

# スーダン共和国ICARA-II関連水供給計画 基本設計調査報告書

昭和61年3月

国際協力事業団

無計一

86-25



JICA LIBRARY



1029576[4]



スーダン共和国ICARA-II関連水供給計画  
基本設計調査報告書

昭和61年3月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86 5.30	415
	61.8
登録No. 12726	GRF

## 序 文

日本国政府は、スーダン共和国政府の要請に基づき、同国のICARA-II関連水供給計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和60年11月25日より12月19日まで、神戸市水道局六甲山管理事務所所長高橋昇二氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、スーダン共和国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査及び資料収集等を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともにスーダン共和国の給水事情の改善に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

昭和61年3月

国際協力事業団

総裁 有田圭輔





序文	1
要約	4
位置図	4
目次	
第1章 序論	5
第2章 背景	7
2.1 スーダン共和国の概要	7
2.2 スーダンにおける難民事情とその影響	9
2.2.1 難民受け入れの現況	9
2.2.2 エチオピア難民	9
2.2.3 チャド難民	13
2.2.4 南からの難民	13
2.3 難民支援体制	13
2.3.1 概要	13
2.3.2 スーダン政府の支援	14
2.3.3 国連難民高等弁務官事務所	16
2.4 ICARA-II：第2回アフリカ難民救済国際会議	16
2.5 要請の背景とその内容	20
第3章 計画地域の概要	22
3.1 一般概況	22
3.1.1 社会経済	22
3.1.2 気象水文	23
3.1.3 地形	26
3.1.4 地質	26
3.1.5 水理地質	29
3.1.6 水質	35
3.2 地方給水の現況	37
3.2.1 概要	37
3.2.2 井戸利用の現況	37
3.2.3 スーダン人村落の給水	40
3.2.4 難民キャンプ	41

3.3 地方都市給水の現況 .....	41
3.3.1 概要 .....	41
3.3.2 地下水を水源とする場合 .....	43
3.3.3 表流水を水源とする場合 .....	43
3.4 給水事業実施体制 .....	44
 第4章 計画の内容 .....	 48
4.1 目的 .....	48
4.2 要請内容の検討 .....	48
4.2.1 難民および難民の影響を受けた村落の給水 .....	48
4.2.2 Kassala 町給水施設 .....	64
4.3 計画の概要 .....	76
4.3.1 村落給水施設 .....	76
4.3.2 Kassala 町給水施設 .....	79
4.3.3 給水事業運営体制 .....	79
 第5章 基本設計 .....	 80
5.1 設計の方針および留意点 .....	80
5.2 村落給水施設 .....	80
5.2.1 概要 .....	80
5.2.2 新設村落給水施設の標準仕様 .....	80
5.2.3 既設井戸の改修の標準仕様 .....	83
5.3 Kassala 町給水施設 .....	83
5.3.1 水源施設 .....	83
5.3.2 塩素注入施設 .....	85
5.3.3 配水池 .....	85
5.3.4 給水管路 .....	86
5.3.5 プースターポンプ .....	86
5.4 資材計画のまとめ .....	97
5.5 機材計画 .....	99
5.5.1 概要 .....	99
5.5.2 井戸新設用ボーリング機械類 .....	99
5.5.3 既存井戸改修用サービス機械 .....	101
5.5.4 その他機材 .....	102
5.5.5 機材計画のまとめ .....	103

第6章 事業実施計画 .....	106
6.1 実施体制 .....	106
6.2 事業の範囲 .....	106
6.2.1 事業分担 .....	106
6.2.2 資機材調達計画 .....	107
6.3 施工計画 .....	107
6.3.1 工事の方法 .....	107
6.3.2 実施設計及び施工監理計画 .....	108
6.4 実施スケジュール .....	108
6.5 維持管理体制と費用 .....	110
6.5.1 維持管理体制 .....	110
6.5.2 維持管理費 .....	110
6.6 概算事業費 .....	110
第7章 事業評価 .....	112
第8章 結論と提言 .....	114
8.1 結論 .....	114
8.2 提言 .....	114
Appendix 1 議事録 .....	A- 1
Appendix 2 調査団員名簿 .....	A- 6
Appendix 3 現地調査日程 .....	A- 8
Appendix 4 面会者リスト .....	A- 9
Appendix 5 経済指標 .....	A-13
Appendix 6 UNHCR職員リスト .....	A-15
Appendix 7 難民救済援助資金 .....	A-18
Appendix 8 難民救済援助活動 .....	A-22
Appendix 9 ボーリングおよび井戸改修所要日数 .....	A-25
Appendix10 Kassala 町UWA 職員リスト .....	A-27



付 図 一 覧 表

	<u>Page</u>	
FIG. 1	LOCATION MAP	
FIG. 2	LOCATION OF REFUGEE CAMP & SETTLEMENT .....	11
FIG. 3	ORGANIZATION CHART OF C.O.R. ....	15
FIG. 4	RAINFALL DISTRIBUTION IN EASTERN SUDAN .....	24
FIG. 5	AVERAGE MONTHLY DISTRIBUTION OF RAINFALL IN KASSALA TOWN FOR THE PERIOD 1930-1960 .....	25
FIG. 6	AVERAGE MONTHLY DISTRIBUTION OF RANLFALL IN GEDAREF TOWN FOR THE PERIOD 1984 .....	25
FIG. 7	GEOLOGICAL MAP OF EASTERN SUDAN .....	27
FIG. 8	DIAGRAMMATIC REPRESENTATION - UMM GULJA .....	31
FIG. 9	GEOLOGICAL LOGS AND DISTRIBUTION OF CASING IN UMM GARGOUR BOREHOLES .....	32
FIG. 10	GEOLOGICAL LOGS AND DISTRIBUTION OF CASING IN KARKORA BOREHOLES .....	33
FIG. 11	THICKNESS OF THE GASH RIVER ALLUVIEL DEPOSIT .....	34
FIG. 12	MAP SHOWING THE DISTRIBUTION OF THE TOTAL DISSOLVED SOLIDS IN PPM AT GASH DELTA .....	36
FIG. 13	DISTRIBUTION OF WELL YIELD .....	38
FIG. 14	DISTRIBUTION OF WELL DEPTH .....	39
FIG. 15	FLOW SYSTEM OF KASSALA TOWN WATER SUPPLY .....	43
FIG. 16	FLOW SYSTEM OF KHASHIM EL GERBA TOWN WATER SUPPLY .....	44
FIG. 17	O/M OF VILLAGE WATER SUPPLY .....	46
FIG. 18	ORGANIZATION CHART OF THE URBAN WATER ADMINISTRATION AT KASSALA .....	47
FIG. 19	LOCATION OF BOREHOLES .....	50

	<u>Page</u>
FIG. 20	WATER SOURCE/POPULATION NEW BOREHOLES ..... 60
FIG. 21	WATER SOURCE/POPULATION REHABILITATION OF BOREHOLES ..... 62
FIG. 22	DISTRIBUTION OF POPULATION ..... 63
FIG. 23	REQUIRED CAPACITY OF STORAGE TANKS ..... 63
FIG. 24	EXISTING WATER SUPPLY SYSTEM OF KASSALA TOWN ..... 65
FIG. 25	PROPOSED ADDITIONAL FACILITIES FOR KASSALA TOWN ..... 73
FIG. 26	WATER SUPPLY SYSTEM OF KASSALA ..... 75
FIG. 27	IMPROVED WATER SUPPLY SYSTEM OF KASSALA TOWN ..... 87
FIG. 28	WORK SCHEDULE ..... 109

付 表 一 覽 表

	<u>Page</u>
TABLE 1	COR BUDGET OF EASTERN SUDAN ..... 17
TABLE 2	PROJECT LIST OF ICARA-II ..... 19
TABLE 3	METEOROLOGICAL CONDITIONS AT GEDAREF ..... 23
TABLE 4	LIST OF REFUGEE CAMP ..... 42
TABLE 5	BACKGROUND INFORMATION OF NEW BOREHOLES ..... 51
TABLE 6	BACKGROUND INFORMATION OF BOREHOLE REHABILITATION ..... 54
TABLE 7	WATER QUALITY ..... 68
TABLE 8	POPULATION OF KASSALA TOWN ..... 69
TABLE 9	COMMON VALUE OF DAILY WATER CONSUMPTION ..... 69
TABLE 10	DESIGN CAPACITY OF KASSALA WATER SUPPLY ..... 71

## 基本設計圖一覽表

		<u>Page</u>
NO. 1	STANDARD DESIGN OF BOREHOLES .....	88
NO. 2	STANDARD DESIGN OF PUMP AND ENGINE .....	89
NO. 3	STANDARD DESIGN OF PUMP HOUSE .....	90
NO. 4	STANDARD DESIGN OF ELEVATED TANK .....	91
NO. 5	INDICATIVE DRAWING OF LEEVATED TANK .....	92
NO. 6	BASIC DESIGN OF STORAGE TANK .....	93
NO. 7	BOOSTER PUMP AND TYPICAL DIAGRAM OF WATER SUPPLY SYSTEM .....	94
NO. 8	STANDARD DESIGN OF FENCE (A) .....	95
NO. 9	STANDARD DESIGN OF FENCE (B) .....	96



略 号 一 覽 表

ICARA	:	International Conference on Assistance to Refugees in Africa
UN	:	United Nation
OAU	:	Organization of African Unity
UNHCR	:	High Commissions for Refugees
COR	:	Office of the Commissioner for Refugees
UWA	:	Urban Water Administration



要

約



## 要 約

近年アフリカの多くの国々は引続く干魃、人種的対立、悪化する国際経済環境等の理由で深刻な社会的、経済的問題に直面している。この様な背景により各地に多くの難民が発生し、近隣国への流入が著しい。これら難民受け入れ国側自体も開発途上国である場合が多く、難民受け入れ国にとっても難民問題は大きな負担となっている。又、益々増加する難民は受け入れ国の地域住民にも大きな影響を与え、難民及び難民の影響を受けた地域住民に対して特に生活用水の供給、学校、医療サービス等のインフラストラクチャーを提供することは受け入れ国だけの負担では困難な状況になってきた。

これらの難民の救済は受け入れ国の負担だけによるものではなく、広く国際的な支援が必要であると言う国際世論に基づき、国連の提案で第1回アフリカ難民救済国際会議（International Conference on Assistance to Refugees: ICARA-I）が1981年4月にジュネーブで開催された。引続き1984年、同じくジュネーブで第2回アフリカ難民救済会議が開催され、難民が単に救済を受けるだけにとどまらず、受け入れ国で積極的に生産活動に参加できるように必要なインフラストラクチャーを提供することの必要性が確認された。

我が国からもICARA-IIに政府代表が出席し、食糧援助、生活用水の供給、保健衛生分野に我が国が協力する用意のある事を表明した。

これに対してスーダン共和国政府は、推定人口784,000人のエチオピア難民が流入している東部州の難民及び難民の影響を受けている地域住民を対象とした生活用水供給改善のための施設整備等につき我が国の無償資金協力を要請してきた。この要請に対して国際協力事業団は1985年8月、事前調査団を現地に派遣した。この調査結果に基づいて国際協力事業団は1985年11月25日から12月19日まで基本設計調査団を派遣した。

東部州では表流水が得にくく、主たる生活用水の水源は地下水に求められている。しかしながら約110万人の地方村落の生活用水を供給する多くの井戸は老朽化が著しく、加うるに多数の難民の流入もあり、多数の難民を含む村落人口の約36%（40万人）が緊急に生活用水供給の改善を必要としている。

一方、東部州の州都Kassala町の給水施設も約5万人と推定される難民が居住しているため、給水地域の拡大、需要増による水圧低下等の問題が生じ、市街地の75%を占める地域が給水不良となっている。

供与計画はスーダン共和国東部州を対象とし、その範囲は次の通りである。

1. 村落給水施設
  - 1) 新設井戸及び付帯施設の建設 34ヶ所
  - 2) 既設給水施設の水源の改修 73ヶ所
2. Kassala 町給水施設の改修

スーダン共和国の給水事情、事業規模及び緊急性、又同地区における将来の地下水開発の必要性等を勘案し、対象を資機材の供与と一部の工事を含むこととし、機材計画、資材計画を以下の通り策定した。

項目	内 容	数 量
機 材	1. 井戸掘削機械 ロータリー式	3組
	2. 井戸改修用機械 ケーブルツール	2組
資 材	1. 新設井戸及び付帯施設の建設 1) 水源用井戸 6 5/8 インチ 180m 2) 給水タンク 50m <sup>3</sup> , 3 m 3) ポンプ, エンジン 180 ℓ/min, 100 m	34ヶ所
	2. 既設井戸及び付帯施設の改善 1) 水源用井戸改修資材 一式 2) ポンプエンジン 180 ℓ/min, 100 m	73ヶ所
	3. Kassala 町給水施設改修 1) 水源増設 φ10インチ 50m 10本 2) ポンプ, モーター 40m <sup>3</sup> /hr 60m 10組 3) 配水池 コンクリート構造 2,000 m <sup>3</sup> , 1,500 m <sup>3</sup> 各1基 4) ブースターポンプステーション 350 m <sup>3</sup> /hr, 150m <sup>3</sup> /hr 各1基 5) 配水幹線配管 27km	一式

本計画の実施にあたっては上記機材、資材を使用して新設井戸及び付帯施設の建設（10ヶ所）、既存井戸及び付帯施設の改修（36ヶ所）及び Kassala町給水施設の改修工事を行なうものとする。この工事を通じて相手国カウンターパートに十分な技術移転が行なわれるであろう。

残りの工事、即ち新設井戸及び付帯施設の建設（26ヶ所）と既設井戸及び付帯施設の改修（37ヶ所）は上記資機材により、技術移転の成果を踏まえてスーダン共和国のカウンターパートにより実施されるものである。

本計画の概算事業費は 32.2 億円と見積られる。この内日本国負担は約 31.4 億円、スーダン国負担は 0.8 億円（1,065,000 スーダンポンド）である。又、本計画により建設される村落給水施設の維持管理費は年間 37.6 百万円（494,600 スーダンポンド）である。

