

スーダン国
フルガ・ヌルエルデインポンプ灌漑計画
事前調査報告書

平成2年6月

国際協力事業団

スーダン国
フルガ・ヌルエルテインポンプ灌漑計画
事前調査報告書

JICA LIBRARY



1085817131

21628

平成 2 年 6 月

国際協力事業団

国際協力事業団

21628

序 文

本報告書は、スーダン国政府の要請に基づき、国際協力事業団が平成元年12月8日から同年12月21日まで、農林水産省北陸農政局信濃川水系土地改良調査管理事務所所長 坂元雄次氏を団長として派遣したフルガ・ヌエルディンボンブ灌漑計画調査事前調査団の調査結果をとりまとめたものである。

本格調査実施にあたり、参考資料として広く関係者に活用されることを願うものである。

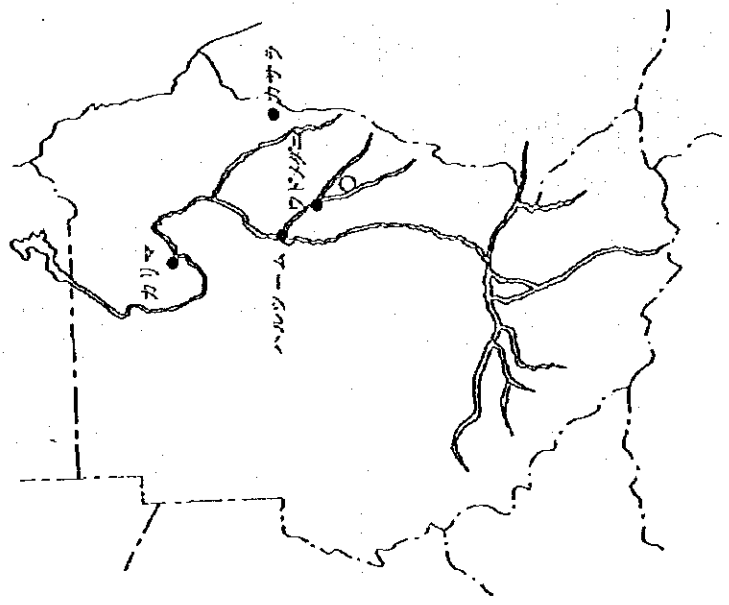
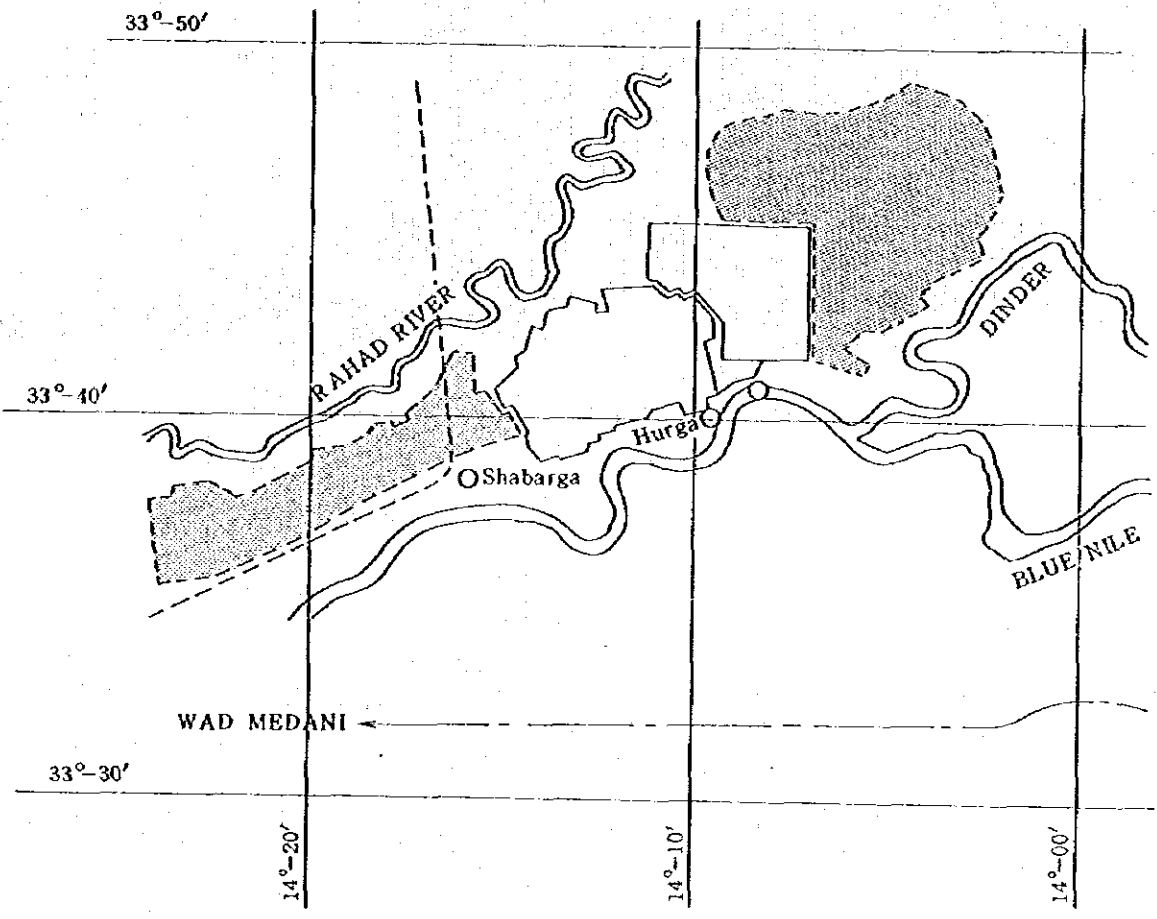
本件事前調査実施に際し、御協力を賜ったスーダン国政府関係者並びに我が国関係者の各位に対し深甚なる謝意を表するものである。

