

チュニジア国
灌漑施設整備計画事前調査(予備)
報告書

平成6年5月

国際協力事業団

チュニジア国灌漑施設整備計画事前調査(予備)報告書

平成6年5月

農調農

JR

94 - 42

417
833
AFA

JICA LIBRARY



1121000121

28032

テュニジア国

灌漑施設整備計画事前調査(予備)

報告書

平成6年5月

国際協力事業団

国際協力事業団

28032

序 文

チュニジア共和国政府より1993年11月日本国政府に対し、チュニジア共和国南部地域に点在するオアシスの灌漑用水節約に関する技術協力の要請がなされました。

本要請はフィジビリティ調査から詳細設計調査に至る広範な内容となっていたこと、また、日本国政府は、チュニジア共和国において農業協力の実績がなかったことから、要請の背景、具体的調査内容、調査対象地域及び実施機関等を把握するための調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することとなりました。

このため、当事業団は平成6年4月9日から4月23日までの15日間にわたり、農林水産省構造改善局建設部設計課首席農業土木専門官 江頭 輝氏を団長とする事前調査団(予備)を現地に派遣しました。

同調査団はチュニジア共和国政府関係者との協議並びに現地踏査を行い、要請の背景・内容等を確認しました。

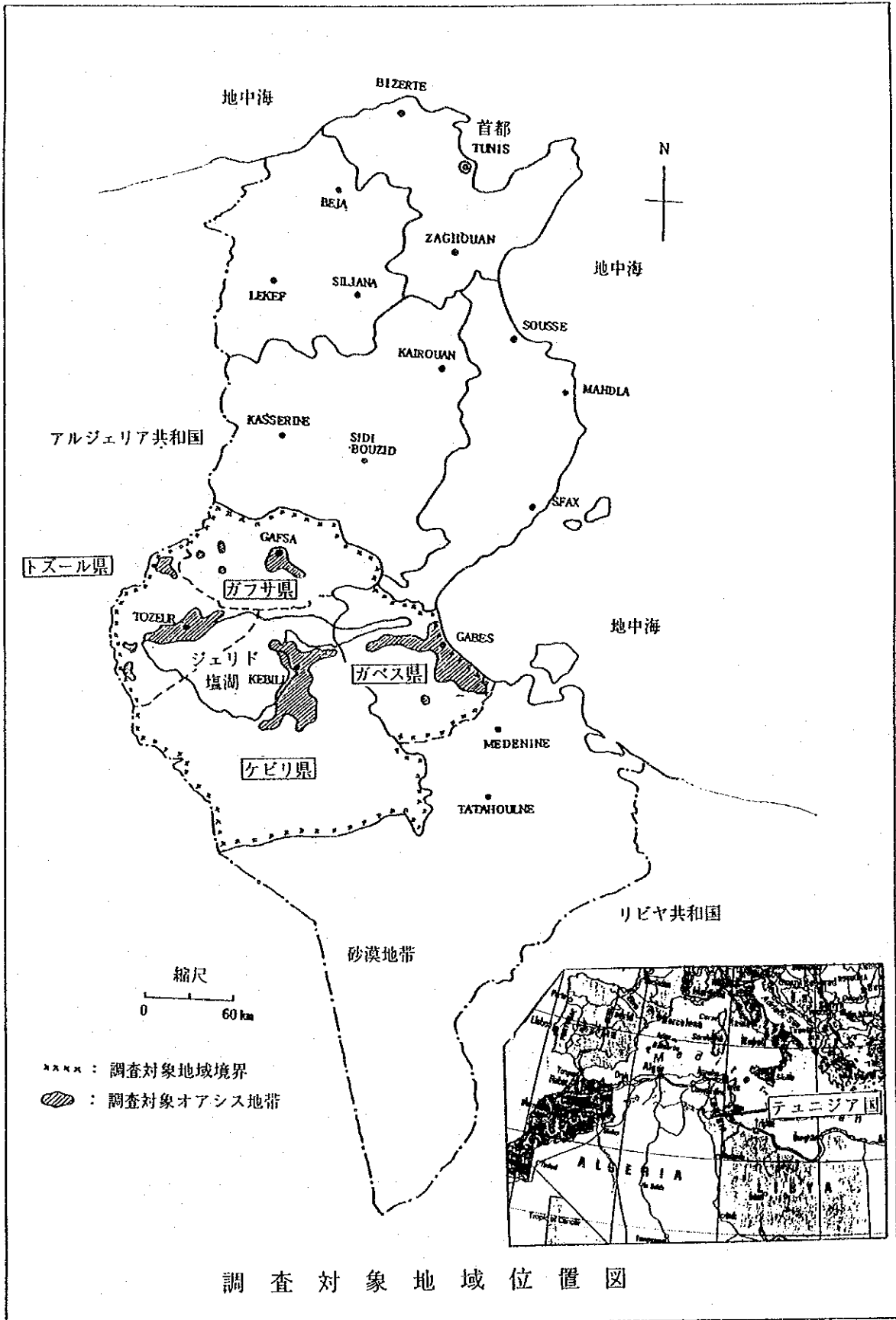
本報告書は事前調査(S/W協議)並びに本格調査実施に向け、参考資料として広く関係者に活用されることを願い、取りまとめたものです。

終わりに、本調査にご協力とご支援をいただいた本調査団及び関係各位に対し心より感謝申し上げます。

平成6年9月

国際協力事業団

理事 田口 俊郎



調査対象地域位置図



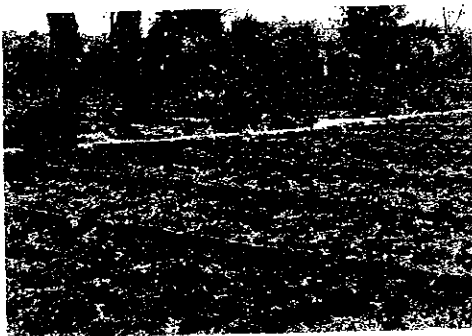
OM SOMAA オアシスの全景 (ケビリ県)



オアシスの状況 (ガベス県)



オアシスの状況 (ガフサ県)



階層式農業
(ナツメヤシ、ザクロ、サラダ菜)
(ガフサ県)



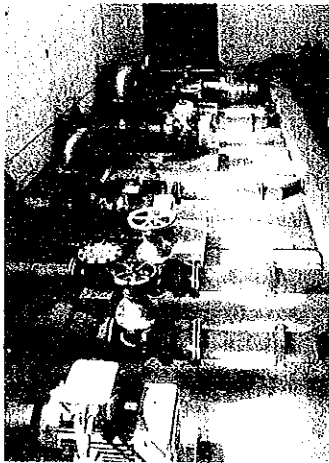
野菜
(ネギ)
(ガフサ県)



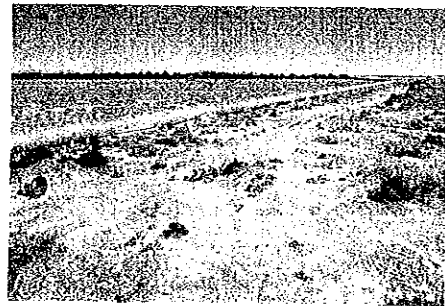
取水井戸ポンプ (ケビリ県)



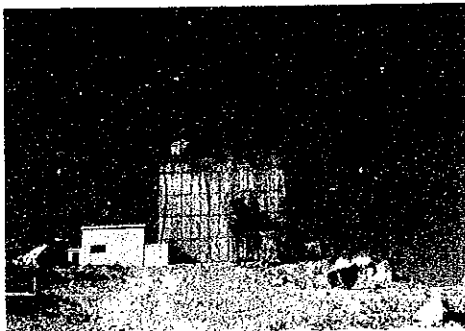
ポンプステーション (ケビリ県)



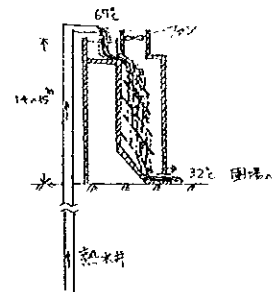
ポンプ機場 (ケビリ県)



導水管路 (ケビリ県)



温水冷却システム (ケビリ県)



熱水冷却塔の構造



2次支線水路（水路－改修前）
（ガベス県）



2次支線水路（水路－改修後）
（ガベス県）



2次支線水路（分水工－改修前）
（ガベス県）



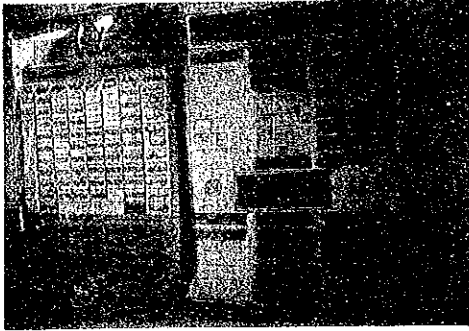
2次支線水路（分水工－改修後）
（ガベス県）



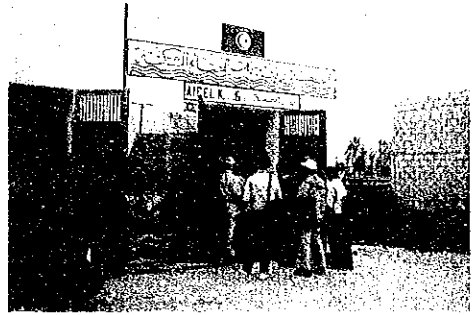
2次支線水路（分水工－管水路）
（ケビリ県）



排水路
（ケビリ県）



A.I.C事務所（ガフサ県）



A.I.C事務所（ガフサ県）



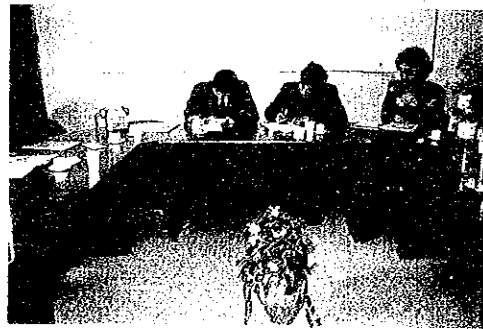
現地での聞き取り状況（ガベス県）



計画・地域開発省
国際協力総局長表敬



在チュニジア国日本大使館表敬



農業省・農業土木総局
M/M署名

目 次

序 文

調査対象地域位置図

現地写真集

第 1 章	事前調査（予備）の概要	
1. 1	調査の背景と目的	1
1. 2	調査団の構成	2
1. 3	調査日程	3
1. 4	面会者リスト	4
第 2 章	調査対象地域の現況	
2. 1	位置	7
2. 2	気候	7
2. 3	社会経済	9
2. 4	半乾燥地農業	10
2. 5	地下水	26
2. 6	灌漑排水	32
2. 7	灌漑施設	49
2. 8	環境	56
第 3 章	協議内容と T/R の再編成	
3. 1	協議の概要	61
3. 2	主たる協議事項	61
第 4 章	S/W 協議実施上の考え方と留意事項	
4. 1	南部オアシス灌漑用水節約調査の意義	71
4. 2	環境影響評価	72
4. 3	必要と想定される調査内容と手順	
4. 3. 1	半乾燥地農業	72
4. 3. 2	地下水	73
4. 3. 3	灌漑排水	74
4. 3. 4	灌漑施設	77
4. 4	留意事項	78
付属資料		
1	協議議事録	83
2	サイドレター	103
3	チュニジア国灌漑施設整備計画に関する基本的考え方 原島大使	107
4	調査対象オアシスリスト及び位置図	111
5	環境影響評価表	115
6	収集資料リスト	129

第1章 事前調査（予備）の概要

1.1 調査の背景と目的

チュニジア国の産業は、繊維（皮革等）、食品加工を2本柱とする製造業、観光業及び農業が中心であり、各産業がバランス良く発展している。しかし、製造業は首都テュニスのある北部地域に集中的に立地しており、南部地域は農業が主要な産業であり、南部地域における地域経済は農業なくしては存続し得ない状況にある。

チュニジア国における農業はGNPの16%、就労人口の26%を占め、産業として重要な位置を占めている。また、チュニジア国の農業を地域的に見ると、北部地域は年間降水量が400mm以上と比較的恵まれていることから、オリーブ等果実、麦類の生産が行われている。一方、調査対象地域である南部地域は100~200mmと少ないことからステップ地帯となっており、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。この南部地域の気象条件のもとでの営農には、灌漑は不可欠である。このため、南部地域における灌漑施設の整備は極めて重要な課題である。

調査対象地域である南部地域においては、殆ど地下水が用水源であり、オアシスが一つの灌漑ブロックとなっている。灌漑施設は、導水路、幹線水路、第1次支線水路及び第2次支線水路より構成されており、第1次支線水路までの基幹の水利施設は、諸外国の援助を受けて整備が完了している。

しかしながら、第2次支線水路の大部分は土水路であることから、灌漑用水の漏水が多く灌漑効率が悪い状況にある。このため、第2次支線水路の整備、節水灌漑の導入、農民に対する啓蒙普及を進めてきたが、第2次支線水路の整備は農民に委ねられており、その整備が遅々として進んでいない状況にある。また、灌漑用水確保のため、地下水の過剰揚水が行われ、各井戸の地下水位が年々低下する現象にある。オアシスは、極めて緩慢な循環システムの中で函養、流動及び湧出の微妙なバランスを保ちながら存続してきた背景があるが、過剰揚水はこれを崩す危険がある。現状のままでは、灌漑効率が悪いと、農民は必要以上の灌漑を行い、これが土壌中の塩分集積を加速させ、営農上大きな課題となっている。

このため、有限である地下水の有効利用を図ることにより、地下水の保全、土壌内への塩分集積対策を図る観点から、チュニジア国にとって、第2次支線水路の改築を中心としたオアシスの灌漑施設の整備は緊急の課題となっている。

このような課題から、チュニジア国政府は、南部地域に点在するオアシスの灌漑用水の節約を図るため、1993年11月、我が国に対し、灌漑施設の整備計画の策定に係る技術協力を要請してきた

ものである。

同要請には、F/SからD/D及び技術的アシスタンス（事業実施）に至る広範な内容となっていたこと、さらに、チュニジア国においては、我が国の農業開発協力の実績がなかったことから、我が国政府は、国際協力事業団を通じ、1994年4月9日から23日までの15日間に渡り、下記を目的とした事前調査団（予備）を派遣した。

- (1)要請の背景・内容の把握
- (2)現地踏査などによる調査対象地域の概況把握
- (3)実現可能な要請内容への再編成
- (4)先方実施機関の受入体制の把握
- (5)協議議事録(M/M)の作成・署名
- (6)関連資料・情報等の整備状況及び所在の把握

1. 2 調査団の構成

団長	江頭 輝	農林水産省 構造改善局 建設部 設計課 首席農業土木専門官
灌漑排水	米山 元紹	農林水産省 構造改善局 建設部 設計課 課長補佐
地下水	永田 聡	農林水産省 中国四国農政局 計画部 資源課 地質官
半乾燥地農業	若松 寛	農林水産省 九州農政局 計画部 資源課 課長補佐
環境／灌漑施設	田村 文雄	中央開発（株）海外事業部・理事・プロジェクト実施室長
調査企画	小賀 正樹	国際協力事業団 農林水産開発調査部 農業開発調査課
通訳	安上 和夫	（財）日本国際協力センター研修監理員

1. 3 調査日程

日程	月日	曜日	事前調査団（予備）	
			調査日程	調査内容
1	4/9	土	移動	東京12：25-JL411→17：20アムステルダム
2	10	日	移動	アムステルダム10：45-KL109→12：35チューニス
3	11	月	関係機関表敬及び挨拶	計画地域開発省地域開発総局、農業省農業土木総局及びJICA事務所打ち合せ及び大使館表敬
4	12	火	現地踏査	ガベスCRDA打ち合せ、オアシス調査
5	13	水	現地踏査	ケビリCRDA打ち合せ、オアシス調査
6	14	木	現地踏査	ガフサCRDA打ち合せ、オアシス調査
7	15	金	団内打ち合せ	農業省農業土木総局資料収集及び団内打ち合せ
8	16	土	資料収集	
9	17	日	資料整理	
10	18	月	M/M協議資料収集	M/M協議及び農業省農業土木総局、国際協力課、外務省、国際協力省及び計画地域開発省において資料収集
11	19	火	M/M協議	
12	20	水	M/M署名大使館報告	M/M署名、農業省次官表敬、大使館報告
13	21	木		チューニス10：40-AF8801→14：10パリ
14	22	金	移動	パリ20：15-JL406→15：05東京
15	23	土		

日程	月日	曜日	環境 / 灌漑施設担当	
			調査日程	調査内容
13	21	木	補足調査	環境省、農業省打ち合せ
14	22	金	補足調査	環境省、農業省打ち合せ
15	23	土	補足調査	農業省農業土木総局打ち合せ
16	24	日	補足調査	資料整理
17	25	月	補足調査	農業省農業土木総局、水資源総局打ち合せ、大使館報告
18	26	火	移動	チューニス16：55-AF8835→20：20パリ
19	27	水	移動	パリ20：15-JL406→15：05東京
20	28	木	移動	

1. 4 面会者リスト

(1) 計画地域開発省 ; Ministère du Planning et du Développement Régional

M. MASMOUDI Zouhair	Directeur General
M. GHANNOUCHI Nouredin	Sous Directeur General
M. BEN SALAH Mohamed	Directeur

(2) 農業省 ; Ministère de l'Agriculture

M. HORCHANI Ameer	Secrétaire d'Etat
M. HAMDANE Abdelkader	Directeur General, Direction Gnerale du Genie Rural
Mme. BOUTITI Raqya	Directeur, -do.-
M. BELHAJ JRAD Kamel	Sous Directeur, -do.-
Mme. GHARBI Najet	Chef Service, -do.-
Mme. LARBI Fatma	Charge de mission et de la Cooperation Internationale
M. LASSOUED Mohamed	Cooperation Internationale
M. MOHAMED Bacha	Directeur General, Direction Generale des Ressources en Eau
M. MAMOU Ahmed	Directeur dewe Eaux Souterraines

(3) 外務省 ; Ministère des Affaires Etrangères

Mlle. BEN HAMIDA Zohra	Chef Division Japon
------------------------	---------------------

(4) 国際協力・海外投資省 ; Ministère de la Cooperation Internationale et de l'Investissement Exterieur

M. KAMMOUN Khelil	Counseiller des Services Publics
-------------------	----------------------------------

(5) 環境・国土保全省 ; Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire

Mme. BELKHIR Zeiueb	Sous Directeur de la Conservation de la Nature
---------------------	--

(6) 農業省 地方農業開発部 ; CRDA, Commissariat Regionaux au Developpement Agricole

M. LAMINE BEN Toumia CRDA-Gabes

M. BEN MARZOUK Mabrouk

M. OMRANI Abdellah

M. AMARKILAU Ftirich

M. RIDHA Abdallah CRDA-Kebili

M. LIMAM Lazhari

M. HAJJI Mosbah

M. TOUIL Houcine

M. ZNAZEN Salah CRDA-Gafsa

M. HABOULA Abdelhafidh

(7) A.I.C-Gafsa, Associations d'Interet Collectif-Gafsa

M. ABDERRAHMEN Mandhour President

(8) IRA, Arid Regions Institute

M. BELKADHI

M. KADRI

M. HADDAD

(9) 日本国大使館

原島秀毅

大使

伊藤賢徳

三等書記官

高島佳之

三等書記官 (技術協力担当)

(10) 国際協力事業団テュニジア事務所

朝日紀樹

所長

第2章 調査対象地域の現況

2.1 位置

チュニジア国は北アフリカのほぼ中央に位置し、地中海に面し、東はリビア、西はアルジェリアに接している。国土面積は163,600㎓で、南部地方（6県）はその約60%を占めている。南部6県の内、本案件の調査対象地域はガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベスの4県で、その総面積は44,000㎓である。南部地方には砂漠、塩湖等がかなり広い面積を占めており、人間の生活出来る面積は限られている。

2.2 気候

チュニジア国は北部が地中海性気候帯、南部が砂漠気候帯に属し、その中間がステップ気候帯となっている。北部では年間400mm以上の降水量があるが、南部の砂漠地帯では50mm以下で、ステップ地帯では100～200mmの年降水量である。

一般的に1年を夏期と冬期に大別でき、6～10月を夏期、11～5月を冬期としている。夏期の気温は平均で30℃前後であるが、最高気温は40℃まで上昇する。冬期は平均で15℃前後で、最低気温は5℃前後まで下がる。

チュニジア国の首都テュニスの年間平均気温は17℃、降雨量は503.5mmであり、典型的な地中海性気候である。しかし、今回の調査対象地域はステップ気候に属し、雨は少なく、気温は昼夜の日格差が大きく、また、夏場の日中の気温は45℃以上になることもある。

調査対象地域であるガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベスの4県の気温は表2.2.1の通りであり年平均気温はガフサ及びガベスが18.8℃、19.6℃、一方、トゥズール及びケビリで21.5℃、21.3℃と20℃を超えている。

年間降雨量についてはガフサ174.3mm、トゥズール86.9mm、ケビリ73.6mm、ガベス212.8mmとなっており、特にトゥズール、ケビリは年間降水量100mm以下で気温も同県については調査対象地域の中で高くなっている。

なお、チュニジアの夏は6月から10月までの5ヵ月間を言い、冬期は11月から5月までの7ヵ月となっている。

表2. 2. 1 南部地方の主要都市における降水量と気温

項目	都市	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年計
降水量 (mm)	ガフサ	12.7	18.9	24.6	12.0	11.5	8.0	1.1	8.7	16.6	21.2	15.5	23.5	174.3
	トゥズール	8.3	9.3	9.6	8.3	8.5	2.5	0.1	1.3	9.9	7.8	10.6	10.7	86.9
	ケビリ	7.3	0.0	3.6	0.1	3.4	5.4	0.0	1.5	4.4	0.3	19.3	27.3	73.6
	ガベス	16.4	21.5	23.7	12.0	6.2	3.7	1.0	0.7	17.6	42.1	29.5	38.4	212.8
	チュニス	63.4	57.6	50.8	47.9	26.8	14.5	3.8	8.5	37.2	77.7	64.5	50.7	503.5
平均 気温 (°C)	ガフサ	9.3	11.0	13.5	17.0	21.6	26.3	29.1	29.0	25.1	19.7	13.8	10.2	18.8
	トゥズール	11.4	13.5	16.2	20.0	24.5	29.4	32.1	32.0	28.2	22.3	16.2	12.2	21.5
	ケビリ	10.7	13.0	16.9	20.4	24.6	27.5	31.3	31.9	27.8	22.9	17.0	11.8	21.3
	ガベス	12.0	13.3	15.0	17.6	20.7	24.1	25.5	27.5	25.6	21.5	16.6	13.1	19.6
	チュニス	11.1	11.6	13.3	15.1	18.9	22.8	25.8	26.3	23.8	19.6	15.4	12.2	17.9
最高 気温 (°C)	ガフサ	14.9	16.9	19.6	23.6	28.6	33.9	37.0	36.4	31.7	25.6	19.6	15.6	25.3
	トゥズール	15.5	19.1	22.2	26.3	31.2	36.4	39.2	38.9	34.3	27.9	21.6	17.4	27.6
	ケビリ	16.3	18.8	23.7	27.5	32.1	34.5	39.0	39.3	34.4	29.4	23.2	17.7	28.0
	ガベス	16.5	18.2	19.5	21.8	24.5	27.5	30.6	31.5	29.6	25.8	21.2	17.6	23.7
	最低 気温 (°C)	ガフサ	3.8	5.2	7.4	10.4	14.5	18.7	21.2	21.5	18.6	13.8	8.0	4.7
トゥズール	6.2	7.9	10.2	13.7	17.9	22.4	24.9	25.1	22.0	16.7	10.9	7.0	15.4	
ケビリ	5.0	7.1	10.1	13.4	17.2	20.5	23.6	24.6	21.2	16.5	10.7	6.0	14.7	
ガベス	7.4	8.4	10.3	13.4	16.9	20.8	22.7	23.8	21.7	17.3	12.0	8.6	18.3	

