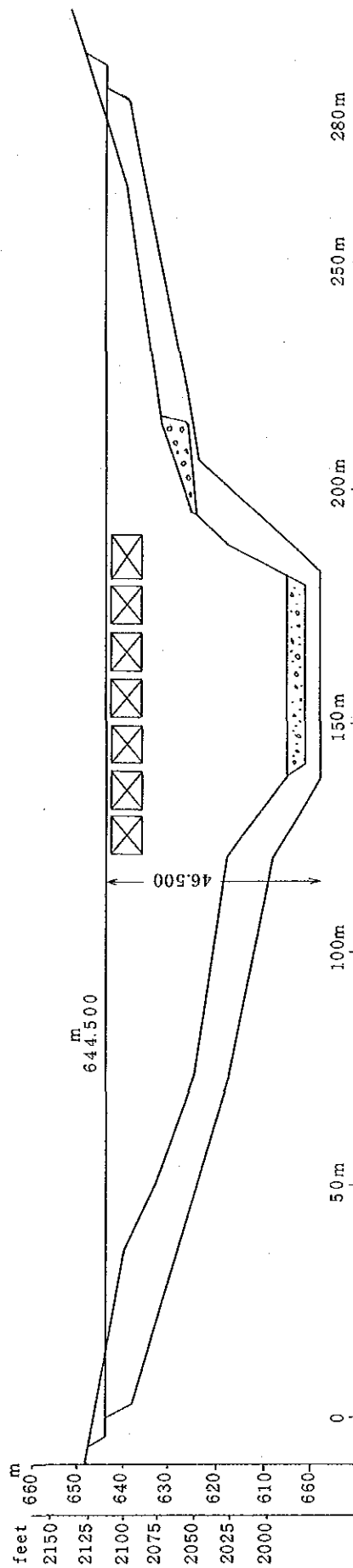
Elevation		Area m ²	Height m	Volume	
feet	m			m ³	Σ m ³
2,175	662.94	354,030	7.6	1,964,972	2,695,602
2,150	655.32	163,068	7.6	688,959	730,630
2,125	647.70	18,237	4.57	41,671	41,671
2,110	643.12				



1 feet = 0.3048m, 縮尺 1/14,648, 測定: プラニメータ PLANIX 7 で3回測定平均値 ※は水深換算



K2ダムコンクリートダム標準断面



※ 洪水吐は英施調査報告書によるもので、洪水量 $1.926 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、越流水深 $H = 6.0 \text{ m}$ でクレスト長 64.0 m とした。

K2ダム，ダムサイト縦断面図（K2ダムによって全必要水量を確保するダム）

必要水量を K 2 ダムで賄ったときのダム諸元

ダム タイプ 諸元	コンクリート 重力ダム	フィルダム	備 考 (K 1, K 2 ダムを建設 したときとの比較)
総貯水量	千 ^m ³ 13,500	千 ^m ³ 13,500	千 ^m ³ K 1 : 2,500, K 2 : 11,000
有効貯水量	千 ^m ³ 10,800	千 ^m ³ 10,800	千 ^m ³ K 1 : 2,000, K 2 : 8,800, 計 10,800
堤 高	m 46.50	m 47.00	カットオフはコンクリート重力ダム 7.5 m フィルダム 5 m (河床砂礫 3.5 m と予想)
堤 長	m 285.00	m 280.00	概算であり、地形図作成後検討すること。
堤 体 積	m ³ 113,000	m ³ 450,000	概算であり、地形図作成後検討すること。
池 敷 面 積	ha 160	ha 161	約 19 ~ 20 ha の減
流 域	Km ² 139.3	Km ² 139.3	

※これらの諸元は、縮尺 1/500~1/1,000 地形図などにより再検討がいる。

(5) ダム建設上の留意点

K 2 地点でダムを建設したとき、左岸側が砂岩・頁岩互層という地質をうけて、Ridge and Trough 地形を呈しており、これに対する留意点を記述する。

(i) コンクリート重力ダム

(a) 利点

雨期・乾期がはっきりしているので、転流工は堤内仮排水路方式とし、雨期には堤体上を越流させることで、転流上の建設費を軽減できる。

(b) 欠点

(ア) 左岸部は、砂岩・頁岩互層のため差別侵蝕をうけて、やせ尾根であるので、カットオフラインが深くなったり、頁岩の状況によっては堤体が下流下りや上流下りとなったり、砂岩・頁岩の分布状況によっては座取が難かしくなり掘削・置換を行う必要が生じ堤体積が増加する可能性がある。これらを図示すると次図のとおりである。

