

エジプト・アラブ共和国

エルサラーム・シェイクガバーサバー導水路施設維持管理計画

南アフリカ共和国

ルププ川流域水資源開発及び水管理計画

プロジェクトファイナディング調査報告書

平成11年 12月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会 (ADCA)

まえがき

株式会社三祐コンサルタンツは、社団法人 海外農業開発コンサルタンツ協会の補助を得て、平成 11 年 11 月 21 日から 12 月 8 日までの 18 日間にわたって、エジプトアラブ共和国及び南アフリカ共和国の 2 ヶ国における農業・農村開発のためのプロジェクトファイナンス調査を実施した。

エジプト国の農業は、鉱業部門に次いで第 2 位の国内生産を占め、労働力の 30%が農業労働力である。一方、増加の一途をたどる人口を吸収し雇用機会の拡大を図るため、農地の水平的な拡大政策の一環として北シナイ半島の 26 万 ha の新規農地開発を展開中で基幹施設の建設と平行して入植に関連する施設の開発も進められている。今回調査した導水路の維持管理計画は、220km に及ぶ長大水路の適正且つ安全な施設の運用管理計画であり、総合的なアクションプランとあわせその策定が急がれている。

一方、南アフリカ北部州のルプブ川の水資源開発計画とそれらに関連する水源施設の管理計画は、新生南アフリカの基本政策である RDP プラン（復興開発計画）に則り進行している事業の一環である。新たな水資源開発の基幹をなす貯水ダムと給水セクターの導水施設の建設は中央政府のリーダーシップで着実に進行中である。その一方で、今回調査した同流域の既存灌漑農業地域は低位の順位にあまじっており、灌漑農業施設の整備・開発と維持管理組織の樹立が急務であり、併せて流域中流部の水源施設を中心とする総合的な水管理計画を樹立する適正な技術協力が必要となっている。

このような状況の下、エジプト国及び南アフリカ国は、上記の課題を解決するために日本の技術・経済協力に対して大きな期待を寄せている。将来、本調査案件の事業計画が日本政府の協力案件として採択され、我が国と当該国の技術・経済協力として推進されることを期待いたします。

平成 11 年 12 月

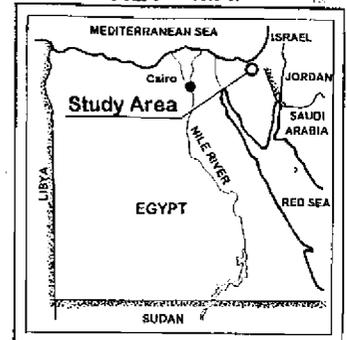
株式会社 三祐コンサルタンツ
取締役社長 久野格彦

エジプトアラブ共和国
 導水路施設維持管理計画調査位置図
LOCATION MAP

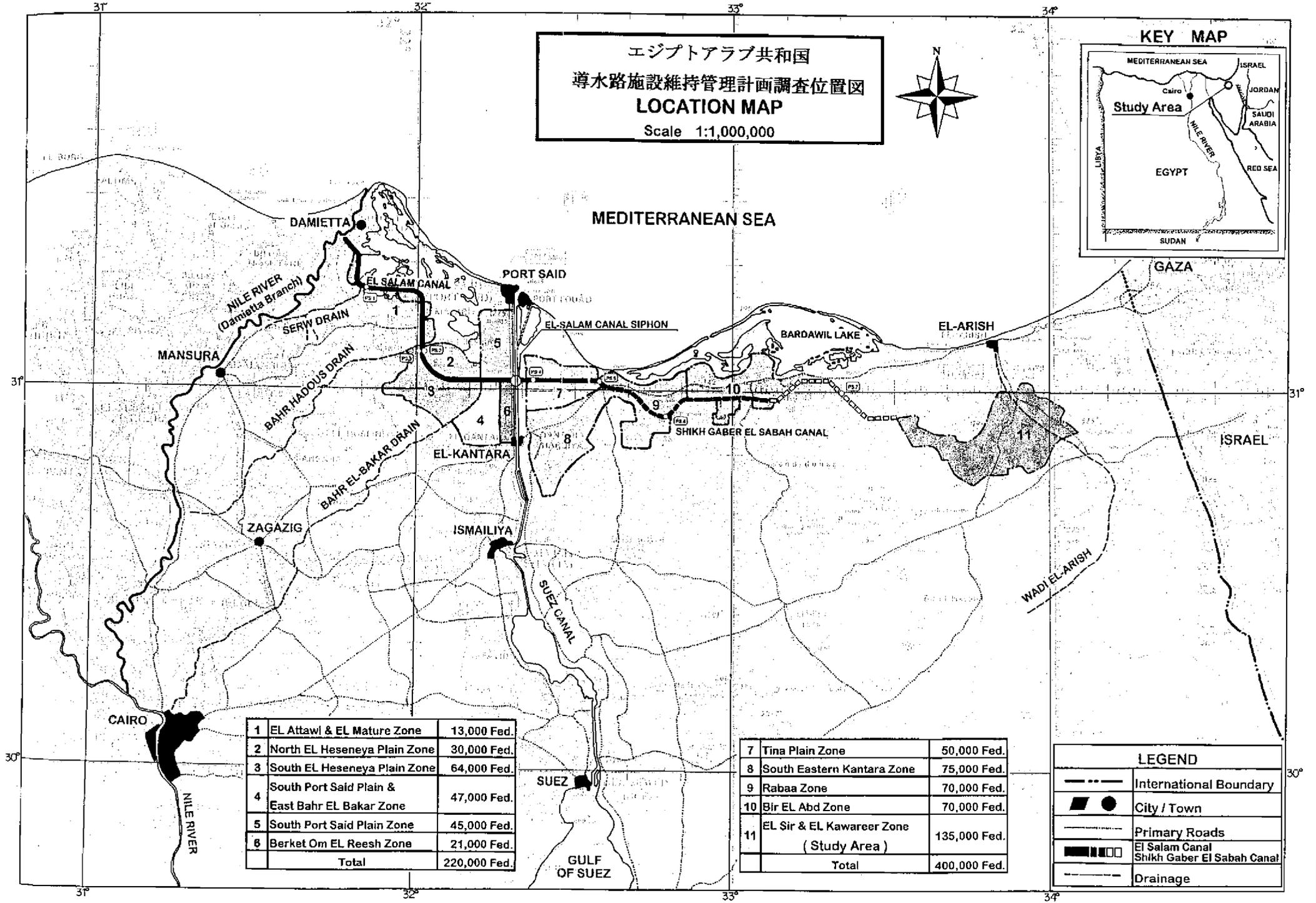
Scale 1:1,000,000



KEY MAP



MEDITERRANEAN SEA



1	EL Attawi & EL Mature Zone	13,000 Fed.
2	North EL Heseneya Plain Zone	30,000 Fed.
3	South EL Heseneya Plain Zone	64,000 Fed.
4	South Port Said Plain & East Bahr EL Bakar Zone	47,000 Fed.
5	South Port Said Plain Zone	45,000 Fed.
6	Berket Om EL Reesh Zone	21,000 Fed.
Total		220,000 Fed.

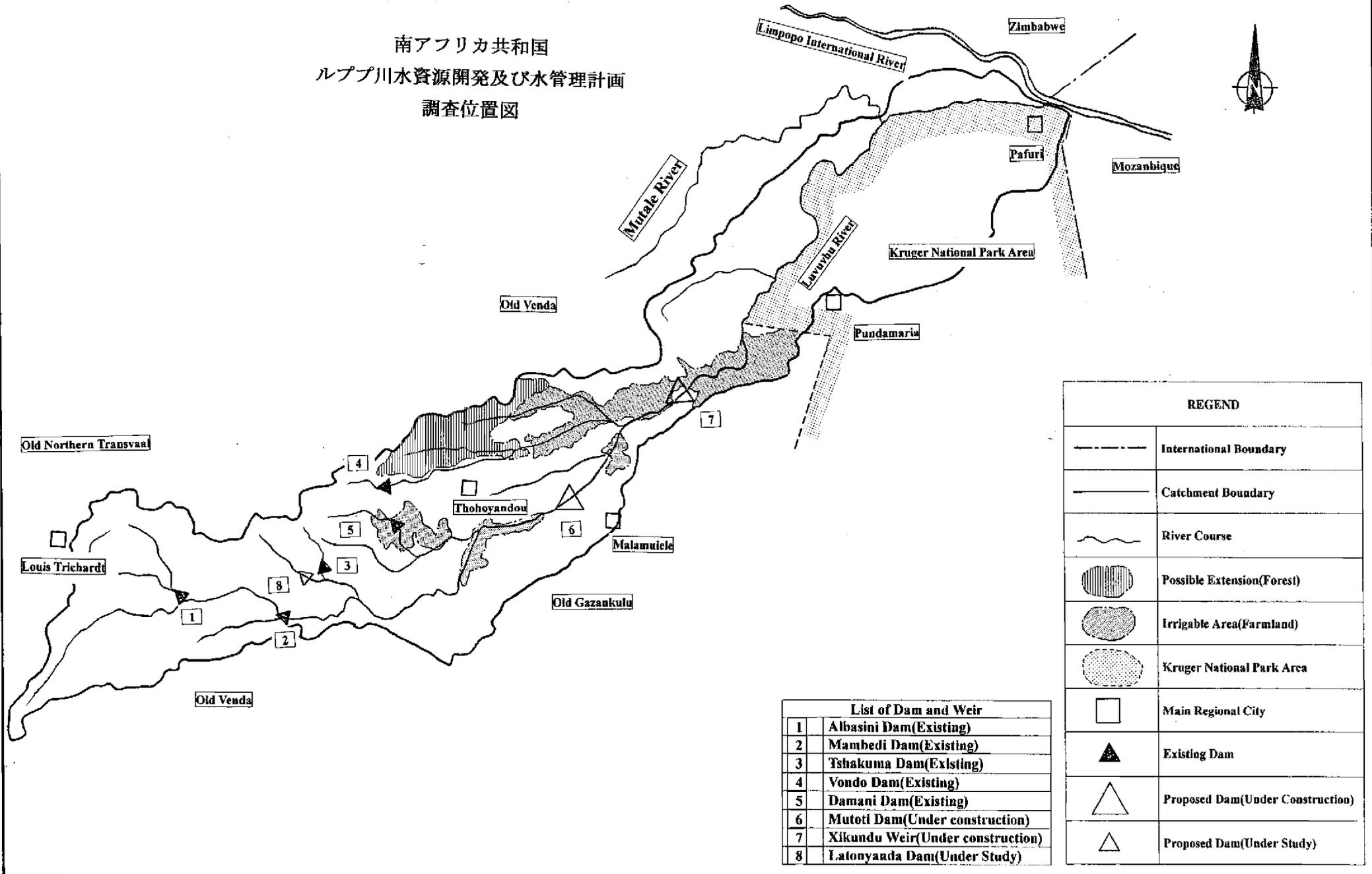
7	Tina Plain Zone	50,000 Fed.
8	South Eastern Kantara Zone	75,000 Fed.
9	Rabaa Zone	70,000 Fed.
10	Bir EL Abd Zone	70,000 Fed.
11	EL Sir & EL Kawareer Zone (Study Area)	135,000 Fed.
Total		400,000 Fed.

