

# アラブ首長国連邦 砂漠緑化研究協力事前調査 報告書

1985年 5月



国際協力事業団

ARY

〔表紙写真〕

砂漠の緑化のため、国道沿いのドリップ灌漑による植林。

アラブ首長国連邦  
砂漠緑化研究協力事前調査  
報告書

1985年5月

JICA LIBRARY



1051153C3J

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85.10.17	315
	83
登録No. 12065	EXA



写真-1 U A B 大学試験農場の内側から、試験対象地をのぞむ。

写真-2 テーマ A の試験対象地の自然砂丘で漂砂がかなりみられる。

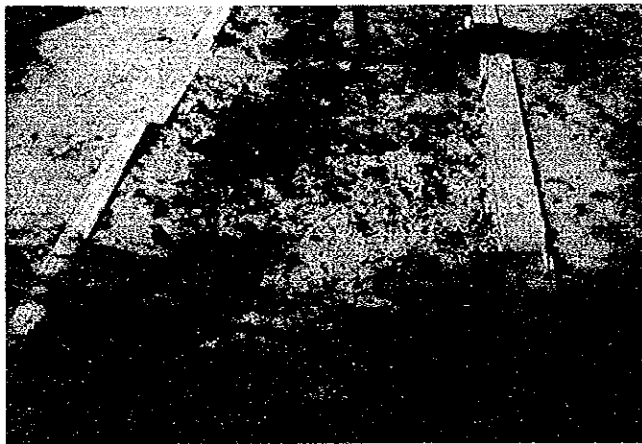
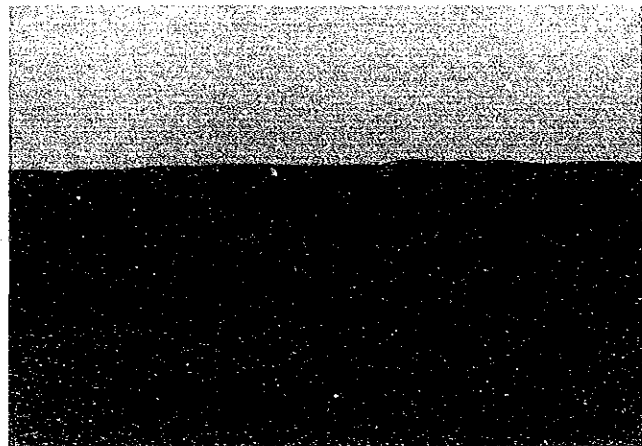


写真-3 アブダビ市営苗畑のAcacia 類の播種床

写真-4 アブダビ市営苗畑のLantana camera のケシキ床







写真-5 *Prosopis specigera*  
(アブダビ市営苗畑)



写真-6 *Acacia tortilis*  
(アブダビ市営苗畑)



写真-7 *Acacia arabica*  
(アブダビ市営苗畑)



写真-8 *Ziziphus jujuba*  
(アブダビ市営苗畑)







写真-9 *Zizyphus lebak*  
(アブダビ市営苗畑)



写真-10 *Eucalyptus canadensis*  
(アブダビ市営苗畑)



写真-11 *Poinciana rcania* のポット養苗  
(アブダビ市営苗畑)

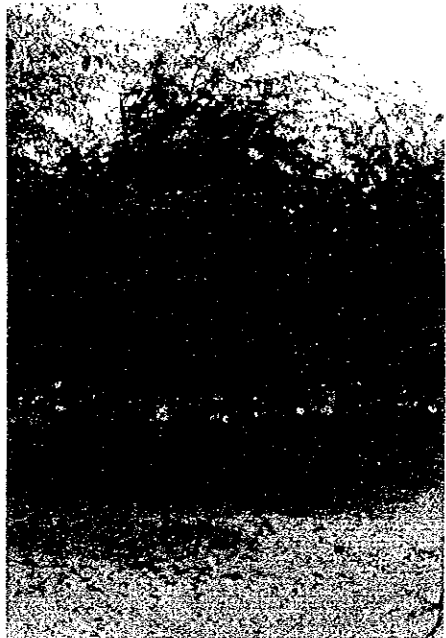


写真-12 アブダビ政府試験農場(旧  
DDIJ)の *Acacia* 類の防  
風林





写真-1.3 アブダビ政府試験農場(旧、DDIJ)のEucalyptus 類の防風林

写真-1.4 アブダビ空港周辺の植栽状況

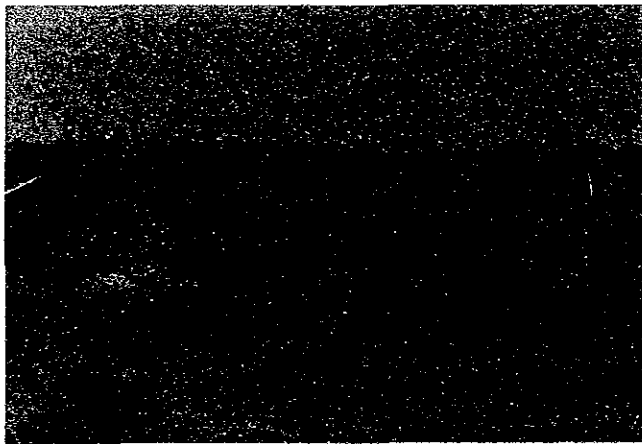


写真-1.5 アブダビ空港周辺のパミュ  
ーダグラスの植栽状況

写真-1.7 植栽木へのドリップ灌水の  
状況。地表面にコンポスの  
散布が行なわれている。





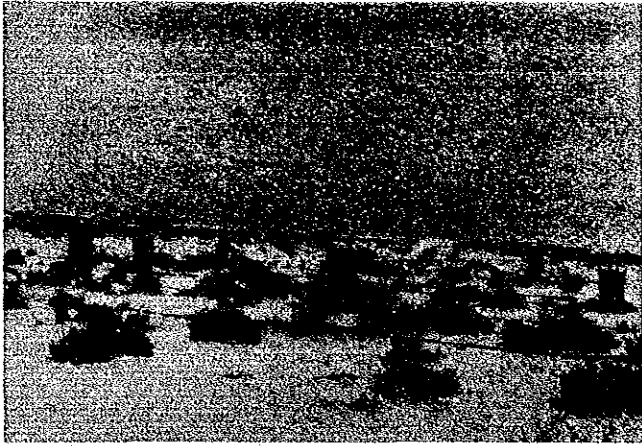


写真-17 アブダビ・ドバイ間の道路  
周辺の防風林造成地

写真-18 アブダビ・ドバイ間の大規模  
模砂漠造林地

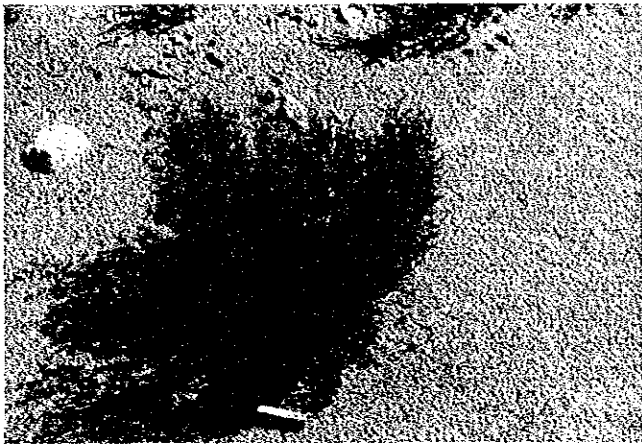
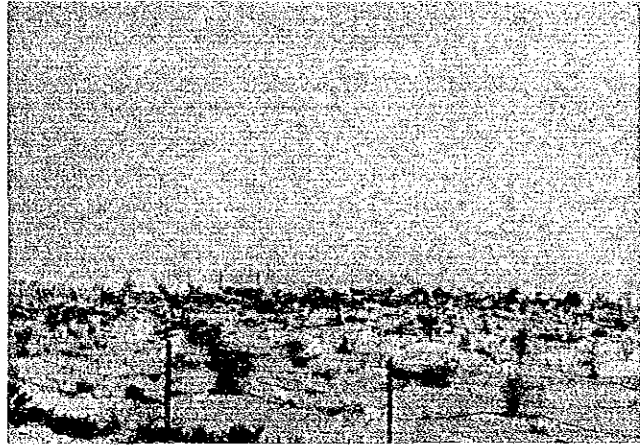
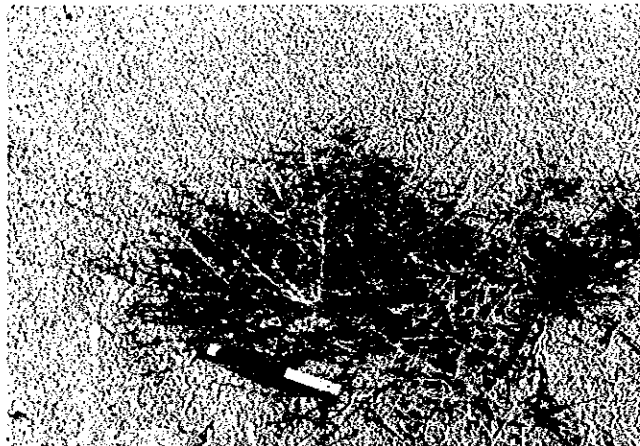