資料：チュニジア国農業省（1979 - 1989の平均）及び理科年表

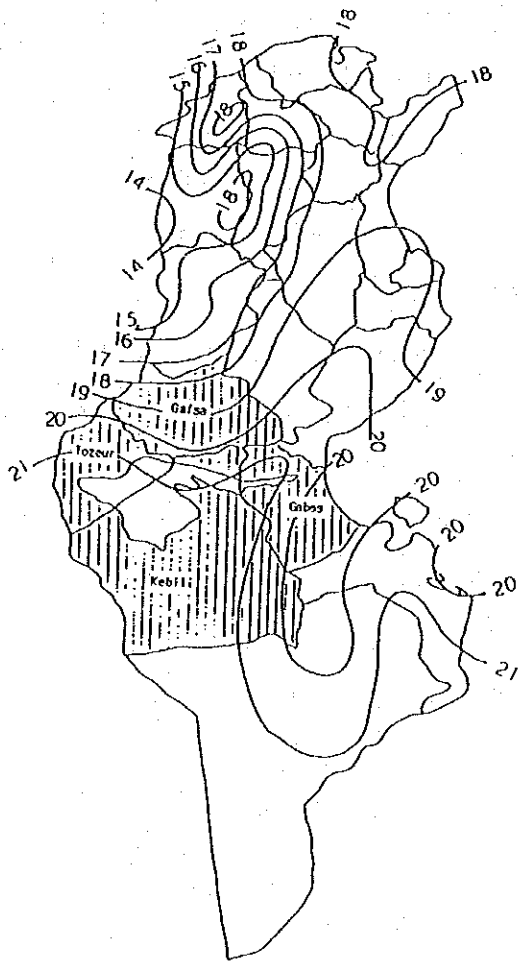


図2. 2. 1 気温分布図

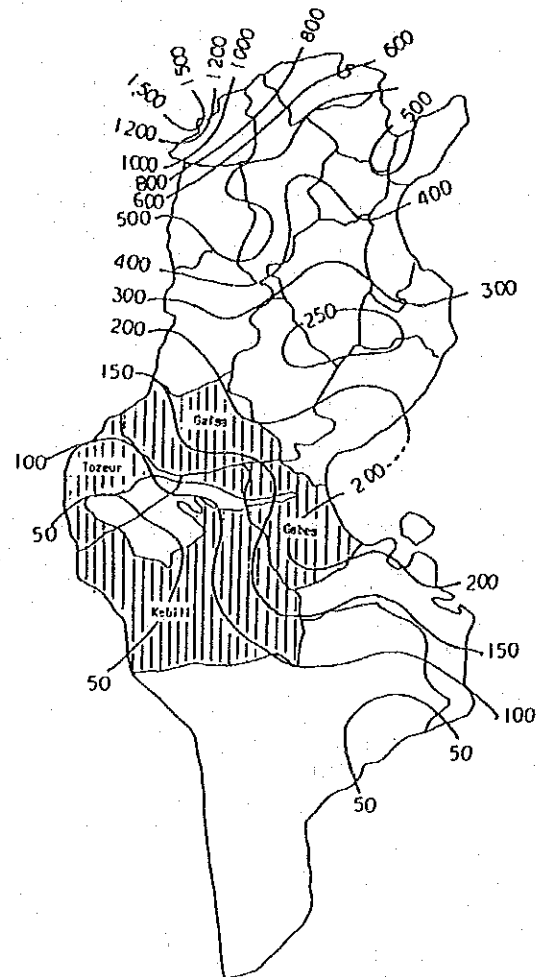


図2. 2. 2 雨量分布図

2.3 社会経済状況

チュニジア国の人口は1984年の国勢調査では6,966千人であったが、1992年の人口は8,400千人と推定されている。今年(1994年)には国勢調査の実施が予定されている。人口の分布状況は北高南低で、チュニスでは2,800人/㎢と非常に高い。また北部では300~400人/㎢、南部では3~35人/㎢程度となっている。

調査対象地域(南部4県)の人口は1989年の資料によれば約726千人で全国の総人口の9%を占めていることからみると、1992年では約75万人と推定される。人口増加率は1982~1991年の間の全国平均は2.2%である。

チュニジアは地中海の要衝に位置しているため、古くから開け、多くの王朝の栄枯盛衰があり、また、人種の移動もあった。現在の人種構成は南部に有史以前からの先住民族であるベルベル系住民が残っているものの、1%とわずかであり、アラブ人が98%を占め、残りはヨーロッパ系の人種である。イスラム教が国教となっており国民の98%はイスラム教徒でアラビヤ語を使用している。

チュニジア国は天然資源としては世界的に有名な燐鉱石を産出するほか、石油、鉄鉱石、鉛、亜鉛なども産出するが、資源に恵まれたと言うほどのことはなく、また、それに伴う産業も発達していない。産業の主体は農業分野となっている。

調査対象地域の中ではガフサ県では、燐鉱石を産出してはいるものの、オアシス地帯での基幹産業は農業である。

表2.3.1 社会経済指標

	1973	1980	1988	1989	1990
GDP比(%)					
ネット間接税	13.6	13.5	21.7	11.4	11.6
農業	19.7	14.1	11.8	12.3	14.5
鉱工業	21.3	31.1	28.3	29.0	28.2
製造業	9.3	11.8	14.0	14.5	14.9
サービス	45.3	41.3	47.2	47.3	45.7
輸出	26.1	40.2	42.2	44.6	42.6
輸入	28.5	45.6	41.8	48.7	49.3
債務額(百万米ドル)					
長期債務		3,391	6,117	6,214	6,903
公的債務		1,961	4,244	4,533	5,339
民間債務		1,249	1,638	1,456	1,376
民間無担保債		180	235	225	188
社会指標					
一人当りGNP(90年)	: US\$1,488				
人口(89年)	: 790万人				
人口増加率	: 2.6 (1973-80) 2.4 (1980-90)				

資料：国際協力推進協会 チュニジアの経済社会の現状(世界銀行)

2. 4 半乾燥地農業

(1) テュニジアにおける半乾燥地農業の概要

チュニジア国は国土のほぼ南半分はステップ地帯から乾燥した砂漠地帯、北半分はオリーブ等の果樹生産が可能な豊かな農村地帯が広がっている。特に北西部地帯は700mm以上と適度な降雨に恵まれて、麦類を中心とした穀類の生産も盛んである。

しかし、中央部は、降雨量が200mm前後と少ないことから草原地帯となっており牛や羊が多く飼われている。

南部の海岸地域はステップ地帯でオリーブを中心とした果樹が多く、樹園地の林床は麦や羊の放牧等に利用されている。

また、南部の内陸部も同じくステップ地帯で大小様々なオアシスが存在し、ナツメヤシを中心とする樹園地となっている。

今回の調査対象地域であるオアシスにおける主な作物はナツメヤシであり、その林床には野菜、飼料作物なども多く作付され、水利用は伝統的な水盤灌漑方式により行われている。さらに、ナツメヤシと林床の間を利用するためイチジク及びサクロ等の中低木が植生され空間をフルに活用した階層式オアシス農業が行われている。

(2) 農業人口

チュニジア国の農業人口は80年でみると全労働人口の1/3を占める主要産業となっている。しかし、近年確実に農業労働者の他部門への流出が生じており、農業人口は80年に対し90年には4.2%減少した。また、全労働人口に占める農業人口の割合は80年に35%であったものが90年には24.3%とそのシェアが低くなっている。

表2. 4. 1 労働人口に占める農業人口の割合 (単位: 1000人、%)

		1980	1985	1990	1990/1980	
労働人口	全労働人口	1,953	2,312	2,698	138.1	
	内農業	実数	684	673	655	95.8
		割合	35.0	29.1	24.3	

資料: Production, Yearbook1990FAO

注: 1980年から1990年にかけての全労働人口の増加については原因を明かにする必要あり。

(3) 農家数

チュニジア国における農家の経営規模は全国平均では比較的大きく、2ha以上の農家が80%以上を占める。しかし、調査対象地域におけるオアシスの農家の経営規模は小さく0.

3 ha から 0.5 ha と零細である。

表 2. 4. 2 テュニジア国の経営規模別農家数

経営規模	Propiete 地主	Location 借地	Association 組合	その他	計
1 ha以下	46,650	990	-	280	47,920
1~2 ha	34,300	190	330	660	35,480
2~5 ha	83,070	2,100	3,810	1,720	90,700
5~10 ha	75,940	3,120	3,700	3,340	86,100
10~20 ha	59,940	2,250	3,910	3,230	69,330
20~50 ha	34,900	3,090	1,390	1,290	40,670
50~100 ha	7,870	990	660	310	9,830
100 ha以上	4,440	860	690	380	6,370
total (構成費)	347,110 (89.0%)	13,590 (3.5%)	14,490 (3.7%)	11,210 (2.9%)	386,400 (100.0%)

資料：ENQUETE AGRICOLE DE BASE 1989

(4)土地状況

チュニジアの国土面積は16,360千haであり、その内の52.8%に当たる8,641千haが農林地面積である。農林地面積の内訳は右図の通りであり耕地は4,861千haで56.3%、森林は676千haで7.8%、その他牧草地等が3,103千haで35.9%となっている。なお、国土面積に占める耕地面積は約30%である。

また、今回の調査対象地域であるガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベス4県の農林地面積は1,720千haで、その内訳は耕地433千ha(25.2%)、森林3千ha(0.2%)、牧草地等1,283千ha(74.6%)で南部の過酷な自然条件により耕地面積、森林面積が少なく、逆に牧草地等の面積が大半を占めている。

耕地の利用状況は全国的には83.6%が利用され休閑地は16.4%であるのに対し、調査対象地域である南部4県では32.6%が休閑地となっている。これらの要因については今回の調査で詳しい情報を得ることは出来なかったが、天候不順等による農業の不安定、さらには医療、教育等の遅れから過疎化が進行しており、これらが原因の一つとも考えられる。

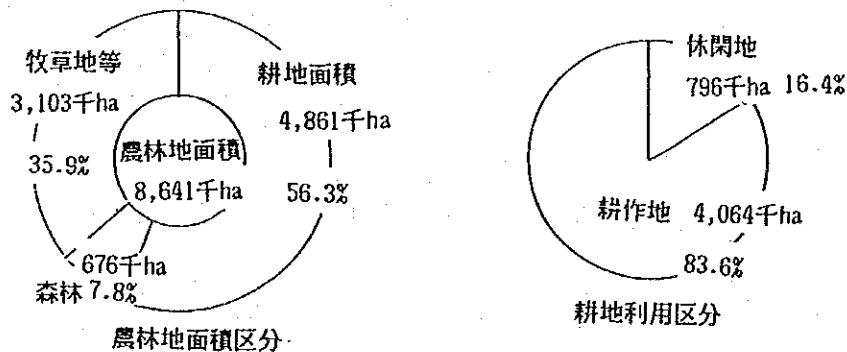


図 2. 4. 1 農林地の利用状況 (全国)

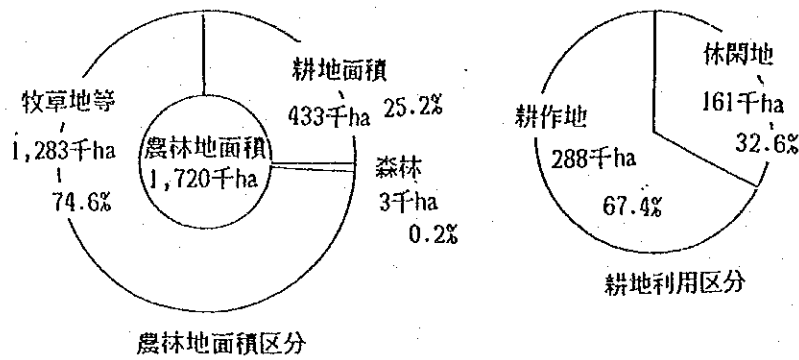


図2. 4. 2 農林地の利用状況 (ガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベス4県)

表2. 4. 3 農林地面積 (単位: ha)

地域区分	耕地			森林	その他	合計	
	作付地	休閑地	計				
チュニジア	4,064,780 (47.0%)	796,740 (9.2%)	4,861,520 (56.3%)	676,360 (7.8%)	3,103,330 (35.9%)	8,641,210 (100.0%)	
調査対象地域	ガフサ	165,700	65,800	231,500	1,400	259,000	491,900
	トゥズール	7,720	5,970	13,690	-	310,710	324,400
	ケビリ	7,600	22,400	30,000	-	330,000	360,000
	ガベス	107,400	51,010	158,410	1,340	384,000	543,750
	計	288,420 (16.8%)	145,180 (8.4%)	433,600 (25.2%)	2,740 (0.2%)	1,283,710 (74.6%)	1,720,050 (100.0%)

資料: Resultats DeL' Enquete Suiivi DE La Campagne Agricole 1992-1993

(5) 農業生産の概要

1) 農業生産の動向

チュニジア国の主要農産物は小麦、大麦を中心とする穀物、オリーブ、柑橘、野菜等であり、中でもオリーブは紀元前5世紀のカルタゴ時代から栽培されていたもので主にオリーブ油に加工され同国の主要輸出品目の一つになっている。1991年におけるオリーブ油輸出額は262.8百万チュニジアディナールで輸出総額の8.3%にあたる。

下表は近年の農産物の生産動向を示すものであるが、穀物の生産量については年毎の変動が著しい。これは同国の農業が依然として天候に左右されていることを意味する。

2) 作物の作付状況

ア) 穀類関係

小麦、大麦を中心とする穀物はチュニジア国における主要農産物の一つであり国土全体の約1割にあたる面積に作付されている。

しかし、干ばつ等の天候に大きく影響され毎年の収量は安定していない。これらの穀物は南部地域にも作付されており、南部調査地域4県の穀物作付状況は下表の通りである。

表2. 4. 4 農業生産動向

(単位: 1,000トン)

作物名	1986	1987	1988	1989	1990	1991
小麦	474	1,360	225	420	1,122	1,786
大麦	158	570	68	215	511	765
オリーブ油	105	114	95	54	130	165
柑橘果実	252	250	230	260	237	226
トマト	418	458	420	440	530	650
ジャガイモ	170	188	180	180	217	220
ワイン	39	41	28	22	26	35
食用ブドウ	50	55	58	55	40	64
ナツメヤシ	65	61	70	75	81	75
サトウダイコン	203	303	267	229	289	210

資料: Statistiques Financieres Banque Centrale De Tunisie
(Country Profile: Tunisia 1992-93)

表2. 4. 5 穀物作付状況

(単位: ha)

地域区分	硬質小麦	軟質小麦	大麦	その他穀物	計	
チュニジア	909,000	177,500	563,700	29,500	1,679,700	
調査対象地域	ガフサ	49,000	6,300	13,800	-	69,100
	トゥズール	-	-	-	-	-
	ケビリ	-	-	-	-	-
	ガベス	13,300	2,700	14,400	-	30,400
	計	62,300 (6.9%)	9,000 (5.1%)	28,200 (5.0%)	-	99,500 (5.9%)

資料: Resultats DeL' Enquete Suivi DE La Campagne Agricole 1992-1993

イ) 豆類関係

豆類としてはそら豆、えんどう豆、エジプト豆等が作付されているが、各オアシスにより栽培されている豆類の種類も異なる。

表2. 4. 6 豆類関係

(単位: ha)

地域区分	そら豆	えんどう	エジプト豆	その他	計	
チュニジア	55,710	10,220	39,560	14,690	120,180	
調査対象地域	ガフサ	570	-	-	1,430	2,000
	トゥズール	120	-	-	-	120
	ケビリ	-	-	-	-	-
	ガベス	390	980	190	970	2,530
	計	1,080 (1.9%)	980 (9.6%)	190 (0.5%)	2,400 (16.3%)	4,650 (16.3%)

資料: Resultats DeL' Enquete Suivi DE La Campagne Agricole 1992-1993

ウ) 野菜類関係

野菜は気候的に恵まれた北部及び中部地域で、国内全生産量の90%以上が生産されている。特にトマト、ジャガイモについては北部地域が中心となり、メロン、スイ

カは中部地域が中心となっている。

今回の調査対象地域ではナツメヤシの林床を利用した野菜栽培が行われている。

また、調査対象地域においてビニールハウスによる野菜生産地も所々に見ることができた。これは、野菜の端境期である冬場の野菜栽培を行っているもので、夏場の生産に対し4～5倍の売上額があると現地で農家の声を聞くことができた。

表2. 4. 7 野菜の作付面積 (単位: ha)

地域区分	トマト	ピーマン	ジャガイモ	タマネギ	グリーンピース	その他野菜	計	
チュニジア	20,610	20,490	14,190	10,380	19,750	29,440	150,120	
調査対象地域	ガフサ	390	130	50	160	-	850	2,060
	トゥズール	40	120	-	80	-	180	490
	ケビリ	-	-	-	-	-	-	-
	ガベス	200	400	-	820	110	1,360	5,790
計	630 (3.1%)	650 (3.2%)	50 (0.4%)	1,060 (10.2%)	110 (0.6%)	2,390 (8.1%)	8,340 (5.6%)	

資料: Resultats DeL' Enquete Suivi DE La Campagne Agricole 1992-1993

主要野菜の生産量は、調査対象地域においても各地域でかなり単位収量に違いがあることが分かる。これらの原因が土壌や気候等自然条件に影響を受けるものなのか、また、技術的問題があるのかについては今回の調査では解明できなかった。

何れにしても、オアシス農業の経済的評価を行うには、作物の生産性を現在の技術でどこまで見込めるのかの検討が必要である。

表2. 4. 8 主要野菜の生産量

地域区分	項目	トマト	ピーマン	タマネギ	メロン、スイカ	
チュニジア	作付面積(ha)	20,610	20,490	10,380	35,260	
	10アール当たり収量(kg)	2,195	929	2,215	1,004	
	収量(t)	452,340	169,760	229,905	353,865	
調査対象地域	ガフサ	作付面積(ha)	390	130	160	480
		10アール当たり収量(kg)	208	762	394	365
		収量(t)	810	990	630	1,750
調査対象地域	トゥズール	作付面積(ha)	40	120	80	70
		10アール当たり収量(kg)	1,125	400	800	1,000
		収量(t)	450	480	640	700
調査対象地域	ケビリ	作付面積(ha)	-	-	-	-
		10アール当たり収量(kg)	-	-	-	-
		収量(t)	-	-	-	-
調査対象地域	ガベス	作付面積(ha)	200	400	820	2,900
		10アール当たり収量(kg)	3,000	1,500	3,280	900
		収量(t)	6,000	6,000	26,895	26,090

資料: Resultats DeL' Enquete Suivi DE La Campagne Agricole 1992-1993

エ) 果樹関係

南部地域4県の果樹植栽面積は全国の8.2%であり、主な果樹としてはオリーブ、アーモンドが全国の5~6%、南部の代表作物であるナツメヤシは、この4県で90%以上が作付されている。また、ナツメヤシの林床にはイチジク、ザクロ、野菜、飼料作物等多くの作物が混作されている。

表2. 4. 9 果樹植栽面積

地域区分	オリーブ	アーモンド	すもも	りんご なし	もも	あんず	オリーブ アーモンド	その他 混作	計	
チュニジア	1,278,230	167,220	14,160	30,890	10,490	6,250	205,320	252,660	1,965,220	
調査対象地域	ガフサ	38,700	5,100	-	-	-	150	9,420	19,660	73,030
	トゥズール	-	-	-	-	-	-	-	7,670	7,670
	ケピリ	-	-	-	-	-	-	-	7,600	7,600
	ガベス	26,220	4,510	-	120	60	60	1,600	40,720	73,290
	計	64,920 (5.1%)	9,610 (5.7%)	- (0.0%)	120 (0.4%)	60 (0.6%)	210 (3.4%)	11,020 (5.4%)	75,650 (29.9%)	161,590 (8.2%)

(6) 灌漑の状況

ア) 作物別灌漑面積

チュニジア国及び調査対象地域4県の灌漑農地面積は下表の通りであり全国的には果樹の灌漑が最も多く、次いで野菜となっている。特に調査対象地域についてはナツメヤシを中心とする果樹の灌漑面積が最も多い。

表2. 4. 10 作物別灌漑面積 (単位: ha)

地域区分	野菜	穀類	飼料	豆類	果樹	
チュニジア	108,030	33,500	23,260	1,360	130,300	
調査対象地域	ガフサ	850	-	130	70	8,780 (内ナツメヤシ 0)
	トゥズール	490	-	350	120	7,670 (7,670)
	ケピリ	-	-	-	-	7,460 (7,460)
	ガベス	4,520	-	2,850	180	7,330 (900)
	計	5,860	-	3,330	370	31,240 (16,030)

資料: Resultats DeL' Enquete Suivi DE La Campagne Agricole 1992-1993

イ) 野菜

調査対象地域4県における野菜の灌漑面積は下表の通りであり、メロン、スイカが最も多く、次いでタマネギ、ピーマン、トマトとなっている。その他ニンジン、ダイコン、ネギ、赤キャベツ等多くの野菜類がナツメヤシの林床で栽培されている。

ウ) 果樹

調査対象地域4県における灌漑面積の大部分は南部地域の代表作物であるナツメヤシである。特にこのナツメヤシは南部のトゥズール、ケビリ及びガベスの3県を中心に栽培されており、その面積もチュニジア国の98%を占める。

表2. 4. 1 1 野菜の灌漑面積 (単位: ha)

地域区分	ジャガイモ	トマト	ピーマン	グリーンピース	タマネギ	メロンスイカ	その他野菜	計
チュニジア	13,940	20,060	19,900	2,850	8,640	15,830	26,810	108,030
調査対象地域	ガフサ	90	130	-	60	370	200	850
	トゥズール	40	120	-	80	70	180	490
	ケビリ	-	-	-	-	-	-	-
	ガベス	200	400	-	820	900	2,200	4,520
	計	-	330	650	-	960	1,340	2,580

資料: Resultats DeL' Enquete Suivi DE La Campagne Agricole 1992-1993

表2. 4. 1 2 果樹園灌漑面積 (単位: ha)

地域区分	ナツメヤシ	オリーブ	アーモンド	すもも	りんごなし	もも	あんず	その他	計
チュニジア	16,370	18,460	740	13,570	3,480	3,480	3,480	50,220	130,300
調査対象地域	ガフサ	3,290	680	-	-	-	520	4,290	8,780
	トゥズール	7,640	-	-	-	-	-	-	7,670
	ケビリ	7,450	-	-	-	-	-	-	7,460
	ガベス	900	-	-	-	60	-	6,370	7,330
	計	16,030	3,290	680	-	60	-	520	10,660

資料: Resultats DeL' Enquete Suivi DE La Campagne Agricole 1992-1993

(7)流通

オリーブ及びナツメヤシ等主要農作物については、しっかりした流通システムが確認されているが、一般青果物については、そのほとんどが域内消費で県内の小さな市場を通じて消費されているが、流通システムは今回の調査では明らかにできなかった。

ア) ナツメヤシ

オアシスにおけるナツメヤシの流通は国内消費用及び輸出用の2通りの流通に分かれる。国内消費に回されるナツメヤシは全体の45%、輸出用は21%で、その他は地域内での消費または家畜飼料用等である。特に、輸出用にあつては食品梱包者の手によりその半分程度は包装され、また残りは自然状態で輸出される。国内消費についても包装は1/4でその他は自然状態で消費される。

なお、収穫については、そのほとんどが収穫業者により行なわれている。ナツメヤシは涼しい所におけば10カ月程度は保存できるといわれているが、農家は零細農家が多

く保存するための施設等を持ち合わせていない。このことは、生産物の取引において生産者はきわめて不利な立場にあり、そのため農業省では、できるだけ農家が組織化を図ることを奨励している。その成果が実り現在温室野菜等の農家では生産組合が育ちつつあり、ナツメヤシの流通にも政府は期待をかけている。