LEGEND	
	International Boundary
	City / Town
	Primary Roads
	El Salam Canal Shikh Gaber El Sabah Canal
	Drainage

GULF OF SUEZ

LUVUVHU RIBER BASIN DEVELOPMENT PLAN

南アフリカ共和国
 ルブプ川水資源開発及び水管理計画
 調査位置図



REGEND	
	International Boundary
	Catchment Boundary
	River Course
	Possible Extension(Forest)
	Irrigable Area(Farmland)
	Kruger National Park Area
	Main Regional City
	Existing Dam
	Proposed Dam(Under Construction)
	Proposed Dam(Under Study)

List of Dam and Weir	
1	Albasini Dam(Existing)
2	Mambedi Dam(Existing)
3	Tshakuma Dam(Existing)
4	Vondo Dam(Existing)
5	Damani Dam(Existing)
6	Mutoti Dam(Under construction)
7	Xikundu Weir(Under construction)
8	Latonyaanda Dam(Under Study)

まえがき

位置図

1. エジプト・アラブ共和国、エルサラーム・シェイクガバーサバー導水路施設維持管理計画	1
1.1. 経緯・背景	1
1.1.1. 国家経済開発と農業の位置付け	1
1.1.2. 灌漑農業開発の現状	2
1.1.3. 調査対象の導水計画の概要	4
1.2. 事業計画の概要と問題点	5
1.2.1. 受益地開発計画	5
1.2.2. 灌漑計画と水資源	5
1.2.3. 水利用の現状と問題点	6
1.2.4. 総合的な維持管理計画の必要性	7
1.3. 調査実施計画	8
1.3.1. 調査の目的	8
1.3.2. 調査対象地区	8
1.3.3. 調査内容	9
1.3.4. 調査期間	10
1.4. 総合所見	10
1.5. 現場写真	15
2. 南アフリカ共和国、ルブプ川流域水資源開発及び水管理計画	22
2.1 経緯・背景	22
2.1.1 背景	22
2.1.2 調査地区の現状	22
2.1.3 水資源開発の現状	24
2.1.4 当該地域の利水の現況	25
2.2 事業計画の概要と問題点	28
2.2.1 ルブプ川の水資源開発の基本概念	28
2.2.2 ムトテダム水利計画	28
2.2.3 灌漑農業開発の改善点	31
2.2.4 河川流域（中流域）の水管理計画	31

2.3	調査の実施計画	32
2.3.1	調査の目的	32
2.3.2	調査対象地域	32
2.3.3	調査内容	32
2.3.4	調査期間	33
2.4	総合所見	34
2.5	現場写真	38
3.	参考資料	42
3.1	調査団員	42
3.2	調査日程	42
3.3	面談者リスト	43
3.3.1	エジプトアラブ共和国	43
3.3.2	南アフリカ共和国	43

1. エジプト・アラブ共和国、エルサラーム・シェイクガバーサバー導水路施設維持管理計画

1.1. 経緯・背景

1.1.1. 国家経済開発と農業の位置付け

(ア) 国家経済開発

エジプト政府は、1991年以降 IMF 及び世界銀行の援助のもとに、「第3次社会・経済開発5ヵ年計画（1992/93～96/97）」に基づいて、従来の公共部門主導の統制的経済政策を抜本的に転換し、市場経済への移行、外国資本の誘引、貿易の民営化を主眼とした経済活動の自由化を推進した。農業部門でも 1993 年までに、農産物価格、農産物の作付け、農産物供出等に対する政府の統制を撤廃した。その結果、経済的な自由化と農業生産の拡大を実現した。

1996/97 年の名目 GDP（国内総生産）は 2,395 億 LE（1 エジプトポンド（LE）は約 30 円、1996/97 年価格）で、うち農業部門は 423 億 LE であり、第1位の鉱工業部門の 18.1%について第2位の 17.7%を占める。また、全雇用者数の約 30%を農業部門が占めており、全体で見れば、農業はエジプト経済に多大な貢献をしている。

次に、エジプト政府は、この成果を踏まえ、更なる経済の自由化と発展を促進するため、1997年4月に「第4次社会・経済開発5ヵ年計画（1997/98～2001/02）」を策定し、年率 6.9%の経済成長を確保し、GDP が 2001/02 年には、3,350 億 LE（96/97 年価格）に達することを計画目標としている。農業生産では現在の伸び率（3.1%）を上回る年率 4.2%を実現し、その生産額が 520 億 LE（15.5%）に達することを目標としている。このため、5 年の総投資額 4,000 億 LE のうち、11.5%にあたる 459 億 LE が農業部門に投資される。その内訳は、農業開発及び農業には 309 億 LE（67.3%）を、灌漑・排水事業には 150 億 LE（32.7%）を投資する計画である。

(イ) 農業の位置付け

第4次社会・経済開発5ヵ年計画において、エジプトの灌漑排水開発に係る方向性と政策を農業開発に関連して述べると次の通りである。

- 低生産性農地の改善事業を支援する。また、その改善事業と暗渠排水事業によって農地の生産性を回復する事業間の調整を行う。

エジプト・アラブ共和国

エルサラーム・シェイクガバーサバー導水路施設維持管理計画

- 低水消費型作物の導入を推進する。合わせてこの分野での遺伝子工学的成果の利用を図る。
- 灌漑排水システムの維持管理に関して個々の農民の貢献とイニシアチブを引き出す。
- 農地開拓の拡張を加え、既に開拓された農地の生産性を最大にするとともに、農民に対する農業普及サービスを提供する。
- 灌漑用水使用に関わる管理と効率の向上を図る。合わせて農業生産の増大、土地劣化の防止と水資源の有効利用を図るために、灌漑事業の施設の改修に関する詳細な計画を行う。
- リサイクルの推進や農薬の使用を最小にするような農業改良普及プログラムを継続して実施する。また、農業分野において大きな労働力を提供している女性の参加を促す。
- ナイル川とその支線における堰、閘門、その他建造物の更新を行う。また、ナガ・ハマディ (Naga Hamady) 堰の 35km 下流地点に堰を新設する。
- 用水路のライニングや水草対策に加え、老朽化しているポンプ場や取水口、堰などの水利施設の更新を行う。これにより灌漑システムの効率を向上させ、計画期間 5 ヶ年間で約 10 億 m³ の用水を節約する。
- 農業排水や処理済み下水の再利用により灌漑用水を増大させる。また、ナイル川上流域の関連国との調整を行い、ナイル川利用の可能性の増大を探る。
- 居住区を通過する用水路のライニング、暗渠工事の実施あるいは居住区を迂回する等の対策を考慮する。また、個々の取水施設の集合化を図る。
- 約 15 万 ha (35 万フェダ) の排水ネットワークの更新に加え、約 25 万 ha (60 万フェダ) の排水事業及び約 34 万 ha (80 万フェダ) の暗渠排水事業を実施する。
- 排水や井戸水、海水の浄化に関する研究所を設立する。

1.1.2. 灌漑農業開発の現状

エジプトは、世界第 1 位の長さ 6,650km のナイル川を南北に縦貫する、約 100.2 万 km² (239,200 千フェダ) の国土を有する。国土の概ね 96% は砂漠地帯であり、居住可能・可耕作地域は僅か約 4% にすぎず、ナイル渓谷、デルタ地域にほぼ集中している。エジプトの農業は 1968 年に完成したアスワン・ハイダム之恩恵を受け急速に進展してきた。1997 年現在の農地面積は 328 万 ha (780 万フェダ) で、そのほとんどが既耕作地及び開拓地の灌漑農地である。

耕地のほとんどはナイル川を水源とするシステムに依存しており、アスワンハイダム建設後は約 200% の作付率の周年かんがい達成された。しかし、新規開発地の作付率は、かんがい用水が行き渡らないこと及び営農形態が入植後間がない事から定着

していないことが主要因で、約 150%にとどまっている。

農民管理の小用水路システムは Meska と呼ばれており、この用水路 1 路線あたりのかんがい対象面積は通常 100～500 フェダ（42～210ha）である。ここから、さらに分岐して圃場内に配水する小用水路は Marwa と呼ばれ、その支配面積は 10～100 フェダ（4.2～42ha）である。これら小用水路の運用・維持管理は農民自身に委ねられており、建前はこの Meska レベルで輪番（ローテーション）かんがいを実施するシステムとなっている。しかし、実態は受益者間の調整が不徹底であり、一部の耕地では過剰利用が生じているのが現状である。

ナイル川を水源とするかんがいシステムのかんがい効率を高めることが重要な課題となっており、公共事業水資源省（MPWWR）により末端メスカシステムの改善を目的とした「かんがい改善事業（IIP）」が既にいくつかの地区で事業実施されている。

周年かんがいは、作物生産を集約的にして、土地の生産性を高める点で貢献するところが非常に大きい。しかしながら、かんがい水がより多く使用された結果、耕地の地下水位が高くなり、土壌の湿潤化による耕地への塩類集積の問題が生じた。この問題に対処するために、暗渠排水と過剰かんがいを防止する水管理の改善が必要となった。

かんがい効率を高めて、かんがい地区の下流にも適時適量の水が公平に配水されることが重要であり、かんがい改善事業はこれを主たる目的としている。このかんがい効率の向上は、かんがい費用の低減をもたらす。さらに、水が十分に行き渡らない地区で、適時適量のかんがいを必要とする作物の導入を可能とすることにより、農業経営の改善が期待される。

エジプトにおいては、前述のように水の総需要量の約 95%はナイル川より供給されており、かんがい用水はアスワンハイダムにより供給され、用水路への流入は水位制御によって定期的な流量観測が行われており、H～Q 関係式も明らかにされている。このことにより、これら堰地点では流量を求めることが可能になっている。

エジプトにおけるかんがいシステムは、約 31,000km に及ぶ公共事業水資源省管轄の用水路、80,000km に及ぶ農民管理の小用水路、560 ヶ所の揚水機場(政府管理)、そして、22,000 ヶ所に達する水利施設（政府管理）により構成されている。このかんがいシステムは、現在 310 万 ha（7.4 百万フェダ）の農地にかんがい用水を供給している。

1.1.3. 調査対象の導水計画の概要

ナイル川の支流ダミエッタ川から取水するエル・サラム水路（EL Salam Canal）の建設は1979年に始まった。取水工からスエズ運河までの間の87kmの水路工事は、1990年に完成した。この水路は、スエズ運河西岸の22万7iダ、東岸の40万7iダ、計62万7iダの受益地にかんがい用水を送水するものである。

スエズ・サイホン工事は1997年に完成し、エル・サラム水路はスエズ運河を横断するとシェイクガバー・エル・サバー水路（Shikh Gaber El Sabah Canal）と名称を変える。この水路の設計はスエズ運河から86.5km地点まで完了し、建設工事が進行中である。86.5km地点より132.5km地点までの46kmは、現在その詳細設計が行われておりこれらにかかる建設工事は2001年初頭から開始される。

エル・サラム水路は年間44.5億 m^3 の水を送水するが、このうち21.1億 m^3 はナイル川の水であり、23.4億 m^3 は農業排水の再利用である。農業排水を混合した後のエル・サラム水路の水の塩分濃度は概ね800~1,000ppmに規制されている。