本計画はスーダン共和国の内務省難民事務局の所管となる。

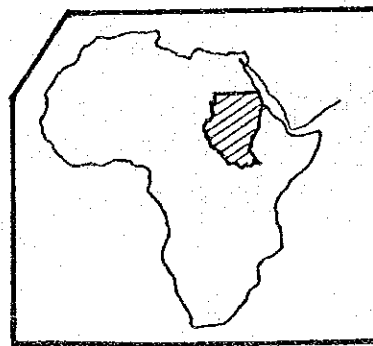
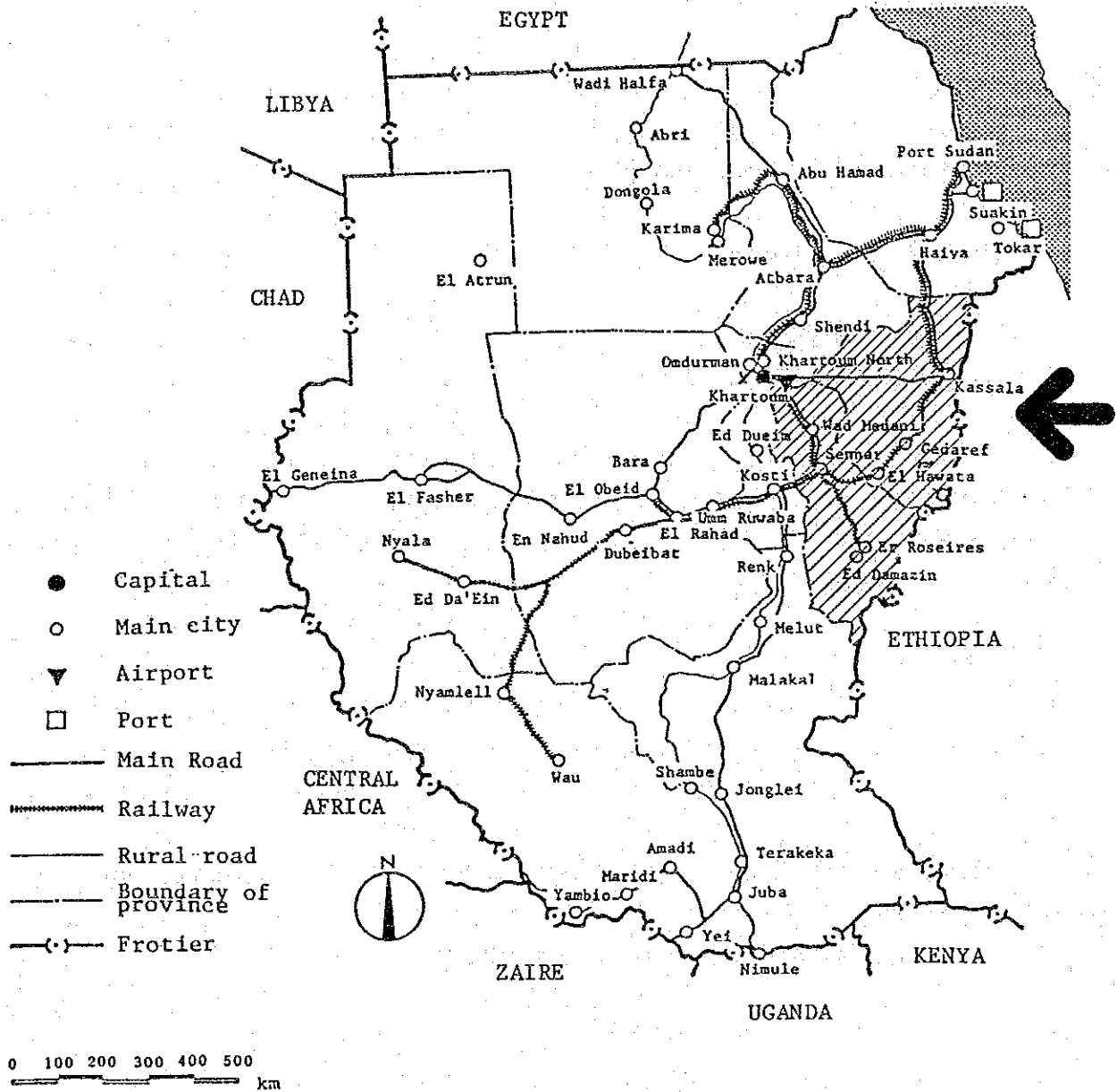
建設工事期間は資機材輸送に要する期間を含めて22ヵ月を要し、詳細設計及び入札業務を含めると交換公文締結後26ヵ月を必要とする。

本計画の実施により、現在計画地域で緊急に生活用水供給の改善を必要とする村落人口（約40万人）は19万人に減少することとなる。又本計画の実施により井戸の建設及び改修の技術と機材とをスーダン政府は取得することになり、将来の地方水道事業実施への貢献度も大きいと考えられる。

一方、州都 Kassala 町でも現在、市街地の75%を占める給水不良地区が解消するのみならず、給水量も同町の目標値 1人 1日75ℓを達成できる。加うるに、現在は給水不良のため水道料金の徴収にも支障をきたしていたが、水道公社の財務状態も改善されるものと考えられる。

以上の様に安定した生活用水の提供により難民及び地域住民の生活安定、ひいては地域の社会・経済の安定にも寄与するところは大きいと考えられる。したがって本計画への我が国の無償資金協力は有意義であり、且つ妥当なもの判断される。

Fig. 1 Location Map





# 第1章 序 論



## 1. 序 論

近年アフリカの多くの国々で、引き続き早魃、人種的対立、国境紛争、年々悪化する国際的経済環境などにより深刻な社会的、経済的問題に直面している。

そのため各地に多くの難民が発生し、近隣国への流入が著しい。又、これら難民受け入れ国自体も開発途上国である場合が多く、難民受け入れ国にとっても難民問題は大きな負担となっている。

この様な状況下でアフリカ統一機構(OAU)を中心にアフリカ諸国は“ノン、ルフルマンの原則”強制送還禁止の原則に基づき難民の受け入れ救済に努力してきた。この様な難民受け入れ国はスーダンをはじめアフリカ大陸では14ヶ国におよんでいる。しかしながら、難民の数は増加の途をたどり近年では難民の受け入れ、救済は受け入れ諸国だけの対応では困難な状況となり国際的な協力が必要であるとの認識が今日ではもたれている。

以上の様な状況にかんがみ、1981年 4月にジュネーブにおいて85ヶ国が参加し、第1回アフリカ難民救済国際会議(ICARA-I)が開催され、難民に対する人道的緊急援助に関する討議がおこなわれた。

これに引き続き、国連総会は、第38会期において、アフリカ難民救済国際会議に関する事務総長の報告書、ならびに国連難民高等弁務官事務所(UHCR)の報告書を審議し1983年12月16日付で決議を採択しICARA IIの開催を承認した。

この会議の目的は、難民の困窮を和らげるに十分な援助が必要であることは言うまでもないが、それ以上に関係政府を援助して難民や帰国者が社会生活に入れるようなインフラストラクチャー作りを進める必要があり、そのため援助も現在の開発資金援助に付け加える事である。

この様な背景でICARA-IIが同じくジュネーブで1984年に開催された。

日本政府も北川外務政務次官を首席代表とする政府代表をICARA-IIに派遣し、食糧援助とともに、水供給、保健衛生分野のプロジェクトに対する援助の用意があるとの日本政府の立場を表明した。

これに対してスーダン共和国は、東部州における難民およびその影響をうけた地域住民の生活用水の供給に関する協力を日本国政府に要請した。

以上の経過を経て、日本国政府は1985年 7月に国際協力事業団を通じて、神戸市水道局六甲山管理事務所所長 高橋昇二氏を団長とする事前調査団を相手国に派遣した。

次いで再び高橋昇二氏を団長とする基本設計調査団が国際協力事業団により昭和60年11月25日～12月19日まで派遣され、相手国政府の要請内容、背景等の確認、無償資金

協力事業としての妥当性の検討、協力の内容および範囲の確認をおこなった。

現地調査の結果並びに、スーダン共和国関係者との協議の結果得られた基本的な合意事項は議事録として取りまとめ双方の代表者が署名をおこなった。(APPENDIX 1)

本報告書は、現在調査を基に国内における解析を通して計画の妥当性、最適規模、供与内容等を検討し、最適な基本設計をとりまとめたものである。

## 第2章 背景



## 2. 背 景

### 2.1 スーダン共和国の概要

スーダン共和国の国土面積は、250万平方キロメートルにおよびアフリカ大陸中最大である。人口は19.8百万人である。国連の分類ではL.D.C.とされ国民1人当りのGNPは\$400程度であると推定されている。

人口密度は極めて低く、又国土の1/3は砂漠である。他の2/3の国土は降雨量に応じ乾燥農業、かんがい農業、牧畜業に使用可能とされている。経済は木綿、ソルガム、落花生、ゴマ等を主体とする農業に依存している。工業生産に関しては綿製品、食用油、精糖等の他、若干の消費材と建築材料のみである。しかしながら近年、同国南西部において油田が発見され50,000b/dのパイプライン建設が予定されているが、目下の所、南部での政情不安のため工事は延期されている。

同国においては長い間公共部門が国家経済に重要な位置を占めてきた。これら公共部門には、かんがい施設、鉄道、電力、水道、製造業、商業銀行等が含まれる。近年になり多くの部門が民間へと移管されてきたが、未だにGDPの50%以上は公共部門によるものである。

スーダン共和国も他のアフリカ諸国の例にもれず、1970年代始めのオイルショック以来債務が累積し、1982年末には累積債務は\$22億であった。

スーダン共和国ではこの財政危機を改善するために、Export Action Program (EAP)を策定した。EAPの主たる目的は、綿の輸出を1979より1991年までの間年間7%の増加を目指したものである。1981年までは綿の生産はかえって減少したが1981/82年には飛躍的に51%の増産、82/83年にはさらに23%、83/84年、84/85年には夫々10%と3%の増産を達成した。

このためにかんがい施設に多額の投資が行われた。これら投資は主として既存のかんがい施設の改修に充てられたものですでに\$75百万が使用され、将来のかんがい施設改修計画に関しても世銀等と交渉中である。しかしながら、世界経済の不況、かんばつなどで国家経済全体の回復には未だ至っていないので、スーダン共和国政府はEAPと併行して国家開発計画の再検討を行ない開発計画の縮少を図り、Prospect, Programmes and Policies for Economic Development, 1982/83-1984/85 (PPPED)が策定された。

このPPPEDは1983年パリで開催された債権国会議で検討が加えられた結果、1983年

10月PPPED-Ⅱ（1983/84—1985/86）として決定された。このPPPED-Ⅱによると第4次3ヶ年計画の予算は下に示す如きものである。

(S£ mil)

	<u>Local</u>	<u>Foreign</u>	<u>Total</u>	<u>%</u>
農 業	274	483	757	31.8
交 通 運 輸	188	250	438	18.4
製 造 業	67	113	180	7.5
エネルギー産業	52	142	194	8.1
水 道	52	62	114	4.8
サ ー ビ ス	118	109	227	9.5
地 域 開 発	215	133	348	14.6
予 備 費	126	—	126	5.3
合 計	1092	1292	2384	100

Current Price

US\$1 = Ls2.45

1983年、イスラム革命の影響をうけ法律のイスラム化などが実施されたが、物価の上昇が生じた。

この結果物価上昇に対する国民の不満が重なり、デモ、暴動が発生し社会混乱が生じた。この結果、1985年4月に軍事政権が設立された。暫定軍事評議会が国内統一、基本的人権の保証の基に民間人政府が確立できるまでの間統治する事となった。暫定軍事評議会統治下のスーダン共和国は政治的には比較的安定している。

この様にスーダン共和国は、内外の社会、経済的問題をかかえ試練の時を迎えている。加うるに周囲8ヶ国と国境を接しており、近隣諸国からの難民の流入も同国の社会経済に大きな影響を与えている。1960年代より始った難民の流入人口は1985年末で100万人を越え全国人口の6%程度にも及んでいる。難民の流入は、特に東部、西部および南部諸州において著るしい。

特に、生活用水の供給については難民のみならず、その影響を受けた地域住民にとっても緊急を要する問題である。

スーダン共和国における社会経済諸指数をAPPENDIX5に示す。



## 2.2 スーダンにおける難民事情とその影響

### 2.2.1 難民受け入れの現況

スーダン共和国は周囲の 8ヶ国と国境を接している。これら国境を接している隣接諸国には干魃、内戦等の社会不安を抱えている国が多い。これらの近隣諸国からの難民がおびただしい数でスーダン共和国に流入している。スーダン共和国に流入する難民は、同国政府の内務省の一部局である Office of the Commissioner for Refugees (COR) を通じて UNHCR の援助を受けている。

1960年代より1985年12月までに COR を通じて UNHCR に登録された難民数は64万人のほり、この他 UNHCR に登録されずにスーダン共和国に流入し国内各地に居住する難民も50万人を越えるものと推定されている。

現在スーダン共和国内に居住する難民は以下の様に推定されている。

国 籍	難民推定人口	UNHCR 登録人口
エチオピア	784,000	443,000
チャド	123,000	75,000
ウガンダ	250,000	124,000
ザール	5,000	-
合 計	1,162,000	642,000

(UNHCR 1985年12月現在)

本計画の対象となるのはスーダン共和国東部州に流入しているエチオピアからの難民救済である。

### 2.2.2 エチオピア難民

#### 1) 1983年末までの状況

1983年の末までにすでに50万人の難民がエチオピアからスーダン共和国に流入したものと推定されている。

この内 132,500人の難民に居住地が与えられた。これら居住地の多くのは難民が農業による自活ができる様考慮されている。他の居住地では賃金労働の途が考えられていた。1983年までは居住地での難民は十分でないにしてもほぼ自活が可能であった。しかしながら1984年の干魃により農作物の収穫

は皆無に近く、したがって賃金労働で生計を立てていた難民にもその影響がおよび、全難民が食糧の救援を必要とする事態となった。この結果食糧を求めて再び難民の移動が始った。しかしながら1985年は天候も順調で農産物の収穫も期待されている。したがって賃金労働の需要も発生するものと思われる。

上記1984年始めまでに東部州に流入した難民居住区は次に示す場所である。

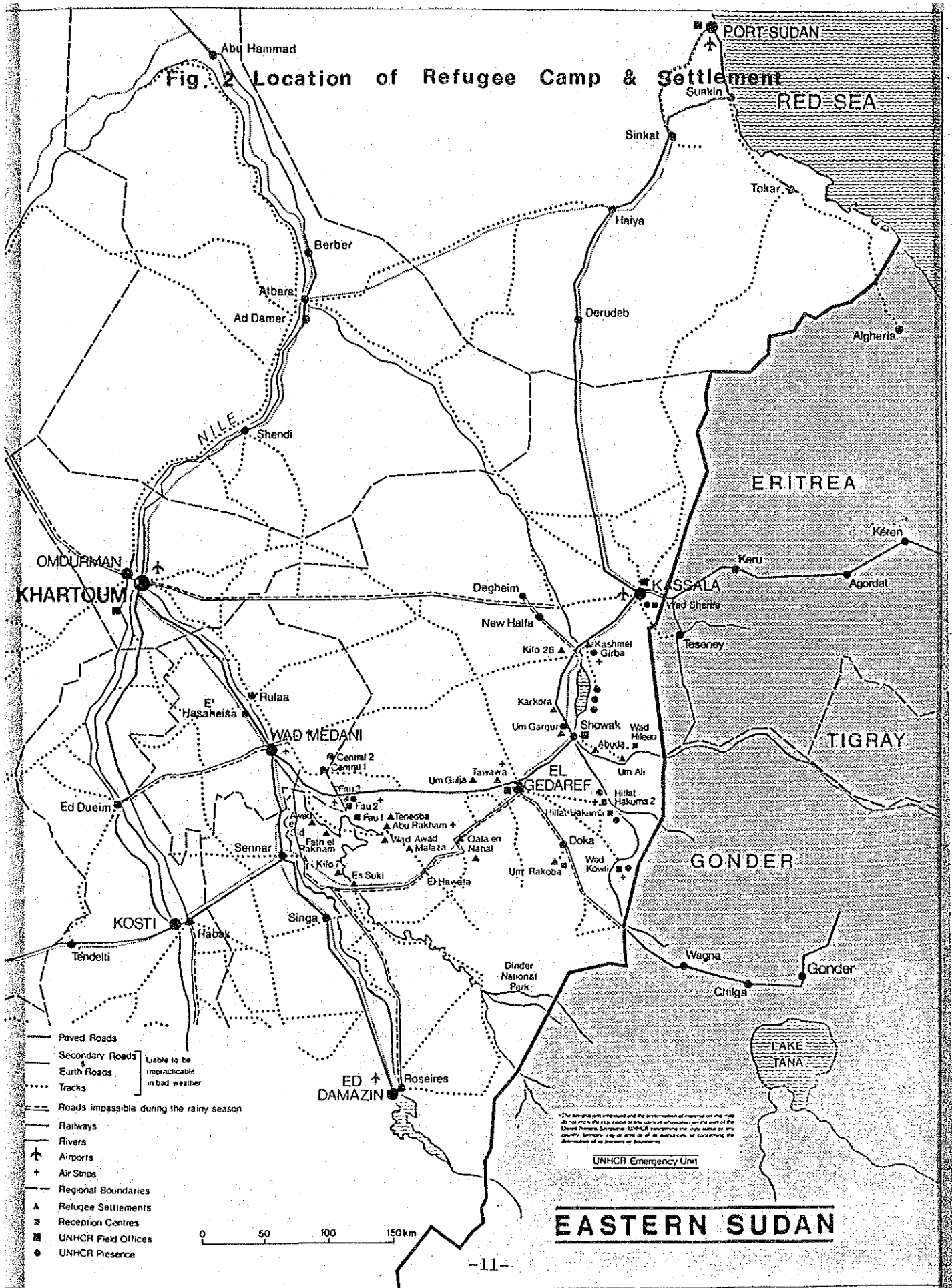
Established Settlements for Ethiopian Refugees in Eastern Sudan