(イ) 左岸側については、リムグラウチングの必要性もある。

(ウ) (ア)の結果によっては、掘削に伴う発生上の処理(捨土)をどこにするが、(池敷処理としたときの問題点の検討)

(ii) フィルダム

(a) 利点

(ア) ダムサイト周辺から得られるロック材・上質材を有効に利用できる。

(イ) 捨土は、池敷にできる。

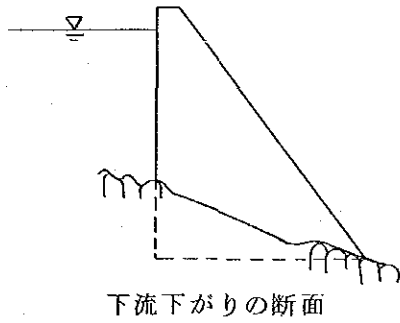
(b) 欠点

(ア) 転流工は、底樋カルバートタイプとするが、雨期の洪水処理のため越流に対し強いダムタイプを考えること。(傾斜ユアタイプなど、中心コアタイプは地形上有理とは言えない。)

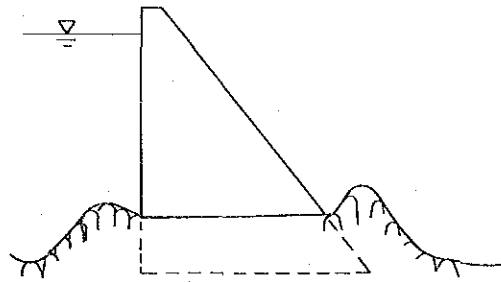
(イ) 左岸側については、コンクリート重力ダムの時と同様リムグラチングの必要性がある。

(ウ) 小水力発電を行うときは、発電取水施設を設けなければならない。(地山にHeadrace Tunnelが必要になる。)

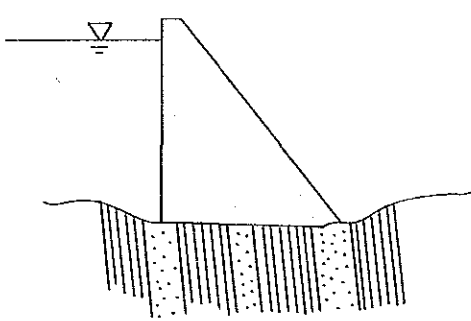
(エ) 洪水吐の堀削法面の保護に多額の費用を要する(特に左岸側では)。



下流下がりの断面



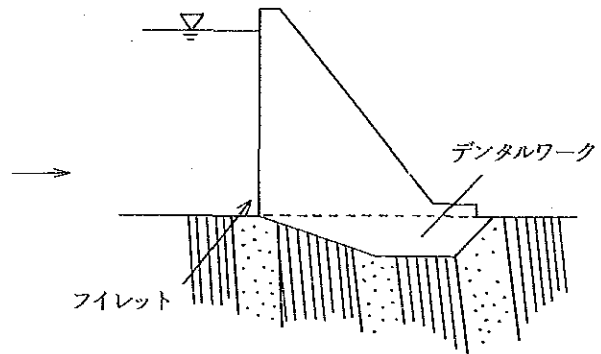
左岸側のやせ屋根の処理



頁岩



砂岩



ファイレット

デンタルワーク

頁岩の風化に対処するため堤趾、
堤踵部と座取

→

堤趾部のスレーキング性頁岩を処理
して基礎支持力、剪断力を向上させ
る座取

コンクリート重力ダム建設時の座取と基礎処理

9. 頭首工地質

(1) 頭首工諸元

頭首工は、Kurang 川と Gumreh Kas 川に 3ヶ所建設して 3,765 ha のかんがいを実施するものである。頭首工の諸元は次表のとおりである。

頭 首 工 諸 元

堰名	水系名	受益面積	流域	堰高	堰長	貯水量	堰タイプ	備考
Kc-1	Kurang 川	2,415 ^{ha}	300 ^{km²}	2.5 ^m	100 ^m	40,000 ^{m³}	ゲイト式	自動化
Kc-2	Kurang 川	1,150	443	5.0	50	100,000	固定式	
Gc-2	Gumreh Kas 川	200	125	2.5	60	9,000	ゲイト式	自動化

