

国際協力事業団
チュニジア共和国

チュニジア共和国
南部オアシス地域灌漑施設整備計画調査

ファイナルレポート

平成8年8月

JICA LIBRARY



J1131397101

株式会社 三祐コンサルタンツ
日本工営株式会社

農調農

J R

96-30

通貨換算表

(1995年9月現在)

US\$1.00	=TD0.944	=¥101.00
¥100	=TD0.935	=US\$0.990
TD1.00	=US\$1.059	=¥107

テュニジア国通貨 (ディナール)Dinar (TD)

国際協力事業団
テュニジア共和国

テュニジア共和国
南部オアシス地域灌漑施設整備計画調査

ファイナルレポート

平成8年8月

株式会社 三祐コンサルタンツ
日本工営株式会社



1131397 (0)

序 文

日本国政府は、チュニジア共和国の要請に基づき同国南部オアシス地域に位置する 153 オアシス、23,435ha を対象とした、節水を目的とする灌漑排水施設改善のためのフィージビリティ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ました。

当事業団は、平成7年4月から平成8年5月までの間3回にわたり、株式会社三祐コンサルタンツ高橋宏徳氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、チュニジア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、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りました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、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す。

終わりに、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申し上げます。

平成8年8月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

国際協力事業団

総裁 藤田公郎殿

伝 達 状

チュニジア国南部オアシス地域灌漑施設整備計画調査の報告書をここに提出できることを喜びといたすものであります。この報告書は日本政府関係省庁や国際協力事業団の本調査に関する助言や提言、並びにチュニジアにおける農業省農業土木総局及び関係省庁との協議及びドラフトファイナルレポートに関するコメントを十分に勘案して、南部地域の灌漑排水施設計画及び農業開発の基本計画を取りまとめたものです。

本計画は末端圃場における節水を目的とした灌漑排水施設の改修を事業内容とするものでありますが、灌漑排水施設の改修は農産物の増産につながり、その結果として個々の農家所得の向上が期待できるものであります。一方これらの施設改修は本事業地区農民が長年にわたって渴望してきたものであり、本事業実施は地域住民に対して就業機会を与え、収入の道を開くものでもあります。

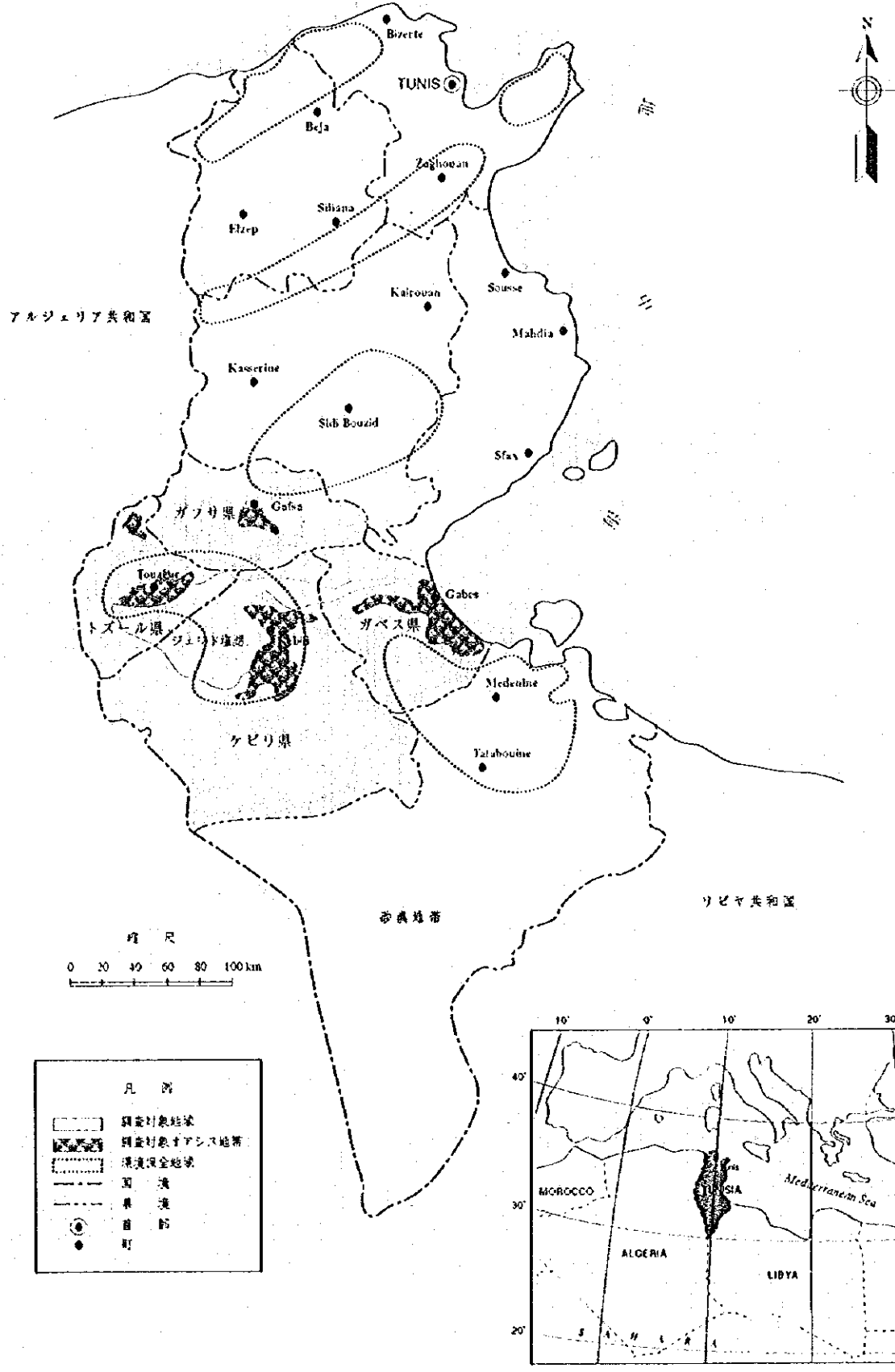
チュニジア国は「地域格差の是正」を政治課題として掲げており、特に南部オアシス地域における農業振興は最重要課題となっています。以上の背景のなかで、本計画の推進は農家所得の向上と生活の安定を目指すもので、まさに国家政策に沿ったものと確信致します。

平成8年8月

南部オアシス地域

灌漑施設整備計画調査団

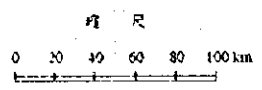
団長 高橋宏徳



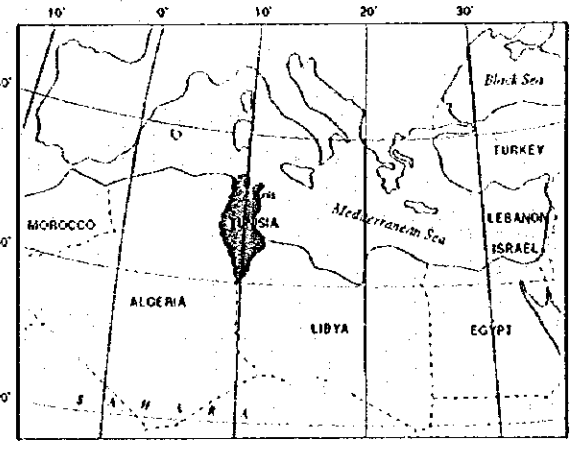
アルジェリア共和国

砂漠地帯

リビア共和国

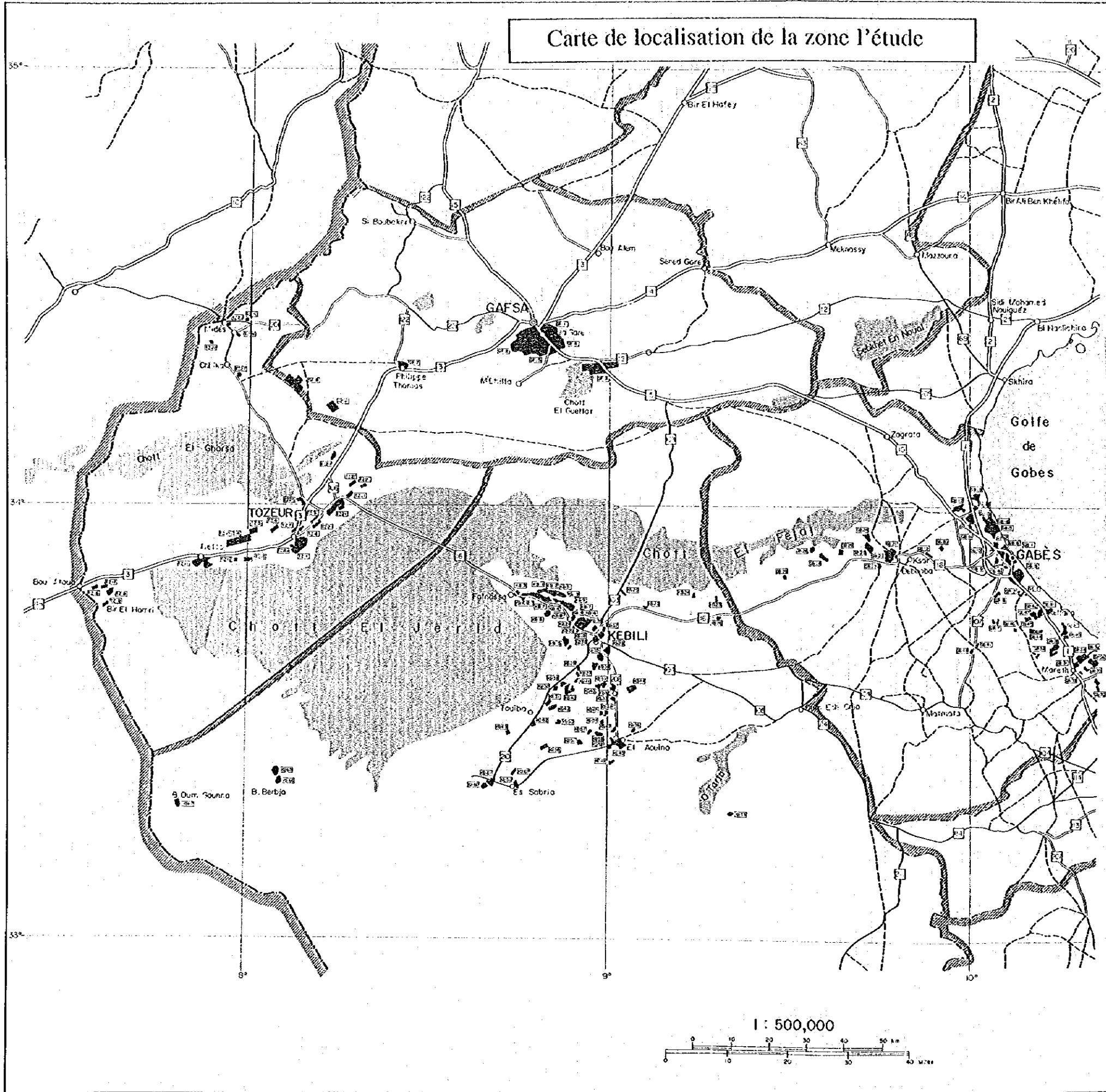


- 凡 例
- 調査対象地域
 - 調査対象オアシス地帯
 - 環境保全地域
 - 国 境
 - 県 境
 - 首 府
 - 町



調 査 対 象 地 域 位 置 図

Carte de localisation de la zone l'étude



Liste des Oasis

Code Num.	Oasis	Code Num.	Oasis	Code Num.	Oasis	Code Num.	Oasis
(1) Gafsa Gouvernorate							
GF-1	Kasba	GF-3	El Gueltar	GF-5	El Ksar	GF-7	Thelja
GF-2	Sud Ouest	GF-4	Lalla	GF-6	Qued Sbilli	GF-8	Segdouh
(2) Tozeur Gouvernorate							
TZ-1	Tozeur	TZ-9	Jhim 2	TZ-17	Hazoua 2	TZ-25	El Hamma
TZ-2	Kastilia	TZ-10	Ibn Chabbat 3	TZ-18	Hazoua 3	TZ-26	Tamerza
TZ-3	Qued El Koucha	TZ-11	Befta	TZ-19	Qued Loghrissi	TZ-27	Chebika
TZ-4	Neflayette	TZ-12	Ghardgaya	TZ-20	Tassarit	TZ-28	Foum El Inarga
TZ-5	Chemsa	TZ-13	Ibn Chabbat 1	TZ-21	Cedada	TZ-29	Nides
TZ-6	Melba Est	TZ-14	Ibn Chabbat 2	TZ-22	Dghoumes	TZ-30	Ain El Karza
TZ-7	Melba Ouest	TZ-15	Dras Sud	TZ-23	Degache		
TZ-8	Jhim 1	TZ-16	Hazoua 1	TZ-24	Chakmou		
(3) Kebili Gouvernorate							
KB-1	Techri	KB-18	Rabta	KB-35	Rahmat	KB-52	Bouhamza
KB-2	Bouabdallah	KB-19	Telmine	KB-36	Ras El Ain	KB-53	Ksar Ghilane
KB-3	Fatnassa	KB-20	Toubib	KB-37	Souk El Baiz	KB-54	Sakouma
KB-4	El Glias	KB-21	Toubar	KB-38	Ben Zitoun let2	KB-55	Tarfaya
KB-5	Menchia	KB-22	Limague	KB-39	Bourzino	KB-56	Dhouzina
KB-6	Nagga	KB-23	Mazraa Neji	KB-40	Gueliada	KB-57	Saida
KB-7	Oum Souma	KB-24	Oum El Farth 1 et 2	KB-41	Kelwamen	KB-58	Ghidaa
KB-8	Qued Zira	KB-25	Stiffini	KB-42	Kisbia	KB-59	Sabria
KB-9	Oued Touati	KB-26	Saidane	KB-43	Sidi Bamed	KB-60	El Jaouar 1
KB-10	Tenchig	KB-27	Barghouthia	KB-44	Atilet	KB-61	El Jaouar 2
KB-11	Zaouiet El Anes	KB-28	Baraa	KB-45	Dous	KB-62	Bechni
KB-12	Zaouiet El Harth	KB-29	M'chelli	KB-46	El Ghoula	KB-63	Dargine
KB-13	Ziret Louhichi	KB-30	Blidette	KB-47	El Golas	KB-64	Natrouha
KB-14	Chouchel Nagga	KB-31	Zarcine	KB-48	Grad	KB-65	Regia Matoug 1
KB-15	Guataya	KB-32	Jouna	KB-49	El N'say	KB-66	Regia Matoug 2
KB-16	Jedida	KB-33	Mtouria	KB-50	Nouiel	KB-67	Tarfajet Elna
KB-17	Mansoura	KB-34	Msaïd	KB-51	Zawfrane		
(4) Gabès Gouvernorate							
GB-1	Ain Zrig	GB-13	Sbouï	GB-25	Bechima 2	GB-37	Zerkine 1 et 3
GB-2	Temoula 1	GB-14	Fayral	GB-26	Rhebayel	GB-38	Zerkine 2
GB-3	Temoula 2	GB-15	M'ziraa Ghannouch	GB-27	Ben Ghilouf	GB-39	Ayoune Zerkine
GB-4	Zrig Dakhlania	GB-16	Methouia	GB-28	Glib Bekhane	GB-40	Madssia
GB-5	Teboulbou	GB-17	Quedhref	GB-29	Qued Nekhia	GB-41	Kellana 1
GB-6	Oasis de Gabès	GB-18	Aouinette	GB-30	Arran	GB-42	Kellana 3
GB-7	Limoua 1 et 2	GB-19	Chenchou 1	GB-31	Nareth 1	GB-43	Kellana 4
GB-8	N'dou	GB-20	Chenchou 2	GB-32	Nareth 2	GB-44	Sidi Sellou
GB-9	Chott El Ferik	GB-21	Tekouri	GB-33	Nareth 3	GB-45	Zrig Barrania
GB-10	Bouchanna	GB-22	Haxxa Oasis	GB-34	Nareth 5	GB-46	Ghandri
GB-11	Nahjoub	GB-23	Mziraa Hanna	GB-35	Nareth 6	GB-47	Laaradh 1
GB-12	Salza	GB-24	Bechima 1	GB-36	Zarat 2	GB-48	Laaradh 3

légende

- Grand route internationale et nationale, avec ou sans revêtement
- Route de communication importante, avec revêtement
- Route de communication importante sans revêtement
- Autre route
- Frontière d'Etat, passage de frontière
- Limite de Gouvernorat
- Périmètre Oasis