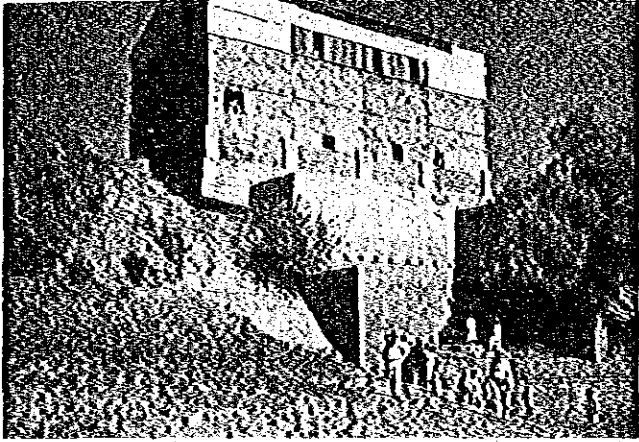
1990年6月

国際協力事業団

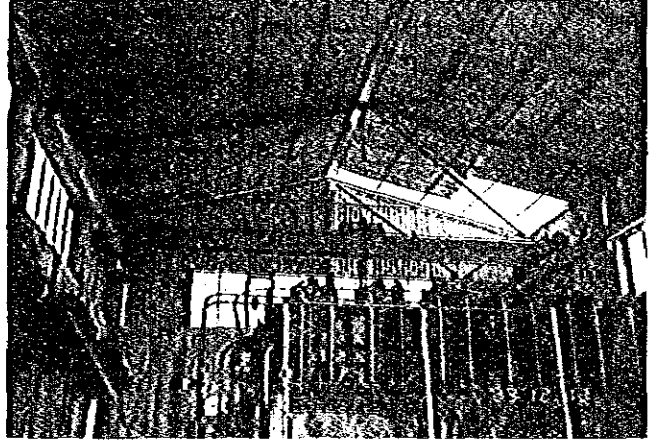
理事 田 口 俊 郎

調査対象プロジェクト位置図

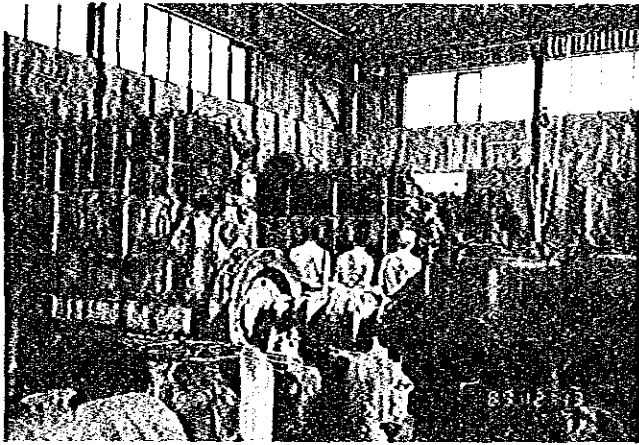




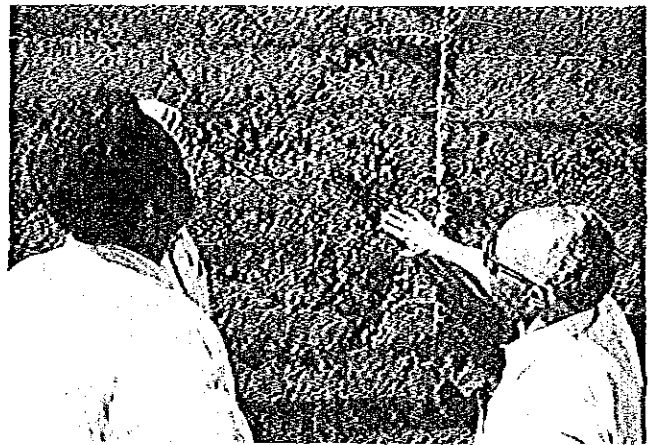
フルガ機場



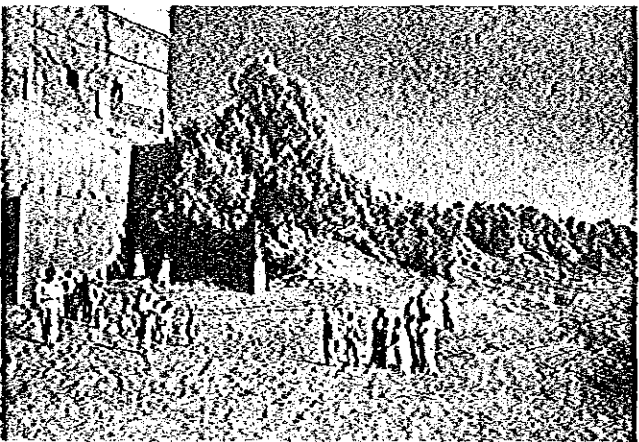
フルガ機場



フルガ機場既存ポンプ



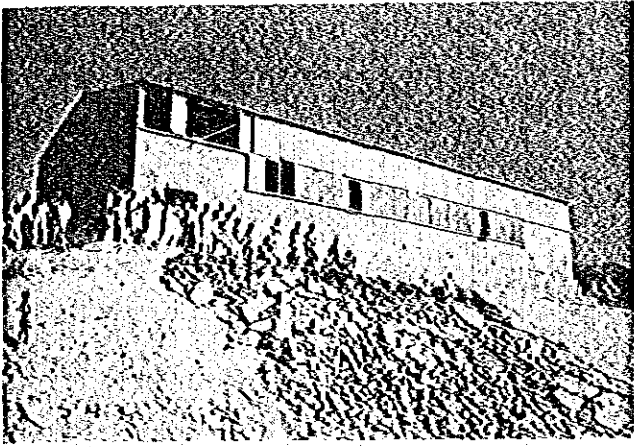
フルガ機場基礎コンクリート



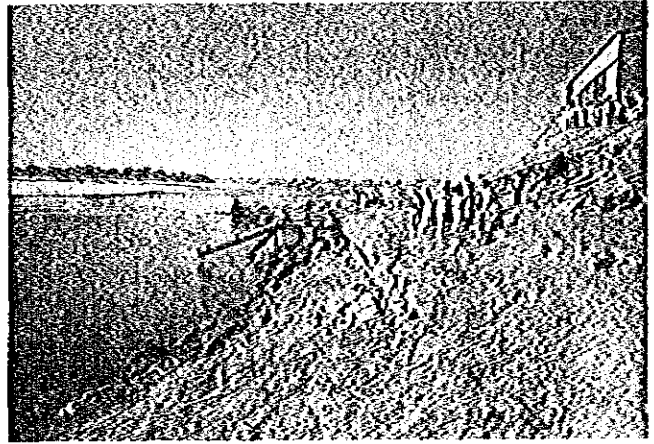
フルガ機場吸込槽の堆砂状況



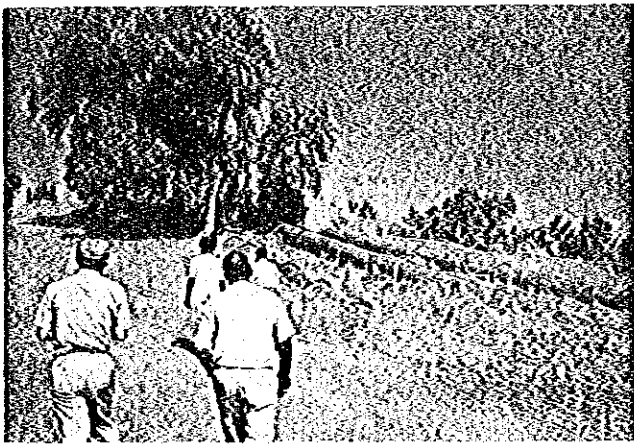
同 左



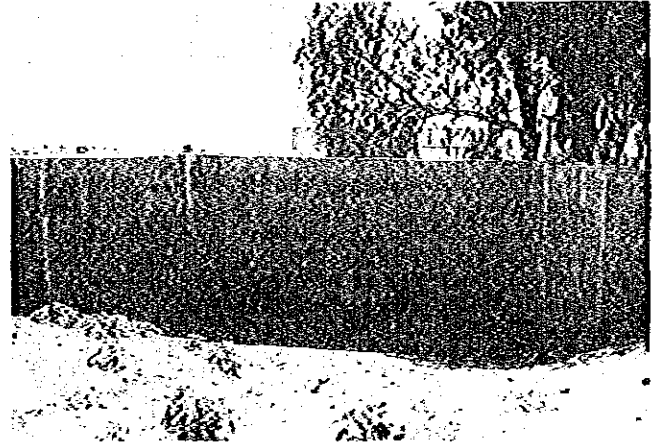
スルエルディン機場（正面より）



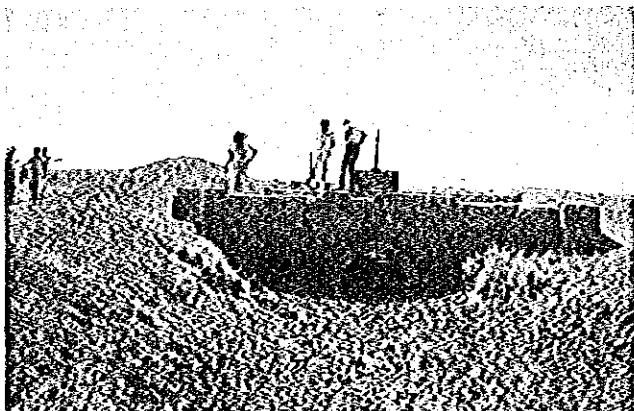
スルエルディン機場（側面より）



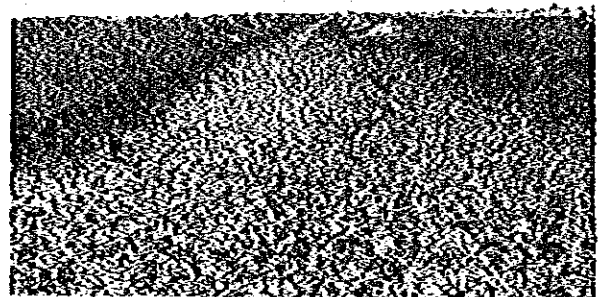
吐出パイプ（フルガ機場）



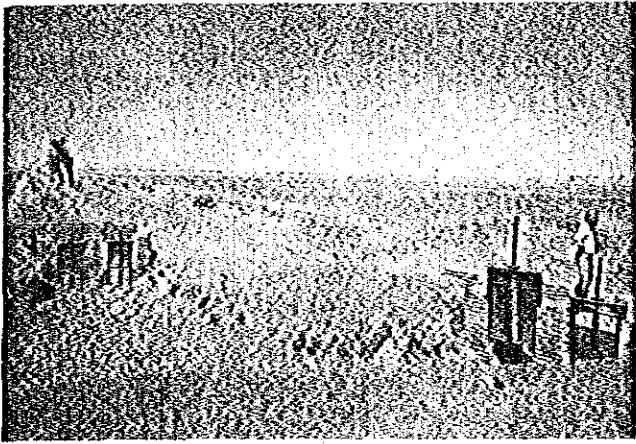
吐出槽（フルガ機場）



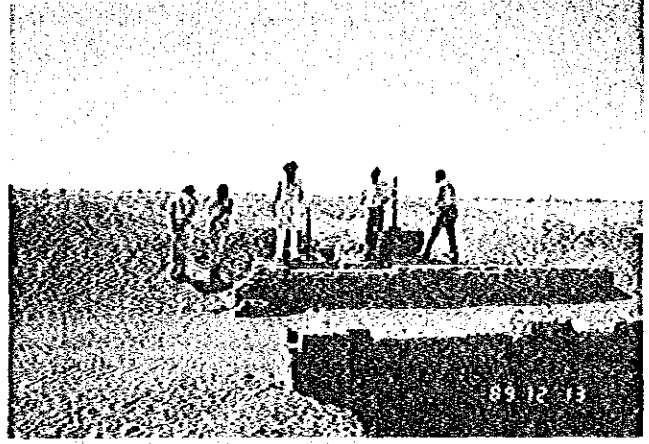
横断管渠・レギュレーター



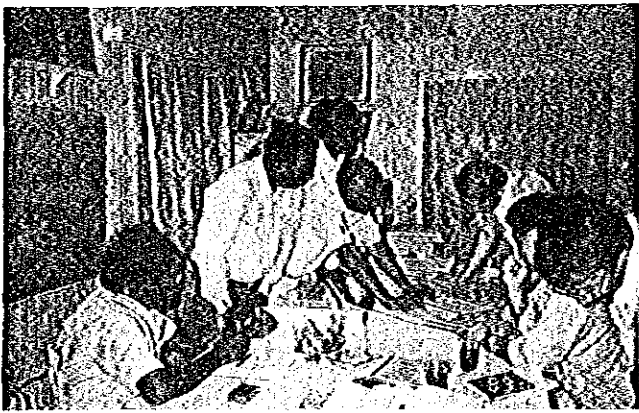
幹線水路



フルガ地区



同左



現地打合



S/W 協議



S/W 署名



大使館帰国報告

目 次

序 文	
位 置 図	
写 真	
第一章 調査団とその目的	1
1. 要請の背景	1
2. 調査の目的	1
3. 調査団の構成	1
4. 調査日程	2
5. 調査団の訪問先及び面会者	3
第二章 調査結果の要約及び提言	4
1. 主な協議・打合内容	4
2. S/W修正内容	8
3. 調査結果の要約	19
4. 本格調査に対する提言	22
第三章 計画地域の概要	25
1. 社会経済状況	25
2. かんがい排水	30
3. 既存ポンプ施設	33
4. 農業・営農の現況	34
第四章 開発基本構想	44
1. かんがい排水	44
2. ポンプ計画	47
3. 動力計画	49
4. 農業開発計画	50

第5章 本格調査実施の考え方及び実施上の留意点	52
1. 調査の考え方	52
2. 本格調査実施上の留意点	54

付 属 資 料

1. S/W	59
2. M/M	68
3. T/R	72
4. 青ナイルボンブ地区近代化計画（要約）	96
5. 収集資料リスト	115

第一章 調査団とその目的

1. 要請の背景

スーダン国は、農業を主産業とした国であるが、施設の老朽化、数年来続いた干ばつ、内戦等のため、農業の不振、農業生産の低下が著しく同国経済に大きな影響を与えている。このため、経済復興4ヶ年計画において、農業分野への投資を再優先し生産性の向上及び食糧増産のための各種計画を推進しており、特に投資効率の良い既存灌漑地区の施設整備に重点をおいている。

フルガ・ヌルエルディン地区は、それぞれのポンプステーションを有するものの、老朽化が著しく80年代前半よりほとんど使用不能となっており、施設の整備を中心とする灌漑事業の実施が強く望まれている。

このような背景のもと、スーダン国政府は、1988年6月、日本国政府に対し上記計画に係るフィージビリティ調査の実施を要請してきた。

2. 調査の目的

- (1) 要請の背景、目的、内容等の確認
- (2) 現地調査による対象地域の把握
 - 一対象面積
 - 一施設の稼働度
- (3) 上記(1)及び(2)に基づく開発基本構想の検討
- (4) F/Sに必要な関連資料並びに情報の確認及び入手
- (5) F/S実施のためのS/Wに係る関係機関との協議及びその締結
- (6) 本格調査実施上の留意点把握

3. 調査団の構成

- | | | |
|------------|-------|------------------------------|
| (1) 団長/総括 | 坂元 雄次 | 農林水産省北陸農政局信濃川水系土地改良調査管理事務所所長 |
| (2) かんがい排水 | 平林 詩朗 | 農林水産省東北農政局建設部設計課農業土木専門官 |
| (3) 農業 | 松尾 義信 | 農林水産省構造改善局計画部資源課係長 |

- (4) 施設計画 藤田 康 宏 農林水産省構造改善局建設部設計課係長
- (5) 調査企画 塚元 重 光 国際協力事業団農林水産計画調査部農林水産技術課

4. 調査日程

12/8 (金)	東京	→	
9 (土)		→	ハルツーム
10 (日)	9:30		大蔵経済計画省表敬
	11:00		農業省表敬
	12:00		大使館表敬・打合せ
11 (月)	9:30		かんがい省表敬・打合せ
12 (火)			ハルツーム → ワドメダニ
13 (水)	8:30		かんがい省(本部)表敬・打合せ
	10:30		現地踏査(フルガ・ヌルエルディン地区)
	16:00		現地踏査(ゲジラ地区)
14 (木)	8:30		かんがい省打合せ
	10:30		ゲジラボード表敬・打合せ
			ワドメダニ → ハルツーム
15 (金)			団内打合
16 (土)	10:00		S/W協議(かんがい省)
17 (日)	10:00		S/W協議(かんがい省, 大蔵経済計画省)
18 (月)	9:30		S/W, M/M署名
	10:00		大蔵経済計画省
	11:30		大使館帰国報告
19 (火)	ハルツーム	→	
20 (水)		→	
21 (木)		→	東京

5. 調査団の訪問先及び面会者

関係者リスト

MINISTRY OF FINANCE & ECONOMIC PLANNING (MOFEP)

Dr. Mohamed Kheir Ei-Zubear	First Undersecretary for Planning
Mr. Hashim Mohamed Zain	Assistant Undersecretary
Mr. Mohamed Saaid Abdalla	Inspector
Mr. Babikir Abi Abdalla	Agricultural Section

MINISTRY OF IRRIGATION (MOI)

Mr. Tagel Sir Ahmed	First Undersecretary
Mr. Issam Mustafa	Acting First Undersecretary
Mr. Osaman Mohamed Kheir	Undersecretary for Projects
Mr. Gafar Mahgoub	Undersecretary for Irrigation Services
Mr. Ahamed Mohamed Bashir	Undersecretary for Mechanic & Electric
Dr. Siddig Hussein Abbo	Deputy Director of Planning

MINISTRY OF AGRICULTURE (MOA)

Mr. Ahmed Elderdiri Abdelwahab	Undersecretary
Dr. Abul Moniem Mohamed	Director for Agri Planning

SUDAN GEZIRA BOAD (SGB)

Mr. Abdelhay Ibrahim Mustafa	Agricultural Marager
------------------------------	----------------------

大使館

田中参事官
佐藤二等書記官
梶井三等書記官

第二章 調査結果の要約及び提言

1. 主な協議、打合内容

	事 項	対 処 方 針	協議・打合せ内容
1	国家開発計画，地域開発計画，入植計画における本プロジェクトの位置づけ	国家開発計画，地域開発計画，入植計画における本件の必要性，重要性，緊急性等を把握する。特に，本件がゲジラ計画からとりのこされたこと，規模が大きすぎることで，資本投下がゲジラ地域に集中しており天雨耕作地域の開発が遅れている点等に充分考慮する。	国家開発計画の中では，本地区のある中央州が地区としてはFirst Priority。また既存と新規では既存地区の方がPriorityが高く，当地区はPriorityが高いと判断できる。地区としての順位づけはなく，調査結果がよければFirst Priorityとなる。地域開発計画（青ナイル川ポンプスキーム開発計画）の中では，本地区（既存地区）がFirst Priorityとなっている。
2	案件要請の背景・経緯について	本件は，当初無償資金協力要請案件として要請があったものを，開発調査案件として改めて要請した経緯があり，先方はこの調査に引き続いて日本の協力による早期事業実施を強く期待していると考えられることから，この点に充分留意することとする。 但し調査団としては，現時点で本件終了後の対応について何らコミットする立場	先方政府は，予想通り，日本の協力による早期事業実施を強く望んでいる。調査団としては事業の実施については何らコメントしてないものの，早期事業実施の必要性は，調査団全員の感じるところである。今後の事業の実施計画について前向きな検討を行うことを要望したい。

	事 項	対 処 方 針	協議・打合せ内容
3	調査対象地域	<p>にないので、協議に際しては先方に過度の期待を抱かせないように留意する。</p> <p>本件は、21800フェダンの既存地区及び18000フェダンの新規地区について要請が上がっている。新規地区のとりこみについては、上記②に留意すれば本プロジェクト対象地域から除外する事が妥当と考えられる。</p> <p>このため、既存、新規全域を対象に、開発計画、入植計画、水利権、現場条件等を調査し、この結果より、対象地域については、既存地区とする方向で合意形成を行う。しかし、既存地区のみの合意形成が困難な事も想定されるため、下記の①案、最悪の場合は、②にても、地域確定可能とする。</p> <p>①既存地区+1000～ 2000 ha 程度の新規地区のとりこみ</p> <p>この場合の、新規拡張地区の条件としては</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 既存地形図の補足程度 2) 入植計画が最小限となる事 3) 既存施設の延長により対応可能な地区 	<p>先方政府の意向は、本地区の早期実施を望んでおり、当方の考え方と同じであり既存地区のみでまとまる。</p> <p>なお、既存の9,400ha という数字は、かんがい省のもっている数字に合わせた。(グロス)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 地形図は1/20,000, 1/10,000を確認 • 灌漑計画策定の地形図は現地にて、補足測量(路線、地形)を行えば、上記図面で十分対応可能。

	事 項	対 処 方 針	協 議 ・ 打 合 せ 内 容
		<p>以上の3点に留意する。</p> <p>② 既存地区+新規地区全域対象</p> <p>この場合</p> <p>1) 地形図全域作成(縮尺は、現地調査により決定)</p> <p>2) インフラも含めた入植計画とする。</p> <p>3) Phase 分けの可能性を検討する。</p> <p>以上の3点に留意する。</p> <p>地形図については、現在、既存のものを利用することを前提としているが、現地調査の結果、既存地区についても、必要と判断される場合は地図の作成を再度検討する。</p>	
4	動力計画	<p>動力については、現地状況及び比較設計の結果により決定する。当初よりスーダン政府の意向である電化計画という観点にはたさない。</p>	<p>先方政府は電化要領。安定供給という観点からいえば電化の方が有利。総合的にも電化計画となるであろう。</p>
5	調査実施スケジュールについて	<p>S/W(案)のTentative Schedule をとりあえずのDraftとし、現地確認結果を踏まえて先方政府と協議し決定する。</p> <p>なお、写真撮影が必要となる場合は、撮影可能時期について、充分配慮する。</p>	<p>当初の第一案、既存の地形図作成をしないスケジュールで問題なし。調査開始時期は、2年9月頃以降。それ以前では、気候が悪く仕事にならないとのことである。</p>

	事 項	対 処 方 針	協議・打合せ内容
6	ステアリングコミッ ティの設置について	農業省，大蔵経済計画省等 関係機関によるステアリン グコミッティの設置を要請 する。	事前調査に対する協力及び 今後の協力についても約束 しており，特にステアリン グコミッティの必要はない。
7	先方政府の便宜供与 事項について	現地調査車輛，カウンタ ーパート，現地における調査 団員宿舍，オフィス等の提 供の可否について確認する。 また，先方からの機材購送 の必要性についても確認す る。	車輛 2 台程度供与可能。 不足分については，J I C A でアレンジしてほしい。 運転手，ガソリン等のアレ ンジは行う。 ハルツーム及びワドメダニ にオフィスの提供を行う。 調査用機材として車輛 2 台 パソコン，ワープロの要請 あり。 (供与機材の税金は，かん がいで払う。)
8	現地委託業務につい て	地形図作成，機場地質調査 土壌試験，測量（路線，地 形）等について，各種試験 研究機関，現地業者等に委 託可能かを調査する。 委託可能な場合は，コスト， 工期等についても調査を行 う。	地形図及び地質調査は必要 なし。 土壌試験については必要な ものはMOIで行う。 測量（路線，地形）につい ても協力する。
9	環境評価について	かんがいの再開始に伴い， マラリア等の発生，農薬投 入による水質問題を調査す るとともに，必要ならば， 調査項目の一つとする。	ゲジラ地区を参考に検討す ること。

	事 項	対 処 方 針	協議・打合せ内容
1.0	案件名について	<p>要請では Hurga and Nur El Din Pumped Irrigation Schemes. となっているが Hurga and Nur El Din Pump Irrigation Pro- ject. としたい。 又、新規拡張地区をとりこ むのであれば Hurga and Nur El Din Pump Irrigation Dev- elopment Project. とする。</p>	<p>Pump Scheme Rehabilita- tion Project. と変更。</p>

2. S/W修正内容

S/W修正内容は次のとおりである。(番号は本文と対応している。)

- ① プロジェクト名については、既存地区の既存施設の更新という調査の内容に合わせた。
- ② サイナーにMFEPの第一次官には入ってもらった。
- ③ 調査面積はかんがい省のもっている既存地区の数字にあわせた。
- ④ 分野が違うため分けた。
- ⑤ Irrigation Associationは、存在しないため削除。
- ⑥ 分野が違うため分けた。
- ⑦ Social and institutional aspect という項目を追加。
- ⑧ Construction Cost 及び Operation and maintenance Cost という項目を追加。
- ⑨ 現在、軍事政権化で外国人登録は、ハルツームより外にできるために、絶対必要であり exempt できないとの事であり、事前調査団も外国人登録を行ってから現地調査に行つた経緯を踏まえ ASSIST とした。
- ⑩ あくまでも、日本に持ち帰る機材のみしか無税とならないので⑩の表現を加えた。日本

からの供与機材については、税金はかんがい省の方で払う。


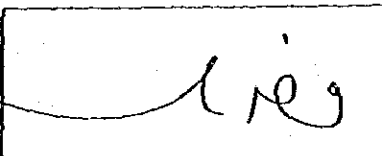
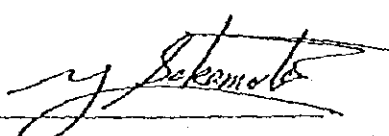
- ⑩ ガソリンの提供をお願いしたところ、手配するとの事であったため、fuel を追加した。

SCOPE OF WORK
FOR
THE FEASIBILITY STUDY
ON
HURGA AND NUR EL DIN PUMP SCHEME REHABILITATION PROJECT ① 名称の変更
IN
THE REPUBLIC OF THE SUDAN

AGREED UPON BETWEEN
MINISTRY OF IRRIGATION
AND
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

KHARTOUM , SUDAN 18th, DECEMBER, 1989

②

 MR. ISSAM MUSTAFA ACTING FIRST UNDERSECRETARY MINISTRY OF IRRIGATION	 DR. MOHAMED KHEIR EL-ZUBEAR FIRST UNDERSECRETARY FOR PLANNING MINISTRY OF FINANCE AND ECONOMIC PLANNING	 MR. YUJI SAKAMOTO LEADER OF THE PRERIMINARY SURVEY TEAM THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
--	---	---

78

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of the Sudan (hereinafter referred to as "the Government of Sudan"), the Government of Japan decided to conduct the feasibility study on Hurga and Nur El Din ^① Pump Scheme Rehabilitation Project (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan. Accordingly, 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 concerned of the Government of Sudan. The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the study is to conduct the feasibility study on Hurga and Nur El Din ^① Pump Scheme Rehabilitation Project.