(2) 頭首工の立地条件と問題点

Kc-1, Kc-2 および Gc-2 堰の地形、地質、土地条件などを表に示す。

Kc-1 および Kc-2 堰は、沖積層からなる現河道に設置するが、Gc-2 堰は両袖がレス堆積物からなる現河道に設置する。

これらの基礎は、電気探査の結果からみると厚い沖積・洪積層からなるため、抗基礎とし、堰タイプはフローテングタイプとなる。

問題点としては、Kc-2 堰が支持力のある厚い砂礫層が深い可能性がある。また池敷の波浪侵食に対する護岸が必要となると思われる。Gc-2 堰は、池敷周辺がレスからなるため波浪侵食に対する護岸が大規模に必要な可能性がある。また、本河川が、レス台地と開析流下するため、通年レス分を含む赤褐色着色水である可能性もあり、その対策、畑かん方法にも十分な検討がいる。

頭首工の立地条件と問題点

		Kc-1	Kc-2	Gc-2
地形	地形	氾らん原平野であるが、河川は平衡状態により、側方侵食が進み、良好なポケットが形成されている。	氾らん原平野であるが、現在河川は平衡状態にあり、側方侵食が進み良好なポケットが形成されている。	レス台地を解析し流下しているが現在河川は平衡状態にあり、レス台地の側方侵食が進んでいる。
	河況	Rawalダムの下流にあるため河道は安定している。河川勾配は1°程度である。水量はダム放流量に支配される。	蛇行河川を呈するが、河道は安定している。河川勾配は1°土程度である。	レス台地の側方侵食と降雨によるガリ侵食をうけて赤褐色を呈している。河川勾配は1°~2°程度である。
地質	基礎地質	沖積はんらん堆積物であるため、砂礫、砂、シルトの互層で未固結堆積物である砂、シルト、砂礫のマトリックスはラテライト化し赤褐色を呈している。 電気探査の結果によると本地点でのこれらの堆積物（洪積層も含む）は100m以上に達する。	沖積はんらん原堆積物であるため砂礫、砂、シルトの互層である。砂、シルト、砂礫のマトリックスはラテライト化をうけて赤褐色を呈している。 電気探査の結果によると、本地点でのこれら堆積物（洪積層も含む）は40~50m以上に達する。	側壁部は、レス堆積物からなる。レス台地間を流下するため現河床には砂礫は薄くみられるのみ。比較的浅く洪積砂礫層が発達するとされる。 電気探査の結果によると、本地点では基盤まで25~30mの深度である。
	露頭状況	河床には、砂礫層がみられ礫の最大は30cmに達する。	河床には、砂礫、シルト層が発達している。	両岸はレス台地でガリ侵食がみられるが、大規模なものではない。河床の礫層はうすい。
池敷	池敷状況	河道部を池敷として使用するが、両袖にも砂礫層が分布している。	河道部を池敷として使用するが蛇行、側方侵食により良好なポケットである。両袖にはシルト・砂層が多く、護岸が必要である。	池敷の両岸がレス台地であり貯水によりレスの波浪侵食、雨期のガリ侵食とが起るので池敷全面の護岸が必要となる。
堆砂	堆砂	Rawalダムの直下流にあるため堆砂上の問題は少ない。	平衡河川のため堆砂は少ない。雨期に細粒物の堆砂の可能性あり。	レス台地を流下するため、細粒物の堆砂の可能性あり。
土地利用	土地利用	頭首工予定地点の両岸は平地林である。	両岸は畑地である。池敷内でのコンクリート用砂礫の採取が行なわれている。	両岸のレス台地は草地が多いが畑地としても利用されている。
基礎処理	基礎処理	堰直上に国道の橋梁があるので、同程度の砂礫層を基礎とする。	N値30~50の砂礫層を基礎とする。	電気探査の結果による25m~30mの基盤岩を基礎とする。
堰タイプ	堰タイプ	フローティングタイプ	フローティングタイプ	フローティングタイプ
問題点	問題点		基礎が深い可能性あり。護岸が必要。	護岸が必要。レス周辺からのパイピングは起らないか。
備考	備考	電探結果は、実施調査報告書による。	同 左	同 左