写真-19 砂漠の中の自生植物  
*Zygophyllum coccineum*

写真-20 砂漠の中の自生植物  
*Haloxylon salicornicum*





## は し が き

自然環境の破壊による砂漠化は驚異的に進行している。「砂漠化」してしまった土地を回復し、砂漠化現象を防止する手段は、「緑化」がもっとも有効な手段だとされている。

わが国は、中近東、アフリカを主とする乾燥、砂漠地域に対するこの分野での協力は、今までに殆んど無に等しかった。それは、わが国に砂漠緑化技術がなかったことにもよる。

しかし、技術がないからと言って、協力を放棄することは許されないであろう。世界の陸地の3分の1が砂漠に占められ、このことから起る異常気象は、人類の生活を脅かしつつある。同時に乾燥砂漠地域の国では食糧の飢餓に常に怯えている状況にある。

このような現実の中で、昭和60年8月から3カ年間、アラブ首長国連邦において「砂漠緑化研究協力」を実施することとなったことは日・ア国にとって極めて有意義なことであると確信する。

本報告書は、昭和60年3月20日から4月1日まで、この研究協力実施に当られる静岡大学農学部の研究者からなる調査団を構成し、調査及びR/D協議を行い締結に至った経緯に基づき研究協力の実施計画等を報告したものである。この報告書が、関係各位のご参考になれば幸いである。

なお、本調査に当って、在ア首連日本大使館のご協力並びに調査団のご努力に対し、謝意を表す。

昭和60年5月

派遣事業部長 齊 藤 勉





## 調査団の構成

担当	氏名	所属
総括	木下清彦	国際協力事業団 国際協力総合 研修所調査研究課課長代理
土壌肥料 作物	松田敬一郎	静岡大学農学部農芸化学科教授
	永井 衛	静岡大学農学部農学科教授
森林防災	村井 宏	静岡大学農学部材学科教授
協力企画	伊藤 義郎	静岡大学農学部事務長
土壌肥料	横田博実	静岡大学農学部附属乾燥地農業 実験実習施設助手
業務調整	中島行男	国際協力事業団派遣事業部 派遣第二課副参事

了首連側協議出席者

ATTENDANCE

THE UAE UNIVERSITY

Dr. M. Nuri SHAFIQ	Vice Chancellor
Dr. Nizar HAMADMAD	Dean
Dr. Mahmoud ALAFIFI	Chairman Crop Production (Soil Science) Department
Dr. Safa AL JABOURI	Ph. Soil physics & irrigation
Dr. Abul Hassan SALEH	Agronomy
Dr. -Ahmed ABDULMOMIEM	Horticulture
Mr. Suhayl ITANI	Soil & Irrigation

## 日 程 表

1	3月20日(水)	Aグループ 東京発NW-002便18:00 ロスアンゼルス着11:00 午後カリフォルニア大学リバサイド分校訪問, ホホバ視察
2	21日(木)	ロスアンゼルス発KL602便 19:45-アムステルダム Bグループ 東京発KL868便-アムステルダム
3	22日(金)	Bグループ アムステルダム着06:05 Aグループ アムステルダム着15:05 <span style="float: right;">合流</span>
4	23日(土)	アムステルダム発KL549便11:15 アブダビ着22:30
5	24日(日)	午前 日本大使館表敬及び調査打合せ 午後 アブダビ市植木育苗農場視察
6	25日(月)	アルアイン市へ移動
7	26日(火)	UAE大学農学部において実施計画打合せ
8	27日(水)	同上 R/D最終打合せ
9	28日(木)	ディグダガ市へ移動 FAO研究協力農場視察
10	29日(金)	ドバイ, アブダビへ移動
11	30日(土)	アルアイン市へ移動, UAE大学学長代行と会談 R/D締結
12	31日(日)	日本大使館, 研究協力実施調査及びR/D内容報告 アブダビ発CX200便20:15 ドバイ経由
13	4月1日(月)	東京着 CX504便 14:55

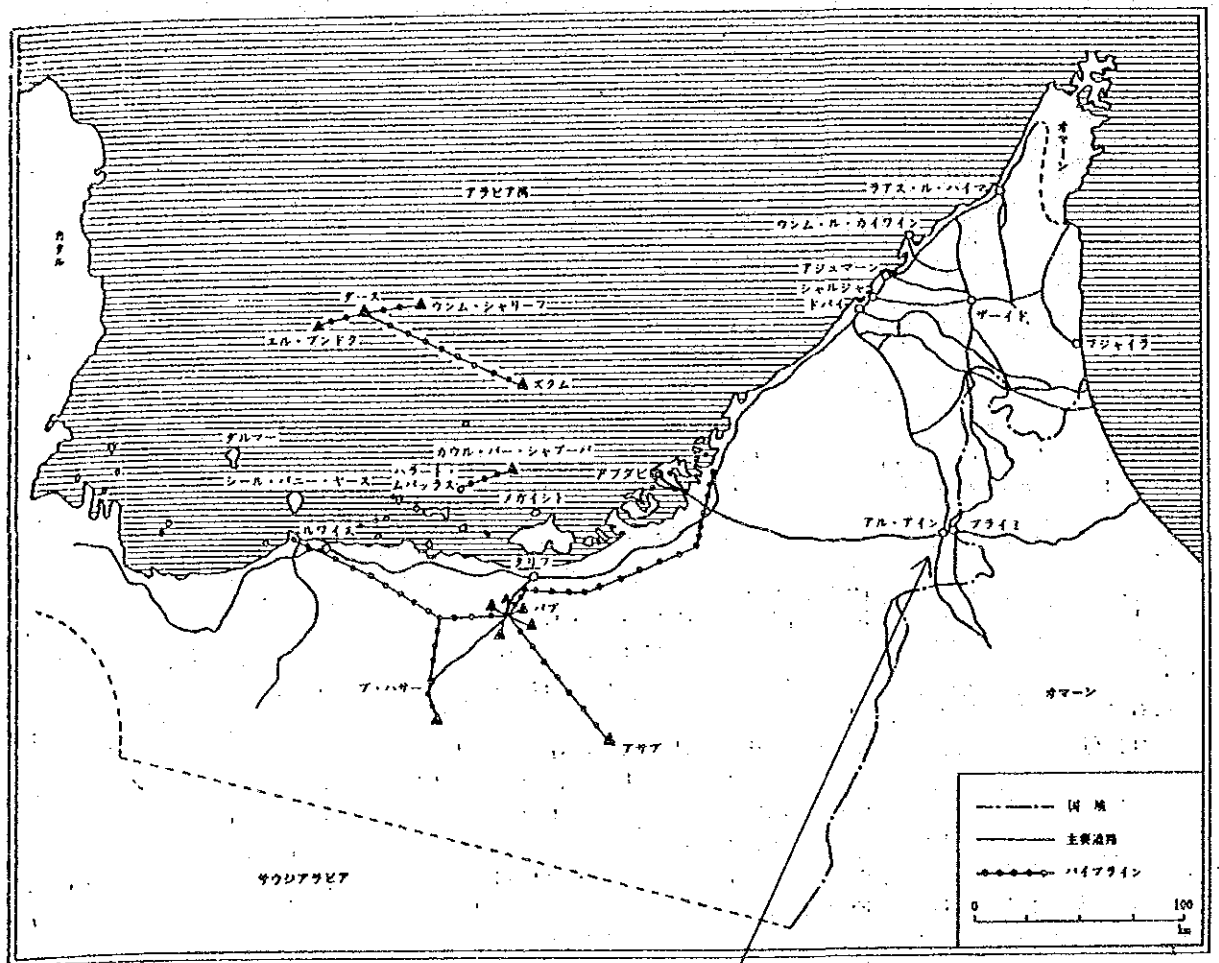


# 目 次

## アラブ首長国連邦の気候

1. 一般概要 .....	1
1-1. 宗主国別概況 .....	2
2. 政治, 経済, 社会 .....	4
2-1. 政治問題 .....	4
2-2. 経済問題 .....	5
2-3. 社会問題 .....	6
3. 対外援助 .....	9
4. 農業の現況 .....	12
4-1. 農作物別生産状況 .....	13
4-2. ア首連開発5カ年計画(農業開発部門) .....	15
5. 研究協力の経緯目的 .....	16
6. UAE大学農学部概要 .....	18
7. 砂丘固定および砂防植樹に関する研究 .....	20
7-1. 自然条件 .....	20
7-2. 砂丘の固定 .....	21
7-3. 砂漠緑化のための植樹 .....	22
7-4. 砂丘の固定と砂漠植樹における問題点 .....	26
7-5. 実施設計 .....	27
7-6. 実証調査研究 .....	28
8. かんがいと土壌保水性に関する研究 .....	34
8-1. 堆肥厚層埋設による根群域土壌の改良に関する研究 .....	34
8-2. 背景, 自然環境 .....	35
8-3. UAEにおける水資源 .....	40
8-4. 水の利用と塩類集積の現状 .....	41
8-5. 実施設計 .....	55
9. 作物の栽培法に関する研究 .....	57
9-1. 作物の生長解析 .....	57
(1) 目 的 .....	57
(2) 実施設計 .....	57
9-2. 種々の栽培条件下における地温と土壌水分の日変化 .....	58
10. 適応作物の選定に関する研究 .....	59
参考および引用文献(砂丘固定に関する研究) .....	60