1 : 500,000



要 約

1. 序論

1.1 調査の経緯

チュニジア共和国南部オアシス地域灌漑施設整備計画調査 (以下、本調査という) の実施細則 (S/W) 及び S/W にかかる会議議事録は、国際協力事業団 (以下 JICA という) とチュニジア国からは農業省農業土木総局 (以下 DGGR という) 及び財務・奨励総局とにより 1994 年 10 月 25 日署名が交わされた。

第 1 次現地作業は、1995 年 4 月 3 日より 6 月 16 日までオアシスの現況を把握することを目的にオアシスインベントリー調査及び 8 カ所のパイロットオアシス調査を実施し、現地調査結果をプログレスレポート (1) として取りまとめ、相手国政府への説明・協議を行った。

1995 年 8 月 20 日から 9 月 3 日までの第 1 次国内作業において 153 オアシスに対する調査手法を検討し S/W 及びインセプションレポートの一部を修正したインプリメンティングレポートを作成した。

第 2 次現地作業は、1995 年 9 月 4 日より 12 月 17 日までオアシス末端灌漑排水施設の整備状況を把握するための 153 オアシスのサンプル調査を中心に実施した。現地調査結果はプログレスレポート (2) として取りまとめ説明・協議会を開催した。

引き続き第 2 次国内作業を実施し、施設概略設計、施設維持管理計画、事業実施計画、事業費積算、便益算定及び事業評価を行いファイナルレポートとしてとりまとめた。

1.2 調査の背景

チュニジア国における農業部門の GNP に占める比率は、1993 年において 18% であり、就労人口は 26% を占め、農業は重要な地位を占めている。調査対象地域である南部地域の農家世帯は総世帯の 32% を占めており全国平均の 24% に比べて約 33% 多く、特にトゥズール、ケビリ県では 60% を占めており、南部地域の産業及び就業構造は農業に特化していると言える。従って農業の停滞すなわち経済的停滞は、北部都市への人口流入とその結果としてのスラムの形成を加速させることになり、農業の振興によりこれを防ぐことがチュニジア国にとって重要な政治課題となっている。

南部地域では、農業の主体はオアシスにあり、その振興はチュニジア国の経済開発政策の中で重要な位置づけがなされている。オアシスでは、ナツメヤシ、野菜、飼料作物等の栽培が行われているが、降水量が年間 100~200mm (ステップ地帯) と少ないことから、灌漑施設の役割が非常に重要である。

しかしながら水源が化石地下水であり、近年水位低下が顕著になっている状況からして、新規の水源開発が望めない状況にあるため、末端水路整備による節水事業が急務となっている。

1.3 調査の目的と範囲

本調査の目的は、チュニジア国南部地域のガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベスの4県に位置する153 オアシス、約23,000haを対象に灌漑用水施設整備のためのフィジビリティ調査を実施するものである。また調査を通じてチュニジア国のカウンターパート技術者に対し、調査方法及び計画立案の手順・考え方等について技術移転、指導を行う。

2. 事業の背景

2.1 国家経済

チュニジア国の経済活動は、農業、鉱工業、サービス業等を主とした多様な分野で行われている。農産物の輸出が行われている一方、多くの食糧品も輸入している。主な輸出品は、燐鉱石の加工品である燐酸や化学肥料である。

2.2 第8次国家開発計画

第8次国家開発5カ年計画は、1992年に開始され1996年が最終年である。本計画に於ける目標年増加率は、国内総生産で6.0%、国民一人当たりで4.1%としている。

国家計画に述べられている農業セクターの目標は、小麦、大麦、肉類等の国内自給率を高めると共に、乳製品(70%)と砂糖(16%)の消費を減少し、農産物や食料品の輸出拡大等を実施することにより食糧安全保障を実現することである。農業研究と普及活動については、高生産性に関する技術を開発し、農民への迅速な普及を目指している。またさらに、農業と灌漑部門の連携強化を図り、灌漑施設の運営管理の効率を高め、灌漑用水の持続的使用を目指している。

2.3 テュニジア国の農業

(1) 農業分野

チュニジア国の総面積は1,560万haで、そのうち860万haが農業生産に利用されている。既耕地面積は、480万haで全農用地面積の56%を占めている。耕地のうち100万haは休耕あるいは耕作放棄の状態にある。耕地面積は中部および北部に大きく、南部はそれに比し非常に小さい。既耕地に対する耕作地の比率は南部が北部および中部に比し低い。380万haは森林、放牧地その他の未耕地である。

中部及び北部地域の農業は、地形的変化に富むうえ年間降雨量が400-1,000mmもあり、天水での小麦、果樹、野菜、工芸作物などの多様な作物が栽培されている。また、大規模なダムや貯水池による灌漑施設が発達しているうえ、農業経営面積が5.0ha以上の農家が多く、スプリンクラー、パイプによる灌漑施設、大型の農業機械の導入等の近代的な技術が広く普及している。一方南部地域では年降雨量が100-200mmと少ないため、天水条件下での農業は難しく、農業は何らかの灌漑が可能な場所か、

あるいは地下水を水源とする灌漑施設があるオアシス内に限られる。南部地域での農業の主体はオアシス農業にある。ほとんどのオアシスでは、樹木作物（ナツメヤシを主とし、一部オリーブと果樹）を中心とした農業が行われている。チュニジア国の主要輸出農産物であるナツメヤシは南部オアシス地域の特産品である。

1990年の家計費調査によれば、一世帯当たりの年間生計費は、チュニスで5,412ディナール、北部地域で4,268ディナール、中部地域で4,424ディナール、全国平均では4,033ディナールであり、これに比べ南部地域は3,365ディナールとなっており、全国平均と比べても約83%と最も低い生活水準となっており、南部オアシス整備による農民の所得向上が国家的課題となっている。

(2) 灌漑分野

灌漑はチュニジア国にとって重要なセクターであり、いくつかの大規模な灌漑事業が既に開始されており、貯水池の建設によって全国の貯水池による貯水量は現在の15億 m^3 から西暦2000年には25億 m^3 に増加する予定である。

政府の方針によると2001年に年間1,139百万 m^3 の地下水を確保するために新規に610本の深井戸が必要であり、それによって年間288百万 m^3 の新規水源を確保しようとしている。第8次国家開発5カ年計画中に新規に700の農民水利組合(AIC)が組織されることになっており、促進計画も既に始まっている。

しかしながら南部オアシス地域においては、水源となっている地下水の水位が低下現象を呈していることから、新規の水源開発は望めない状況にある。従って節水による灌漑効率の向上が急務とされている。特に末端圃場における水路整備が遅れているため漏水が多く、灌漑用水の利用効率が低くなっている。このため政府は灌漑効率向上のために、末端圃場施設整備に補助金を交付し節水事業を進めている。

3. 調査対象地域の現況

3.1 自然状況

(1) 位置及び地形

調査対象地域は、首都チュニスの南250kmから390kmの間に位置し、南北方向ではガフサ市・エス・エアブリア市にまたがる140kmの間に、東西方向ではガバス湾からアルジェリア国境に至る260kmの間に広がっている。調査対象オアシスは、南部4県ガフサ(7,360 km^2)、トゥズール(6,159 km^2)、ケビリ(22,454 km^2)及びガバス(7,505 km^2)総面積43,478 km^2 の一部にあたる。正確な位置は、北緯33°20' - 34°40'の間、東経7°40' - 10°30'の間にある。

ガフサ県の調査地区は、やや起伏に富んだ盆地になっており、標高は220mから400mである。トゥズール県の調査地区は、国道3号線沿いに北東から南西に延びており標高は10mから150mである。ケ

ビリ県の調査地区は、南部はサハラ砂丘、西部はエル・ジェリド塩湖の複雑な湖岸線に囲まれている。標高は40mから80mで極めて平坦な地形である。ガバス県の調査地区は、東はガバス湾に面し、地形的特徴は、起伏に富み、標高も10mから150mとなっている。

(2) 気象 及び水文

年平均気温でみると、トゥズール及びケビリ県は20℃を越えているがガフサ及びガバス県では20℃以下になっている。平均相対湿度はトゥズール及びケビリが低く、逆にガフサ及びガバスの方が高い。同様に降水パターンに顕著な差が認められる。トゥズール及びケビリ県の気象観測所では、年間降水量がそれぞれ86.9mm及び73.6mmが記録されているのに対しガフサ及びガバス県では2倍以上の降水量、すなわち前者で174.3mm、後方で212.8mmが記録されている。このような気象特性は年平均蒸発量にも反映されておりトゥズール及びケビリ県で7.2mm/日及び8.4mm/日と極めて高いのに対し、ガフサ及びガバス県で、それぞれ6.6mm/日及び5.5mm/日と比較的低い。

(3) 地質

当地域の大部分の地層は、中生層 (Mesozoic) を実質的基盤とし、河成 (fluvial) 或いは風成 (eolian) の第四紀層 (Quaternary) に直接覆われている。基盤岩は、下部白亜系 (Early Permian) から第三系 (Tertiary) に至る堆積岩類 (sedimentary rocks) で、これらは、マール (marl) ・シルト岩 (siltstone) ・粘土 (clay) ・或いは蒸発岩類 (evaporites) と言った軟質の岩と、石灰岩 (limestone) ・或いはドロマイト (dolomite) と言った硬質岩類との互層から成り、ステップ状の断層と相まって随所に壮大なケスタ地形 (cuesta) を形成している。

フェジャジ塩湖の兩岸、ガフサ市の近辺、そしてガバス市南方等に分布する低山地は、上述した基盤岩の直接露頭である。ただ、ジェリド塩湖の南部及び東部のみは、中生系を覆った新生系 (Cenozoic) が直接露頭している。

(4) 水理地質

近年、南部地域では二つの深滞水層、コンプレックスターミナル、コンチネンタルインターカールが水源として極めて重要なものとなってきた。これらの滞水層はまだ開発されて間もなく、極めて優勢なばかりでなく、強く被圧しており多くの場合自噴し、浅井戸に殆ど影響を与えること無く開発が可能であった。しかしながら、既にその全体揚水量が滞水層の開発限界にきているため、深層地下水、特にコンプレックスターミナルの被圧水頭の減少傾向は最近とみに加速されている。現在4県の平均で約35%のコンプレックスターミナル井戸が自噴しているが、このままの揚水が続いた場合、10年も経ずに全てのコンプレックスターミナル井戸は地表上の被圧水頭を失い、ポンプアップが必要となるであろう。

(5) 土壌

ほとんどのオアシスの土壌は、粗粒質ないしやや粗粒質で、土性は砂土 (S) ないし砂質壤土 (S L) でわずか3オアシスが壤土 (Si) である。特にガフサ県とトゥズール県のオアシスの土壌は粗粒質であ

り、ケビリ県と ガベス県のオアシスの土壌はそれに比しやや粒径が小さい。従って土壌の透水性は非常によい。しかし局部的に石層が比較的浅い部位に見られこともあり、排水の必要なところも見られる。土壌の pH は 8.0 から 9.3 の間にありほとんどのオアシスの土壌はアルカリ性である。土壌の電気伝導度は、15 から 520 mS/m の間にあり、オアシス間の差は大きい。ほとんどのオアシスの土壌の電気伝導度は 400 mS/m 以下であり、塩分濃度が問題になることはない。

3.2 社会経済状況

(1) 行政区分

チュニジア国に於ける 1994 年時点での行政区分は、全国を 23 県 (Governorate) に分け、その下に 254 の郡 (Delegation) 2,044 の村 (Imada) がある。調査対象地域には 4 県、30 郡、222 村があり、153 オアシスは、22 郡、174 村に分散している (1994 年 3 月現在)。県別の郡と村の数は、以下の通りである。

項目	ガフサ県	トゥズール県	ケビリ県	ガベス県	合計	全国
郡の数	11 (5)	5 (5)	5 (5)	9 (7)	30 (22)	254
村の数	74 (38)	36 (36)	40 (40)	72 (60)	222 (174)	2,044

() 内の数字は事業対象オアシスに関する郡及び村の数

(2) 人口

調査対象地域内の 4 県に於ける 1994 年での人口は、840,200 人で国全体の総人口の 9.6% となっている。世帯数は、148,700 世帯で、一世帯当たりの家族数は、5.6 人である。調査対象地域の人口密度は、国平均の 57 人/km² に比べ 19 人/km² と少なく、最も少ないのはケビリ県の 6 人/km² である。調査対象地域と 153 オアシス地域の県別人口、世帯数、家族数、人口密度は以下の通りである。

項目	ガフサ県	トゥズール県	ケビリ県	ガベス県	合計
調査対象地域					
人口 (1994 年)	307,513	89,055	131,914	311,713	840,195
世帯数 (戸)	54,330	16,590	21,316	56,431	148,667
家族数 (人/戸)	5.7	5.4	6.2	5.5	5.6
総面積 (km ²)	7,360	6,159	22,454	7,505	43,478
人口密度 (人/km ²)	41.8	14.5	5.9	41.5	19.3
年人口増加率 (%)	2.7	2.7	3.3	2.6	2.8
153 オアシス地域					
人口 (1994)	194,697	89,055	131,914	282,896	698,562
世帯数 (戸)	35,189	16,590	21,316	51,318	124,413
家族数 (人/戸)	5.53	5.37	6.19	5.51	5.61

153 オアシスの灌漑受益対象農家は、総世帯数の約32%に当たる約39,600戸、農家人口約22.3万人と推定される。

項目	ガフサ県	トゥズール県	ケビリ県	ガベス県	合計
農家数	5,620	7,060	9,020	17,900	39,600
農業人口	31,000	37,900	55,800	98,600	223,300

(3) 農村インフラストラクチャー

1) 道路

調査対象地域においては、県庁所在地であるガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベスは2車線の舗装道路によって結ばれ、4辺形のネットワークを構成している。その他の主要な町もこのネットワークと舗装道路によって結ばれている。伝統的オアシス及び町・集落は舗装道路に近隣しているが、新規開発オアシスは未舗装の道路で結ばれている。

2) 農村電化

調査対象地域の4県の農村電化の達成率は次に示すとおりである。

ガフサ	: 51%	ケビリ	: 95%
トゥズール	: 90%	ガベス	: 70%

4県の農村電化率は全国平均の40%よりいずれも高い。特にケビリの95%及びトゥズールの90%は県別でそれぞれ全国1位と2位であり、きわだっている。

3) 村落給水

戸別の水道がある世帯と共同水道施設へ水汲みに行く世帯は次のとおりである。

(単位: %)

県	各戸水栓	共同水栓	
		近距離 (1km未満)	中・遠距離 (1km以上)
ガフサ	44	12	44
トゥズール	61	15	24
ケビリ	41	35	24
ガベス	70	6	24

3.3 農業

(1) 土地利用

調査対象地域であるオアシス内の土地利用は、すべて耕地に分類される。しかし、オアシスのなか

には川排水路、農道、井戸および建物の敷地などがあり、全部が耕作地に利用されているとは限らない。純耕作地は、全体の83%から96%の間にあり、平均値は89%である。

(2) 農業生産

調査対象地域にある153のオアシスの面積は23,435 haであり、作物栽培面積は34,680 haで作付率は1.48である。主要作物のオアシスでの栽培面積は、下表のように要約される。

項目	ガフサ県	トゥズール県	ケビリ県	ガベス県	全体
土地面積 (ha)	3,467	5,622	7,213	7,133	23,435
- 樹木作物	3,432	5,622	7,213	7,133	23,400
- 蔬菜類	1,041	568	2,067	1,485	5,161
- 飼料作物	886	311	2,850	1,620	5,667
- 工芸作物	0	0	0	452	452
栽培面積 (ha)	<u>5,359</u>	<u>6,501</u>	<u>12,130</u>	<u>10,690</u>	<u>34,680</u>
作付率	1.55	1.16	1.68	1.50	1.48

(3) 栽培法

調査対象地域には、種々の作物が灌漑農法のもとに栽培されている。灌漑方式は、いわゆる水盤灌漑によっている。灌漑水の効率的利用のために混作方式を行っている。典型的な階層栽培は最上層にナツメヤシ、中層に果樹、最下層に畑作物を栽培する。今後ナツメヤシの植え替えが進むに連れて典型的な階層栽培は少なくなっていく。これは、ナツメヤシの品種改良により長幹の品種が少なくなることによる。

(4) 作物収量および生産量

県別の各作物の収量は、以下のように要約される。

項目	(単位：トン/ha)				
	ガフサ県	トゥズール県	ケビリ県	ガベス県	全体
ナツメヤシ:	7.3	5.8	5.7	5.9	5.9
オリーブ:	8.0	2.7	4.6	4.0	6.1
果樹:	11.7	2.5	2.8	11.8	8.8
冬野菜:	23.6	12.5	12.8	28.1	19.1
夏野菜:	18.0	9.6	10.1	15.2	13.4
飼料作物:	59.3	79.7	50.1	59.4	54.9
工芸作物:				1.5	1.5