Ⅲ 本格調査実施上の留意点

本調査は、主として昭和61年3月に報告されたイスラマバード首都圏における農村総合開発計画のレビュー的なものであったが、今後の検討課題として次のものがあげられる。

1. かんがい部門

① かんがい面積の再調査

報告書のかんがい面積を、1/10,000の図面上にプロットしチェックすると、面積が20%程度減少する。また、現地との突合せの結果、境界が不適当なものも見受けられた。図面精度が低いため現時点において結論を出すことはできないが、航空写真を用いて再度チェックする必要がある。

② K-1ダムオブジェクティブの検討

現地の踏査によるとK-1ダムはダム効率が悪く、また、ダム目的の1つである Gumreh Kas への分水の妥当性と併せて、そのオブジェクティブの検討が必要である。

③ 小水力発電の可能性

農村総合開発計画においては、小水力発電が、大きな目玉の一つとして扱われているが、本地域の東方において、大規模な原子力発電の計画が予定されており、この計画が現実化した場合は、電力需要は全て賄われることとなっている。従って、この動向を見極めることが特に重要である。また、小水力発電を計画する場合には、維持管理体制について十分検討する必要がある。

④ 頭首工計画

頭首工については、その位置、規模等が必ずしも、十分な検討の結果決定されているものでなく、再度、詳細な調査が必要である。また、周辺の農地の熟度に応じて、3つの頭首工の優先順位を決める必要がある。計画に際しては Kurang 川については砂利採取による水位低下のチェック、また Gumreh Kas については、堆砂の問題に特に留意する必要がある。

⑤ かんがい計画

かんがい計画の樹立に当たっては、当地域の人口の急増するイスラマバード首都圏の近郊という立地条件の優位性から、近い将来、近郊集約型農業の展開が予想されており、このことを水需要計画に十分配慮する必要がある。また、UC単位の営農組織の充実を踏まえて、その熟度に応じた段階的なかんがい計画とする必要がある。

⑥ 農地保全計画(エロージョン対策)

本地域は、網状に発達した広大なガリ侵食地で形成されており、この侵食地の形成は、

過去の地質学的な侵食の結果とされている。

しかし、夏期の高温乾燥に続く強雨、黄土の堆積等の自然条件、過放牧、植生破壊等の人為的条件により現在も侵食地の拡大が進んでいる。現地において、農業に携わるものは異口同音に、エロージョンを最大課題として挙げており、かんがい計画の前提条件として、農地保全対策を講ずる必要がある。

⑦ 上水計画との調整

パンジャブ州公衆衛生技術局(PHED)は、Rawalダムを水源とする現在の浄水場(28 MGD \approx 127,000 m^3 /day)について、増加する水需要に対応して大幅な増強計画を持っている。その水源を極めて広範囲の地域に求め段階的に整備していくこととしているが、早急に対応して、Rawalダムの一層の活用が検討されている。現在、本計画は、Rawalダムの水源であるKurang川にダムを建設することとしており、この計画が直接的に上水計画に影響することとなる。現在、Kurang川については、本計画を優先することとしており早急に水計画を確立する必要がある。

⑧ 土地利用計画との調整

イスラマバード首都圏の人口は、現在の38万人(1985推定)から2001年には約63万人に増加すると想定されている。このうち、都市計画のない農村部において約8万人程度の人口増を見込んでいる。しかしながらイスラマバード首都圏における近年の急激な都市型サービス業の増加を考慮すると、農村部への低所得労働者の増加も、一層加速されることが予想され、農地等のスプロール化につながることを予期される。従ってスプロール化が始まっていない現在、早急に農村部の土地利用計画を樹立する必要がある。