<u>Settlements</u>	<u>Year established</u>	<u>Population</u>
Khashim el Gerba	1979	6,200
Kilo 26	1979	3,100
Um Gargur	1972	5,000
Karkora	1978	3,000
Abuda	1981	5,200
Um Ali	1981	3,000
Um Rakoba	1976	7,900
Tawawa	1980	24,000
Um Gulja	1976	8,500
Hawata	1982	4,000
Mafaza	1983	4,100
Abu Rakham	1979	5,000
Wad Awad	1980	2,000
Tenedba	1981	5,000
Es Suki (3 settlements)	1979	6,500
Qala-el Nahal (6 settlements)	1969	<u>40,000</u>
Total assisted refugees in settlements		<u>132,500</u>

これら難民居住区的位置は図-2に示す通りである。

UNHCR に登録されずにスーダン共和国内に流入した難民達は、東部州の地方都市、村落に住み付き公的支援は受けていない。これら未登録の難民の数は東部州の方々の地方都市に18万人村落地域に20万人と推定されている。これら未登録の難民達も1984年の干魃の影響を受けて、難民救済施設に収容

**Fig. 2 Location of Refugee Camp & Settlement**



The symbols are prepared and the interpretation of material on the map are to be the responsibility of the user. UNHCR is not responsible for any errors or omissions. UNHCR is not responsible for any damage or loss of property or for any other consequences of the use of this map.

UNHCR Emergency Unit

**EASTERN SUDAN**

された者もある。これらの難民は主としてエチオピアのEritrea とTigrayからのものである。

2) 1984年以降の状況

1984年上半期以後に流入した難民は約30万人と推定されている。この内約20万人はゲタレフ町東方にあるWad el Hilewu とUm Rakoba の新しいレセプションセンターとすでにKassala の近くに設立されていたWad Sherife と Gedaref 町に近いTawawaの難民センターに収容された。

同じくエチオピア難民でTigray地方からの難民は1984年10月より急が増え、12月末までには約4万人の難民がKassala 町北東方にあるTuki Baab の難民キャンプに収容された。これらの難民居住区は次に示す通りである。

Location of assisted new arrivals on 1 December, 1985

1. Eritreans

South Tokar district	23,000	(166,000)**
Wad Sherife*	128,000	
Kilo 26	9,400	
Karkora	7,400	
Kashim-el-Gerba	3,900	
Shagrab 1 (Girba N)	<u>12,200</u>	
Sub-Total		183,900

2. Tigrayans

Wad Kowli	32,200	
Hilat Hakuma 1 (Safawa)	12,700	
Hilat Hakuma 2 (Kona Zarbama)	15,300	
Shagarab 2 (Girba C)	18,600	
Shagarab 3 (Girba South)	800	
Fau 1	6,200	
Fau 2	8,100	
Fau 3	<u>6,100</u>	
Sub-Total		100,000

### 3. Mixed (centres established early 1984)

Um Rakoba	14,100	
Wad El Hilewu	<u>12,400</u>	(24,250)**
Sub-Total		26,500
Grand Total		<u>310,400</u>

\*\*難民中食料の支給を得ているもの

#### 2.2.3 チャド難民

チャドからの西部スーダン(Darfur 州)への難民の流入は1984年6月頃から始った。現在までに12万人の難民が流入している。これら難民は干魃に見まわれた同地方のスーダン人と共に南にあるいは東へと水と食料とを求めて移動していたが、Asernei, Angikoti の居住区に収容された。これら居住区ではIslamic African Relief Agency (IARA)が医療関係をGerman Emergency Doctor, OXFAM と協力しつつ援助している。これ等チャドからの難民の居住区のある西部スーダンは交通の便の悪さが最大の問題となっている。

#### 2.2.4 南方からの難民

南方からスーダンに流入する難民は主としてUganda からのものである。現在の居住地はEquatoria州に設置された47ヶ所で、収容されている難民人口は12万4000人である。これら難民は農地を与えられ、一応は農業による自活を行なっている。この他居住地に住まずにEquatoria州各地に分散している難民は12万6000人と推定されている。これら難民の内 3,700人は1985年中にUgandaに帰国した。

### 2.3 難民支援体制

#### 2.3.1 概 要

隣接諸国からの難民に対するスーダン共和国の基本方針は、国連、OAU の基本方針をふまえて以下の3点に要約される。

1. 難民の受け入れは、平和的かつ人道的行為である。
2. 難民自身による自発的な帰還こそが難民問題の理想的な解決である。
3. 帰還が望めない場合は帰還地から遠くない場所に居住し、難民の自活の途を開く支援を行なう。

このような基本方針に基づき、スーダン政府はUNHCRの支援を得て難民救済のためにCORを設立した。現在では、スーダン全人口の約6%にもおよぶ難民支援のためCORは職員数が1,500名近い規模の組織となっている。

1984年11月まではこれら難民支援事業の財源は主としてUNHCRを通じてまかなわれていたが、急増する難民への対応に迫られてUNHCRはその窮状を広く世に訴え先進諸国からの協力を求めた。この結果、大きな反響を呼び世界各国および民間諸国団体から1985年10月までに寄せられた難民救済への協力資金資材は東部州で\$76百万、西部州で\$8.6百万にのぼった。

### 2.3.2 スーダン政府の支援

難民を受け入れるスーダン共和国の基本方針は難民の自活の途を開く事であり、農業、賃金労働による自活が主となる。したがって難民に自活が可能でその他社会サービスを提供する事ができる居住地の選定が急務となっている。しかし多数の難民の流入はスーダン人社会にも大きな影響を与え、難民のみならずその影響を受けたスーダン人地域住民に、医療、生活用水の提供、道路の建設等を提供することがスーダン共和国政府には大きな負担となっている。この問題は特に東部州と西部州とにおいて著るしい。

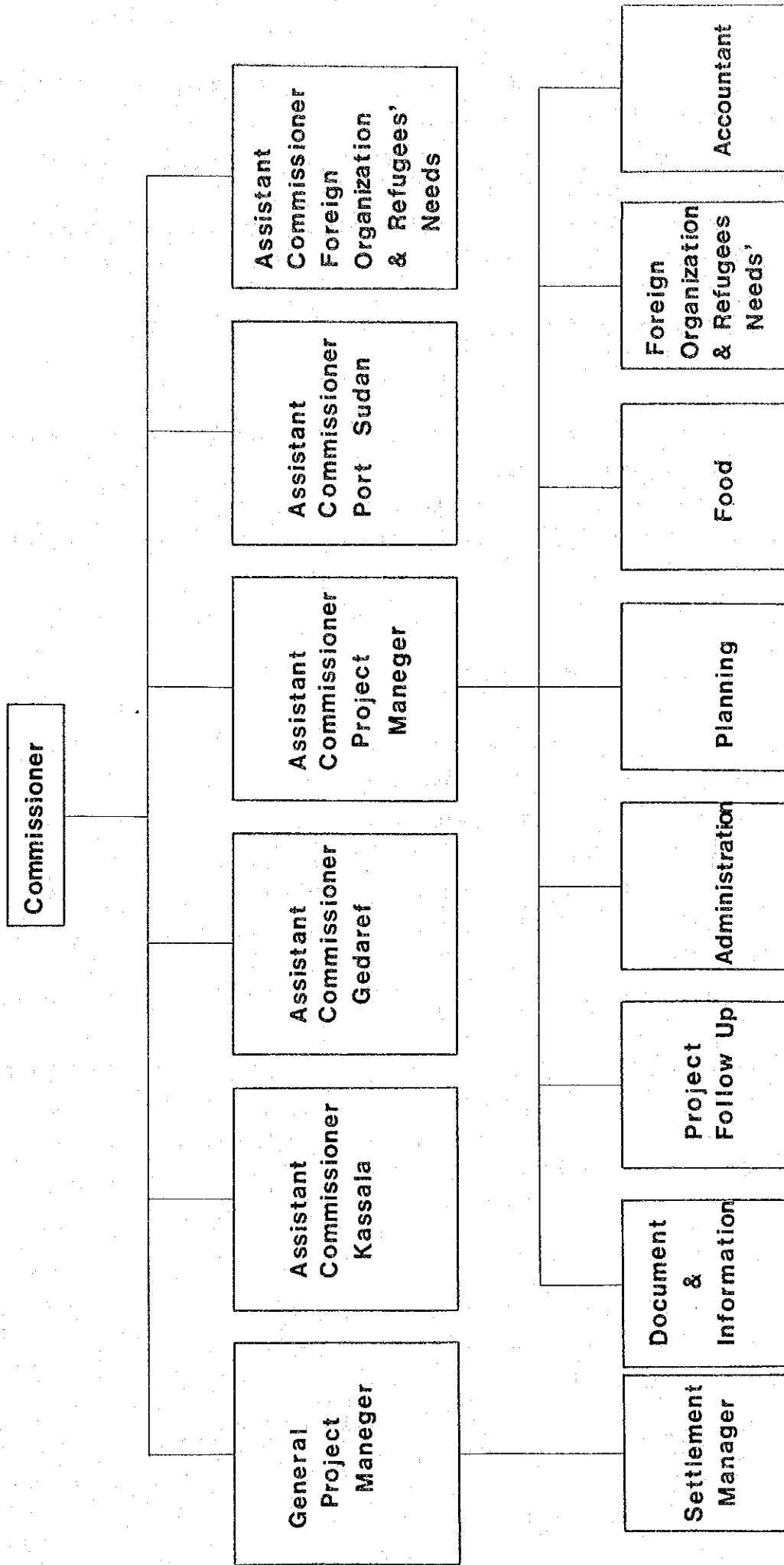
難民居住区には大別して農業による自活を行うものと農業賃金労働により生活の糧を得るものと2通りあるが、難民に対する農地の提供はスーダン政府の負担となっており78,000haにおよぶ。この土地の提供は\$3.7百万に相当する。

このような難民に対するスーダン国政府の直接の出資以外にも、多くの間接的資出が余剰なくされている。たとえばKassalaでは20校建設された難民子弟用小学校に入り切らない小学生がスーダン人小学校に1万人程いる事が知られている。

生活用水の供給は特に大きな問題となっている。本来乾燥地で水源の乏しい地方都市、村落に多くの難民が流入し少なくとも年間450万 $m^3$ の生活用水の需要増とみられている。この他山積する医療、道路建設等の難民対策事業はUNHCRの支援を得てスーダン政府内務省のCORが対応することとなっている。

CORの組織構成は図-3の如くになっており、難民の多い地域に地方事務所を置いている。東部州でCORの地方事務所があるのはShowakで、Kassala、Gedaref、Port Sudanの3ヶ所に支部がある。

Fig. 3 Organization Chart of COR



UNHCR の支援を得て、東部州に対してCOR が費した予算は表-1 に示す様に過去3年平均で年間約\$ 260万である。

### 2.3.3 UNHCR ; 国連難民高等弁務官事務所

スーダン共和国のUNHCR は他に比類をみない規模で活動している。Khartoumの本部以外に 8ヶ所の地方事務所があり、先れも無線による日常の連絡網が設置されている。

現在Sudan のUNHCR の上級職員数は64名にのぼり国籍数は38ヶ国におよぶ。

(Appendix 6)

1960年後半以来1985年10月17日現在までに世界各国からスーダンのUNHCR に寄せられた援助物資を含んだ資金協力は21ヶ国および、各国の25民間団体からとなり総額\$85百万にのぼる。(Appendix 7)

また、UNHCR の難民救済プログラムの実施にあたってはCOR 以外にも世界各国から30以上の民間団体のボランティアサービス等の協力が寄せられスーダン共和国各地で活動している。詳細はAppendix 8 に示す。

### 2.4 ICARA-II : 第 2回アフリカ難民救済国際会議

ICARA-II の目的は、以下の 3点である。

- a) 1981年に開催された第 1回会議の結果、ならびにそこに提出されたプロジェクトの進捗状況を徹底的に検討すること。
- b) アフリカにおける難民と帰国者についての援助、生活再建ならびに定住をはかる計画の実施のために追加援助が引き続き必要か否かを検討する。
- c) 関係アフリカ諸国の国家経済に対する影響を検討し、また、これら国々が大量の難民と帰国者に対処するための負担に十分応じられるようになるための社会的経済的イラフラストラクチャーを強化援助を行なうこと。

圧倒的多数の難民は、農村地域の出身である。しかし、都市や地方小都市の出身で受け入れ国で同じような都会地域に流入する難民が近年増大している。一般的にアフリカ難民の統計上の主要な 2グループは、婦女子と独身男性である。前者は農村地域に定住し、後者は主として都市部に住む。



Table 1 COR BUDGET OF EASTERN SUDAN

Location	1983										1984		1985	
	Settlement	Water Supply	Health	Sanifation	Education	Agriculture	Selfkeep	Confingency	Total	Total	Total	Total		
Khasim El Gerba	35.1	20.9	10.1	18.1	86.1	8.2	6.0	13.0	197.5	-	460.5			
Um Rakoba	38.2	125.4	5.0	24.6	61.8	13.5	47.0	71.0	386.4	142.4	287.7			
Um Guija	63.4	72.6	8.7	23.2	44.9	23.9	17.0	13.1	266.8	404.5	-			
Es Suki	71.4	27.6	32.6	38.3	133.6	33.6	60.0	-	399.0	447.5	695.8			
Um Gargour	38.5	275.6	50.5	20.0	140.6	130.9	41.0	-	696.7	385.9	545.9			
Qala El Nahal	71.4	23.0	23.0	18.4	60.7	-	-	1.2	197.6	387.1	517.0			
Kilo 26	21.2	29.2	52.7	20.4	84.4	11.2	36.0	-	255.0	384.0	-			
Abu Rkhum	85.9	58.3	43.4	58.4	237.9	57.7	47.0	18.4	586.8	-	-			
El Havata	158.9	26.6	38.1	22.5	125.0	129.9	17.0	-	548.0	1,479.6	655.6			
El Hafza	-	-	-	-	-	-	-	-	1,085.5	-	1,829.6			
Nolmim Settlement	1,091.3	110.0	-	-	-	35.8	-	-	1,237.1	-	-			
Wad Shariadi	27.8	6.6	-	-	-	-	-	-	52.0	387.4	915.0			
Showak	-*	-	-	10.5	-	-	-	-	370.5	-	-			
Abuda	-	-	-	-	-	-	-	-	546.4	-	1,456.9			
Um Ali	-	-	-	-	-	-	-	-	439.7	-	-			
Tenidba	-	-	-	-	-	-	-	-	352.0	-	1,745.9			
Tawawa	78.0	264.8	45.2	52.7	147,125	-	27.9	-	615.8	583.3	-			
Total									8,232.8	4,610.7	6,129.9			