県別の各作物の生産量は、以下のように要約される。

(単位：トン)

項目	ガフサ県	トゥズール県	ケビリ県	ガバス県	全体
ナツメヤシ:	5,960	29,330	37,310	18,470	91,050
オリーブ:	17,850	480	900	6,880	26,110
果 樹:	4,590	1,010	1,290	24,410	31,300
冬野菜:	11,760	3,830	16,080	24,260	55,700
夏野菜:	9,780	2,520	8,120	9,430	29,950
飼料作物:	47,530	24,140	142,940	96,200	310,810
工芸作物:	0	0	0	660	660

(5) 畜産

畜産の生産量は、農業生産に比し微々たるものであるがオアシス農業にとって欠かせないもの一つである。当地域の家畜の種類は、ヒツジ・ヤギが主でその他に少数のラクダ、ウシおよびウマ科の家畜がいる。

(6) 農作物の市場と価格

調査対象地域で生産された農産物は、樹木作物（ナツメヤシ、オリーブ）、果樹の大部分が仲買人や流通業者を通じて卸売り市場や県外の市場に搬出されている。ナツメヤシは、生鮮果樹として市場や観光用に販売されるほか、トゥズール県のデーブ販売業者組合（GID）事務所と各県の出張所を通じて集荷されている。この組合は、購入価格の決定、品質管理、輸出版売用梱包、貯蔵等の作業を行っている。

(7) 主要作物の純生産額

調査対象地域の 153 オアシスでの総生産額と生産費を差し引いた純生産額を概算すると下記の通りである。

作物名	生産量 (ト)	生 産 額		生 産 費	
		総生産額 (千ディナール)	生産費 (ディナール/ha)	総生産費 (千ディナール)	純生産額 (千ディナール)
果 樹:		113,990		22,060	91,930
ナツメヤシ	91,050	93,320	974	15,120	78,200
オリーブ	26,110	10,450	778	3,360	7,090
ザクロ	23,150	6,640	1,031	2,310	4,330
アンズ	4,100	2,020	1,144	400	1,620
イチジク	4,050	1,560	905	870	690
冬 野 菜:		11,830		4,810	7,020
カブ/ニンジン	23,760	4,780	1,594	1,820	2,960
タマネギ	26,440	4,920	1,769	2,190	2,730
ソラマメ	5,760	2,130	1,455	800	1,330
夏 野 菜:		16,880		4,170	12,710
トリガラシ	13,540	11,830	1,971	2,880	8,950
トマト	16,310	5,050	1,675	1,290	3,760
飼料作物: ルーサン	310,810	16,470	1,038	5,880	10,590
工芸作物: ヘンナ	660	1,220	1,257	570	650
合 計		160,390		37,490	122,900

(8) 農民組織

農民組織には、農業用水の合理的利用を目的とする農民水利組合(AIC)と、農業経営の合理化を図るための農業協同組合があり、いずれも各県にある地方農業開発局(CRDA)の指導により組織化されている。

農民水利組合は1987年7月6日に立法化された法令第87-35号に基づき創設されたものであり、その活動目的はCRDAにより移管された水利施設を良好に維持管理することであり、このため、主として、以下の活動を行っている。

- － 水利施設の運転管理・維持修理業務（専任管理人による施設の運転管理、運転状況の記録、維持修理計画の立案と実施）
- － 組織の事務管理業務（灌漑スケジュールの立案、AIC予算の作成、水注文の受付、水利費の徴収）

AICの組織形態として、1オアシスに1 AICがあるのが一般ではあるが、複数のAICをもつオアシスもある。現在、153オアシスのうち146オアシスにAICが組織されており、1995年10月現在のAICの総数は次表に示す通り169である。AICをもたないオアシスは、自然湧水を利用している3伝統的オアシスと末端施設整備中の4新規オアシス（いずれもトゥズール県にある）の7オアシスのみである。このように、オアシスに土地を持つ農家のほとんどはAICの役割を充分認識しAICの活動に参加しており、AICは水利施設の運転管理・維持修理業務と事務管理業務を実施する管理団体として十分その役割を担っていると判断される。

県	灌漑面積(ha)	水利組合の数	オアシスの数	会員数	役員数	管理人数
ガフサ	3,467	8	8	6,105	64	36
トゥズール	5,622	44	30	7,356	253	50
ケビリ	7,213	69	67	30,464	369	220
ガベス	7,133	48	48	17,777	204	176
合計	23,435	169	153	61,702	890	482

(9) 農業支援組織

テュニジア国では、農業普及活動を促進するための農業普及事業が実施されている。中央政府では、農業省直轄機関の一つとして農業普及局(AVFA)が設立されている。153オアシス地域内の普及活動は、16普及センター(CTV)と60の農業普及事務所と普及員で行なわれている。

(10) 農家経済

153オアシスの農地所有面積は、最小が0.11ha/農家で最大が5.13ha/農家となっており、平均は0.38ha/農家である。新規開発オアシスでは、圃場区画が0.5haあるいは1haであり、原則として1農家に1区画が均等に配分されていたが、その後多少の農地の移動があり、1農家当たりの耕地面積は

0.5ha から 2.0ha となっている。

農地所有規模が 1.0ha 以上の農家では、農外収入が無くても余剰金が生じている。新規開発オアシスの農家は、入植後、すでに 7-10 年が経過しており、樹木作物や果樹が目標収量に達成していれば、専業農家として生計が行なわれることと推定される。

3.4 灌漑排水

(1) 灌漑

オアシスは大きいもので約 700ha (伝統的オアシス)、小さいもので数十 ha である。大きいオアシスでは井戸水を送水するシステムとして調整池、一次水路、二次水路及び三次水路により構成されている。小さいオアシスの送配水システムは三次水路のみによって構成されており、中間の送水システムはその大きさにより、一次、二次、三次水路より、または二次、三次水路により構成されている。また深井戸によりコンチネンタルインターカールを利用している場合は、その直後に熱水処理施設が設けられているのが一般的である。四次水路は末端農地に灌漑するように設置されている。本計画では、四次水路における節水化が求められており、四次水路の改修が事業対象である。

送配水システムの大部分は、コンクリート管、石綿及び塩ビ管から構成されており、管口径は 600mm から 80mm まであり、管路の総延長は 1,355km に及んでいる。各システムの分水調整は、制水弁の開度調整により行い、1~2 の流量計により監視されている。

調整池を含む送水施設は、1991 年までに改修が完了している。ガフサ県の施設改修はドイツ政府の資金援助により、トゥズール県の施設改修は、アブダビ資金により、ケビリ県の施設改修は、サウジ開発資金により、またカバス県の施設改修は世界銀行の資金援助により、それぞれ実施された。ジョイント、給水栓等で一部漏水があるものの大きな問題は認められない。

四次水路の現況についてはチュニジア国側も詳細は把握していない。一部コンクリート、PVC パイプ、ビニールシートでライニングしているが詳しく検討するため、全体で 23,435ha にのぼる 153 のオアシス全てについて 5% 以上面積をカバーする詳細なサンプル調査を実施した。サンプル調査では、1/2,000 の地図上に 1/2,000 の計画平面図を利用して、現状の灌漑水路及び排水路網、構造物、道路、その他既存施設を実測し、記入した。

サンプル調査のサンプル数と面積は次の通りである。

県名	オアシス面積(ha)	オアシス数	サンプル数	調査面積(ha)	調査率(%)
ガフサ	3,467	8	19	248	7.2
トゥズール	5,622	30	47	239	4.2
ケビリ	7,213	67	86	438	6.1
ガベス	7,133	48	81	448	6.3
計	23,435	153	233	1,373	5.9

また、サンプル調査の結果、PVCパイプまたはコンクリート水路で改修された延長は、4県平均でha当たり40mにすぎず、まだha当たり190mの上水路が未改修のままになっていることが判明した。

事業地区で最も広く用いられている灌漑方法は水盤灌漑である。水盤区画の大きさは一定ではなく、オアシスのタイプ(伝統的オアシス及び新規開発オアシス)、栽培作物及び地域性によって変化しており、伝統的オアシスの区画が新規開発オアシスのそれより大きいのが一般的である。

末端水路の浸透損失を推定するため、漏水量測定調査を湛水法及び流去法の2方法で実施した。測定結果から、浸透損失は100m当たり新規開発オアシスで30%、伝統的オアシスで25%と推定した。

漏水率は未整備水路長に比例するものではないが、概ね次表のような数値になろう。

(単位：%)

	12.5m	25m	50m	75m	100m	125m	150m	175m	200m
伝統的オアシス	3.25	6.5	13	19	25	30	35	39.5	44
新規開発オアシス	4	8	16	23	30	35.5	41	46	51

(2) 排水

排水は、除塩の目的で必要とされている。特に、地下水位が高いトゥズール、ケビリ及びガベス県で排水路が必要とされている。ガフサ県の中心部におけるオアシスについては、地下水位が低いため排水路は必要とされていない。ただし、トゥズール県境に近いオアシスについては地下水位が高いため排水路を必要としている。

一部の新規開発オアシスでは、深さ2.5mのオープンタイプの排水路か、または深さ2.0m内径58mmの有孔PVCパイプによる暗渠排水施設が整備されている。しかしながら、伝統的オアシスではシステムティックな圃場排水は行われていない。新規開発オアシスでは圃場排水路の間隔は100mとなっているが、伝統的オアシスでは定まっていない。幹線及び二次の排水路はすべてオープンタイプである。排水施設の現況については、前述(1)のサンプル調査で詳しく調べた。その結果、整備率はガフサ県でha当たり133m、トゥズール県で67m、ケビリ県で83m及びガベス県ではha当たり92m程度であった。

(3) 熱水処理施設

トゥズール、ケビリ、ガベスの3県では、コンチネンタルインターカレール熱水の冷却のための施設として主に冷却塔型が用いられており、その他の階段型、螺旋型および格子型は冷却効率が低く数も少ない。

1) 冷却塔型

このタイプの冷却施設は、ガベス県のベチマに建設中の1基を含めて全部で18基が存在する。コンチネンタルインターカレール熱水は、生産井からパイプを通して地上約13mの高さの冷却塔上部のプラットフォームまで搬送される。プラットフォームに多数開けられた小孔から冷却塔内部に落下し、冷却塔内部の木製障害物によって熱水冷却が行われている。

このタイプにおける問題は、冷却塔や冷却水の輸送パイプに多量のスケールが付着することである。スケール除去作業の間隔は、オアシス毎に異なっているものの、通常冷却塔内部の木製障害物は、6カ月毎、パイプ内部のスケール除去またはパイプの交換は1~3年毎に行われている。

2) 階段型

このタイプの冷却施設は、ケビリ県の4カ所に存在する。傾斜地を利用したラスエルアインの冷却施設では、冷却後の水は灌漑地区内を蛇行する水路で下流の池にまで導かれている。

3) 螺旋型

このタイプは、ガベス県のチェンチョウオアシスに存在するのみである。熱水は、螺旋状の開放型導水路の中央に鉄管(φ15cm)で導入され、54℃から40℃に冷却される。

4) 格子型

このタイプは既に旧式となっているが、ガベス県のケバヤットオアシスの2基が稼働している。熱水は、約3mの高さからコンクリート製の格子に落とされて65℃から50℃に冷却される。

3.5 水管理

(1) 水管理機関の組織と活動

水利施設の維持管理は、農業省の地方出先機関である地方農業開発部(CRDA)と農民水利組合(AIC)により実施されている。深井戸、ポンプ、幹線排水路及び支線排水路の管理はCRDAにより、水源施設以外の灌漑施設と小排水路の管理はAICにより実施されている。

水源施設の運転も、原則的にAICが実施している。但し、複数のオアシスに灌漑水を供給するラグーバー井戸水源管路網(ガフサ県)やケビリ離島地区管路網(ケビリ県)のような長大管路システムは、その維持管理には高度の管理技術を要するため、CRDAにより維持管理されている。又、灌漑施設の補修点検については、レベルの高い点検技術と維持管理費用を必要とする深井戸及びポンプについてはCRDAが維持管理し、その他の送配水路はAICが実施している。

排水施設については、幹線排水路及び二次排水路はCRDAが、オアシス内の三次排水路（集水路）及び四次排水路（圃場内排水路）はAICが維持管理している。

CRDAはAICと密接な連携をもって水利施設の維持管理にあたっており、特に以下に示す課及び室がAICの活動を支援している。

a) 農業水利施設部の灌漑地区維持管理課(PI)

既灌漑事業実施地区の水利施設の維持管理計画の立案とその実施、灌漑計画の改善、農民への灌漑技術・節水技術の普及、農民への定期的な灌漑技術セミナーの実施等の業務

b) 農業生産振興普及部の郡レベルの普及センター(CTV)及び村レベルの普及事務所(CRA)

灌漑技術を含む農業全般に関する技術の農民への普及業務

c) AIC対策室

AICの役割を農民に認識させ、AICを支援するための広報活動、AICの管理業務全般に関係する情報の提供と業務処理技術の普及、DGGRのAIC課と連携してAICの活動の監理と評価

上記の組織の内PIは維持管理班、節水技術班及び冷却施設班に分かれており、これらの技術職員数は下表の通りで、後述するAIC数に比し技術職員数が少ない。末端整備事業の推進は節水技術班が行っているが、専従職員数はゼロか1名のみである。PIにおける職員数の不足がオアシス水利施設の円滑な維持管理業務の実施と末端整備事業の促進を阻害する1要因となっている。このため、CRDAは農業省に対しては節水技術班の増員を要請するとともに、AICには、AICとの協議の効率化を図るための郡単位の連合化を呼びかけている。

県	維持管理面積 (ha)	AIC	課長 (人)	維持管理 班(人)	節水技術 班(人)	冷却施設 班(人)	合計 (人)
ガフサ	3,467	8	1	6	1	0	8
トゥズール	5,045	44	1	7	(3)	0	8
ケペリ	7,213	69	1	5	1	1	8
ガバス	7,133	48	1	13	(3)	(1)	14
合計	23,435	169	4	31	2	1	38

註) () 内の数は維持管理班の職員が兼任

AICの組合員はすべて農民であり、農民の中から役員が選ばれる。その役員構成は、組合長1名、会計1名、相談役4名からなり、役員は2年毎に組合員により改選されることになっている。AICは配水管理のため、1～2名のポンプ管理人と少数のバルブ管理人を雇用している。

各 AIC は組合事務所で、組合員による年度末に定例会議を開催し、当該年度の決算を承認するとともに、次年度の維持管理計画に基づき予算を決定する。また、組合員からの水注文の受け付け、水管理人への水配分の指示、水利費の受け取り等の日常業務を行っている。

水利施設の維持管理のうち、消耗部品交換等の小修理は AIC 自身の実施するが、年 1 回行うポンプ場の補修点検は、CRDA の工事監理のもとで、民間業者に委託して実施している。

(2) 水管理

原則的に灌漑水の水管理は AIC が行っており、灌漑水の配分は AIC と農業水利施設部灌漑地区維持管理課と協力して作成した灌漑スケジュール表に基づいて行われている。配水管理は AIC の指示によりポンプ管理人及びバルブ管理人により行われる。一日の灌漑時間は 20 時間で、夜 11 時に開始し、翌日の夕方 7 時に終了する。水源施設、送配水施設及び末端施設での水管理の実態は以下の通りである。

1) 水源施設での水管理

オアシスの用水源として深井戸、浅井戸及び自噴泉の 3 種があるが、大部分は深井戸に依存している。このため、多くのオアシスで水源機場が設置されている。水源機場は AIC のポンプ管理人により操作され、揚水量及び運転時間、運転状況等は日報に記録されている。但し、ポンプ場の量水計には、機能していないものもあり、改善することが必要である。

熱水冷却処理が必要な場合は冷却施設が設置されており、これらは CRDA によって運転管理されている。冷却施設出口での水温は 45℃ 以下程度となるように管理されている。

2) 送配水施設での水管理

水源施設からの送配水施設は、一般的に管路であり、管路形式は大部分がクローズドタイプで、高架水槽をもつセミクローズドタイプもいくつか見受けられる。流量を調整する調整池は CRDA が管理する長大管路網に設置されているだけで、AIC が管理する灌漑管路には見受けられない。管路網における分水監視や制御は、流量計や予め開度調整されたバルブにより行われている。