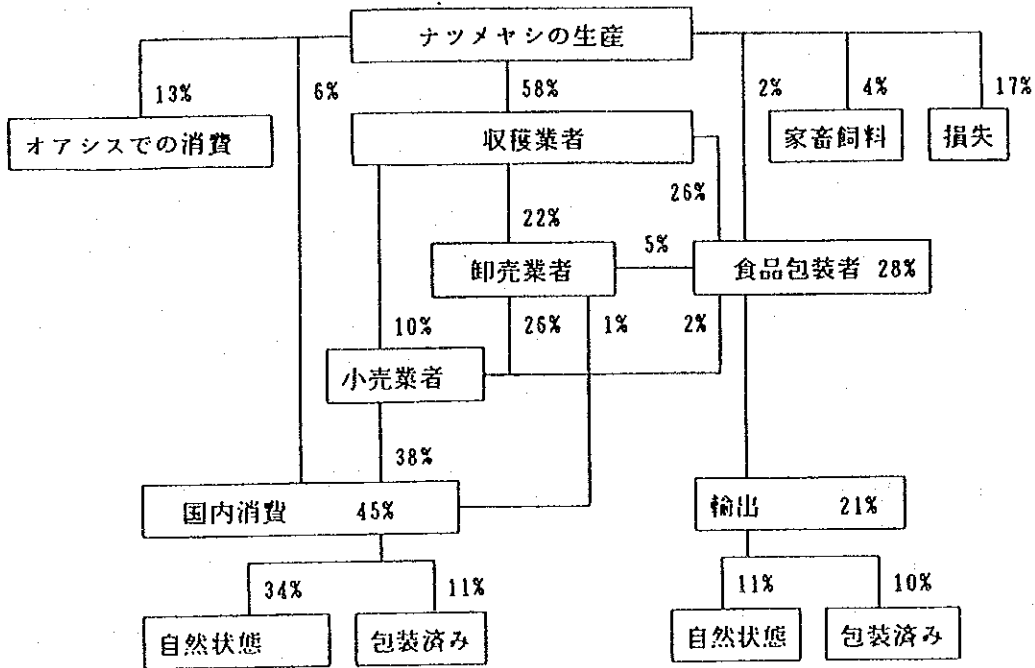


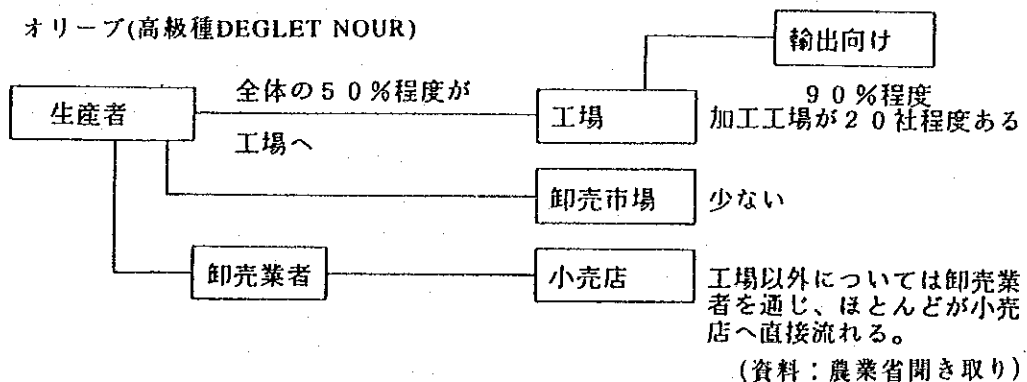
図 2. 4. 3 ナツメヤシの販売経路図

注：数値は生産高に占める割合
資料：農業省資料

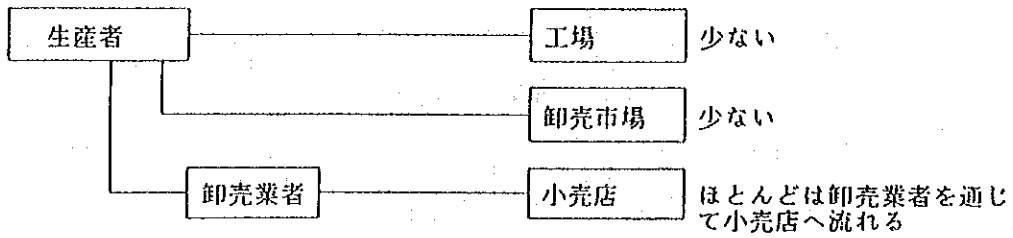
イ) オリーブ

オリーブの流通は大きく2つに分けられる。一つは高級種の流通である。この種類は実が大きく全体の半分程度は輸出用に加工されて、残りは国内の小売店へと流れている。

普通種については、食用または油用として下図の様な取引が行われている。



オリーブ(普通種DATTE COMMUNE)

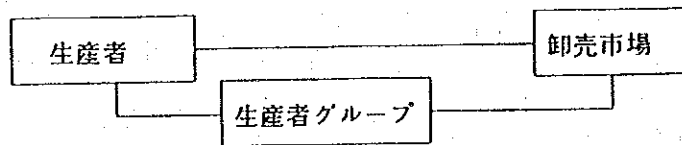


(資料：農業省聞き取り)

図2. 4. 4 オリーブの流通

ウ) ジャガイモ

ジャガイモの流通は下図の通り生産者が直接市場に持ち込む場合もあれば、農家が生産者グループを組織し市場に持ち込む場合もある。生産者グループ等による農家の組織化については国も力を入れつつある。



(資料：農業省聞き取り)

図2. 4. 5 ジャガイモの流通

エ) その他青果物

青果物を扱う市場は、国内に200ヶ所以上あるといわれ、地域で生産される青果物のほとんどは地域内で消費される。一部大消費地への流通があると思われるが、その実態は把握できなかった。

(8)作付体系

1) ナツメヤシの主要作業暦

・ 植付け (植替え) 時期	3月及び8月の2回
・ 根こぎ	一年中
・ 受粉	2月～5月
・ 房つり下げ	5月～7月
・ 収穫	8月

2) その他作物の作付体系

作目/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
えんどう豆												
いんげん豆												
そら豆												
じゃがいも												
たまねぎ												
にんじん												
とうがらし												
かぼちゃ												
大麦												

(9) オアシス調査

オアシス調査は、農業統計調査として、主に、ナツメヤシの年間生産量の推定等を目的として、1976年以来毎年実施されている。

1992年度の調査は、トゥズール、ガベス、ケビリ3県のオアシス21,400haを対象として調査が実施されている。なお、ガフサ県の調査は実施されていない。

表2. 4. 13 ナツメヤシの栽培面積

(単位: ha)

県名	伝統的オアシス	近代的オアシス		計	率(%)
		私的	組織的		
トゥズール	3,320	3,170	1,410	7,900	37
ガベス	6,050	-	-	6,050	28
ケビリ	3,570	3,330	560	7,460	35
計	12,940	6,500	1,970	21,410	100
率(%)	61	30	9	100	

資料: 農業省資料

(注) ① 近代的オアシスは、設備が近代化された規則的な耕地。

② 私的近代オアシスは、平均5haを越えない程度の規模の私的オアシス。

③ 組織的近代オアシスは、平均30haを越えるような大規模なオアシス。

④ 調査方法は、農家よりの聞き取り及び調査員の観察。

なお、1992年時点におけるナツメヤシは、2,847千本であり、収穫量は、75,500tである。1991年と比較すると4,700tの減少となっている。

表2. 4. 14 ナツメヤシの本数と生産量

県名	本数(千本)	収穫高(t)	1本当り(kg/本)
トゥズール	1,333	28,500	30
ガベス	425	13,000	29
ケビリ	1,089	34,000	37
計	2,847	75,500	35

資料: 農業省資料

(注) ナツメヤシの約80%の木から収穫が得られるが、残りは幼木ないし老木である。従って、 $\text{収穫高 (t) / 本数 (千本)} = 1 \text{ 本当たり (kg/本)}$ となっていない。

ナツメヤシの品種は、Deglet Ennour種、Alligh種、その他の品種 (Autres Variete) であり、近代的オアシスでは、Deglet種が多く、伝統的オアシスでは、その他の品種が多いという特徴がある。

表2. 4. 15 オアシス別ナツメヤシの種数 (単位: 千本)

品 種	伝統的オアシス	近代的オアシス		計	率(%)
		私 的	組 織 的		
Deglet Ennour種	705	752	194	1,651	58
Alligh種	249	15	-	254	9
Autres Varietes種 (その他)	896	35	1	932	33
計	1,850	802	195	2,847	100
率(%)	65	28	7	100	

資料: 農業省資料

(10) オアシスでのナツメヤシの経営収支 (事例)

この経営収支事例はオアシスにおけるナツメヤシ園の中では比較的管理の行き届いた園の事例である。一般的には品種の組合せ、耕作条件ともにこの事例よりは劣るものと思われ、例えば品種においては在来種 (一般種) の占める割合が高くヤシ総数の80%を占める。

(11) オアシス農業の形態

南部オアシスに導入される作物はナツメヤシを基幹作物として、その林床には多くの果樹及び野菜類が作付されている。

作物の種類

(果樹関係) ナツメヤシ、オリーブ、ザクロ、イチジク等

(野菜関係) サラダナ、トマト、ピーマン、キュウリ、ニンジン、だいこん、パセリ、砂糖だいこん、ねぎ、赤キャベツ等

チュニジア国は全体的には大規模農業が展開されているにも関わらず、オアシスの農業はいたって零細であり、その規模も30アールから50アールと小規模経営の農家が多い。

また、オアシスでは歴史的に、合理的な土地利用及び空間の活用による階層式農業が行われており、樹高の高いナツメヤシは最上段に、イチジク、ザクロ等の中低木は中段に、そして野菜、飼料作物等については林床にと、空間を3段階に使い分けたオアシス農業が古くか

ら行われている。

しかし、新しく開発されたオアシスでは、ナツメヤシの樹高も低いことから階層式農業は行われていないという。

この階層式農業は限られたオアシス農地の効率的利用を図ると共に、農地の日陰面を多くつくり蒸発散量を抑えるという効果から節水対策にもつながるとされている。

水利用は伝統的な灌漑方法として水盤灌漑方式がとられている。この方法は圃場を1アールにも満たない多くの小区画に造成し、これに水を溜める方式で、オアシスではほとんどの農家がこの方法をとっている。

表2. 4. 16 ナツメヤシの経営収支
(1ha当り 単位: テュニジアデナール)

	品 種	本 数	生産量	単 価	収 益
生産額	Deglat Nour	100	4,500	0.80	3,600
	Alligh	100	6,500	0.25	1,625
	Communes (一般種)	100	8,000	0.15	6,425
	計	300	19,000		6,425
生産費	労働力	基 礎			費 用
	受粉	300本×2.2			660
	耕耘及び堆肥投入	3年に1回			86
	排水路維持	"			
	灌漑				360
	せんてい	300本×0.90			270
	房覆い	300本×1.80			540
	収穫	300本×2.50			750
	小計				2,734
	費用	資 材	基 礎		
堆肥		300本×0.45			135
化学肥料		300本×0.50			150
水					400
プラスチック製覆い		300本×0.50			150
小計				835	
計				3,569	
所 得					2,856

資料: 農業省資料

表2. 4. 17 ナツメヤシの収穫量 (事例) (1989年 Sodad)

ヤシ園	樹齡	1本当り収穫量(kg)	ha当り本数(本)	ha当り収量(t)
Sedada	15	30	87	2.61
Mrahlhour	16	8	100	0.80
Bahri	16	33	85	2.81
Salhia	17	41	65	2.67
Chottmessaid	19	43	96	4.14
Elhsay	21	34	97	3.29
Fattouma	23	27	180	4.85
Ouedkoucha	23	36	109	3.93
Dasis	73	29	176	5.09
Scat	63	40	95	3.78

資料: 農業省資料図2. 4. 6 野菜類等の作付体系

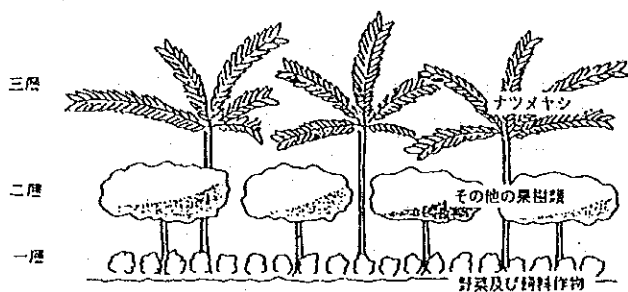


図 2. 4. 7 階層式オアシス農業概念図

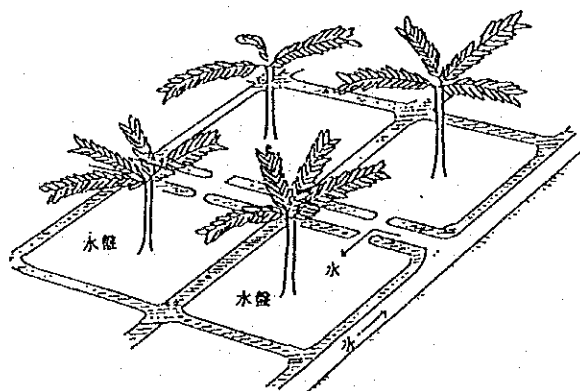


図 2. 4. 8 水盤灌漑概念図

(12) 農家の経営事例

1) ガベスの事例

ガベスはオアシスの中でも野菜、果樹の導入が多い地域であり、ナツメヤシの植栽は少ない。圃場は水盤灌漑を前提とした長方形で他のオアシスの正方形と対象的である。圃場の大きさは1区画1アール程度で、灌漑は圃場内にはりめぐらされた土水路により行われている。

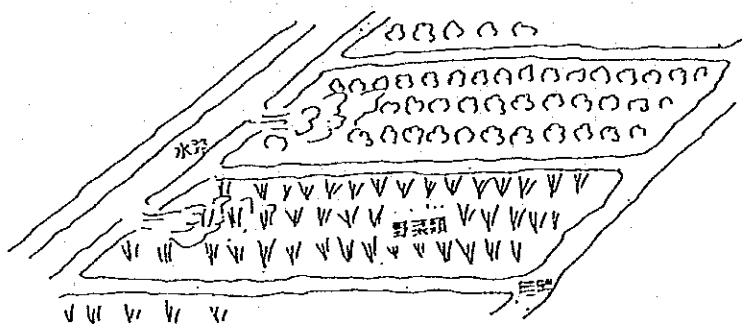


図 2. 4. 9 ガベスにおける水盤灌漑事例図

ア) 土地所有面積 25アール

イ) 導入作物

サラダ菜、ニンジン、だいこん、砂糖だいこん、パセリ、ねぎ、赤キャベツ等

(この地域では主として野菜の生産が行なわれている。)

ウ) 収益性 (農家当り)

○粗収益	10,000 T D
○生産費	2,500 T D
○所得	7,500 T D

エ) 末端水利用

- ・ 1月から4月の冬期は10から25日間隔で灌漑を実施。
- ・ 5月から8月の夏期は25日間隔で灌漑を実施。(夏場は十分な水利用ができず、結果的に25日に1回の間断日数(ナツメヤシ)となっている。(夏場の野菜については面積を調整することで水不足を補っている。))

オ) 水利費

1ha当り120TD (チュニジアダイナール)

カ) 灌漑水量

灌漑時間は10時間であり、1ha当り25ℓ/s、900トンで取水管理がなされている。実際灌漑に必要な水量が500トンということであるが、除塩のために400トンのかん水を余分に行っている。

2) ケピリの事例

ケピリはナツメヤシを中心とする地域であり、林床には特に目につく導入作物はなく、圃場によっては飼料作物程度が作付されている。圃場は水盤灌漑を前提とした正方形の圃場として畦畔により区切られている。灌漑に当たっては圃場内にはりめぐらされた土水路により行われる。

ア) 土地所有面積 50アール

イ) 導入作物 ナツメヤシ

ウ) 収益性

○粗収益	30,000TD
○生産費	7,000TD
○所得	23,000TD

- * この農家のナツメヤシは樹齢が若く、そのため現時点では所得は低い、安定時には所得が2倍程度になると想定される。

エ) 水利用は15日間断

オ) 水量割当は 20ℓ/s

冬期適当な雨もあり、水利用上の問題はあまり生じない。しかし、夏場は利用制限が生じている。

カ) 水利費については2つの料金方法がある。

- ・ 流量は設定されているので1時間あたり単価で支払う方法

・作付面積で支払う方法

当農家では面積当りで支払っており1ha当り160TDである。

3) ガフサの事例

(A地域)

ガフサはオリーブ、アーモンドを中心とする地域であるが、我々が訪れたオアシスでは、最も伝統的なオアシス農業が行われていた。つまり、ナツメヤシを中心とした階層式農業が行われており、樹高の高いナツメヤシを上段、イチジク、ザクロの様な樹種を中段、そして下段の林床には野菜(トマト、レタス、オニオン等)、飼料作物等が作付され空間を効率的に活用した営農が行われている。

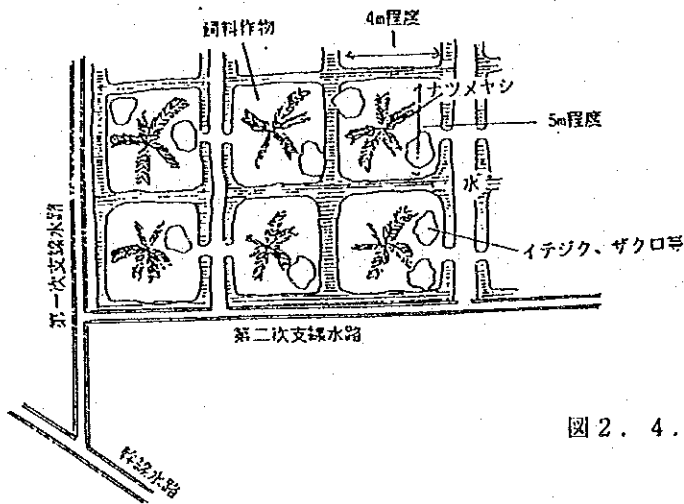


図2.4.10 ガフサにおける水盤灌漑事例

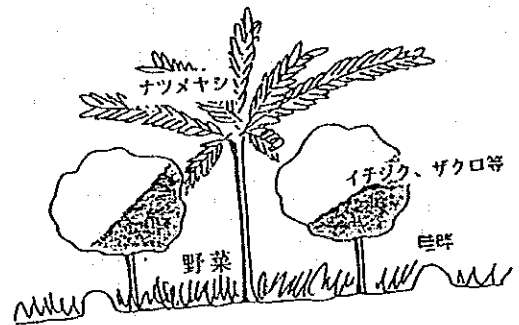


図2.4.11 ガフサにおける階層式農業事例

(B地域)

経営面積の比較的大きい農家で1戸で約5haを経営している。ここでは土地収益性を高めることに努力しておりオリーブを中心として床面にはねぎ、そらまめ、飼料作物等が作付されている。

さらに、農地の中にかんがりの面積を占める上水路内にもねぎ等の作付が行われ、効率的な土地利用が図られている。

また、この農家はハウス野菜を手掛けており、サラダナ、トマト、ピーマン、キュウリ等が作付されている。このハウスは主として冬期の端境期をねらった野菜栽培で夏場の経営と比べ4~5倍の所得が期待できるという。

冬期が端境期になる原因としては、昼夜の温度格差が大きいため露地栽培では栽培不

可能な作物が多いということである。

・水利用としては 夏場の野菜、飼料作物に対して週に一回

 ◦ 果樹については 15日に1回

 冬場の野菜については 10日に1回

 ◦ 果樹については 3週間に1回

・灌漑施設関係では一部第2次支線水路の整備が遅れており水路（土水路）の整備が行われれば現在の2倍もの水利用ができるとして第2次支線水路の整備に高い期待を持っている。

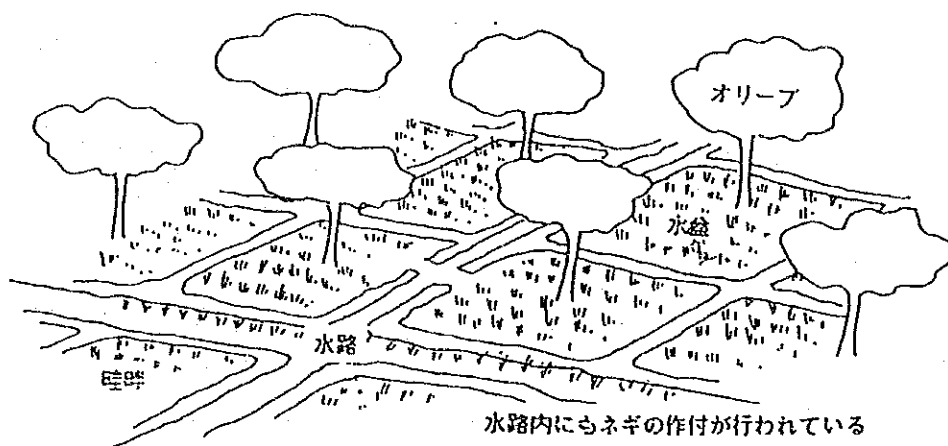


図2.4.12 ガフサにおける水盤灌漑事例

2. 5 地下水

(1) オアシスの現況

ガベス、ケビリ、トウズール及びガフサの4県を含む、いわゆるチュニジア国南部地域は年平均降水量が100~200mm以下の半乾燥地帯である。また本調査対象地域はサハラ砂漠の北線に位置し、広大な土漠が標高20~30mの高さで広がっている。その中央部低地は、塩湖であるジェリド塩湖により占められているが、雨季を除いて大部分干上がっていて、それに流入する河川のワジが数多く刻まれている。大小様々の規模を持つオアシスは、ちょうど土漠の中に島のように展開しており、それらが存在する唯一の可否は地下水の有無にかかっている。オアシスの歴史は数千年以上にさかのぼるとされているが、地下水の自然湧出によりナツメヤシ等が繁茂するかつての風景は、今日的には高度に発達した灌漑網により大きく変貌している。

人間の生産活動の進展に従って、井戸が盛んに掘られるようになり、得られた地下水によりオアシスがどんどん拡大して行く一方で、まったくの土漠であったところへ、井戸が次から次へと掘られ人工的なオアシスが数多く誕生している。

このような中で1972年に北サハラ水資源調査が行われ、La Nappe phreatique、La Nappe du Complex Terminal、La Nappe du Continental Intercalaireの3つの重要な帯水層が確認された。国家の施策的な意図もあって、この調査結果を機に南部水資源マスタープランが1980年から開始された。この計画は2000年までに水不足に悩む既成のオアシス20,000ha(箇所数129)の活性化、及び8,000haの新しいオアシスの造成を目標として挙げている。そして、1990年までに外国の援助、借款を含めて各種プロジェクトが6地区で実施され、147本の井戸が新たに掘削され、既成オアシスの水不足の解消と新しいオアシス2,800haの造成が可能となってきた。このように水源のほとんどを地下水に依存するがむしゃらとも言える水源開発は、今日2つの大きな地下水障害を抱え込むこととなった。その1つは地下水の過剰揚水、2つ目は塩分集積の加速である。本来オアシスは極めて緩慢な循環システムの中で涵養と流動、そして湧出の微妙なバランスの上に立って存続してきた背景があったが、積極的かつ急進的な地下水開発によって、このバランスが崩れようとしている。特に深い地下水ほど循環は遅いか、ないしは循環そのものがないため、勢い収奪的な地下水開発にならざるを得ない。このあたりの状況は国の政府、行政機関も良く認識しているところで危機感すらもっている。今回の技術協力の主目的が土水路改修による漏水防止にあることは事実であるが、本地域の節水対策の根幹はこの有限に近い地下水を継続的、恒久的にいかに安定取水してゆくかにあ

るはずで、その意味からすると地下水資源は保全し、かつ管理してゆくものと言った新たな視点が今日是非必要となつてきており、それには時間的な余裕はあまりない。

2点目の塩分集積は半乾燥～乾燥地帯での灌漑地がどこでも抱える困難な問題であるが、本地域の場合も地下水にすでに多量の塩分が含まれており、それを汲み上げ、灌漑する事によって図2. 6. 4に示すような宙水的な水循環の中で濃縮してゆく傾向はよく理解されているところである。このメカニズムの詳細について更に調査を進め、対策を講ずる必要がある。