III. OUTLINE OF THE STUDY

1. Study Area

The study area shall cover the Hurga and Nur El Din ^① Pump Scheme Rehabilitation Project ^② area of about 9400ha which is located to the right bank of the Blue Nile about 30 km Southeast of Wad Medani in Central Province.

2. Scope of the Study

20

28

The Study will be divided into the following two works.

Work- I : Data collection, survey, investigation and
formulation of basic concept of the project

Work- II : Formulation of a rehabilitation plan

Major work items of each works are;

I. Work- I (Work in Sudan)

(1). Data collection and field survey

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

A) Natural condition

- a. Topography
- b. Meteorology
- c. Hydrology
- d. Geology ④
- e. Soil } 分離
- f. Vegetation
- g. Water quality

B) Irrigation and drainage system

- a. Existing pump facilities
- b. Irrigation and drainage system
- c. Operation and maintenance system
- d. Water requirement ⑤
- e. Power supply 削除: Irrigation association

C) Agriculture

- a. Land use
- b. Land holding
- c. Farming
- d. Cropping pattern ⑥

e. Yield

} 分離

f. Agricultural support system

D) Agro-economy

a. Farmers' income and productivity

b. Marketing

c. Regional economy

⑦

d. Social and institutional aspect 追加

E) Programmes

a. Regional and national development plans relevant to the project

F) Others

a. Construction cost

⑧

b. Operation and maintenance cost

} 追加

(2) Formulate basic concept of the project

a) Rehabilitation plan

b) Irrigation and drainage plan

c) Basic layout of major facilities

d) Power supply

2. Work- II (Work in Japan)

(1) Formulate the rehabilitation plan of the project on the basis of the results of the study on data and information collected through field survey and investigation, as follows:

A) Formulation of the following plans

a) Land use and classification

b) Selection of crops, cropping pattern and farming

c) Pump facilities

d) Power supply

e) Agricultural infrastructure

- 78
- Irrigation and drainage facilities
 - Farm road
 - f) Water management
 - g) Others
 - B) Preliminary design of the major structure
 - C) Implementation schedule of the project
 - D) Organization and institutional plan for operation and maintenance
 - E) Estimation of the project cost and benefit
 - F) Project evaluation

IV. STUDY SCHEDULE

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

V. REPORTS

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

(1) Inception Report

Twenty (20) copies at the commencement of the field work in the Work- I

(2) Interim Report

Twenty (20) copies at the end of the Work- I

(3) Draft Final Report

Twenty (20) copies at the end of the Work- II

The Government of Sudan provides JICA with its comments on the

JICA

20

YS

Draft Final Report through the Embassy of Japan within one (1) month after the receipt of the Draft Final Report

(4) Final Report

Fifty (50) copies within two (2) months after receiving the comments on the Draft Final Report.

VI. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF SUDAN

1. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Sudan will take necessary measures:

(1) to secure the safety of the Study team,

(2) to permit the members of the Japanese study team to enter, leave and sojourn in Sudan for the duration of their assignment therein, and assist them ^⑨ in alien registration requirements during the (exempt) (from) period of the study 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 Sudan for the conduct of the Study, ^⑩ in this case those equipment and etc. will be re-exported to Japan. 追加

(4) to exempt the members of the Japanese study team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances 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 Sudan from Japan in connection with the implementation of the Study.

D

no

- JMS
- (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 study team to take all data documents related to the Study including photographs out of Sudan to Japan, and
 - (8) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable to members of the Japanese study team.
2. The Government of Sudan 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.
3. Ministry of irrigation (hereinafter referred to as "MOI") shall act as counterpart agency to the Japanese study team and also as coordination body in relation with other governmental and non-governmental organization concerned for smooth implementation of the Study.
4. MOI shall, at its own expense, provide the Japanese study team with the following in cooperation with other agencies concerned:
- (1) available data and information related to the Study,
 - (2) additional survey related to the Study, if necessary,
 - (3) counterpart personnel to participate in the various activities for the Study,
 - (4) suitable office space with necessary equipment and furniture in Khartoum and the Project site,
 - (5) appropriate number of vehicles with drivers and fuel, and
 - (6) credentials or identification cards to the members of the study team.
- ⑩ 追加
- NEO

ye

VI. UNDERTAKING OF JICA

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

1. to dispatch, at its own expense, study team to Sudan, and
2. to pursue technology transfer to the Sudanese counterpart personnel in the course of the Study.

VII. OTHERS

JICA and MOI will consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

A

MO

78

APPENDIX

TENTATIVE WORK SCHEDULE

DESCRIPTION	MONTH												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I. Work - I	▨												
II. Work - II				▭									
III. Explanation of Draft Final Report							▨						
IV. Reports	△ IC/R			△ II/R			△ DF/R			△ F/R			

IC/R: Inception Report

P/R : Progress Report

DF/R : Draft Final Report

II/R : Interim Report

F/R : Final Report

▨ Work in Sudan

▭ Work in Japan

~~Handwritten mark~~

Handwritten mark

3. 調査結果の要約

1. 総括

- ① ス政府の経済政策等については政変後半年近くを経ても具体的なものは明らかにされていないが、政府関係者との協議を通じて、農業の復興がこの国の最優先課題であり、本件のような事業の優先度に何等影響はないと判断して差し支えないと思われる。
- ② 農業分野の協力実績が少ないので、今回は要請元である灌漑省に対して、日本の援助方式、特に開発調査の枠組みについて十分説明した。
灌漑省については本件の事業主体として何等问题ないと史料され、又、関連機関である SGB についても、十分な協力を得ることは可能である。但し、政府関係機関全般に財政難等から機能低下が見られることも事実である。
- ③ 要請内容については協議の結果明快な回答が得られ、調査対象は既存 2 地区の灌漑施設の復旧計画とし、極力既存ポンプ場の活用を図ることとした。調査団としても現地調査を踏まえて要請内容は妥当であるとの判断をしており、F/S 実施上も問題の無い優良案件であると思料される。
- ④ ス政府の出入国管理及び国内の旅行制限はかなり厳しいものがあり、事前に十分な了解工作をして置くなどの配慮を要すると考えられる。
生活環境については、特に深刻な問題はないが、食料事情は日本人にとって厳しいかもしれない。

2. フルガ、ヌルエルディンポンプかんがい区の概要

フルガ、ヌルエルディンポンプかんがい区は青ナイル州ワド・メダニの南東約 30 km の青ナイル川沿岸に位置し、青ナイル川支流のディンダー川とラファド川の間には拡がっている地帯である。両地区共 1950 年代初期に民間の綿花栽培計画として開発されており、22,275 フェダンを青ナイル川からポンプかんがいで灌漑している。現在農地は国有となっており農家はテナントとして小作を行なっている。ポンプ場支線水路の管理はかんがい省が行い、作付計画の決定、配水の監視等営農計画の決定管理はスーダンゲジラボードが行っている。

当かんがい区は、取水施設であるポンプ場の他、用排水路が整備され、十分なかんがい排水システムを持っていたが、現在耕作されている面積は全体の約 33%、7,425 フェダンのみである。ほとんど天水条件下での営農となっており、作目も主食のソルガムのみであり、換金作物の綿花、落花生などは作付けされていない。こうした営農状況はポンプの老朽化(後述)のほか当かんがい区の上流に位置し、スーダン最大の農業地帯である青ナイル左岸のゲジラ地区へ用水供給するセナールダム取水が増加し、青ナイル川の水位

が低下したことにより7月から10月まで(7~9月は洪水期)しか揚水できなくなったこと、用水路の堆砂が進み(幹線水路で約1m)断面が不足してきたこと、分水ゲート等が破損、又は埋没し、使用不可能となったものが多いなどの理由による。

ポンプ場は両地区共建物の床、壁はコンクリート造り(一部波形アスベスト)、屋根は鉄骨フレームに波形アスベストがふいてある。屋根に明りどりの窓はあるが照明設備はない。建物は外装内装共に一部補修の必要はあるが継続使用は可能と思われる。基礎地盤は泥岩であり構造上の問題は特にないが、ヌルエルディンポンプ場の上下流は、数百mに及び河岸浸食法面崩壊がみられ、ポンプ場直下の法面保護工の崩れもみられた。

水路はかなりの堆砂がみられるため、ポンプの改修と合せ排土が必要である。かんがい農業が行われているゲジラ地区においては、かんがい省が水路の泥上げを継続して行っているとのことであるので当地区の水路の維持管理についても問題はないと思われる。分水工等付帯施設は破損しているものが多く、ほとんど全てについて交換が必要であると思われる。

3. 施設計画の概要

各機場の現況は次のとおりである。

①フルガ(Hurga) 機場

建屋の床、壁はコンクリート造り(一部波形アスベスト)、屋根は鉄骨フレームに波形アスベストがふいてある。壁の上方に明かり取りの窓があるが、他に照明設備はない。波形窓の一部は壊れて穴があいているものの、コンクリート部分は比較的しっかりしている。手動式天井クレーンがあるが能力は不明。動力は床面に設置されたディーゼルエンジン(Bohn & Kahley 社製8気筒600 BHP/500 rpm)で、ギアボックスを介して立軸斜流ポンプ(Rhu-rpm Ken 社製口径750 mm、揚程20.5 mにおいて吐出量1.5 m³/S)を駆動させる構造となっている。全部で3台あるが1台は取りはずされていた。現地調査時点(1989年12月13日)の青ナイル川の河川水位はポンプ吸入口より訳2 m下がっていたが、少しでも水が欲しいということで、取水可能な水位になればポンプを廻すとのことであった。

②ヌルエルディン(Nur El Din) 機場

建屋の構造はフルガ機場と同様であるが、ポンプが革ベルト掛の横軸斜流渦巻ポンプ(Rhumpumpen 社製口径600 mm/450 mm、800 rpmにおいて揚程20 m、吐出量1 m³/S)であるため屋根はフルガ機場に比べ低い。動力は床置きディーゼルエンジン(Bohm & Kahler 6気筒450 BHP/500 rpm)である。全部で3台あるが、1台はベルトがはずされており使われていない。機場より鋼管のサクションパイプ3本が延

びているが、調査時点の河川水位に達しているのは2本のみであった。

③動力計画

動力源については、この国の不安定な燃料供給を考えた場合（極端な外資不足による。）安定供給という面で電化することが妥当と考えられる。ポンプ場と、パワーラインの距離は7～8 km程度であり、電化によるメリットの方が高いと考えられる。

4. 農業現況

スーダン国の国土は広く、気象条件、とくに降雨量が北部と南部で格段に差があるため、農業形態は一様ではない。

調査地区の位置する中部は、降雨がきわめて少ないが、本調査地区は白ナイルと青ナイルで形成される三角地域ゲジラかんがい地域に隣接した青ナイル川沿いの平垣で肥沃な地域であり、スーダン国農作物生産の過半を占めるゲジラかんがい地域（広義）の一角にある。

ゲジラかんがい地域の農業形態としては、大型トラクターを基幹とした近代的機械化農業が営まれている。作物としては、ワタ、ソルガム、ミレット、コムギ、ゴマ、落花生、野菜、果樹などがある。ゲジラ地域はかんがい施設が整備された農業開発公社である「ゲジラボード」によって管理・指導されており、主要な換金作物であるワタ40%、ソルガム27%、コムギ12%、その他12%の作物が作付されている。

調査地区は、1925年のセナールダム建設によって、かんがい可能となった「ゲジラ地区」の南東に位置し、青ナイル川を水源とする隣接した2つのポンプかんがい地区により構成される。地区面積としては、約9400 haであり、このうち潜在的な耕作可能面積は約8300 haとなっている。

一方、営農形態としては、当該地区の農家は自分自身の土地を所有せずテナント（借地人）として政府から土地を借りている形であり、その戸数は1,458戸、耕作規模は6.3 haである。作物は、ポンプ施設等が完全であった1981年以前はワタを中心とした作付がなされていたが、その後ポンプ施設の老朽化、河床低下により完全なかんがいができなくなりワタの作付、生産量も減少し、現在（1988年）は、自給用のソルガム（デュラ）が地区面積の33%、3,100 haにおいて天水を頼りに作付されている。作付されている場所は、かんがい可能（限られた期間）な地域（ポンプ場周辺）において作付されている。

しかしながら、生産量は、あくまで天水を主体としているため極めて少ない状況にある。

営農方式としては、現在ポンプかんがい不可能であるために計画的な方式は実施されていないが、調査地区を含むゲジラかんがい地域は、全域がゲジラ計画（Gezira Scheme）

に含まれ、1つの農業生産組織によって農業が営まれている。この運営は、中央政府（土地と水の供給・管理）とゲジラボート（Sudan Gezira Board、略称SGB、直接的経営、管理指導など）と農家（労働供給）との3者が一体となって行い、その収益は3者で分割する方式を基本としている。

なお、作付不能地の発生に伴う離農は、現在ワドメダニ市内へ働きに出ているものの集落から離れておらず発生していない。

また、土壌としては、Vertisol（バーティソル）と呼ばれるシルト質土壌で土色は暗灰色、PHは中性から弱アルカリであり、塩害についても地下水位が低いことから見受けられなかった。

5. 既存資料の整備状況及び関連事業

調査地区は、スーダン国で最もかんがい農業が進んでいるゲジラ地域（広義）に属するため、本調査地区のポンプかんがい施設改修に伴う資料は整備されている。特に、調査地区を含めて計画された「青ナイル川ポンプ近代化計画報告書（案）BLUE PUMP SCHEMES MODERNIZATION STUDY FINAL REPORT（DRAFT）」が存在する。

また、調査結果として既存ポンプかんがい施設の改修（既存用水路の整備を含む）が必要との結果を得たため、関連事業は必要がないものと推測される。

4. 本格調査に対する提言

1. 総括

- ① 現地調査は酷暑期と雨季を避け、9月以降とすることが望まれる。
- ② 既存機場の活用の可否については、必要な機器を携行して十分な調査が為されるべきであるが、灌漑省の既存機場活用による事業効果の早期発現を望む要請にも十分配慮すべきである。
- ③ 調査期間中の効率確保のため、OA機器やその消耗品及び車両の確保に配慮する必要がある。

2. かんがい排水

- ① ポンプの動力は電力にしたいとかんがい省では考えている。（近隣ラファド川地区シャセイナ地区において実績あり。）
- ② モーターの設置位置をポンプの真上とした場合、設置台が必要となり、荷重が偏ることとなるので重量のチェックを行う。
- ③ ヌル・エル・ディンポンプ場周辺河岸の侵食防止、護岸工の範囲工法等について検討

するとともに、位置変更案との経済比較を行う。

- ④ フルガポンプ場給水槽は堆砂しやすい構造となっているので導流壁の形状等堆砂しにくい構造の検討を行う。
- ⑤ 川排水路の排土量を把握するため、堆砂量について抽出調査を実施する。
- ⑥ ぼ場の整地は必要ないとのことであったが、排水機能を確保するためぼ場標高のチェックを行う。
- ⑦ ポンプの運転時間については、スーダンの電力需要がピークとなる18時から24時までを除き18時間運転となる。配水時間は6時から18時までの12時間であり、0時から6時までの揚水は幹線、支線水路で貯留しておくことにしているため断面の検討を行う。(「青ナイル調査」レポートでは、配水時間を24時間とし、水路断面の縮小を図ることを提案しており、不足6時間分の用水は事前に調整池に揚水しておくこととしている。)

(3) 施設計画

- ① 電動化に関して、電力の供給はNEC(National Electricity Corporation)により供給されるが、需要に対し発電容量が不足するためか、首都においても何の予告もなく突然停電することがあった。停電は夏期午後6時から深夜12時までによく起こるので、揚水の時間帯についてよく検討する必要がある。(1日18時間稼働で容量を決めること)
- ② 年間取水を考えており、この場合河川の最低水位はE.L.390.0mとなる。現在のポンプの羽根車の位置を3m程度下げる必要がある。
- ③ 建屋は一部手直が必要なものの、継続使用可能と思われるが更新ポンプによる荷重等の検討を要する。
- ④ ヌル・エルディン機場のポンプは水位低下に対応するため、立軸ポンプが必要である。また建屋周辺の河川側の壊食が進んでおり、補強、保護等対策が必要と思われる。