3) 末端施設での水管理

末端水路への分水量制御は分水槽の支配面積に応じて分水槽バルブを開閉することにより行われている。これらバルブの開閉操作は AIC のバルブ管理人が行っている。灌漑を受ける農民は予め AIC より灌漑日及び時間について通知を受けており、灌漑開始時間までに各々の圃場に待機し、灌漑水の到着を待ち受けている。しかしながら、最末端の圃場に灌漑スケジュール通りの時間に灌漑水が到着する事は希で、灌漑スケジュールの遅れが随所のオアシスで見受けられる。この遅れの理由として、オアシスの土性が浸透性の高い砂質土で構成されており、現況の末端水路（四次水路）の殆どが上水

路であるため、水路からの漏水が多く水足が遅いこと、受水する水盤のサイズが大きすぎて水が水盤内にいき直るのに時間がかかること等があげられる。

末端圃場での灌漑用水の節水化を図る手法として次に示す3つの方向が考えられている。

- a) 四次水路の整備による節水化
- b) 近年に開発された灌漑手法（例えばドリップ式）による節水化
- c) 水管理手法の改善による節水化

四次水路の整備事業の重要性、必要性について、政府及びオアシス農民は充分認識している。このため、政府は1992年以來、四次水路の整備事業として農民への事業資金貸付制度をもった地域開発計画(PRDI)や農業開発事業(FOSDA)を進めている。

しかしながら、本整備事業の進捗度はきわめて遅い。この原因は主として政府調達資金量が十分でないため、このため、政府は資金調達の一方法として国際機関等からの資金援助を計画している。

調査対象地域の灌漑方式は、水盤灌漑がほとんどで、節水灌漑に有効なドリップ灌漑を採用している農家は非常に少ない。この原因はドリップ灌漑が野菜や果物の栽培に適しているけれども、施設整備費が高いためである。

水管理手法の改善による末端圃場の節水化運動は、CRDAが中心となって進められている。しかしながら、灌漑技術、節水技術に関する技術サービスを農民に供給しているCRDAの人員と機動力が不足しているため、節水化技術の普及活動に支障をきたしている。

(3) 維持管理費

オアシスの水利施設の単位面積当たりの維持管理費は各々のオアシスの立地条件により異なり、ヘクタール当たり168~327ドル/年であり、CRDAとAICの負担比率は3:7である。農民水利組合は水利費としてヘクタール当たり125~232ドル/年を支払っている。

農民水利組合が支出している維持管理費の内、その主たる支出項目は水利施設管理人（ポンプ管理人、バルブ管理人、冷却施設管理人等）を雇用するための人件費、井戸揚水汲み上げのための電気料金及びポンプとその周辺機器の消耗部品交換費である。人件費は全体の20パーセント、電気料金は62パーセントを占めている。

(4) 水利費

農民水利組合は、組合員から上記の維持管理費に組合管理費を加えた額に相当する水利費（組合費）を徴収している。しかし、組合費の総額であるAICの予算は必ずしも必要とする維持管理費総額に達していない。169の農民水利組合の内、45組合は、赤字決算となっている。この差額は、次年度に6カ月の猶予期間のなかでAICにより支払われるか、AICで支払い不可能の場合は、予算の認可

権を持っている県により支出される。AICのha当たりの平均維持管理費は160ディナールであり、末端水路の整備により、工事費返済金額を除く純余剰額は最小でも900ディナール/ha(9.5財務評価参照)は確保できるところから、水利費の値上げは十分可能であると推定される。

水利費の徴収単位には、年間単位面積当たり、年間時間当たり、単位時間当たり、単位水量当たりの4種類がある。農民に用水が経済財であることの認識をもってもらい、節水的な水利利用を促すために、CRDAは単位水量当たりの徴収単位に移行するようAICに勧告している。

水利費の徴収方法は、県により異なる。ガフサ及びケベリ県では受水前に徴収、トリズール及びガバス県では受水後の年末に徴収する。前者の場合の徴収率は当然100%となるが、後者の場合でも、80%以上である。このようにAICの組合員は水利費を支払う必要性を十分認識しており、末端整備が進むとこの徴収率は更に伸びるものと考えられる。

3.6 環境及びWID

(1) 環境

チュニジア南部は、水害や風害による浸食をうけており、しばしば微砂を含んだ強風に見舞われる。道路も砂に埋もれるため、その整備にも経費がかかっている。このような自然環境の中において、オアシスは経済活動の場としてのみでなく防風の役割も果たし、南部地域への砂の堆積を抑える効果を上げている。従って、オアシスを保護することが重要な課題となっている。

オアシスで行われている塩害対策は水盤灌漑によるリーチングであるが、リーチングのための十分な水がなく、排水路がない地域もある。現在は深刻な塩害の影響が出ている農地はないと思われるが、一部の地域では灌漑用水のECが400 mS/m以上あり、将来塩害を起こす可能性があり、注意が必要である。

(2) WID

チュニジア国の農村における女性の非識字率は、1989年の統計によると66.1%となっている。しかし10才から14才の農村部女子の非識字率は26%と少なく、女性の社会環境はめざましく改善されつつある。さらに、1993年の小学校への女子就学率は93.8%であり、卒業率は93.2%である。中学・高校に占める女子生徒の割合は42.7%となっており、男女間における大きな違いはなくなっている。また、医療機関に占める女性の割合も多く、女性が医療施設を利用しやすい体制ができていると思われる。

男女の労働の役割分担に関しては、どの地域でも、家に水道や井戸がない農家では、水くみは主に男性が行っており、買い物も基本的に男性の仕事となっている。

4. 開発基本構想

4.1 国家政策

水源開発を進める一方で、灌漑用水の有効利用が遅れており、土壌中の塩分濃度の増加を招いている現状を鑑みて、国家政策として灌漑用水の適正な利用方法を計画し、政策を実行に移すことが重要である。この政策は節水のための灌漑施設と技術を確立し、新たな水料金制を導入することにより、農民自身が圃場内の灌漑施設を整備して、灌漑用水の損失を少なくする努力を期待するものである。圃場内の灌漑施設を整備するために、国は既に農民に対して補助金を交付して施設整備を奨励している。

この節水のための灌漑施設整備は、水資源が不足していることが認識されたため、急速にその対応がなされてきたものである。この考え方は、水資源を資産と考えその経済費用として取り扱うものであるが、同時に、水利用をする個人が、水資源は世代を越えて受け継いでゆく財産との認識に基づくものである。水は一言でいえば国家的な相続資産であると同時に経済資産であると言える。

4.2 開発上の問題点

開発構想の策定にあたって留意した現況の問題点は以下の通りである。

- (1) 灌漑用水の不足が農業生産の向上を阻害しており、灌漑用水の確保が課題となっている。
- (2) 水源はすべて水文循環のない化石地下水であり、近年水位低下が顕著になっているため、新規の水源地開発はこれ以上不可能な状況にある。
- (3) 水源が熱水の場合には、スケールによる施設の閉塞が発生しており、このスケールの除去のために一般管理費及び維持管理費が高騰している。
- (4) 末端圃場の入口までの送配水施設は南部水資源開発マスタープランに基づいて、1980年から1991年にかけて改修工事が実施されたばかりで漏水ロスは少ない。
- (5) 4次水路および圃場内水路が土水路であり、多量の灌漑水が浸透により失われるとともに同一圃場内で灌漑水の配分にむらがある。
- (6) 一部のオアシスでは、地表面の凹凸が大きく、標高が比較的高い場所あるいは給水栓よりの距離が長い場所には灌漑水がとどかないことが多々見られる。これに加えて、排水が不備のため一部では地表面に塩類の集積が見られ、極端な場合には荒地となっている。
- (7) 一部のオアシスでは、灌漑の間隔が長いために蔬菜類の栽培が困難となっている。

4.3 基本構想

以上のような問題点を考慮して、事業構想は以下の通りとした。

- (1) 井戸から各給水栓までの幹線システムは管路であり、送水ロス是非常に小さい。これに比べて圃場内の末端水路整備は遅れており、灌漑用水の損失が大きい。従って本事業では、事業効果の面から、幹線までの改修は含めず、事業効果が期待できる圃場内水路のみについて改修計画を策定する。
- (2) 当地域のオアシスの灌漑水の電気伝導度は概ね400mS/m以下であり、現在のところ圃場での浸透ロスが大きいため塩害は発生していないが、将来圃場内末端水路の改修が進むとともに浸透ロスが減少し、表層地下水の塩濃度が上昇することが懸念されるため、排水路の設置を計画する。ただし、ガフサ市周辺の地下水位が非常に低いオアシスでは排水路は計画しない。
- (3) 灌漑水路の改修及び排水路の整備により、各作物の収量増大が見込まれるので、各作物栽培のための農業資機材の投入量を増大させるとともに栽培方法の改良もある程度行う。
- (4) コンチネンタルインターカレールを水源とする熱水の処理については、その維持管理費の低減につながる冷却方法の提言を行うものの事業には含めない。

4.4 事業対象オアシスの評価

事業計画の策定にあたって、各オアシスの1) 現況の灌漑効率(すなわち、末端水路整備水準)、2) 現在の排水状況、3) 観光資源としての利用状況及び、4) 経済評価、の4つの観点から総合的に評価した。

第1段階の評価は灌漑施設の整備状況に基づいて行った。現況の灌漑効率は、3段階に分類される。水路整備長が経済的に最も効果的なのは末端から50mまでで、この設計基準に達している場合に灌漑効率は伝統的オアシスで70%、新規開発オアシスで67%となる。同様に灌漑効率が55%を超えるものは、工事費の増加に比し節水量の増加が期待できないため、ほぼ設計基準に達しているものと考えられる。灌漑効率が55%に至らないものは基本的には末端水路の改良(整備)が必要と考えられる。

第2段階の評価は排水施設の整備状況について行った。現況の排水状況は、整備水準に基づき3段階に分類される。水理地質学的に地下水位が低く、自然排水が期待できるところ及び今回暫定的に設けた圃場排水路整備基準(深さ2.0m、間隔100m)を満たしているものは、現状の改良は必要ないものとした。基準を満たしていないものは基本的には排水路の設置が必要と考えられる。

第3段階の評価は、観光資源としての重要性に基づいて行った。当地域のオアシスは多かれ少なかれ観光事業の柱の1つである。特に水源が自然の湧水で末端まで古来オアシスの原型を留めているもので観光に大きく貢献しているものは、景観に配慮した特別な整備が必要と考えられる。

第4段階の評価は、経済内部収益率 (EIRR) に基づいて行った。EIRR が5%以下となるオアシスは、事業費に比べて、所定の効果が小さいと判断される。

最終的な評価は、農業開発のポテンシャルについて、上記の第1段階から第4段階までを総合的に評価して、下記の4階級に分類した。

ランクA：開発のポテンシャルが非常に高い

ランクB： " 高い

ランクC： " 普通

ランクD： " やや低い

各県ごとの農業開発ポテンシャルのランキングの総括表は下表のように要約される。

事業対象オアシス数と面積

県	郡	調査対象オアシス		ランキング分類の合計			
		数	面積 (ha)	A	B	C	D
1.ガフサ	Gafsa Sud	2	1,401	0	2	0	0
	Guetar	1	450	0	1	0	0
	Ksar	2	1,278	0	2	0	0
	Metalaoui	2	121	0	1	1	0
	Redeyef	1	217	1	0	0	0
小計		(8)	(3,467)	1	6	1	0
2.トゥズール	Tozcur	10	1,860	1	3	5	1
	Nefta	5	1,602	1	0	1	3
	Hazoua	4	436	2	0	2	0
	Degache	6	1,519	1	2	3	0
	Tamerza	5	205	0	0	0	5
小計		(30)	(5,622)	5	5	11	9
3.ケビリ	Souk Lahad	14	1,824	4	7	3	0
	Kebili Nord	12	1,306	1	7	4	0
	Kebili Sud	18	1,987	8	2	8	0
	Douz	13	1,265	1	2	4	6
	Faoaur	10	831	0	5	4	1
小計		(67)	(7,213)	14	23	23	7
4.ガベス	Gabes est	5	750	0	2	3	0
	Gabes ouest	5	1,096	2	2	1	0
	Ghannouch	5	1,085	1	3	1	0
	Metouia	3	763	1	1	1	0
	El Hamma	11	1,555	1	5	5	0
	Mareth	17	1,794	0	5	10	2
	Matmata	2	90	0	0	0	4
小計		(48)	(7,133)	5	18	21	20
合計		153	23,435	25	52	56	20

5 事業計画

5.1 農業開発計画

(1) 作物の選択および作付体系

現在、ほとんどのオアシスの樹木作物は、生産の最盛期にあるか、まもなく最盛期に達する状態にあり、収量、品質の点より見ても特に問題にすべき点はない。したがって、新樹木作物の導入は行なわず作付け面積も現状と変化させない。畑作物についても、当地に適した作物が栽培されており、現時点では新作物を導入する必要性は見当たらない。

(2) 栽培法および農業資機材投入

作物の収量の増加により、肥料の要求量が増加するので、肥料の投入量は、各作物とも20%前後増加させる。収穫作業、管理作業の労働量は増加するが、水路の整備によって水管理に要する労働力が減少するため、全体の労働力には変化はほとんどない。農作業の機械化は、非常に難しいのですべての作業は人力で行なう。

(3) 目標収量と生産量

現在の作物の収量は、灌漑水供給量が作物の水分要求量に比して少ないため、低収量となっている。末端施設の整備によって灌漑水の損失が少なくなり、灌漑効率が増大すれば収量も当然増大する。しかし、灌漑効率（水分供給量）の向上に伴う収量の増大量は作物によって異なる。将来の各作物の収量は現状の解析により、末端水路の整備が行われなければ、水不足による低収の傾向が続くと見られる。

本計画は、末端灌漑排水施設の整備改善により、収量の制限因子である灌漑水の作物への供給の増加と塩分集積の減少により、収量の増加を図るものである。各作物の収量の増加は現況の解析で得られた式 $y = ax^n$ (y : 収量、 x : 灌漑効率、 a, n : 常数) を用いて算定した。

$$y = 22.2x^{0.25} \quad : \text{ルーサン}$$

$$y = 4.4x^{0.25} \quad : \text{果樹}$$

$$y = 7.6x^{0.25} \quad : \text{冬野菜}$$

$$y = 2.4x^{0.25} \quad : \text{ナツメヤシ、オリーブ}$$

将来の収量は栽培法の改善等により、多少の収量増は期待される一方、灌漑施設の整備が行われなければ水不足が深刻化し、収量が少しずつ低下するとも見られる。この両者は、その影響が相殺されると見られる。しかし、大部分のオアシスでは排水不良により、土壌表面に塩分の集積が見られ、放置すると作物収量が漸減していく。事業を実施しない場合の収量の変化は主として排水不良により、塩類が集積していくオアシスについてのみ下記の推定により算定した。塩類集積の可能性の高いオアシスでは現状より収量が漸減して25年目に15%の減収、やや可能性の高いオアシスでは10%の減収、可能性の中程度のオアシスでは5%、可能性の低いオアシスでは2.5%の減収になるものとして算定した。

上記に基づき、将来事業を実施した場合としない場合の153オアシスの各作物の収量を算出し、以下に事業を実施した時の各作物の増産量の概略を示す。

(単位：ト/ha)

項目	ガフサ県	トズール県	ケビリ県	ガベス県	全体
ナツメヤシ:	870	3,700	4,540	2,530	11,640
オリーブ:	1,800	70	110	1,000	2,980
果樹:	410	140	240	3,830	4,620
冬野菜:	1,220	480	1,960	3,440	7,100
夏野菜:	950	310	960	1,330	3,550
ルーサン:	5,190	3,100	16,400	12,880	37,570
ヘンナ:	0	0	0	130	130

5.2 灌漑排水計画

(1) 水源

事業計画の対象となる153オアシスの全てが、直接・間接の差はあれ、地下水を唯一の水源としている。深層地下水の被圧水頭の減少傾向は最近とみに加速されており、限られた地下水資源を長期に亘って安定的に利用するためには、次の点を考慮する必要がある。

深滞水層、特にコンプレックスターミナル、コンチネンタルインターカレールといった巨大滞水層は、その巨大さ故に、今のところかろうじて揚水量と産水能力とのバランスは保っている。しかし、コンプレックスターミナルからの揚水量は既に限界に達しており、幾つもの巨大な塩湖をかかえた当地域の厳しい環境から、一旦そのバランスが崩れれば、その水質の悪化は急速かつ著しいものと懸念されている。現在各オアシスに供給されている地下水の総量は、現状維持とし増量は行うべきでない。

水位観測井戸 (piezometric wells) の建設は、地下水を管理する上で、また将来正確な滞水層評価を行う為にも重要である。また、既存の深井戸に関しては、その揚水量を正確に把握する為に、精度の良い流量測定機器を取り付ける必要がある。