1.2 事業計画の概要と問題点

1.2.1. 受益地開発計画

エジプト政府は、急増する人口への対策、雇用機会の創設、食糧の安定供給を図るため、北部スエズ運河沿いの 62 万フェダンを開発し農業の水平的拡大を行う方針を打ち出し、1980 年代半ばより導水事業に着手した。1999 年現在、スエズ運河西岸地域の約 26 万フェダンについては必要な施設の建設が完了し、入植者の定住と除塩等の農用地化が進んでいる。一方、スエズ運河東岸地域の 40 万フェダンは、北シナイ開発機構 (NSDO) が諸施設を建設中である。

日本国政府は最末端地区であるカワリール地区への導水施設 (約 46km) の詳細設計に係わる技術協力を実施中であり、21 世紀初頭の 2010 年までに地区全体における事業が完了することを目標としている。

62 万フェダンの受益地に導水する水路およびポンプ施設は、スエズサイフォンまでの 87km の導水路と 3 ヶ所のポンプ場、スエズサイフォン下流側 130km の導水路および 4 ヶ所のポンプ場からなる。

土地配分については、公共事業水資源省 (MPWWR) 北シナイ開発機構 (NSDO) の土地配分基準により、全農地の 25% を小農と学卒者、15% を小規模投資家、60% を大規模投資家に配分する。また、保有農地は、小農と学卒者は一律に 10 フェダン (4.2ha)、小規模投資家は 10~500 フェダン (210ha)、大規模投資家は 500 フェダン (210ha 以上) である。スエズ運河東岸地域の計画では、平均として小規模投資家は 100 フェダン (42ha)、大規模投資家は 720 フェダン (302.4ha) を所有するものとして農業計画がたてられている。小農と学卒者には、Ⅲ級に分類された生産性の高い土地を配分し、彼らの自立営農を支援する計画としている。

1.2.2. 灌漑計画と水資源

ダミエッタ取水工からスエズ運河までの間の水路工事 (87km) は全て完成し、部分的に蛇籠護岸としている他は土水路である。ナイル川からの取水量は $109\text{m}^3/\text{sec}$ であるが、ナイルデルタからの排水の混合後の最大通水量は $214\text{m}^3/\text{sec}$ となる。3 ヶ所の揚水機場のうち、No.1 と No.2 揚水機場は水路水位を維持し、No.3 揚水機場はデルタ地域の排水路からの余剰水を No.2 揚水機場下流に水路へ合流させる機能を持っている。かんがい面積はスエズ東岸 40 万フェダンを含め 62 万フェダン (260,400ha) の総面積に対

表-1 各ブロック別灌漑用水量の試算

(Unit : m³/s)

Sub Project	Area (Feddan)	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1	13,000	-	2.54	2.32	2.41	2.29	6.35	6.15	5.85	3.39	1.08	2.70	3.02
2	30,000	-	5.64	5.15	5.44	5.10	14.13	13.68	12.99	7.52	2.41	5.96	6.72
3	64,000	-	12.04	10.99	11.60	10.87	30.11	29.15	27.72	16.05	5.41	12.72	14.33
4	47,000	-	8.48	7.75	8.18	7.66	21.25	20.52	19.53	11.31	3.62	8.96	10.10
5	45,000	-	9.03	8.24	8.70	8.15	22.61	21.84	20.79	12.04	3.85	9.54	10.75
6	21,000	-	3.80	3.74	3.66	3.43	9.51	9.19	8.75	5.07	1.62	4.01	4.53
Sub-total	220,000	-	41.53	38.19	39.99	37.5	103.96	100.53	95.63	55.38	17.99	43.89	49.45
7	42,600	4.55	5.94	8.74	6.56	7.46	11.10	11.31	9.57	5.20	1.46	3.47	3.55
8	18,000	1.92	2.51	3.69	2.77	3.15	4.69	4.78	4.04	2.20	0.62	1.47	1.50
	64,400	5.72	7.61	10.32	9.13	11.63	15.94	16.00	13.30	9.22	5.78	5.95	4.19
9	70,000	6.17	9.33	12.80	10.27	13.55	17.74	17.73	15.34	10.82	6.30	6.10	3.82
10	70,000	6.17	9.33	12.80	10.27	13.55	17.74	17.73	15.34	10.82	6.30	6.10	3.82
11	135,000	22.84	25.93	28.65	25.50	24.76	37.54	52.66	44.90	25.50	14.69	13.93	19.74
Sub-total	400,000	47.37	60.65	77.00	64.50	74.10	104.75	120.21	102.49	63.76	35.15	37.02	36.62
Total	620,000	47.37	102.18	115.19	104.49	111.60	208.71	220.74	198.12	119.14	53.14	80.91	86.07

し約 50 万フェダンである。スエズ運河を横断するスエズ・サイホンは完成しており、内径 5.1m×4 本のトンネルの設計通水量は 160m³/sec である。

スエズ運河を越えるとエル・サラム水路はシェイクガバー・エル・サバー水路と名称を変える。地区総面積 40 万フェダンのうち、現在実施設計中の最末端地区カワリール地区（135,000 フェダン）を除く 265,000 フェダンの受益地へ送水する水路（86.5km）の設計は完了し、上流部区間から建設工事が進んでおり現在 No.6 揚水機場の下流側水路まで工事中である。また、水路水位維持のためのポンプ場は No.1 から No.4 揚水機場は完成しており、各ポンプ場とも数台が稼動中である。スエズサイホンより下流部の導水路は、最上流区間の 24.5km は蛇籠舗装水路であるが、それより下流部は砂質土区間を通過するためコンクリート・ライニング水路として設計されている。

適用可能なかんがいシステムには、可搬式スプリンクラー、ホース式スプリンクラー、固定式スプリンクラー、センターピボット式スプリンクラー、点滴等がある。最下流ブロックのエルカワリール地区では下記のシステムが計画されているが、他の地区では灌漑方法が一定しておらず維持管理計画樹立上、多くの問題を含んでいる。。

小農と学卒者： 可搬式スプリンクラー、点滴式

小規模投資家： 固定式スプリンクラー、点滴式

大規模投資家： 固定式スプリンクラー、センターピボットスプリンクラー、点滴式

かんがいサービスユニットは、複数の圃場から構成されるかんがい地で、この中では農民がかんがい施設の設備、維持管理に責任を持つ。サービスユニットは、貯水池・ポンプ・管水路と散水または点滴装置を備える。これら施設は関係農家と共同で操作する。かんがいサービスユニットの大きさは次のように計画されている。

小農と学卒者： 100 フェダン（ 42ha）： 10 農家（1 農家当り 10 フェダン）

小規模投資家： 100 フェダン（ 42ha）： 1 農家

大規模投資家： 720 フェダン（302ha）： 1 農家

1.2.3. 水利用の現状と問題点

中央デルタ農村地域で、発生しているかんがい・排水上の問題点は次の通りであり、本地区においても農民の入植後、同様の問題が今後発生すると考えられる。

- 末端水路下流部での用水不足は比較的用水量に恵まれる上流、中流部の一部

1.3 調査実施計画

1.3.1. 調査の目的

この調査の目的は、220km に及ぶ長大な導水路及び7カ所の基幹ポンプ機場の安全で且つ安定した運用管理を図るため、それぞれのブロックの作付け形態等のニーズに順応した導水施設の適正な維持管理計画を樹立することにある。併せて、業務を通じた技術移転を行う。

1.3.2. 調査対象地区

調査対象地区は、スエズ運河の西岸 22 万フェダンと東岸 40 万フェダンの新規開発地区である。その位置を図一1に示した。両地域のブロック別地区総面積は次の通りである。

地 域	ブロック	ブロック名	総面積 (フェダン)
スエズ運河西岸	1	El Attawi & El Mature	13,000
	2	North EL Heseneya Plain	30,000
	3	South EL Heseneya Plain	64,000
	4	South Port Said Plain & East Bahr EL Bakar	47,000
	5	South Port Said Plain	45,000
	6	Berket Om EL Reesh	21,000
計			220,000 (92,400 ha)
スエズ運河東岸	7	Tina Plain Zone	50,000
	8	South Eastern Kantara	75,000
	9	Rabaa	70,000
	10	Bir El Abd	70,000
	11	El Sir & El Kawareer	135,000
	計		
合 計			620,000 (260,400 ha)

の水路においても発生している。

- 水路に投棄される生活廃棄物は環境上の問題に加え、水路断面積減少による水理ロスを生み出している。
- 水草による水理ロスの発生は冬期の低水位時に問題となり、設計水位での必要用水量の流下を困難にする。
- メスカの不十分な維持管理が生活ゴミの投棄ならびに水草によって、環境上の問題とともに流積の減少、水理ロスを発生させている。この結果延長の長いメスカでは下流に十分な用水を供給できない。メスカは農民管理下にあるため、農民組織なしには十分な維持管理ができない。
- 個々の農民による直接取水はディーゼルエンジンの普及に伴い、違法な直接取水が一般的となり、かんがい水の圃場への過剰揚水や下流部における用水不足の原因となっている。
- 各かんがい地区事務所とそれらを総括する州かんがい管理事務所間の不十分な情報伝達を改善する必要がある。
- 特に農地の不十分な均平化はかんがい水を多量に必要とするとともに、水稻作時に低い畦畔を越えて圃場内排水路に流出することになる。
- 用水路への塩分濃度の高い地下水の浸入。
- エル・サラム水路は年間 44.5 億 m^3 の水のうち、第 3 揚水機場において Bahr Hadous drain (排水路) から年間 23.5 億 m^3 の排水を再利用しており、塩分濃度が高くなっている。そして、その水質には十分な観測が必要であり、排水路の上流部には工場が立地していることから、現在の観測項目に加えて、カドミウムや鉛などの重金属、農薬の残留レベルを観測する必要がある。

1.2.4. 総合的な維持管理計画の必要性

公共事業水資源省 (MPWWR) が、エジプトにおける水管理行政全般に責任を負っている。エジプトにおける水行政の特徴は、貴重なナイル川の水の体系的な管理にある。ナセル湖 (アスワンハイダム貯水池) からの放流量は、関係国との協定で年間 555 億 m^3 に定められていて、この値はエジプトにおける水管理上の与件と考えられている。そして、かんがい用水路は、基幹水路、幹線水路、支線水路、配水路、メスカ、マルワに分類され、配水路までは MPWWR が、メスカ以降は農民が管理することとなる。

1.3.3. 調査内容

調査は2つのフェーズに区分し、その概要は以下の通りである。

(1) フェーズ I：基本調査（インベントリ調査及び問題点の分析）

(ア) インベントリ調査：調査項目は概ね以下の通りである。

- * 灌漑農業開発政策
- * 食糧自給及び農産物生産計画
- * 水資源開発政策及び灌漑排水改善政策
- * 広域水資源管理構想・計画
- * 対象導水路・ポンプ機場及び支線水路施設概要・機能等
- * 各受益ブロックの施設整備状況・進捗
- * 各受益ブロックの入植状況とインフラ整備状況
- * 現況及び計画の作物計画
- * 灌漑用水量の開発段階別予測
- * 政府及び受益者の維持管理組織及び陣容

(イ) 問題点の抽出と分析

- * 施設機能の問題点（導水路貯留、分水施設、非常余水吐）
- * 水路施設の水利条件の課題（タイムラグ、ポンプ急停止及び運転方法）
- * 水受給のアンバランス
- * ブロック別段階開発による水需要予測
- * 維持管理組織母胎の確立と入植政策等