(4) 農業

フルガ・ヌル・エル・ディン地区のポンプ改修事業の経済的、社会的な効果及び緊急性については、現地の状況、スーダン国の要望状況等から見て極めて高いものと考えられる。また、今後の計画実施に当たっては、下記の点に留意する必要がある。

- ① 当地区は、耕作を中止してから7～8年を経過した地区が大半であり、耕作再開に伴う施肥等の土壌管理、営農指導の強化対策の必要性について検討する必要がある。
- ② 当地区を含むゲジラ灌漑農業地帯の土地利用方式としては、3年ローテーション(綿-小麦-ソルガム・野菜)を基本としているが、近年は体系がくずれている事例が見られ、地力低下、灌漑水の競合等が発生し、基幹作物の綿の収量低下を招いているた

め、単収増加を図るためのローテーションの順守、施肥の適性化、これらを指導する体制の強化策を図る必要がある。

- ③ 土地利用については、ゲジラ地域で現在行われている綿を基幹作物とし、小麦、ソルガム、ピーナツ、野菜とするが水管理の効率化、地力増強策を講じた100%の土地利用を推進する必要がある。
- ④ 収穫作業の機械化については、収穫時期の集中化により労働費の増加がみられるため、検討を要する。特に綿の収穫作業機械の導入を検討する必要がある。

第三章 計画地域の概要

1. 社会、経済状況

(1) スーダンの自然的、社会・経済的条件と農業の概況

スーダンには約250万km²の国土面積をもつアフリカ最大の国であり、人口は2284万人(1987年推定)である。人種的には北部のアラブ系(75%)と南部のニグロ系(25%)に大別され、両系間の言語、宗教的な差異に起因する南北問題は政治化して武力闘争を惹起している。

自然環境は、国土が南北約2000km、東西約1500kmに及ぶため大きな変化がみられる。スーダンの北部は年降雨量0~300mmの乾燥ないし半乾燥地、中央部は年降雨量300~800mmの半乾燥地ないしサバンナ地帯、南部は年降雨量800~1500mmの湿潤地帯でナイル川上流域の低湿地、山岳部、森林地帯である。

スーダンは、世界で最も暑い国の一つで、例えば首都ハルツームの日最高気温の年平均は37.2℃、月平均値が体温より高い月数は年7ヶ月に及ぶ。一方、1日の気温較差は15℃以上で日最低気温の年平均は21.7℃、12~2月は15℃程度まで低下する。

国民総生産は7,350百万ドル(1985年相対)、1人当たりのGNPは330ドルである。国民総生産の3分の1は農業、就労者の3分の2は農業従事者、輸出品目の95%が農産物であり、農業はスーダン国における最も重要な産業となっている。一方、開発資機材を始めとして必要消費物質の大部分を輸入品に依存するため国際収支は大きな赤字を続けており、1986年には国際通貨基金(IMF)からの新規融資資格を停止されている。

スーダンの農耕可能地は8,400万haと見込まれているが、既耕地は3,000万haに過ぎず開発の余地は大きい。主な作物は、ワタ、ソルガム、コムギ、ラッカセイ、野菜等で一般に収量は低い。ナイル川沿いの地域は水資源に恵まれ、かんがい農業が行われており、農業開発のポテンシャルが高いが、資金不足、頭脳流出、労働力不足などにより農業生産、施設更新の各段階に問題があり、その発展を妨げている。

表1 気候区分と地帯別降雨量

気候区分	地帯	緯度	面積 万km ²	降 雨 量			含まれる都市(例示)	
				北	南	平均		
				mm	mm	mm		
沙漠気候	沙漠地帯	17°~22°	70	25	75	50	ワジハルファ, アトバラ	
半沙漠気候	半沙漠地帯	15°~17°	50	75	300	190	ハルツーム	
スーダン熱帯気候	サバンナ地帯	9°~15°	70	300	800	550	ワドメダニ, エルオベイド, エルフィジェル, カトツル, センナ	
湿潤熱帯気候	南部地帯	4°~9°	60	800	1400	1100	ジュンバ, モンガラ, レンア, ワウ	

(出典) World Bank Report及びThe Aelas of Africa

表2 各地の気温(℃)

		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
ワジハルファ	高	239	261	211	367	400	411	411	406	383	367	306	256	344
	低	7.8	8.9	12.2	16.7	21.1	23.3	23.3	23.9	22.2	19.4	14.4	9.4	16.7
アトバラ	高	306	322	356	394	417	428	406	394	411	394	350	317	372
	低	13.9	15.0	17.8	21.1	25.0	26.7	26.7	25.6	26.1	23.9	19.4	15.6	21.7
ハルツーム	高	322	339	378	406	417	411	383	367	389	400	361	333	372
	低	15.0	16.1	18.9	22.2	25.0	26.1	25.0	24.4	25.0	23.9	20.0	16.7	21.7
ワドメダニ	高	340	355	386	413	416	397	362	346	365	389	373	346	374
	低	15.2	15.9	18.6	20.5	23.8	23.6	22.3	21.5	21.7	22.1	19.9	16.4	20.2
ジュンバ	高	372	378	372	356	333	328	311	311	328	344	356	36.7	344
	低	20.0	21.7	22.2	22.2	21.7	20.6	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.6

(注) 高: 日最高気温の月平均

低: 日最低気温の月平均

(出典) アフリカの気候

表3 部門別国民総生産^a
(100万S£)

	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86	%
農 業	2,062	2,320	2,664	2,792	4,486	32
商 業	1,349	1,755	2,088	2,553	3,056	22
製造業, 鉱業	470	627	783	1,071	1,392	10
運輸・通信	647	754	887	1,153	1,466	10
建 設	280	390	502	589	620	4
電気・水道	117	160	203	273	356	3
政府サービス	610	806	969	1,294	1,481	10
その他サービス	528	79	900	1,095	1,240	9
G D P (時価, 生産者価格)	6,063	7,521	9,996	10,822	14,097	100

注 a. 期末 6月30日

出所 Bank of Sudan.

表4 主要作物面積・生産量
(1,000 feddan, 1,000トン)

	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87 ^a
面 積 (1,000 feddan)	863	933	954	857	788	883
生 産 量 ^c (1,000 bales)	823	1,167	1,006	860	720	775
Dura (ソルガム)						
面 積	9,258	8,665	8,932	7,987	12,875	11,658
生 産 量	3,345	1,965	1,828	1,097	3,542	3,605
Dukhn						
面 積	2,618	2,723	3,025	3,126	4,108	3,536
生 産 量	573	339	314	158	428	544
落花生						
面 積	2,346	1,862	1,834	1,708	951	1,222
生 産 量	721	497	413	378	274	454
胡 麻						
面 積	1,971	1,999	2,177	1,828	2,474	2,575
生 産 量	242	163	206	130	131	301
小 麦						
面 積	354	233	349	115	360	358
生 産 量	163	141	169	79	199	200

注 a. 推定値

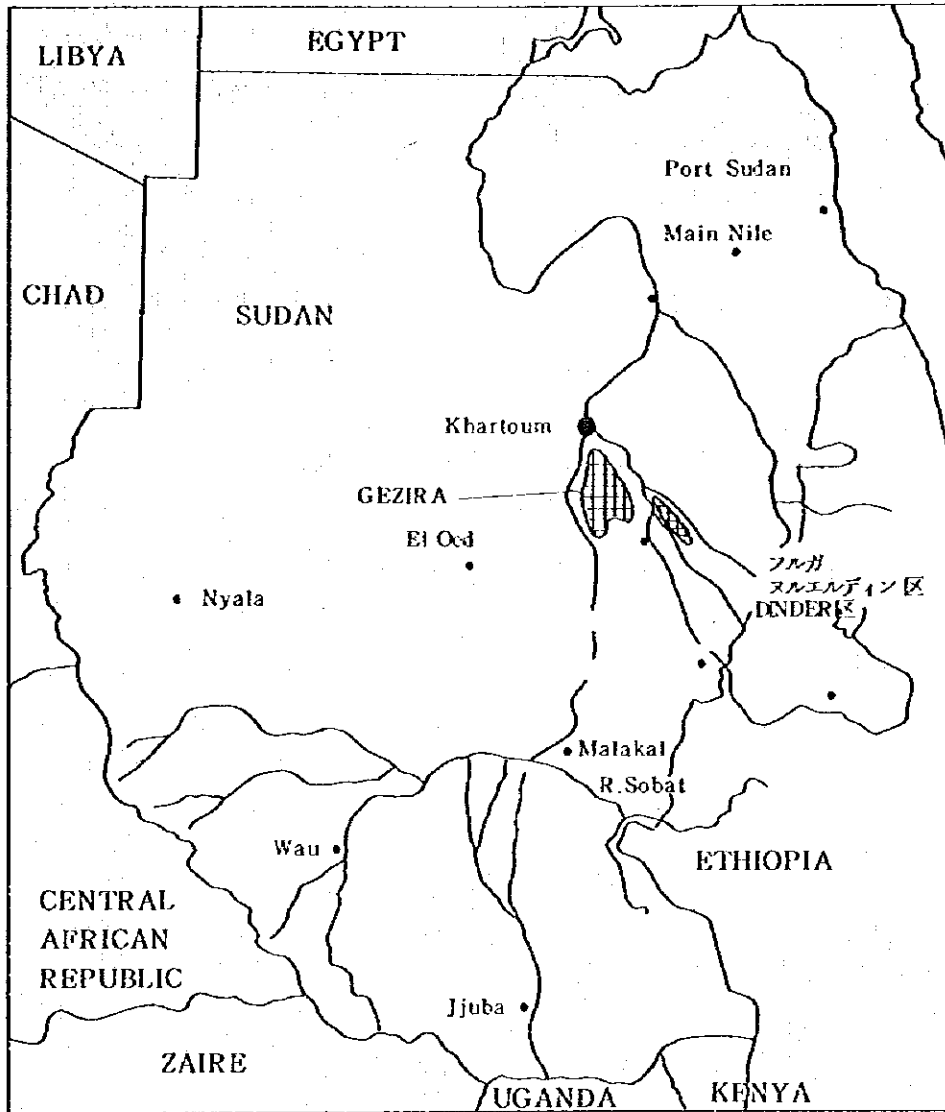
出所 Ministry of Agriculture Inigation.

(2) 計画地域の概況

当地域は青ナイル州ワド・メダニの南東約30kmの青ナトル川右岸に位置し、青ナイル川支流のディンダー川とラファド川の間には広がっている地帯である。スーダン気候分類によれば乾燥夏期降雨地帯に属し、年間降雨量は225mmから400mmであり、季節は乾燥冬期、乾燥夏期、湿潤夏期と大きく3つに分けられる。乾燥冬期は12月から2月までの期間で低温、低湿度(20~30%)で特徴づけられる。湿潤夏期は7月から9月まででこの期間に年間の80%以上の降雨が集中し、気温、湿度(80%)が高い。一方、乾燥夏期は残りの期間であり、高温及び低湿度である。

当地域は、1950年代初期に民間の綿花栽培計画として開発されており、フルガ12,810フェダン、ヌルエルディン9,465フェダン合計22,275フェダンをポンプかんがいしている。現在これらの土地は全てスーダンゲジラボードが所有しており、約1485の小作農がテナントとして耕作を行っている。ポンプから支線水路の分水工までの施設管理はかんがい省が行なっている。従来、農民はかんがい条件下で綿花及び落花生の輪作栽培を採用してきたが、近年ポンプの老朽化などによりかんがい困難となり、ほとんど天水条件下でのソルガム栽培となっている。

図1 位置図



2. かんがい排水(施設と維持管理)

水源たる青ナイル川はエチオピアのタナ湖に源を発し、首都ハルツームで白ナイル川と合流するまでの延長700kmの河川である。その支川としてラフアド川とディンダー川があるが、当地域はその間に存する。青ナイル川の勾配は概ね1万分の1である。7月から9月までの洪水時は平均的に6000 m^3/s 程度(ピーク10,800 m^3/s)である一方、渇水期は120 m^3/s 前後、40 m^3/s という記録もある。ナイル川の年平均流量は740億 m^3 とされ、1959年のエジプトとの協定において185億 m^3 がスーダン側への配分流量となっており、その約半分が農業用水として使用されていると推定されている。河床は一部岩の露頭がみられるが一般に厚く土砂が覆っている。当地域の上流にはセナールダム(1920年完成)があり、青ナイル川左岸のゲジラ地区に配水している。このダムは農業用水並びに発電の役割を担っており、河道貯留効果も有している。エチオピアとの境界付近には青ナイル川の流況安定と発電を目的としてロゼリアダム(1966年)がある。両ダム共に洪水調節機能は有していない。

ポンプ場並びに用排水路は1950年代初期に民間の綿花栽培計画として建設されたもので、かんがい面積はフルガ地区12,810フェダン、ヌルエルディン地区9465フェダンである。1960年代にこれらの地区は国営となり1970年代には両地区共かんがいシステムの近代化及び近代管理技術の導入を目的としてスーダンゲジラボードの管理となり、同時に施設管理はかんがい省が行うこととなった。

ほ場かんがいシステムは図1のとおりである。標準型は支線水路間隔が1420m、アブイシュリンと呼ばれるほ場内水路間隔が292mでそれらに囲まれた範囲を「ナンバー」(90フェダン)と称している。ナンバー内の基本単位は「ハワシャ」と呼ばれる4~5フェダンのほ区でアブシッタと呼ばれる末端水路で分割されている。従って1ナンバーに18本のアブシッタが存する。1戸の農家は約15フェダンの耕作を行っている。配水はアブシッタから分岐した水路から自然勾配を利用したうね間かんがいを行っている。支線水路からの分水工は直径0.35mのパイプであり、ゲート操作により概ね115 l/s の用水を供給している。支線水路の水位は、ウェルヘッドレギュレータとかパイプレギュレータ(図2)などにより維持している。これらはスーダンでは一般的にみられる方式である。水路は全て土水路であり、横断構造物は鉄筋コンクリートあるいは鋼管パイプである。

当地域は、従来十分なかんがい排水システムが装備されていたが、現在耕作されている面積は7425フェダン、33%のみである。作目も主食のソルガムのみであり、換金作物である綿花、落花生などは作付されていない。こうした営農状況を誘引した理由としてはまずポンプの老朽化があげられる(「3.既設ポンプ」章に詳述)。更に青ナイル川左岸のゲジラ地区に対するセナールダムからの用水補給面積が当初の8万フェダンから200万フェダンに増