\* Not Available

農村定住難民に対して国際的援助がおこなわれる場合は、大体において、受け入れ国が提供した農村地域の土地に居住地やキャンプを作ると言う形式が多い。このようなプログラムを通じて難民の生活に最も基本的なニーズすなわち、雨風をしのぐ住居、保健と衛生施設、水の供給などが提供される。この他多数の難民が農村地帯に入り込み定住する場合も多いが、このような場合は国際的な援助を得られる事は少ない。加うるに、難民受け入れ国の地域住民の生活水準も決して高くはないため、これら難民の流入により地域住民がうける影響は無視できないものである。特に生活用水の供給に関して著るしい。

このような状況で、難民受け入れ国は、国際社会からの援助により、緊急な人道的ニーズに対応してきた。しかし現状では、これらの国々では難民の生活扶助のみとどまらず、難民を生産活動に効果的に参加させるところまでは仲々達しないのが実情である。そのために難民受け入れ国内での難民の定住と同化を促し、積極的な生産活動に参加させるために必要な援助を行うことがICARA-IIの主旨である。

ICARA-IIに自国のニーズを提出したいとした国は、14カ国であった。国際連合、国際連合開発計画(UNDP)、UNHCR並びにアフリカ統一機構(OAU)の代表を伴った専門家調査団は、これら14カ国を訪問し、これらの国の政府とそのニーズについて話し合いを行なった。調査団は特に、難民と帰国者によって各国がかぶる負担に対処する社会的、経済的インフラストラクチャーを強化するための、各国政府、特に各国の関係省庁の要望について意見を交換した。また、調査団はできる限り、援助する側の、各国政府、国連の諸機関や非政府団体とも協議した。この調査団の報告書の中の計画リストはこれらの協議の結果であり、関係地域の難民、帰国者並びに現地住民に恩恵を施すインフラストラクチャーの強化・拡充を目的としている。

難民と帰国者の存在に関連するインフラストラクチャー開発プロジェクトに関して128の計画が示されている。(Table-2) これらの実施には、外部からの開発援助として3億6200万ドル(814億5000万円)が必要である。これらの計画の主な柱は3つある。

- (a) 基礎教育、技能訓練並びに保健・衛生設備の供給による人的資源の開発。
- (b) 生産力を高めるための、農業やその関連部門を改善するための、物質的、技術的両面の基盤強化。
- (c) 運送面のインフラストラクチャーの改善。

これら3つの目的はどれも、難民がそれぞれの社会において、もっと生産的な構成員となるように援助することである。

Table 2 Project List of ICARA-II

(US\$ 1,000)

All sectors		Individual sectors b/							Social
Country	Number projects	Total amount of external financial assistance required	Roads, bridges, port facilities, energy	Agriculture, forestry, fisheries	Education and training	Health	Water supply	development, support systems	
Angola	4	8 450	-	3 500	3 950	-	-	1 000	
Botswana	5	4 140	-	630	-	110	-	3 400	
Burundi	5	10 100	4 600	1 700	3 800	-	-	-	
Ethiopia	14	40 090	12 420	19 400	210	4 960	3 100	-	
Kenya	3	840	-	-	700	140	-	-	
Lesotho	5	2 500	-	-	1 800	700	-	-	
Rwanda	10	8 690	160	4 250	2 470	-	-	1 810	
Somalia	14	79 900	23 350	16 550	9 000	14 900	15 100	1 000	
Sudan	30	92 600	25 000	17 600	27 260	18 900	3 840	-	
Swaziland	2	1 420	-	780	640	-	-	-	
Uganda	12	35 850	11 000	7 150	5 800	5 200	6 700	-	
United Republic of Tanzania	8	28 140	9 000	1 440	7 300	3 500	5 400	1 500	
Zaire	11	38 800	11 000	12 700	6 000	5 850	3 250	-	
Zambia	5	10 740	3 000	1 000	4 840	1 900	-	-	
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>362 260</b>	<b>99 530</b>	<b>86 700</b>	<b>73 770</b>	<b>56 160</b>	<b>37 390</b>	<b>8 710</b>	
<b>Percentage breakdown</b>	<b>-</b>	<b>100</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	

a/ Based on the individual country reports of the ICARA II technical team

b/ Projects were determined on an individual basis. For the purpose of a summary presentation, they have been classified into the sectors shown in this table.

表2に示された3億6200万ドル(814億5000万円)の外部からの援助は、3年から5年の期間の計画に使われる。従って、これら128のインフラストラクチャー計画に対する年間援助は約8000万ドル(180億円)から1億ドル(225億円)位である。これらの額は1982年中のこれら14カ国に対する政府開発援助費(ODA)の総額の約3%である。それ故、難民や帰国者のみではなく、周辺現地住民もこれらの援助によって恩恵に浴することを考えると、この額は適当な枠の中にあるものと考えられる。

## 2.5 要請の背景とその内容

統計によればエチオピアから東部州に1985年12月までに流入した難民の人口は78万5000人と推定されているが、この内Receiving Campを通じて居住区に受け入れられた難民の数は44万人にしかすぎない。この差の34万人に担当する難民は東部州地方の町や村に定着している。例えば東部州の中心地であるKassala町ではこれら難民の急増により水道水の需要が急に増え水圧低下が著しく、町民への給水事業に支障をきたしている。同様な事は、地方の村々にもみられ大きな社会問題となっている。

今回の要請内容は、上記の如き影響の特に著しい町村の給水の整備を目的としたものである。

要請内容は下記の如く要約できる。

- |   |       |
|---|-------|
| 1. 新設井戸および付帯施設の建設                       | 41ヶ所  |
| 2. 既設井戸および付帯施設の改修                       | 165ヶ所 |
| 3. 溜池改修建設機械                             | 1 式   |
| 4. 村落給水施設の改修                            | 3ヶ所   |
| 5. Kassala 町およびKhashim el Gerba町給水施設の改修 | 2 式   |

本計画の対象となるスーダン共和国政府からの協力要請内容は多岐にわたる。本計画の策定にあたっては、1985年7月に国際協力事業団が実施した事前調査の結果もふまえて、要請内容について夫々その背景、緊急性、実施期間、協力の効果および技術的な問題について検討を加えた。その結果、溜池改修に関しては相手国政府の負担コストが大きすぎることに、又、3ヶ所の村落給水施設の改修については、背景が不明確であることが判明した。Khashim el Gerba 町の給水施設は中国の援助により建設されたものであり、我が国の協力対象としては適切でないと判断された。

その結果、本計画の基本設計調査は、以下の3項目を対象としておこなうこととした。

1. 新設井戸および付帯施設の建設
2. 既設井戸および付帯施設の改修
3. Kassala 町の給水施設の改修



### 第3章 計画地域の概要





### 3. 計画地域の概要

#### 3.1 一般概況

##### 3.1.1 社会経済

計画の対象地域である東部州はスーダン共和国の主要な農業地帯であり、地域の社会経済は全面的に農業と畜産に依存している。しかしながら、近年の打続く干魃により地域の産業基盤は深刻な打撃を受けた。加うるにエチオピアからの難民が多量に流入し生活用水の供給が困難となり、これらの諸問題が重さなり東部州の経済状態は極めて悪化している。

東部州の人口は1983年のセンサスによると 1,512,325人（スーダン人のみ）である。この内農村人口は 1,117,600人である（178,450人の遊牧民を含む）。又町の人口は 394,725人である。過去10年間の人口増加率は 5.8%でありスーダン人社会のみを考えれば極めて安定した人口動態と言える。

主要産業の 1つとして牧畜があげられる。そのため家畜の数も多く下記のとうりである。

ラクダ	628,000
牛	768,000
羊	1,277,000
山羊	1,044,000

東部州における州都はKassala 町である。又、Kassala 町は隣国エチオピアとの国境の町でもある。Kassala 町の人口は約 5万人と推定される定住化した難民を含めて 165,000人（'83年センサス）とされている。

Kassala 町は首都KhartoumとPort Sudanとを結ぶ国道のほぼ中間に位置し、エチオピアとの国境に近いこともあり、Kassala 町は流通の中継点としての役割を果たしている。このためKassala 町は農畜産物の集積地であるとともに地域の行政、商業の中心として活況を呈している。

KhartoumとKassala 町との距離は国道沿いに約 600kmである。古くから使用されていたPort Sudan-Khartoum 間の鉄道は近年整備された国道にとって変られ、自動車による人的物的流通が盛んである。又、Kassala 町には比較的整備された地方空港がありKhartoumからの航空機の利用も可能である。しかしながら、通信施設は未整備でKassala 町とKhartoum間ではラジオ無線に頼っている。

東部州にはKassala 町以外にも約35,000人の難民を含む、人口 154,000人の Gedaref 町、人口 8,639人のShowak町および人口19,762人のKhashim el Gerba町が、国道沿に点在している。これらの町々は夫れも難民の影響を受けているが特に給水面で特に大きな影響を蒙っているのはKassala 町とGedaref 町周辺である。

### 3.1.2 気象水文

スーダン共和国東部州は熱帯性大陸気候帯に属し12月から 3月にかけては冬期に当り平均気温は27~30℃程度で比較的低温、最低気温は16~17℃に降がる。一方夏期は 4~ 6月に当り気温は昇り最高気温は40℃を越えることもある。夏期の 4~ 5月はHabub と呼ばれる砂嵐が生じ、視界は数メートルに限られ、この状態が 2 ~ 3時続く。(表-3)

Table 3 Meteorological Conditions at Gedaref

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Precipitation (mm)	0	0	1	4	27	86	154	188	92	24	3	0	579
Average mean temperature (°C)	26.0	27.1	30.0	31.8	32.2	30.0	27.1	26.0	27.1	29.0	29.0	26.6	28.5
Average max. temperature (°C)	34.8	36.0	38.6	40.1	40.0	37.0	32.7	31.0	33.0	36.5	36.8	35.0	36.0
Average min. temperature (°C)	17.2	18.1	21.1	23.5	24.5	23.0	21.5	20.8	21.1	21.6	21.0	18.1	21.0

スーダン共和国全体としては降雨量の極めて少ない地方であり全国のほとんどの地方は 500mm/year以下の年降水量しかなく、北方へ行く程降雨は少くなる傾向にある。しかしながら東部州ではエチオピアのアビシニア高原での降雨の影響を受けている。アビシニア高原では年降雨量が 2,200mm/yearを越す地域があり、この地区から同心円状に年降雨量は減少する。この影響でGedaref 辺りの年降水量は 600mm/year程度、またGedaref の北方に位置するKassala 辺りでは 300~ 400 mm/year程度となっている。(図-4)

降雨は夏期の 6月~ 9月に集中的にみられ 7月 8月が最も多く月雨量は 100mm/month ~ 200mm/month に達する。(図-5, 6) 11月から 4月までは乾季に当りほとんど雨は降らない。

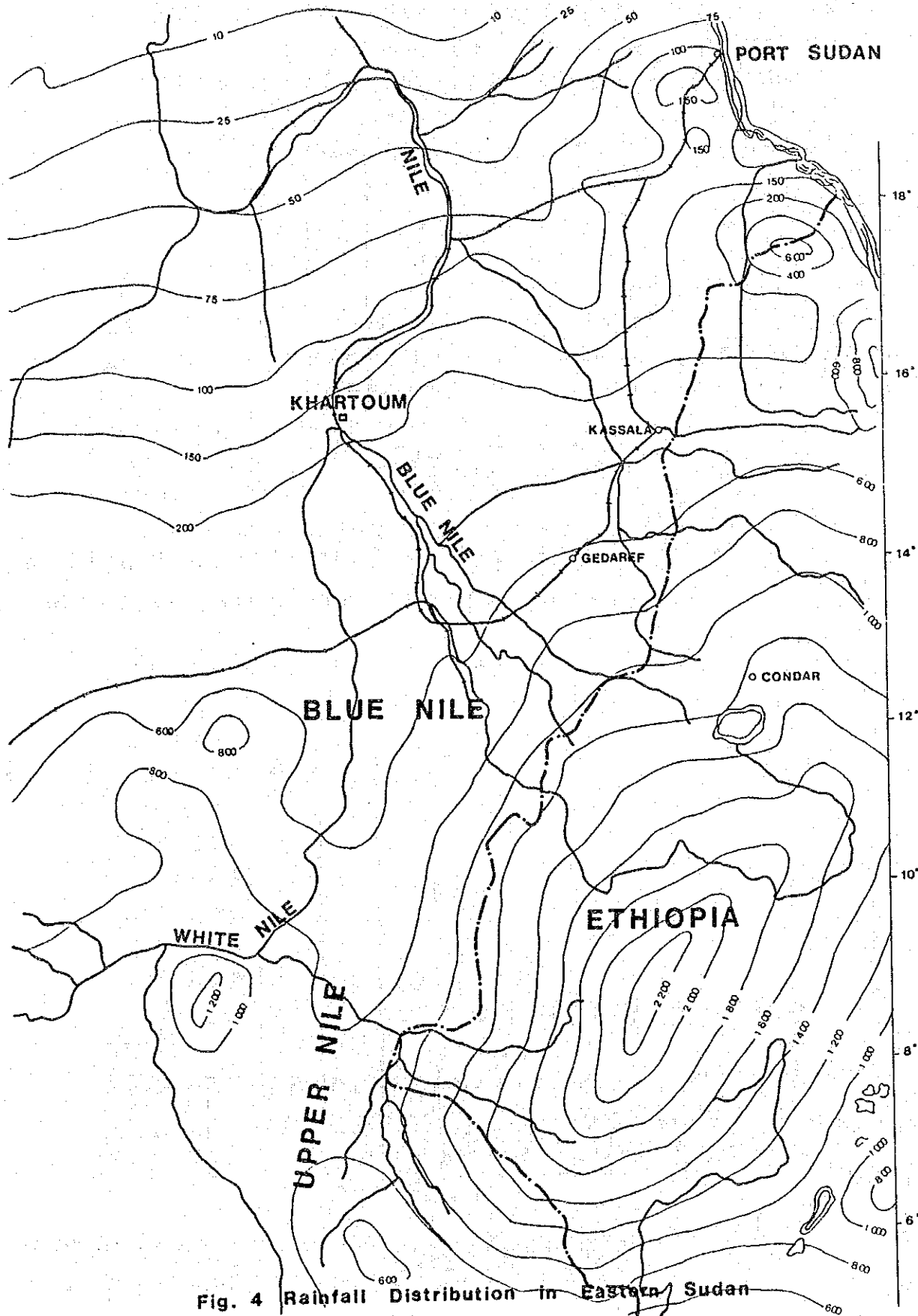


Fig. 4 Rainfall Distribution in Eastern Sudan

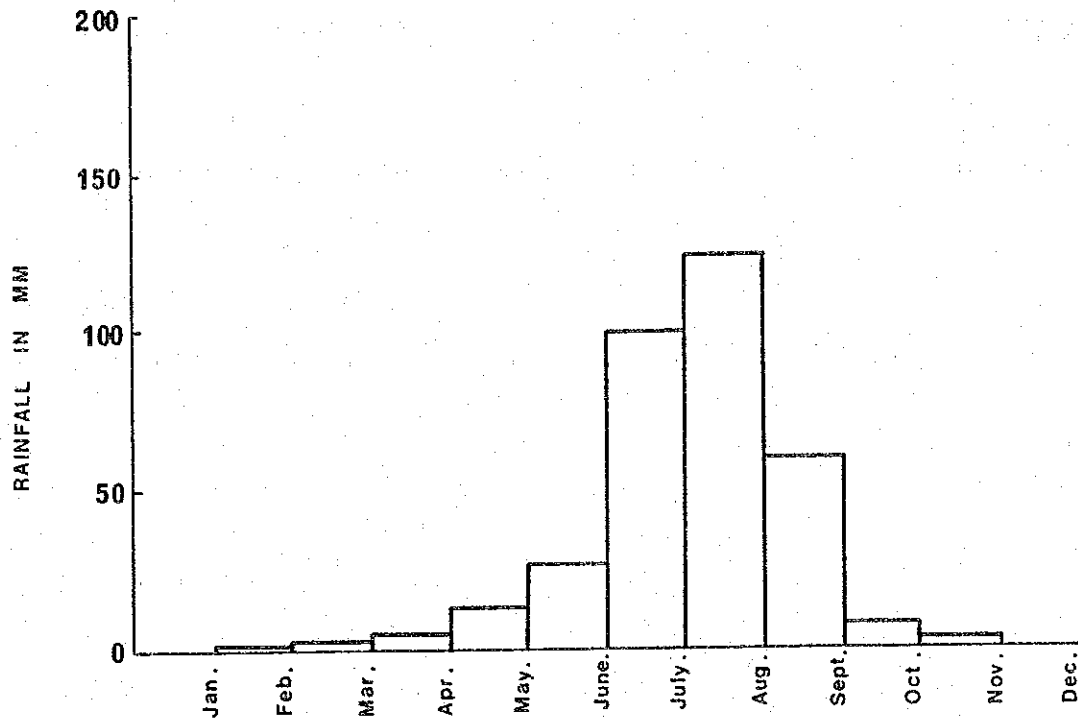


Figure. 5 Average Monthly Distribution of Rainfall in Kassala Town for the Period 1930-1960