アラブ首長国連邦



研究協力

U A E 大学農学部所在地

## 1. 一般概要

アラブ首長国連邦は、7つの首長国の連邦である。アラビア湾の南部沿岸に位置し、海岸線は、480 kmにおよび、その面積は、77,000 km<sup>2</sup>である。地理的には次の山岳地帯、山岳西部砂礫平原、海岸線地帯、内陸砂漠地帯の4つに区分される。東部オマーンとの国境沿は南北に流れる山脈があり、2,100~2,400 mの峰がみられる。この山脈の麓は標高300 mの平原砂漠で地下水の湧出するオアシス地帯であり、アル・アイン市を中心に緑化が可成りすすんでいる。この市の中心地に共同研究相手であるUAE大学がある。

国土は、サウジアラビアから広がる広大なルブ・アル・カリ砂漠に包まれ、部分的に、農用地に利用されている他は、遊牧民定着のために住宅群が造成されてきている。海岸に沿った平地では、土壌塩類の集積が多く、内陸部と西部は砂礫平原と砂丘が多い。

気候は亜熱帯、乾燥地帯に属しており、夏季は5~10月で海岸沿線の湿度は非常に高くなり、気温も昼間38℃から49℃にも達し、蒸し暑い、内陸部は湿度が低いだけに暑くても若干しのぎ易い。夜間は気温も可成り下り、20℃前後と涼しくなる。冬季は11~3月で、寒くなり、比較的降雨がみられ、年間60~150 mmの降雨は殆んどこのシーズンにみられる。しかし降雨量は年によって可成りの格差がある。5~6月にかけて酷暑に向うが、年によっては、シャーマールと呼ばれる北西風が吹くので涼しくなる。7~9月は殆んど降雨もなく、そのうえ強い北西風とともに砂嵐が起り易い。砂嵐などは砂丘を移動させ、道路や農耕地に押し寄せてくるので、この砂防対策が必要になっている。

主要な幹線道路沿には幅50 m位に植林が行なわれ砂防策がとられてきているが、かんがいなくしては樹木は育ちにくいので、根元に、パイプを敷設して、ドリップかんがいを行なっている。

表-1. アブダビ地方の年間気象表

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高気温(℃)	28.5	32.7	37.7	41.4	44.0	45.6	48.0	45.9	43.2	39.5	34.4	30.7
最低気温(℃)	9.1	10.8	12.8	16.4	18.0	25.6	24.0	26.5	25.0	21.6	13.0	10.7
平均気温(℃)	23.8	27.1	27.7	34.8	38.3	39.9	40.9	40.2	39.6	35.7	29.9	25.5
最高湿度(%)	100	98	91	92	91	98	96	97	98	99	96	95
最低湿度(%)	22	14	12	9	8	11	10	12	15	13	6	25
平均湿度(%)	81	83	77	77	78	83	82	84	88	87	79	81
平均降雨量(mm)	1.4	41.5	9.4	1.0	0.2	-	1.7	3.2	1.6	0.1	0.5	0.7

## 1-1. 宗主国別概況

アラブ首長国連邦は次の7つの宗主国 (Emirate) から連邦を形成している。

### アブダビ

面積, 26,000 km<sup>2</sup>, 連邦政府の首都

1962年石油が発見され, 経済的には最大の財源を確保している。1966年H. H. シェイク・ザイドが王位を継承し, 大統領に就任し, 以来, 経済および社会開発が急速にすすんだ。首都アブダビ市の人口は, 約300,000人, 他に主都市アル・アイン人口65,000人がある。

### ドバイ

面積, 3,840 km<sup>2</sup>, 商業都市としてドバイ市があり, 貿易港としても活気のある街である。人口250,000人の都市で, 船舶のドックなどもある。石油は1966年に発見された, 農漁業省は, ここドバイ市にある。

### シャルジャ

面積, 2,560 km<sup>2</sup>, ドバイ市に隣接して, シャルジャ市がある。同市も貿易の中樞をなしてきた街で, 中心地は, 同国最大の (商品流通市場) がある。石油は近年発見され, 以来, 教育, 社会福祉等の充実に力を入れてきている。美しい海岸線をもち海水浴, 観光などに人気が集まりつつある。

### ラス, アル・カイマ

面積, 1,664 km<sup>2</sup>, 有数の農業地帯である。土壌も比較的肥沃で, 水も豊富である。そのため野菜, 果実の栽培が盛んであり, ディグダガには農業試験場も設置され, FAOの研究協力が数年間続いてきた。

### フジャイラ

面積, 1,152 km<sup>2</sup>, 人口約30,000人と小さな国である。オマーン湾のバティナー海岸に広がる農業を主産業としたところである。フジャイラまで道路も立派に建設され, 美しい海岸, 風景に恵まれている。

### アジュマン

面積, 256 km<sup>2</sup>と連邦内では最も小さい国である。都市アジュマンは, かつて真珠で繁栄したところで, 今でも漁業が盛んである。

### ウム・アル・クィン

面積, 768 km<sup>2</sup>, 細長く内陸に伸びている国で, 大部分は砂漠である。

人口約20,000人と少く, 古くは真珠で栄えたが, 今では, 漁業と農業が行なわれている。ここアラブ首長国連邦に住む住民は, 約100万人そのうち国民としてのアラブ人は, わずか25%, 約25万人, 残り75万人は, 海外からの出稼ぎ者である。これら外人は, 職種に



よって、或程度区別できる。エジプト、シリア、ヨルダン人はアラブ系人種であるため、役所など官公署への就職が多く、次いで、要領のよいインド人がこれらのポストについており、アジア系であるフィリピン、タイ人などは、ホテル、商店などサービス業など下層労働者に多くみられ、出稼ぎ者の多いパキスタン人はタクシーの運転手などに多くみられる。このように、現地ネーティブであるア首連人（各部族の総称として）は、手足としてこれら外人を雇庸して、自からは御大人として、労働するようなことは少い。仕事は外人がすべきもので、彼らには外人を使い、将来への計画、目標など自からの肉体で築いていく悦びは殆んど持ち合せていないと言われている。

引用資料：中東北アフリカ年鑑

## 2. 政治, 経済, 社会

### 2-1. 政治問題

1971年12月2日, 7つの宗主国は, アラブ首長国連邦を結成, いち早く同年12月9日に国連に加盟している。

国家として成立するまでの経緯についてふれると, 1952年, 宗主国間の争いを調停するために7人の首長から成る休戦国会議が結成された。以来, 首長会議を開き重要案件の決定を下してきた。1958年には農業, 公衆衛生及び教育のための委員会が作られ, 経済開発計画, 道路建設, 郵便制度, パスポートなどの取扱いが審議された。

1968年, シェイク・ザイドとシェイク・ラシッドの両首長が会談し連盟結成への動きが始まり, 他の首長に対しても加盟の呼びかけが行なわれた。その結果, 7首長が3カ年間に亘って討議を重ね, 1971年英国がアラビア湾からの撤退を機に独立することになった。そして, 1971年12月2日暫定憲法が制定され, 独立宣言, 憲法公布に至った。

アブダビ首長, シェイク・ザイド・ベン・スルターン・アル・ナヒヤン氏が1971年アラブ首長国連邦結成により初代大統領・元首に就任し, 現在に至っている。ザイド大統領は, アブダビの世襲首長家ナヒヤン家出身, 1966年第14代首長に即位していた。

アブダビ首長宗主国が, 7つの宗主国の中で, 経済的にも最も力があり, 領地も広い, しかも首長国連邦結成の主役であったことなどの背景から大統領に就任したことは当然の結果であった。

副大統領にはドバイの首長, シェイク・ラシッド・ビン・サイド・アル・マクトウム, 首相は, シェイク・マクトウム・ビン・ラーシッド・アル・マクトウムであり, そして, 国家の最高会議が置かれ, 会議議員には, 各宗主国の7人の首長が任命されている。このように, 国家の最高府はシェイクと呼ばれる首長一族が権力を握っている。

政治体制は, 一応行政, 立法, 司法の三権分立である。

行政は最高会議, 大統領及び閣僚会議の三部から成っており, 司法権は高等裁判所(最高裁)および無数の第一審裁判所を設けている。立法権は各首長国の代表40名から成り, 国会を置いている。代表は首長が任命し, 任期は2カ年, 議会の会期は6カ月で毎年11月の第3週中に開会する。議会の権限は, 閣僚から提出された予算案や法案の審議と承認に限定されている。憲法では議会の比例代表制を定め, 40議席をアブダビとドバイが8議席, シャルジャとラス・アル・カイマ各6議席, 他の3宗主国は各4議席となっている。何んと言っても連邦最高会議の権力は大きく手続事項は多数決により決定され, 独立事項は5票以上の多数決とアブダビとドバイの同意を必要とする。この他, 法律, 法令及び決定の署名, 首長, 副首長及び簡僚の任命, 解任等を審議し, 大統領がこれらを受理する。