図1 末端のかんがい排水システム

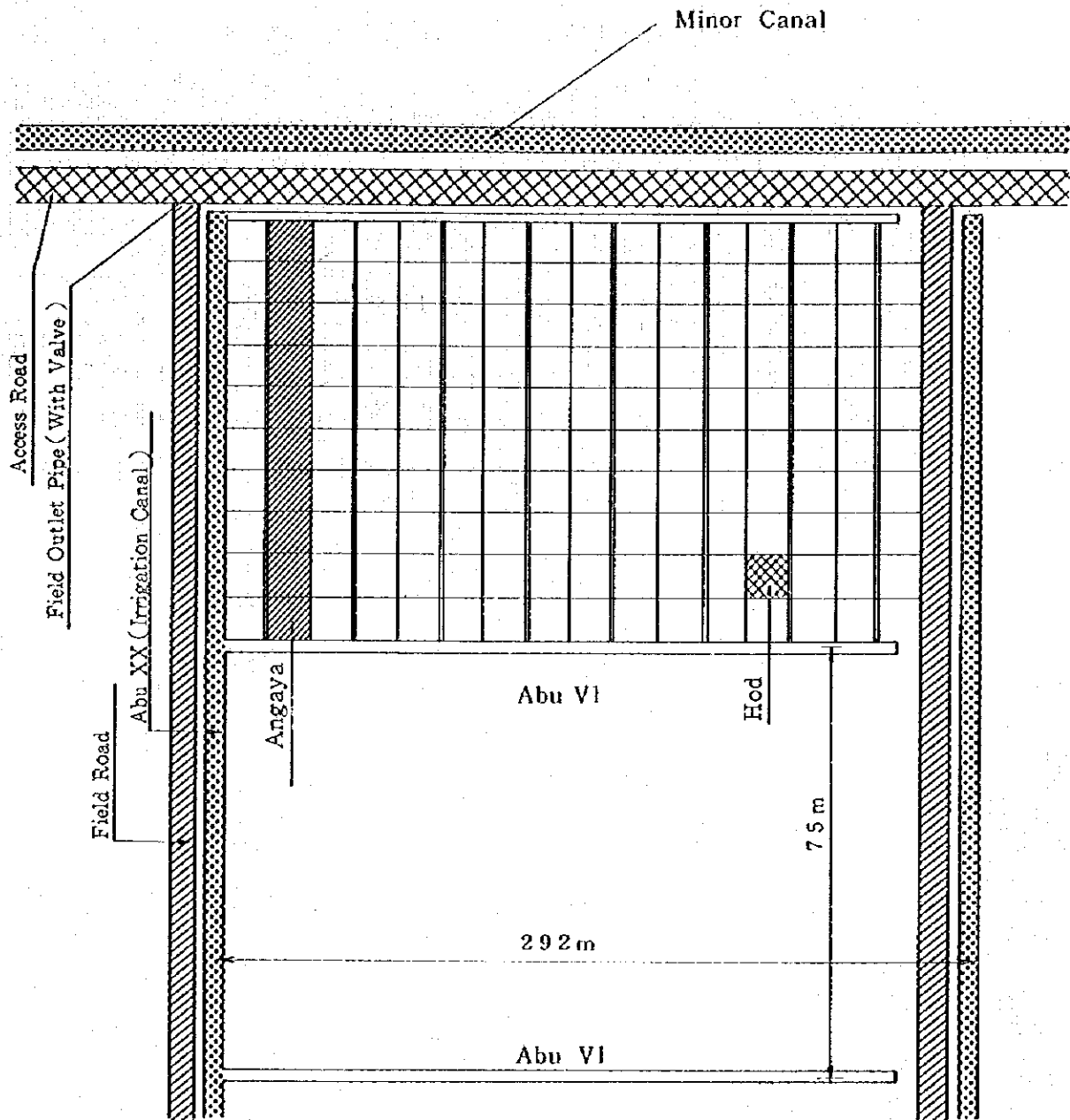
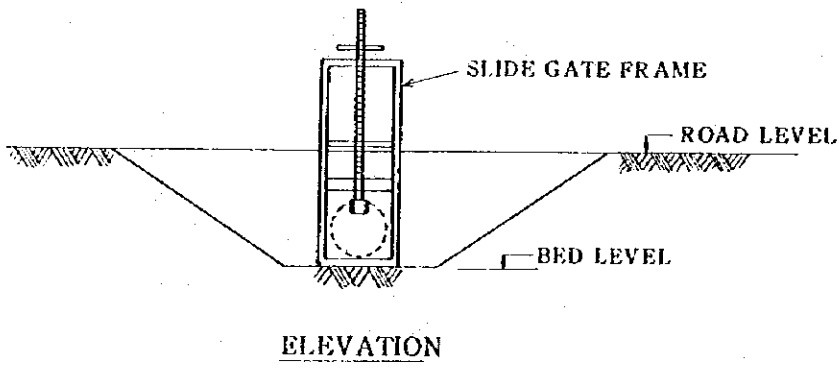
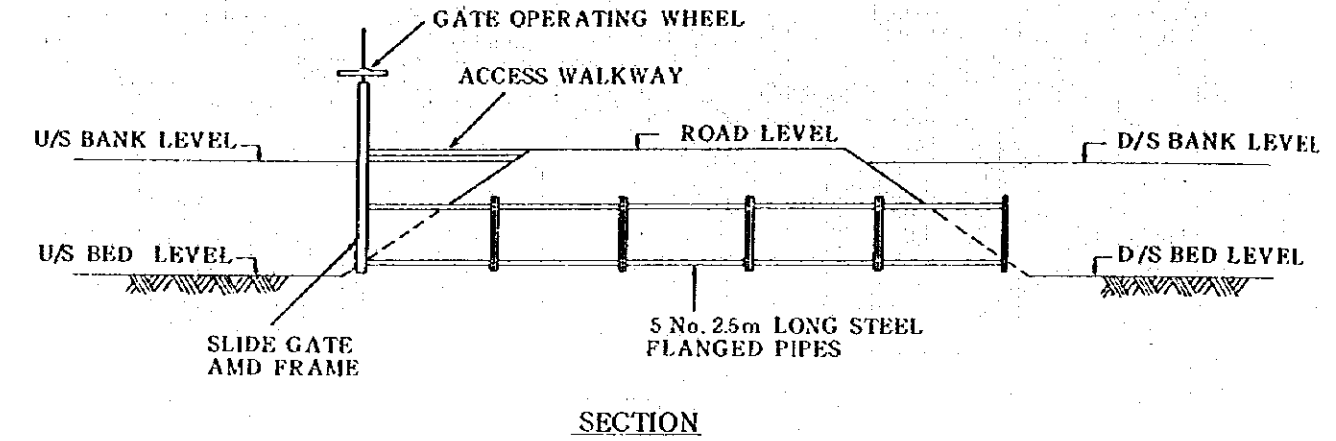


図2 パイプレギュレータの構造



PIPE REGULATOR

加したことに伴いセナールダム取水水量が増大し、当地域のポンプ位置において水位低下が発生したため7月から10月頃(7~9月は洪水期)までしか揚水できなくなったためである。ゲジラ地区は青ナイルと白ナイルに挟まれたスーダンにおける最も肥沃な土地であり、全耕地面積の12%を有しており、75%の綿花と85%の小麦、60%の落花生を生産している。外国への綿花販売収入が国家収入の40%を占める農業立国のスーダンにとって最も重要な地区である。

その他現地の状況をみると用水路の堆砂が進み(幹線水路で約1m)、断面が不足してきたり、分水ゲート等が破損又は埋没し使用不可能となっているものが多くみられた。ゲジラ地区においては水路の泥上げがなされ、施設も比較的良好(かなり古い年代のものが多く更新の必要はある。)に維持されていることからみると当地域については用水が確保できず、営農が困難となったため施設管理が行われなくなったと認められる。

農地は全て国有で農家はテナントとして政府から土地を借りている。作付け計画はゲジラボードが決定し、農家は自身の収穫量に対して、種子、肥料、かんがい用水の供給等サービスを差引いた金額を収入とするシステムであり、絶対量の少ないかんがい水を農家に公平に供給するため取水施設、幹線水路、支線水路、ほ場水路への分水工の操作等の維持管理をかんがい省が行い、ほ場における配水をゲジラボードが監視している。

現在はほとんど天水条件下での営農となっているが、ポンプ揚水が可能な時期においては、ポンプの取水、ほ場への配水とも明るくなったら(午前6時)開始し、暗くなったら(午後6時)止める12時間取水配水方式であった。水路の勾配は概ね20万分の1程度であり、夜間は分水工全てをクローズにすることにより水路貯留を行っており、かんがい開始時のタイムラグを少なくするようにしている。

かんがい施設そのものは国家かんがい省(Ministry of Irrigation)の所管であるが、管理はスーダン・ゲジラ・ボード(Sudan Gezira Board)が行なうことになる。SGBの主管官庁は農業省であり、青ナイル川と白ナイル川の合流点に三角形に広がるゲジラスキーム(Gezira Scheme)の農業生産活動を統括している。作付け計画を決定し、肥料、農薬、種子の配布、病害虫防除等のサービスに加え、灌漑水の計画的供給まで行っており技術水準は相当高いと思われる。

青ナイル川沿いの現況ポンプ機場60ヶ所のうち電化されているのは数ヶ所であり、電動化後の管理が懸念されるが、SGBには多数の電気技術者がいるので全く問題ないとのことであった。(具体的な管理体制は聞取りできなかった。)現在、建設中のポンプ機場も含めポンプ場を全て電化する構想があり、必要な技術者は確保されるとのことであった。

3. 既存ポンプ施設

フルガ(Hurga)機場、ヌルエルディン(Nur Ed Din)機場は首都ハルツーム(Kh-

artoum) から南東約180kmにある地方都市ワドメダニ(Wad Medani)から、さらに南東へ約30km離れた青ナイル川の右岸に位置する。当初のかんがい地区面積はフルガ地区が13552fd(約5700ha)、ヌルエルディン地区が8909fd(約3700ha)であるが、いずれも1950年代に作られた施設であり老旧化による能力低下に加え、上流にセナール(Sennar)ダムが造られたことから河川水位が低下し十分な揚水が出来なくなり耕作面積は両地区とも30%程度となっている。

フルガ機場の建屋は、床・壁は補強コンクリート造り(壁の一部は波形スレート)、屋根は鉄骨フレームに波形スレートがふいてある。壁の上方に明かり取りの窓があるが他に照明設備はない。波形の壁、窓の一部が壊れて穴があいているものの、コンクリート部分は比較的しっかりしている。手動式天井クレーンが設置されているが、能力は読み取れなかった。動力は床面(ほぼ地盤高)に設置されたディーゼルエンジン(8気筒600BHP/500rpm)であり、ギアボックスを介して立軸斜流ポンプ(口径750mm、揚程20.5mに対して吐出力1.5m³/s)を駆動させるものであった。全部で3台あるが、ポンプ1台は取りはずされている。調査時点の河川水位はポンプの給水槽下端より約2m下がっていた。7~10月頃までしか揚水できないとのことであった。

建屋外側に円筒形鋼板製の燃料貯蔵タンクがあるが塗装の状態も悪く燃料が漏れた跡がある。

ヌルエルディン機場はフルガ機場の上流約2kmに位置する。建屋の構造はフルガ機場と同様であるが、床面は地盤より1m程下げられている。動力は床面に設置されたディーゼルエンジン(6気筒、450BHP/500rpm)であり、平ベルト掛の横軸斜流渦巻ポンプ(口径600mm/450mm、800rpm)で揚程20mに対して1m³/sを動かしている。それぞれのポンプは河川からサクショパイプで取水するが、先端が調査時点の水位に達しているのは2本のみであった。ポンプの吸込揚程は約2mある。

フルガ機場の給水槽への導流壁が河川側へ張り出しており滞砂しやすい構造となっていること及びヌルエルディン機場の周辺の侵食が進んで建屋近くまで迫ってきていることが気になる点である。

30年以上前に造られた設備であり整備の状況は決して良いとは言えないが、全数ではないにしても現在まで使っているということから地域農民にとって水がいかに必要か感じさせられた。

4. 農業、営農の現況

(1) 人口及び農家数

フルガ・ヌルエルディン地区のみの統計資料はなく、人口及び農家数の正確なものを知ることができない。しかし1988年に調査された「青ナイル川ポンプ近代化計画報告書(案)BLUE NILE PUMP SCHEMES MODERNIZATION STUDYFINAL

REPORT (DRAFT)]によると、調査地区の農家戸数は1485戸なっている。人口は、1000近くが農家と推定され、家族数は8人程度であるため、12千人程度と推定される。なお、人口については、前出報告書の調査対象地区の平均的家族数からの推測であり、今後の調査で正確な数値を把握する必要がある。

調査地区の人口及び農家数

(単位、戸、人)

区 分	農家数	人 口	備 考
調査地区全体	1,485	11,880	人口は推定値で ある
フルガ	854	6,832	
ヌルエルディン	631	5,048	

注) 資料: BLUE NILE POMP SCHEMES MODERNIZATION STUDY (DRAFT) 1988年8月

また、調査地区のかんがい不能に伴う離農についての聞きとり調査結果としては、現在ワドメダニ市内へ働きに行っているものの離農者は発生していない。

(2) 土地所有状況

スーダン国のゲジラ地区を中心とするかんがい農業地帯は、政府の財政収入の確保を前提とした投資・開発によって発展した経緯から、土地(かんがい施設を含む。)は政府直轄または半官半民の公団、公社の管理下におかれ農家は永代小作人を保証されているため私有地は保有していない。

調査地区についてもこの方式であり、戸当たりの小作面積としては、6.3 ha (15 feddan)である。土地の利用・処分については、政府等の方針に従ったものでなければならず自由な利用・処分はできない。しかしながら、小作権の相続については、可能である。

(3) 土地利用状況

現在の調査地区における状況は、現地調査及び前出の調査報告書から知ることができる。調査地区は、現在かんがい不能の状態にあるため、天水の利用を主体とし、農家の自給を目的としたソルガム(デュラ)が地区面積の約30%、3,100 haの利用のみである。作付場所としては、ポンプ取水が部分的、一定時期(河床低下のため洪水時のみ利用可能)に可能なため、ポンプ場周辺の幹線水路沿いで利用されている。

かんがい可能であった1980年頃の土地利用状況については、調査地区がゲジラ計画地区に含まれるため、ゲジラ地区の基本的作付体系に近いと判断される。しかし、近年

のゲジラ地域は、ルビアが落花生に、休閑の年は小麦の利用が多くなっている。

ゲジラ地域の土地利用体系（輪作体系）

	初年度	2年	3年	4年	5年	6年	備 考
基本体系	綿 花	ルビア	ソルガム	休 閑	綿 花	休 閑	注) ルビアは、飼料
現 在	綿 花	落花生	ソルガム	小 麦	綿 花	小 麦	用豆科作物

注) 資料：海外農林業開発協力別（地域別）方針基礎調査報告書

—スーダン編（昭和56年3月）P34～35

なお、調査地区のポンプ改修によってかんがいが可能となった場合は、3年ローテーションで綿33%、落花生33%、ソルガムと野菜で33%（ソルガム90%、野菜10%）の土地利用が計画されている。

(4) 作物生産

調査地区は、9,400 ha の耕地に対して、3,100 ha のソルガムが作付されており、作付率はかんがいできないため33%と極端に低い。当該地区の主要作物である綿は、フルガポンプ掛りで1980年まで、また、ヌルエルディンポンプ掛りで1981年まで（'85年までは限られた地域（かんがい可能地））生産された。

計画地区における綿生産状況

単位	単位	フルガ		ヌルエルディン		計	
		Kt (Kantar)	t (tonne)	Kt (Kantar)	t (tonne)	Kt (Kantar)	t (tonne)
1976/1977		3,940	5,577	3,348	4,732	7,288	10,302
'77/ '78		5,294	7,494	4,428	6,259	9,722	13,743
'78/ '79		4,536	6,421	4,530	6,404	9,066	12,816
'79/ '80		1,904	2,691	1,230	1,739	3,134	4,430
'80/ '81		0	0	2,748	3,885	2,748	3,885

注) 資料：1. Sudan Gezira Board 聞きとりによる。

2. 1 Kt(Kantar) = 141.56 kg

3. フルガポンプかんがい地区は'80年まで作付が行なわれた。

4. ヌルエルディンポンプかんがい地区は'81年までまとまった所で作付を行い、その後限られた地域(かんがい可能地)で小面積の作付を行ったが'85年で作付不能となった。

調査地区のソルガムの生産状況については、自給用であるため把握できなかった。

なお、調査地区を含む「青ナイル川ポンプ近代化計画地区」における綿、ソルガムの生産状況は、下表のとおりである。

青ナイル川ポンプ近代化計画地区における
綿、ソルガムの生産状況

	区分	綿					ソルガム
	年	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	87/88
計画地区 面積 (A) ha 119.600	作付面積(B) (ha)	23,800	23,500	22,100	22,800	20,700	27,600
	生産量 (t)	31,500	31,800	25,000	24,000	10,900	-
	単収 kg/ha	1,324	1,351	1,129	1,051	529	-
	作付率 (B)/(A) %	19.9	19.6	18.5	19.1	17.3	23.1

資料：BLUE NILE PUMP SCHEMES MODERNIZATION
STUDY FINAL REPORTより集成。

上表の近代化計画地区においては、調査地区と同様にポンプ施設の老朽化等によって適切な生産量が確保できていない所も見受けられる。また、スーダン国の重要作物である綿の作付面積、単収が低下している原因を推測すれば、①綿については、ゲジラ庁が直接的に作付計画、かんがい計画を立案、指導し、生産物の買い取りを行っている。②しかしながら、1970年以降スーダン国は、農家の食糧確保、所得確保等を目的として政府等が介入しないソルガム、小麦等の作付を奨励している。③ソルガム、小麦、落花生と綿の水利用の競合がみられる。④また、小麦等は、計画輪作体系の休閑時期に作付されているため、地力低下を生じていること等によるものと推定される。