(2) オアシスの水文地質

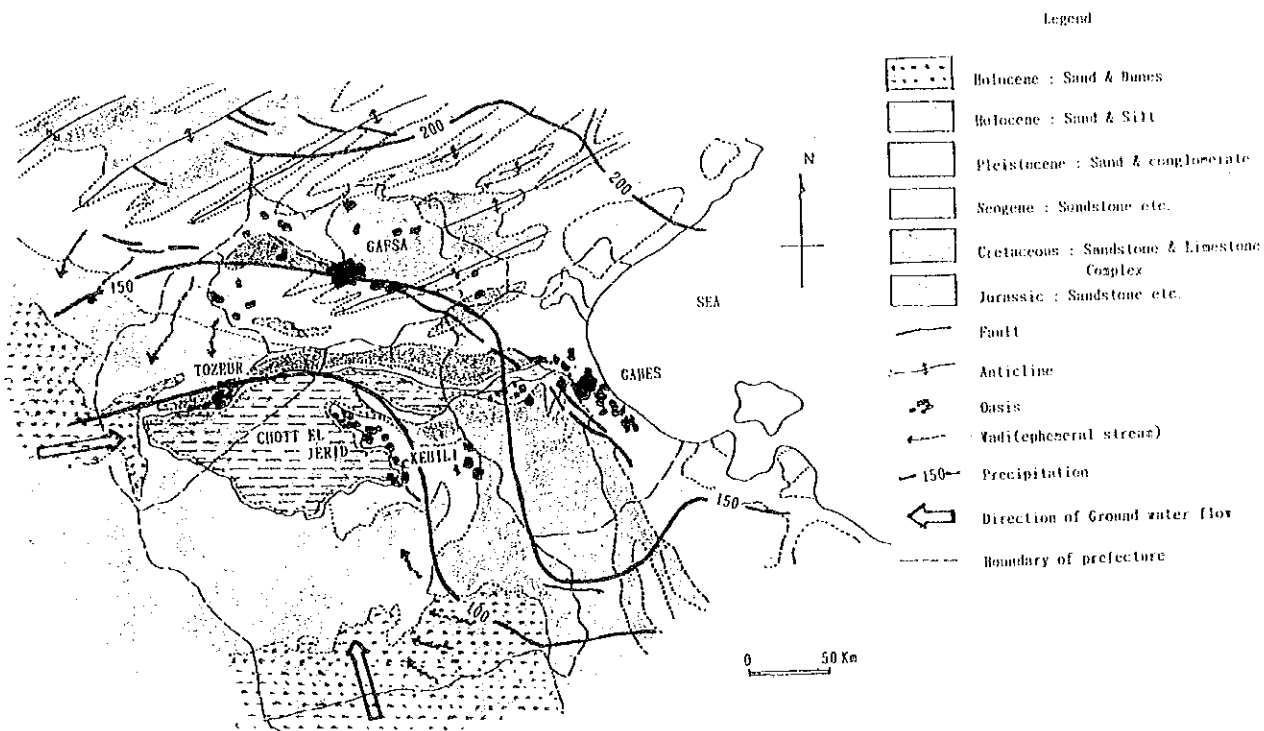
チュニジア国南西部の地下水開発はこの地域が置かれている自然的条件から、この地域社会の死活に関わる重大な施策であることをこの国の政府及び行政機関は明確な意図をもって臨んでおり、そのため地下水にかかわる水文担当組織の精力的な調査が行われてきた。その結果、先に述べたように極めて広範囲に存在する3つの帯水層構造が明かとなっている(表2. 5. 1)。

チュニジア国～アルジェリア国～リビア国にまたがるサハラ砂漠は、まったくの不毛の大地であるが、その地下には巨大な地下水盆が伏在している。本調査地周辺の地下水の流水は、深さ1,000m以深は、主に西から東へ流動し、深さ100～300mでは主に南から北へ流れていることが知られている。帯水層はいずれも第三紀～白亜紀の砂岩、石灰岩であり、場合によっては更新世～鮮新世の泥岩及び白亜紀の泥質石灰岩層が加圧層となっている。いずれにしても涵養域である標高1,000mを越えるアルジェリアの山々の標高による水頭を受け、極めて長いかつ緩い動水勾配を経て、それらは主にジェリド塩湖に向かって地下水が流れ込む極めて好都合な水文構造条件を持っていることになっている(図2. 5. 1)。

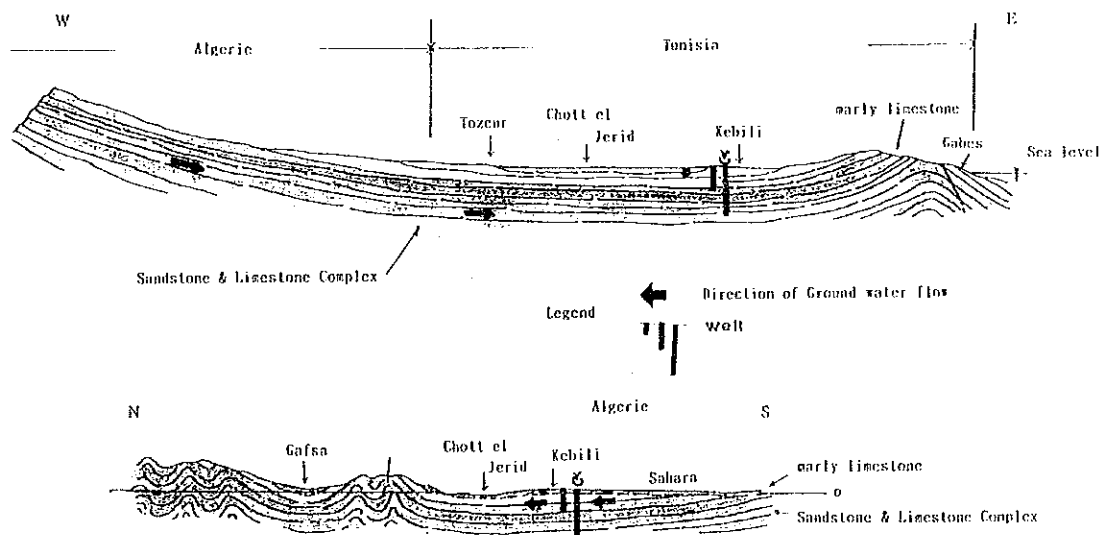
表2. 5. 1 各帯水層の特徴

帯水層	深さ及び分布	地質	塩分濃度	温度	自噴圧力※	井戸能力※
浅層地下水層 La Nappe phreatique	50m以浅	第四系 砂、礫	1.0g/l	20℃	—	—
中層地下水層 La Nappe du Complex Terminal	100～300m 350,000	第三系 ～白亜紀 砂岩	0.5～3.5g/l	20～28℃	1～2kg/cm ²	10～600l/s
深層地下水層 La Nappe du Continental Intercalaire	1,000m以深 600,000km ²	白亜紀 砂岩、石炭 岩	0.2～5.0g/l	33～72℃	24 ～27kg/cm ²	100～400l/s

※ UNESCO REPORTより抜粋



The Hydrogeological Map of Southern west Tunisia



The Hydrogeological profile of N-S and W-E

图 2. 5. 1 Imagined Hydrogeologic map of Southern-west Tunisia

浅層井戸（深さ50m以浅）の帯水層は、第四系の未固結の砂、礫であり、降水量に左右される不圧地下水である。この地下水は手掘り井戸により、これまで個人用として最も利用されてきたが、最近では地下水位の低下に伴って枯渇する井戸が多い。現在一番利用されている地下水は、深さ100～300mの中層の帯水層が対象となっており、機械掘りの井戸により揚水するもので、当初自噴していたものが、地下水位が毎年低下するためポンプを必要としてきている。このように中層の帯水層についても、過剰揚水の傾向が見られる。

深さ1,000m以深の地下水は、これから期待される帯水層で、相当大きな水頭をもった被圧地下水である。にもかかわらず水質、含有物、水温について問題の多い化石地下水である。

(3)現地踏査結果

現地調査は臨海部にあるガベス県のオアシス、内陸部に位置し、ジェリド塩湖東側のケビリ県オアシス及び同西側のガフサ県オアシスをそれぞれ現地踏査した。その結果をまとめると次の通りである。

	ガベス	ケビリ	ガフサ
県の概要	県内で50以上のオアシスがあり、総面積は約9,500haで、うち深井戸掛が約8,000ha（井戸98本、うちポンプ付63本）、年間使用量は浅深合せて約94万m ³ である。	県内に約70のオアシスがあり（約8,000ha）、220本の井戸（AIC管理）で灌漑されているが、個人開発が約4,000haあり、深さ50～100mの井戸が810本あり、多くが自噴している。	・オアシスは20以上あり、約8,000haが灌漑されている。浅井戸（50m以浅）が5,700本、深井戸（80～1,000m）が180本あり、合計1億m ³ 年間汲み上げている。 ・ダムが2ヶ所（1ヶ所完成）、計画中のものは地下水涵養機能をもつ。
現地踏査	①Chott el Ferikのオアシス ・32ha、井戸1本（1=130m） ・水質（T28.5℃、EC3.3s/cm、cl=1,000PPM、Do4） ②Chenchou温水利用ハウス ・面積2ha（ドリップ灌漑） ・熱水井（1=900m、51℃、cl=3,500PPM）	①Douzオアシス ・5本の井戸（ポンプ4、自噴1平均井戸深200m、日推定4,000m ³ /本 ・灌漑面積280ha ②OUM・SOMAA熱水井 ・深さ2,200m、67℃の熱水を冷却して32℃まで下げている。 cl=3～4,000PPM、スケール多い。	①Kasbahオアシス ・約700haの灌漑面積夏期の使用量が不足。 ・水管理は厳密に行われている。 ②Gafsa南西地区 ・ハウスなどを取り入れ多種多様の営農を行っている。
地下水利用の現状	①かつては手掘りの井戸が主であったが、地下水位の低下に伴い深さ100～300mの井戸が多くなった。これも当初自噴していたが、現在自噴率50%程度。 ②1井当たり2,000m ³ /日（推定） ③除塩用水が必要（100l/s程度）	①地下水盆の中で最も有利な地域にあり、浅～中～深層と各層の開発が盛んである。しかし地下水が得やすいこともあって個人による開発が無秩序に進み、大きな問題となっている。 ②Algerieとの協定により1,000l/s以内に揚水が押さえられている。	①以前は大半が自噴していたが利用量の増加によって、自噴井の数は少なくなっている。年間数cmであった地下水位低下量が近年1m以上となり、問題が深刻化している。 ②深層地下水へと開発が進んでいる。

2. 6 灌漑排水

2. 6. 1 水資源計画の概要

(1) 第8次開発計画

1956年に独立したチュニジア国は、第1次開発計画（1962～64年）を始めとし、現在は第8次開発計画（1992～96年）を樹立し、現在、実施中である。この計画によれば、経済開発の見通しに係わる長期的課題として、①水問題、②土壌問題、③エネルギー問題、④対外負債問題を上げている。

このうち、水問題は、水資源開発と水利用問題の二つの側面があるとしている。水資源開発に関しては、現在、既に確認されている水資源の開発と新たな水資源開発に関する調査、研究の強化である。水利用の問題は節水を行うことによる水資源の有効利用である。

国全体における利用可能な水資源量は年間44億8400万 m^3 （1991年時点）であり、1991年における利用量は28億7400万 m^3 （64%）とされている。このうち有効利用率は約70%の20億 m^3 である。

表2. 6. 1 水資源の状況と利用実態 (単位：百万 m^3)

区分	ポテンシャル/計 (利用可能量)	1986		1991	
		利用量	利用率(%)	利用量	利用率(%)
表水	2,700	1,166	43.2	1,396	51.7
地下水	1,784	1,232	69.1	1,478	82.8
自由水	645	563	87.3	627	97.2
深層水	1,139	669	58.7	851	74.7
計	4,484	2,398	53.5	2,874	64.1

資料：Tunisie: Ropport National Pour la CNUED, 1992 Agence National de Protection de l'Environnement)

表2. 6. 2 水資源の開発構想

区分	数量	水資源開発計画	備考
1. ダム建設	21ヶ所	7.39億 m^3 /年	
2. 丘陵ダム	203ヶ所	1.10 "	
3. 丘陵地、散水場	1000ヶ所、4000ヶ所	0.93 "	
4. 諸浄水場		2.00 "	
5. 試掘	618ヶ所	2.88 "	
6. 水資源探査	1,150ヶ所		

資料：1992. チュニジア国第8次開発計画

今後の水需要の増加により、2015年前後には、実際の利用量が、28億7,400万 m^3 に

達すると予想されている。このため、水資源の効果的利用、開発量の増大が重要な課題となっている。

農業分野についてみれば、国の食糧安全保障、貿易収支の改善という視点で重要視され、水資源・土地問題及び地方・農村開発が優先度の高い課題としている。農業関連投資は、1992～2000年のほぼ10年間という大枠で捉えられ、特に水資源の調査、開発に積極的に取り組むこととしている。

(2)南部水資源マスタープラン (P. D. E. S.)

チュニジアの気候は、概して、地中海性気候であるが、大きく北部と南部（乾燥、半乾燥地帯）に区分できる。特に南部地域における農業の強化が重要な政策的課題であり、灌漑施設の整備改善及び栽培技術の近代化等を積極的に進めてきている。現在進行中の第8次開発計画においても、これらの活動を通して、農業生産を増大し、国の食糧を安定して確保することをねらいとしている。

さて、これらの目的を達成するためには、水資源、土地資源の有効活用が重要な位置を占める。このため、チュニジア国を4つの大きな区分（最北部、北部、中部、南部）毎に、合理的な水資源の活用及び保全を図ることを目的として、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は、上記マスタープランの内の一つであり、1976年2月に策定された。

南部水資源マスタープランは、水資源の有効利用及び規制に関すること、及び2000年を目標とした水需要（農業用水及び上水道）を満足させることを基本として計画され、また、行動計画を策定している。

1) 目的

南部水資源マスタープランの主たる目的は次の通りである。

- ① 伝統的オアシスの保存（129オアシス、20,000ha）
- ② 新規オアシスの建設（8,000ha、Djerid, Nefzaoua周辺）

2) 事業実施の基本方針

① 水利施設の整備の促進

- ・ 井戸の新設、既設井戸の整備の更新
- ・ 灌漑用水路網の整備、排水施設の整備
- ・ 土水路の漏水防止対策

② 水利と農業生産活動の調整

マスタープラン策定以前においては、水資源開発及び用水配分と農業生産活動が必

ずしも調整がなされていたとは言い難く、需要と供給のバランスが妥当でなかった点もあることを考え、水資源開発と農業生産の適切なバランスの確保を図る。

③ 農業生産活動

- ・付加価値の高い作物（換金性の高い）への変更
- ・集約化の導入（野菜、飼料作物）

3) 年次計画

第Ⅰ期～Ⅳ期計画に区分して計画されている（表2.6.3）。特にⅠ期計画のBIRDは、最初実施されたプロジェクトであり、この成果を受けてⅡ期計画以降を実施した経過がある。

表2.6.3 南部水資源マスタープラン実施計画

区分	地区名	期間	投資額 (千TD)	備考
Ⅰ期	BIRD	80～86	37,000	オアシスのリハビリ及び新規造成（6地区）
Ⅱ期 (5地区)	DJERID	83～89	35,000	
	NEFZAOUA	84～90	40,000	
	GABES	85～91	22,000	
	GAFSA	86～90	8,000	
	OASISDEGABES	84～86	3,500	
Ⅲ期	サハラ北部	1972		数学的モデルによる地下水解析
Ⅳ期	MEDENINE	88～90	11,000	オアシスのリハビリ及び新規造成

なお、今回要請の「南部オアシスでの灌漑用水の節約に関する調査」の範囲は、Ⅰ期、Ⅱ期の実施区域とほぼ同一である。

4) 南部水資源マスタープラン実施体制の整備

① 地方農業開発部（C. R. D. A.）の実施体制

農業大臣直属の地方機関として、23の各県毎に地方農業開発部（C. R. D. A.）がある。このうち、南部水資源マスタープランは、農業水利・設備課の農業土木係（G. R.）、水資源係（R. E.）及び灌漑地域開発係（R. I.）の3係が中心となって実施する体制である。

このうち、農業土木係は、インフラ整備、計画の運営管理を行い、水資源係は水資源の活用に関する事項を扱う。

② 水利組合（A. I. C.）

チュニジア国には水利施設を管理する団体としてA. I. C.がある。A. I. C.

は、日本における土地改良区と極めて類似した団体であり、1987年の水法の改正により、法律により位置付けがなされ、設立に当たって認可制度が導入された農民団体である。

この背景として、とかく行政組織に頼ろうとする傾向のあったA. I. C. が足腰の強い団体として、オアシスにおける水利施設の運転・管理及び補修・修繕を強力に行う方向へ誘導することをねらいとしており、現在のところは、一応の成果がみられたとのことである。ガフサ県で訪問したA. I. C. では、管理実績としての取水量データ、管理費等詳細なデータが事務所に保管されていた。なお、A. I. C. 組織については後述する。(2. 7. 2施設管理 参照)

2. 6. 2 灌漑の現況

(1)灌漑可能面積

チュニジア国は、灌漑可能面積拡大のため、農業水利施設の整備を計画的に進めている。ダム建設、井戸の掘削、ポンプステーションが政府によって建設される一方、民間では主に、浅井戸と関連施設の整備が進められたことに伴い、国全体としては、灌漑可能面積は拡大してきた。

表2. 6. 4 灌漑可能面積(全国)の推移 (単位:千ha)

年度	灌漑可能面積	整備率	備 考
1972	120	3.0	1. 整備率は、休閒地を除く整地面積406万haに対する比率。 2. 灌漑可能面積は、1972~1985は世銀資料、1989は第8次開発計画、1992はResultats De L'Ehquete Suivi DELa Campagne Agricole.
1976	145	3.6	
1984	205	5.0	
1985	235	5.8	
1989	275	6.8	
1992	328		

(2)灌漑の実態

チュニジア国及び南部調査地域における灌漑状況は下表の通り、全国的には灌漑可能面積382千haに対し251千haに灌漑が実施されている。つまり、灌漑率は76%である。また、作付面積は279千haで作付率は85%となっている。

調査対象地域4県における灌漑率はガフサ、トゥズール及びケビリ3県においては灌漑可能面積を100%使用しており、ガベスは91%と若干低くなっている。

しかし、作付率についてはガベス117%と高くなっており灌漑率は低くなっているもの。一部年2作等の土地利用(ハウス利用を含む)が図られていることによるものと思われる。

2. 6. 3 水利状況

南部オアシスでの灌漑用水の節約に関する調査は、ガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベスの4県に位置するオアシスを対象としている(表2. 2. 2)。調査対象面積は、既存オアシス2, 000 haと南部水資源マスタープランで計画された新規造成オアシス8, 000 haのうち、1990年までに造成された2, 800 haを合わせた22, 800 haである。これらの灌漑用水源は殆どが地下水であり、浅層地下水層、中層地下水層及び深層地下水層に利用区分からみて分類できる。(表2. 5. 1)

この地域の第1次支線水路までの基幹的な水利施設の整備は、南部水資源マスタープランにより計画された第I期及び第II期での6事業により整備されている。

これらの事業では、図2. 6. 1に示したうち、井戸・湧水、導水路、調整池から構成される水源施設、幹線水路、第1次支線水路が1980年から1991年にかけて整備されている。

灌漑区は、オアシスにより異なるが、おおむね5~10ha程度である。灌漑区内には、第2次支線水路が各圃場まで張りめぐらされているが、多くは土水路であり、この土水路からの漏水を防止することが、第一義的な課題となっている。

土水路の改修は、政府が25%の補助金を出しているものの、基本的には、農民に改築の実施の有無についての判断が委ねられているため、遅々として進まないのが現状である。

今回、現地調査したうち、ガベス及びガフサ県では第2次支線水路は、それぞれ、おおむね21%、50%の整備率であった。

表2. 6. 5 県別灌漑面積

(単位: ha, %)

	灌漑可能面積	灌漑面積	作付面積	割合		
				灌漑率	作付率	
チュニジア	327,920	250,740	278,630	76	85	
調査対象地域	ガフサ	9,400	9,400	9,250	100	98
	トゥズール	7,670	7,670	7,670	100	100
	ケビリ	7,460	7,460	7,460	100	100
	ガベス	8,600	7,800	10,090	91	117
	計	33,130	32,330	34,470	98	104

資料: Resultats De L'Enquete Suivi DE La Campagne Agricole 1992-1993

表2. 6. 6 調査対象オアシスと面積

県名	既存オアシス		新設オアシス		計(1990)	
	数量	面積(ha)	数量	面積(ha)	数量	面積(ha)
ガフサ	5	3,300	-	-	5	3,300
トゥズール	25	4,590	4	1,287	29	5,877
ケビリ	53	5,072	14	1,313	67	6,385
ガベス	46	7,038	4	200	50	7,238
計	129	20,000	22	2,800	151	22,800

資料: 南部水資源マスタープラン(1976)及び農業省より聞き取り

表2. 6. 7 水利施設整備事業の概要

(単位: ha)

事業名	工期	リハビリオアシス		新設オアシス		合計	
		数量	面積	数量	面積	数量	面積
PDES.le TRANCHE BIRD	80~86	7	3,200	12	2,100	19	5,300
OASIS DE GABES	84~86	1	900	-	-	1	900
PLAN PIRECTEUR DJERID	83~89	23	3,330	-	-	23	3,300
" NEFZAOUR	84~90	50	4,300	6	500	56	4,800
" GABES	85~91	43	5,000	4	200	47	5,200
" BAFSA	86~90	5	3,300	-	-	5	3,300
計		129	20,000	22	2,800	151	22,800

資料: 農業省資料

表2. 6. 8 水利施設の概要

事業名	井戸数 (計画)		井戸数 (実施)		事業費 (百万 TD)	備考
	数量	取水量 (m ³ /s)	数量	取水量 (m ³ /s)		
PDES.le TRANCHE BIRD	33	2.000	33	2.140	37	BIRD250万ドル借款
OASIS DE GABES	5	0.300	5	0.300	3.5	
PLAN PIRECTEUR DJERID	35	2.000	35	1.758	35	アブダビ資金1500万TD
" NEFZAOUR	27	1.600	27	1.600	40	サウジ開発資金1400万TD
" GABES	21	0.900	21	1.250	43.7	世銀2770万ドル
" BAFSA	26	1.650	26	1.650	15.8	ドイツ政府借款1650万マルク
計	147	8.450	147	8.698	175	

資料: 農業省資料

表2. 6. 9 年間開発水量 (実績)

灌漑面積	取水量	年間取水総量	ha当り使用水量
22,800ha	8.698m ³ /s	26,000万m ³	11,404m ³ /年/ha

資料: 農業省資料

表2. 6. 10 年度別灌漑可能面積の拡大

(単位: ha)

事業名	1986		1987		1988		1989		1990		計	
	数量	面積	数量	面積	数量	面積	数量	面積	数量	面積	数量	面積
PDES.le TRANCHE BIRD	17	5,000	2	300							19	5,300
OASIS DE GABES	1	900									1	900
PLAN PIRECTEUR DJERID	2	146	5	402	6	313	10	2,439			23	3,300
" NEFZAOUR	4	497	10	1,145	14	1,214	18	1,089	10	855	56	4,800
" GABES			14	1,161	18	2,167	11	1,672	4	200	47	5,200
" BAFSA					2	1,300	2	1,457	1	543	5	3,300
計	24	6,543	21	3,008	40	4,994	41	6,657	15	1,598	151	22,800

資料: 農業省資料

(注) 数量は、オアシスの数

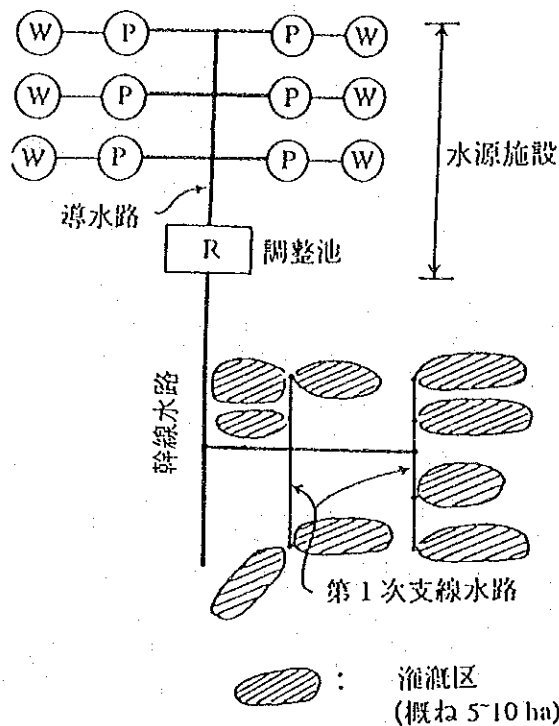


図 2. 6. 1 水路系の概念図

2. 6. 4 灌漑方法

(1) 灌漑方法

圃場の周囲に高さ 20～25 cm 程度のウネを作り、圃場に用水を入れる水盆灌漑である。図 2. 6. 2 は、ガベス県で現地調査したショットフェリスオアシス（灌漑面積 32 ha）の用水系統の概念図と圃場レベルにおける灌漑方法を示したものである。