2. 農業部門

① 農産物価格

今後、当地域で野菜、果物の振興を図る上での基礎資料とするためイスマラバード等首都圏市場へはいつてくる野菜、果物等の産地及び流通コストを調査する必要がある。

3. ダム地質部門

(1) 前述のように、K2ダム建設上の問題は多岐にわたっており、それらの問題を解決しなければ結論はでないが、地形・地質に対する座取りがうまくできるならばコンクリート重力式ダムの方が良い。

Feasibility study については、フローチャートで示すように、各項目の問題点を解決しなければならないが、地質調査上必要な事項について記述する。

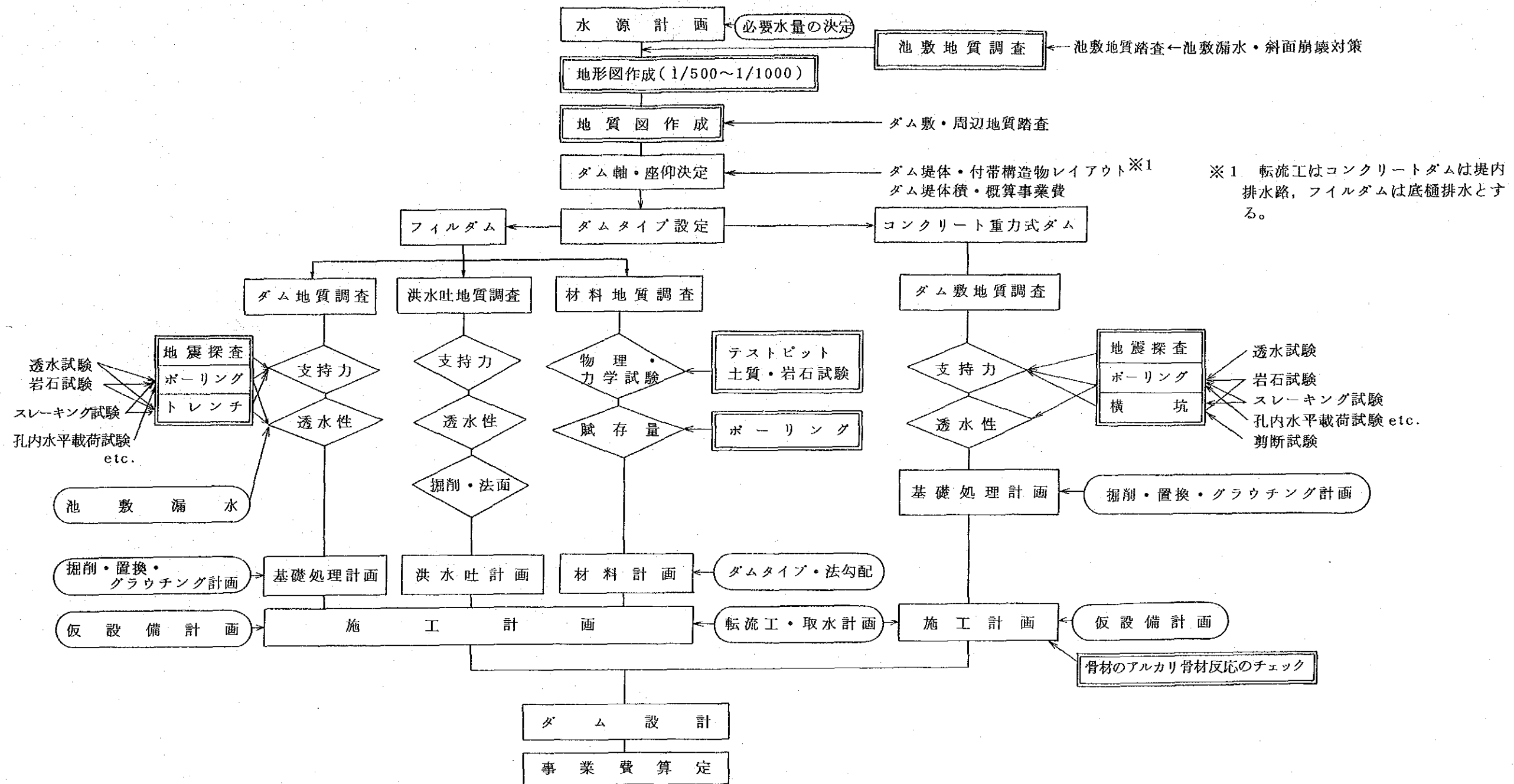
(i) K2ダムサイト周辺の地形図(1/500)の作成

(ii) 全上ダムサイト地質図の作成

(iii) 上記(i)(ii)に基づき、ダム軸、座取りを行ないダムタイプを決定する。付帯構造物のレイアウト、ダム堤体積、概算事業費についても検討しておくこと。

(iv) 地質ボーリングの実施と共に透水試験、孔内水平載荷試験を行う。地質ボーリングは、左岸部やせ尾根および右岸アバット背面部についても実施すること。地質ボーリング位置および深度を図および表に示す。

(v) 地質踏査および地質ボーリングで採取したコアなどの試料について、一軸圧縮試験、一軸引張試験(圧裂試験)、吸水安定性試験、吸水膨張試験、スレーキング試験、超音波伝播速度試験等を行うこと。