(5) 営農体系

調査地区は、天水利用のソルガムのみであり、作期としては下述のとおりである。

4月 前作の茎葉等の残査を焼却等により処理し、耕起・砕土・播種について

機械で行う。

- 5月下旬 株立不良部分の補植, 1回目の除草
- 7月 2回目の除草
- 8月 3 "
- 9月初旬 早生種の収穫開始, 次年度作付け準備, 4回目除草
- 12月初旬 収穫, 脱穀(人力)

(iv) は種は雨期の開始時を狙って行なわれる。

現地調査時は, 12月中旬であったためソルガムの収穫は終わっていた。収穫は, 穂首下から人力で刈り取るために茎葉は残っていた。また, 茎葉は家畜の飼料等への活用を行なっている。

なお, かんがい農業地帯であるゲジラ地域の主要な作物の作期としては下述のとおりであり, 調査地区のかんがい施設が整備された場合, 同様な体系となることが推測される。

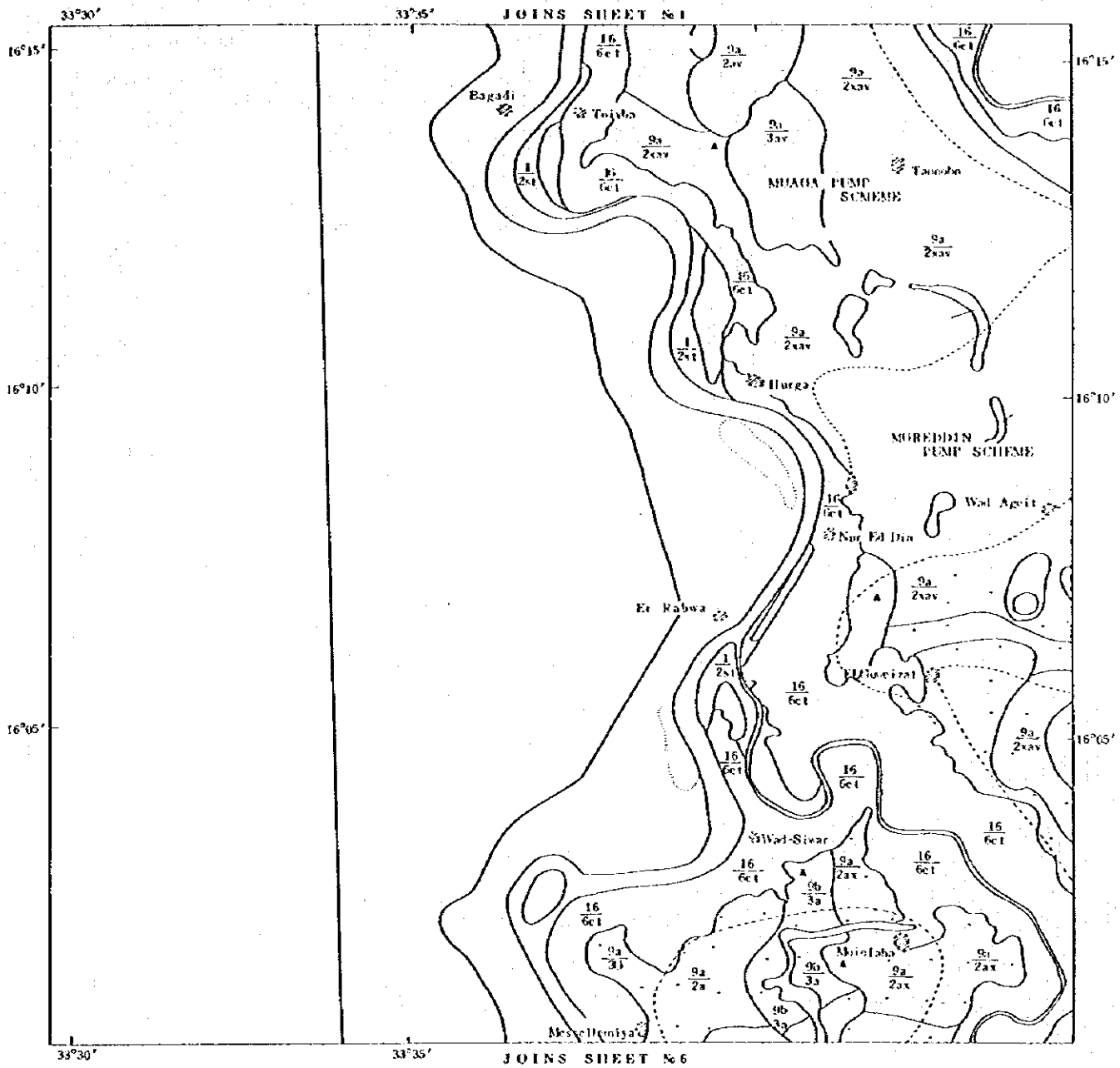
ゲジラ地帯の主要作物作付体系

		7月	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	備考
綿 小 麦 ソルガム 落花生 野菜	綿	○-----○											年間 スイカネ スタマギ等	
	小麦	X-----○												
	ソルガム	○-----○												
	落花生	○-----○												
	野菜													

注) Xは播種または定植, ○は収穫

(6) 土壌状況

スーダン国の主要な農業地帯である青ナイル川と白ナイル川にはさまれたゲジラ計画地域と両河川沿いのポンプかんがい地帯の土壌は, BLACK COTTON SOILと呼ばれUSDAの土壌分類のバーティソル(VERTISOLS)に属し, 粘土の占める割合が高く乾季には土壌に亀裂が入る特徴を持っている。この地帯の雨量は200mm~400mmと少ないため塩基の溶脱が少なく, 土壌反応は中性ないし弱アルカリ性である。土壌養分のうち, 窒素は最も欠乏しており, 窒素肥料の投入が生産向上に欠かすことができ



Site No.	Soil Map Unit	Depth	Texture	EC 1:5	pH 1:5	ESP	Land Use Area	Area
MB70	9a	0-25	C	0.1	8.7	-	2	Hurga
		-50	C	0.2	8.5	20		
		-75	C	0.9	8.3	-		
		-100	C	1.1	8.3	-		
		-150	C	-	-	-		
		-200	CL/C	-	-	-		
MB71	9a	0-25	C	0.2	9.0	-	3	Hurga
		-50	C	0.5	8.9	34		
		-190	C	-	-	-		
		-200	CL	-	-	-		
MB72	9a	0-25	C	0.1	8.9	-	2	Nur Ed Din
		-190	C	-	-	-		
		-200	CL	-	-	-		
MB72	9a	0-25	C	0.1	8.9	-	2	Nur Ed Din
		-50	C	0.2	8.1	-		
		-200	C	-	-	-		
MB73	88	0-25	C	0.1	8.2	-	3	Nur Ed Din
		-50	C	0.2	8.5	9		
		-175	C	-	-	-		

ない。またリン酸も多くの作物には不足しておりリン酸肥料も必要である。当該地帯は、かんがい施設が中心的に完備されたかんがいをを行っている（排水施設の不足）が、地下水位が低いことが推定され塩類による濃度障害はおこっていない。調査地区についても発生は見られなかった。

(7) 生産性向上への取り組み状況

乾燥地帯での生産向上を図るためには、作物生産に最も必要なかんがい水の確保を図ることであり、かんがい水の利用による土地利用率を高め作付面積を増加させるとともに適切な水管理、施肥等の肥培管理の充実に図ることが重要である。

調査地区の生産状況については、前章で述べたとおりであるが、スーダン国のかんがい農業地帯は、1926年のセナルダム建設によるゲジラ地区の開発、独立以後のゲジラ地区拡張などによって大巾なかんがい面積の拡大による作付面積の増加を図り生産量とくに綿の生産量が増加した。ゲジラ地区の近年の生産状況は下表のとおりである。

スーダン・ゲジラ地区の農業生産
(81/82-85/86 5カ年の平均)

	単 位	綿 花	小 麦	落花生	ソルガム
作 付 面 積	Feddan	45 6,5 32	23 2,9 8 6	17 2,8 8 6	4 14,8 9 0
生 産 量	Ton	290,554	100,306	172,732	215,998
収 量 / Fed.	kg	636	431	999	521
国内生産割合	%	75	85	60	12

1 Feddan = 1.0397 acre = 0.42 ha

資料：東アフリカの農業及び農業研究調査（熱帯農業研究センター、平成元年九月、熱帯資料676）

しかしながら、基幹作物である綿の生産量は、停滞もしくは減少傾向にある。その主な理由については次のことが推測される。

- ① 食糧増産・農業生産の多角化などの政策がとられ、かんがい水の供給が他の作物（ソルガム、落花生等）と競合する。
- ② また、他作物の導入により、綿の収量維持（地力維持）、病害虫被害回避を目的として実施されてきた休閑を含む輪作体系がくずれ、これにより地力低下等が生じている。
- ③ かんがい施設等の老朽化による機能低下等により播種期の遅れが生じている。

なお、上記①の作物の多角化による綿の生産量低下の要因としては、綿はSQBによっ

て、値付けから収穫出荷まで一貫した直接管理・指導が行なわれ、一応、最低収入を保証された作物であるのに対し他作物（ソルガム、落花生等）については、無料でかんがい用水の受益が受けられ、自由に販売できるため農民は、後者を好みこのため綿の栽培面積は減少している（下表参照）。

ゲジラ地区における綿栽培面積の推移

	1970年	1979/80年	81/82~85/86 平均	備考
ゲジラ地区	600,000	500,000	456,532	単位 Fedden

資料：海外農林業開発協力別（地域別）方針基礎調査報告書
（S56.3, (財)国際開発センター）と前表により集成した。

かんがいの状況については、水盤法による全面かんがいであり、10～15日間隔の輪番かんがいが行なわれている。水管理については、政府が直接的な管理（かんがい順序、時間）を行っている（調査地区は、現在実施されていないが、ゲジラ地域と同様な方法によって行われていた。）。

施肥については、窒素の供給を行うこととし、SGBが計画・指導している。計画施肥量としては、尿素で綿80kg/fd（190kg/ha）、ソルガム40kg/fd（95kg/ha）、野菜（トマト、タマネギ、ナス、サツマイモ等）80kg/fd（190kg/ha）となっているが、実際の施肥量は肥料の入手が困難、価格が高い等の原因から少なく、低収量の要因ともなっている。

(8) 農業支援組織

スーダン国の農業に関する研究機関は、農業天然資源省が所轄する半自立の農業研究公社（Agricultural Research Corporation）が行い、調査地区を含むゲジラ地区についてはゲジラ試験場（Gezira Research Station）がワドメダニ市におかれている。ゲジラ試験場は、ゲジラ地域のかんがい農業に対する研究を分担し、特に綿、落花生の農作業機械化に関する研究と輪作作付け体系（綿-小麦-落花生-ソルガム）に関する研究を重点的にやっている。このため、本地区への支援については、後述するゲジラポート等の指導機関とも十分な体制によって可能と思われる。（なお事前調査時に本格調査時の各種調査協力を約束してくれている。）

農家に対する技術の指導・支援機関としては、ゲジラポートがあげられる。ゲジラポートは、半官半民の農業開発公社であり、主要作物である綿についての作付計画、輪作、作業計画の立案・決定機関であり、具体的な経済的活動を行う協同組合としてゲジラスキーム

(Gezi ra Scheme) を統括している。ゲジラボードは、具体的な指導を行うために 4 0 0 戸に 1 人の割合で視察員を配置し実施している。しかしながら、1 視察員当たり 2 5 0 0 ha と広範囲であるため、計画（ラハド計画）としては 2 0 0 戸～2 5 0 戸（ 1, 2 0 0 ha ～ 1, 6 0 0 ha ）に 1 視察員があり、調査地区についても現状では不足が考えられ増員の検討を行うことが必要と思われる。

第四章 開発基本構想

1. かんがい排水（施設計画と水管理計画）

当地域に対するマスタープランとして財政経済計画省が実施した「青ナイル川ポンプ計画近代化調査」レポート（1989年8月付けドラフト参照）がある。これは青ナイル川からポンプ取水している62地区約28万フェダンを対象としてポンプの統合、更新、新規開発構想を示すものである。

当地域についてはフルガ地域、ヌエルディン地区のポンプ場を統合し、かつ35,690フェダンの新規開発を提案している。新しいポンプ場の位置は既存の2つのポンプ場の中間地点とし、既存水路と連結する導水路の延長を短くしている（ $L=2.5\text{ km}$ ）。ポンプの動力はモーターとしており、施設規模の縮小を図る目的で18時間揚水としている（午後6時から12時までの6時間はスーダンにおける電力需要のピークとなるため揚水できない）。配水も施設規模の縮小を図る目的で24時間かんがいすることとし、午後6時から6時間分の用水はポンプ場付近に調整池を設置し、予め確保しておくこととしている。当レポートでは62地区を、13地区に統合することとしているが、当フルガ、ヌエルディン地区については経済効果が最も高く優先度が1番高いと評価している。しかし、新規開発についてはロゼリーダムの上上げが必要でありインフラ整備も必要であることなどから全地区の最後尾に位置づけている。

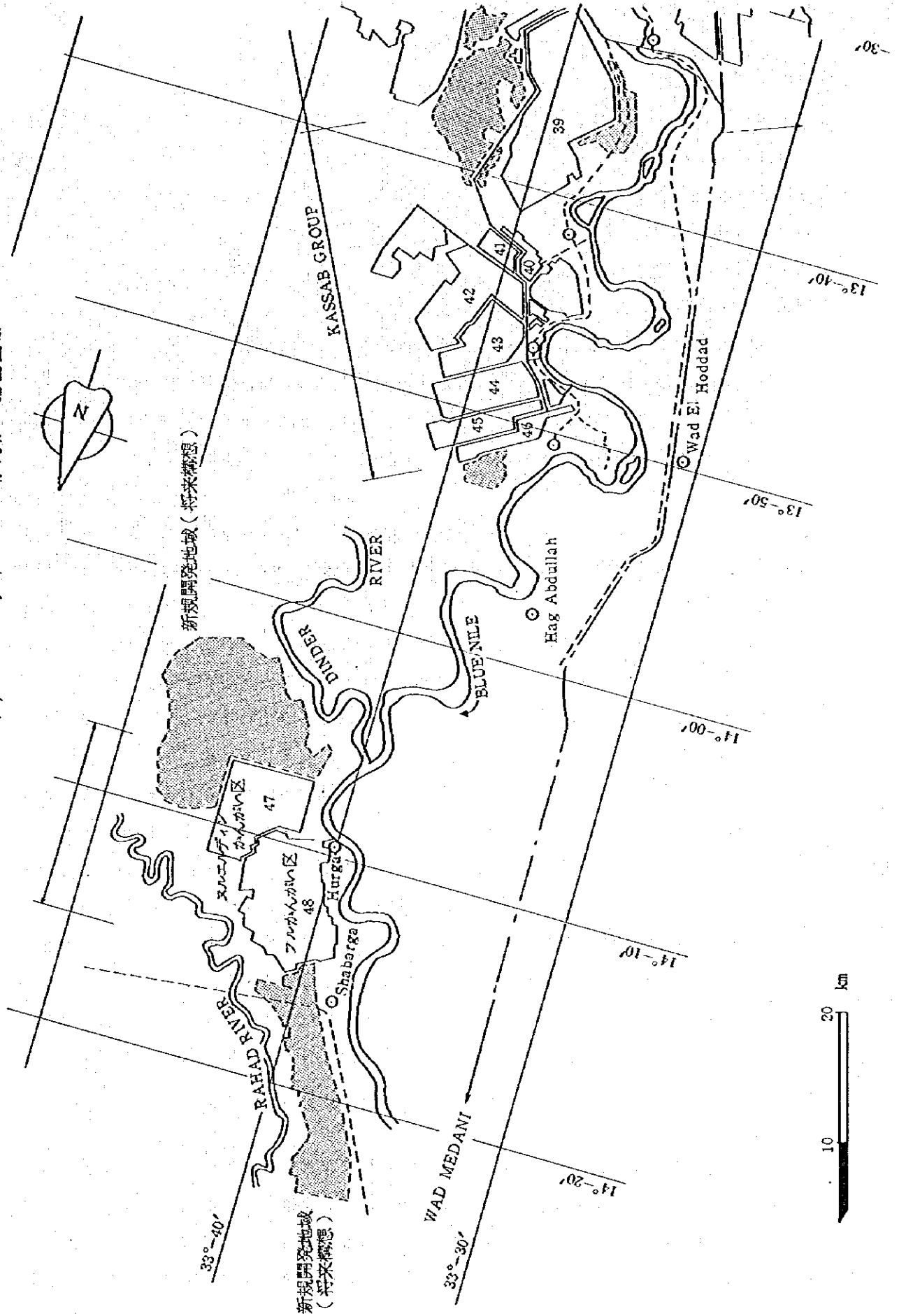
これらの提案はスーダンの発展に非常に有用なものであるが、全体で190百万uSドルを要し、また、電力、機材供給等政府が一体となつての支援体制が必要となるなどスーダン国自身の手による実現性は、確実なものと言えない面がある。