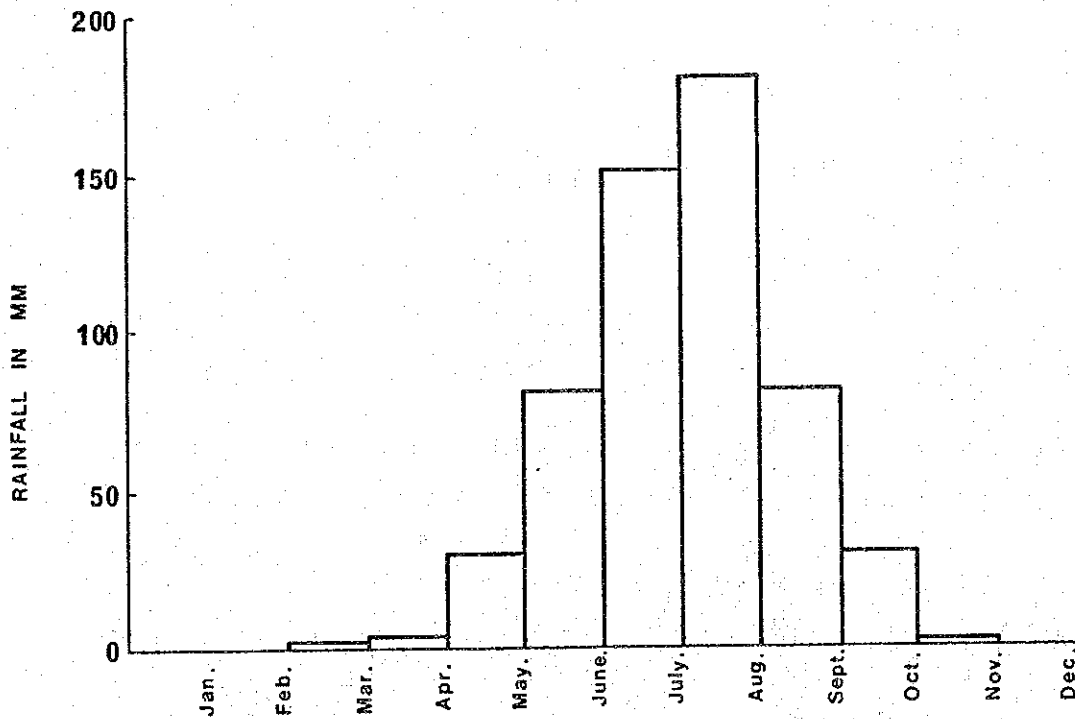


Figure. 6 Average Monthly Distribution of Rainfall in Gedaref Town for the Period 1984

南東部に位置するアビシニア高原は東部州の河川溜川の源流となっている。主な河川としては、地域の東側から、Gash川・Atbara川・Rahad川、Diuder川及び青ナイル川があり、それぞれ北西方に向う流路をもって流れている。これら河川のうち青ナイル川とAtbara川のみが年間を通して流水があり、他の河川は乾期の5ヶ月間は渇水状態になる。いわゆる、Wadi (Wadia / 小規模な谷はKhnor と呼ばれている) に相当する。青ナイル川にはSennarダムが、また、Atbara川にはGirba ダムが建設されており、発電・灌漑及び上水道用など多目的に利用されている。

### 3.1.3 地 形

地域の全面積は約10,000km<sup>2</sup> で、その大半が極めて平坦な標高 400m～ 500m程度の土漠からなり、この間に点々として小規模おわん状の小山が分布する。Gedaref 町の周辺では第三紀の玄武岩類が構成するゆるやかな丘陵性の地形が残されている。また、地域東縁部の国境沿いの部分は一転して山岳地形に変化し、南東部の標高3000mを越えるアビシニア高原に至る。

Kassala 町の東部にはそれとはやや独立した状態で、標高 1,348mのKassala 山が起立している。

したがって当該計画地域は南東部のアビシニア高原の斜面の下部と北西部のスーダン大平原との間に広がる中位平坦部といえる。

### 3.1.4 地 質

東部州一帯の地質は以下の如く要約できる。(図-7)

1. プレカンブリアンおよびカンブリアン基盤岩類
2. 中世代ヌビア砂岩類
3. 熱帯性含鉄土壌
4. 第3紀玄武岩
5. 第4紀黒色粘質土壌
6. 新生堆積物

#### 1. プレカンブリアンおよびカンブリアン基盤岩類

スーダンの地質学者の間ではこの呼称は変成作用を受けた火成岩類で中世代ヌビア砂岩より古い岩類を指す。

計画地域で見られるこれら岩類は花崗変麻岩、角閃変麻岩、大理石、花崗岩ペグマタイト、石英岩脈および、塩基性、酸性の貫入岩類である。Kassala 町近辺に見られる独立峯をなす岩山は夫れも花崗変麻岩が主体である。

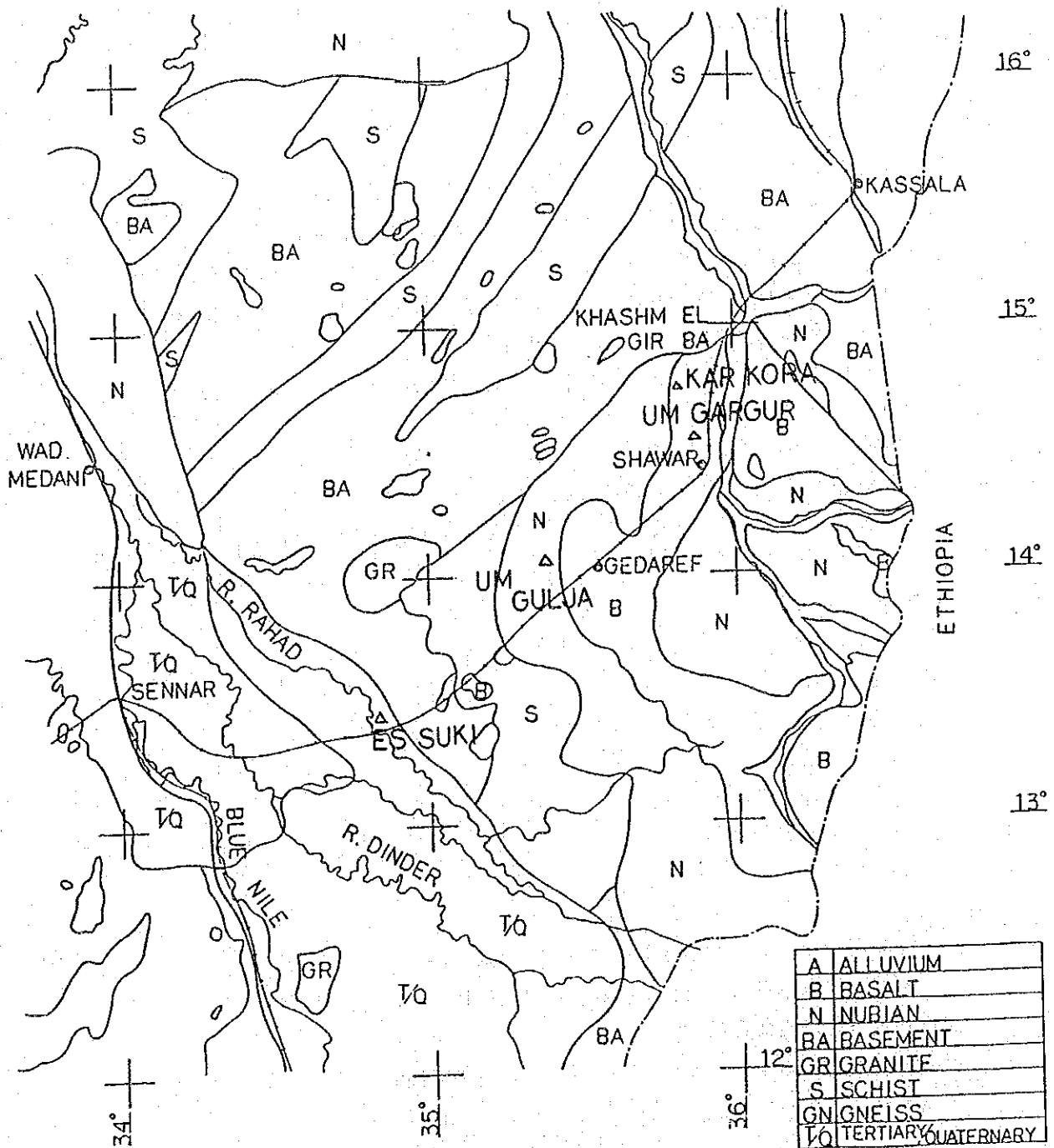


Fig. 7 Geological Map of Eastern Sudan

この他Gedaref 近辺のAbouda村近辺に風化の著るしく進んだ花崗岩が約6km<sup>2</sup> にわたりみられる。

このタイプの岩類は東部州ではShowak北西約50kmあたりより以遠に広がっているが、計画対象地域の内特に井戸の分布の多いGedaref 地域にはみられない。

## 2. 中世代ヌビア砂岩類

ヌビア砂岩層は北アフリカに広く分布する堆積層で地下水滞水層として各地で利用されている。

この堆積層は基盤岩の断層風化面等で基盤岩とは不整合でほぼ水平に広がる碎屑性の堆積層である。ヌビア砂岩の露頭は様々な様相を呈し、色も変化に富む。このヌビア砂岩層はOmerにより年代測定が行なわれ白亜紀のものと推定されている。

## 3. 熱帯性含鉄土壤

酸化鉄、アルミナを含有する赤かっ色の土壤でこの地方ではAzaza と呼ばれている。この土壤の分布はヌビア砂岩の露頭と一致している。したがってヌビア砂岩を母岩とする古土壤とされている。

したがって溶脱のはげしい雨期とこれに続く乾期を伴った古気候を想定させる。

## 4. 第 3 紀玄武岩類

これはGedaref の近辺に広く分布する塩基性玄武岩熔岩であり漸新世の熔岩流と中新世の貫入岩とに分類できる。この岩類は広い範囲にわたり黒色粘質土におおわれている。

## 5. 黒色粘質土

この黒色粘質土はインドでBlack Cotton Soil と呼ばれていた土壤と類似のもので、水分をおびると膨潤し、乾燥するとひびわれが大きく入るものである。土地ではBadob と呼ばれている。

## 6. 新生堆積物

この堆積物はKassal町近くのGash川、Showak町からKhashim el Gerba町に沿って流れるAtbara川その他Rahad 川、Diuder川等によってもたらされた河川堆積物である。堆積物は小石砂利、砂、シルトなどから成り堆積層厚はまちまちである。

### 3.1.5 水 理 地 質

地質図に示された様に計画地区における主たる地質構成は下記の 4群である。

1. 変成岩を主体とする基盤岩
2. ヌビア砂岩
3. 第三紀火成岩：玄武岩
4. 沖積層

基盤の複合変成岩類は、Showak及びGedaref 町を中心とする地域をとり囲むようにして、その外側の地域に広域に分布しており、ベースン構造を形成している。この基盤岩類は空隙率の小さい不透水性の岩盤からなるため、これが地表近くに露出する地帯では特殊な場所を除いて地下水の開発が全く期待できない。

Nubian層群は、上記ベースン構造の凹部に分布しており、その砂岩と礫岩層の部分がGedaref 地域における水量及び水質ともに最も良好な地下水の帯水層になっている。地下水は被圧及至準被圧の状態で賦存しており、帯水層の層厚は 100m ~ 300mの範囲にある。これまでの地下水開発結果から、この帯水層からの地下水の生産能力は  $170\text{m}^3 \sim 850\text{m}^3/\text{day} / \text{well}$  (主として井戸の深さの違いによるアロアンスで、深度 200m級の井戸では  $450 \sim 500\text{m}^3/\text{day} / \text{well}$  が平均的である)、比湧出量  $0.3\text{m}^3/\text{hr} \sim 4.0\text{m}^3/\text{hr}$  と評価されている。

第三紀の火山岩類は、主として、玄武岩の熔岩と同質の火山碎屑岩層からなり、Nubian層群の旧期地表部の谷間を埋積したような状態で分布している。玄武岩の熔岩中には、開口性の亀裂が多く発達していて、不被圧状態の地下水が賦存しているが、一般に水質が上記のNubian層群の帯水層に比較して劣る場合が多い。また、井戸からの生産能力も  $110\text{m}^3/\text{hr}$  程度である。

洪積層・沖積層は、前述した河川沿の流域に帯状に分布している。Kassala 町にあるGash川の流域には、沖積層が層厚30~70m程度を有して比較的広範囲に分布しており、その基底部には巨礫を伴う礫~砂層が存布して、良好な地下水の帯水層になっている。この帯水層の地下水開発実績によると、 $500 \sim 1,000\text{m}^3/\text{day} / \text{well}$ の結果が得られており、水質も電気伝導度が  $400\mu\text{V}/\text{cm}$  (但し手掘りの深度20m程度の浅井戸では  $1,200 \sim 1,500\mu\text{V}/\text{cm}$ ) 程度で比較的良好的なものと判断された。

以上の様に計画地区で有望な地下水の帯水層がみられるのはヌビア砂岩層と第 3 紀玄武岩層でGedaref、Showakを中心とした一帯とKassala 近辺のGash川の沖積