## 2-2. 経済問題

アラブ首長国連邦の経済は1960年代から70年代にかけて発見された石油が、1974年には、生産量6億300万バレルと伸び、75年は世界的需要の一時的な落ち込みで、生産は減少したが生産数字は前年ほぼ同様と強気であり、経済情勢は極めて良好であった。しかし、1980年代に入り、石油価格の低迷、需要の横這いなどの影響により、近年の経済情勢は不振となってきている。

ザイド大統領は、“砂漠から得た富は砂漠に返す”との言葉と政治理念をもって、砂漠の緑化に努力しているがコストの非常に高くつく緑化や農業開発にどのような対策を練っているか最近の状況はよく判らない。

同国の経済は、石油と石油を基礎とした諸産業に大幅に依存しており、政府は新規産業の振興に努力を払っている。現状では石油の生産量とその世界的需要の動向に同国の経済が大きく左右されており、石油以外の産業を興すことが喫緊の課題となっている。

石油の他、資源として保有するものに天然ガスがある。天然ガスの埋蔵量はアルジェリアよりも多く、恐らくソ連を除けば世界最大の量を保有している。熱エネルギー資源として、その重要性は増してきている。

現実的には、石油モノカルチャー経済という構造に今後大きな変化は期待できそうもない。81年のGDPは960億ディルハム(約6兆7,200億円)76~81年の年平均GDP成長率は21%であった。この間のGDP成長率は石油価格の急上昇による収入増が主な要因であったが、81年は石油価格の高値安定にもかかわらず、生産削減効果が出てGDP成長率は僅か8%であった。その後も、この影響が続いており、経済の多様化が望まれている。

財政では、各首長国より拠出金によって賄われているが実際には莫大な石油収入のあるアラブドバイが石油収入の手分を連邦政府に拠出し、全連邦予算の85%を占めている。

82年度の全体予算は、歳入55億3,000万ドル、歳出61億6,000万ドルと赤字6億3,000万ドルとなっている。予算は開発および治安、国防関係が優先的に組まれている。

こうした中での経済開発計画にふれると、81年度からスタートした経済開発5カ年計画が総額135億ディルハム(約37億5,000万ドル)の予算で開始された。この主な狙いは、首長国間の生活レベル均整化及び二重投資の回避にある。具体的には石油産出のない東北部にある宗主国の農業生産インフラの整備と生産投資を重点的に行うものである。

この他、職業訓練による人材育成に重点をおいており、外国人労働力への依存度を軽減することにある。

開発計画の主要な部門は、水、電気省関係のインフラ整備が3億ディルハムで全体の23%を占め、北部地域での発電所建設及び地下揚水施設の建設などとなっており、収益性の高い農業開発プロジェクトに対する投資が行なわれることになっている。

漁業については古くから小規模ながら伝統的な漁法が盛んに行なわれている。漁具類は、連

邦近海域に豊富であり、各国の漁船も近海で操業している。我が日本は、アジュマン宗主国の海岸ウマル・キワインに漁業養殖訓練センター建設に協力し、漁業専門家を常時3名を派遣して養殖指導に当たってきている。

本年3月、開設以来最初の養殖魚の生産があり、数トンシェイクをはじめ政府関係機関に配布し、好評を得ている。

アラビア湾側のアジュマンとウム・アル・クイワンでは漁市場も整備され、魚粉工場、冷凍工場が建設されている。漁獲の可能性としては年間100万tといわれているが現在では、まぐろ、赤ほら、たい、ふえだい等を主とした沿岸漁業で漁獲量も年間5,000t前後とまだ水揚量は少ない。

### 2-3. 社会問題

正式国名	アラブ首長国連邦(7つの首長国の連邦)	シャルジャ	88,000人
独立年月	1971年12月2日	ラス・アル・カイマ	57,000人
旧宗主国	イギリス	フジャイラ	28,000人
政体	首長制(各邦共通)	アジュマン	24,000人
元首	シェイク・ザイド・ベン・スルターン・アル・ナヒヤン首長	ウム・アル・クイワン	18,000人
政党	なし	オワンス居住者	700人
首都	アブダビ(人口23万5,000人)	言語	①公用語 アラビア語 ②通用語 英語, ベルシャ語
総面積	84,000 km <sup>2</sup>	宗教	イスラーム教
総人口	1,063,830万人(内約80%が外国人技術者や労働者。1980年現在)	主要産業	石油, セメント, アルミ農・漁業
民族構成	アラブ人, イラン人, インド人, パキスタン人, アフリカ人など	通貨	ディルハム(UD), 1ディルハム=約70円(1985年5月)
各首長国人口	アブダビ('81) 240,000人 ドバイ ('76) 205,000人	G N P	522億6,400ディルハム(1979年)
		祝祭日	12月2日(連邦成立記念日)
		在留邦人	1,313人(1980年10月)
		在日UAE人	4人(1980年6月)

出所：中東年鑑より

アラビア湾一帯は古くから世界の通商の中心地であり、この地域の先住民族は、アラブのタムド族であった。紀元前2,000年、イエメンから追放され、広大なルブ、アルハリ砂漠を横断してアラビア湾沿岸に定着し以来、文明が栄えていたことが考古学の発掘調査などで明らかになった。しかし、定着したという意味は、この地方を遊牧するベドウィンの故郷としたことで歴史の大部分は遊牧民が生活する地域であった。部族もアラブ系ではあるがベニ・ヤース族、アル・アナーシル族、アル・ダワーヒル族、アル・アワーミル族がアブダビを中心に遊牧民として生活していたが、部族間の紛争、移動などによって、現在のアブダビを支配しているのは、ベニ・ヤース族である。ドバイにおいても18世紀後半、ベニ・ヤース族が勢力を伸し、1833年頃ベニ・ヤース族が800人アブダビから移住している。

これより以前の16世紀には、アラビア湾岸はヨーロッパとの関係が深く、特にポルトガルが海上交通の拠点としていた。18世紀に入り、フランス、オランダ、英国などが侵入してきてポルトガル時代は終り、更にオランダも衰退し、英国が台頭してきた。この間、部族の海賊行為などもあり紛争が絶えなかったが、英国の軍事力の前に次第に首長達も軟化し、各種条件を結ぶ結果となって完全に英国支配の国となった。

特にこの海岸地帯に豊富であった真珠採取中の海上停戦協定(1835年)、奴隷貿易廃止条約(1833~44年)、英国の同意なしには他国との外交や領土割譲は行なわないなど特権を与えるなど英国の隷属になった。こうして、1960年代まで英国の支配の下に真珠産業なども栄えてきたが、1920年代に入り、日本の養殖真珠の影響をうけて、大打撃をうけ経済的不景が襲来した。そして、首長国連邦結成の動きは、68年1月の英国撤退に関する声明を受け、急速にアブダビ、ドバイの連邦結成の動きが活発になっていった。

現在、アブダビ市、ドバイ市、シャルジャ市などの主要都市は、石油収入によって、都市建設は急ピッチで進み、10年前と比較してビルディング、公園など緑に囲まれた生活環境の改善にも力を入れた近代的都市として見違えるような発展ぶりである。

港も整備され大型船の接岸をはじめ、港湾の諸施設も立派な装うになった。

都市で働く労働者の殆んどは海外からの流入してきた外国人労働者で、ネーティブを見かけることは、まれである。

公用語はアラビア語であるが、外国人が多いことから、通用語としては英語、ベルジャ語である。宗教はイスラム教、その教義もきびしく、酒は指定されたホテル、レストラン以外は呑めないことになっている。しかし、サウジアラビアほどきびしくなく、同国への持ち込みは問題にならない。同国には、ビール、ウイスキーなどの輸入もあり、ホテルでは入手も可能である。

通貨は、極めて安定しており、現在、1ドル=3.64ディルハム(1ディルハムは70円)である。交換レートは、ドル現金より、チェックの方が若干率がよい。ドルの交換は、銀行、ホテルの何れでも容易に交換できる。旅行者のためのホテルは、主な都市は勿論のこと、ラン

クも色々ある。従って予算に合せホテルの選択が出来る。しかし、研究協力を実施するUAE大学の所在地であるアル・アインは高級ホテルが2つある他、日本人が利用できそうな所は、シエクのゲストハウスが2つあるだけである。

各都市の市内及び都市間主要幹線道路は、立派に舗装されており、自動車による移動は快適である。バスも本数は少いが運行され、旅行者にとって、それ程不便ではない。国内には未だ鉄道の施設はないので交通手段は自動車しかない。

生活に必要な「食」については、食糧の自給化は、まだ先になるが主食である小麦は輸入であり、肉、果物なども輸入に依存している。しかし、最近では、果物、野菜など可成り、生産が伸びてきており、一部野菜など季節的には生産過剰になり輸出が出来る状態になってきつつある。この様な食糧事情の中でマーケットには、主食、副食類をはじめ食品は豊富である。また日本食品も若干入ってきており、日本人の現地生活者にとっては便利である。

これら食料品の価格は、日本と比較して、安い、その大きな理由には、輸入品の無税があげられる。食料品のみなく、外国製品の輸入には課税がないことから諸外国と比較して安価なものが多い。特に金製品は国民の財産造りにつながっているだけに、市販価格は、日本の半値である。このように、生活必需品などの物価は高くないので生活し易い国である。