(ウ) フェーズ II 調査内容の確定

- * 問題点の整理と政府の方針決定
- * フェーズ II 調査項目の確定

(2) フェーズ II：アクションプランの策定

(ア) 導水路及びポンプ機場の運用計画

この調査では概ね以下の項目について検討する。

- * 導水路系の水供給方式の検討
- * 水路及び付帯施設の必要な改善対策
- * 灌漑用水の配分計画
- * 導水路系の水理モデルの構築
- * 適正な水運用計画の代替案検討
- * 政府及び受益者の維持管理組織計画

(イ) 行動計画の策定

検討項目は概ね以下の通りである。

- * 対象施設全体の改善・補修の実施計画と費用の概算
- * 公共事業水資源省及び受益者の維持管理組織の提言と設立計画
- * 中央政府の政策と当該事業施設管理に関する整合性の検討
- * 維持管理規定及びその運用に関する訓練計画の作成
- * 以上を実施するために必要な事務所及び機材調達と予算額の算定

1.3.4. 調査期間

上記の全ての調査を実施するためには、フェーズ-I、約 9 ヶ月、フェーズ-II、約 9 ヶ月、合計約 1.5 年間とする。

1.4 総合所見

本計画の目的は、約 220 kmと長大な導水路と、関連する 7 ヶ所のポンプ場および各受益地の分水管理を含む合理的かつ安全・確実な施設の維持管理計画を樹立することにある。現在、こうした維持管理計画がないことから、維持管理組織の整理統合（現在西岸地域と東岸地域で異なる組織が管理する予定になっている）を含む実施計画の策定が不可欠であり、エジプト政府は日本に対して技術協力を強く要望している。

表-2 各ブロック別の現況及び計画の土地利用 (1/2) (Unit:Feddan)

Bank(Region)	Sub-Project (Zone)	Block Name	Proposed Farm Land	Planted Area (As of 1998)	Remainer (Under resaching)	Remainer (No Settlement)	Remarks
EL SALAM CANAL	1 EL attawi & EL Mature Zone	1-1	13,000	13,000	0	0	
		sub-total	13,000	13,000	0	0	
	2 North EL Heseneya Plain Zone	2-1	30,000	0	30,000	0	
		sub-total	30,000	0	30,000	0	
	3 South EL Heseneya Plain Zone	3-1	57,500	34,000	23,500	0	
		3-2	6,500	0	0	6,500	
		sub-total	64,000	34,000	23,500	6,500	
	4 South PortSaid Plain & East Bahr El. Bakar	4-1	47,000	3,000	44,000		
sub-total		47,000	3,000	44,000			
5 South Port Said Plain Zone	5-1	41,000	4,000	37,000	0		
	5-2	4,000	0	0	4,000		
	sub-total	45,000	4,000	37,000	4,000		
6 Berket Oml EL Reesh Zone	6-1	20,500	6,000	14,500			
	6-2	500	0	0	500		
	sub-total	21,000	6,000	14,500	500		
	total	220,000	60,000	149,000	11,000		

表-2 各ブロック別の現況及び計画の土地利用 (2/2) (Unit:Feddan)

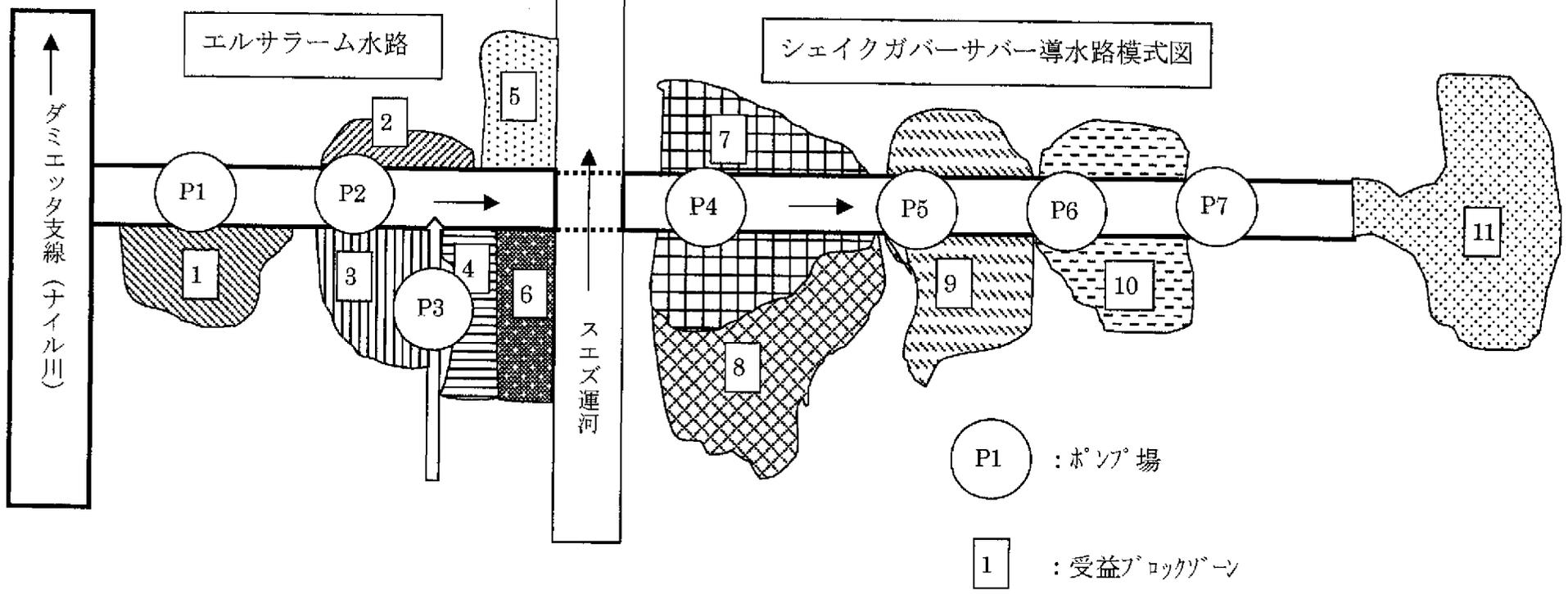
Bank(Region)	Sub-Project (Zone)	Block Name	Proposed Farm Land	Planted Area (As of 1998)	Remainer (Under resaching)	Remainer (No Settlement)	Remarks
SHIKH GABER EL SABAH CANAL	7 Tina Plain Zone	7-1	7,100	0	7,100		
		7-2	8,800	0	8,800		
		7-3	6,600	0	6,600		
		7-4	6,800	0	6,800		
		7-5	4,090	0	4,090		
		7-6	1,810	0	1,810		
		7-7	3,400	0	3,400		
		7-8	4,000	0	4,000		
		sub-total	42,600	0	42,600		
	8 South Eastern Kantara Zone	8-1	8,100	0	8,100		
		8-2	4,750	0	4,750		
		8-3	3,850	0	3,850		
		8-4	5,775	0	5,775		
		8-5	10,400	0	10,400		
		8-6	3,260	0	3,260		
		8-7	11,300	0	11,300		
		8-8	6,850	0	6,850		
		8-9	3,060	0	3,060		
		8-10	3,950	0	3,950		
		8-11	18,080	0	18,080		
		8-12	1,485	0	1,485		
		8-13	1,540	0	1,540		
		sub-total	82,400	0	82,400		
	9 Rabaa Zone	9-1	5,907	0	5,907		
		9-2	1,450	0	1,450		
		9-3	2,706	0	2,706		
		9-4	1,910	0	1,910		
		9-5	2,902	0	2,902		
		9-6	10,811	0	10,811		
		9-7	1,600	0	1,600		
		9-8	1,167	0	1,167		
		9-9	2,011	0	2,011		
		9-10	22,907	0	22,907		
		9-11	1,542	0	1,542		
		9-12	1,214	0	1,214		
		9-13	5,138	0	5,138		
		9-14	8,735	0	8,735		
		Total	70,000	0	70,000		
	10 Bir EL Abd Zone	10-1	5,957	0	5,957		
		10-2	10,441	0	10,441		
		10-3	10,541	0	10,541		
		10-4	5,128	0	5,128		
		10-5	1,202	0	1,202		
		10-6	6,476	0	6,476		
		10-7	5,937	0	5,937		
		10-8	19,467	0	19,467		
		10-8	4,851	0	4,851		
sub-total	70,000	0	70,000				
11 EL Sir & Kawareer Zone		135,000	0	135,000			
	sub-total	400,000	0	400,000			
TOTAL			620,000	60,000	549,000	11,000	

図-1 エルサラーム・シェイクガバーサバー導水路模式図

- 1:EL Attawi & EL Mature Zone
- 2:North EL Heseneya Plain Zone
- 3:South EL Heseneya Plain Zone
- 4:South Port said Plain & East Bahr Zone
- 5:South Port Said Plain Zone
- 6:Berket Om EL Reesh Zone

- 7:Tina Plain Zone
- 8:South Eastern Kantara Zone
- 9:Rabaa Zone
- 10:Bir EL Abd Zone
- 11:EL Sir & EL Kawareer Zone

14



1.5 現場写真

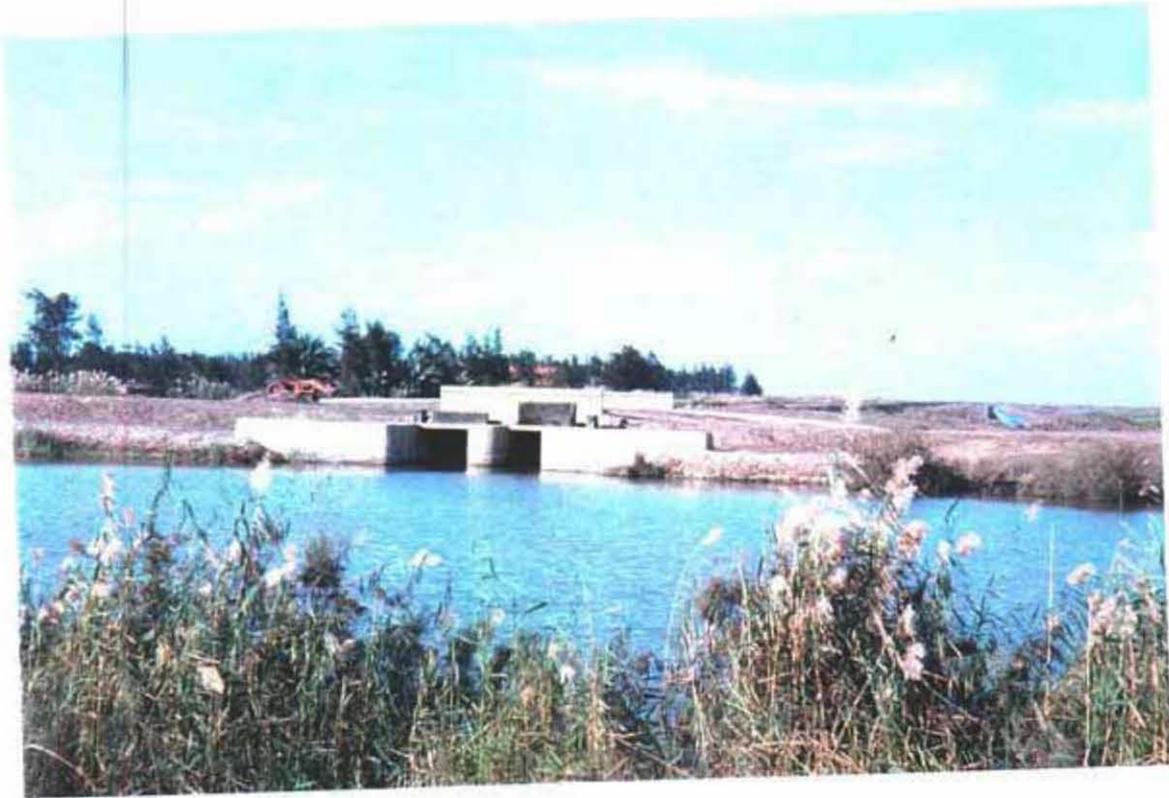
エジプトアラブ共和国
エルサラーム・シェイクガバーサバー導水路施設維持管理計画



入植者住宅の全景



排水溝設置による乾田化



幹線水路からの分水工 (Branch Canal)