層である。

Geraref 町西方のヌビア砂岩層に堀削されたUmm Gulja の井戸の例をみると地表下約 450mにある基盤変成岩と地表から約60m程の泥岩に挟まれたヌビア砂岩層から取水している井戸である。(図-8)

この滞水層の透水量係数(T)は60~66 ml/day 程度である。又、透水係数は $11.5 \times 10^{-2} \sim 12.7 \times 10^{-2} m/day$  でありかなり良質な滞水層であるといえる。

現在の揚水量は 324~369m<sup>3</sup>/day であるが、井戸調査の結果では、スクリーンがスロット式のものであるので効率が悪いいため、適正なスクリーン設置すれば揚水量は約 3倍に増加できるものとされている。

Shwak の北方Umm Gargour とKarkora の井戸は玄武岩の火成岩とヌビア砂岩層との境界域に堀削されたものである。滞水層は同じくヌビア砂岩である。(図-9, 10)

Umm Gargour の井戸の物理常数は、透水量係数67 ml/day 程度である。揚水量は 5,000~6,000m<sup>3</sup>/day と推定される。しかしながらやはりスクリーンが現場で作成されたslot式のものであるためUmm Gargour No.1 の井戸の物理常数は他に比して非常に小さな値を示す。即ち、井戸の仕上げの改善により大きな揚水量が期待できるものと考えられる。

同様にUmm Gargourの北方にあるKarkara の井戸でも井戸の設計仕上げが悪いため透水量係数は18 ml/day 程度しか得られていない。

沖積層に分布する滞水層の主たるものはエチオピアよりKassala 町を貫流するGash川の沖積層である。この沖積層は砂利、砂、シルトからなり良質な滞水層をなす。この沖積層の層厚はKassala 町近辺で27~55mさらに北方へ10km程下流Gammamで17~25mと比較的薄くなるがさらに10km下流のArome では75m以上の層厚となる。

この沖積層の中は約15kmにおよびKassala 町から北北西にデルタ状に延びている。Kassala 町付近では粗粒の層が多く、下流に行くにしたがって細粒な堆積層となっている。

この滞水層の地下水は不圧水である。透水量係数は 1,350 ml/day と推定されている。この滞水層の地下水賦存量はおよそ 600百万m<sup>3</sup>と見積りこの13%が揚水可能量とされている。したがってほぼ78百万m<sup>3</sup>の地下水が利用可能と推定される。

(図-11)

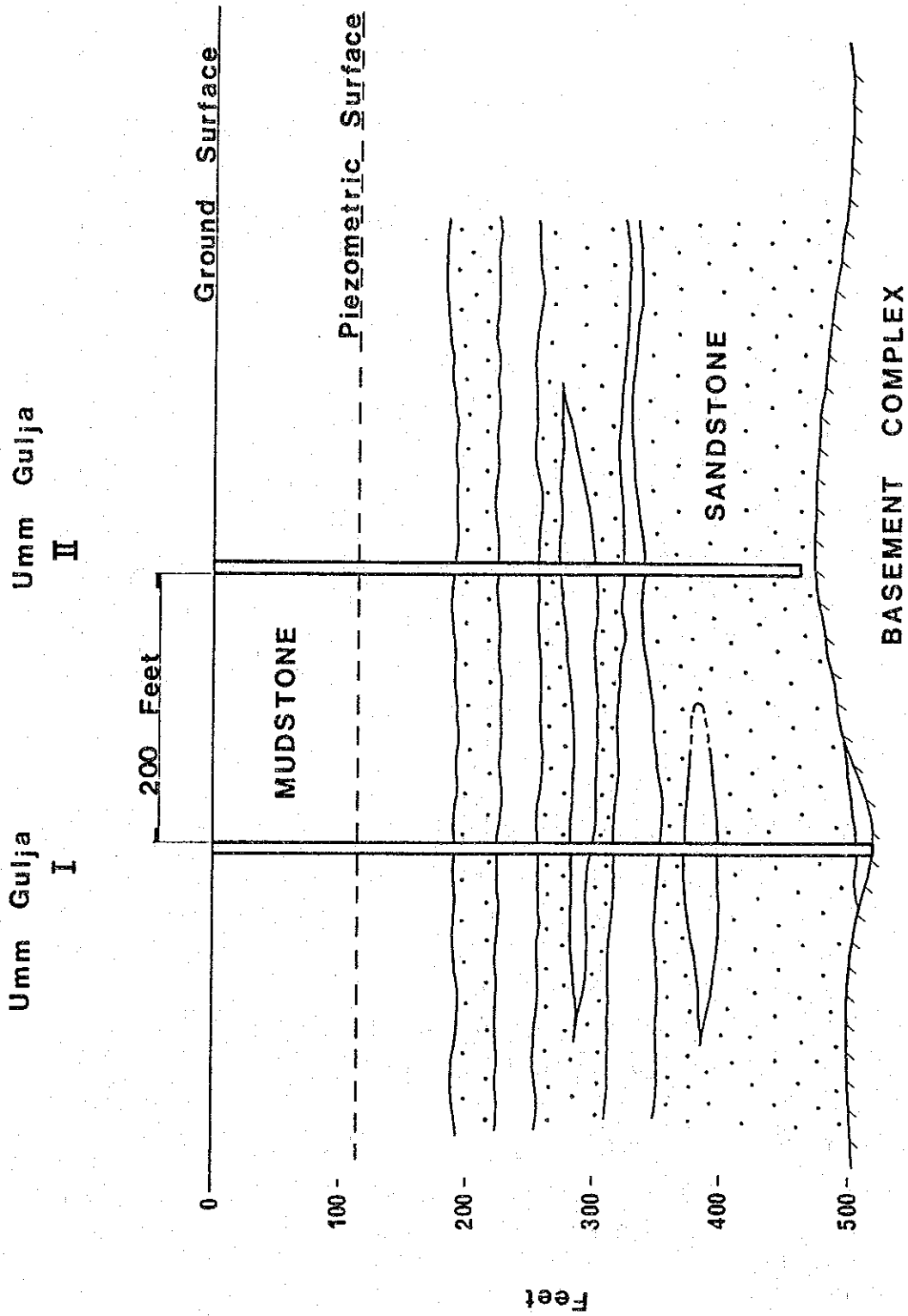
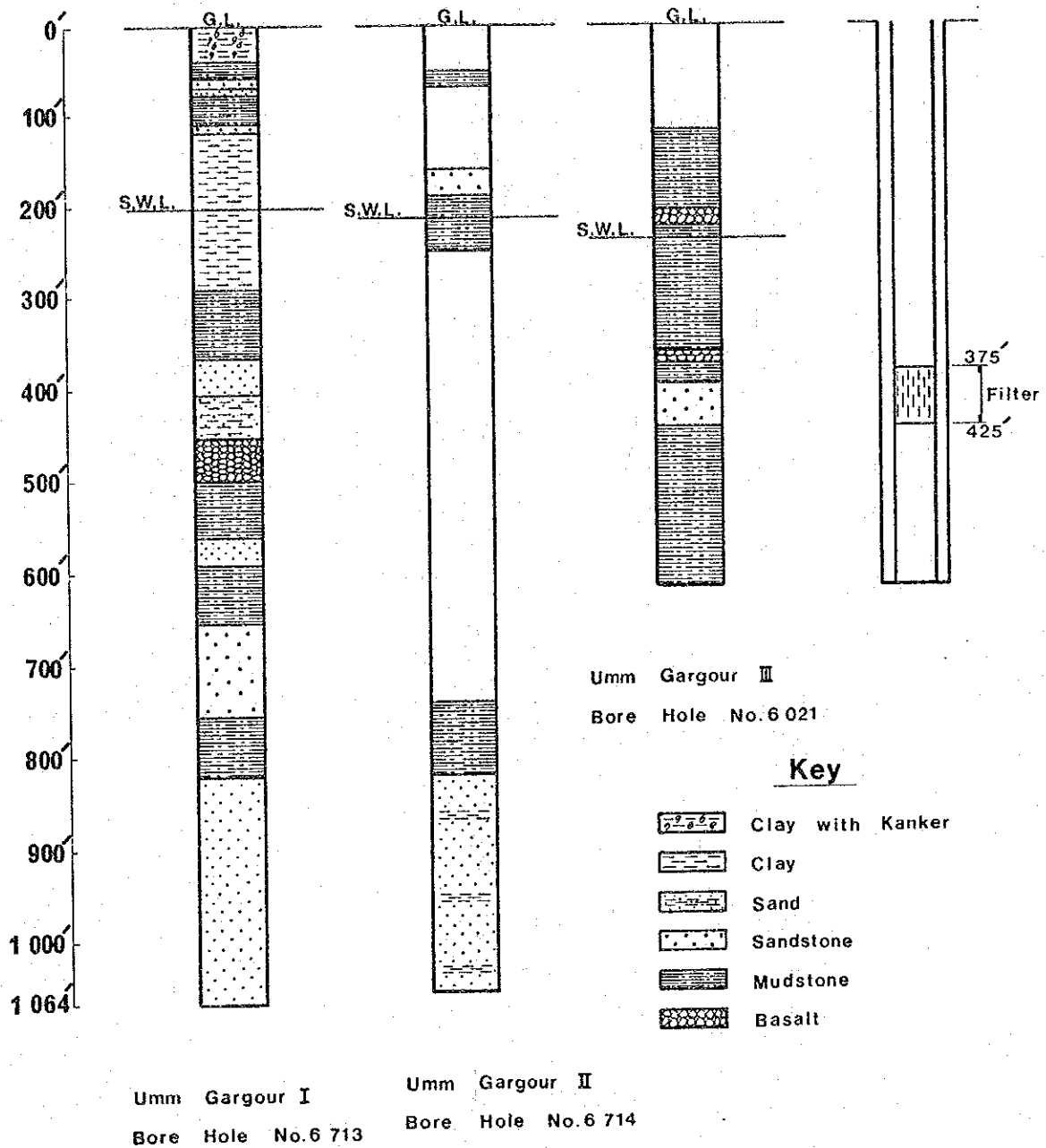
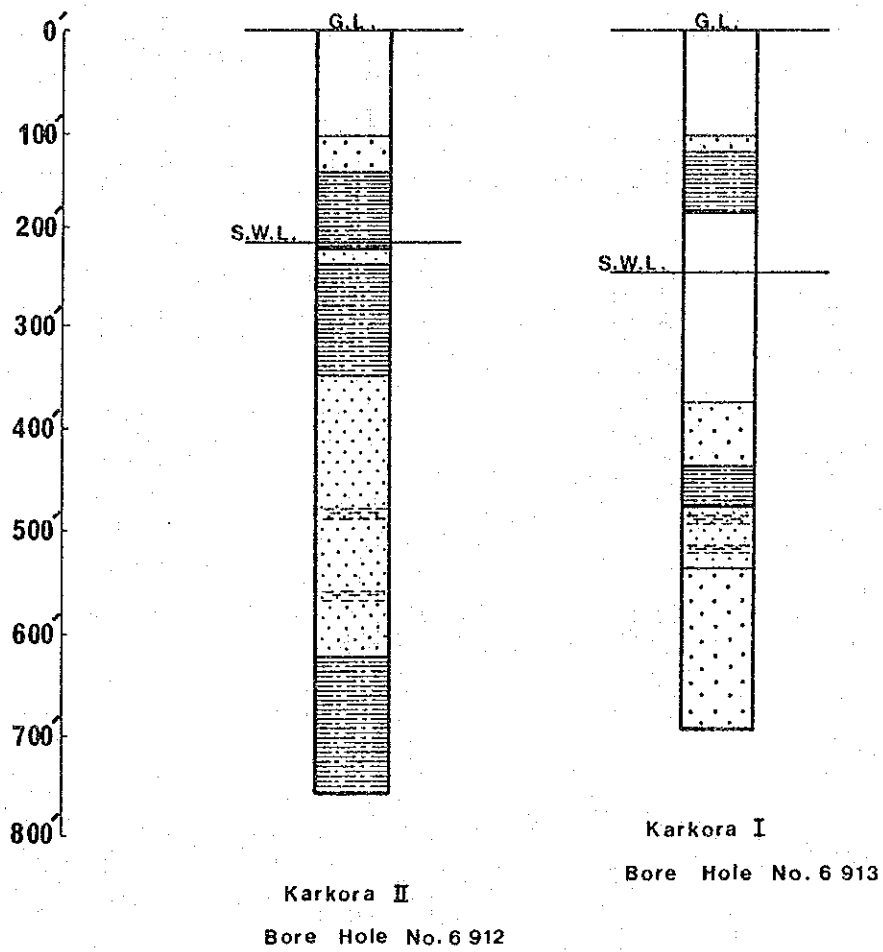


Fig. 8 Diagrammatic Representation - Umm Gulja



**Fig. 9 Geological Logs and Distribution of Casing in Umm Gargour Bore Holes**



**Key**

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> Clay with Kanker</li> <li> Clay</li> <li> Sand</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li> Sandstone</li> <li> Mudstone</li> <li> Basalt</li> </ul> |
|---|--|

G.L. = Ground Level

S.W.L. = Static Water Level

**Fig. 10 Geological Logs and Distribution of Casing in Karkora Bore Holes**

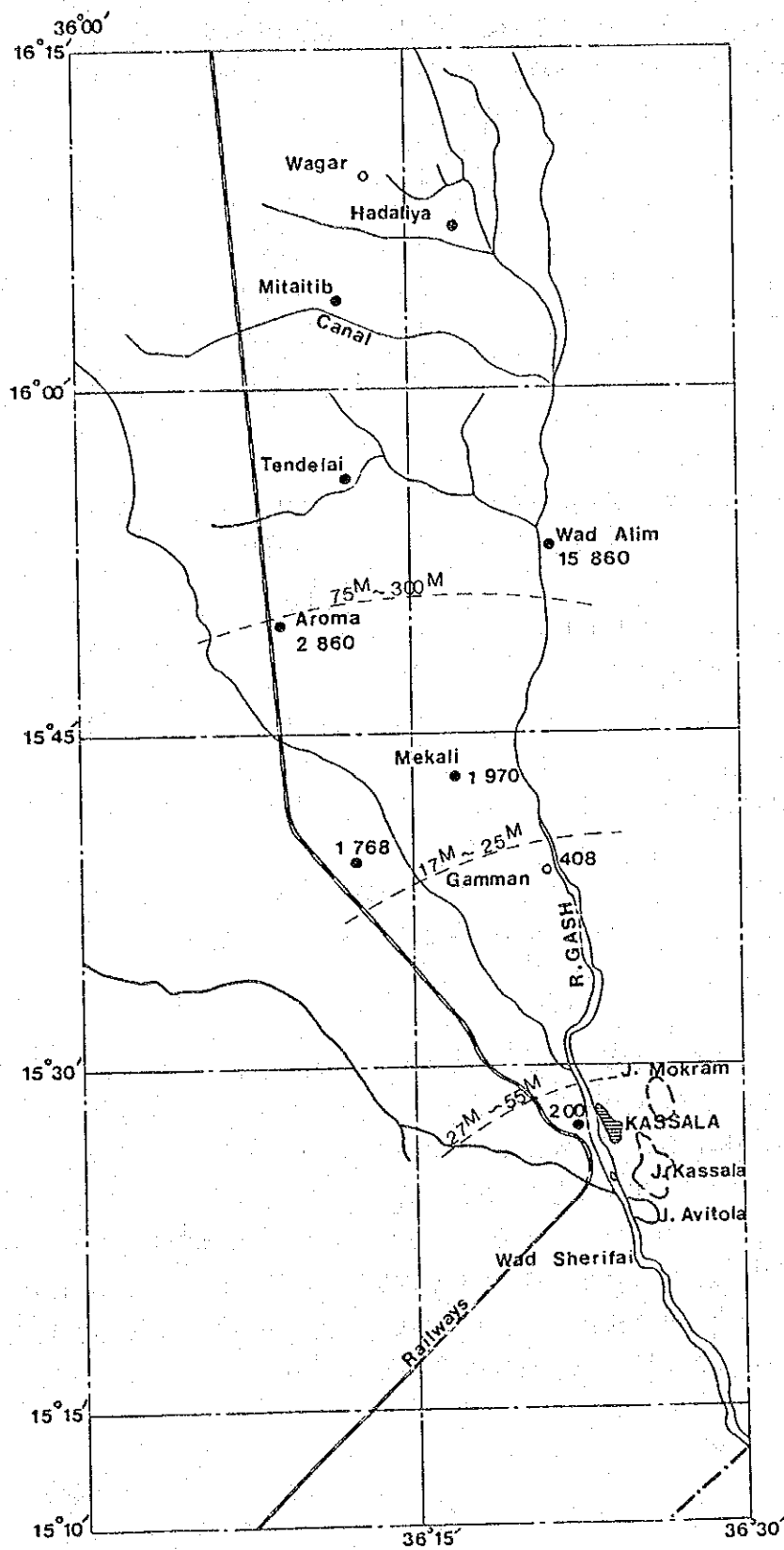


Figure. 11 Thickness of the Gash River Alluvial Deposit

### 3.1.6 水 質

水質に関する資料は不十分であるが調査期間中住民および、地方水道関係者との事情聴取では特に地下水の水質に関する問題点は聞かれなかった。調査期間中に測定した水質の概略は下表の通りである。