(2) 熱水処理施設

熱水処理に関して維持管理費の低減が求められており、以下に改良案を提言する。

1) スケール付着

スケール除去作業の単純化はコストの低減につながり、これに関するいくつかの案は以下に示す通りである。

- 冷却塔内部から木製障害物を取り除く。
- パイプラインの代わりに開放型の導水路にする。
- スケール沈殿槽を設ける。
- 開放型の導水路やスケール沈殿槽に障害物を設置する。

2) 効果的冷却に関する現施設に対する改良

効果的冷却という視点で現施設を見た際の改良すべき点を以下に述べる。

- たくさんの小孔を明けたパイプを冷却塔上部のプラットフォーム上の穴を通して冷却塔内部に挿入する。この方法は、細かい水滴を作ることによって冷却効率を向上させる。
- プラットフォーム上にある現状の熱水入口ノズルは多孔ノズルまたはスリットに変える。この変更に加えて、熱水入口ノズルまたはスリットの位置をより高くするのも冷却効果を高める。
- 冷却塔上流部の熱水輸送鋼管に放熱用の羽根をつける。ただし、鋼管の長さがあまり長くない場合は、効果が期待できない。

3) その他の改良案

- 方解石スケール付着防止システム

コンチネンタルインターカレール熱水は、もともと地下で方解石に関して飽和しており、冷却施設でのCO₂ガスの逸散によって過飽和になる。ポリリン酸ナトリウムのスケール抑制効果が現地試験で確認されるならば、ポリアクリル酸ナトリウムより安価で供給できる可能性が高いポリリン酸ナトリウムの使用を推奨する。

- 電力を使用しない冷却施設

自然通風冷却塔で、電力なしでコンチネンタルインターカレール熱水を冷却することができる。メリットとしては、維持管理費が安いことが上げられる。また池やシャワーと組み合わせることにより、冷却効率を上げることができるが、この場合デメリットとして風に弱いことが上げられる。

(3) 末端施設

1) 灌漑計画

作物用水量に及ぼす気象の影響は蒸発散能で表し、本計画では20年間の平均気象データを用い、4つの方法、すなわちブラネイ・クリドル法、修正ペンマン法、エスピナル法、パン蒸発法につき検討した。本調査地域では修正ペンマン法が、発生誤差が少なく、この方法を採用し、その結果は次表の通りである。

(単位: mm)

県	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
ガフサ	2.2	3.0	4.5	6.3	8.0	9.6	9.8	8.8	6.6	4.3	2.7	1.9	2,065
トゥズール	2.2	3.1	4.7	6.8	8.1	9.4	10.1	9.6	7.0	4.6	2.6	2.2	2,147
ケビリ	1.9	2.9	4.8	6.4	7.8	8.7	9.5	9.1	9.5	4.7	2.8	1.5	2,122
ガベス	2.3	3.0	3.9	5.4	6.3	7.5	8.0	7.5	6.0	3.9	2.5	2.0	1,777

4つの計算式はいずれも気象データから関係作物蒸発散量を求めるものであるが、本調査では、個々の作物蒸発散量は、原則的にはFAOのガイドラインを参照して、それぞれの作物係数を決めた。有効降雨量はアメリカ農務省、土壤保全局の開発した蒸発散量/降雨量比法に基づいた。各県の純用水量は、下表の通りである。

(単位: mm)

県	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
ガフサ	11	17	57	113	150	191	224	201	108	55	25	0	1,152
トゥズール	15	28	76	126	155	192	232	228	122	74	28	13	1,289
ケビリ	28	52	101	142	171	195	230	272	232	118	36	1	1,578
ガベス	0	3	36	82	109	147	187	183	92	20	2	0	861

8パイロット調査オアシスで土水路の漏水量調査を行った。その結果、伝統的オアシスでの漏水量は100m当たり25%であり、新規開発オアシスでは30%であった。

導水効率 (Ec) は送配水システム (深井戸から分水槽まで) の効率と定義される。末端水路効率 (Eb) は分水槽の水量と圃場ブロックの入口 (水盤灌漑の場合は水盤まで) の水量の比と定義される。適用効率 (Ea) は作物に直接利用される水量と圃場で取り入れられた水量の比と定義される。従って、計画全体の灌漑効率 (Ep) は作物に直接利用される水量と深井戸にて汲み出される水量の比率、すなわち $Ep = Ea \cdot Eb \cdot Ec$ と定義される。

上記の式において導水効率 (Ec) は0.9と見積もった。末端水路効率 (Eb) は圃場での土水路と整備された水路の配置を調査したサンプル調査の結果に基づき未整備水路 (土水路) の平均長によって求めた。適用効率 (Ea) について言えば、新規開発オアシスでは水盤を小さく整備して灌水するため伝統的オアシスより効率が高いと考えられる。従って灌漑効率 (Ea) は伝統的オアシスで0.80、新規開発オアシスで0.85と見積もった。オアシス全体の事業実施前及び後の灌漑効率 (Ep) は0.46及び0.68である。

末端水路の適正整備水準を検討するため、2.25ha (150m×150m) の標準化した圃場において、4ケースの水路整備水準の工事費の積算を行った結果、経済的に最も効果的な水路整備長は末端から50mまで (50mは整備しないで残す) とした。

2) 排水計画

土壌の塩分濃度は水質、灌漑方法と灌漑の運用、土壌条件及び降雨の影響を受けることが多く、時間の経過につれて増加するのが普通である。溶脱は、土壌中の塩類集積が作物の耐塩性を越えないように給水状況を勘案して作付申またはその前後に実施する。水質不良である程度の収穫をあげるには、灌漑をたびたび実施するとともに、多量の溶脱水が必要である。

作物に直接利用されない水路の浸透量及び降雨を含む灌漑水は損失としてきた。しかし、浸透水は溶脱に有効であるため、全て損失とみる必要はない。末端 50m までの水路整備を行ったときは圃場内の損失水量が溶脱水量を上回ることがわかる。従って、適切に人工的排水が行われれば、正常な浸透損失で溶脱に十分であろう。代表的オアシスの溶脱水量は下表の通りである。

県	オアシス名	必要溶脱水量			灌漑水 損失水量
		ナツメヤシ	オリーブ	アルファルファ	
ガフサ	カスバ	0.05	0.10	0.11	0.34
	オーエド・シリ	0.16	0.34	0.39	0.28
トゥズール	トゥズール	0.08	0.14	0.16	0.34
	ドラスード	0.09	0.18	0.21	0.23
ケビリ	マンソーラ	0.11	0.21	0.24	0.34
	アディレット	0.12	0.24	0.28	0.28
ガベス	オアシス・デ・ガベス	0.11	0.21	0.24	0.34
	リマウア 1, 2	0.11	0.23	0.26	0.28

(注) 水量は粗用水量に対する比で示す。

地下排水の設計及びレイアウトを行うに当たって、土壌の透水性の調査は不可欠であるため、深い排水路が必要と考えられる地区について透水試験を行った。測定値は 354cm/day から 8,640cm/day であった。

圃場排水路の設計、すなわち深さ及び間隔の計算に当たってはチュニジア国で一般的に利用されている Hooghoudts のノモグラフによる解法を採用した。排水路の間隔は、ナツメヤシの根群域が地表から 2.0m であることを考慮して、排水管が地表より 2.0m 下に敷設する計画のもとに計算した。その結果、排水管の間隔は 107m から 590m になる。透水試験が全オアシスで行われていないため、本調査では暫定的に安全側である 100m 間隔を採用した。従って実施にあたっては各オアシスにおいて排水条件が異なるので、各オアシス毎に透水試験を行い排水方式及び間隔を決定すべきである。

5.3 水管理維持計画

(1) 水管理計画

分水槽より下流の水管理は分水槽が支配する面積に応じた分水槽バルブの操作によることを原則と

している。しかし、末端施設が未整備であるところから灌漑スケジュールに応じた水配分が行われていない。末端水路の整備により以下に事項を考慮した水管理計画とする。

1) 間断日数の改善

土水路による初期損失が少なくなるので、作物に応じた間断日数による灌漑を行う。作物別間断日数は次の通りとする。

オリーブ	:11~17日
ナツメヤシ	:8~14日
果樹	:8~12日
一年生作物	:4~7日

2) 灌漑水配分の均等化

灌漑スケジュールを遵守し、分水槽支配農地への灌漑水の均等配分を図る。

3) ポンプ運転時間

計画における灌漑効率は必ずしも満足できるものでないが、地下水賦存量の減少傾向を考慮して、ポンプ運転時間は現状のままとする。

4) 分水量の適正化

末端農地への分水を確実なものにするため、量水計の設置を提案する。

5) 圃場サイズの適正化

末端の灌漑適用効率を高めるため、水盤サイズを小型化し、水盤を均平化する。

(2) 維持管理計画

1) 灌漑計画に関する AIC と CRDA の連携強化

年度ごとの灌漑計画は、水源施設の揚水可能量及び作付計画に基づいて作成されるべきであり、このためには水源施設を維持する CRDA と作付計画を立案し水路システムを管理する AIC との連携が必要である。適正な収穫を得るためには作付作物に応じた間断日数を織り込んだ灌漑スケジュールの立案が必要となり、このため、AIC と CRDA の連携を強化する。

2) 農民の灌漑技術及び維持管理技術の強化

水利施設の維持管理技術及び灌漑技術に関する知識を AIC 職員及び農民に普及するために、CRDA による講習会を定期的実施する。なお、圃場サイズの適正化、均平化は農民自身で実施する。

3) 量水制の採用

従来、水利費の徴収単位、時期は AIC により異なっている。しかしながら、水資源の有効利用という観点からは、量水制に切り替えることが必要である。本事業を実施することにより、末端

圃場における適正な水配分が技術的に可能となる。従って、本計画における水利費の徴収単位は水量当たりとし、徴収時期は給水前とする。又、水利費の徴収率の向上により、AIC 財源の強化が可能となる。これにより、水利施設維持管理の一層の強化を図る。

4) AIC 連合化の促進

施設維持管理の効率化のために、CRDA 灌漑地区維持管理課が中心となって、郡単位での AIC の連合化を促進する。連合化により、AIC 相互間の意志の統一及び疎通を図ることが可能となる。

5) 灌漑地区維持管理課の組織及び機動力の強化

農民の灌漑技術及び維持管理技術の強化、量水制の採用の促進及び AIC 連合化の促進を可能とするために、灌漑地区管理課節水技術班の人員及び車輛（四輪駆動車、モーターバイク等）の数量を増やす。人員配置数は、県別の灌漑面積の大きさ、郡及び地方農業開発支所の数 considering して決定する。なお、本事業で計画した末端施設の維持管理は AIC で実施するが、この維持管理費用の支出は PI で管理する。

必要とする増加職員数及び車両数は下表に示す通り、各々32人及び15台である。

	単位	カマ	トラス	セリ	カバス	計
灌漑面積	ha	3,467	5,622	7,213	7,133	23,435
郡		5	5	5	7	22
支所		5	2	3	4	14
1. 職員						
技師	人	1	1	1	1	4
技術員	人	1 (1)	3	4 (1)	5	13 (2)
運転手	人	2	3	5	5	15
合計	人	4 (1)	7	10 (1)	11	32 (2)
2. 車両						
車両	台	2	3	5	5	15

註) ()は現況職員数を示す

6. 施設計画

6.1 灌漑施設

灌漑用水の節水を図るためには、末端圃場における四次水路整備による節水が必要である。従って施設計画として、末端圃場の灌漑施設である四次水路の改修を事業対象とする。

改修施設のタイプは経済性及び施工性を考慮して、現在行われているコンクリート水路または PVC パイプを採用するが、全く整備されていない所またはすでに PVC パイプで整備が行われている所は用

地の問題がなく維持管理が容易なPVCパイプとし、一方すでにコンクリート水路で整備が行われている所は同じコンクリート水路によって継続して整備するものとした。

ただし、トゥズール県にある5つの観光を目的としたオアシスについては、景観を損なわないように配慮し、自然石を利用した親水型水路で整備した。また熱水オアシスでは冷却後も施設閉塞の心配があるのでオープンタイプの水路で整備する計画とした。

整備水準についてはモデルを使って経済性の面から検討したところ、末端50mの土水路を残して分水槽から以降の四次水路において最後の50mまでの土水路を整備することが費用と便益の関係から最適であるという結論が得られたので、この基準により施設計画を行った。

6.2 排水施設

塩害の可能性が予想されるので、排水路が設置されていないオアシスにおいては、適切な除塩を行うための排水路整備が必要である。排水路のタイプは圃場内においては耕作に支障を来さない暗渠タイプを採用し、集水路は維持管理が容易な開渠タイプを採用した。深さについては対象となるナツメヤシの根群域が地表より2.0mであることを考慮して2.0mとした。また間隔については、現場透水試験結果を解析し、その結果暫定的に100mとした。従って、施工に当たっては全オアシスにおいて現場透水試験を実施し、排水路の間隔を決定する必要がある。

現況の整備状況をサンプル調査結果で判断し、この基準を満たしていないオアシスについてはこの基準に従って排水路を計画した。ただし、ガフサ県におけるガフサ市周辺の5つのオアシスについては、地下水位が低く排水状況が良好であるため排水路は計画しなかった。しかし同じガフサ県でもトゥズール県境に近いオアシスは排水路を計画した。

7. 事業実施計画及び事業費積算

7.1 事業実施計画

(1) 事業量

本事業は、153オアシスについて、分水槽以降の末端圃場における灌漑施設と圃場排水路の整備を行うものとする。各県における事業量は次表に示すとおりである。灌漑水路の平均改修密度(m/ha)は、それぞれガフサ県では139m、トゥズール県では134m、ケビリ県では150mそしてガバス県では145mである。また、排水路の平均整備密度(m/ha)はそれぞれ、133m、67m、83m、92mとなっている。

(単位:m)

	ガフサ県	トゥズール県	ケビリ県	ガバス県	合計	備考
面積	(3,467ha)	(5,622ha)	(7,213ha)	(7,133ha)	(21,435ha)	
コンクリート水路	465,983	494,217	311,479	825,031	2,096,710	灌漑用
PVC パイプ	17,349	236,811	769,204	208,157	1,231,521	
親水型水路	-	22,626	-	-	22,626	
合計	483,332	753,654	1,080,683	1,033,188	3,350,857	
圃場内排水路	27,299	256,612	462,445	516,124	1,262,480	排水用
集水用排水路	10,166	95,888	111,337	133,557	350,948	
合計	37,465	352,500	573,782	649,681	1,613,428	

(2) 工事計画

工事期間として、オアシスの面積が100ha以下の場合には1年間、100～300haの場合は2年間、300～400haの場合は3年間、400～700haの場合は4年間、また700ha以上の場合は5年間と見積った。従って、すべてのオアシスの末端圃場における灌漑排水施設の整備工事は、それぞれの面積に応じて、設定された工事期間内に完了するように各年の事業実施割合を設定した。

事業実施計画においては、オアシス間の施工の緊急性は同じと考えた。ただし、事業の展示効果及び工事のやり易さを考えて各CRDAがある県の中心地に近いオアシスより工事を始め、各年の事業費が概ね等しくなるように考慮した。

7.2 事業費

(1) 事業費

事業費は次の項目から構成される。

(単位：千ディナール)

1) 建設費：灌漑(38,750),排水(26,268)	65,018
2) 用地及び補償費：	1,254
3) 一般管理費：	975
4) エンジニアリングサービス費：	5,871
4) 予備費：	7,309
5) 物価上昇費：	12,239
計	92,666

(2) 維持管理費

5.3 に示した基本方針に従い、全オアシスの年間維持管理費を下表に示す通り80万ディナール/年と算定した。維持管理費の末端圃場での用排水路建設事業費に対する割合は、約1.4パーセントである。推定された維持管理費は、施設の維持管理費、増加職員の人件費、車両購入費及び運転資材費から構

成されており、維持管理費の72パーセントは、施設の維持管理費が占めている。

(単位：千ディナール)

OM 費内訳	ガフサ県	トゥズール県	ケビリ県	ガバス県	合計
(1) 建設費	6,575	15,473	21,376	21,594	65,018
(2) OM 費					
A) 施設維持費	58.4	137.6	190.0	191.9	577.9
B) 職員維持費	16.8	30.8	36.6	40.8	125.0
C) 資機材費	12.3	20.6	30.9	30.9	94.7
合計	87.6	188.9	257.5	263.6	797.6
(3) OM 費/ 建設費 (%)	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2

8. 事業実施及び維持管理計画

8.1 事業実施機関

本事業は、農業省農業土木総局(DGGR)の監督のもとに実施され、4地方農業開発部(CRDA)が各々の管轄の範囲内で、各オアシスの計画立案、コンサルティング手続き及び工事管理を担当する。DGGR及びCRDAは既存の組織の下で、コンサルタントと建設請負業者を活用して事業を実施する。