K-2 ダム地質調査フローチャート

K 2 ダムサイトコンクリート

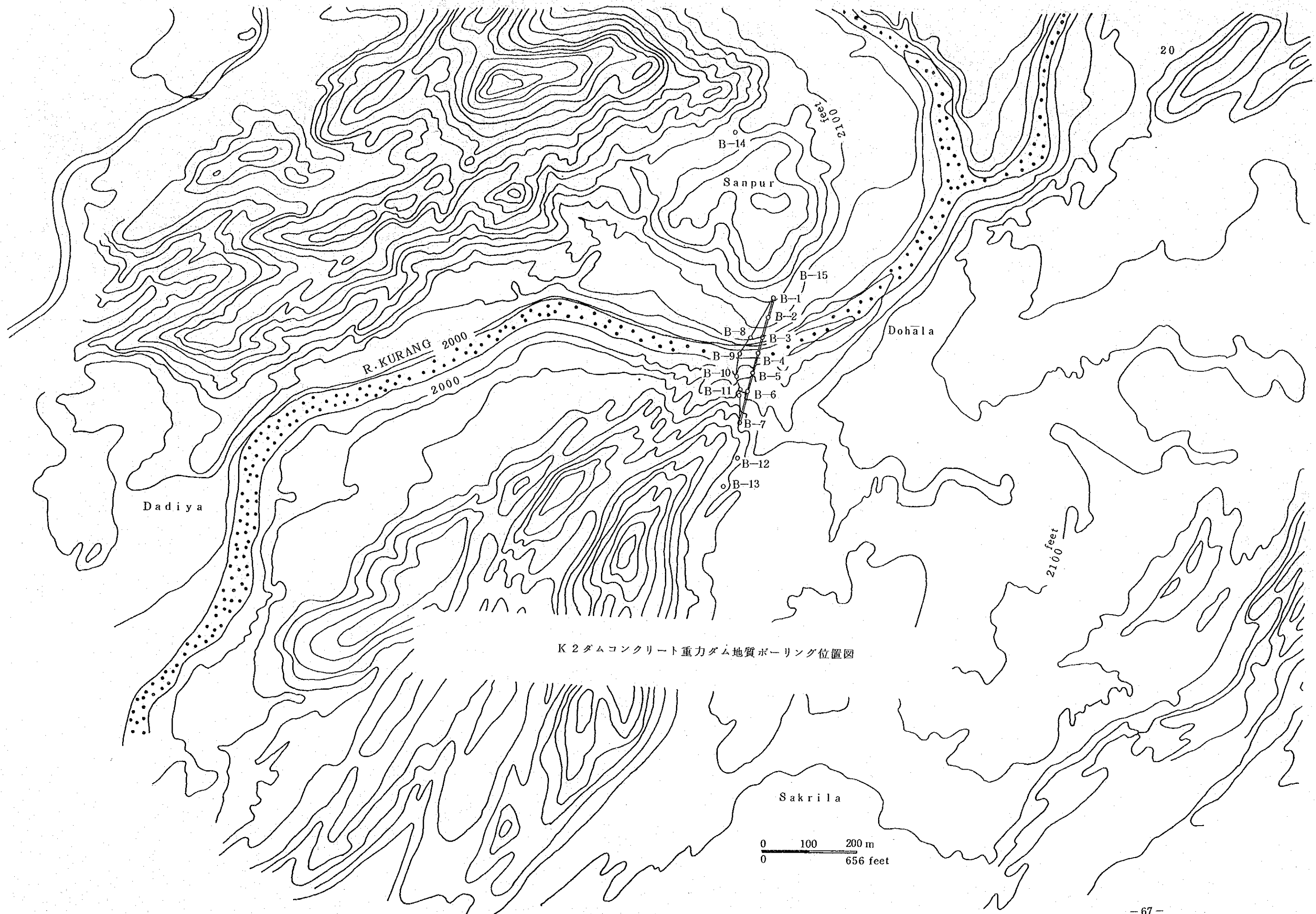
重力タイプ地質ボーリング事業量

ボーリング 番 号	ボーリング 深 度	透水試験 有 無	孔内水平 載荷有無	備 考
1	60 m	有	有	
2	50 m	"	"	投丘堆積物の層厚の確認
3	50 m	"	"	"
4	50 m	"	"	
5	50 m	"	"	砂岩・頁岩の分布状況を確認すること。
6	50 m	"	"	"
7	60 m	"	"	
8	40 m	"	"	
9	50 m	"	"	
10	40 m	"	"	
11	40 m	"	"	
12	30 m	"		ヤセ尾根からの漏水チェック
13	30 m	"		"
14	30 m	"		旧河道 部からの漏水チェック
計	630 m			