幹線水路、第 1 次支線水路を流下してきた用水は、第 1 次支線用水路から、一つの灌漑区（5～10 ha）を支配する分水槽へ送水される。

この分水槽から、何本かの第 2 次支線用水路に分岐する。各々の第 2 次支線水路は、直接圃場に隣接し、1 枚の圃場毎に灌漑日と灌漑時間が定められており、これに従って、各農家は、第 2 次支線用水路を上の方で締切り、圃場へ用水を引水する。

表 2. 6. 11 は、ガベス県、ケビリ県で農家より聞き取りを行った結果をまとめたものである。

これによれば、1 ha 当たりの灌漑時間と、引水できる用水量で取水ルールが定められており、農家は、これに従って灌漑することになる。

ドゥーズオアシスは、冬期にあたる 10 月～5 月は、灌漑面積に比べ、十分な用水量があるので、特に用水利用上の制約は設定されていない。なお、このオアシスは、ケビリ C. R. D. A. が節水灌漑のモデルとして実施したオアシスでもある。

南部水資源マスタープランの開発水量の実績値を用いて単純計算すると 1.1, 400 m³

／ha／年の利用可能水量となる（表2. 6. 9）。また、表2. 6. 11の灌漑諸元を用いて、圃場レベルにおける使用実績を試算すると、表2. 6. 12の通りとなる。

幹線水路、第1次支線水路は、一部を除いて開水路タイプであり、供給主導型の水路システムであり、また、各分水工には、バッファ機能を有する調整池は設けられていない。

従って、ガベス、ドゥーズオアシスで調査した結果にも見られる通り、末端（灌漑区）では、かなり厳しい取水ルールを導入し、これに従った灌漑を実施することが原則となる。これは、逆に一定量供給となるため、圃場での必要水量との調整

が難しいことを意味する。

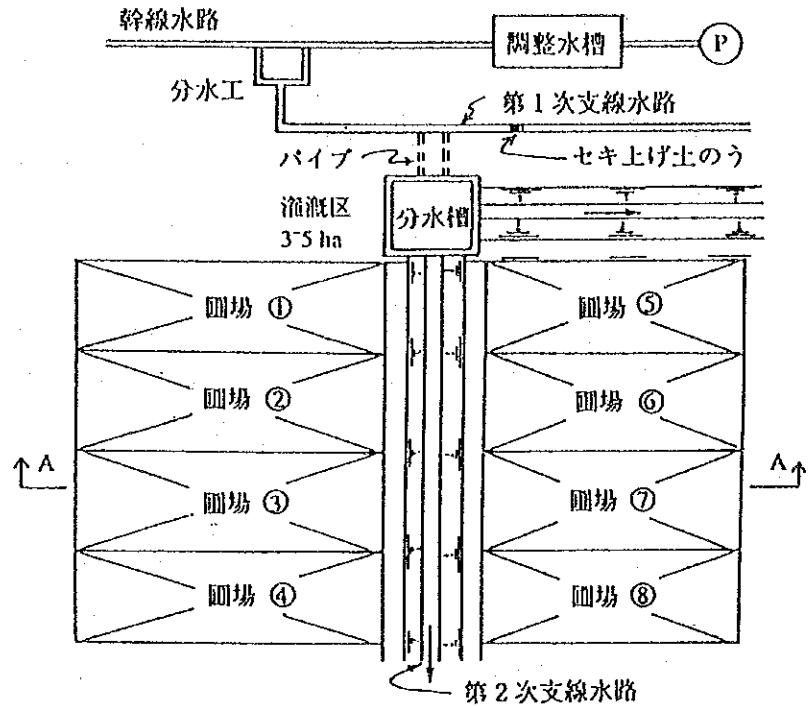


図2. 6. 2 ガベス県ショットフェリスオアシスの灌漑事例



図2. 6. 3 水車灌漑の方法 (A-A断面)

このように、第2次支線水路への分水量を一定とする事を前提とした水路システムであるため、第2次支線水路の漏水量をカバーするために、例えばガベスにおいて $Q = 2.5$ (l/s)を 4.0 (l/s)とすれば、第1次支線用水路の流下量が減少し、他の灌漑区への送水量が減ることとなり、水路系全体として、その変動を吸収することができなくなる。

表2. 6. 11 灌漑間隔と灌漑時間の例

県名	オアシス名	面積	期間	灌漑間隔	灌漑時間
ガベス	ガベス	743ha	9月～4月	10～15日	1ha当たり10hr $Q=25$ l/s
			5月～8月	25日間	
ケビリ	ドゥーズ	280ha	6月～9, 10月	15日間	1ha当たり12hr $Q=20$ l/s
			10月～5月	特に制限なし	

(注) ガベス県、ケビリ県、農家よりの聞き取りによる。

表2. 6. 12 単位面積当たりの用水量の計算例
(単位: m³/ha)

区 分		ガベス	ドゥーズ
1. 夏季使用量		4,428	7,891
2. 冬季使用量			
30%作付け		5,227	3,940
40%作付け		6,970	5,253
50%作付け		8,712	6,567
計	但 冬季30%	9,655	11,831
	し 〃〃40%	11,398	13,144
	〃〃50%	13,140	14,458
(参考) マスタープラン開発水量		11,400	11,400

(注) ① 表2. 6. 11の緒元を用いて試算した。

② マスタープラン開発水量は、年間総取水量2.6億m³で22,800haで割り戻した。

③ 第1次支線水路からの分水地点までの搬送ロスここでは考慮していない。

2. 6. 5 水質

南部地域の用水源の殆どは、地下水である。灌漑用水として使用する上で、農作物へ影響を与えない程度の水質であることが必要である。南部地域の用水の状況について見れば、塩分濃度、水温及び地下水位の三つの課題を上げることができる。

オアシス灌漑水には大なり小なり塩分が含まれている(今回の現地調査結果では1500ppmの塩分濃度であった)が、この水により土壤中の除塩が行われている実態にある。

しかし、場所によってはこの除塩対策も含めてかなりの過剰灌漑が行われているところもあり、その結果、塩分濃度の高い地下水上昇を誘引し作物被害が発生している地域もあるとのことであった。

即ち、土水路及び灌漑により浸透した地下水は2～4mの深さにある石膏層(難透水層)により遮られるため、更に深部に浸透することなく、逆に上昇する①→②)。これが果樹の根以上に上昇した場合、塩分を含んでいると植物の生育阻害要因となる。

従って、灌漑方式の検討に当っては、適正な灌漑水量による効果的な灌漑の検討及び適正な除塩のための灌漑技術の確立が必要である。

即ち、理論的には塩分濃度の高い地下水を上昇させ得ない程度の灌漑水量が設定できれば、最も効果的であり、塩分濃度の高い地下水の上昇による塩害の問題を未然に防ぐ可能性があると思われる。

このような過剰灌漑からくる塩害の問題は、今後さらに増えることも想定されることから、適正かん水量の設定は将来的な見地からも必要であると考えられる。

栽培を行い、冷却後の用水を灌漑用水に利用する循環利用が進められている。

近年、中層地下水層の過剰開発を抑制するため、深層地下水層の利用を進め、現在、ケビリ県では900(l/s)が利用されている。(なお、深層地下水層のケビリ県の最大利用可能量はアルジェリアとの協定により1,000(l/s)である。)

このようなことから、次の課題が存在している。

- ①高温水の効率的な冷却方法
- ②パイプ内の湯アカによる閉塞に対する対策

(3)地下水位

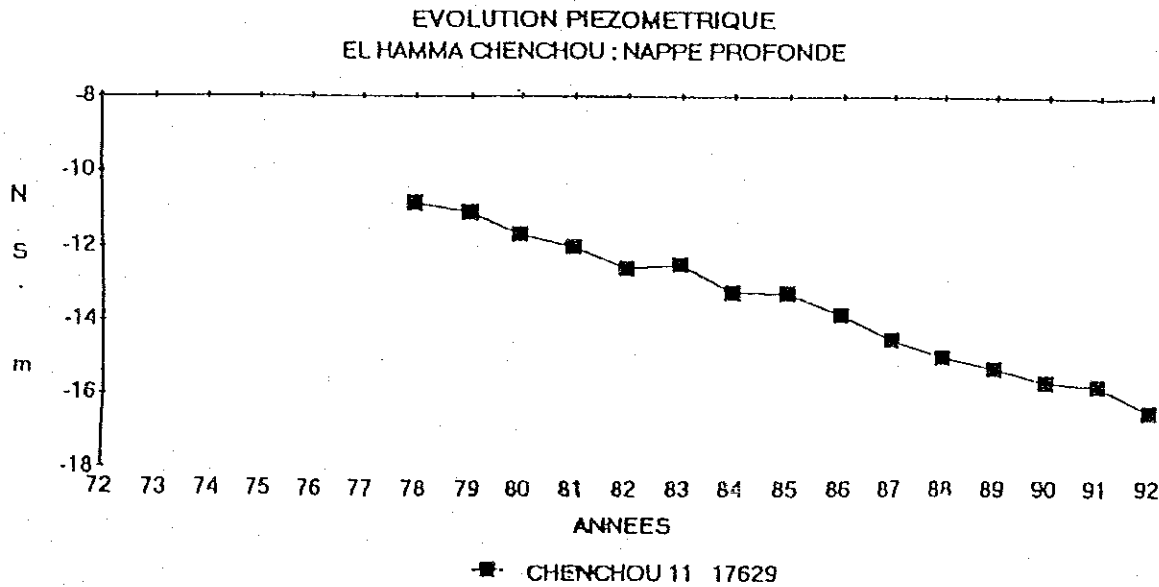


図2.6.5 トゥズール県エルハマーシェンシュエ地点の地下水位低下

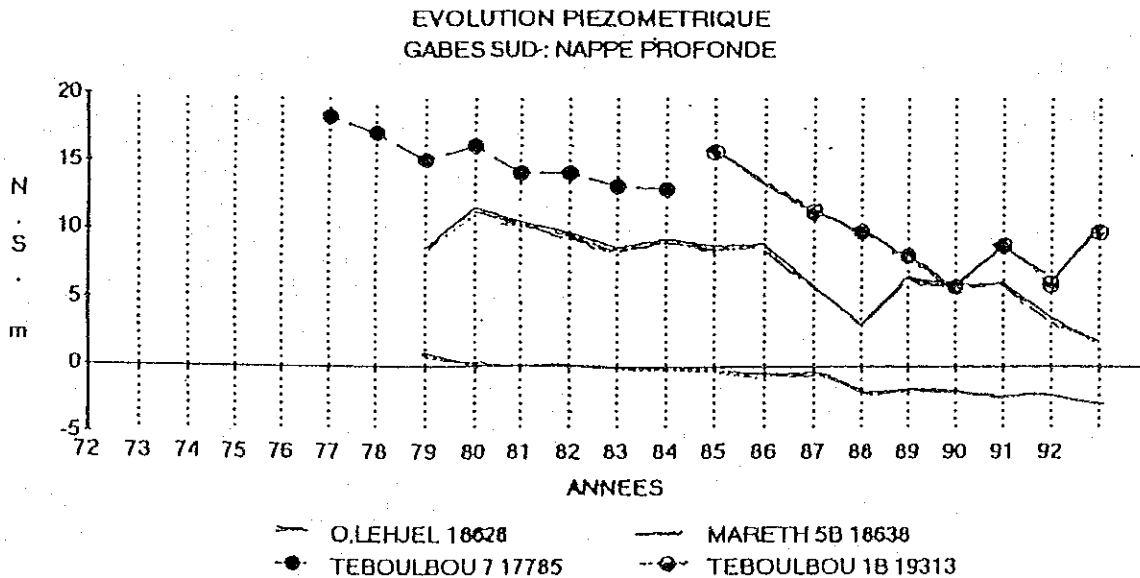


図2.6.6 ガベス県南部地点の地下水位低下

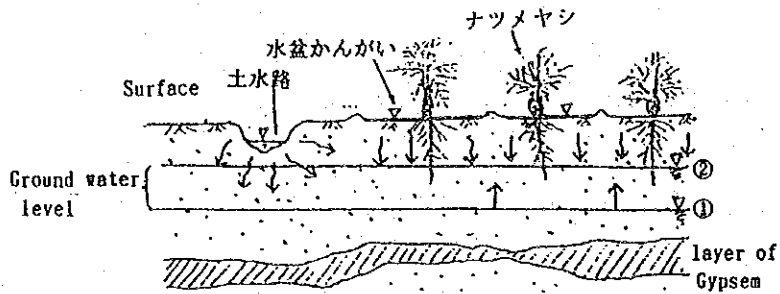


図 2. 6. 4 塩分集積に関する概念図

(1)塩分濃度

南部地域では、およそその地域でも塩分濃度は1～2 g/lとされている。この塩分濃度は、多くの作物に悪影響を及ぼす範囲とされ、注意深い管理を求めている。

表 2. 6. 13 灌漑水の塩分濃度と栽培上の注意事項

塩分濃度 (TDS mg/l)	電気伝導率 (ECmmhos/cm)	注 意 事 項
<500	<0.75	作物に有害な影響を及ぼさない。
500～1000	0.75～1.50	塩分に弱い作物には、有害な影響を及ぼす。
1000～2000	1.50～3.00	多くの作物に悪影響を及ぼす。注意深い管理が必要である。
2000～5000	3.00～7.50	透水性のよい土壌のもとで、注意深く管理を行えば、耐塩性の作物は栽培可能である。

資料：農林水産省 農業工学研究所 北村レポート

チュニジア国農業省によれば、上述のように、灌漑用水及び土水路からの漏水により、土壌中の石灰分の流出蓄積が進行し、地下2～4 mの所に不透水層（数メートルに達するところもある）が形成される石膏化現象が生じている。

また、ジェリド塩湖周辺に位置するケビリ及びドーズ周辺での地下水の塩分濃度は、中層地下水層で0.5～3.5 g/l、深層地下水層で2～5 g/lである。

(2)温度

表 2. 5. 1 より明らかなようにコンチネンタルアンタルロレと呼ばれる第3滞水層は、33～72℃と非常に高温であり、このままでは、灌漑用水として利用することはできない。このため、南部地域では、直接冷却し利用する方法と、温水熱を利用したビニールハウス

南部地域全体にみられる傾向として、地下水位が年々低下している。このため、各C. R. D. A. は、各井戸の地下水位を計測している。図2. 6. 5及び2. 6. 6は、ガベス県におけるエルハマーシェンシュー、及びガベス県南部の計測結果である。

また、ガフサ県では、年、あるいは季節により自噴する場合とそうでない場合があるとのことであり、灌漑計画に、ポンプ設備と調整池容量、管理施設と管理方法等を検討する必要があると考えられる。

2. 6. 6 節水灌漑の現状

南部地域に位置するオアシスの灌漑用水源の殆どは地下水である。これらの地下水は、有限な資源であることから有効利用を行うことが、オアシスの存亡にも関わることから、本地域にとって、極めて重要な課題である。

このようなことから、チュニジア国は、用水の搬送効率を高めるため、基幹水利施設の整備を各プロジェクトの実施により進めた。

なお、基幹水利施設の水路形態は、開水路であるが、ガフサ県では、搬送中、水路自体からの蒸発量が多いため第1次支線を1980年代にパイプライン化したところ、相当改善された事例もあることから（10 l/s → 7 l/s）、送水系におけるロスの評価が必要と考えられる。

このように、今後現地調査を通して、検討すべき課題はあるとは考えられるものの、基幹的水利施設の整備が一応済んでいることから、節水のために残された大きな課題は、灌漑区における第2次支線水路の整備と圃場レベルにおける水利用方法であると言える。

チュニジア国が、圃場レベルにおける節水を目的として取り組んできた内容は、大きく次の三つである。

(1) 第2次支線水路の漏水防止対策

オアシス内において、

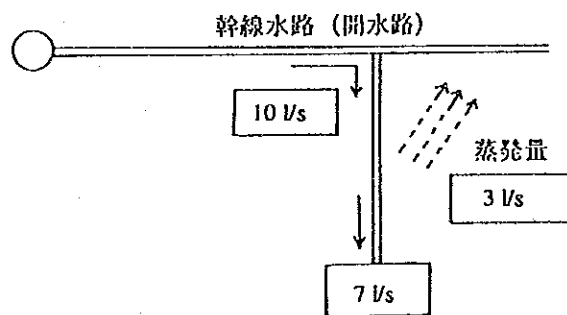


図2. 6. 7 ガフサ県の水路系からの蒸発量抑制の事例

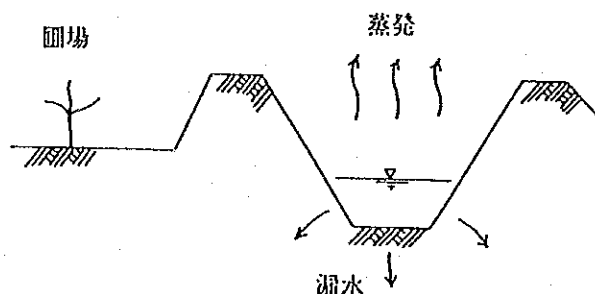


図2. 6. 8 第2次支線水路の漏水の概念図

直接圃場へ引水する第2次支線水路は、殆どが土水路であり、この第2次支線水路からの漏水が事例によれば40%程度あるとされている。このため、第2次支線水路の漏水防止対策工法として、

- ①取水口付塩ビ製給水路
- ②石綿セメント製組立式パイプ
- ③現場打ちコンクリート水路

が試験的に実施され、約20%に漏水率を減らすことができたとしている。

なお、水路構造は、現場打ちコンクリート水路が最も経済的であることから、現場サイドで普及している。無筋及び鉄筋いずれの構造も採用されている。

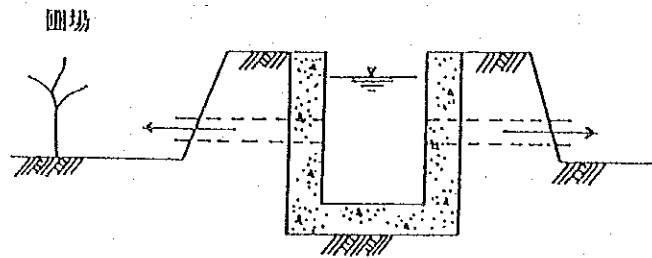


図2.6.9 第2次支線水路の改築の概念図

(2) 節水灌漑方法の導入の検討

従来より、オアシスの灌漑方法は、既に述べたように水盤灌漑が行われている。しかしながら、圃場レベルにおける節水のため、新たな灌漑方法として、

- ①ドリップ灌漑
- ②ピボット灌漑（塩ビ管）
- ③地下灌漑

等が実験的に実施されてきたようであるが、今回の調査では、時間的制約から、実情等十分把握できなかったこともあり、今後の課題である。なお、ビニールハウス内では、ドリップ灌漑が行われていた。

(3) A. I. C. への指導強化と農民への啓蒙普及

基幹的水利施設は、A. I. C. が、灌漑区内の第2次支線水路は農民が維持管理を行っていることから、節水の目的達成のためには、A. I. C. の施設管理技術と農民の意識改革が重要なポイントである。

(4) 節水灌漑に関する事例

1) ガフサ県の事例

① オアシス面積

5 オアシス、3,100 ha を灌漑。

表 2. 6. 14 A.I.C.の財源 (収入) (単位:千TD)

A.I.C.名称	灌漑面積(ha)	1990	1991	1992	1993
KASBAH	698	26	46	73	117
SUDOUEST	703	34	41	83	90
ELKSAR	578	35	51	80	101
LALLA	700	9	35	64	78
ELGUETTAR	450	30	42	72	62
計	3,129	134	215	372	448

(注) 全離農民よりの負担であり、組合費と水の使用料金より構成される。

② 基幹的水利施設

(i) 井戸 30本 (C. R. D. A. 管理 10本, A. I. C. 管理 20本)

(ii) 幹線、第1次支線水路 L = 132 m

(iii) 分水工 320ヶ所 (平均 10 ha / 1分水工)

③ 第2次支線水路 L = 130 m

(400 ~ 800 m / 1分水工)

第2次支線水路を図2. 6. 11に示すような鉄筋コンクリートの水路への改修が65km (整備率約50%) まで進んでいる。

この結果、大きく次の三つの効果が発現している。

(i) 節水の実現

(ii) 生産量の増大

(iii) 労働力 (水路の維持管理) の軽減

表2. 6. 15は、各オアシス毎の圃場レベルでの使用水量を示したものであり、圃場レベルでの使用水量の増大が、農作物の生産量増大につながっている。

また、これに伴い表2. 6. 14に示すように、管理団体であるA. I. C. の活動も活発化され、節水の効果は大きい。

表 2. 6. 15 圃場レベルにおける使用水量 (単位:百万m³)

オアシス名称	灌漑面積(ha)	1991	1992	1993	単位面積当り使用量(m ³ /ha/年)
KASBAH	698	3,015	4,400	6,380	9,100
SUDOUEST	703	3,360	3,300	4,045	5,800
ELKSAR	578	3,610	4,400	4,730	8,200
LALLA	700	3,550	3,900	5,770	8,250
ELGUETTAR	450	2,085	2,600	3,180	7,100
計	3,129	16,220	18,600	24,105	7,700

資料: ガフサC.R.D.A.資料

表2. 6. 16 野菜生産の変化 (単位: ha)

オアシス名称	1992	1993	1994
KASBAH	202	250	250
SUDOUEST	137	180	220
ELKSAR	195	205	250
LALLA	57	70	160
ELGUETTAR	75	90	120
計	666	805	1,000

資料: ガフサC.R.D.A.資料

表2. 6. 16 飼料作物生産の変化 (単位: ha)

オアシス名称	1991	1992	1993
KASBAH	140	160	160
SUDOUEST	109	140	140
ELKSAR	133	165	165
LALLA	33	60	120
ELGUETTAR	44	26	30
計	459	551	615

資料: ガフサC.R.D.A.資料

2) ケビリ県 ドーズの例

- ① オアシス面積 280ha
- ② A.I.C.組合員 1,300人
- ③ 水源 井戸 5本
(冷水井 4本, 熱水井 1本)
 $Q = 260 (l/s)$
- ④ 第2次支線水路のパイプライン化
上水路構造の第2次支線 水路を塩ビ管を用いたパイプライン化を行い、水路からの漏水防止を図っている (図2. 6. 10)。

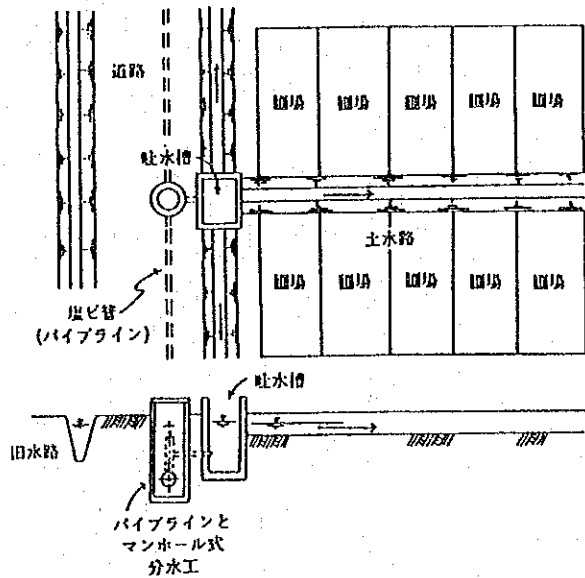


図2. 6. 10 第2次支線水路のパイプライン化

水盤灌漑を行っている関係上、1枚の圃場は小さいことから (3m X 12m程度)、全ての圃場に給水栓を設置するのではなく、最末端には、図2. 6. 10のように、一部土水路を用いて灌漑する方式である。また、節水の効果を上げるため、維持管理費の負担ルールとして、①時間当たりと②作付け面積当たりの二つの要素を導入し、水利施設の整備と合わせてソフト対策も実施されている。

表2. 6. 18 第2次支線水路のパイプライン建設費

区分	経費	備考
建設費	8TD/m	水路密度 150m/ha
維持管理費	16TD/10a	平均耕作面積 50a/戸

(注) ガベス県ショットフェリスオアシスでは、建設費 (無筋コンクリート水路) 14TD/m、維持管理費 12TD/10a

資料: ケビリ、ガベスC.R.D.A.から聞き取り

なお、ドゥーズ県における事例図では、パイプライン化のための建設費及び維持管理費は下表の通りである。

いずれの事例についても、圃場レベルにおける節水に関する技術的、経済的評価はまだ十分行っていないことから、これらの事例も含めて、総合的な検討が必要と判断される。

2. 6. 7 現況における課題

チュニジア国南部地域に点在するオアシスの水利施設は、一応整備されている。この地域の最も重要且つ緊急的課題は、限られた資源である地下水を有効に利用するための節水である。このため、灌漑区、圃場レベルにおいて、第2次支線水路の改修の促進、節水灌漑方法（ドリップ灌漑等）の試験的導入、高温地下水の熱利用によるハウス栽培の導入等が実施されてきた経緯があり、同国は、法制度の整備、資金・技術の投入をしてきたといえる。

灌漑技術に関する上述の事項についての具体的議論は、今後予定されるS/W協議、及び本格調査において、なされることとなるが、今回の予備調査から想定される課題を列記すると次の通りである。

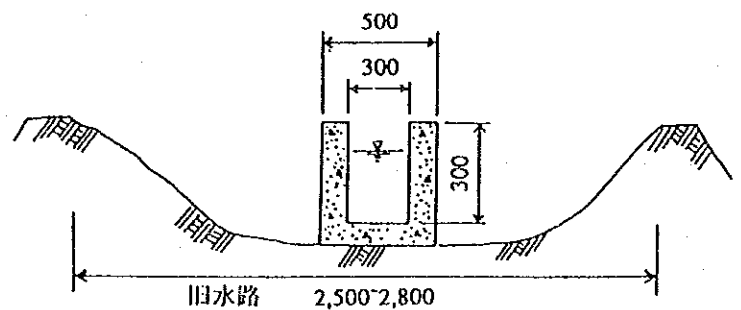


図 2. 6. 11 改修概念図

(1) 第2次支線水路の整備手法と範囲の決定

基幹的水利施設は、A. I. C. が管理・運転、及び補修・修繕を行い、本プロジェクトの整備対象である第2次支線水路は、従来、農民が基本的に実施してきた。

従って、財産、維持管理は農民であり、また、チュニジア国農業省としては、農民負担を予定していることから、各オアシスの状況によって、第2次支線水路の整備手法を検討する必要があると判断される。 (図 2.