給与水準についてみると、外国人労働者（労働者の殆んど外国人）の給与は次のとおりである。

農業労働者	910～1,270	ディルハム
運転手	1,200～1,800	＃
女給（レストラン等）	900～1,300	＃
下級社員	1,500～2,000	＃

1ディルハムは、約70円であり、上記の給与を日本円に換算しても、概ね、70,000～140,000円の間であり、日本の水準からみて安い、しかし生活費を切りつめたいとすれば可成り下げて生活することも可能である。

このような給与をもらっていても、本国への送金、5～10年働いて帰国する時は貯えた金をドルに換えてもって帰れるとのことである。

### 3. 対外援助

産油国として、外貨を可成り持っているUAEは、従来からGDPの約15%を対外援助にまわしており、国民1人当りの援助額においても、世界第2位であったが最近この順位は落ちているとみられている。

1971年に設立された対外援助は、アラブ経済開発アブダビ基金(ADFAED)を通じて、アラブ諸国向けの援助を目的としているものであるが実際には、アフリカ、アジアの途上国に対しても援助を行っている。81年までの援助実績累計は、39カ国に対し、総額35億ドルに達した。

この二国間協力の他、アラブ通貨基金、農業開発国際基金、アフリカ経済開発銀行、OPEC国際開発基金および国連機関加盟に伴う拠出金などの資金的援助を行ってきた。しかし、82年以降、経済の落ち込みによってその援助額も落ち込んできているといわれているが、確な数字がない。

#### わが国との関係

わが国とアラブ首長国連邦との経済的關係は非常に密接で、特に兩國の關係は、ア首連が日本を貿易第一の相手国としていることがある。輸出入ともに一位を占めており、わが国の石油の総輸入量の14%を占めている現状である。1980年6月には、日本・ア首連合同委員会を発足させ、兩國間の關係強化がすすんできている。わが国は、同国に対して、水資源の開発、漁業訓練等の分野で、専門家派遣、研修員の受入れなど技術協力を実施してきた。こうしたことで、同国にとっては、日本は第一の援助国となっている。

民間ベースにおいても、企業的な協力が行なわれており、鹿島石油が、JICAの投融資の資金を借りて、試験的の事業として、グリーンハウスによるトマト、胡瓜、イチゴなど施設園芸に新技術を導入して取り組んでいる。

これが技術的に成功すると、技術移転へと発展していくことは明確である。

この施設園芸は、水気耕栽培であり、1979年にアル・アインの農漁業省地方事務所において、フランスの技術協力をうけて実施し、その結果がよく、今ではアル・アイン地区だけで、個人の生産を含め、15haの施設が稼働している。フランスの協力でも無償協力ではなく、兩國間の合弁企業のような型で、フランスの出資率49%、同国51%でスタートした事業であった。現在、実施中の鹿島石油の場合でも、フランスの事例とは若干異なるが、生産コストを、ア首連側が負担する反面、鹿島石油は生産高の数%をア側に納入して、双方の合弁の事業として運営されている。

この他、大阪市にあるタイキ(体育機器の会社)が同国の砂漠地600haに植林を引き受けすでに完了、これも企業ベースの協力ではあるが、日本との経済關係の一端である。

次にわが国から同国に対するODA(政府開発援助)の実績を表-2にあげてみたい。

表-2. わが国の対アラブ首長国連邦政府開発援助額  
(支出純額ベース, 単位: 百万ドル)

歴 年	贈 与			政府貸付	合 計
	無償資金	技術協力	計		
	%	%	%	%	%
78	0 (-)	0.61 (0.3)	0.61 (0.2)	0 (-)	0.61 (0.0)
79	0 (-)	0.87 (0.4)	0.87 (0.2)	-0.96 (-)	-0.09 (-)
80	0 (-)	1.19 (0.4)	1.19 (0.2)	0 (-)	1.19 (0.1)
81	0 (-)	1.61 (0.4)	1.61 (0.2)	0.25 (0.0)	1.86 (0.1)
82	0 (-)	1.10 (0.3)	1.10 (0.1)	0.41 (0.0)	1.51 (0.1)
83	0 (-)	0.68 (0.2)	0.68 (0.1)	0.21 (0.0)	0.89 (0.0)

(注) ( )内は, わが国二国間ODA全体に占める割合である。

アラブ首長国連邦からみた主要各国(DAC諸国)の援助

(1982年, 支出純額ベース)

ODA 二国間計 241 百万ドル(その他国際機関計 262 百万ドル)

(単位: 百万ドル)

日 本	仏	その他
1.51	0.62	0.3
62.7 %	25.7 %	11.6 %

出所: 「わが国の政府開発援助」から(外務省経済局)

ODAに占める贈与, 貸付ともに78年以来コンスタントに続けられている。またフランスの援助額と比較してもわが国の援助額が大きい。技術分野においては, 石油化学, 天然ガス利用, 農水産開発等に対しては, 先進国との間で穏健かつ協調的な外交を展開している。わが国のア首連に対しては, 水資源開発, 漁業開発等の分野で専門家派遣および調査団派遣, 研修員の受入等の技術協力を実施し, 同国にとっては, わが国が第1の援助国となっている。表-3参照。



表-3. わが国の対アラブ首長国連邦経済協力実績

	79年度 までの累計	80年度	81年度	82年度	83年度	83年度 までの累計
金額(億円)	4.00	3.22	1.86	1.30	1.53	11.92
研修員受入(人)	31	10	7	5	6	58
調査団派遣(人)	59	55	22	8	6	150
専門家派遣(人)	24	4	2	1	7	38
機材供与(百万円)	12.17	10.89	1.95	0.80	2.89	28.70
開発調査(件)	5	4	2	1	1	6

(注) 実績は技術協力のみ(JICAベース)「わが国の政府開発援助」から(外務省経済局)

< 83年度実施開発調査案件 >

水産養殖センター設立計画
--------------

< 84年 >

水産養殖センター設立 …… 日本人専門家3名派遣

#### 4. 農業の現況

砂漠に覆われた国土は、77,000平方km、この中で、アブダビ宗主国が85%を占め、残りを6つの宗主国から成っている。

農耕可能地は、1975年で15,000haで、全国土の、僅か0.2%にすぎない。

宗主国別農耕可能地は、表-4の通りで、アブダビが最も大きい。

表-4 宗主国別農耕可能地面積

宗主国名	総面積	農耕可能地	
	(平方km)	(平方km)	(比率%)
Abu-Dhabi	67350	28.77	0.43
Dubai	3900	4.79	1.23
Sharjah	2600	24.98	9.61
Ajman	250	1.02	4.08
Um Alquein	750	2.95	3.93
Ras-Alkheimah	1,700	73.98	43.52
Al-Fujeira	1,150	13.57	11.80
合計	77700	150.06	0.193

農耕可能地面積150.06平方kmは、15,006haあり、このうち実際に耕作が行なわれている面積は、1975年では、9,191ha、残り3,472haは未耕地であった。

この耕地の農家所得数は、7,522ユニット、所有者数7,514となっており、ユニット当たり、2haとなっている。

アラブ首長国連邦を地域別に耕地の分布をみると、表-5の通りである。

表-5 地域別耕地面積\* [単位 ドーナム]

地域別	(19,304ha)	(23,474ha)	(26,353ha)	構成比(%)
	1979	1980	1981	
南部	49,757	64,572	76,902	29.2
中部	36,868	62,953	72,847	27.6
北部	74,080	74,780	81,338	30.9
東部	32,342	32,444	32,444	12.3
合計	193,047	234,749	263,531	100.0

\* 地域の分類は、南部はアブダビ、中部はドバイ、シャルジャ、アジュマン、ウム・アル・カイワイン、北部は主としてラス・アル・ハイマ、東部はフジャイラとシャルジャの一部を指す。

1ドーナムは0.1ha (10ドーナム=1ha)

出所: Ministry of Planning, Annual Statistical Abstract.