8.2 事業実施方法

プロジェクトはコンサルタント業務、必要品の調達及び工事実施に関して、原則として国内競争入札の枠内で実施される。

8.3 事業実施計画

事業承認後、直ちに詳細設計並びに入札書類、仕様書など工事承認及び実施に必要な書類、図面の作成のために、コンサルタントの選定作業に入る。コンサルタントの選定は技術プロポーザルで行い、選定の承認を得て、役務条件を取り決める。請負工事は詳細設計完了及び工事図面の承認を受け入札を行い、工事に着手する。また工事開始前までに全ての用地買収が完了するようにする。

8.4 維持管理計画

維持管理の対象となるのは末端園場における四次水路及び排水路であり、農民水利組合が作業班により維持管理作業を実施する。作業内容は、整備した四次水路及び排水路の点検・補修を月1回程度行う。これら施設の維持管理については、CRDAの節水技術班と定期的に協議を行い、適切な指導を受け実施する。なお、改修していない四次水路の末端部分の維持管理は、それらを利用する受益者により行うこととする。

9. 事業評価

9.1 経済評価の基本条件

テュニジア南部地域オアシス灌漑施設改善計画の目的は、灌漑・排水施設を改善することにより農産物の増産を行うものである。本事業では、既存の153オアシス、総面積23,435haを対象として灌漑・排水効果、社会及び経済効果等を検討し農業開発計画を策定した。

9.2 経済便益

将来に於ける「事業を実施しない場合」と「事業を実施した場合」の総便益は、上記のヘクタール当たり作物収益と栽培面積に基づき算定した。年間灌漑便益は、「事業を実施しない場合」と「事業を実施した場合」の作物収益差であり、事業完成時のものとして算定した。灌漑便益の算定は、4県別と153オアシス全体について行い、その結果は以下の通りである。

(単位：千ディナール)

県名	計画を実施しない場合			計画を実施した場合			灌漑 便益	
	生産額	生産費	収益	生産額	生産費	収益	総便益	単位便益
								(D/ha)
ガフサ県	30,750	5,210	25,540	34,120	5,740	28,380	2,840	820
トゥズール県	38,100	6,180	31,920	43,030	7,170	35,860	3,940	700
ケビリ県	59,630	12,450	47,180	67,020	14,250	52,770	5,590	700
ガベス県	50,050	10,440	39,610	57,390	11,690	45,700	6,090	850
合計 / 平均	178,530	34,280	144,250	201,560	38,850	162,710	18,460	790

作物の増産による灌漑便益は、工事の完了後、徐々に増加し一定期間の後に目標便益に到達する。本計画の評価では、6年間で目標の便益が達成されると予想し、年毎の増加率を1年目20%、2年目40%、3年目60%、4年目80%、5年目100%とする。

9.3 経済事業費

事業費の財務費用は、外貨分と内貨分において積算した。内貨分には、移転項目費用、非熟練工、現地調達可能な材料費、労務費等がある。

維持管理費(O/M)も上記の算定手法を用いて積算した。153オアシスの県別と全体の経済事業費及び維持管理費は、下記の通りである。

県名	オアシス数	総面積 (ha)	総事業費 (D., '000)	単位事業費 (D./ha)	O/M 費	
					(D., '000)	(D./ha)
ガフサ県	8	3,467	8,272	2,390	87.7	25
トゥズール県	30	5,622	18,759	3,340	189.0	34
ケビリ県	67	7,213	25,761	3,570	257.4	36
ガベス県	48	7,133	25,976	3,640	264.0	37
合計	153	23,435	78,768	3,360	798.1	34

9.4 経済評価

上記で算定した経済便益と経済事業費を基に公定歩合 7.5%として内部経済収益率 (EIRR)、便益・費用比率 (B/C) 及び純便益 (B-C) を分析した結果は、以下の通りである。

県名	内部収益率	便益・費用比率	純便益
	(%)		(D., '000)
ガフサ県	22.0	2.66	11,232
トゥズール県	13.9	1.64	10,200
ケビリ県	14.5	1.71	16,256
ガベス県	15.9	1.85	18,814
153 オアシス全体	15.7	1.84	56,760

本事業の実施時期、建設費用及び便益の変動を考慮して感度分析を下記の条件で行った。

- (1) 建設費用が 20% 増額したケース
- (2) 便益が 20% 減額したケース
- (3) (1) と (2) のケースが同時に発生したケース

県名	計画ケース	内部収益率 (%)		
		ケース 1	ケース 2	ケース 3
ガフサ県	22.0	18.8	18.1	15.2
トゥズール県	13.9	11.4	10.9	8.6
ケビリ県	14.5	11.9	11.4	9.1
ガベス県	15.9	13.2	12.6	10.1
153 オアシス全体	15.7	13.0	12.4	10.0

上記の結果、経済内部収益率は、15.7%であり、工事費が 20% が上昇し、便益が 20% 減少した場合でも 10%であるため、本事業の経済的評価は、妥当であると判断される。

9.5 財務評価

計画の妥当性を農家経済の側面から評価するため、各 4 県の新規開発オアシスと伝統的オアシスから選んだ標準的経営面積の灌漑受益農家について、「事業を実施した場合」の農家経営収支を算定し

た。本事業評価では、工事費の全額を受益者負担とし、各農民より徴収する工事費の返却条件は、年
利率10%で5年据置を含めた返済期間を20年とした。受益農家の工事費支払い能力の分析は、農業経
営の収支、即ち、農業総収入から生産費と生計費を差し引いた純余剰金額が、工事費返済金額に充
当できるかどうかで判定した。この結果、各農家収支の純余剰金額に占める利息を含めた工事費の年間
返済額の割合は、最大で35%、最小5%、平均15%であった。この結果は、灌漑・配水施設の改善によ
る作物の増産から得られる収益により工事費の返済が十分できるものと判断できる。

9.6 環境評価

水路の漏水が減少し、農地へ供給される灌漑揚水量が増加することにより、環境へのプラスの影響
として、以下の点が考えられる。

- (1) 農作物の収量が上がり、農家の食生活の改善、所得の増加につながる。
- (2) 農作物の生育が向上することにより、チュニジア国の観光資源であるオアシスの景観にプラスに
なるとともに、オアシスの防風効果が高まり、地域の砂漠化防止の効果が上がる。
- (3) 今回の排水路の整備により、将来において塩害の可能性のある農地の塩類集積を防ぐ。
- (4) 農地に到達する灌漑用水と支払う水利費が一致しないために生じたAICと農家の間のトラブルが
なくなる。

また、環境に重大な影響を与えるほどではないが、環境に対するマイナスの影響及びその対策とし
て以下の点が考えられる。

- (1) 作物の生産量の増加に伴い、農薬の使用量が徐々に増加していくと思われるため、CRDAは農家
に対して農薬の危険性に関する適切な指導を行うことが望ましい。
- (2) 現在は灌漑用水が極めて不足している状況であり、末端水路の改修によって節約される水はすべ
て農地に使用されると考えられる。その結果、作物の栽培密度が増加した場合、浅層地下水層へ
浸透する水量は作物の蒸発散量の増加に伴って減少すると思われる。従って、前述の石垣や植林
等、水資源確保のための事業を充実させ、雨水の浸透を促進させることが望ましい。

なお、本調査は末端水路の整備であるので、農作物の種類、品種、栽培方法、流通組織等に重大な
影響を及ぼすものではない。また、水利組合(AIC)の構造や水利権、土地所有権に変更を要するもの
ではなく、既存の慣習、権利に重大な影響を与えることはない。

以上のことから、水資源を節約するために本調査を早急に事業化する必要があり、環境に関わる重
大な影響はなく、むしろプラスの効果が大きいと考えられるため、環境影響調査(EIA)の必要はない
と考えられる。

9.7 技術面からの評価

本事業は、オアシスの末端灌漑水路と排水路の新設及び改修を行うもので、工事内容は、コンクリート水路または、PVC パイプを使った土木工事である。この工事は、すでに一部のオアシスで地方農業開発部事務所 (CRDA) の指導の下に農民やローカルコントラクターにより実施されている。末端排水路では、大型の建設機械 (バックホー) が必要となるものの、ほとんどが人力作業により可能であり、高度な技術が必要とされない。また、完成後の維持・管理作業においても現状の農民の技術レベルで十分に対応できるものである。

9.8 社会面からの評価

土地所有の面から見れば、農家保有耕作面積は約 92% が 1ha 以下で極めて小規模・零細である。従って限られた土地で高度な土地利用を図らなければ、農業収益及び農民の生活水準の向上を図ることが出来ない状況にある。本事業実施によって得られる末端水路の改修効果は、漏水を減らすことにより灌漑用水を増加させるものである。例えば純用水量が 1,600mm の場合灌漑効率が 23% 増加 (現況平均 0.46、事業実施後 0.69) すると、368mm の灌漑用水が増加したことになる。この灌漑水の増加により農産物の生産量の増加が見込まれるが、その便益は大農家が存在しないため各農家に公平に分配される。また本事業実施期間中は建設工事現場において就業機会の増加が期待される。従って本事業実施によって生じる社会・経済面の弊害についてはその心配はなくむしろプラス面に働くとと思われる。また建設工事は現状で行われている一般的な工事方法を踏襲して行われるため、社会的に急激な変化が起こることは予想されず、今まで培われた南部地域の伝統及び価値観は損なわれるものではないと言える。さらに本事業は農村地域を主体とする南部地域における定住条件の基礎となっている農村の振興に寄与するものでその社会的、経済的意義は大きい。

9.9 制度面からの評価

各オアシスには、末端施設の維持管理及び圃場での水管理を行っている農民水利組合(AIC)が結成されている。本組合は、地方農業開発部事務所の監督・指導のもとに水利費の徴収、末端施設の維持管理費用の管理を行っている。一方、今までの灌漑・配水施設の整備事業に対する資金としては、政府の補助金の他に農業開発特別基金 (FOSDA) や銀行からの借入制度があり、本組合を通じて農民に融資されている。従って、本事業資金については、今までの政府補助金制度 (現在 3 割となっているが 6 割にする計画がある) や銀行からの融資による支援が期待される。これらの制度面での支援は、地方農業開発部と農業水利組合を通じて本事業対象のオアシス農民に対しても十分に普及している。

農業普及については、地方農業開発部事務所 (普及課)、各郡の普及センター、村単位の普及所があり、普及員が節水灌漑技術、最新農業技術などの普及に当たっている。すでに本事業で行われている灌漑施設整備についてもパンフレットを使って農民への指導・普及が行われている。従って、本事業実施が行われる場合には、農業水利組合が中心となって、農民に対して技術面と資金面で政府の支援制度が活用されることが期待される。

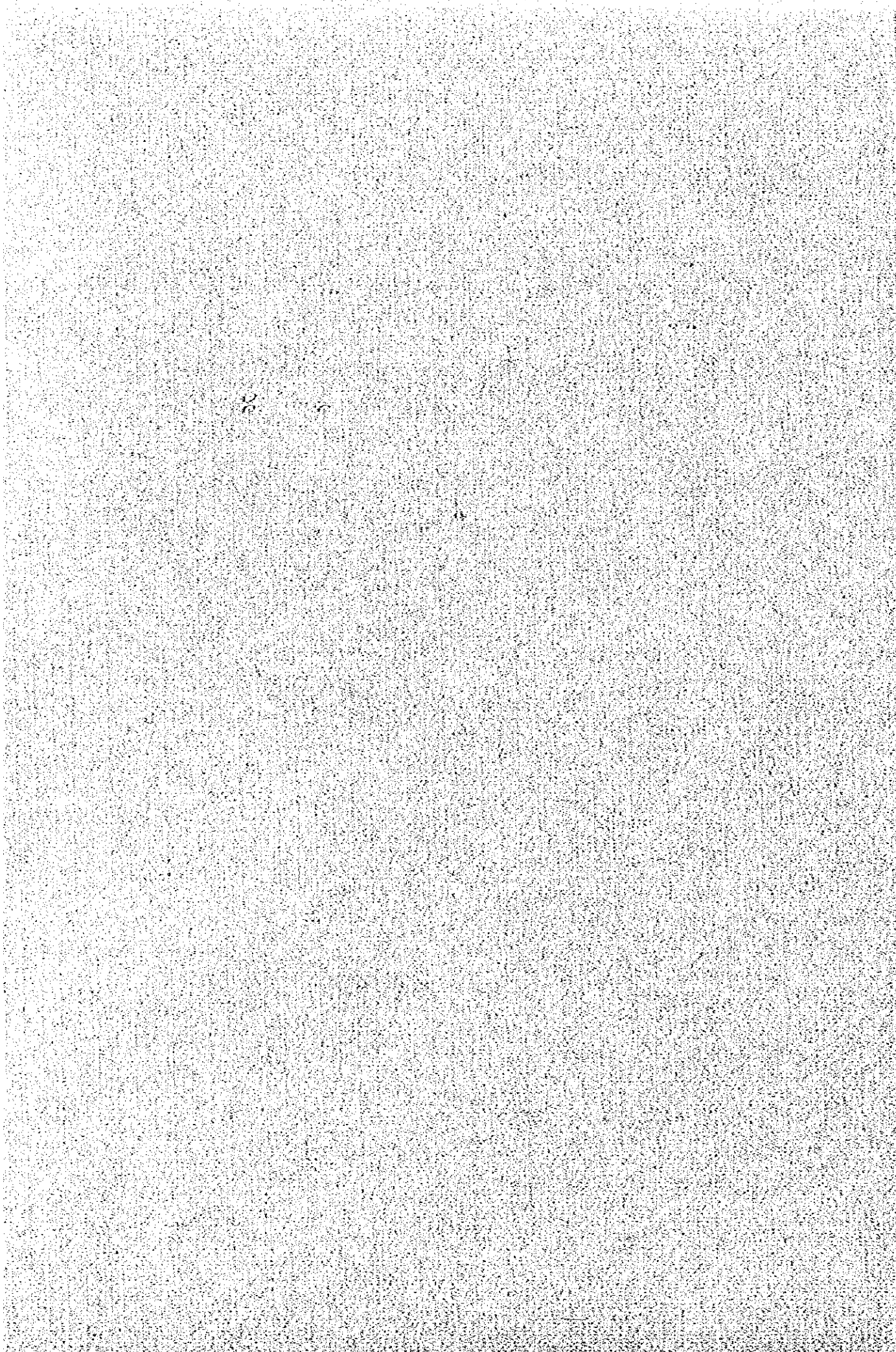
結 論

- (1) 南部地域における農業の主体はオアシスにあり、その振興はテュニジア国の経済開発の中で重要な位置付けがなされている。しかし、近年の水資源開発により地下水の減衰傾向が見受けられる。この為、地下水の節水的利用を図るため、末端施設の整備が必要とされている。本調査では、節水を目的とした灌漑排水施設の改善計画を、南部オアシス地域（ガフサ県、トゥズール県、ケビリ県及びガベス県）に位置する153全オアシス、面積計約23,435 haについて策定した。
- (2) 各オアシス毎に、事業費の積算、事業実施計画を策定し、経済評価を行った。オアシス全体で経済評価を行った結果、内部収益率は15.7%となり、工事費が20%上昇し便益が20%減少した場合でも、内部収益率が10%という結論が得られた。また、各県別に行った経済評価では、ガフサ県で22%、トゥズール県で13.9%、ケビリ県で14.5%、ガベス県で15.9%という結論が得られた。従って、本事業は経済性の面からも健全な事業である。
- (3) 本計画調査レポートでは、熱水の化学成分を勘案して、水あかによって施設が閉塞することがないような方法を提案した。特に灌漑施設整備では、PVCパイプは閉塞の心配があるので、維持管理が容易なオープン水路を採用した。ただし、冷却装置については維持管理費を低減する方法を提案したが、事業には含めていない。従って、近い将来、別個の案件として取り上げるよう推奨する。
- (4) トゥズール県に位置する5観光オアシスについては、灌漑施設の改修によって景観が損なわれないように、自然石を利用した親水型水路で整備する計画とした。
- (5) 作付体系に基づいて消費水量の検討を行った結果、県別の灌漑達成率は40~50%と極めて低いことが判明した。これは、施設の設計時に灌漑効率が正しく見積もられなかったと推定される。従って灌漑達成率を向上させるには、ポンプの運転時間は延長することが必要であるが、事業計画では末端水路整備による節水により灌漑達成率の向上を図り、現況の運転時間は変更しないものとした。
- (6) 深層地下水の被圧水頭の減少傾向は最近とみに加速されている。現在4県の平均で約35%のコンプレックスターミナル井戸が自噴しているが、10年程度で被圧水頭を失うと推定されている。従って、これ以上のコンプレックスターミナルを対象とした井戸の開発は推奨できない。
- (7) 本計画は末端圃場における灌漑排水施設の改修を事業内容とするものであるが、これらの施設は本事業地区農民が長年にわたって渴望してきたものである。本事業内容である灌漑排水施設の改善は農産物の増産につながり、その結果として個々の農家の所得向上が期待できるものである。また事業実施は地域住民に対して就業機会を与え、収入の道を開くものである。
- (8) テュニジア国は「地域格差の是正」を政治課題として掲げており、特に南部オアシス地域における農業振興は最重要課題となっている。従って、本事業は南部におけるオアシスの整備を行い農家所得の向上と生活の安定を目指すもので、まさに国家政策に沿ったものと言える。