6. 12 参照)

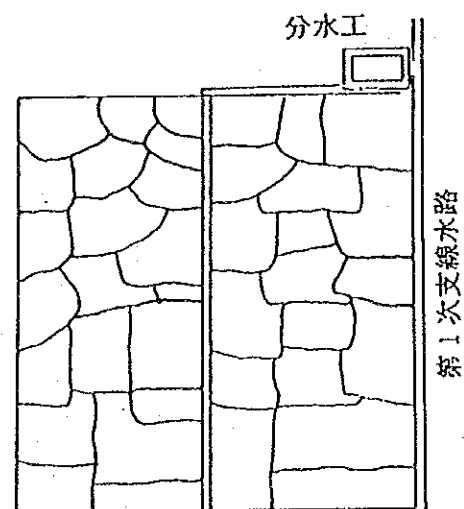


図 2. 6. 12 第2次支線水路の平面配置

(2) 灌漑方法

オアシス農業における灌漑方法として、水盤灌漑が一般的に行われており、広く普及している。しかしながら、現在、節水を目的として、ドリップ灌漑、地下灌漑等の導入試験を実施しているとのことである。今回の現地踏査においては、ハウス内での節水灌漑は、調査することができたが、露地栽培での灌漑方法は、水盤灌漑であった。ハウスの導入は、高温の地下水の熱利用という側面もあり、例えば、ケベリ県では、農地面積約6,400haのうち、80~90ha程度である。灌漑方法により節水を実現するには、

- ① 従来実施されている灌漑方法を変更することになり、農民が営農技術上、受け入れることができるかどうか。
- ② 装置型となるため、灌漑施設への投資に対し、農民が経済的に負担が可能かどうか。
- ③ 水路系全体がオープンタイプであることから、必要な水頭が確保できるかどうか。

等、多くの点で検討すべき課題がある。

また、従来、圃場レベルにおける作物と必要水量、及び水源開発、水路系の整備が必ずしも調整がとれていたとは言いがたい面もある。このことは、南部水資源マスタープランの基本方針においても述べられていることであり、圃場レベルにおける必要水量の調査、評価を行い、水路系の用水配分システムの再検討を行うことにより、節水について検討することが必要である。

(3) 水路系の評価

オアシスの水利施設は、水源→幹線水路→第1次支線水路→第2次支線水路→圃場より構成される。

今回の予備調査では、水路系全体の資料収集、現地調査等は実施していないが、供給主導型のシステムであり、バッファ機能もないようであることから末端における用水利用の自由度は低いと考えられる。このため、次の観点から、水路系全体の評価が必要と考えられる。

- ① 圃場レベルにおける必要水量に応じて送水する事により節水を図ろうとした場合、水路系は、適正な機能を有しているか。また、最小限の管理施設は、どの程度になるか。
- ② 水源が地下水であり、滞水層、自噴・ポンプアップ、また、季節により地下水位等の変動があることから、末端の自由度を上げることに対応した水源管理が可能かどうか。

等を検討し、節水を達成するため、A. I. C.、農民も含めたハード、ソフトの水管理システムを構築する必要があると考えられる。

2. 7 灌漑施設

2. 7. 1 灌漑施設の現状

(1) 水源施設

オアシスは3000年以上の昔から開発され、そこで人々が生活するとともに、オアシス農業を営んできている。しかし、社会が発展し人口が増加するにともない、新しいオアシスが開発されてきたこと、用水の過剰使用とによって地下水の状況が変化し、水い間自噴し、湧水として地表にあらわれ、地域の住民や農業に利用されていたものが、地下水位の低下によって湧水が枯渇したり、自噴しなくなり、新たに井戸を建設し、ポンプによって揚水しなければならぬオアシスが多くなってきた。

オアシス農業の水源としては次のようなものがある。

- ① 浅井戸
- ② チューブウェル (管井)
- ③ 自然湧水 / 自噴泉

現在でも自噴しているものもあるが、大部分はポンプ等によって揚水しなければ水を利用出来ない状態にある。しかも、過去の地下水脈の変動によって既存オアシスの近くでの取水が難しくなり、数kmも遠く離れた地点から導水しなければならぬオアシスが増えている。また、1本の井戸では用水が不十分なため複数本の井戸となってきている。

例えば、ガフサ県のガフサオアシス (1980ha) においては9本の井戸から延長10km近い導水路によってオアシス迄送水して利用している。同じく、ララオアシス (700ha) においても7本の井戸から延長約6kmの導水路によって送水している。(図2. 7. 2 参照)

ケベリ県では2220haのオアシスに対して、18kmも離れた地点で3本の井戸から取水し、ポンプにより圧送している例もある。(図2. 7. 3及び2. 7. 4 参照)

(2) 送配水施設

オアシス農業における基本的な用水系統については2. 6項で少し触れているがオアシスの灌漑システムを図示すると図2. 7. 1のようになる。

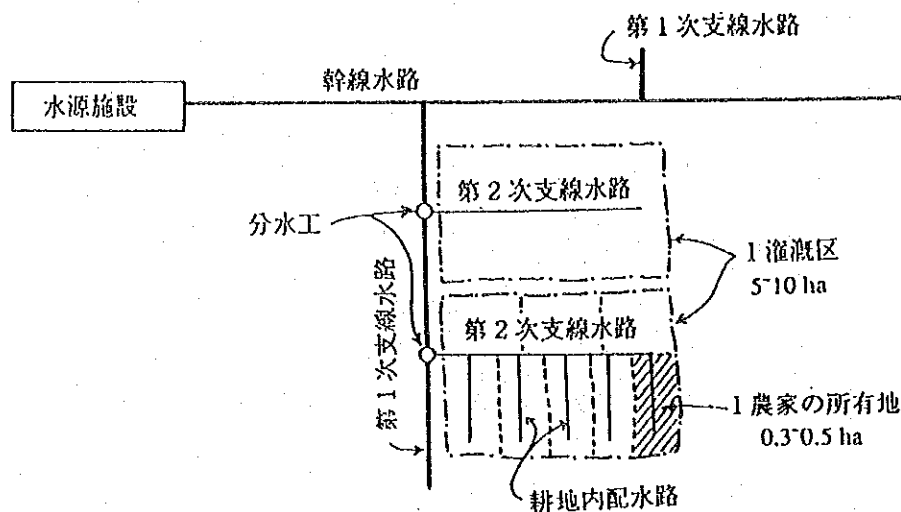


図2. 7. 1 オアシス灌漑システム

南部地域のオアシスは1980年以降、世界銀行、アブダビ資金、サウジアラビア資金、やドイツなどの援助を受け、水源施設、幹線水路及び第1次支線水路（1灌漑区あたり1分水工を有する水路）までの基幹灌漑施設の整備を行い、完了している。

これらの事業では水源施設整備として井戸の改善または新設と揚水設備（ポンプ）の設置を行い、幹線水路と第1次支線水路の管路化をはかり、老朽施設の回復をはかるとともに、幹、支線水路網での漏水防止／節水をはかっている。第1次支線水路は、原則として管路であるが一部開水路形式の所もあり、コンクリート構造で整備されている。

第2次支線水路以降については原則として農民自身によって整備することになっており、テュニジア国政府は農民負担分の25%の補助金を援助することになっているが、種々の事情により改善の進行が遅れている。今回の現地調査ではガフサ県で50%、ガベス県で21%の水路の整備が完了しているとのことである。

本案件の対象とする改善部分はこの第2次支線水路の整備が主目的である。

第2次支線水路は第1次支線水路に設けられた分水工から各農家の所有耕地までの配水路であり、灌漑区内の農民によって維持管理されている。水路構造は土水路であり、改善された地区ではコンクリート水路又は管路（PVC、アスベスト管）となっている。農家の所有耕地への分水は水路を土砂により締め切り、水路側法を切って耕地へ導水しているため、未整備地区では水路形状が不整形で幅がひろくなっており、いかにも効率の悪い配水状態を呈している。

一方、改善された配水路では調節用分水ゲート（銅板又は一枚板の簡易なもの）が設置され分水は効率良く行われているが、耕地内（水盤）への配水に工夫が必要と考えられる。

水盤の幅と長さ、配水路密度等、F/S調査時に最適サイズの検討が必要となろう。即ち、水路網だけの節水に留まらず、各農家の耕地内での節水灌漑方法についての検討が重要である。こうしてはじめて送配水と利用の両面での節水が可能となり、施設整備の効果が発揮される事になろう。

現在テュニジア国政府は第2次支線水路の整備密度を40~80m/haとして計画しており、水路構造はコンクリート製開水路を想定しているようである。この計画で整備必要量を推定すると次表のようになる。

表2. 7. 1 要整備量の推定

県	耕地面積(ha)	必要改善量*(km)	既改善量(km)	残量(km)
ガフサ	3,300	200	65	135
トズール	5,877	350		350
ケビリ	6,385	380		380
ガベス	7,238	430	63	367
計	22,800	1,360	128	1,232

*: 必要量を60m/haとして算定。農家の土地所有、配置形状等により、第2次支線水路の延長は変化する。

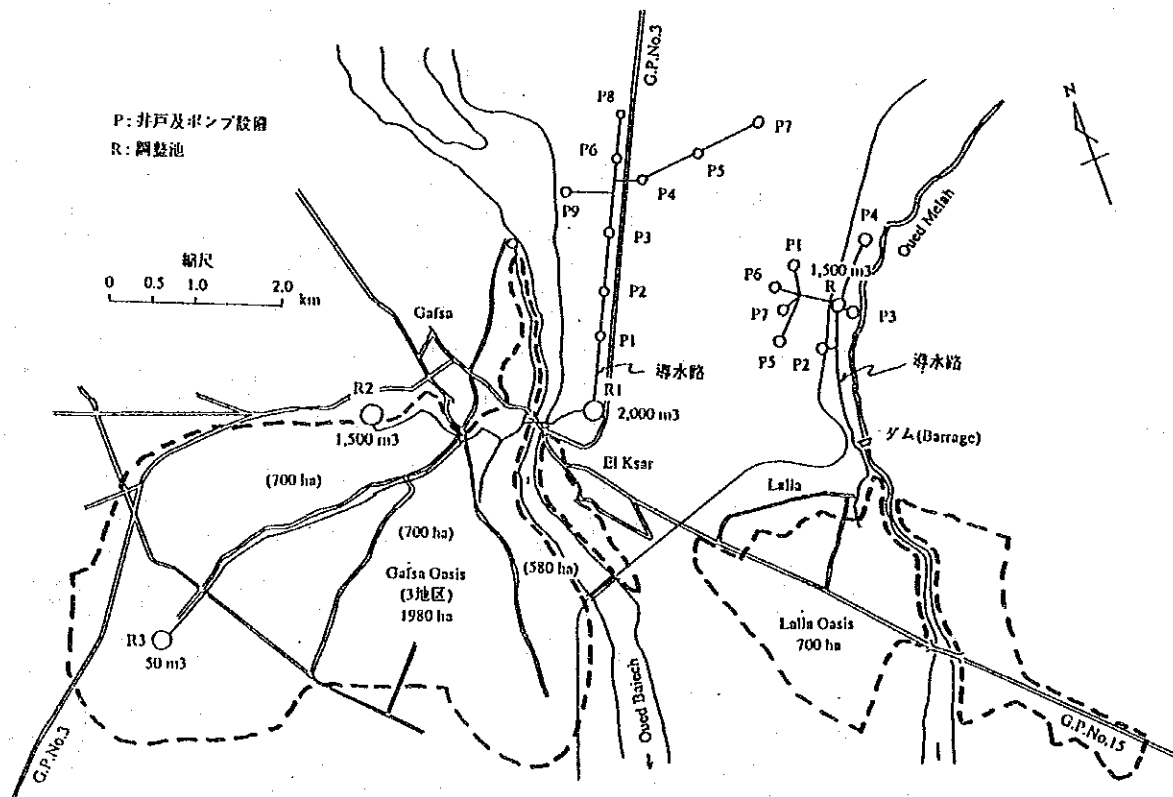


図2. 7. 2 ガフサ及びララオアシス水源及び導水路説明図

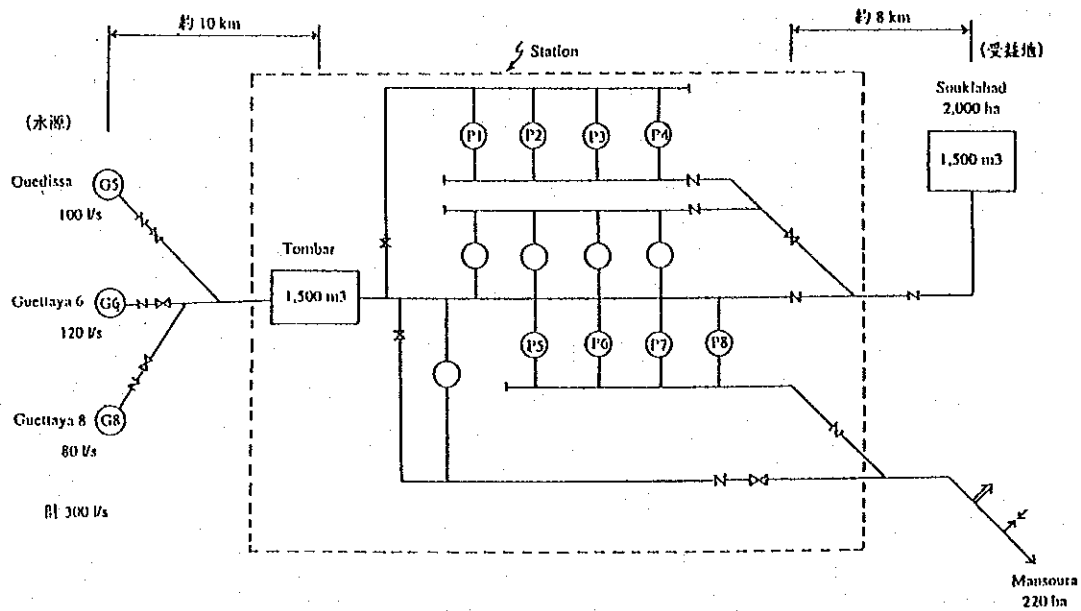


図 2. 7. 3 Station-Guettaya-Tombar説明図

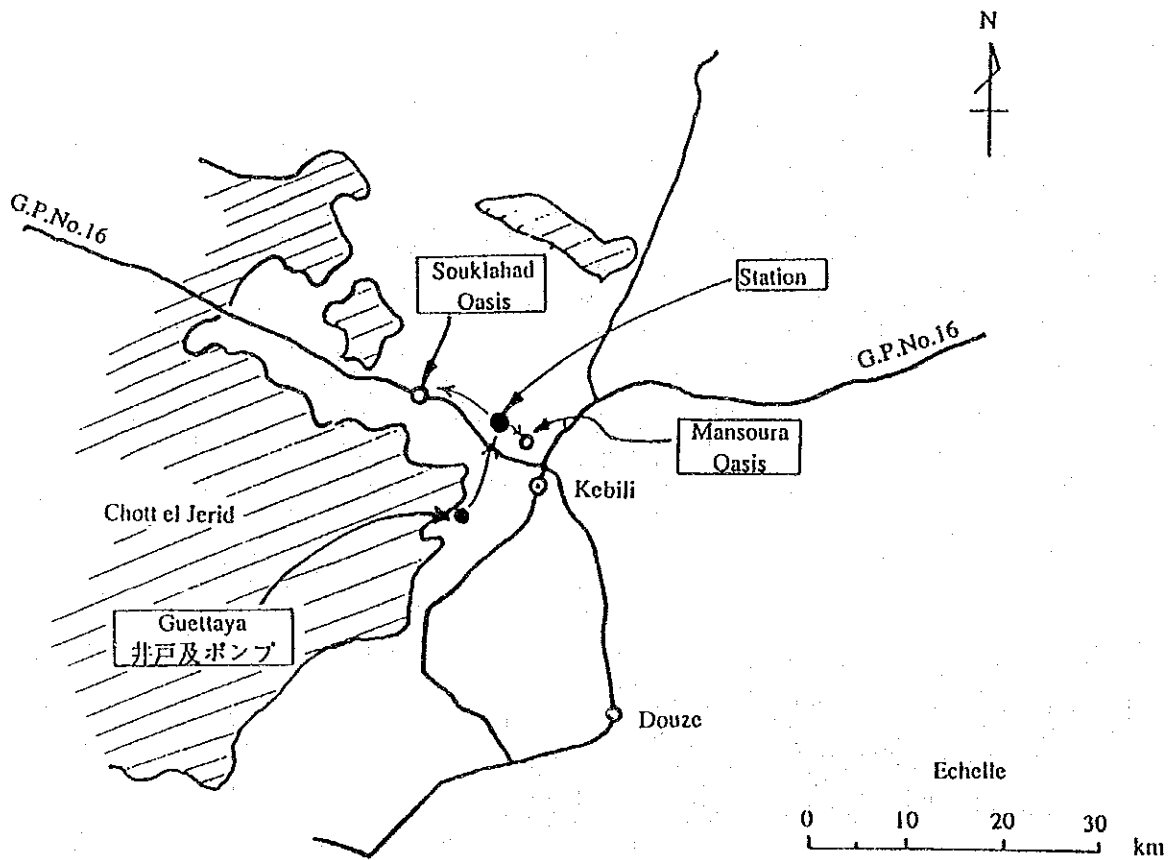


図 2. 7. 4 Station-Guettaya-Tombar施設位置関係図

2. 7. 2 施設管理

チュニジア国においては基幹的水利施設の管理はA.I.C.(Associations d'Interet Collectif)と呼ばれる農民、水利用者等を組合員とする団体が管理する仕組みとなっている。A.I.C.は従来より水利施設の管理団体として存在していたが、4つの水資源マスタープランの着実な実施を図るための組織整備の一環として、1987年7月6日の水法の改正により、法的に明確に位置付けられた。A.I.C.は我が国における土地改良区と極めて似た組織である。

各オアシスには一つのA.I.C.が設立され、維持管理することが基本であるが、大規模なオアシスでは複数のA.I.C.が設立されることもある。ガフサの例では一つのオアシスに3つのA.I.C.があり、このような場合、各A.I.C.が管理する施設にまたがるような施設はCRDAが管理する例も見られた。

(1)A.I.C.の組織

標準的なA.I.C.の組織は委員長1名、庶務経理担当2名、管理人5名の8名体制で運営される。

1987年10月に施行されたA.I.C.に関する政令 (Decret No.87-1261 du 27 octobre 1987 relatif a l'organisation et au mode de constitution et de fonctionnement des associations d'interet collectif) によればA.I.C.の組織概要は次の通りである。

1) A.I.C.の設立

A.I.C.を設立しようとする者は目的、計画内容、設立要請書を作成し、県知事に提出しなければならない。

2) 目的

- ①水資源の開発
- ②水利施設整備事業の実施及び維持管理

3) 組合員の義務

- ①総会、理事会の決定事項を尊重しなければならない。
- ②理事会決定の組合費を支払わなければならない。
- ③A.I.C.の利益、財産を守らなければならない。
- ④問題解決のため積極的な参加をしなければならない。
- ⑤組合員は不履行の場合、制裁を受ける。

4) 組合員の権利

- ①役員に選出されることができる。
- ②A.I.C.設立目的に示された事項に関し権利を有している。

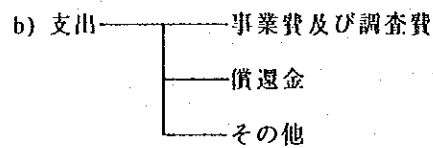
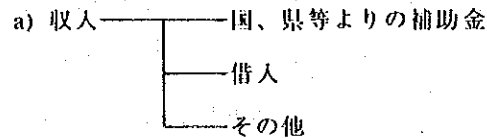
③A.I.C.活動に関し意見を申し述べることができる。

④投票権を有している。

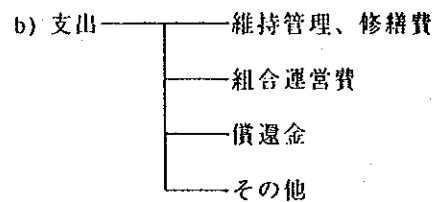
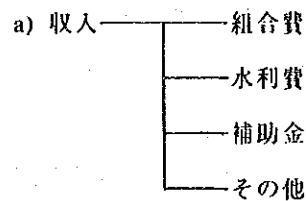
5) 予算の承認

A.I.C.予算は県知事の承認が必要である。また、事業予算と管理予算に区分される。その主たる費目は下記の通りである。

1) 事業予算



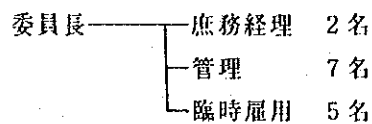
2) 管理予算（維持管理、修繕およびA.I.C.運営費）



(2) A.I.C.の事例

今回の調査ではガフサ県のカスバ(Kasbah)A.I.C.より聞き取りを行ったので、参考として以下にのべる。

1) スタッフ——— 10名（常勤）



2) 受益区域

灌漑面積 698ha

組合員数 800名(平均0.87ha/人)

3) A.I.C.予算

区分	1993年		1994年(案)	
	総額	ha当り	総額	ha当り
1 収入	116,490	167	167,200	240
組合費	-	-	1,200	2
水利費	-	-	166,000	238
2 支出	97,375	140	167,200	240
維持管理	-	-	163,200	234
修繕費	-	-	-	-
人夫賃旅費	-	-	3,000	4
交通費	-	-	-	-
予備費	-	-	1,000	1

単位：DT

カスバA.I.C.事務所には昨年度の決算及び1994年度予算が掲示してあり、組合員は誰でも見る事が出来る状況であった。また、水の消費水量についても日報が詳細に、過去数年にわたり、台帳が整理されており、水利施設の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。

2. 8 環境

2. 8. 1 環境行政、法制度

(1) 所轄行政機関

テュニジア国における環境問題を所轄する行政機関は環境、国土保全省である。同省は1991年10月に設立され、それまで農業省傘下にあった衛生総局（ONAS）と国家環境保護公社（ANPE）が傘下に組み込まれている。