	水 温	PH	電気伝導度
	℃		μV/cm
1. Wad Sherifay	34	7.4	998
2. Lafa	33	7.2	400
3. Wahifa	38	8.2	380
4. Khashim El Gerba*	38	8.2	330
5. Showak	39	7.7	500
6. Gedaref COR Office	34	7.7	460
7. " NWC Office	29	7.7	420
8. Assar	29	6.8	1,400
9. Wad El Halangi	29	7.2	1,100
10. Kassab	29	7.1	1,300
11. Kgra**	29	8.2	700

※ ダムからの 流水

※※浅井戸

上の表にみるとうり計画地域の水道水源の電気伝導度は 330~1400μV/cm程度の水質でありGedaref、Showak周辺の地域では生活用水としてはおおむね良好と考えられる。

一方Kassala 町の水源となっているGash川の沖積層から得られる地下水については水質が場所によりかなり異なる。Gashデルタの上流部Kassala 町付近の地下水の含有塩類濃度は約250PPm程度で生活用水の水源水質としては良好である。しかしながらGashデルタを下流に進むに従って地下水中の含有無機塩類は増加しKassala から約10Km北方の下流側では塩分濃度が1,000PPmに増加し、さらに10Km北方のArama 近辺では3,000PPmとなりかなり水質は悪化する。この傾向は北方の下流へ行くに従い著るしくなり、Kassala から30Km程下流では同じ滞水層の地下水の含有無塩類濃度は16,000PPm を越える。(図-12)

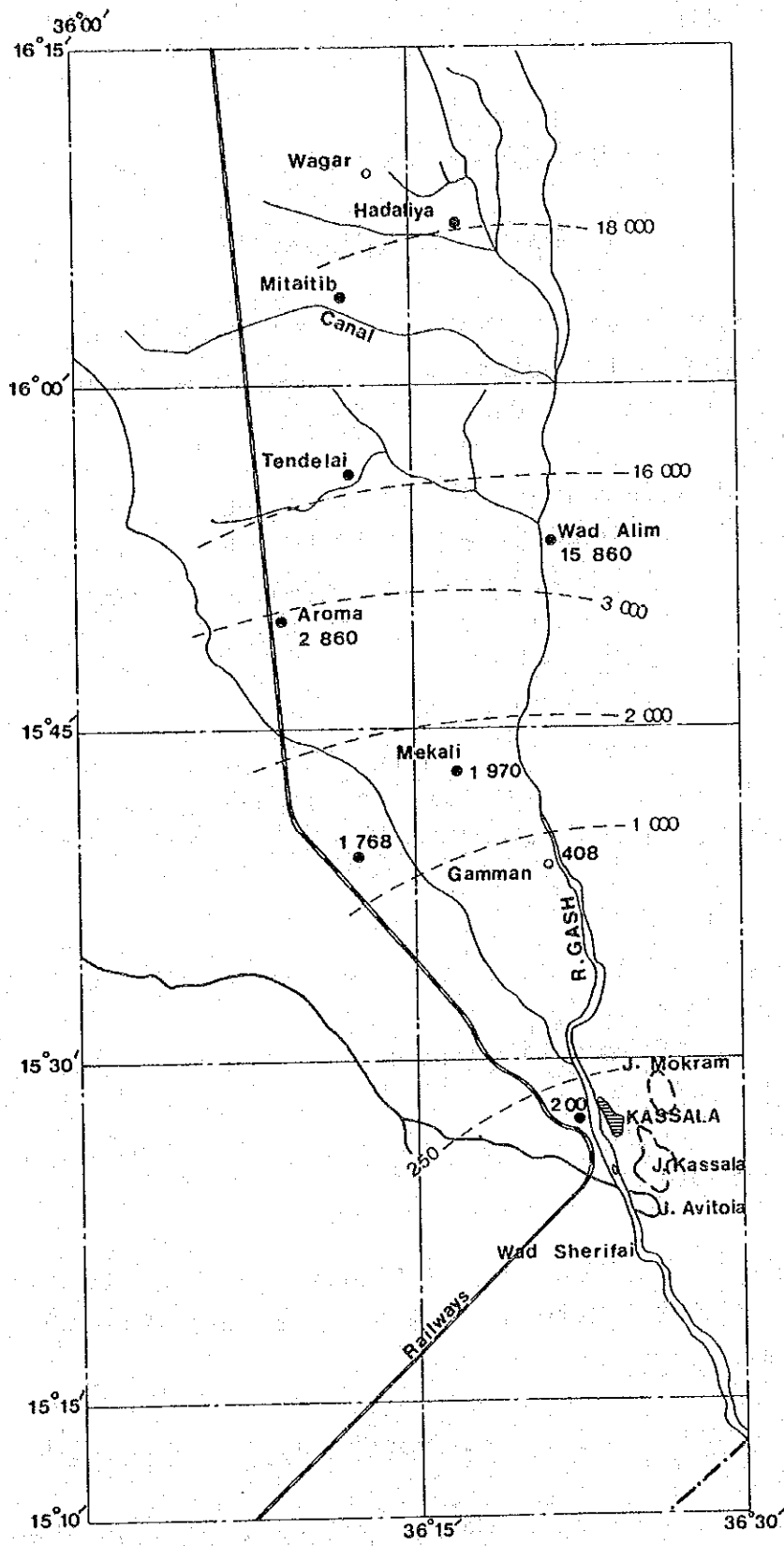


Figure. 12 Map Showing the Distribution of the Total Dissolved Solids in PPM. at Gash Delta

## 3.2 地方給水の現況

### 3.2.1 概 要

Kassala 地方の村落及び難民キャンプの給水の現況は、表流水利用と地下水利用に分けられる。

表流水は、地下水の条件の悪い、Showak, Khashim El Gerba等にて利用されている。

Showak及びKhashim El Gerbaの難民キャンプは、Atobara 川の水を利用しているが、Atobara 川は 1月中旬より 4月までの乾期は河川水量は少なくなる。川からキャンプまでの約30kmの距離をタンクローリー車にて運搬している。

地下水は主にKassala 町周辺の沖積層とGedaref 町周辺のNubian層群に集中的に井戸が建設されている。又、地下水は浅井戸と深井戸に分けられるが浅井戸は個人所有が多くかんがい及び売水に利用されている。又、水供給公社 (NWC)の資料によると東部州には 508本の深井戸があり、最近建設されたもので1974年、古い井戸は1947年に建設されている。

これらの井戸の内深さと揚水量が判明した約 300本の井戸の分布をプロットしたのが図-13, 14である。井戸の分布はKassala 町付近のGash川の沖積地、Gedaref 町周辺のヌビア砂岩層玄武岩層の地域に集中している。

### 3.2.2 井戸利用の現況

Gash川の堆積層から揚水している井戸は約65本程現存するが深さはほとんどが 100m以内である。

Gash川の沖積層からの一井当りの揚水量には大きな巾があり約  $1\text{m}^3/\text{hr}\sim 45\text{m}^3/\text{hr}$ 程度である。

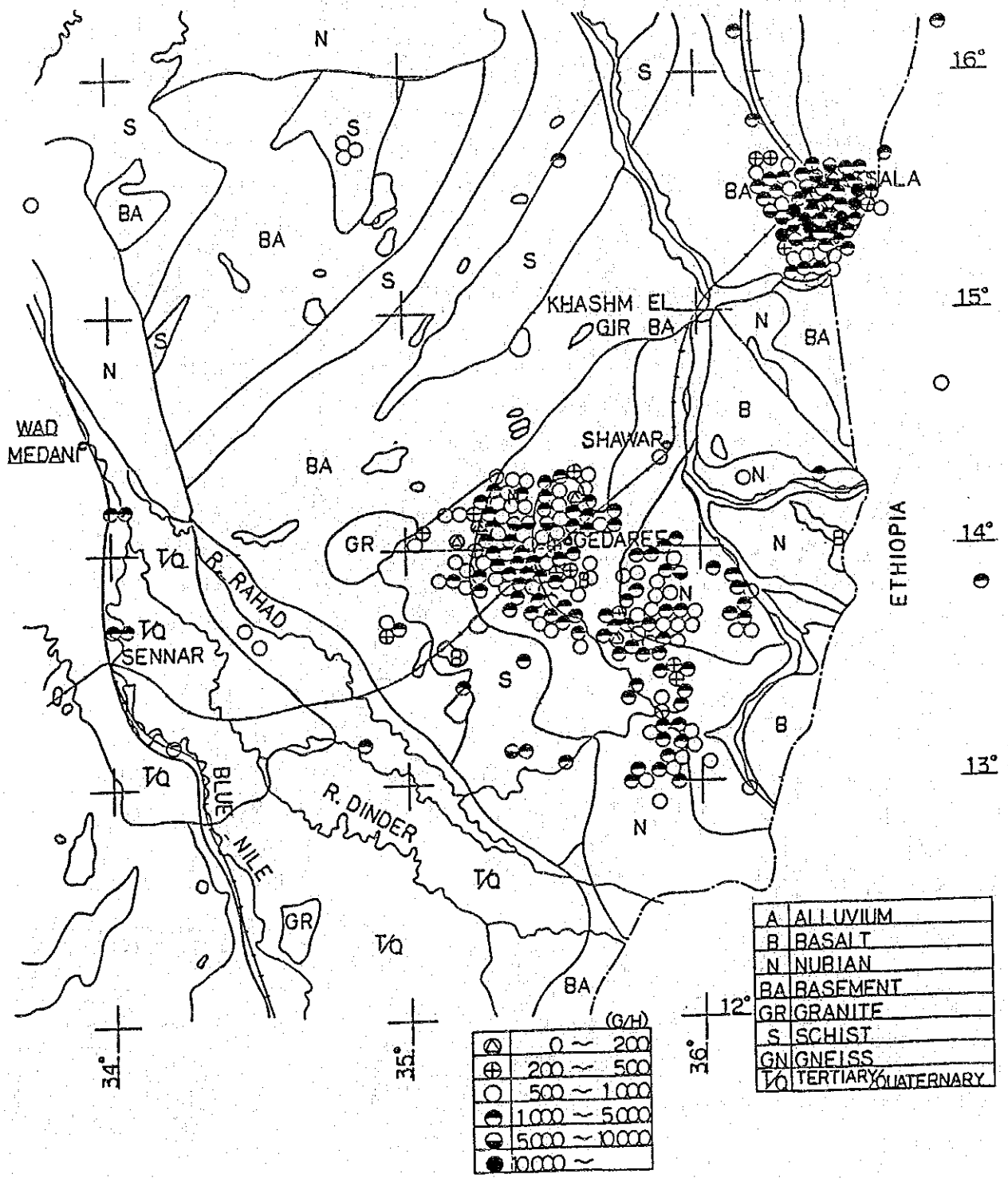
しかしながら約40%の井戸は  $2\text{m}^3/\text{hr}\sim 20\text{m}^3/\text{hr}$ の産出量を示し極めて良質な地下水源であるといえる。

一方Gedaref 町を中心とするヌビア砂岩層および玄武岩地域の井戸は約 150本程あり同地域の貴重な水源となっているがヌビア砂岩地帯のものが92本で全体の60%をこえる。

ヌビア砂岩層から揚水している井戸の深さはおよそ 100m～ 300mのものがほとんどを占める。

しかしながら玄武岩地帯の井戸は玄武岩を掘り抜いて下層のヌビア砂岩層の滞水





A	ALLUVIUM
B	BASALT
N	NUBIAN
BA	BASEMENT
GR	GRANITE
S	SCHIST
GN	GNEISS
TQ	TERTIARY/QUATERNARY

(G/H)	
⊙	0 ~ 200
⊕	200 ~ 500
○	500 ~ 1,000
●	1,000 ~ 5,000
●	5,000 ~ 10,000
●	10,000 ~

Fig. 13 Distribution of Well Yield

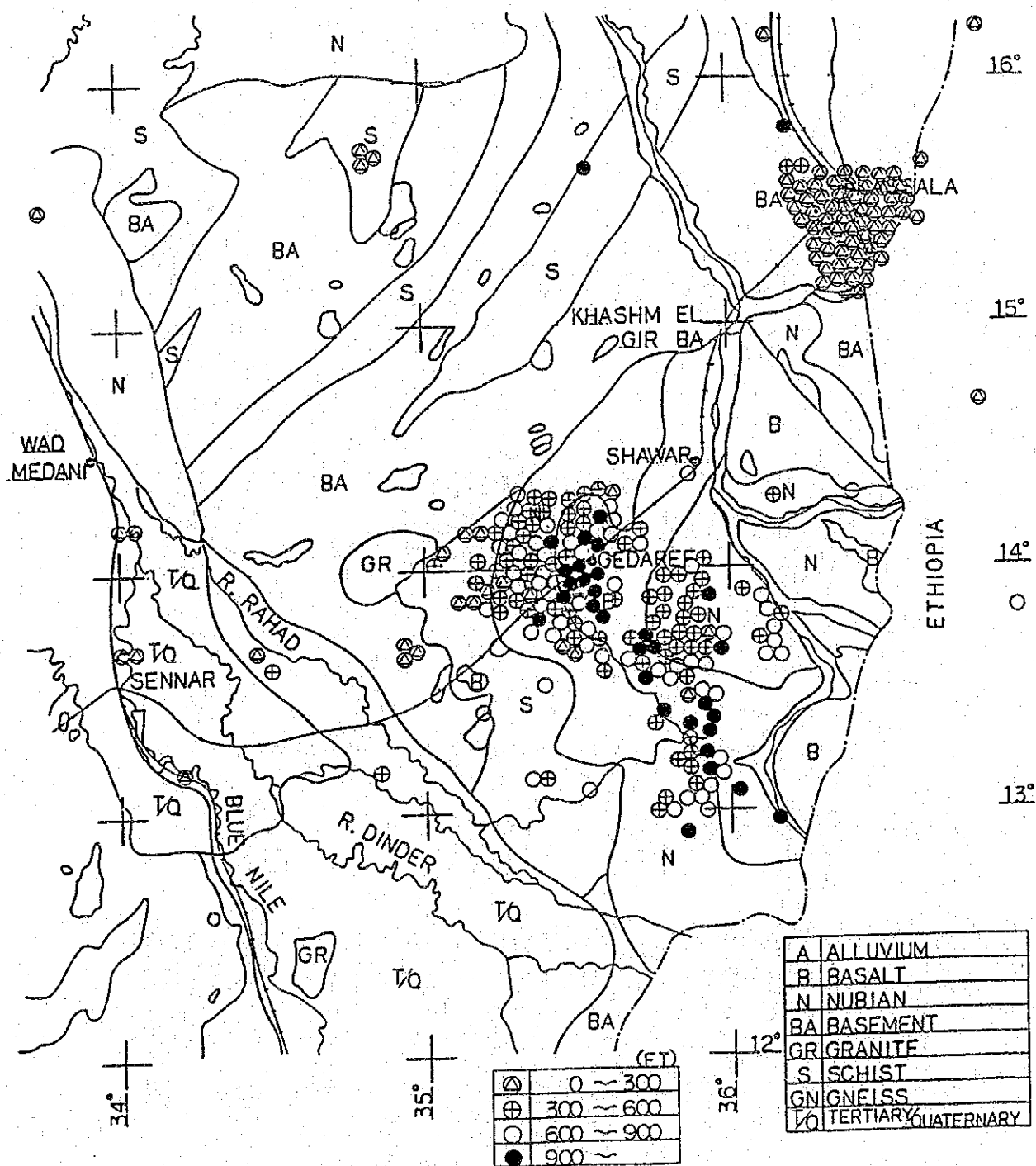


Fig. 14 Distribution of Well Depth

層より水を得るためヌビア砂岩地帯の井戸よりも深目となり、300mを越えるものもかなりある。玄武岩層に掘削された井戸は56本あるがこの内約45%（25本）は300mより深くなっている。