耕地面積は、1975の15,000haから1981年に26,353haと175%と増加してきている。この増加の要因は、灌漑施設の増設により、野菜、小麦等の自給化に努力した結果とみられている。

アラブ首長国連邦は、気候的にみて、農業に適しているとは決していえない。食糧の大部分を輸入に依存している現状からして、石油で得た富をもって、農業生産基盤を造り上げ、出来るだけの国内自給化に努力している。農業生産に必要な条件として、この国では、大きな2つの問題がある。それは水と防砂である。水は無尽蔵にある資源でなく、節水しながら有効に使わなければならない。防砂については、砂漠化の進行、砂嵐などで容謝なく農耕地や道路に押し寄せてくる。

これを防がないと農業生産が出来ない所も多い。自然を相手にした戦いが大きなウェイトを占めている。

#### 4-1. 農作物別生産状況

特に力を入れている農作物は、野菜、果物、小麦などである。なかでも小麦は、主食であるだけに輸入にその殆んどを依存している状況にあるが、数年前から、農漁省が直営の農場において、生産に踏み切り、アル・アイン市の郊外では、500haの広大な農場において、スプリンクラーによる灌漑法で成績を上げてきている。また野菜の生産では、東北部の露地栽培を主力に可成りの生産が伸びてきており、1977年頃フランスの協力によって行われた施設園芸が成功をみるや、アル・アイン市を中心に、グリーンハウスによる胡瓜、トマト、茄子、ピーマン等の生産が、露地物のシーズン裏でも栽培可能となり、年々増加しつつある。グリーンハウスによる栽培は気温が高い時期は、水を使って気化熱によって温度を下げ、栽培適温を保持しながらの栽培である。これらの設備コスト、管理費等は高いものの、野菜の出回りが少い端境期の市場出荷であるだけに価格もよく、結構採算が取れている。しかし、消費人口が少いだけに、野菜、果物などの生鮮食糧は、季節的な生産過剰につながり、すでに、このような傾向が現れ始めてきている。従って、これらの加工及び国外への輸出も検討する時期にきている。

果樹については、各都市の市営農場に於いて、苗木の育成、配布等を行っており、果樹の集団化は無理でも、都市近郊を主体に少しずつ増加していくことが予想される。

作物別、耕地の利用状況は、表-6の通り、穀物に比較して、野菜、果樹の生産が多い。

	1977	1978	1979	1980	1981
野菜	15,999	31,098	45,426	46,615	62,595
穀物	6,870	10,535	16,401	16,500	26,376
果樹	45,949	62,533	67,934	70,964	78,845
その他	84,570	76,191	63,286	98,670	95,715
合計	153,388	180,357	193,047	234,749	263,531
指数(1973=100)	121	142	152	185	207

注：1ドーナムは0.1ha

また地域別に農業生産の状況をみると、南部、中部、北部、東部に分け、総合的に東部が若干生産が少い他は、ほぼ同じような生産傾向にある。生産の多い作物は、トマト、すいか、メロン、デーツ、クローバーであり、果樹では柑橘類が多い。

表-7 地域別農業生産(1981年) [単位 トン]

種 類	合 計	南 部	中 部	北 部	東 部
トマト	43,294	8,592	15,225	14,332	5,147
な す	9,729	2,339	2,974	3,703	713
オクラ	3,420	169	2,002	1,223	26
かぼちゃ	9,015	1,384	4,431	3,034	166
きゅうり	6,595	720	2,931	2,863	81
キャベツ	8,977	509	1,317	6,504	647
カリフラワー	6,752	155	457	5,823	317
じゃがいも	1,639	439	1,200	-	-
玉ねぎ	5,123	783	2,577	953	819
すいか	27,793	934	13,446	10,517	2,896
メロン	14,574	691	2,520	9,424	1,919
レタス	623	159	157	303	4
はつかだいこん	4,455	1,818	1,098	1,435	104
パセリ	581	383	138	60	-
にんじん	1,927	85	445	1,310	87
こしょう	2,676	88	408	1,334	846
デーツ	49,068	9,028	10,666	21,994	7,380
柑橘類	5,603	-	1,301	1,657	2,645
グァバ	391	-	62	61	268
マンゴー	3,685	-	174	66	3,445
バナナ	285	-	3	15	267
クローバー	108,823	24,758	69,632	14,021	412
タバコ	2,192	1,230	456	211	295

出所: Ministry of Planning, Annual Statistical Abstract

漁獲高

[ 1,000 t ]	1971	1972	1973	1974	1975	1976
総 計	43.0	43.0	43.0	68.0	68.0	64.4

出所: FAO, Yearbook of Fishery Statistics

4-2. ア首連開発5カ年計画（農業開発部門）

農業開発部門におけるプライオリティの高い開発計画では、①近代的灌漑、②ハウス農業、③やさい生産の順になっている。

この3つの開発計画には、いずれも3億7,500万 Dh に達する予算を計上し、合計投資額5億1,600万 Dh は全農業部門の投資額である8億3,450万 Dh の約62%を占めている以上の他、主な開発計画にみられる部門では養鶏、マーケティングセンターの設立、漁類冷凍庫の建設、井戸用ポンプの設置などがある。また目新しいものとして、野菜の種子生産を取上げていることである。

農業部門においては、インフラ・ストラクチャーの整備をすすめる一方直接生産の分野にも努力していく姿勢がみられる。（表-8参照）

表-8. U A E 開発5カ年計画における農業開発投資（新規プロジェクト）

（単位：100万 Dh）

農業普及（獣医）センター建設	2
獣医診療所	4
漁業機材整備施設	7.5
農業用車輛整備施設	2
農業省支所（アライン）	13
デーツ農園開発プロジェクト	6
ハウス農業	79
やさい生産	62
果樹芽つぎ	9.5
野菜種子生産	7.2
作物防除	11
養 鶏	39.5
肉 牛	3.5
人工授精	1.7
近代的灌漑	37.5
井戸用ポンプの設置・保守	22.5
農漁業省業務のコンサルタンシー	16
魚類冷凍庫	30
マーケティングセンター建設（6カ所）	35.8
農業センサス実	20
イギリスとの技術協力協定の実施	3.4
そ の 他	3
計	834.5

出所：U A F, Press Service, Annual Investment Programmes for 1981/85.

## 5. 研究協力の経緯目的

わが国の中近東諸国，とりわけ乾燥地，砂漠地域に対する技術協力は少く，就中，農業分野においては，技術的な Know how が極めて低い。1975年以來，国際協力事業団は，パキスタン，アフガニスタン，イラン，イラク，サウジアラビア，エジプト，スーダン等の乾燥，砂漠の諸国に対し，協力の為の調査活動を実施し，その結果，エジプト，スーダン，パキスタン等に対しては技術協力が実現してきたが，イラン，イラク戦争の突入，アフガニスタンへのソ連の進攻などによりこれらの国に対する技術協力計画も座礁し，中近東の中心地域に真空状態が続いている。

このような状況が連鎖的反應を提したように，戦争又は動乱のない近隣諸国への技術協力も進展しない状況にある。

特に農林水産分野においては，協力の前提として，わが国の専門家が適正技術をもっていることである。その為には，乾燥，砂漠地での研究が不可欠である。アラブ首長国連邦においては，1976年日本砂漠協会が，アルアイン市の郊外にあるアブダビ農業試験場分場において，アスファルト阻水盤を地表下60cmに埋設し塩類集積防止と水分の有効利用を目的とした研究協力を行なった。この研究に対し，事業団の専門家を長期派遣し，協力してきたが，4年程度の研究をもって中止，研究成果は，上ったものの波及的な普及には至らず，研究成果は砂漠に埋って日の眼をみない事態になってしまった。このような経緯にみられるように，砂漠の自然はきびしく，容易に人間の知恵と努力を容認してくれるところではなく人間が砂漠と戦い，砂漠を活用し，人間が住み易い状況にする努力は永遠に続くものと思われる。更に砂漠研究の成果が上っても，これを利用していくのは人であり，資力である。

金の力はあっても，人材が育たないと，研究成果も生きてこない。

ア首連は，乾燥地，砂漠の開発に極めて，意欲的であり，なかでも緑化と農業開発には第1に開発優先を置いて，投資してきている。従って，今回の研究協力の R/D 締結は時期を得たものである。

研究協力 R/D に至る経緯は，早くから静岡大学農学部において，砂漠農業研究に取り組んできており，中近東砂漠地域での研究計画をすすめてきており，幸いにして，ア首連大学農学部との接触の結果，共同研究の気運が出来て，事業団の技術協力ベースにおいて実施したいとする要望があったものである。

これをうけ，昭和59年12月12日から27日までア首連のUAE大学農学部の研究意欲の確認，政府関係機関との意見交換，研究成果等の行政的な普及チャンネル，並びに自然条件等の調査を行うために3人の予備調査団（団長木下清彦）を派遣した。

この調査は，相手国に対し，Contact mission として派遣し，特にUAE大学の研究対応及び意向を打診した結果，同大学，農学部長 Dr. Nizan HAMADMAD，他教授陣の研究意欲も高く，わが国の研究協력에非常な期待が寄せられた。なおまた，前記の調査結果でも，研究協力実施の必要性並

びに政府関係機関の協力体制も出来る状況にあることなど把握した。UAE大学との協議の結果、研究内容等の詳細に互る諸問題を、昭和60年3月下旬、検討し、合意に至ればR/D締結を行うこととした。

以上の結果を踏まえ、事前調査(実施計画の検討も含む)及びR/Dミッションとして、昭和60年3月18日から4月1日まで、研究協力に専門家として派遣予定の静岡大学農学部の松田教授他4名が団員に加わり、UAE大学との研究課題の実施計画等、具体的な詰めを行った。そして、双方の共同研究の骨子と専門家派遣に係わる諸問題等同意に至り、R/D締結を行った。

本調査団は、帰国に先立ち、FAOが、同国の北部、ディグダガ市郊外において、類似の研究協力の実態を視察したが、すでにFAOの専門家は引き上げ、ア首連側に研究を引き継いでいた。担当の研究者によって、研究ほ場の案内があったが、研究課題、内容など、わが方の研究テーマとは別のテーマであることを確認した。

なおまた、本事前調査に入るに際し、調査団を2班に分け、1班の3名は、米国カリフォルニア大学リバサイド分校(ロスアンゼルスから南へ200km)に立寄り、同校において研究を手がけている、ホホバ等の乾燥地適応性の高い植物を視察、意見交換、種子の入手等を行い、本研究協力に役立てることとした。