幹線水路の分水工ゲート



2次支線水路と分水工



管理が困難な取水ゲート



第4ポンプ場下流側の Head Regulator (水位調整ゲート)



分土工下流水位制御ゲート



2次支線水路と Distributor (分水施設)



Branch canal lining canal



On-farm irrigation pumping Station



Inlet from Branch canal

南アフリカ共和国

ルププ川流域水資源開発及び水管理計画

石炭の産出を見るが、その他の顕著な鉱物資源は少なく殆ど開発されていない。又流域の植生はその大半が灌木で覆われた南アフリカ特有の未利用地になっている。

(2) 流域の気象・水文

流域内の既存及び計画ダム地点での年平均降雨量及び蒸発量は下表の通りである。又、流域全体の等雨量線図を図一1に示した。

ダム	年平均降雨量(mm)	年平均蒸発量(mm)
Albasini Dam (既存)	843	1,440
Vondo Dam (既存)	1,100	1,400
Latonyanda Dam (計画)	1,200	1,450
Tshskuma Dam (既存)	1,320	1,450
Mutoti Dam (計画)	550	1,600

南アフリカの平均的な年間降雨量である 400mm から 600mm に比べるとかなり多雨地帯であり水資源開発上極めて効率的な投資が可能である。水資源森林省が開発した河川流出解析モデルによれば当該河川からの平均流出率は概ね多雨地域で 38 %、寡雨地域で 2 %程度と算出されている。

既存アルバシニダム地点でのルププ川の月別平均流出量のパターンと現在河川から取水している飲料水及び灌漑用水の水需要パターンを比較すると以下の通りである。

月	アルバシニ 地点流出量 (MCM/yr)	同左割合 (%)	飲料水消費 パターン (%)	灌漑用水消費 パターン (%)
10	0.42	2.2	9.3	12.9
11	0.69	3.6	9.0	9.0
12	1.30	6.8	10.0	5.8
1	3.63	18.9	9.1	4.6
2	4.16	21.6	8.0	3.1
3	3.48	18.1	7.9	5.8
4	2.48	12.9	7.6	8.0
5	0.81	4.2	7.5	9.5
6	0.67	3.5	7.5	7.7
7	0.63	3.3	7.2	8.7
8	0.53	2.8	8.3	11.4
9	0.44	2.3	8.6	13.5
計	19.24	100.0	100.0	100.0

上の表から灌漑用水については、流出が集中する 1 月から 4 月の間は有効雨量に左

2. 南アフリカ共和国、ルブブ川流域水資源開発及び水管理計画

2.1 経緯及び背景

2.1.1 背景

調査対象のルブブ川流域は、新生南アフリカ共和国誕生以前は、北部トランスバル(Northern Transvaal)州と、旧ホームランドのベンダ(Venda)及びガザンクル(Gazankulu)に跨る約 360,000 ha の地域で現在は北部州(Northern Province)に属している。

ルブブ川流域の 1995 年における人口は約 76 万人であるが年率約 6%の増加を示し、2020 年には 170 万人に達すると予測されており、これらの給水確保と河川沿いの農地の灌漑用水及びクルーガー国立公園への環境用水の確保が急務となっている。

水資源森林省は、これらの状況を打開するため、1990 年初頭より流域の総合的な水資源開発計画の立案に着手し最終的に流域の中流部にムトチダム（名称変更により現在はナンドニダム）の建設を中心とした開発計画を策定した。

2.1.2 調査地区の現状

(1) 河川流域の地形・地質

ルブブ川は、ボツワナ、モザンビーク、ジンバブエ及び南アフリカの 4 カ国を流下する国際河川リンボポ川の支流で南アフリカの東北端の北部州に位置する。川の流れは比較的緩勾配で蛇行しながらクルーガー国立公園の北端でリンボポ川に合流している。

流域内にはトホヤンド(Thohoyandou)市及びルイストリチャッド(Louis Trichardt)市を除いて際だった都市はなく、地域住民の大半は点在する小さな町と入植部落に居住している。流域の土地利用は上流域は松、ユウカリ等の植林と商業農園、中流部は農業及び採草地として利用され下流域の殆どは国立公園地域に指定されている。

流域の標高は、南西部のソウパンスベルグ山岳部(Soutpansberg Mountain)の 1,590 m からリンボポ川合流点の 230 m まで変化している。代表的な地層は、南部地域の花崗岩質の山麓地域と、砂岩、頁岩、玄武岩等からなるソウパンスベルググループ及び砂岩、頁岩、玄武岩及び礫岩からなるカローグループの 3 タイプに分類される。河床は主として砂質土で、ところどころで岩の露出が見られる。マシシ地域で稀に小規模な

右されて必要水量も少なく、6月から11月の流出の少ない冬季に灌漑用水が必要となるパターンとなっている。このことから、河川からの取水による灌漑用水の安定的な確保は極めて困難であり、不安定な農業経営を強いられている。

同地点における年間流出量の変動は大きく、1925から1992までの68年間の記録によれば、期間中の平均年間流出量19.26MCM/yrに対して、最高105.26MCM/yrから最低1.69MCM/yrまで変動している。当該国の様な寡雨地域でのダム建設の考え方として、水資源の有効活用を図るため年間流出に比べてかなり大きめの貯水量を有するダムを建設し、次年度以降にキャリーオーバーして利用する考え方が一般的である。

2.1.3 水資源開発の現状

ルププ川の流域面積は3,568 km²で、現在までに5カ所の主要なダム(Albasini, Vondo, Damani, Mambedi, Tshakuma ダム)及び多数の農業用の小規模ダムが建設され、その総貯水量は9,500万 m³である。しかしながら、給水事業に適用されている20年から50年程度の渇水確率年での利用可能量は上記総貯水量の約50%に当たる4,500万 m³程度と評価されている。

特に主要なダム水源であるアルバシニ及びボンドダムでは、元々灌漑目的で建設されたダムの水を近郊の都市用水に転用しており、ずさんなダムの運用管理とも相俟って、ダム水位が異常に低下し計画水量を供給できない現状にある。

流域内の地下水は、比較的豊富であるにも拘わらず詳細調査がなされていないがルププ川河道から離れた地域では主要な飲料水及び灌漑用水の水源として利用されている。

水資源森林省は、新生南アフリカの開発基本法である国家復興開発計画を推進するため、1998年より既に調査済みのムトティダム(Mutoti Dam)とその下流のキクンド取水堰(Xikundu Weir)の建設に着手し、ルププ川流域の近傍都市及び周辺集落への衛生的で安定した飲料水供給と既開発地域への灌漑用水の供給を行うこととしている。

これらの事業と平行して、上流域に建設する事が妥当と判断されたラトヤンダダムの詳細な調査の実施と、流域内の中流域を中心とした詳細な地下水の賦存量及び利用可能量を評価するための調査の必要性が提言されている。

2.1.4 当該地域の利水の現状

(1) 給水セクター

- * ボンド地方給水地域：トホヤンド（Thohoyandou）市を中心とする地域への給水で 1995 年ベースで年間約 1,240 万 m³のほか、サベコ国营農場(Sapekoe Estates)地域へ ボンドダムの貯水量条件によって年間 100 万 m³から 240 万 m³を放流する計画である。尚、ボンドダムは近年総貯水量を 3,040 万 m³に嵩上げされた。
- * マラムレレ東部(Malamulele East)給水地域：現在約 150,000 の人口に対しルププ川からの河川取水は年間約 100 万 m³のみであり不足分は地下水に依存している。安定した水源による衛生的な給水が望まれている。
- * マラムレレ西部(Malamulele West)給水地域：人口約 53,000 人の地域で、新規水源が開発されるまでの間地区の南部を流れる中央レタバ水路(Middle Letaba Canal)からポンプ揚水すべく建設工事が進行中である。
- * ミンガ（Mhinga）給水地域：小規模な部落を対象とした地域で、現在はルププ川から年間 350,000m³を取水しているが乾季には殆ど取水が不可能で安定給水が待たれている地域である。
- * アルバシニダム給水地域：灌漑目的で建設されたアルバシニダムは、ダム運用の拙さから河川流水の大半を下流に無効放流しており、ルイス・トリチャッド市への給水は年間 250 万 m³をコミットしているが現実には 150 万 m³のみの供給にとどまっている。地下水開発は近年殆ど進んでいない。ダムでコントロールできない河川水はダム下流の飲料水、灌漑用水及びクルーガー国立公園地域への生態系保持用水として利用されているが、渇水年には周辺動植物の環境に多大の影響を及ぼしている。

以上の現状から概観すると、既存の貯水ダムを有する地域及び灌漑用水から貯水量の一部を割愛し都市用水として供給を受けている地域を除く地域は、非衛生的で不安定な河川からの取水による供給又は集落周辺の地下水井戸からの供給が殆どであるといえる。

ルププ川流域内及びルイス・トリチャッド地域に居住する住民の予測人口と国が定める給水水準に基づく必要な給水量は以下の通りである。

計画年	予測人口	必要水量(MCM/yr)
1991	598,000(74,000)	13.73(2.25)
1995	762,000(90,000)	19.93(3.29)
2000	926,000(122,000)	31.55(4.53)
2005	1,103,000(139,000)	40.18(5.70)
2010	1,294,000(160,000)	49.74(6.83)
2015	1,489,000(185,000)	59.95(8.56)
2020	1,697,000(213,000)	70.48(10.68)

注：括弧内数値は、ルイス・トリチャッド地区を示す

(2) 灌漑用水

南アフリカ国の水利用政策の基本は、当該国の置かれている気象、地形、土地利用及び産業構造等から、飲料水を第1優先とし、河川維持を含む環境用水を第2順位とし灌漑用水は第3順位としている。

同国の主要河川はその殆どが貯水ダムの建設により厳密にその利用管理がなされており、現在ではジョハネスバーグ・プレトリア首都圏を中心として流域変更による水資源の再配分が大きな課題となっているほか、水需要量の縮減、とりわけ必要な灌漑用水量の再評価（例えば灌漑効率の向上を目指し原則的に畝間灌漑からスプリンクラー灌漑にする等）を行う Demand Management Study 等の検討が開始されている。

以上のような背景から、当該地域においても灌漑目的で建設された貯水ダムが飲料水への利水転換とルププ川下流域に位置する広大なクルーガー国立公園への河川維持用水の供給が義務づけられており灌漑水の確保は極めて厳しい条件下にある。主要な灌漑農業地域の状況を要約すると以下の通りである。