産出量はヌビア砂岩地域では92本の井戸の97%を占める89本は  $2\sim 20\text{m}^3/\text{hr}$  である。又、玄武岩地域では56本中85%の48本が産出量  $2\sim 20\text{m}^3/\text{hr}$  を有している。Gash川の沖積層から揚水している井戸では揚水量  $45\text{m}^3/\text{hr}$  を越えるものが15本程みられるがこのヌビア砂岩から、揚水する井戸では148本中揚水量が  $20\text{m}^3/\text{hr}$  を越えるものが4本しかみられない。しかしながらヌビア砂岩、玄武岩地帯の井戸のうち  $2\sim 20\text{m}^3/\text{hr}$  の揚水量を示す井戸の本数の占める比率は極めて大きくより安定した地下水源であるといえる。

この外、Gedaref 町西方のヌビア砂岩層の西側をこれを取り囲む形で分布する基盤変成岩からも地下水を得ている。

これらの地質条件では、滞水層の発達に限られた条件下でしかみられない。このような変成岩地域で地下水が胚胎するのは断層沿の破碎帯や貫入岩による風化層である場合が多い。このような滞水層は平面的な広がりにも限度があるため新たな滞水層の地上からの探索は非常に困難である。

本計画地域ではこのような変成岩地帯に掘られた井戸も22本程みられる。これら井戸の深さは夫れも300m以浅であり100mより浅いものが10本で半数近くみられる。揚水量も比較的良好で  $2\sim 20\text{m}^3/\text{hr}$  のものが15本みられるので、今後とも有効利用を図る必要がある。

### 3.2.3 スーダン人村落の給水

スーダン共和国東部州の全人口約150万人の内約110万人は地方村落人口である。川沿又は水路沿の村落では表流水も生活用水として利用されているが、全地域からみれば生活用水を地下水源に頼っている地区が圧倒的に多い。

計画地区には現在約500本程の井戸があり、これが地方村落人口の約110万人に生活用水を供給していると考えられる。

Gedaref 周辺では、各村落には、通常最低1か所の井戸が有る、この井戸とそのタンク、給水栓をかこんでヤードが作られている。ヤード及び給水量等の設計基準は特になく、利用可能な水量で水利用が決ると言ってもよい。維持管理要員は三人でポンプ及びエンジンはイギリス製のレシプロタイプで設置後10年以上経過しているものがほとんどであり、運転時間通常は10hr/dayである。

給水量は湧水量及び村落人口によって異なるが最高で35~40ℓ/day/capであるが、急増する難民の流入で1人当りの給水量が減少し2~3ℓ/day/capである場合もみられる。

このような背景で、今回要請のあった緊急に井戸の改修をする必要に迫られている地区は159地区、又、既存の給水施設では水量不足となった地区が35地区ある。これら緊急に生活用水供給対策を必要とする地方村落人口は約40万人と推定され、東部州の全地方村落人口の36%に相当する。

#### 3.2.4 難民キャンプ

給水量は最高の15ℓ/day/capが最高で最低は5ℓ/day/capである。

この給水量は明らかに人間の生活には不十分である。しかしながら難民キャンプは難民の自活の途、その他必要な社会インフラ等を勘案して選定されるため必ずしも給水水源の有無が第一条件とならぬ事に起因する場合もある。

又、水源が得られる場合でも急増する難民人口は給水水源の手当が追いつかぬ事をも示すものである。

現在、東部州の難民キャンプには27本の生活用水の水源としての井戸が使用されている。しかしながら、難民キャンプの全人口約29万人の生活用水の需要を満たすことができない状態である。この状態を改善するためには、新しい給水施設が6箇所、既存の井戸の改修が15箇所必要とされている。

今回要請のあった新設井戸建設及び既設井戸補修関連の難民キャンプの個所の概要を表4に示す。

### 3.3 地方都市給水の現況

#### 3.3.1 概 要

東部スーダンに於ける主要な町としてはKassala町(人口165,000人)、Gedaref町(人口154,000人)、Khashim El Gerba町(人口19,800人)、Showak町(8,600人)がある。Kassala町では水源として井戸を利用している。他の町は流水を水源としている。

井戸を水源とする場合は浄水処理は必要とせず表流水の場合は浄水処理を行っている。しかしその管理はあまり良くない。これに続く施設として高架水槽、配水管、各戸給水、共同栓である。給水量は1人当り10ℓ/day/cap~60ℓ/day/capで

Table 4 List of Refugee Camp

Set up year	WAD SHEREF	Wad El Hellow	Helat Hcoma	Had Role	Umm Ali	Umm Gargor	Karkorer	El Sauki	Tawawa
Set up Year	1982	1984	1984	1984	1981	1978	1980	1978	1979
Area (Km <sup>2</sup> )	2.5X 3.5	3.0X 1.5	1.5X 2.0	3.0X 1.0	3.0X 2.0	3.0X 2.0	3.0X 2.0		3.0X 2.0
Population	172,000	14,000	A 12,500 B 15,500	31,900	3,000	5,000	3,000	6,500	24,000
Clinic	2	1		2	-	2	3	4	-
Hospital	1	1	1	2	-	-	-	-	-
School	4	-	-	-	-	2	3	4	-
Feeding Center	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Distribution Center	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Water Source	30	2	9	16	-	2	3	-	-
Deep Well	4	4	Atbara River		4	4	4	3	4
Hand Pump	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Police Office	1	1	1	-	-	-	-	1	-
Water Supply(L/day)		5	15	12	10	10	10	10	10

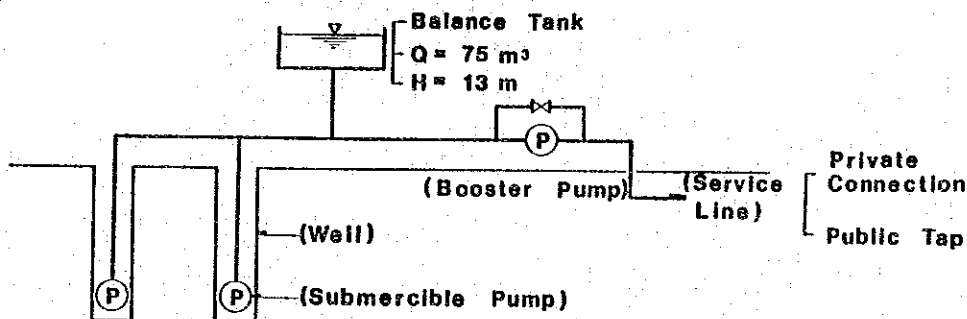
(-) Details are not available.

ある。

### 3.3.2 地下水を水源とする場合

西Kassala 町にある井戸を水源とする水道は、西Kassala 全域を給水区域としており、給水量は約40 l/day/capとされている。ここは、1983年オランダの援助により建設されたものである。水源の井戸は、深さ50m、口径 250mm、地下水位、GL-15m~-20m揚水量45m<sup>3</sup>/時で水中ポンプにより揚水している。動力は公共電力を使用しているが、非常用電源として自家発電設備を設置している。概略の給水システムは、図15に示す通りである。

Fig. 15 Flow System of Kassale Town Water Supply



ブースターポンプは水源としての井戸の揚水量が必要水量を満足していないため、使用することができずに休止している。

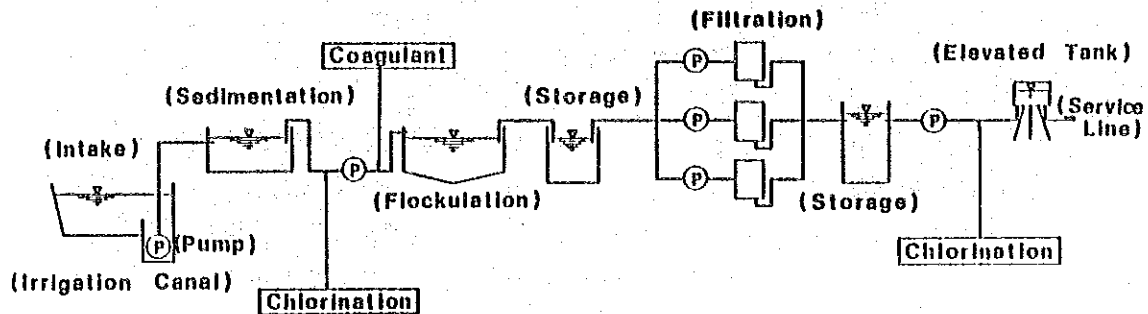
東Kassala 地区にも同様の施設があるが、ブースターポンプは設置されていない。

### 3.3.3 表流水を水源とする場合

Showak町およびKhashim El Gerba町では、表流水を水源として水を供給している。又、Gedaref 町の一部でもShowakから約70kmのパイプライン送水により水源を得ている。Khashim el Gerba 町の浄水場は、1977年に中国の援助により建設されたもので灌漑用水路 (Atobara 川より分水) から取水している。給水量は 2,160 m<sup>3</sup>/日、給水人口は約20,000人と言われ、水道管の延長は、15km、口径は50mm~200mmである。

ここは今回調査した中で唯一薬品を使用しているが、凝集剤、塩素剤の全てをイギリスからの輸入でまかなっている。浄水施設のフローを図16に示す。

Fig. 16 Flow System of Khashim el Gerba Town Water Supply



### 3.4 給水事業実施体制

#### 1. 難民事務局 (COR)

難民事務局は、UNICR の協力の基に難民救済の事務、業務を実施する組織であり、内務省の下部組織である。現在では、職員数 1,500人を越える構成となり、Commissionerの配下に5部門のAssitant Commissioner とGeneral Project Manager を要する。難民関連の水道は、この内Assistant Project Manager for Water Supplyの所管となっている。

COR の東部州に対する過去の予算実績は、数百万ポンドに及ぶ。

1983年	£ 6,939,216	(US\$ 2.8mil)
1984年	£ 7,893,465	(US\$ 3.2mil)
1985年	£ 4,989,250	(US\$ 2.0mil)

この内1983年の水道関係の予算は26%であった。

#### 2. 国立水供給公社 (NWC)

この公社は、全国の給水事業の資機材の調達、訓練、地下水開発、井戸建設工事および維持管理に関する業務を遂行するものである。地方水道に関しては、特にNWC の地下水開発部の全面的な協力が不可欠である。

NWC の地下水開発部の保有する機械は以下の通りである。

ボーリングマシン

Ballerini ST6	5台
Gardener Denver	2台
Mayhew	5台
Percussion 22W (ケーブル)	10台
Sankyo T24	2台
” ケーブル	3台
Farcom (Testing Unit)	3台
Tone THR 300	2台

上記機械中Sankyoの 3台とFarcomの 3台は、サービス用である。又、10台のパーカッションは老朽化し、使用に耐えないものである。したがって現在稼働中の掘削機械は、総数の19台である。NWC の地下水開発部門は、スーダン国全体に対してサービスを行なうためのものであり、NWC の予算不足もあり、これら機械を特定の計画対象地域で長期間にわたり活用することは困難と考えられる。

しかしながら、NWC の地下水開発部門の実績は充分あり、東部州だけでもこれまで500本を超える掘削を行ってきた。

NWC のDrilling Division の構成は以下の通りである。

Chief Drilling Engineer	10名
Chief Driller	30名
Driller	80名
Shift Driller	35名
Geologist	24名
Hydrologist	32名

通常の掘削業務は、Drilling Team を編成して行なわれる。

Drilling Team

Chief Driller	1名
Shift Driller	2名
Hea Rig Man (助手)	3名
Drilling Crew	12名
Driver	4名



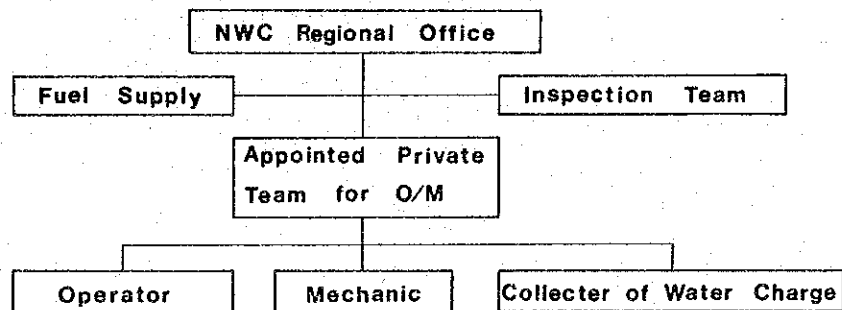
Assistnant Driver	2名
Store Keeper	1名
Mechanic	1名
計	26名

### 3. 村落給水施設の維持管理

村落給水施設の維持管理は、各施設毎に水供給公社（NWC）より委託された 3 名の民間人が当る体制となっている。（図 17）

維持管理作業としては、主にポンプの運転、修理及び料金の徴収が挙げられる。

Fig. 17 Operation & Maintenance of Village Water Supply



#### 4. Kassala 町給水施設の維持管理

Kassala 町給水施設の維持管理は、東部スーダン州政府のUrban Water Administrationが担当しており、将来とも現況のスタッフにて十分対応出来、オランダの技術指導もあり技術的問題はないものと判断できる。維持管理組織をFig. 18に、スタッフ数をAPPENDIX 10に示す。

Fig. 18 Organization Chart of Kassale Town Water Supply Operation and Maintenance