注) この他に河床部右岸・左岸側から各々傾斜ボーリング60m×2本を実施する。

また右岸B-1, B-2の透水係数が大きいときB-15 30mを追加すること。

パキスタンにおける地質ボーリング請負単価はUS /1 feetである。

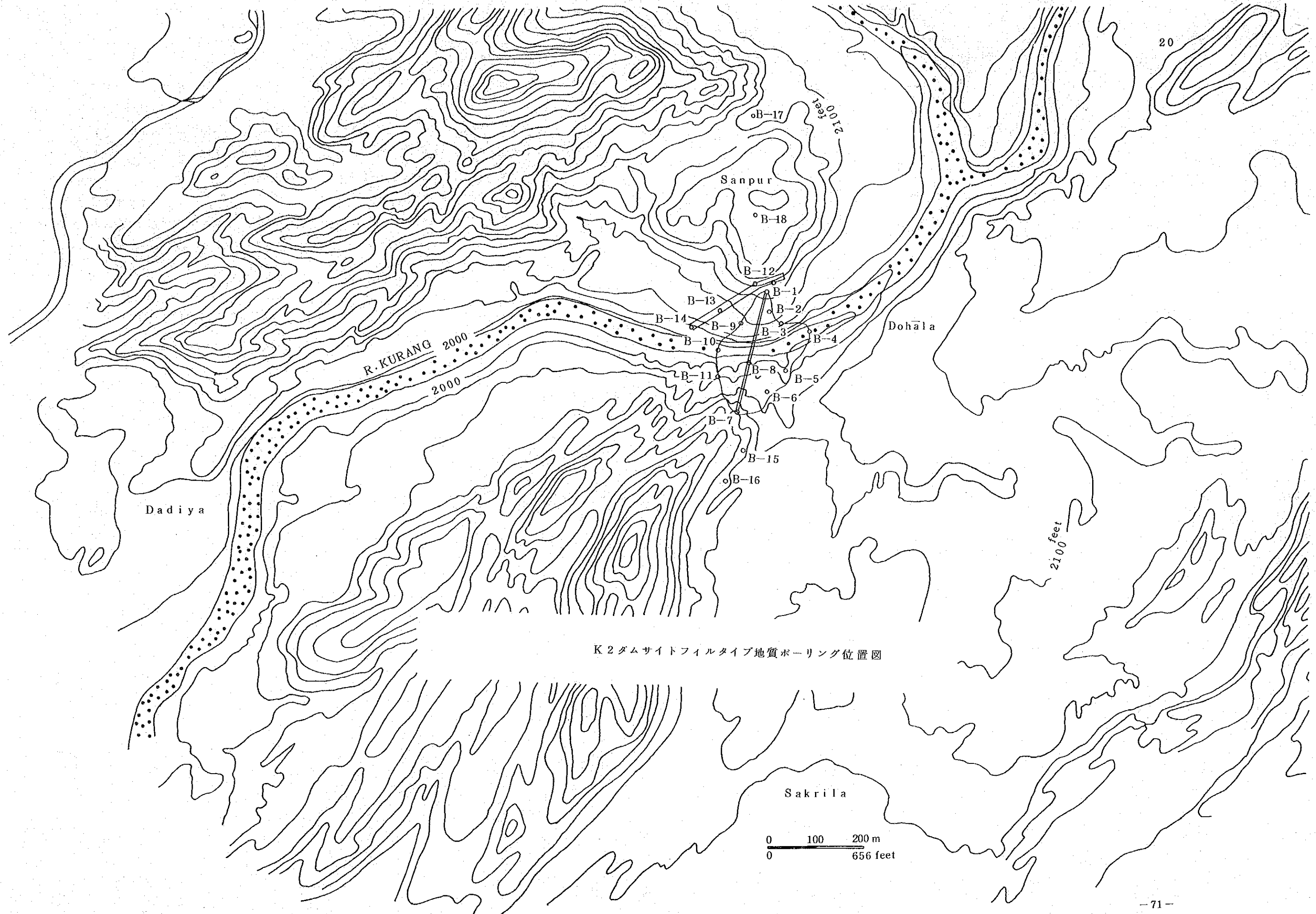


K 2 ダムコンクリート重力ダム地質ボーリング位置図

K2ダムサイトフィルタイプ地質ボーリング事業量

ボーリング 番号	ボーリング 深 度	透水試験 有 無	孔内水平 載荷試験	備 考
1	60 m	有	有	
2	50 m	〃	〃	
3	50	〃	〃	
4	50	〃	〃	
5	50	〃	〃	
6	50	〃	〃	
7	60	〃	〃	
8	50	〃	〃	
9	40	〃	〃	
10	40	〃	〃	
11	40	〃	〃	
12	40	〃	〃	
13	30	〃	〃	
14	30	〃	〃	
15	30	〃		ヤセ尾根からの漏水チェック
16	30	〃		〃
17	30	〃		旧河道 部からの漏水チェック
18	40			原石山賦存量
計	770			

注) この他に河床部右岸, 左岸側から各々傾斜ボーリング(45°)60m×2本を必要に応じて実施する。



K 2 ダムサイトフィルタイプ地質ボーリング位置図

(vi) コンクリート用骨材については、砂岩が多用されているがアルカリ骨材反応の有無の検討をすること。