勸告

以下のことに留意して事業の早期実現化を勧告する。

- (1) この事業の早期着工のために事業実施体制の構築が望まれる。
- (2) 本事業は事業範囲が広範囲かつ事業量も多いため、事業を直営で行うことは難しい。従って事業を予定通りに完了させるために、コンサルタントと建設請負業者を広く活用すべきである。
- (3) 本事業実施のための資金の調達方法を、自国はもちろん2国間あるいは国際機関を含め検討し、早期に決定することが重要である。もし2国間あるいは国際機関のローンを受け入れる場合にも、テュニジア国は世銀及びドイツ国資金で施行した実績があり、十分その返済能力があると考えられる。またさらに、事業が実施されやすいように、農民への補助及び融資の額と方法についても十分検討すべきである。



主報告書目次

位置図

要約

目次

表の目次

図の目次

付属書の目次

ANNEX の目次

省略記号

第1章 序論.....	1-1
1.1 調査の経緯.....	1-1
1.2 調査の背景.....	1-1
1.3 調査の目的と範囲.....	1-2
1.3.1 調査の目的.....	1-2
1.3.2 調査対象地域.....	1-2
1.3.3 調査工程.....	1-2
1.4 フェーズ1調査の内容.....	1-3
1.5 フェーズ2現地調査の内容.....	1-3
1.6 フェーズ3調査の内容.....	1-3
第2章 事業の背景.....	2-1
2.1 国家経済.....	2-1
2.2 第8次国家開発計画.....	2-1
2.3 テュニジアの農業.....	2-2
2.3.1 農業分野.....	2-2
2.3.2 灌漑分野.....	2-4
第3章 調査対象地域の現況.....	3-1
3.1 自然状況.....	3-1
3.1.1 位置及び地形.....	3-1
3.1.2 気象及び水文.....	3-2
3.1.3 地質.....	3-3
3.1.4 水理地質.....	3-8
3.1.5 土壌.....	3-14
3.2 社会経済状況.....	3-16
3.2.1 行政区分.....	3-16
3.2.2 人口.....	3-16
3.2.3 農村インフラストラクチャー.....	3-17

3.3 農業	3-18
3.3.1 土地利用	3-18
3.3.2 農業生産	3-18
3.3.3 畜産	3-22
3.3.4 農作物の市場と価格	3-23
3.3.5 主要作物の純生産額	3-23
3.3.6 農民組織	3-24
3.3.7 農業支援組織	3-25
3.3.8 農家経済	3-25
3.4 灌漑排水	3-27
3.4.1 灌漑排水の概要	3-27
3.4.2 送水施設及び調整施設	3-28
3.4.3 熱水処理施設	3-28
3.4.4 配水施設	3-31
3.4.5 灌漑方法	3-32
3.4.6 末端水路の水量の測定	3-33
3.4.7 排水施設	3-33
3.5 水管理	3-34
3.5.1 水利施設の維持管理	3-34
3.5.2 水管理の現況	3-37
3.5.3 維持管理費及び水利費の現況	3-39
3.6 環境及びWID	3-41
3.6.1 環境	3-41
3.6.2 WID	3-42
第4章 開発基本構想	4-1
4.1 国家政策	4-1
4.2 開発上の問題点	4-2
4.3 基本構想	4-2
4.4 事業計画地区の選定	4-3
第5章 事業計画	5-1
5.1 農業開発計画	5-1
5.2 灌漑排水計画	5-5
5.2.1 水源	5-5
5.2.2 熱水処理施設	5-5
5.2.3 送水施設及び調整施設	5-9
5.2.4 末端施設	5-9
5.3 水管理維持計画	5-14
5.3.1 水管理計画	5-14
5.3.2 維持管理計画	5-15
5.3.3 資機材計画	5-16

第 6 章 施設計画	6-1
6.1 概要	6-1
6.2 灌漑施設	6-1
6.3 排水施設	6-4
第 7 章 事業実施計画及び事業費積算	7-1
7.1 事業実施計画	7-1
7.1.1 事業量	7-1
7.1.2 工事計画	7-1
7.2 事業費	7-2
7.2.1 前提条件	7-2
7.2.2 事業費	7-3
7.2.3 維持管理費	7-4
第 8 章 事業実施及び維持管理計画	8-1
8.1 事業実施機関	8-1
8.2 事業実施方法	8-2
8.3 事業実施計画	8-2
8.4 維持管理計画	8-2
第 9 章 事業評価	9-1
9.1 経済評価の基本条件	9-1
9.2 経済便益	9-1
9.3 経済事業費	9-3
9.4 経済評価	9-3
9.5 財務評価	9-4
9.6 環境評価	9-5
9.7 技術面からの評価	9-6
9.8 社会面からの評価	9-6
9.9 制度面からの評価	9-7
結論と勧告	

表の目次

		頁
表 3.1.5.1	土壌の物理的性質	TF - 1
表 3.1.5.2	土壌の化学的性質	TF - 1
表 3.2.2.1	テュニジア国の行政区分と人口統計(1994)	TF - 2
表 3.2.2.2	調査対象地域の人口と世帯数	TF - 3
表 3.3.2.1	主要作物の栽培面積(1993/94)	TF - 4
表 3.3.2.2	作付体系によるオアシスの分類	TF - 5
表 3.3.2.3	主要作物の収量(1992/93, 1993/94)	TF - 6
表 3.3.2.4	主要作物の生産量(1992/92, 1993/94)	TF - 7
表 3.3.4.1	農産物の市場価格と農家庭先価格(1994/95)	TF - 8
表 3.3.4.2	農業資機材の市場価格と農家庭先価格(1994/95)	TF - 9
表 3.3.5.1	現況の作物別の生産費と純生産費	TF - 10
表 3.3.5.2	現況の調査対象地域 (153 オアシス) の作物総生産額	TF - 11
表 3.3.5.3	現況の調査対象地域 (153 オアシス) における作物純生産額	TF - 12
表 3.3.8.1	現況の平均農家経済収支	TF - 13
表 3.3.8.2	現況の平均農家経済収支	TF - 14
表 3.4.5.1	県別の灌漑方法と水路能力	TF - 15
表 3.5.1.1	水利施設の維持管理分担	TF - 16
表 3.5.2.1	維持管理費の内訳	TF - 17
表 3.5.2.2	農民水利組合と維持管理費の概要	TF - 17
表 4.4.3.1	153 オアシスの現況評価	TF - 18
表 4.4.3.2	農業開発計画のためのオアシス総合評価	TF - 19
表 4.4.3.3	事業対象オアシスと面積及び総合評価	TF - 20
表 5.1.2.1	事業を実施した場合の主要作物の収量	TF - 21
表 5.1.2.2	事業を実施しない場合の作物の収量	TF - 22
表 5.1.2.3	事業実施による作物生産増大量	TF - 23
表 6.3.1.1	各オアシスにおける工事量	TF - 24
表 7.1.2.1	事業実施計画	TF - 29
表 7.1.2.2	年度別工事計画面積	TF - 30
表 7.2.2.1	事業費内訳	TF - 31

表9.1.1	農産物と農業資機材の財務及び経済価格	TF - 32
表9.2.1	事業を実施しない場合と実施した場合の作物生産費と収益	TF - 33
表9.2.2	4県別の事業実施による年間の灌漑便益	TF - 34
表9.3.1	153オアシスの事業費、維持管理費及び灌漑便益	TF - 35
表9.4.1	経済事業費と灌漑便益による経済内部収益率（県別）	TF - 36
表9.4.2	経済事業費と灌漑便益による経済内部収益率（全体）	TF - 37
表9.4.3	153オアシスの経済評価（経済事業費、灌漑便益、経済内部収益率）	TF - 38
表9.5.1	財務価格による作物生産費と純収益	TF - 39
表9.5.2	事業実施による農家経済収支	TF - 40

図の目次

	頁	
図3.1.3.1	標準地質層序	TF - 41
図3.1.3.2	ハンドオーガー掘削結果	TF - 42
図3.1.4.1	CT井戸水位の経年変化	TF - 43
図3.4.4	灌漑排水施設の模式と用語	TF - 44
図3.5.1.1	農業省の機構	TF - 45
図3.5.1.2	地方農業開発局の機構	TF - 46
図5.1.1	収量と灌漑達成率の関係	TF - 47
図6.2.1	水路標準図	TF - 48
図6.2.2	分水工標準図	TF - 49
図6.2.3	排水路標準図	TF - 50
図6.2.4	末端施設計画平面図（オーエドシリ）	TF - 51
図6.2.5	末端施設計画平面図（カスバ）	TF - 52
図6.2.6	末端施設計画平面図（ドラースード）	TF - 53
図6.2.7	末端施設計画平面図（トゥズール）	TF - 54
図6.2.8	末端施設計画平面図（アティレット）	TF - 55
図6.2.9	末端施設計画平面図（マンソーラ）	TF - 56
図6.2.10	末端施設計画平面図（リマオウア）	TF - 57
図6.2.11	末端施設計画平面図（ガベス）	TF - 58

付属書の目次

- 付属書1 面接者リスト
- 付属書2 資料収集リスト
- 付属書3 要員計画表
- 付属書4 土壌・水質試験
- 付属書5 事前調査（予備）における会議議事録
- 付属書6 実施細則（S/W）
- 付属書7 実施細則に係わる会議議事録
- 付属書8 インセプションレポートに係わる会議議事録
- 付属書9 フェーズ2実施レポートに係わる会議議事録
- 付属書10 プロGRESSレポート（2）に係わる会議議事録
- 付属書11 ドラフトファイナルレポートに係わる会議議事録

ANNEX の目次

VOLUME II ANNEX

- ANNEX A METEOROLOGY AND HYDROLOGY
- ANNEX B GEOLOGY AND HYDROLOGY
- ANNEX C GEOTHERMAL WATER
- ANNEX D SOILS
- ANNEX E AGRICULTURE AND AGRICULTURAL ECONOMY
- ANNEX F IRRIGATION AND DRAINAGE
- ANNEX G WATER MANAGEMENT
- ANNEX H PROJECT FACILITIES AND COST ESTIMATE
- ANNEX I ENVIRONMENT
- ANNEX J WOMAN IN DEVELOPMENT
- ANNEX K PROJECT JUSTIFICATION

VOLUME III DRAWINGS

VOLUME IV INVENTORY SURVEY OF OASES

省略記号

省略記号

AIC	Associations d'Intérêt Collectif (農民水利組合)
AVFA	Agence de la Vulgarisation et de la Formation Agricoles
B-C	Benefit minus Cost
B/C	Benefit-Cost Ratio
BFR	Batterie des Forages de Regouba
CCFs	Construction Conversion Factors
CI	Continental Intercaraire
CRA	Cellules de Rayonnement Agricoles
CRDA	Commissariats Regionaux au Developpent Agricole (地方農業開発部)
CRSA	Coopérative Régionale de Service Agricole
CSA	Coopératives du Service Agricole
CSA	Coopératives des Services Agricoles
CSCF	Commodity Specific Conversion Factor
CT	Complex Terminal
CTV	Cellules Territoriales et de Vulgarisation
DGGR	Direction Générale du Génie Rural (農業省農業土木総局)
DGPV	Générale de la Production Vegetale
DGRE	Direction Generale des Ressources en Eau
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EIRR	Economic Internal Rate of Return
ENIS	Ecole Nationale d'Ingenieurs de Sfax

ENPE	Enquête Nationale Population Emploi
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (国連食糧農業機構)
FOSDA	Fonds Special de Developpement Agricole
GID	Groupement Interprofessionnel des Dattes
IEE	Initial Environmental Examination (初期環境影響調査)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
ONM	Office National des Mines
OTC	Office de la Topographie et de la Cartographie
PIK	Presqu'île de Kebili
SCF	Standard Conversion Factor
SOTUMAG	Societe Tunisienne des Marchés de Gros
STEC	Societe Tunisienne d'Engrais Chimiques
STIL	Societe Tunisienne des Industries Laitieres
USDA	Département de l'Agriculture des Etats Unis
WID	Women in Development

第1章 序論

1.1 調査の経緯

チュニジア共和国南部オアシス地域灌漑施設整備計画調査（以下、本調査という）の実施細則（S/W）及びS/Wにかかる会議議事録は、国際協力事業団（以下 JICA という）とチュニジア国からは農業省農業土木総局（以下 DGGR という）及び財務・奨励総局とにより 1994 年 10 月 25 日署名が交わされた。

第1次現地作業は、1995 年 4 月 3 日より 6 月 16 日までオアシスの現況を把握することを目的にオアシスインベントリー調査及び 8 カ所のパイロットオアシス調査を実施し、現地調査結果をプログレスレポート（1）として取りまとめ、相手国政府への説明・協議を行った。

1995 年 8 月 20 日から 9 月 3 日までの第1次国内作業において 153 オアシスに対する調査手法を検討し S/W 及びインセプションレポートの一部を修正したインプリメンティングレポートを作成した。

第2次現地作業は、1995 年 9 月 4 日より 12 月 17 日までオアシス末端灌漑排水施設の整備状況を把握するための 153 オアシスのサンプル調査を中心に実施した。調査開始に先立って 153 オアシスの調査手法を記したインプリメンティングレポートの説明・協議を行い調査手法は承認され、その結果 9 月 6 日に付属書に示す会議議事録が署名された。現地調査結果はプログレスレポート（2）として取りまとめられ説明・協議会が開催されその結果 12 月 13 日に付属書に示す会議議事録が署名された。

引き続き 12 月 18 日より第2次国内作業を実施し、施設概略設計、施設維持管理計画、事業実施計画、事業費積算、便益算定及び事業評価を行いファイナルレポートとしてとりまとめた。

1.2 調査の背景

チュニジア国における農業部門の GDP に占める比率は、1993 年において 18% であり、就労人口の 26% を占め、農業は重要な地位を占めている。調査対象地域である南部地域の農家世帯は総世帯の 32% を占めており全国平均の 24% に比べて約 33% 多く、特にトゥズール、ケビリ県では 60% を占めており、南部地域の産業及び就業構造は農業に特化していると言える。従って農業の停滞すなわち経済的停滞は、北部都市への人口流入とその結果としてのスラムの形成を加速させることになり、農業の振興によりこれを防ぐことがチュニジア国にとって重要な政治課題となっている。

チュニジア国は、第8次国家開発計画（1992-1996）を策定し実施中である。同計画においては農業部門は最大の投資部門と位置づけられ、特に灌漑用水及び農地の効率的利用が中心分野であり、灌漑施設及び耕種法の改善等が主要課題である。第8次国家開発計画はこれらの活動を通して農業生産を拡大し、国の食糧の安全保障を図ることを目標としている。

以上の計画を達成するため、全国を 4 地域に分け、各地域ごとに水資源、土地資源の活用のためのマスタープランが策定された。南部水資源マスタープラン（1976 年 2 月）はこれらの 4 地域のうちの一つである南部 6 県を対象として農業用水・上工水の水需給に関する計画である。

マスタープランによれば、南部4県（ガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベス）では既存のオアシスの保全 20,000ha（129 オアシス）及び新規オアシスの建設、8,000ha（55 オアシス）の合計 28,000ha が対象区域となっている。

この地域で1980年より1990年までに世銀及び諸外国の援助により6事業が実施され、既存オアシス 20,000ha（129 オアシス）の復旧に加え、新規 22 オアシス（2,800ha）の基幹的水利施設の整備が完了した。上記6事業で実施した事業範囲は第一次幹線水路から第三次支線水路までであり、第四次支線水路の整備は農民が主体となり実施することとし、政府は30%の補助金を支出して進めてきた。しかし、第四次支線水路以下の整備は資金の不足により遅々として進んでいない。