地区名	面積(ha)	主要栽培作物	備考
ミンガ・キクンツ (Mhinga Xikundu)	250	全体の 50%はマンゴ残り 50%は換金作物	開発可能地：460 ha 国営農場から個人有地へ
ランバニ (Lambani)	42	メイズ、大豆、落花生、野菜	タバコ栽培から転換
チャウル (Tshaulu)	94	柑橘類、バナナ、周年作物、ハーブ、	34 ha の一般農家と 60ha のバナナ生産農家からなる
パスワネ (Paswane)	250	120 ha のバナナと 80 ha の柑橘、マンゴ、ライチ等、50ha の新規バナナ植栽	
チコネロ (Tshikonelo)	75	27 ha のバナナ、オレンジ、48 ha のメイズ、大豆、落花生、野菜	
マラブル(Malavule)	20	野菜	普及活動が盛んである
マシッケ(Matsike)	50	入植者が未だ決まらず作付なし	

集落開発事業 (Community development schemes)	240	8 集落で構成され 14 ha から 40 ha 程度に分散。野菜、マンゴ、メ イズ等	
その他地区	64	野菜	
合 計	1,085		

その他土壌的に灌漑農業が可能な地域約 1,300 ha を加え、灌漑農業開発可能地域、
或いは改善を必要とする地域は約 2,400 ha と報告されている。

(3) 流域の水資源利用計画

水資源森林省はルププ川の水資源を評価し、その需給バランスから河川中流域にム
トテダム (Mutoti Dam、総貯水量 156MCM) を建設し豊水時期の水をダムに貯留し、
渇水時期に適宜受益地へ安定的に供給することとし、この水は、都市用水のみならず
ダム下流の約 1,100 ha の灌漑用水にも利用される。特にムトテダムの許容される利水
の範囲内において、河川からおおよそ 2 km 以内又は河床から 40m 程度の標高の地域
の小規模農家の灌漑農業開発を推進することとしている。

緊急を要するルイス・トリチャデ地域の給水を満たすためにラトヤンダダム
(Latonyanda Dam)の調査を早急に着手することとしている。但しこのダムによって開発
される水資源は原則として都市用水として利用するものとし灌漑用水には利用しない
計画であるが、既存のアルバンニダムからの都市用水供給転換分に見合う灌漑用水の
振り替えとしての供給を行うこととしている。

都市用水 (飲料水) は目標年次である 2020 年までの間、給水人口が漸次増加、及び
給水レベルが向上する計画であるため、貯水ダム完成直後は利用可能量に相当の余裕
がある。従って、これら既得灌漑水利権を有する地域では、可能な限り既存灌漑農地
への水供給を継続又は新規に供給し都市用水との調和のとれた水利用計画を樹立する
必要があろう。

図一 3 に計画のムトテダム計画に基づく給水施設計画の概要を示した。

2.2 事業計画の概要と問題点

2.2.1 ルププ川の水資源開発の基本概念

水資源森林省が策定したルププ川の水資源開発の基本構想は以下の通り要約される。

- * 既存ダムの内、アルバシニダム及びボンデダム以外は原則として現状の利水計画を大幅に変更しない
- * 流域上流部に建設が検討されているラトヤンダダムは、基本的に流域西部に位置するルイス・トリチャド(Louis Trichadt)市への都市用水を主体とする
- * 流域下流部は、クルーガ国立公園及び湿原地域で居住人口も希薄であるため、水資源開発計画に新規都市用水需要量を考慮しない
- * 流域中流に計画されたムトテダムは、都市用水を第1優先順位として供給し、生態系及び河川維持用水、灌漑用水の順で供給し、対象とする水需要量に見合う技術的経済的に妥当なダム規模と貯水量を決定する

2.2.2 ムトテダムの利水計画

(1) 計画年次別都市用水量の予測

南アフリカ政府の給水政策によれば、全ての国民が 2000 年までに 35l/c/d(25l/c/d にロスを含む) の飲料水を共同水栓から享受する。又、2000 年から 2020 年までの間に 65l/c/d の各戸給水を受けることを前提としている。

各計画年別の人口予測と上記の給水量から算定した各給水地域別の水需要量は以下の通りである。

(単位：MCM/yr)

計画年	Vondo 地域	Malamulele 東部地域	Malamulele 西部地域	Paswane Lambani 地域	同左計	Louis Trichadt 地域
1991	8.16	2.07	0.72	0.53	11.48	
1995	12.37	2.72	0.88	0.67	16.64	
2000	19.00	5.15	1.80	1.07	27.02	4.58
2005	24.04	6.84	2.27	1.33	34.48	
2010	29.41	8.73	3.25	1.52	42.91	6.83
2015	34.79	10.81	4.12	1.67	51.39	
2020	40.83	12.46	4.68	1.84	59.81	10.68

全に必要な河川中流域及び最下流域（ムタレ川流域を含まず）の河川維持用水は下表の通りである。

月	河川中流部		河川最下流部	
	平均流量	月別最小水量	平均流量	月別最小水量
10	0.66	0.16	0.48	0.05
11	1.00	0.55	0.98	0.42
12	3.50	0.54	1.38	0.27
1	1.41	0.53	1.42	0.43
2	13.28	0.41	3.44	0.34
3	1.58	1.70	1.90	1.67
4	1.08	0.39	1.19	0.36
5	0.88	0.32	1.04	0.27
6	0.52	0.26	0.78	0.05
7	0.43	0.21	0.61	0.05
8	0.54	0.21	0.48	0.05
9	0.54	0.21	0.48	0.05
計	25.42	5.49	14.18	3.92

(5) 最適なダム貯水量

現在建設中のムトテダムの最適な総貯水量を 156MCM とし、WRYM(Water Resources Yield Model)モデルを利用して計算した結果は以下の通りで、都市用水は必要水量を 100%、1,100 ha の灌漑用水は概ね 10 年確率程度の渇水年に対して必要水量を供給する事が確認されている。

利水地域	取水地点	必要水量	供給可能量
Thohoyandou	Mutoti Dam	24.80	24.80(100%)
Malamulele West	Mutoti Dam	5.50	5.50(100%)
Malamulele East	Xikundu Weir	6.10	6.10(100%)
Malamulele East	Mutoti Dam	7.50	7.50(100%)
Region 7	Xikundu Weir	2.00	2.00(100%)
Mhinga		0.34	0.34(100%)
都市用水計		46.24	46.24(100%)
IFR-1	Mutoti Dam	1.62	1.45(90%)
Lweludi	Mutoti Dam	3.93	3.38(86%)
Xikundu	Mutoti Dam	0.48	0.41(85%)
A9H012	Mutoti Dam	4.72	4.20(89%)
Makuya	Mutoti Dam	0.99	0.98(99%)
灌漑用水計		11.74	10.42(89%)
合計		57.98	56.66(98%)

(2) 工業用水及び鉱業用水

給水対象地域内には大規模な工業団地はなく必要な用水は都市用水に含まれる。チコンデニ石炭鉱山(Tshikondeni Coal Mine)はムタレ支流(Mutale River はルププ川の支流)から取水しており当該計画では考慮しない。

(3) 灌漑用水

この計画で利用可能な灌漑用水は、計画ダム下流に位置する既開発の約 1,100 ha を対象に供給される。その必要水量は年間約 1,174 万 $m^3(10,700m^3/ha/yr)$ で詳細は以下の通りである。

利水地域	取水施設	必要水量
IFR-1	Mutoti Dam	1.62
Lweludi	Mutoti Dam	3.93
Xikundu	Mutoti Dam	0.48
A9H012	Mutoti Dam	4.72
Makuya	Mutoti Dam	0.99
灌漑用水計		11.74

しかしながら、既述の如く、都市用水の目標年である 2020 年までの間の水需要は漸次増加するためこの間の灌漑用水としての利用が可能である。灌漑用水としての利用を単純に計算すると、上記の 1,100 ha に加えて以下の如く灌漑可能面積が概算される。

計画年	計画都市用水 (MCM/yr) (1)	必要都市用水 (MCM/yr) (2)	転用可能量 (MCM/yr) (3)=(1)-(2)	灌漑拡大 可能面積(ha) (4)=(3)/(5)	備考 (5)=10,700 ($m^3/ha/yr$)
2000	46.24	20.90	25.34	2,370	
2005	46.24	26.63	19.61	1,830	
2010	46.24	33.15	13.09	1,220	
2015	46.24	39.72	6.52	610	
2020	46.24	46.24	0	0	

この表からダム完成後の 10 年間はムトテダム下流域の土壌的な観点から灌漑農業が可能な農地は、約 2,300 ha 程度である。

(4) 環境保全のための河川維持用水量

南アフリカ国の環境庁との協議及び内部規定による環境及び河川流域の生態系の保

2.2.3 灌漑農業開発の改善点

灌漑農業開発の現況で既述の通り、新しい水利用法(Water Act, 1997)の施行に伴い南アフリカ国での水資源開発とその利用は都市用水等飲料水を最優先に供給する事として事業が進められている。既存施設の灌漑用水から飲料水への転用及び新規に建設したダム水源の多目的利用の中での灌漑用水の位置づけ及び都市用水等の需要増加傾向を見極めた灌漑農業開発の見直しが緊急の課題として検討する必要がある。

主要な検討項目及び概要を以下に要約する。

- * 既存灌漑地域の現状調査と問題点の把握
- * 対象作物の検討と普及指導の現状
- * 灌漑施設の維持管理組織の現状
- * 水源転換後の施設の改善状況（ボンド及びアルバシニダム）
- * ムトテダム建設に伴う灌漑施設の新設・改修計画
- * 小規模農家の事業への参画と指導
- * 灌漑施設別の維持管理組織の設立と運用の指導
- * 給水セクターの計画基準年までの灌漑用水利用計画
- * 事業資金と中央及び州政府の支援計画

2.2.4 河川流域（中流部）の水管理計画

南アフリカ国では原則として、水源ダムの建設及び維持管理は水資源森林省の所管事項であるが、これらの水資源を利用する受益者は各水源毎に定められた一定の水価を支払うことになっている。

対象流域の既存及び計画ダム施設の内、中流域に関連する既存の Vondo Dam と Albasini Dam、及び新規に建設中の Mutoti Dam と Xikundu Weir について適正な運用管理計画を樹立する必要がある。

この運用計画は、基本的に以下の検討項目が包含されよう。

- * 各利水分野における開発目標年別の水需要量の整理
- * 上記検討と関連して、給水分野、生態系河川維持用水及び灌漑分野の開発目標年別各ダムの運用計画の策定
- * 給水セクター及び灌漑農業分野の維持管理組織母胎の検討

* 各分野別の水料金体系の確立

* これらを具体化するための活動計画の立案と技術的資金的支援計画

2.3 調査の実施計画

2.3.1 調査の目的

この調査の目的は、既存及び現在建設中の水源施設で貯水した水資源を有効に利用するため、給水セクター及び灌漑農業開発セクターの適正な導水及び配水施設の新設・改修計画を提言するとともに、施設の維持管理計画を樹立する。