フィルダム築堤材料の内、遮水材は段丘堆積物のラテライト化粘土を、半透水材は購入材、透水材は塊状砂岩を使用するが地質踏査により量の確認を行うこと。必要に応じて賦存量確認の地質ボーリングを実施する。また採取した材料については、物理・力学試験を実施する。

(vii) 地質ボーリングの実施前に、地震探査を実施することが好ましい。

(viii) ダム設計に先立って、施工計画も十分検討し、この結果がダム設計に反映されるよう注意すること。

(2) 頭首工の計画にあたって解決しなければならない問題があるが、必要な事項について記述する。

(i) 各堰の地形図(縮尺1/500)の作成

(ii) 池敷周辺の地質状況の把握

(iii) 上記(i)(ii)に基づき、頭首工および付帯構造物のレイアウトを行い、頭首工諸元のチェックをする。

(iv) 地質ボーリングは、表-3に示すように地質ボーリングおよび標準貫入試験を実施する。

頭首工の地質調査事業量

堰名	地質ボーリング番号	深 度	標準貫入試験	備 考
Kc-1	Kc-1-1	40m	○	左 岸 標準貫入試験は1mおき
	Kc-1-2	40	○	河床中央 "
	Kc-1-3	40	○	右 岸 "
Kc-2	Kc-2-1	40	○	左 芽 "
	Kc-2-2	40	○	河床中央 "
	Kc-2-3	40	○	右 芽 "
Gc-2	Gc-2-1	30	○	左 岩 "
	Gc-2-2	30	○	河床中央 "
	Gc-2-3	30	○	右 岸 "
計		330		○は実施

JICA