これらの四次支線水路は土水路であり、漏水がきわめて大きいので同国南部の有限の資源である地下水の有効利用のため、政府は積極的に第四次支線水路の整備に関与してきた。同時に節水のために、1) 第四次支線水路の改築、2) 節水灌漑法の導入及び3) 農民に対する啓蒙普及等を実施してきた。

このような背景を受けて、チュニジア国は1993年11月に日本国政府に対し、オアシスの節水を目的とした灌漑施設整備計画策定を要請してきた。事業団は1994年4月に事前調査団を派遣し、要請内容について協議した結果、本案件はガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベスの4県に位置する151 オアシス約 23,000haを調査対象地域とする灌漑施設整備にかかるF/S調査をすることでチュニジア国政府と合意に達した。

1.3 調査の目的と範囲

1.3.1 調査の目的

本調査の目的は、チュニジア国南部地域のガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベスの4県に位置する153 オアシス、約 23,000haを対象に灌漑用水施設整備のためのフィジビリティ調査を実施するものである。また調査を通じてチュニジア国のカウンターパート技術者に対し、調査方法及び計画立案の手順・考え方等について技術移転、指導を行う。

1.3.2 調査対象地域

調査対象地域は、チュニジア国南部のガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベスの4県にまたがる153カ所、約 23,000haのオアシスである。

1.3.3 調査工程

調査工程は、1995年3月に開始され、1996年8月までの18カ月である。調査はJICAが派遣した9名の専門家とDGGRのカウンターパートの協力によって実施された。

調査に参画した関係者を付属書-1に、また調査団員の要員実績を付属書-3に示す。

1.4 フェーズ1 調査の内容

調査団は、1995年4月5日 DGGR にインセプションレポートを提出し説明協議を行った。その結果インセプションレポートは双方によって承認された。

インセプションレポートに述べられた調査実施方針に基づいてカウンターパートと協力して次に述べる2.5か月の現地調査を行い、その結果をプログレスレポート (I) に取りまとめた。

- (1) 現地踏査
- (2) データ及び事業計画と関連する報告書の収集
- (3) 現地試験調査
 - 1) 気象水文調査
 - 2) 水理地質調査
 - 3) 土壌・土地利用調査
 - 4) 灌漑排水調査
 - 5) 農業経済及び流通調査
 - 6) 営農調査
 - 7) 環境調査
 - 8) 建設資材及び建設費調査
 - 9) オアシスインベントリー調査
- (4) 現地再委託試験の監理
 - 1) 土壌試験
 - 2) 水質試験
- (5) 既存の開発計画のレビュー
- (6) プログレスレポート (I) の作成

再委託試験の結果は付属書-4 に示す。プログレスレポート (I) の説明協議は 1995 年 6 月 12 日に DGGR 及び CRDA に対して行なった。調査は 1995 年 6 月 15 日に完了した。

1.5 フェーズ2 現地調査の内容

調査団は、1995年8月20日より9月3日までの第1次国内作業において、フェーズ2 現地調査の手法を検討しインプリメンテイングレポートとして取りまとめた。

第2次現地調査は、1995年9月5日より開始した。調査団は、インプリメンテイングレポートを提出し、作業監理委員の出席を得て DGGR に説明協議を行った。インセプションレポートに追加すべき調査項目は、(i) 153カ所のオアシスの5%の面積に対するサンプル調査、(ii) 8カ所のオアシスについて灌漑損失調査、(iii) オーガー孔を利用した透水試験、及び (iv) 石膏層の深度と厚さの調査である。第2次現地調査の手法を DGGR と調査団で確認した。

現地調査は3.5カ月に亘り、カウンターパートの参画を得て実施した。オアシスサンプル調査及び灌漑水の浸透損失についての試験は、CRDA 職員の協力のもとにローカルコンサルタントを雇用して実施した。現地調査を終了するにあたって、プログレスレポート (2) を作成した。第2次現地作業の主要な内容は次の通りである。

- (1) 現地踏査
- (2) 補足データ・情報の収集
- (3) 現地調査
 - 1) 気象・水文調査
 - 2) 地質・水理地質調査
 - 3) 熱水調査
 - 4) 土壌・土地利用調査
 - 5) 農業経済、流通調査
 - 6) 営農調査
 - 7) 灌漑排水調査
 - 8) 建設資材及び建設費調査
 - 9) オアシスインベントリー調査
- (4) ローカルコンサルタント委託調査の監理
 - 1) オアシスサンプル調査
 - 2) 末端用水路の漏水量調査
- (5) 事業計画の策定
- (6) 事業構成要素の決定
- (7) 予備的な事業評価
- (8) プログレスレポート (2) の作成

第2次国内作業は第2次現地調査に引き続き1995年12月18日から3ヶ月に亘って実施した。第2次国内作業の主要な内容は次の通りである。

- (1) 改良案の策定
 - 1) 灌漑排水施設
 - 2) 水管理システム
 - 3) 熱水冷却システム
- (2) 施設概略設計
- (3) 施設維持管理計画の策定
- (4) 事業実施計画の策定

- (5) 事業費積算及び便益算定
- (6) 事業評価
- (7) ドラフト・ファイナルレポートの作成

1.6 フェーズ3 調査の内容

第3次現地調査では、とりまとめたドラフトファイナルレポートを現地にて説明した。また、その後の国内作業で、テュニジア国関係省庁のコメントを十分勘案してファイナルレポートをとりまとめた。

この報告書は、以上述べた「テュニジア国南部オアシス地域灌漑施設整備計画」に関する全ての調査内容結果をとりまとめたものである。なお、報告書の構成は以下の通りである。

- (1) 主報告書
- (2) ANNEX (別冊)
- (3) DRAWINGS (別冊)
- (4) OASIS INVENTORY (別冊)

第2章 事業の背景

2.1 国家経済

テュニジア国の経済活動は、農業、鉱・工業、サービス業等を主とした多様な分野で行われている。農産物の輸出が行われている一方、多くの食糧品も輸入している。主な輸出品は、燐鉱石の加工品である燐酸や化学肥料である。

要素費用表示での国内総生産 (GDP) 額は、1993 年で 129.4 億ダイナール (129 億米ドル) である。また国民一人当たりでは、1,735 ダイナールとなっている。農業セクターは、1992/93 年度で国内総生産の 18.3% を占めており、総労働人口の 26% となっている。工業とサービス業セクターについては、それぞれ 31.6% と 50.1% になっている。これらの国内総生産に対する割合については、最近の 5 年間で殆ど変動していない。1992-93 年での年間増加率は、国内総生産で 2.6%、国民一人当たりで 0.6% である。各分野別の総生産額は、下記の通りである。

セクター	国内総生産額 (1993 年) (億ダイナール)	割合 (%)	増加率 (%)
農業	2,372	18.3	
工業	4,088	31.6	
サービス業	6,476	50.1	
国内総生産	12,936	100.0	2.6
国民一人当たり	1,735 ダイナール		0.6

資料：統計年報、1994 年 4 月

農産物では、オリーブオイル、魚類、貝類、果実等が輸出されている。これらの総輸出額に占める割合は、1989 年から 1993 年の期間で約 10-14% となっている。その内、オリーブオイルと果実の割合は、4.7% と 1.6% になっている。主要輸入食糧品は、ミルク、砂糖、野菜オイル、穀類等であり総輸入額の 5.0% となっている。穀類の輸入量は、国内の生産量の増減により変動している。特に、1991 年の穀類生産が豊作であったため輸入量が最小であった。

2.2 第 8 次国家開発計画

第 8 次国家開発計画は、1992 年に開始し 1996 年が最終年である。本計画に於ける目標年増加率は、国内総生産で 6.0%、国民一人当たりで 4.1% としている。この目標増加率は、工業セクター (8.7%) と観光セクター (22.3%) によるものである。しかしながら、第 7 次開発計画の実績では、4.2% と 2.1% であり、目標増加率の達成が非常に困難と判断されている。

国家計画に述べられている農業セクターの目標は、小麦、大麦、肉類等の国内自給率を高めると共に、乳製品（70%）と砂糖（16%）の消費を減少し、農産物や食料品の輸出拡大等を実施することにより食糧安全保障を実現する。また、農業セクターにおいては、公共部門の再編、民間活動の強化、農業研究と普及計画の能力向上、奨励価格制度の導入、公共投資の推進等の構造的な改革を実現する。

農業研究と普及活動については、高生産性に関する技術を開発し農民への迅速な普及を目指している。また、農業と灌漑部門の連携強化を図る。灌漑施設の運営管理の効率を高め、灌漑用水の継続的使用を目指し、農業資機材の投入と併せて作物の生産性向上を行う。これらのうち最も重要な課題は、作物収量の増加、畜産、漁業、林業の生産性の改善等である。上記の様な開発戦略を踏まえ、主要作物の年間増加率を1990年の1.8%を基準とし、下記の目標値を掲げている。

項目	目標値
穀類	-13.8%/年
林業	4.5%/年
野菜	54.2%/年
畜産	5.3%/年
漁業	10.7%/年

注) ; 穀類の(-)値は、1991年の豊作による

2.3 テュニジア国の農業

2.3.1 農業分野

最近の農業生産の国内総生産に占める割合は、国の独立時より大きく減少している。即ち、1960年の56%から1972年の20%に落ち込んでいる。1980年代は、16-17%の割合で推移している。1983年、1986年、1988年、1989年の4年は、干ばつにより13-14%に落ち込んだが、1991年には20%へ回復している。政府としては、食糧品の輸入減少、輸出品の増加、農村地域から都市への人口移動を停止させる等の目的ために農業生産の増加を重要な経済活動として位置付けている。

チュニジア国の総面積は1,560万haで、そのうち860万haが農業生産に利用されている。既耕地面積は、480万haで全農用地面積の56%を占めている。耕地のうち100万haは休耕あるいは耕作放棄の状態にある。耕地面積は中部および北部で大きく、南部はそれに比し非常に小さい。既耕地に対する耕作地の比率は南部が北部および中部に比し低い。380万haは森林、放牧地その他の未耕である。土地利用の状態は下表のように要約される。（詳細はANNEX-E Table 2.3.1に示す）

(単位：千ha)

項目	北部	中部	南部	全国
全面積	2,867.3	4,317.6	8,371.7	15,556.6
耕地：	<u>1,826.3</u> (64%)	<u>2,482.5</u> (57%)	<u>504.3</u> (6%)	<u>4,813.0</u> (31%)
- 耕作地	1,509.4	1,979.8	351.6	3,840.8
- 休耕地	316.9	502.7	152.7	972.3
森林：	466.8 (16%)	176.0 (4%)	6.1 (-)	649.0 (4%)
その他：	336.3 (12%)	1,083.3 (25%)	1,684.4 (20%)	3,104.1 (20%)

1993/94年の耕地面積と主要作物の栽培面積は、それぞれ380万ha及び410万haで作付率は1.07である。国全体では、樹木作物の栽培面積が最大で200万haで全体の48%を占め、禾穀類の栽培面積が150万haで37%を占める。その他の作物の栽培面積は樹木作物、禾穀類に比し、非常に小さい。耕地面積は北部と中部がほぼ等しく、南部は極端に少ない。

(単位：千ha)

作物名	北部	中部	南部	全国
禾穀類	850	560	96	1,505
飼料作物	207	109	9	326
苜蓿類	91	11	4	106
蔬菜類	77	66	10	154
樹木作物	285	1,391	307	1,983
工芸作物	19	1	1	20
その他	6	2	1	9
合計	<u>1,535</u>	<u>2,140</u>	<u>428</u>	<u>4,103</u>
作付率	1.02	1.08	1.22	1.07

中部及び北部地域の農業は、地形的変化に富むうえ年間降雨量が400-1,000mmもあり、天水での小麦、果樹、野菜、工芸作物など多様な作物が栽培されている。また、大規模なダムや貯水池による灌漑施設が発達しているうえ農業経営面積が5.0ha以上の農家が多く、スプリンクラー、パイプによる灌漑施設、大型の農業機械の導入等の近代的な技術が広く普及している。農産物の市場としてテュニス、スファックス等の大都市に近く高収益が期待される生鮮野菜や果物の生産が広く行われている。

一方、南部地域は、降雨が少なく岩山や砂漠を含む土地の条件が悪いため、農耕適地が限られている。特に、トゥズール県とケビリ県での農業は、全てを地下水に頼るオアシス農業であり、近年になって開発された灌漑用水は1,000mを超える深層地下水で、しかも熱水のため高額の施設（熱水冷却施設等）が建設されており、農業生産費に占める水利費の負担が大きい。伝統的オアシスでは、圃場整備が行われておらず、区画が小さい上、樹木が乱雑に植えられているため機械化や灌漑施設の整備が遅れている。農家の経営面積も伝統的オアシスで0.24ha、新規開発オアシスで1.0ha、平均0.38haと小さく、農業収入だけでは生計費すら不足している。圃場での灌漑施設の整備や機械化、最新の栽培技

術の導入が遅れている原因にもなっている。農産物の市場は、大都市のガベスと観光施設であるホテルがあるが、消費量が限られており、トゥズール県とケビリ県での農家の現金収入の殆どをナツメヤシが占めている。

このように、南部地域の農業は、人口の増加に対する耕作面積の拡大、最新の技術導入による生産性の向上と生産費の軽減等が困難な状況にあり、中部及び北部地域との所得格差が大きい。農外収入として観光業しかないため、テュニスやスファックスへの出稼ぎが増え、南部地域の人口流出となっている。

1990年の家計費調査によれば、一世帯当たりの年間生計費は、テュニス 5,412 ディナール、北部地域 4,268 ディナール、中部地域 4,424 ディナール、全国平均 4,033 ディナールであり、これに比べ南部地域は、3,365 ディナールとなっており、全国平均と比べても約83%と最も低い生活水準となっており、南部オアシス整備による農民の所得向上が国家的な課題となっている。

過去数年間の主要作物の生産量の推移を下表に示す。天水条件下で栽培されている麦類、オリーブの生産量の年次間の変異は非常に大きく、灌漑条件下で栽培されているナツメヤシ、蔬菜類の年次間の生産量の変異は比較的小さい。

(単位：千トン)

作物名	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94
小麦	420	1,122	1,786	1,584	1,412
大麦	215	511	765	611	501
オリーブオイル	54	130	165	280	135
柑橘類	260	237	226	185	281
トマト	440	530	580	550	420
メロン	250	450	350	380	330
トゥガラシ	110	175	180	190	180
ジャガイモ	180	217	220	218	200
ブドウ	55	40	55	50	60
ナツメヤシ	75	81	75	75	86
シュガービート	229	289	210	291	246

資料：Country Profile, Tunisia, 1994-95, The Economic Intelligence Unit

2.3.2 灌漑分野

灌漑はテュニジア国にとって重要なセクターであり、政府による優先度も高められている。いくつかの大規模な灌漑事業が既に開始されており、貯水池の建造によって全国の貯水池による貯水量は現在の15億 m^3 から西暦2000年には25億 m^3 に増加する予定である。関係当局は2000年の飲料水の需要は20~30%増加すると推定している。1992年より1996年の5年間に8.12億ディナール(約8億USドル)をダム建設に配分しようとしている。計画あるいは建設中のダムは、シディ・エル・バラク、エル・ホウアレブ、バルバラ、ケイロアン、シディ・アイク等がある。政府は20カ所の大規模ダム、250カ

所の中規模ダム及び1,000カ所の小溜池の建設を推進しようとしており、世銀やその他の援助機関からのローンを利用している。

政府の方針によると2001年に年間1,139百万 m^3 の地下水を確保するために新規に610本の深井戸が必要であり、それによって年間288百万 m^3 の新規水源を確保しようとしている。地域別の内訳は次のとおりである。

北部地域	220本
中部地域	210本
南部地域	180本

この他に1,150本の試験井戸が計画されており、これは毎年各県当たり5本の井戸に相当する。

この水資源開発計画は、3,994百万 m^3 の開発を目標にしたもので全水資源4,484百万 m^3 の89%に相当する。また1991年における既開発量は2,761百万 m^3 で全水資源量の62%が開発されている。

第8次5カ年計画中に新規に700の農業水利組合(AIC)が組織されることになっており、促進計画も既に始まっている。ここで特に重要な事項は次のとおりである。

- a) AICに移管された施設の維持管理
- b) 技術的な支援・研修及び再教育によるAICの強化
- c) CRDA内のAIC担当職員の強化

しかしながら南部オアシス地域においては、水源となっている地下水の水位が低下現象を呈していることから、新規の水源地開発は望めない状況にある。従って節水による灌漑効率の向上が急務とされている。特に末端圃場における水路整備が遅れているため漏水が多く、灌漑用水の利用効率が低くなっている。このため政府は灌漑効率向上のために、末端圃場施設整備に補助金を交付し節水事業を進めている。