当地域は前章で述べた様にかんがい排水システムは整備されているもののポンプ揚水が極めて困難な状況となりほとんど天水条件下で植栽率が33%となっている実状があり、緊急に対応が必要となっている。

このため、まずポンプの更新を行い、また水位低下している青ナイル川から安定して取水できる構造とすることが現時点で最も必要、かつ直ちに効果が発現する措置である。スーダン政府もそう望んでいる。

青ナイル川からの揚水量は最大 $9.5\text{ m}^3/\text{s}$ 程度であり、当地域より下流の取水はないことから必要量を揚水することに対して問題はないと思われる。また、セナールダムにはエジプトの監視員が常駐し、かんがい用水の取水量のチェックを行っているとのことであるが、量が少ないので特に大きな問題とはなり得ないと思われる。（MOIによれば取水量の範囲内であり問題なし。）維持管理経費が嵩むポンプ取水から取水堰からの重力かんがい方式も考えられるが、堰の新設は建設費が膨大なため困難であり、セナールダムからの取水についても延長が70kmに及びディン

図4 フルガ、ヌルエルディンポンブかんがい区位置図



ダー川を横断する必要があるなど経済性などの面で問題が多い。

従って既存のかんがい排水システムは現状どおりとし、既存施設のうち使用可能なものほどできるだけ使うこととし、最小限のリハビリテーションを実施することとする。これは両地区共耕作農家(かんがい省・グジラボード職員)が集落を形成しており、離村もなく維持されていることから用水さえ確保できれば従来営農が可能となると思われることにもよる。

ポンプ揚水の時間は、モーターを動力とすることから最大限運転することとし、スーダンの電力のピーク時を除く午前0時から午後6時までの18時間揚水とするが、配水時間は現行どおり午前6時から午後6時までの12時間かんがいのままであるため午前0時から6時までの揚水分は水路に上乘せ貯留することとする。当地域の必要水量は最大 $7.3 \text{ m}^3/\text{s}$ とされているがこれは24時間かんがいた場合の用水量であるため18時間揚水の場合は $9.5 \text{ m}^3/\text{s}$ の容量が必要となる。

(1) ポンプ場

フルガ、ヌエ・エル・ディンポンプ場共に建物、壁はコンクリート造り(一部波形アスベスト)、屋根は鉄骨フレームに波形アスベストがふいてある。屋根に明りとり窓があるだけで照明施設はない。内装、外装共に一部補修の必要な箇所はあるが泥岩(固結粘土)上に設置されており機場の継続使用、ポンプのみの更新で良いと思われる。スーダン政府もそう望んでいる。但し、ポンプの型式変更などによる荷重のチェックは十分行う必要がある。フルガポンプ場の吸水槽の前はかなりの堆砂がみられた。毎年洪水期に排土しているとのことであるが、洪水期には上流のダムの上砂を流下させることもあり、防ぐことは難しいと思われるが導流壁の形状の工夫、サクションパイプの延長など水位低下時にも安定して揚水できるような構想の検討を行う必要がある。ヌルエルディンポンプ場上下流の河岸は数百mに及び侵食がみられた。青ナイル川の流量観測は20世紀当初から行っているが今年の洪水は最大級であるとのことであり、周辺の侵食(表層崩壊)はその時のものと見受けられた。ポンプ場地点については、法面の石張りの崩れはあったが、基礎は安定していた。本格調査の際には護岸、護床の必要性の有無を判定し、必要な場合はその範囲、工法を検討するものとする。その経費が膨大なものとなる可能性がある場合は位置変更案との経済比較を行う必要があると思われる。(ただし現機場位置はミオ筋上にあり、取水という観点からは、好位置である。)

(2) 用排水路

用排水路はスーダンにおける標準的なかんがい排水システムで整備されており堆砂の排除、分水工等付帯構造物の補修を行うだけで十分である。水路の堆砂は主に洪水期の初期に青ナイル川からポンプを通じて供給されるものである。グジラ地区の例では1かんがい期間に $4 \text{ m}^3/\text{フェダン}$ の堆砂があるとのことであり、水路断面の確保の観点から毎年継続し

て排土を行う必要がある。かんがい農業が行われているゲジラ地区においては堤防に泥上げしている光景がみられており、当地域についても用水確保ができれば、かんがい省が責任をもって維持管理していくと思われる。

尚、用水量については現時点における営農計画に即して用水計算を行い、水路断面のチェックを行う必要がある。作物毎の月別粗用水量を表6に示す。支線水路の断面はピーク量（綿花、11月）から算出するとロス率を考慮し、1フェダン当たり30 m³/日の通水確保が必要となるが現況断面は12時間かんがいで1フェダン当たり20 m³/日となっていると想定される。かんがい時間を同じとすれば断面が不足することになるが、綿花の作付け率が3分の2であれば問題はない。また、午前0時から6時までの揚水分を支線水路に上乘せ貯留することとしているので余裕高のチェックも行う。断面拡大が必要な場合は梯形土水路であることから排土と同時にを行うものとする。

表6. Gross Monthly Water Requirements (m³/feddan) at Pump Stations (1)

SENNAR ZONE										
	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Total
Cotton			707		609	1011	1055	674	539	4596
Groundnuts	939	442	243	395	834	423				3276
Dura			939	307	815	366				2427
Vegetables				59	544	508	787	865	765	3528

2. ポンプ計画

動力は維持管理の容易さを考えて電動機にすべきである。需要に対する発電容量が不足するためか首都においても突然停電することがあり電力の安定供給が懸念されるが、需要のピークは午後6時から深夜12時までであるためこの時間帯をはずした1日18時間稼働であれば問題ないとのことであった。

ポンプは呼び水等面倒な操作のいらぬ立軸ポンプとするべきである。揚水量、揚程については国家かんがい省計画担当オスマン氏の言によれば1フェダン（約0.42 ha）1日当たり36 m³必要であり、フルガ地区13,552フェダンの各々75%を18時間で灌水させるが揚水量は25%の余裕を持たせたいとのことであった。揚程については水路水位と河川最低水位との差が413.5 m - 390.0 m = 23.5 mとのことであったが、機場付近の河川水位記録がないため確認する必要がある。（現状は青ナイル川上に設置されている各水位観測ステーションのデータと、河川とう配より、機場地点の水位を算出している。コンクリート基

礎部に簡易な水位観測施設の設備が必要である。)建屋については、電動化による荷重増(現在、床に別置きとしているエンジンを電動機に替え立軸ポンプに直結した場合の床荷重増等)の影響を考慮しなければならないが現在の建屋が使えるとすれば各3台となる。ポンプ1台当りの揚水量は、

フルガ機場

$$\frac{13552 \times 0.75 \times 36}{18 \times 60} \times (1 + 0.25) \times \frac{1}{3} \approx 141 \text{ m}^3/\text{min}$$

ヌルエルディン機場

$$\frac{8909 \times 0.75 \times 36}{18 \times 60} \times (1 + 0.25) \times \frac{1}{3} \approx 92.8 \text{ m}^3/\text{min}$$

全揚程は管路損失等1mとすれば24.5mとなる。

農林水産省土地改良事業計画設計基準ポンプ場編適用線図によればフルガ機場は立軸片吸込単段渦巻ポンプ、口径1000mmが標準となる。電動機出力は、ポンプ直結とすれば、

$$P = \frac{0.163 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{\eta_p} \cdot (1 + R)$$

P=原動機出力(kw)

γ =水の比重、常温清水の場合は1.0

Q=ポンプ吐出量(m³/min)

H=ポンプ全揚程

η_p =ポンプ効率

R=原動機の余裕係数、設計点の軸動力に対し概ね10~15%

$$P = \frac{0.163 \times 1.0 \times 141 \times 24.5}{0.85} \times (1 + 0.10) = 728.7 \approx 750 \text{ kw}$$

同じくヌルエルディン機場は立軸片吸込単段渦巻ポンプ、口径900mmが標準となる。電動機出力は

$$P = \frac{0.163 \times 1.0 \times 92.8 \times 24.5}{0.845} \times (1 + 0.10) = 482.4 \approx 500 \text{ kw}$$

となる。

電動化に伴う受変電盤や操作盤の設置場所については現機場内でディーゼルエンジンが相

当な床面積を占めており、撤去すれば十分な広さが得られる。電気設備について近年進歩が目覚ましく電子部品も多量に使われているが、当地では夏期の最高気温が50℃を越えることもあり設計に当たり十分考慮すること。また補修部品の入手が困難であることから予備品の準備は当然のこととして、施設全体を極力メンテナンスフリー化すると共に万一の故障の際、現地技術者が対応できるような設計とすべきである。最先端技術による小形軽量化よりも故障しないこと、故障しても簡単に直せることの優りが大事である。

建屋については通年取水するためにポンプ羽根車の位置を下げることで、電動化に伴う床荷重の変化等の考慮は必要なものの現施設の補強、改修で対応できると考えられるが、詳細な検討が必要である。また、ヌルエルディン機場周辺の河川の侵食が相当進んでおり何らかの護岸工事が必要であると思われる。これらの費用とフルガ、ヌルエルディン地区を統合する新機場を建設した場合との経済比較を行う必要がある。なお、当地区は将来18000フェダン程度の地区拡張を計画しており新機場はこのことを考慮した構造とすることが必要である。(地区拡張の具体的な年次計画はないので、設備は将来の増設は考慮するものの、容量等は現況で設計すればよい)

3. 動力計画

動力源については、この国の不安定な燃料供給(極端な外貨不足による)を考えた場合、安定供給という面で電化(水力発電)することが妥当と考える。(本格調査時には、電化の妥当性については検証すること。)

電力の供給は国营電気法人(National Electricity Corporation)により供給される。電力網については地域開発計画「青ナイル川ポンプ計画近代化調査(Bleu Nile Pumpu Schemes Modernization Study)」の中で調査されている。(1989年2月)

同調査によれば、幹線としてブルーナイルグリッド送電システムから220Kvで供給された電力はセナールダムの西端(左岸側)近くにあるセナール発電所からの110Kvを合わせてセナールジャンクションにて220/110/33Kvに変電される。フルガ、ヌルエルディン機場近くへは、セナールジャンクションからアブドウラ(Hag Abdullah)変電所(110/33/11Kvに変圧)を經由してエル・ビリャブ(El Biryab)のポンプ機場まで来ている。青ナイル川をはさんだ左岸側にあり、直線距離にして2~3km離れている。(今回の調査では、フルガ、ヌルエルディン両機場へは右岸側から行ったためエルビリャブ機場は確認していない。右岸側も幹線道路沿いに送電線が通っているが、フルガ、ヌルエルディン機場から7~8km離れている。幹線道路以外に舗装されていないため、管理を考えれば河川横断(約1km)ルートによる施工も検討する価値がある。)

送電線では、220/110/33/11Kvが送られるが電柱(コンクリート製板状)のところどころには柱上変圧器があり、33/0.415Kv、11/0.415Kvに変圧している。

これらが、国営電気法人（NEC）の正規の電圧であるが、フルガ機場やヌルエルディン機場の電動機出力は500～750Kvであり、電圧3～6Kv仕様のものが多いので高圧受変電盤が必要となる。

4. 農業開発計画

スーダン国政府は、調査地区のポンプかんがい施設が改修されかんがいが可能となった時点での作物生産計画（青ナイル川ポンプ近代化計画（案）による。）を次のように考えている。

(1) 作付計画

調査地区の戸当たり耕作規模は15fdフェダン、（6.3ha）であり、3ブロック（5fd×3ブロック）に区分した輪作体系によることとし、1年目 綿、2年目 ソルガム（90%）、野菜（10%）、3年目 落花生を作付し、土地利用を現行の綿、ソルガム作付による75%から100%としている。特に野菜は農家の自給用として作付を行う。農家当たりの年間作付面積は、綿5fd（2.1ha）、落花生5fd（2.1ha）、ソルガム（1.9ha）、野菜（0.2ha）となる。

(2) 生産計画

調査地区においては、現在、自給用のソルガムのみが作付されているが、施設改修後の生産計画としては上記(1) 作付計画によって下表の生産量が計画されている。

フルガ（フルガ、ヌルエルディン）地区の
ポンプ改修後の作物生産計画

作物名	作付面積	面積比率	計画単収	収穫量	(参考) 現況単収
	(ha)	(%)	(kg/ha)	(t)	(kg/ha)
綿	3,116	33.3	2,357	7,344	1,594
ソルガム	2,807	30.0	2,381	6,683	1,271
落花生	3,124	33.4	1,905	5,951	-
野菜	309	3.3	11,905	3,679	-
	9,356	100.0	-	23,657	-

注) 現況単収は、'86/87～'88/89の青ナイル川かんがい地帯の平均単収による。

調査地区については、現在、自給用ソルガムの生産を行っているため、比較することはできないが周辺のかんがい地区と比較すると生産量は綿で約150%、ソルガムで約190

の収量増加を計画している。

また、土地利用率を100%に向上させ落花生と野菜の導入により生産量の拡大を計画している。このためには、水の有効的利用及び水利用農業に対する肥培管理とそれを支援する体制、資材・機械化等確保することが必要である。

なお、計画の収量設定時にはこの国の現状から、資材・機械化等の確保が充分行われるかの将来予想も踏まえ実態にあった収量とする。

第五章 本格調査実施の考え方及び実施上の留意点

1. 調査の考え方

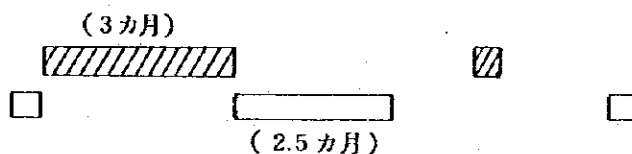
1) 調査は、Work I 現地調査及びWork II 国内作業よりなる。Work I 現地調査は、

- ① データ収集、現地調査（水文・気象・水質・土壌・営農・農家経済・農民意向、地形（測量）、地質、既存施設（コンクリート強度等）、電力需給）
- ② ポンプ灌漑計画の基本計画策定。

Work II 国内調査では、Work I の調査結果を踏まえ灌漑計画（土地利用計画、作付計画、営農計画、ポンプ施設整備計画、機場周辺整備計画、灌漑排水施設整備計画、電力供給計画、水管理計画、農民支援計画、施設維持管理計画、事業実施計画）の策定を行う。

更に各種事業に関する事業費及び便益を算定し、事業の総合評価を行う。

調査開始時期及びタイムスケジュールについては、先方の要望、調査条件、S/W協議結果等を踏まえ下記の工程が最良と思われる。調査開始時期は、9月以降とする。（気候的には11月～2月が最良）