## 6. UAE大学農学部概要

アラブ首長国連邦唯一の総合大学がアル・アインにあるUAE大学である。この大学以外には単科大学もない。大学を所管するのは文部省ではなく、大学は最高学府として、行政的位置付けが他の省庁と同格となっている。従って、政府予算の中でも独立予算が編成されている。

大学は1977年に設立された。設立当初は4学部であったが、その後学部が増設され、文学部、経営・政治学部、理学部、教育学部、シャリア・法律学部、工学部、農学部の7学部がある(表-9)。1982年の全学生数は約3000名であるが年々増加している。学生の約70%はUAE国籍者である。教授陣は主にアラブ諸国出身者で、他はアメリカ、カナダ、ヨーロッパからの教授で構成されている。全教育者数は総長以下409名となっている(表-10)。

表-9 各学部とその学科及び4年度の学生数

文学部 (976名)	農学部 (52名)
1. イスラム学科	1. 園芸
2. アラビア語	2. 土壌
3. 歴史	3. 作物
4. 地理	4. 畜産
5. 哲学	教育学部 (473名)
6. 社会学	1. 教育
7. 外国語 (英語, 仏語)	2. 心理学
8. 報道	シャリア・法律学部 (325名)
経営・政治学部 (663名)	1. シャリア
1. 経営	2. 法律
2. 経理	工学部 (101名)
3. 政治	1. 土木
4. 経済	2. 石油化学
5. 労務	3. 建築
理学部 (508名)	4. 機械
1. 数学・統計	5. 電気
2. 物理	
3. 地質	
4. 化学	
5. 生物学科	
	合計 3,098名

表-10 UAE大学の教育者数

総長	1
副総長	1
学部長	6
副学部長	6
教授	49
助教授	70
講師	105
助手	107
客員教師	64
合計	409



UAE大学は、内陸部の標高300 mで、オアシスと言われているアルアイン市内にある。この街は、学園都市としてふさわしい緑の多い、静かな街である。

UAE大学農学部規模、内容について述べると、農学部は1982年に設置され、2学系がある。農学系と畜産学系に分かれ、農学系は園芸学科、土壌学科、作物学科から成り、畜産学系は畜産学科、獣医学科から成っている。各学科には立派な実験室が附設されており、実験器具の殆んどは、諸外国から輸入したものである。農学部の学生数は、現在80名と少ないが、年々増加しつつある。教授陣は12名、助教授6名、助手9名となっているが、将来学生数の増加に伴って増員していく計画となっている。今までに研究農場が設置されていなかったが、今回、わが国との共同研究を機会に、同大学から車で15分、アルアイン—ドバイ間の国道沿いに34 haの農場を新設し、この一角を今後の日・ア間の共同研究農場として使うことになった。

このように新設の大学であるだけに、校舎などの建物も立派であり、最高学府の風格も十分備っている。農学部教授陣の中に1~2名現地ア首連人が居る他は、中東諸国からの外人雇用者である。このことで心配な点は、折角の技術・研究協力が、同国に永住するあてのない人々に行われることである。しかし、研究成果が、同国の農業開発に活用されていくような体制があれば問題はない。現状の砂漠開発に取り組む行政的な活動から判断し、研究の成果が、十分行政に反映されていくであろうと想像できる。願わくば、研究協力期間中に、農学部、大学院生などが研究にカウンターパートとして参加できることが望ましい。

## 7. 砂丘固定および砂防植樹に関する研究

(村井 宏)

### 7-1. 自然立地条件

この国はその中央を北回帰線を横断する亜熱帯乾燥地で、夏季はきわめて高温で、5月から10月までの日中気温は35~45℃に達する一方、夜間は20~25℃まで低下する。冬季(11月中旬~3月中旬)は日中25~35℃、夜間は最低10℃まで下る。海岸部は全般に年間を通じて湿度が高いが、内陸では乾燥し気温の日較差も大きい。

降雨は全土にわたってきわめて少ないが、それでも地域的に若干の偏りが見られる。UAE Water and Soil year Book No.2, (1982)を参考に、同国の地域区分別の年降水量データ(1969~1979)をみると、①山岳地域(Mountain Region)の平均値は134.4mm, ②礫原(Gravel Plain)の平均値は97.8mm, ③砂漠と西海岸(Desert Foreland and West Cost)の平均値は68.8mm, ④東海岸(East Cost)の平均値は102.6mmである。我々の試験予定地に近いアルアイン(Al・Ain)は②地域に属し、この期間の平均値は45.3mmである。UAE全土の平均年降水量は50mm程度と推定される。なお、図-1は1978~1979年観測データによる年降水量の分布図である。

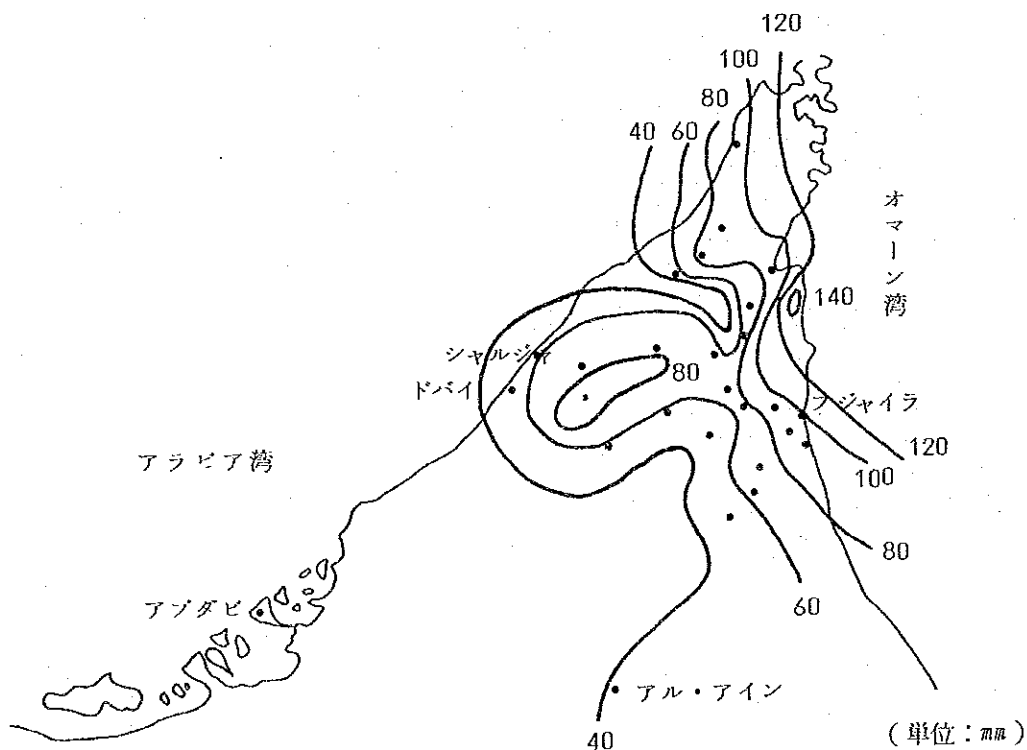


図-1. UAEにおける年降水量の分布図(1978-1979)

降雨強度は雨の総量とほぼ比例し、南部より北部の方がより高強度の降雨に見舞われる。1978～1979年観測データによると、北部のジクザカ (Digdaga) で1時間当り30mm、南部のアルアインでは1.1mmの値が得られている。年蒸発量についてみると、全般的に大きい値を示し、1968～1979年観測データによれば、全土の平均年蒸発量は3,500mm程度となっている。地域的にみると、山岳地域において蒸発量は低い湿度と高い風速のために最大であったが、ついで礫原、砂漠と海岸地域である。

風速は内陸地域よりも海岸地域の方が大きい傾向がある。とくに東海岸地域が大きくついで山岳地域である。風速が最小なのは礫原で、ついで中央砂漠と西海岸地域である。1968～1979年観測データによる全地域の平均日風程は119.5kmで、これは約5km/hrとなる。この期間最も風の強かったのは東海岸のディバ (Dibba) で、1978年2月の763km/day (31.8km/hr)の値である。一般には1年のうち5～10月の夏の間が風が強く、砂漠においては強風で砂じん嵐 (Dust storm, Sand storm) が発生する。

地理統計 (1985) によると、国土の総面積836万haのうち耕地、樹園地1万haで0.1%、牧場・牧草地20万haで2.4%、森林が0.2万haで0.0%で、砂丘・荒廃砂地の面積は不明であるが、前記の耕地等の植被地以外の残りほとんどを占めるものと推定される。砂丘 (Sand dune) は東部と南部に多く、黄褐色ないし赤褐色の風積砂土から形成されている。この間に広い砂漠土 (Desert) 地帯が散在し、ついで礫岩から石灰岩地帯の山岳地につながる。海岸地帯にはサブカと呼ばれる塩性多湿土が分布し、表層部に堅盤層が形成されることが多い。地表蒸発が激しいので、地中の可溶性塩類が地表に集まって、強アルカリ性となるのがふつうで、とくに排水の悪いところでは塩湿地を形成する。