環境、国土保全省は環境、自然保護、国土保全に係わる行政を担当し、その実施を監督している。同省の目的は次の通りである。

- ① 国民に健全な環境を確保し、提供する
- ② 国と今後の世代に継続可能な開発を保証することにより、予防、調査管理、修復の政策を実施する。

衛生総局（ONAS, L'Office National de l'Assainissement）は1974年に設立され、特に汚水管理を担当し、水公害対策、水資源保護を主たる目的として次のような事業を行っている。

- ① 下水プロジェクトの計画、実施
- ② 下水処理施設の管理、維持、建設
- ③ 固形廃棄物の処理
- ④ 雨水排水のための共同体への支援

国家環境保護公社（ANPE, L'Agence Nationale de Protection de l'Environnement）は1988年に設立され、1992年にその権限が強化された。同公社の職務としては

- ① 環境状態を分析し、その改善を調査する
- ② 自然環境に対する公害の予防、修復対策

があげられ、開発プロジェクトの実施前の環境予測調査の実施、市民教育、環境教育に力を入れている。なお、同公社は公害に対して監視を行い、法律違反による自然破壊に対しては修復するための訴訟をおこす権限を有している。

テュニジア国政府は環境保護を重点施策の1つとして位置づけ、第8次5ヶ年計画では前計画の2.5倍の予算を割り当てている。

環境、国土保全省の組織図は図2.8.1に示す。

(2) 法律、制度

テュニジア国では環境、自然保護を目的とした法律はまだ制定されていないが、種々の法律の中に組み込まれており、一応法制度として体系化されていないものの整備されていると言える。土地、土壌、水、水資源、森林等の保全、野性の動植物保護、自然保護地区の設定、

廃棄物処理対策など可能としている。

開発プロジェクトに対しては、その規模に関係なく事前の環境予測調査を義務付けしているとの事である。この調査はANPEの所轄業務であるので、F/S調査時にはANPEの協力を得て実施することになろう。

(3)環境、自然保護に係わる国際条約への加盟

テュニジア国が加盟或は批准している主な国際条約は以下の通り。

- ① CITES (ワシントン条約)
- ② ラムサール条約 (Ichekeul N.P.が登録)
- ③ 世界遺産条約 (Ichekeul N.P.が登録)
- ④ 生物多様性保護条約
- ⑤ 気候変動枠組条約

この他にも、海洋、大気汚染等の条約等にも加盟しており、国際的な環境保護、保全活動には積極的に協力しているとのことである。

2. 8. 2 調査対象地域周辺の国立公園及び自然保護地区

調査対象地域内及び周辺には次ぎの国立公園、自然保護地区がある。

- ① 地域内 1 Bou Ramli 自然保護区
2 Jbil
3 Dghoumes
- ② 周辺地区 1 Bou Hadma 国立公園
2 Khcham el Kelb 自然保護区

これらの国立公園、自然保護区は調査対象のオアシス地帯からは遠く離れており、直接的な影響はないと思われる。これらの国立公園、自然保護地区を図示すると図2. 8. 2の通りである。

2. 8. 3 調査対象地域周辺における環境問題

南部地域における大きな環境問題としては次ぎの3点がある。

- ① 砂漠化
- ② 地下水低下
- ③ 塩害

南部地域は年間の半分は北からの強風に晒されており、その風によって運ばれてくる砂の堆積による砂漠化である。南のサハラからの砂漠化ではない。この対策として道路沿いに防砂林や柵

を設けており、この予算支出も大きい。

南部地域のオアシス地帯の地下水は開発され尽くしているが、浅層及び中層地下水については開発が容易であることもあり、過剰に開発されている。また、地下水位が低下しており、年間1 m以上低下している地区もある。昔は自噴していたが今ではポンプで揚水しなければならない。

塩害については、塩を含んだ地下水を灌漑に使用しているため、農民は塩が蓄積されないように洗浄分を含んだ水量の水で灌漑している。現在はかなりの水量を使用しているため被害はでないようである。しかし、油断すればすぐ塩害を受ける危険性がある。

2. 8. 4 スクリーニング、スコーピングの結果

開発調査環境配慮ガイドライン（JICA）に沿って、プロジェクト概要表（PD）、立地環境表（SD）を作成し、スクリーニング用、及び、1次及び現地スコーピング用チェックリストにより検討すると、環境に対して重大な影響を与えることはないが、チュニジア国政府の条件もあり、F/S調査に当っては初期環境調査を実施することが望ましい。

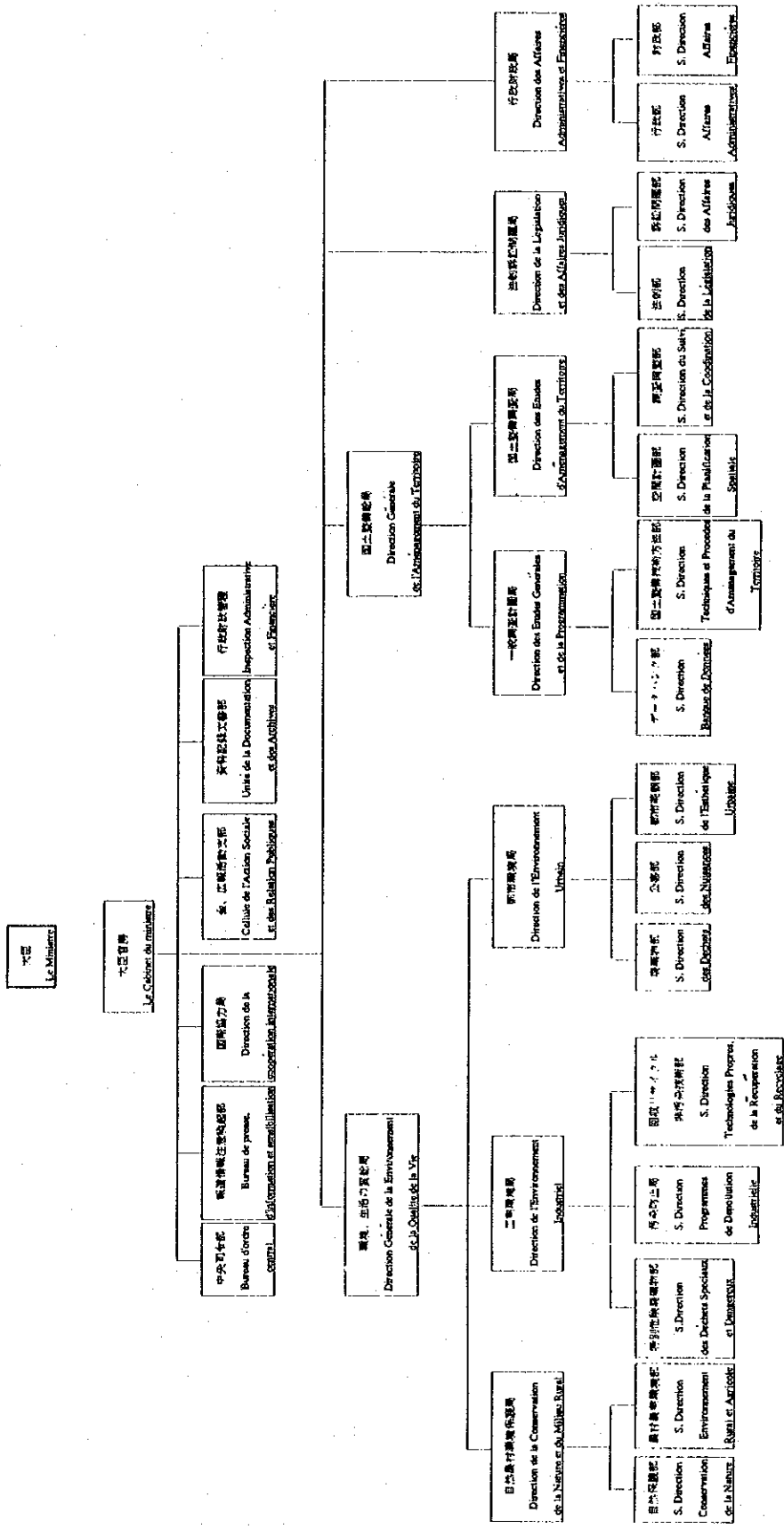


圖 2. 8. 1 環境・国土保全省組織圖
 ORGANIGRAMME DU MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

(1994年4月 現狀、国土保全省上)。

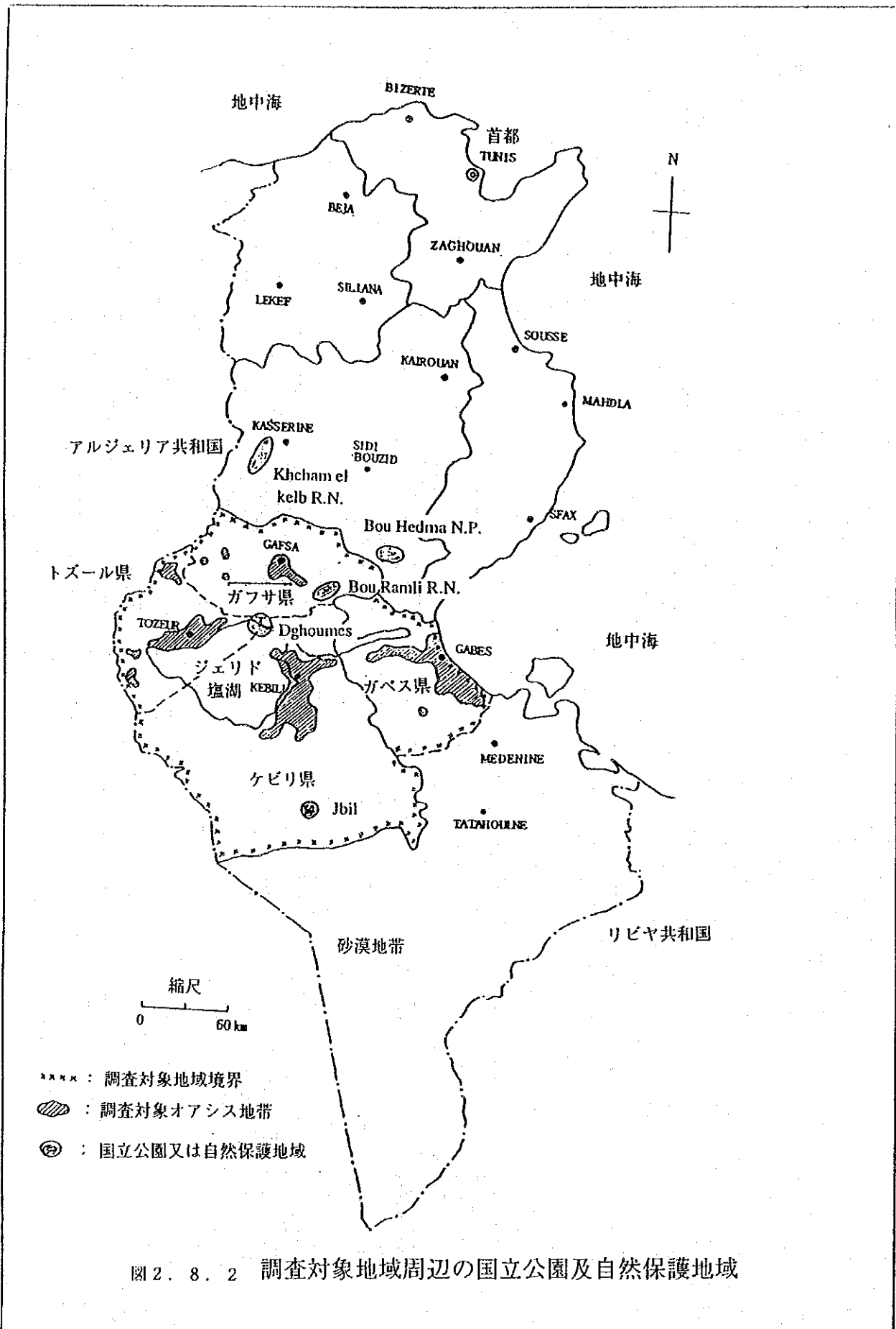


図 2. 8. 2 調査対象地域周辺の国立公園及自然保護地域

第3章 協議の内容とT/Rの再編成

3.1 協議の概要

チュニジア国政府における農業開発プロジェクトは、農業省農業土木総局農業水利局が企画・立案し、農業省関係者で構成される検討会の場で協議され決定されるシステムである。従って、本調査は農業土木総局 農業水利局が対応及び協議の窓口となる。

今回の事前調査（予備）における協議は現地踏査前に実施された第1回、現地踏査後の2回の合計3回なされた。

第1回協議は、チュニジア国政府より南部地域の現状及び課題の説明を受けた中で調査団はチュニジア国南部地域の状況、農業の実情を把握することに努めると共に協議事項を具体化するための協議を進めた。即ち、調査団派遣に先立ち開催された対処方針会議において、本プロジェクトの目的は井戸の新規掘削及び新たな導入作物を考えるものではなく、灌漑施設の改善が主たる対象であることが確認されており、これを基本として本調査団は調査目的、調査対象地域、調査内容、実施機関等につき協議を行った。しかしながら、チュニジア国にとって農業開発に関する技術協力は初めてのことであり、調査団にとって極めて厳しい条件であった。

第2回、3回の協議においては、我が国の技術協力のシステムとチュニジア国の要請内容を対比させつつ、双方の理解が十分得られるまで議論し、F/Sの内容として望ましい事項について合意に達した。

これら合意された内容を確認し、M/Mが作成され、チュニジア国農業省農業土木総局長、融資・奨励総局長と調査団長との間で署名が交わされた。

主な協議事項は次のとおりである。

3.2 主たる協議事項

(1) 調査目的について

チュニジア国政府の要請によれば、本調査の目的は、南部水資源マスタープランに基づく南部4県に位置するオアシスの節水を目的とした灌漑施設整備計画の策定である。しかしながら、この目的に含まれる範囲は、実施設計図書の作成、入札書類の作成及び技術アシスタンス（事業実施）までとなっていた。

このため、我が国の技術協力システムとチュニジア国政府が要請した内容の調整を行い、調査目的の表現は同じであるものの、討議の結果F/Sの内容として望ましい内容について合意が得られた。

なお、チュニジア国農業省農業土木総局長より調査団長あてに南部オアシスにおける節水のための改善計画プロジェクトのF/SにおけるS/Wを明確にするためのサイドレターが提出されている。

この中で、川水源である地下水に関し、広域水収支シミュレーションによる賦存量の把握と管理（評価と寿命）手法について述べられている。議論の過程で、この件については、今回のF/Sの中では、井戸の地下水位データのトレンドによる評価程度は可能であるが、詳細な広域水収支までの実施は困難であり、これについては、別途の技術協力案件として検討するのが望ましいとした経過がある。このため、チュニジア国政府として南部地域の水源である地下水に対する問題認識を明確にすることが重要と考え、農業土木総局長名のサイドレターになったものと推測される。

(2)調査対象地域について

調査対象となるオアシスは、南部地域に点在することから、調査の効率的実施のため、本調査団は、優先順位をつけることにより、地域を限定するように主張した。しかしながら、チュニジア国側より南部地域のオアシスは同一の地下水層を利用するという共通の条件下にあり、灌漑用水の節水対策、地下水の特性から生じる管路の閉塞等本事業を取りまく社会的、経済的及び緊急性からして全地域を対象とするよう強い意見が主張され、チュニジア国側と調査団との間で協議がなされた。

本案件は、農村地域を主体とするチュニジア国南部地域における定住のための基礎的条件である農業の振興に関する内容であり、その社会的、経済的意義は極めて大きい。さらに、上述のように地域全体に関わる課題であることから、地域の絞り込みは困難である。あわせて、絞り込まなくても対応可能な規模であると判断した。南部地域の置かれている条件を考慮し、調査対象地域は、ガフサ、トゥズール、ケビリ及びガベスの4県にある151オアシス、22,800haとすることで合意した。

なお、最終的には、本調査団の報告を受けてJICAが派遣する予定のS/W協議チームとチュニジア国双方が協議して調査対象地域を決定することとした。

表3. 2. 1 対象オアシスと面積

県名	オアシス数(ヶ所)	対象面積(ha)
GAFSA	5	3,300
TOZEUR	29	5,877
KEBILI	67	6,385
GABES	50	7,238
計	151	22,800

(3)F/Sの作業範囲について

チュニジア国側よりの要請は、第1フェーズ (F/S)、第2フェーズ (D/D)、第3フェーズ (人札書類作成) 及び技術的アシスタンス (事業実施) より構成されている。これについては、JICAの技術協力の考え方と仕組みについて十分な説明を行い、チュニジア国側と調査団は、次の通りとすることで合意した。

① 第2フェーズ、第3フェーズは、本件F/Sの結果を踏まえて、チュニジア国側が別途検討する。

② 技術的アシスタンスについては、今回のF/Sには含めない。

さらに、F/Sの作業範囲を協議するための基本事項として新規井戸の掘削、新規作物導入を考えるものではなく、灌漑施設の整備を主体とした灌漑施設整備計画の策定であることを認識し、議論の結果、F/Sの作業範囲として、望ましい内容として次のとおり合意した。

1) オアシスの現状と評価

① オアシスでの灌漑農業の現状、灌漑用水の需給、地下水の取水実態及び灌漑施設の整備状況等オアシス農業の現状等の把握及び評価。

② 現在、チュニジア国が実施中の灌漑用水節約技術に関する技術的、経済的評価。

③ 圃場レベルにおける水管理及びA.I.C.が管理している農業水利施設の水管理システムの技術的、経済的評価。

④ 灌漑用水源の熱水冷却に関する技術的、経済的評価。

2) 整備計画の検討。

① 灌漑水路網の機能改良案の提案 (漏水防止、用水配分、灌漑効率、維持管理) 及び水管理システムの改良案の提案。

② 農民に対する水管理に関する普及及びA.I.C.に対する水管理技術の提案。

③ 高温地下水の冷却手法の改良案

3) 整備計画の技術的可能性、経済性及び社会経済的妥当性に関する評価。

チュニジア国灌漑整備計画、要請内容(T/R)とM/Mとの対比

項目	要請書(T/R)	M/M
1. 調査目的	<p>南部水資源マスタープラン(P.D.E.S.)に基づき、南部4県(GAFSA, TOZEUR, KEBILI, GABES)に位置するオアシスにおける節水を目的として実施する。</p>	<p>同左 (南部4県に位置するオアシス22,800haを対象とし、地域の確定はS/W時とする。)</p>
2. 調査項目	<p>(1)オアシスの現状評価。(水資源、水利開発、作物の必要水量)</p> <p>(2)水利整備モデルの評価。</p> <p>(3)灌漑網、排水路、下水道における問題の分析。</p> <p>(4)用水節約技術の経済的評価。</p> <p>(5)農家及びA.I.C.の耕地内における水利用方法の改善</p> <p>(6)改良案、改善案の提案</p> <p>①灌漑網、排水路、下水道の改良案</p> <p>②用水節約技術の比較案</p> <p>③灌漑システム改善のための普及システム、作業管理システム</p> <p>(7)温水冷却システムの評価</p>	<p>(1)オアシス農業の現状と評価</p> <p>①灌漑農業の現状、灌漑用水の需給、地下水の取水実態、灌漑施設の整備状況。</p> <p>②灌漑用水節約技術に関する技術的、経済的評価。</p> <p>③農家及びA.I.C.の水管理に関する技術的、経済的評価。</p> <p>(2)整備計画の検討</p> <p>①灌漑水路網の機能改良案及び水管理システムの改良案の提案</p> <p>②農民への水管理の普及、A.I.C.に対する水管理技術の提案。</p> <p>(3)高温地下水冷却手法の技術的、経済的評価と改良案の検討</p> <p>(4)整備計画(案)の技術的可能性、経済性及び社会経済的妥当性評価</p>
3. 調査期間	<p>調査フェーズ 12ヶ月</p> <p>技術的アシスタンス 24ヶ月</p>	<p>F/S期間18ヶ月程度</p> <p>(調査開始→最終報告書(案)提出)</p>

項目	要請書(T/R)	M/M
4. 第1フェーズ : (F/S)	(1)現状の評価、検証 ①水文、土壌、水文地質等 ②営農技術、土地利用等の農業環境 ③灌漑網等のインフラ整備 (2)整備内容の評価 ①灌漑網の検討 ②A.I.C.の灌漑網の管理、農家の技術的、財政的能力 (3)水利整備案の提案	基本的なフレームは、上述のとおり。 具体的作業範囲はF/Sチームが協議し決定する。 F/S段階においても、水利整備案の検討において概略設計、図面作成概算工事費の算出を行う。
5. 第2フェーズ : 実施計画 (D/D)	(1)計画、平面図の作成 (2)設計仕様、使用材料 (3)設計概要図、断面図等の作成 (4)積算	今回のF/Sの範囲には含めない。 Tunisia国農業省が別途検討。
6. 第3フェーズ : 入札書類作成	(1)工事施工のための図面及び入札公示書類 (2)構造計算、水理計算書 (3)積算資料	今回のF/Sの範囲には含めない。 Tunisia国農業省が別途検討。
7. 技術的アシスタンス	CRDA職員への技術アシスタンスのための研修プログラムの提案。 (1)耕地での灌漑の実習。 (2)施設の維持管理。 (3)耕地の水需要に適した水の供給。	今回のF/Sの範囲には含めない。

(4)実施機関について

チュニジア国は、小さな政府を指向していることから、調査の実施等について全てJICAチームが担当するよう主張した。また、農業省の地方機関であるC.R.D.A.の技術スタッフが十分揃っていないことからカウンターパートによる受人も困難である旨の意見も出された。これらの点につき双方粘り強い協議の結果、次のとおり合意に達した。

① 本調査の実施機関は、チュニジア国農業省農業土木総局である。なお、調査の実施に当たり、農業経済等の専門技術者の参画が必要となり、その技術者が他機関に属する場合、農業土木総局が責任をもって対応する。

② チュニジア国側は、JICAチームとチュニジア国側カウンターパートが共同でF/S調査を実施することが原則であり、カウンターパートを農業省より出す。

③ 本F/S調査を効率的に実施するため、C.R.D.A.はJICAチームと協力して作業する。

なお、F/S調査の実施に関し、チュニジア国側より、

① C.R.D.A.の技術スタッフが少ないことから、チュニジア国内コンサルタントの活用。

② C.R.D.A.は、オアシスの灌漑施設の補修作業が夏期に集中することからC.R.D.A.の活動期間は冬期が望ましい。

との要望があった。

(5)チュニジア国側の便宜供与について

F/S調査の実施に必要なチュニジア国側の便宜供与について、基本的に受入可能であることをチュニジア国農業省は、外務省、計画地域開発省立会いのもと了解された。なお、具体的事項については、S/W協議事に関係期間と協議することとなった。