2.3.2 調査対象地域

調査の対象地域は、ルププ川下流域のクルーガー国立公園地域、パフリ低平湿原地域及びムタレ(Mutale)支流を除く河川流域全体とする。

2.3.3 調査内容

調査は、水資源開発分野、基幹及び配水施設について給水セクター及び灌漑農業開発セクターを含む総合的な調査で、受益者組織の設立指導までを含み次の3段階からなる。

－第1フェーズ：

* 基礎調査を主眼とし、調査対象地域の各分野に亘る現状分析と進行中の建設事業の進捗・問題点の把握と既存開発計画のレビューを行う。

* 問題点を整理・分析し、関係機関及び受益者とのワークショップを通じて必要な開発及び改善すべき事項を明確にする。

* 灌漑農業受益者の事業実施に関するニーズ・意向を確認する。

* 具体的な調査項目は概ね以下の通りである。

1) 現地調査の実施

2) 関係資料、報告書、関係図面等の収集・整理・検討

3) 中央政府及び北部州の開発方針、政策、資金援助計画の協議、確認

4) 地域の灌漑農業の現状調査

5) 給水セクターを含む受益者組織の現状分析

- 6) 代表受益者のインベントリー調査と対話集会の実施
- 7) 進行中の建設事業の進捗及び問題点の把握
- 8) 既存灌漑地区の中からパイロット地区を選定
- 9) 第2フェーズ以降の調査方針の協議確定

－第2フェーズ：

- * 目標年別の灌漑農業開発計画の樹立
- * 必要な灌漑施設の新設・改修計画の樹立
- * 各受益セクター間の開発計画の整合性のチェック
- * 各ダムの連合運用計画を含む各給水・配水施設の総合的な維持管理計画の樹立
- * 給水及び灌漑セクターに係る維持管理組織樹立の指導とパイロット地区（既存灌漑農業地域で3地区程度を選定）での試行
- * 事業の総合評価と水料金の設定
- * 灌漑農業セクターにおける開発資金運用計画と財務分析
- * 上記に係る関係者とのワークショップの開催と結論の創出
- * 第3フェーズの業務実施計画の策定及び確認

－第3フェーズ：

- * パイロット地区での必要な末端灌漑施設整備の実施
- * 灌漑農業普及と指導
- * 施設の維持管理の実践
- * 給水セクターとの協調及び調整
- * 維持管理組織（水利用組合）の結成準備とワークショップの開催・評価
- * 活動の総合評価と灌漑農業開発及び維持管理合理化に関する将来計画の策定

2.3.4 調査実施計画

調査は概ね以下の計画で実施する。

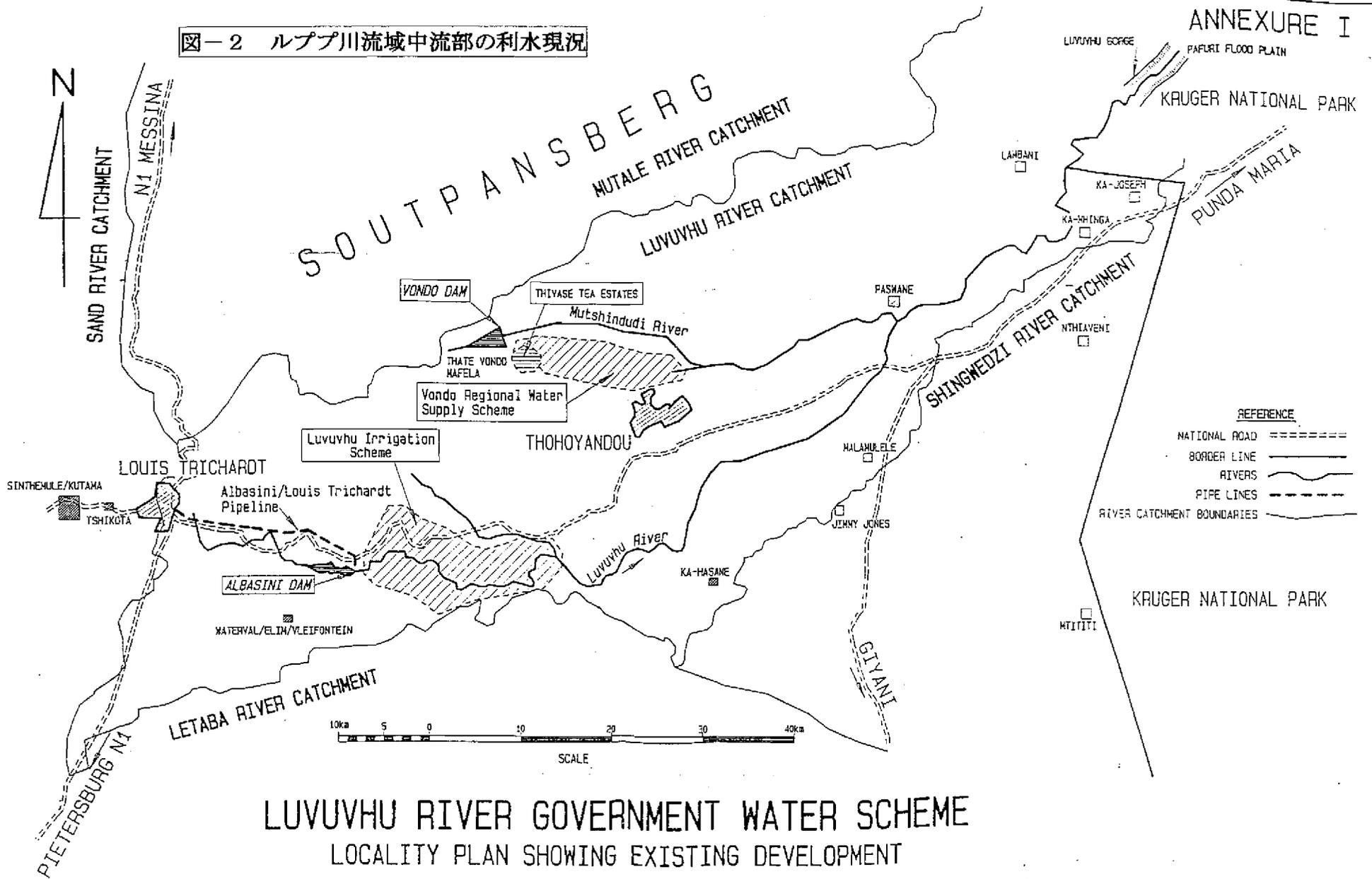
- 第1フェーズ：約 8ヶ月
- 第2フェーズ：約 10ヶ月
- 第3フェーズ：約 24ヶ月
- 計 ：約 3.5年

2.4 総合所見

新生南アフリカ政府の RDP 政策に基づいてルププ川流域においても、開発の基本である水資源の開発と給水セクターを中心とする建設工事が 1998 年より着手されている。これらのインフラ整備により目標年である 2020 年までの流域中央部の飲料水は確保されることとなる。

一方、当該国の水資源利用に関する基本政策に基づいて、灌漑農業部門は灌漑用水を都市用水等へ転換利用するため多大の犠牲を強いられている。既存灌漑施設を有する地区と小規模経営農家に対する灌漑施設整備に関する支援を行う事、新規ダム完成後 2020 年までの間の余剰水の農業分野への利用拡大計画、及び水資源の有効利用を図るための合理的な水管理計画の立案が是非とも必要である。南アフリカ政府はこれらの計画立案に必要な技術協力と経済支援を切望している。