2) 調査、計画の方針

- (1) 既存1/10,000の図面を利用し、標高、既存水路・道路等の補足測量を行い、かんがい計画策定に必要な図面を作成する。
- (2) 水源である青ナイル側の水位は、年々低下しており、上流の開発計画等を勘案し、将来の水位変動調査を行い、ポンプの取水施設設計に反映させる。（将来の水位低下にも十分対応できる施設）
- (3) 青ナイル河の水質及び、洪水時年間の堆砂量調査を行い、ポンプ取水口付近の堆砂量及び灌漑水路の堆砂量を把握し、排土計画を策定する。又、ポンプ取水口の設計にあたっては堆砂が極力少なくなるような構造を検討する。
- (4) 土壌調査については、青ナイルポンプ地区近代化計画時に5点調査されており、これを補完しF/Sの精度になるよう土壌調査を実施し土壌図を作成する。
- (5) 既存ポンプ場の基礎コンクリートは打設後40年近く経過しており、コンクリートの強度、老朽度を調査する。更に、荷重の変更に伴う構造計算を行うための、構造調査を行う。
- (6) ヌルエルディンポンプ場上下流の河岸は数百mにおよび侵食されている。侵食の範囲（含む測量）の調査及び水文・気象データより、護岸工、護床工の検討を行う。なお主な調査の流れを次頁に示す。

主な調査項目

留意点

開発計画

国家・地域開発計画
マスタープラン
水文・気象
水質
河岸侵食
地形
地質
コンクリート基礎強度・構造
既存施設
水管理・維持管理
電力需給・施設
土壌
営農
農家経済
農民意向
農民支援
市場・流通・農産加工
農民の生活状況・改善点
社会構造
環境
物価調査等

綿花の位置づけ
M1プロジェクトとしての役割
水位変動
水位観測施設
堆砂量
洪水被害
1/10,000既存図面の精完
コンクリート強度補強
構造計算・補強
施工法
既存手法の改善
需給バランス
電化の利点
綿をとりまく環境
BHNの充足
婦人の社会参加

機場周辺整備計画
ポンプ施設整備計画
灌漑排水施設整備計画
水管理計画
施設維持管理計画
電化計画
土地利用計画
作付計画
営農計画
農民支援計画
農民生活改善計画

上記調査結果より

- 主要施設概略設計
- 事業実施計画
- 事業費の積算，便益の算定
- 事業の総合評価（EIRR，FIRR）

を行う。

2. 本格調査実施上の留意点

- (1) 国家開発計画，地域開発計画，青ナイル川ポンプ地区近代化計画と整合性のとれた計画とする。特に青ナイル川ポンプ地区近代化計画において本地区はNo 1プロジェクトとして位置づけられており，本計画が，No 1プロジェクトとして全体計画の中に果たす役割について明確にする。
- (2) 国民生活上の基本的ニーズ（BHN）の充足に本計画がどれだけ貢献するかを把握する。更にBHNの充足という観点から，農民意向，社会構造，農民の生活向上等に留意し計画をとりまとめる。
- (3) 先方政府は日本の協力（無償資金協力）による早期事業実施を強く望んでいる。本格調査にあたっては，先方の意向にありよう事業の早期実施という点に留意して調査を行う事が望まれるが，先方政府に対しては，過度の期待をだかせないようにする。
- (4) 現在の作物生産計画では，綿33.3%，ソルガム30%，落花生33.4%，野菜3.3%となっている。綿花は，換金性，土壌条件，営農，流通，加工という点からも，最も計画に貢献する作物と考えられているが，様々な問題もまた一方でかかっている。綿花のかかえる現状と問題点，将来予想等十分調査する。又，BHNの充足という観点からも，綿落花生の換金作物の比率と，ソルガム，野菜の自給作物の比率についても検討すること。
- (5) 動力源については，安定供給という点から当初より電力として調査を進めるが，他の動力源についても検討を加え比較設計を行う。
- (6) 青ナイル側の水位については，近くに水位観測ステーションがなく，100 km ごとに設置されている水位観測ステーションのデータより推定している。（ポンプステーションの基礎コンクリートに390 m 標高はプロットされている。）勾配も安定しており，推定値には，あまり大きな誤差は含まれないと考えられるが，ポンプステーションのコンクリート基礎を利用し，簡易な水位観測施設を設置し，推定値との検証を行う。
- (7) 農民支援計画，水管理計画，施設維持管理計画の策定にあたっては，現在のMOIとゲジラボードとの協調による支援体制を継承するが，農民の営農意欲，生産向上につながる

より従来よりも農民参加の体制となるよう現状の問題点を改善する方向で検討する。

- (8) 女性の社会参加の現状及び計画によりどのようなメリットを受けるかをとりまとめる。
(女性を受益者としてとらえる。)また事業評価の段階では全体、男性、女性、青年、子供といったそれぞれの分野についても便益等を算定し評価を行う。
- (9) 灌漑の再開に伴うマラリア等の衛生対策、肥料による土壌・水質汚染等環境に対する悪影響について調査し、必要な調査項目(マラリア)については、ゲジラ地区等の先進地を参考にその対策を検討すると共に、便益の算定にあたってはプロジェクトのマイナス面としてカウントする。
- (10) 地質調査(ボーリング調査)については、事前調査結果から泥岩であり、既存ポンプの荷重にも十分たえており、基礎地盤としてのポンプ更新上の問題点はなく、現状では必要なしと判断している。このため、現地調査時には、資料・情報の収集程度とする。又、基礎については、地盤よりも、打設後40年以上経過しているコンクリート基礎の強度及びポンプの更新に伴う荷重の変化の方が問題である。現地調査時には、コンクリート強度調査、構造計算等に留意すると共に、補強方法について施工法も含めて具体的に検討する。
- (11) 農民の生活改善計画については、本計画に含めるか、本計画実施後の第二段階の開発とするかについて、改善量、MOIの実施範囲等についてMOIとの調整を行い決定する。

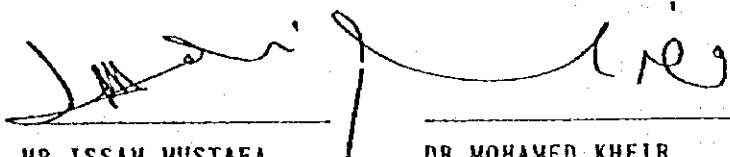
付 属 資 料

SCOPE OF WORK
FOR
THE FEASIBILITY STUDY
ON
HURGA AND NUR EL DIN PUMP SCHEME REHABILITATION PROJECT
IN
THE REPUBLIC OF THE SUDAN

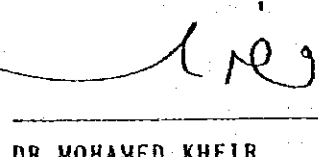
AGREED UPON BETWEEN
MINISTRY OF IRRIGATION
AND
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

KHARTOUM , SUDAN


18th, DECEMBER, 1989



MR. ISSAM MUSTAFA
ACTING FIRST
UNDERSECRETARY
MINISTRY OF IRRIGATION



DR. MOHAMED KHEIR
EL-ZUBEAR
FIRST UNDERSECRETARY
FOR PLANNING
MINISTRY OF FINANCE
AND ECONOMIC PLANNING



MR. YUJI SAKAMOTO
LEADER OF THE
PRERIMINARY SURVEY TEAM
THE JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

48

I . INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of the Sudan (hereinafter referred to as "the Government of Sudan "), the Government of Japan decided to conduct the feasibility study on Hurga and Nur El Din Pump Scheme Rehabilitation Project (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan. Accordingly, 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 concerned of the Government of Sudan .

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

II . OBJECTIVE OF THE STUDY

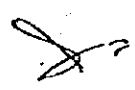
The objective of the study is to conduct the feasibility study on Hurga and Nur El Din Pump Scheme Rehabilitation Project.

III . OUTLINE OF THE STUDY

1. Study Area

The study area shall cover the Hurga and Nur El Din Pump Scheme Rehabilitation Project area of about 9400ha which is located to the right bank of the Blue Nile about 30 km Southeast of Mad Medani in Central Province.

2. Scope of the Study





78

The Study will be divided into the following two works.

Work- I : Data collection, survey, investigation and
formulation of basic concept of the project

Work- II : Formulation of a rehabilitation plan

Major work items of each works are;

I. Work- I (Work in Sudan)

(1). Data collection and field survey

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

A) Natural condition

- a. Topography
- b. Meteorology
- c. Hydrology
- d. Geology
- e. Soil
- f. Vegetation
- g. Water quality

B) Irrigation and drainage system

- a. Existing pump facilities
- b. Irrigation and drainage system
- c. Operation and maintenance system
- d. Water requirement
- e. Power supply

C) Agriculture

- a. Land use
 - b. Land holding
 - c. Farming
 - d. Cropping pattern
- =

YV

e. Yield

f. Agricultural support system

D) Agro-economy

a. Farmers' income and productivity

b. Marketing

c. Regional economy

d. Social and institutional aspect

E) Programmes

a. Regional and national development plans relevant to the project

F) Others

a. Construction cost

b. Operation and maintenance cost

(2) Formulate basic concept of the project

a) Rehabilitation plan

b) Irrigation and drainage plan

c) Basic layout of major facilities

d) Power supply

2. Work- II (Work in Japan)

(1) Formulate the rehabilitation plan of the project on the basis of the results of the study on data and information collected through field survey and investigation, as follows:

A) Formulation of the following plans

a) Land use and classification

b) Selection of crops, cropping pattern and farming

c) Pump facilities

d) Power supply

e) Agricultural infrastructure

J

REJ

78

-Irrigation and drainage facilities

-Farm road

- f) Water management
- g) Others
- B) Preliminary design of the major structure
- C) Implementation schedule of the project
- D) Organization and institutional plan for operation and maintenance
- E) Estimation of the project cost and benefit
- F) Project evaluation

IV. STUDY SCHEDULE

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

V. REPORTS

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

(1) Inception Report

Twenty (20) copies at the commencement of the field work in the Work- I

(2) Interim Report

Twenty (20) copies at the end of the Work-I

(3) Draft Final Report

Twenty (20) copies at the end of the Work-II

The Government of Sudan provides JICA with its comments on the

✓

no

YS

Draft Final Report through the Embassy of Japan within one (1) month after the receipt of the Draft Final Report

(4) Final Report

Fifty (50) copies within two (2) months after receiving the comments on the Draft Final Report.

VI. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF SUDAN

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

- (1) to secure the safety of the Study team,
- (2) to permit the members of the Japanese study team to enter, leave and sojourn in Sudan for the duration of their assignment therein, and assist them in alien registration requirements during the period of the study 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 Sudan for the conduct of the Study, in this case those equipment and etc. will be re-exported to Japan,
- (4) to exempt the members of the Japanese study team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances 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 Sudan from Japan in connection with the implementation of the Study.



- 2/25
- (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 study team to take all data documents related to the Study including photographs out of Sudan to Japan, and
 - (8) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable to members of the Japanese study team.
2. The Government of Sudan 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.
 3. Ministry of irrigation (hereinafter referred to as "MOI") shall act as counterpart agency to the Japanese study team and also as coordination body in relation with other governmental and non-governmental organization concerned for smooth implementation of the Study.
 4. MOI shall, at its own expense, provide the Japanese study team with the following in cooperation with other agencies concerned:
 - (1) available data and information related to the Study,
 - (2) additional survey related to the Study, if necessary,
 - (3) counterpart personnel to participate in the various activities for the Study,
 - (4) suitable office space with necessary equipment and furniture in Khartoum and the Project site,
 - (5) appropriate number of vehicles with drivers and fuel, and
 - (6) credentials or identification cards to the members of the study team.
- X
- MOI

ye

VII. UNDERTAKING OF JICA

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

1. to dispatch, at its own expense, study team to Sudan, and
2. to pursue technology transfer to the Sudanese counterpart personnel in the course of the Study.

VIII. OTHERS

JICA and MOI will consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

ys

APPENDIX

TENTATIVE WORK SCHEDULE

DESCRIPTION	MONTH												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I. Work - I	▨												
II. Work - II				▭									
III. Explanation of Draft Final Report							▭						
IV. Reports	△ IC/R			△ IT/R			△ DF/R			△ F/R			

IC/R: Inception Report

P/R : Progress Report

DF/R : Draft Final Report

IT/R : Interim Report

F/R : Final Report

▨ Work in Sudan

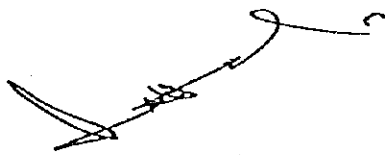
▭ Work in Japan

~~Handwritten mark~~

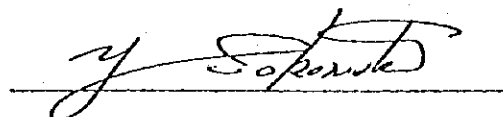
Handwritten mark

MINUTES OF MEETING
ON
SCOPE OF WORK
FOR
THE FEASIBILITY STUDY
ON
HURGA AND NUR EL DIN PUMP SCHEME REHABILITATION PROJECT
IN
THE REPUBLIC OF THE SUDAN

KHARTOUM, SUDAN, 18th DECEMBER, 1989



MR. ISSAM MUSTAFA
ACTING FIRST UNDERSECRETARY
MINISTRY OF IRRIGATION



MR. YUJI SAKAMOTO
LEADER OF THE PRELIMINARY SURVEY
TEAM
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION
AGENCY

ys

MINUTES OF MEETING

The Japanese Preliminary Study Team (hereinafter referred to as "The Team") sent by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") headed by Y. SAKAMOTO visited the Republic of The Sudan from December 10 to 18, 1989 for the purpose of discussion on the scope of work for the Feasibility Study on the Hurga and Nur El Din Pump Scheme Rehabilitation Project (hereinafter referred to as "The study").

The Team had a series of discussions with representatives from Ministry of Irrigation (hereinafter referred to as "the MOI") and the Ministries concerned, and carried out field survey of the study area.

The list of attendants of the meeting is shown in Appendix.

The main items of mutual understanding are as follows:

1. The study area shall cover the existing Hurga and Nur El Din Pump Irrigation area of about 9400ha.
2. The team was requested and promised to convey the following to JICA headquarters for consideration;
 - 1) to provide necessary equipment for the study,
 - 2) to provide additional vehicles, as MOI is limited in providing two vehicles only to the study team,
It is requested that these vehicles and equipment will be handed over to MOI at the completion of the study, and
 - 3) to accept a few counterpart personnel for training in Japan.

LIST OF ATTENDANTS

SUDANESE SIDE

MINISTRY OF FINANCE & ECONOMIC PLANNING (MOFEP)

Dr. Mohamed Kheir El-Zubear	First Undersecretary for Planning
Mr. Hashim Mohamed Zain	Assistant Undersecretary
Mr. Mohamed Saeid Abdalla	Inspector
Mr. Babikir Abi Abdalla	Agricultural Section

MINISTRY OF IRRIGATION (MOI)

Mr. Tagel Sir Ahmed	First Undersecretary
Mr. Issam Mustafa	Acting First Undersecretary
Mr. Osman Mohamed Kheir	Undersecretary for Projects
Mr. Gafar Mahgoub	Undersecretary for Irrigation Services
Mr. Ahamed Mohamed Bashir	Undersecretary for Mechanic & Electric
Dr. Siddig Hussein Abbo	Deputy Director of Planning

JAPANESE SIDE

JICA Preliminary Survey Team

Mr. Yuji Sakamoto	Team Leader
Mr. Shirou Hirabayashi	Member of Team
Mr. Yoshinobu Matsuo	"
Mr. Yasuhiro Fujita	"
Mr. Shigemitsu Tsukamoto	"

Embassy of Japan

Mr. Keiji Tomoi	Third Secretary
-----------------	-----------------

THE REPUBLIC OF THE SUDAN
=====

MINISTRY OF FINANCE AND ECONOMIC PLANNING

P L A N N I N G

Khartoum: 16th. June 1988

Ref: MEFP/3308/9/11-B

Embassy of Japan
K h a r t o u m

Dear Sir,

Subject: Hurga and Nur El Din

Pumped Irrigation Schemes

As you are aware, the above-mentioned project has already been included in our project proposal for financing from the Japanese grant aid 1983.

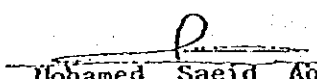
As a project was not considered for 1983 your Esteemed Government is kindly requested to consider financing the said project in the grant aid of 1989.

Please find enclose herewith additional information on the above-mentioned subject as prepared by Ministry of Irrigation.

As the project is important your positive response will be highly appreciated.

Best Regards.

Sincerely yours,



Mohamed Saeid Abdalla
For/ Undersecretary for Planning
Ministry of Finance and Economic Planning

.../Fathia