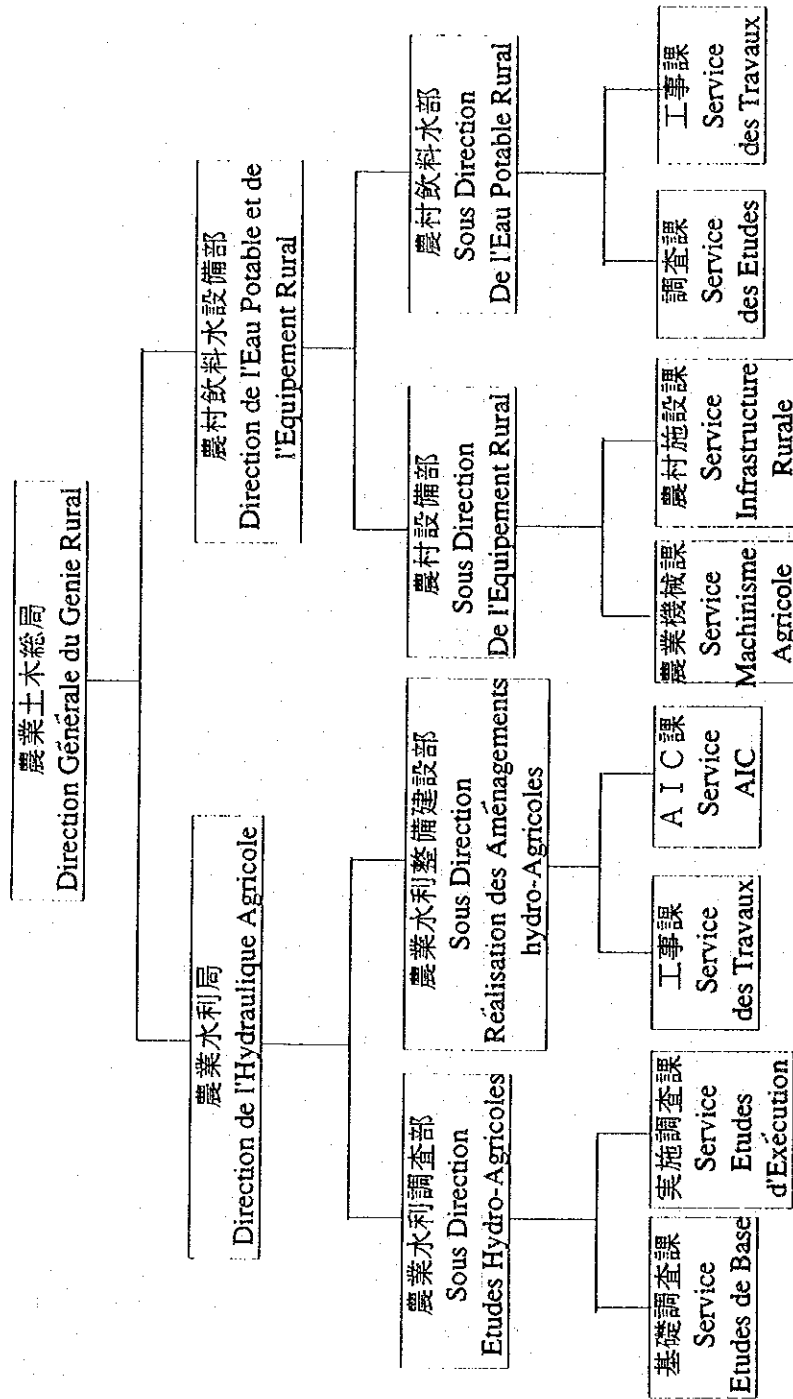
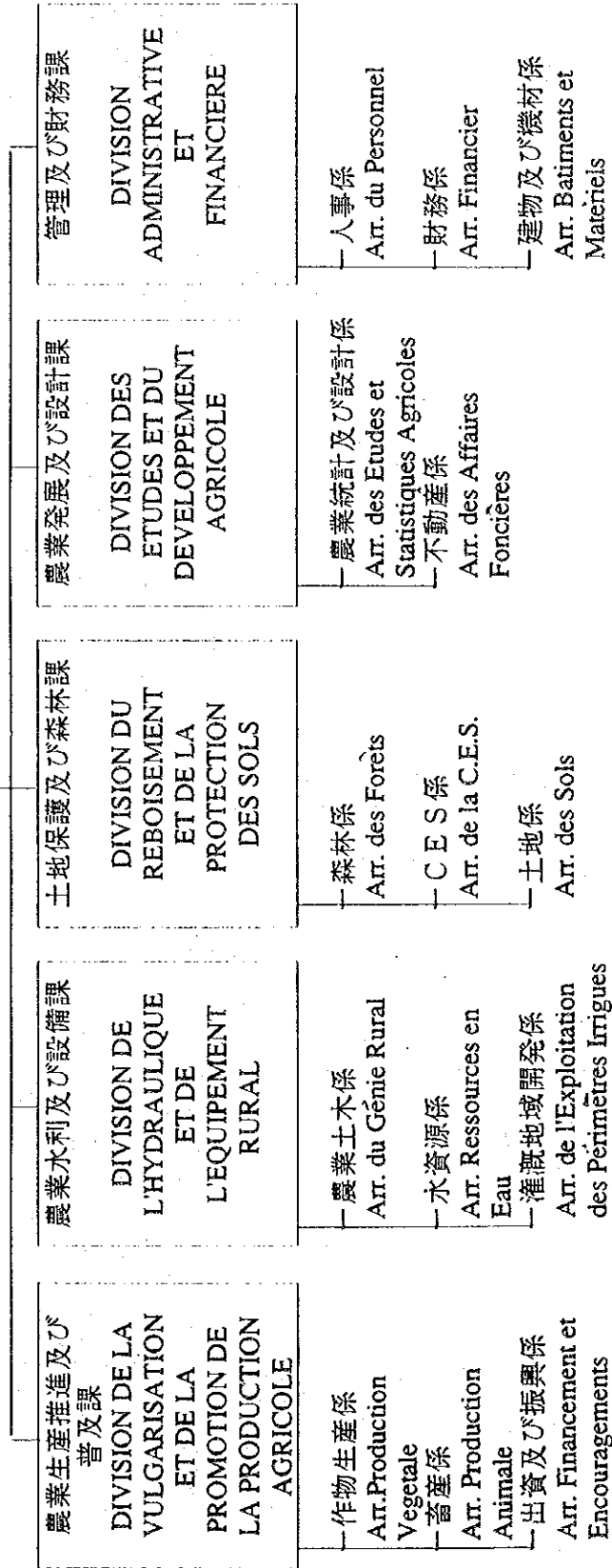


図 3. 2. 2 農 業 土 木 総 局 組 織 図

ORGANIGRAMME EXISTANT DU DIRECTION GENERAL DU GENIE RURAL

注) 1994.4農業省から入手

ケビリCRDA部長 (地方農業開発部)
LE DIRECTEUR GENERAL DU COMMISSARIAT



Decret n° 89 - 834 du 29 Juin 1989

CRDA : Commissariat Régional au Développement Agricole

図 3. 2. 3 CRDA の組織図 (KEBILI の例)

注) 1994.4 農業省から入手

第4章 S/W協議実施上の考え方と留意事項

4.1 南部オアシス灌漑用水節約調査の意義

(1) 第8次開発計画と農業開発の位置付け

チュニジア国は第8次開発計画（1992～1996）を策定し、現在実施中である。同計画において農業は最大の投資部門と位置付けられ、特に、灌漑用水、農地の効果的利用を図るために、灌漑施設や栽培技術の改善及び近代化を進めることとしている。第8次計画はこれらの活動を通して農業生産を増大し、国の食料の安全を図ることを目的としている。

チュニジア国において農業部門はGDPの14.5%（1990年）、また、就労人口は24.3%（1990年）であり、農業は重要な位置を占めている。しかしながら、同国における農地面積4,060千ha（休閑地除）のうち275千ha（6.8%）が灌漑されているにすぎない。特に、南部地域は年間降水量が100～200mm程度であり、灌漑なくして農業は存在し得ない地域である。また、本地域の産業構造、就業構造は農業に特化していることから、同国政府は本地域について特に農業重視の政策を進めている。

農村の貧困は北部都市への人口の流入、スラムの形成となることから、これを防ぐことは重要な政治的課題である。本案件はチュニジア国南部地域の定住条件である農業の振興、とりわけ農業存立のための灌漑に関する協力であり、その経済的社会的意義は極めて大きい。

(2) 灌漑用水節約調査の意義

国家開発計画の目的を達成するために、全国を4地域（最北部、北部、中部及び南部）に分け、各地域毎に水資源、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4マスタープランの内のひとつであり、南部6県を対象とし、農業用水等の水需要に関する計画である。

南部水資源マスタープランにおける南部4県（ガベス、ケビリ、トズール及びガフサ）の整備計画は既存のオアシスの保護20,000ha（129オアシス）及び新規オアシスの造成8,000ha（55ヶ所）である。

この地域においては1980年より1990年までに、6事業が実施され、151オアシス22,800haの基幹的水利施設の整備が完了している。

しかしながら、第2次支線水路の整備方式は、農民が主体的になって実施するシステムであり、政府が25%の補助金を支出しているものの、整備は遅々として進まない。第2次支線水路は土水路であることから漏水が極めて大きい（事例では40%）。このため、灌漑用水を確保す

る為、地下水利用量が增大し、その結果として、各井戸の地下水位の低下、あるいは汲み上げ不能の井戸が出はじめている。

このようなことから、有限である地下水の有効利用を図るため第2次支線水路の改築、節水灌漑方法の導入、農民に対する啓蒙普及を中心とする南部オアシスにおける灌漑用水節約に関する調査の実施は同国にとって意義の高いものと判断される。

4. 2 環境影響評価

(1)組織と規制

農村地域における環境問題は環境・国土保全省、自然農村環境保護局が担当している。事前（予備）調査の段階では、本案件は既存環境に大きな影響を及ぼすものではないが、チュニジア国政府としては、全てのプロジェクト（新規開発及び改善とも）について、その規模に関係なく、環境予測調査を義務づけているとの事である。環境予測調査の実施については、環境・国土保全省に属する国家環境保護公社（ANPE）が担当しているので、本格調査時には、ANPEの協力を得て、調査を実施することが必要である。

(2)環境調査

本案件はオアシスの既存の灌漑施設の整備であり、無駄に使用されている灌漑用水の節約を目的としている。このため、原則的には環境に悪影響を及ぼすものではないと考えられる。また、チュニジア国側もその様に考えている。また、南部地域での地下水は過剰揚水や新規井戸の掘削等により年々低下気味にあることは事実である。

灌漑用水に利用している地下水は塩分を含んでおり、現状では、かなり大量の水を使用していることもあり、十分な洗浄作用が働いているため、塩害は比較的少ないものと考えられる。

しかし、節水灌漑により、使用水量が減じた場合、塩分の蓄積がどの様になるのか、本格調査時に、灌漑担当者と共同して調査を行う必要がある。

また、塩分の蓄積と作物の生育とに関する調査は営農（農学）担当者と共同して作業する。

また、直接、本案件とは関係無いが、南部地方では砂漠化や地下水位の低下等の環境面に影響する問題があるので、基礎的な調査を行うことが望まれる。

4. 3 必要とされる調査内容と手順

4. 3. 1 半乾燥地農業

当面の最重要課題とされる灌漑施設の整備と平行し、農業面では水管理、土地利用、作付体系、農家の組織化、AICの水管理システムなどの改善により、生産性の高いオアシス農業の確立が必

要である。

そのため、調査段階ではオアシス農業の実態及び制約条件を整理する必要がある。あわせて、計画段階では効率的なオアシス農業の方向を示すものとする。

(1)調査段階

- ① 今後適正な単位用水量を決定していくためにも、土壌の物理性及び化学性についての把握が必要である。現地聞き取りの結果では、かなりの地点で土壌調査が行われていると聞いており、調査の初期段階でこれらの資料を入手し、可能な範囲で整理を行なう。
- ② オアシスでの営農上の課題としては塩の問題がある。ついては、オアシス毎の土壌、水質、塩害の程度等について調査する。
- ③ また、土壌調査の一部としてインタークレート調査等も過去に行われているとのことであり、資料の入手を行なう。

(適正な資料が得られない場合は現地調査が必要である。)

- ④ オアシス内の塩害が著しい地域があることを聞いているので、これらの塩害発生メカニズムについて調査の初期段階で明かにする必要がある。これらの現象が、今後他のオアシスのたどる道になるかどうかについての判断を早い時期に行なっておく必要がある。さらに、これらの塩害発生メカニズムが明かになれば、灌漑計画段階でこれらの対策を含めた計画とすべきである。
- ⑤ 計画段階において営農指針を作成するにあたり、オアシス毎の導入作物及び作付体系等について可能な範囲で整理する。
- ⑥ 計画段階における農家組織化のための提言を行なうに当たり、現在農業省が進める農家組織化のための指導内容等について資料を収集する。

(2)計画段階

- ① 灌漑農業の現状分析及び灌漑農業推進方策の検討
オアシスでの灌漑農業の現状を分析し、農業構造、生産組織、流通全般にわたりオアシス農業の特徴、課題及び改善方策を検討する。
- ② 土地利用向上のための作付体系等営農指針の作成。
- ③ 農家の組織化の為の提言。
- ④ A.I.C.による水管理システムの改善点等の提案を作成。

4. 3. 2 地下水

本案件においては、新たな地下水開発は行なわず、また井戸の新設も考えていないことから、節水灌漑対策の基礎的なデータとして、地下水の利用実態の把握を行なう。そのため個々のオアシスの水源について、解析及び評価を行なうに必要な以下の調査を行なう。

(1)水文地質調査

- ① 降水量、気温等気象資料
- ② 水文地質に係わる既存資料の収集
- ③ 現地踏査
- ④ 水文地質図の作成

(2)地下水利用実態

- ① オアシス灌漑井戸の諸元調査 (位置、口径、深さ、揚水量、揚水期間、支配灌漑面積、水質、水温、ポンプ能力、その他) 及び井戸台帳の作成。
- ② 井戸柱状図
- ③ 取水実績

(3)適正地下水利用量の評価

- ① 現状実態の分析
- ② 適正地下水利用量の評価

4. 3. 3 灌漑排水

(1)解析評価手順

本案件は 151オアシス22,800haと 4 県に点在している地域が対象となっており、数多くのオアシスについて技術的、経済的評価を加える必要があるため、調査方法を以下の通りに整理し、効率良く作業を進める必要がある。

① 第 2 次支線水路の整備手法の確立

第 2 次支線水路は、灌漑区における水路であり、営農と密接不可分であることに加え、伝統的オアシスと言われるように不整形な圃場内での整備も含まれることから、第 2 次支線水路の整備手法を検討し、各オアシス毎に検討、評価を行なう。

なお、基幹的水利施設である井戸、幹線水路、第 1 次支線水路に関する水利、構造に関する基礎データは、農業省が組織的に収集整理している。また、各オアシス毎の水利利用の実態、課題は、A. I. C. が把握しているため、基礎データの入手も含めて十分可能である。

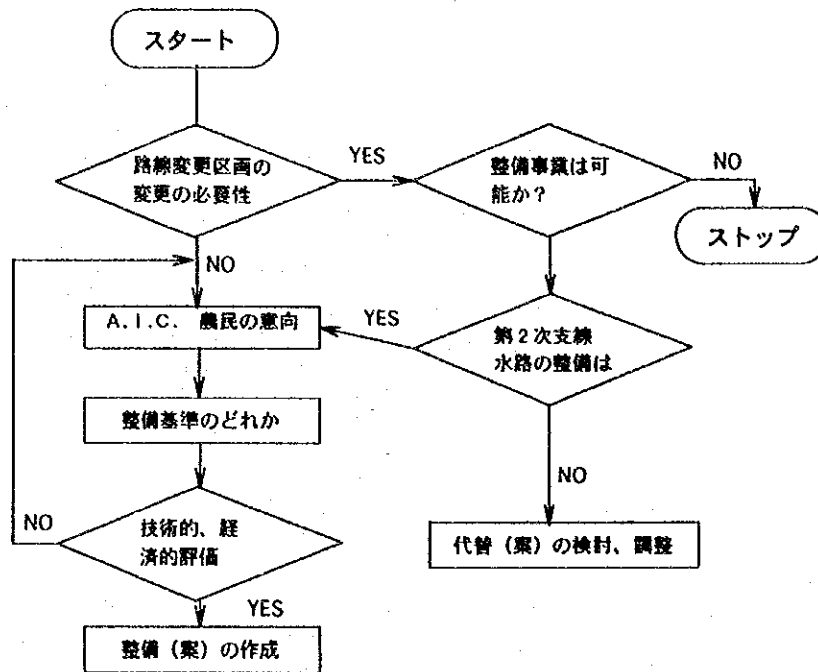


図4.3.1 第2次支線水路整備計画(案)作成

② 灌漑用水節約に関する技術的、経済的評価

既に第2次支線水路の改修、節水灌漑の試験的導入等がなされ、一部チュニジア国において評価がなされているとのことであることから、想定される作業フローは次の通りである。

このうち、圃場レベルにおける課題は次のとおりであり、営農を含めて検討する必要がある。

- 1) 灌漑方法——水盤灌漑
- 2) 熱水利用によるハウス栽培(熱利用、灌漑用水)
- 3) 作物と必要水量

③ 水利システム

現行の水利システムは、一定量の用水供給を前提としていられる。

節水を導入する場合、末端での水利用の自由度をある程度上げる必要があり、この場合、水利システムの評価が必要となる。この結果によっては、水路系の機能改善が必要となる場合も考えられる。なお、農民、A. I. C. も含めた水管理について検討することが重要である。

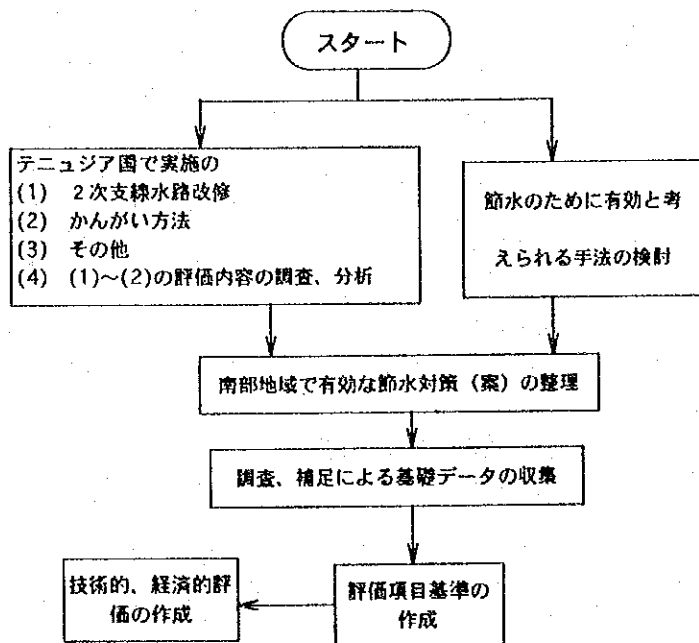


図4. 3. 2 節水方法の技術的、経済的評価作業

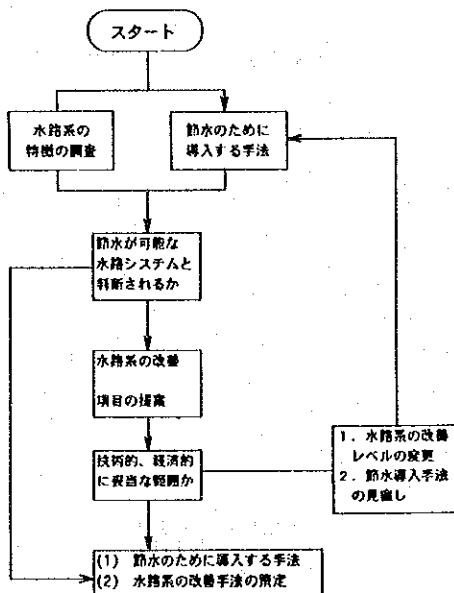


図4. 3. 3 水利システムの評価、改善のためのフロー (例)

(2)調査内容

前項で述べた作業を各オアシスについて実施するため下記の調査項目を様式化し、現地踏査、聞き取り及び事業計画書等を参考として現況の灌漑の実態調査を実施する。

① 耕地面積と作付面積 (灌漑面積)

② 作付作物

- ③ 単位用水量と徐塩用水 (必要水量)
- ④ 灌漑水量及び灌漑時間
- ⑤ 水管理実態
- ⑥ 末端灌漑組織の状況
- ⑦ 節水灌漑の実施状況
- ⑧ 灌漑区内耕地所有状況 (区画の形状、分布等)
- ⑨ 灌漑区内排水系統
- ⑩ 熱水の利用状況

以上の現状を踏まえ、次の計画、設計作業を行なう。

- ① 適正な水管理を配慮した、節水効果の高い灌漑方法の検討及び提案
- ② 効果的な節水方法の提案
- ③ 灌漑整備計画の策定
- ④ 熱水の有効利用の検討
- ⑤ A.I.C.及び末端農民レベルに対する水管理システムの技術的提案

4. 3. 4 灌漑施設

(1) 調査段階

- ① 全てのオアシスについて既存の基幹的水利施設の現状を用水系統図をベースに各施設(水源、幹線水路、第1次支線水路、その他構造物)別に諸元を明確にする。
但し、水源が井戸の場合には、地下水担当と共同作業となる。
- ② 地表測量と併行して、各オアシスの第1次支線水路に設けられた分水工における残留水圧を概定する。
- ③ 現在の第2次支線水路の整備状況を用水系統図上で明確にする。
- ④ 各灌漑区ごとに第2次支線水路の配置を、水管理を配慮して、概定し、要整備量を算定する。
- ⑤ 上記作業を効率良く進めるため、またデータベース化するため、調査票としてフォームを作成し、現地踏査及び聞き取り調査により実施する。
- ⑥ また、上記については、地方のCRDA及びA.I.C.資料及び6事業の報告書等を参考として行なう。
- ⑦ 第2次支線水路の節水のための構造比較を行なう。

(2)計画・設計段階

- ① 灌漑計画により定められた単価流量をベースに、各オアシスの全第2次支線水路について設計流量を定める。
- ② 水路断面（構造別）、水路構造物等について設計流量別にスタンダード化する。
- ③ 各オアシスについて施設整備計画を概定する。
- ④ 事業費を算定する。事業費積算に当たっては、現地（各オアシス及びチュニジア国内）で調達可能な資機材を調査し、それらについて、現地着値の単価を調査する。これをベースに工事費を積算し、必要な諸経費等を加えて事業費を算定する。
- ⑤ 事業実施計画を策定するにあたっては、チュニジア国政府と十分に協議を行い、極力第8次国家開発計画期間中に実施に移せる事が望ましいが、それが難しい場合にはその旨説明し、不要な期待感を与えないようにする。

本格調査実施のためのS/W協議において討議される調査内容と手順は上記の通りである。これら調査対象地域の基幹的水利施設は、諸外国の技術協力を得て建設されている。今回の案件は、末端の第2次支線水路の改築を主体としつつも、水路系全体を通した水管理手法に関する検討が含まれることから、基幹的水利施設の設計、維持管理思想を理解することが重要なポイントである。なお、各々のプロジェクトに関する計画書、設計書等は、農業土木総局及びC.R.D.A.に保管されている。また、これら水利施設に関する調査データも実測、整理されていることから、必要に応じて要求することが肝要である。

4.4 留意事項

(1)既存資料の調査と収集

チュニジア国は、計画・設計図書、調査資料等はかなり効率良く整理保管されている。このため、各種資料（地図、航空写真、営農・農業経済、灌漑施設、地下水等）は、政府内に保存されているので、行政組織を十分理解して手配すれば十分入手できる。但し、必要とする資料の目的と内容を明確に伝えることが必要である。

また、各オアシス毎の用水系統図は、基幹水利施設整備時に全て作成されているが、補完調査（特に標高調査）が必要と判断される。水利施設毎の管理状況（補修、修繕を含む）、管理量、用水量等は各A.I.C.事務所に整理保管されている。

なお、チュニジア国は仏語圏であるため、文書類（レポート類、図書、資料、地図等）はほとんど全て仏語であるが、英語もかなり通じるので、調査には活用できる。

今回の調査において、かなりの資料の収集がなされていることから、事前に入手資料の種類と内容を理解し、S/W協議時において重複するような資料要求は避ける必要がある。

(2)湯垢によるパイプ閉塞対策に関する技術

深層地下水層は、33℃～72℃と高温であり、このままでは灌漑用水として利用できないことから、冷却しなければならない。また、この地下水は、パイプに通水する湯垢が成長し、パイプの閉塞の原因となる。

このため、高温水の冷却方法の評価、パイプの閉塞対策技術が必要であるが、特殊技術であることから、地熱発電等に関する技術を有する専門家の参画を検討することも必要である。

(3)現地コンサルタントの活用

チュニジア国政府は小さな政府を指向していることもあり、政府技術職員の数には限りがある。このため、調査対象地域が広範であり、対象施設数も多いことから、調査マニュアル等を作成することにより、現地コンサルタントを効果的に活用することが重要なポイントとなる。また、チュニジア国政府より雇用確保の側面もあり、現地コンサルタントの活用の要望が出されている。

なお、現地コンサルタントは、この種の業務実績を有している。

(4)現地における調査実施環境

チュニジア国は、全国に渡り道路網が整備されており、調査対象となるオアシスには道路が通じていることから、4WD車にて通行可能である。

また、気候は半乾燥地帯に属するため、気温（但し夏期のみ）等厳しい面はあるものの、宿舎等アコモデーションは整備されているところが多いため、調査作業には支障はないと判断される。

(5)相互理解

チュニジア国農業省にとっては、日本の技術協力は始めてである。このため、F/S調査時において、チュニジア国側が、欧米、国際機関のシステムとの違いからくる誤解を生じないように日本の技術協力についてはもちろんのこと、経済協力（OECFローン）についてもそのシステムについて正確に、且つ十分にチュニジア国政府関係者に説明し、理解を得ることが必要である。