図-2 ルププ川流域中流部の利水現況



LUVUVHU RIVER GOVERNMENT WATER SCHEME
LOCALITY PLAN SHOWING EXISTING DEVELOPMENT

A. M. MULLER
DIRECTOR-GENERAL
DEPARTMENT OF WATER AFFAIRS AND FORESTRY

Mean Annual Precipitation in Luvuvhu River Basin

図-1 ルププ川流域の年平均降雨量

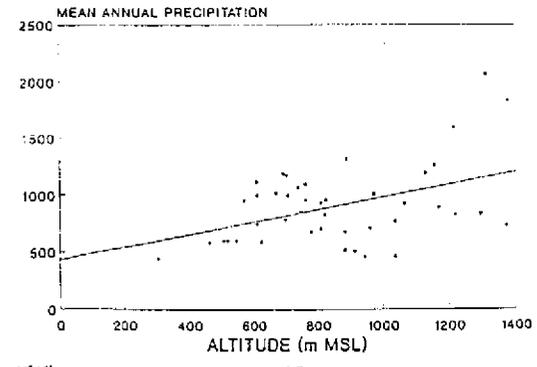
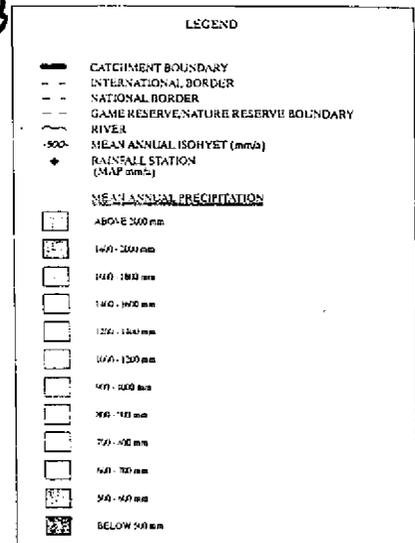
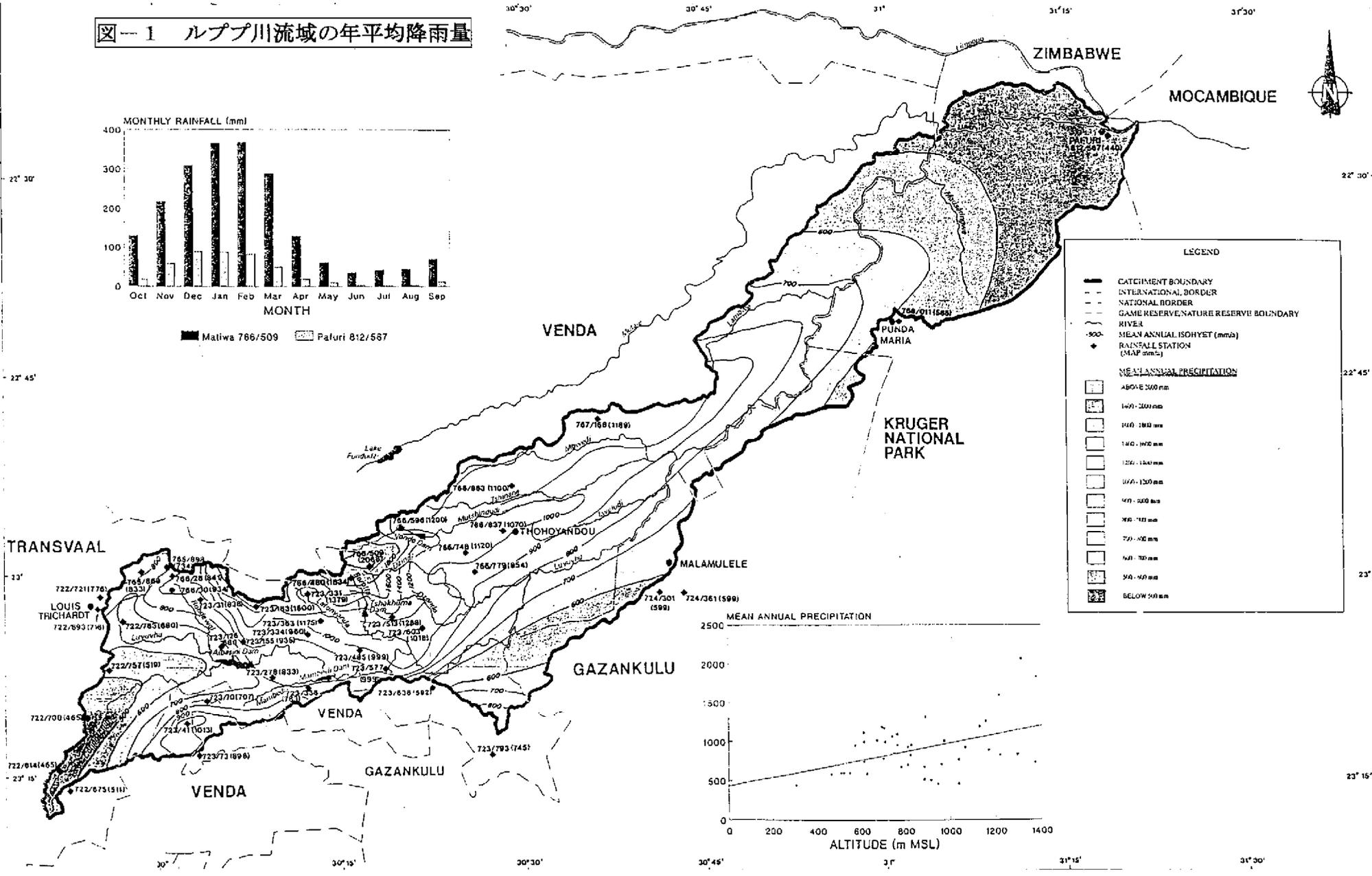
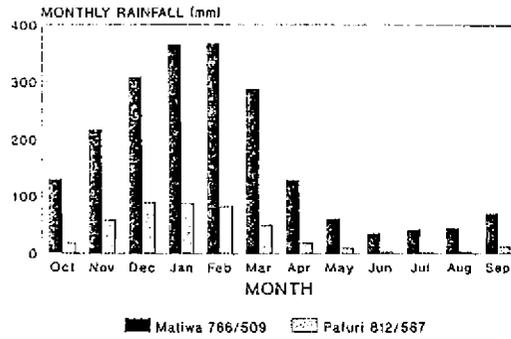
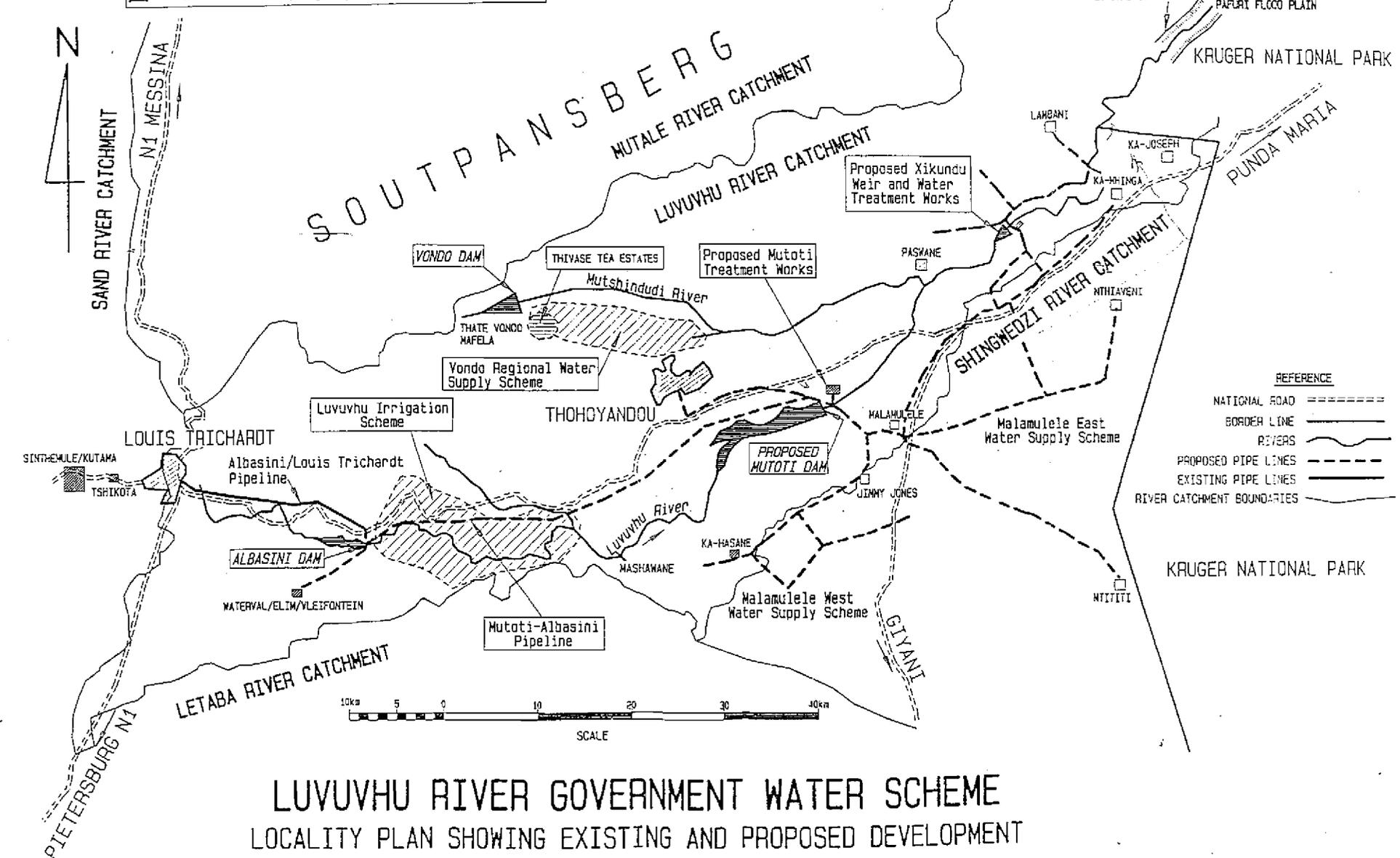


図-3 ルププ川流域中流部の利水計画

ANNEXURE II



LUVUVHU RIVER GOVERNMENT WATER SCHEME
LOCALITY PLAN SHOWING EXISTING AND PROPOSED DEVELOPMENT

A. M. MULLER
DIRECTOR-GENERAL
DEPARTMENT OF WATER AFFAIRS AND FORESTRY

2.5 現場写真

南アフリカ共和国
ルププ川水資源開発及び水管理計画



ムトテダム建設現場（洪水吐及び遠方は左岸盛り土）



キクンデ取水堰（床堀状況）



受益地の果樹園（遠景）



受益地の畑作状況



農業開発公社による綿花農場への灌漑水路



受益地の畑作状況

*Mr. Peter Ngobese, Agricultural Support and Development(Tel.: 012-319-6282)

(3) 北部州農業・土地保全局関係

*Northern Provincial Government, Pietersburg

*Mr. M. Shaker, Director of Agriculture/Rural Engineering

*Mr. Martinus Gouws, and Mr. Kobus Enslin (Mechanization)

Tel.: 0152-295-7090/5, Fax.: 0152-295-7028

(4) 在大使館：畠中篤大使

(5) 国際協力事業団：高橋嘉行所長、中村所員

参 考 资 料

3. 参考資料

3.1 調査団員

門脇 達	株式会社 三祐コンサルタンツ	技術顧問
有村 秋則	株式会社 三祐コンサルタンツ	技術第3部課長

3.2 調査日程

エジプトアラブ共和国：門脇、有村

南アフリカ共和国：門脇

年 月 日	行 程
平成 11 年 11 月 21 日(日)	日本発シンガポール経由
11 月 22 日(月)	カイロ到着、公共事業水資源省シャルビ次官及びマーゼン顧問と面談 打合せ
11 月 23 日(火)	北シナイ開発機構でナサール副総裁、ナビール設計部長等と維持管理 計画について打合せ、情報収集
11 月 24 日(水)	エルサラーム及びエルサバーエルギョアバー導水路関連地区の現地踏 査、資料収集
11 月 25 日(木)	同上現地踏査、移動
11 月 26 日(金)	資料取りまとめ
11 月 27 日(土)	既存開発（ヌバリア）地域の維持管理状況に関する現地調査
11 月 28 日(日)	公共事業水資源省にてシャルビー次官以下に調査結果の報告、大使館 国際協力事業団表敬・報告
11 月 29 日(月)	公共事業水資源省においてクオシー水平拡大部長等と面談資料収集、 取りまとめ（有村カイロ発シンガポール経由）
11 月 30 日(火)	資料取りまとめ及び南アフリカへ移動（門脇のみ）（有村日本着）
12 月 1 日(水)	水資源森林省表敬、ルブプ川開発計画担当ウイトールド等と打合せ
12 月 2 日(木)	移動、北部州農業局担当者とルブプ川流域現地調査
12 月 3 日(金)	午前中現地調査継続、午後農業局シャイカー部長と協議
12 月 4 日(土)	現地より移動首都プレトリアへ
12 月 5 日(日)	資料取りまとめ
12 月 6 日(月)	畠中大使表敬調査結果を報告、中央政府農業省ボングア局次長以下を 表敬、調査結果の報告と今後の調査方針打ち合わせ
12 月 7 日(火)	カイロ発シンガポール経由
12 月 8 日(水)	帰国

3.3 面談者リスト

3.3.1 エジプトアラブ共和国

(1) 公共事業水資源省関係

- *事務次官兼計画局長：A.R.Shalaby
- *水資源担当顧問：Yehia A.El-Aziz
- *大臣技術顧問：Ahmed Mazen
- *電気機械局長：A.R.Askar
- *灌漑局水平拡大部長：D.D. Ahmed El-Quosy
- *灌漑局灌漑部長：Shalaby
- *灌漑局配水部長：H.S. Elawan
- *灌漑局頭首工部長：Nabil F. Nashed
- *灌漑局施設改善部長：Ramses
- *排水研究所水質部：Ashraf El-Sayed Mohamed
- *北シナイ開発機構副総裁：N.Naser
- *同上設計課長：M.Nabil

(2) 在大使館：岩井文男、山村研吾一等書記官

(3) 国際協力事業団：竹内喜久男所長、坂田章吉所員

(4) 国際協力銀行 (JBIC)：肥沼光彦所長、高橋志行所員

3.3.2 南アフリカ共和国

(1) 水資源森林省関係

- *北部州担当計画部副主任：Witold Jezewski
- *国際関係担当技師：Leo van den Berg
- *ルブブ川ダム建設事務所長：N.J. du Buissan Neels
- *現場施工監理コンサルタンツ：Begin Africa and Management

(2) 農業省関連

- *Mr. Masiphula M Mbongwa, Deputy Director General
(Tel.:012-319-6465/6, Fax.: 012-325-7394)
- *Mr. P.L. (Piet) Maritz, Director of Agricultural Water Use and Management
(Tel.: 012-842-4282, Fax.: 012-842-4278)
- *Mr. V.B. (Monty) Mothuloe, Director of Human Resource Development
(Tel.: 012-319-7028, Fax.: 012-323-2965)
- *Mr. Lebohany Mareka, International Relation(Tel.: 012-319-7287)