この国には常時流水のある河川はなく、地下水に依存している。地下水源は1979年の調査で、全土で5.3兆トンと推定され、年平均2億2千万トンの水が雨により補給されるとしている。現在推定されている同国の水総消費量は6億5千万トンであり、そのうち4億トンは地下水源から吸み上げている。したがって、地下水に限っては消費が供給を大きく上廻っており、年々地下水位の低下と水質の悪化を招いている。

農業用水や砂漠緑化のための植樹には、主に地下水が用いられており、これらはファラージ (地下水渠) や井戸が利用されている。生活用水や工業用水および都市周辺の緑化樹の育成には、地下水の量と質の低下から、次第に海水を淡水化した水に依存する割合が多くなってきている。近年の急速な地下水開発に伴うその量と質の低下に直面し、UAE政府は新たな地下水源の探査と国土全域の水収支の調査研究を進めている。

## 7-2. 砂丘の固定

砂丘は、その移動の度合で3種類に分けられ、植生の被覆の程度によって区分される。すなわち、植生被覆度の40%以上を固定砂丘、15～40%を半固定砂丘、それ以下を移動砂丘

としている。U A Eの砂丘は雨量の少なく粒子の細いことから移動砂丘が多く、飛砂などによって農業はじめ人間の生活に大きな被害を与えている。しかし、人口密度が低いこともあって直接的な影響はそれほど顕著にならないが、それでも近年農地や集落の周辺、道路沿いに防風、防砂の対策を行なっている。

今回の調査では、移動砂丘の固定のために本格的に土木工事を実施している場所を見ることができなかった。U A Eを始め中近東各国における移動砂丘の固定のしかたは、わが国の海岸砂丘で施工するように堆砂垣等の工作物によって、砂丘頂をできるだけ水平にしようとする工法はとっていない。

砂丘固定の一般的方式としては、工作物による場合、①高い塀式の囲障（板、塩化ビニール材、金網ネット等）、②半埋設式または埋設式の低い囲障（雑木、ヤシ枝葉、粘土、藁等）、③石礫または粘土等による圧砂、④乾草、藁等の被覆に分けられる。化学的な資材によるマルチによる場合、①石油マルチ（アスファルト乳剤、廃油等）、②化学薬品マルチ（高分子凝集剤等）に分けられる。

植物による場合は、前2者との組み合わせの中で行なわれるが、①防砂林帯の造成、②草本・低木類による砂丘表面の固定である。大型の移動砂丘を真正面からとめるようなことは、事実上困難なことである。道路、集落の周辺とくにオアシスの周辺では、この保護のために防砂フェンスを設け、その内側に樹木を植栽するケースが多い。また、植栽にあたっては廃油によるマルチングを行なって、飛砂防止と蒸発抑制に利用している例もみられる。

### 7-3. 砂漠緑化のための植樹

北部と中部の一部にある山岳地帯を除けば、前述のように国土のほとんどは砂丘と荒廃砂地といってよい。ザイド大統領の「地から得たものは地に返せ」という明快な哲学に基づき、オイルダラーによる「砂漠の征服による国造り」の政策に沿い、U A E政府は砂漠緑化のために1960年代の初めから、熱心に取組んでいる。

大規模な植樹としてとくに目立つのは、アブダビ（Abu Dhabi）から約100 km離れたアラインまでの間の道路両側50 m幅のグリーンベルトの造成である。ここでは1969～1970年の両年度で600 haに約24万本樹木が植えられた。樹種はユーカリ（Eucalyptus）属、アカシア（Acacia）属、モクマオウ（Casuarina）属等である。

1975年以降になると西部砂漠地域で大規模植林が開始されている。これはアブダビ首長国との契約によるもので、日本からK・Kタイキ（本社大阪市）が参加し、すでに700 haを完了し、現在アルアイン北西部で約300 haの植栽に向けて着手中である。植林業者の国籍も多彩で、日本の他フランス、西ドイツ、スペイン、スウェーデン、イタリア、ハンガリー、パキスタン等から15社以上が参加している。

正確な数字はつかめないが、アブダビ、植林局管轄下で、現在まで約1万5千 ha、約3百

万本以上の植樹がなされたと推定されている。植林局とは別に農業局でも幹線道路沿いや農地周辺に防風林の造成が進められ、1977年以降はアブダビとドバイ (Dubai) 間の道路沿線地域でも植樹がなされ、現在も継続中である。

(7) アルガヤッティ (Al-Ghayatti) 地区の事例

アブダビから約250 km西方にある Al-Ghayatti 地域で、1980年に約400 haの植樹を実行しているが、その技術報告書にしたがいその概要を記してみる。まず、対象面積の周囲にラクダ等の動物食害から植栽木を守り、防風防砂を図るために、地上高2 mまたは2.5 mのG IまたはPVC被覆の金網(56 mmメッシュサイズ)によってフェンスを造成した。下部と地表にすき間を明けると小動物が潜入する。

全面積を3ブロックに区分したが、1ブロックの大きさは620 m×2,250 m=1.35 haである。各ブロックには、縦320本、横84本、樹間の間隔は7 mとしたので、ha 当たり200本、全植栽本数は80,600本となった。植穴は深さ、径とも約1 mとし、手堀りか機械堀りによって、難透水性の堅盤層を破壊するようにした各植穴には、動物糞3 kgを基肥として施用し、植栽後灌水パイプを経由して、液肥の形で毎月窒素分を1本当たり5 g程度追肥した。

灌がいは黒色の塩ビパイプ配管によるマイルドリップーを用いた滴下方式(Drip irrigation)で、リップーからの水流出レートは500 cc/min、水圧は0.8~1.8 kg/cm<sup>2</sup>、一度に灌水する樹木本数は  $\frac{320 \times 84 \times 3}{2} = 40,320$ 本、1本当たり2つのコイルリップーをつけ、全体の要水量は40,320本×50 cc×2コ=4,032 l/minとなる。また、9カ所の井戸を用いたので、4,032 l/min ÷ 9 = 444 l が1カ所当りの使用量と計算されるが、用水の約10%は損失すると推定され、1カ所の井戸からの消費量は500 l/minとなる。樹木1本当たりの1日最大灌水量は40 lである。灌水の塩分濃度は、7,000~10,000 ppmという高濃度であった。

植栽木は耐乾、耐塩性の強い次の5樹種が候補とされた。

1. Samar (サマー) : *Acacia tortillis*
2. Ghaff (ガフ) : *Prosopis spicigera*
3. Garrat (ガラット) : *Acacia aralica*
4. Ghwair (グワイフ) : *Prosopis julifroa*
5. Sidar (シダー) : *Zigyphus jujuha*

しかし、実際はこの中からGhaff 50%, Samar 40%, Sidar 10%の本数割合にしたが、最終的にはGhaff 60%, Samar 40%に修正された。苗木は自家養成のものを当初用いたが、成績不良で民間業者から購入した。苗令は6カ月~1年生のビニールポット苗である。植栽後に防風と太陽光線からの照射から苗木を護るために、直径18 cm、高さ50 cmの多孔性のプラスチックカバーを、3本の支柱(Steel bamboo)でセットした。地表部にす

き間を明けて、移動砂を通過させた。

植栽木が着陸後に風防は取除かれるが、樹自体の安定化と直立化のために、大型の支柱1本をセットし固定した。基肥に動物糞を施用したため線虫発生し、植栽木に被害を与えたことがあった。しかし、これは防除薬剤の施用によって処置することができた。植栽は3~5月を適期として実行された。

作業の順序について述べると、初年度にキャンプを設営し、発電機、井戸堀、エンジンポンプ据付け、灌がい配管と育苗・植栽を行なった。その後2年間で育成管理し、契約を完了し植林局に引き渡した。順調にいて通算3年間の仕事で、1本当り120Dh(約8,000円)の支払いを受けている。

#### (4) スレイマツト(Sulyimat)地区の事例

アルアイン市郊外のスレイマツト地区にアブダビ試験農場がある。この農場は日本の砂漠開発協会とアブダビ首長国政府との協定により、1977に設置されたものであるが、1981年に契約期間が終了し、現在はアブダビ首長国政府の試験農場として運営されている。この農場設立前は全くの未利用の荒廃した砂丘地であった。このため設立に先立ち、用地の近所や圃場の間には、防風や砂嵐防止のために樹木の植栽が行なわれた。

この概要を D. D. I. J. : A Report of Desert Agricultural Research Station, Vol 1 (1977) に基づき記す。初期の計画は、線間5m、樹木間隔5mの植栽密度が考えられたが、その後それは不十分と考え、あとで線間隔4m、樹木間隔2.5mに変更された。

樹木植栽に先立って、1976年11月16日にドリップラインの準備が始められた。3/8寸のポリエチレンパイプは2mと50mにカットされた。50mパイプの両方の端は1.5ℓ/hr(ノズル圧1.5kg/cm<sup>2</sup>)のノズルをつけた。それから2mパイプが連結された。全長4800mのドリップラインは1977年1月18日までかけて取つけた。防風防砂のために、硬質ビニールネットを1m×50cmにカットし、それで50cmの高さまで各樹木を真直ぐ立てて包みこむようにした。

植栽樹種は、地方的に用いられたつぎのようなものである。

1. ユーカリ類 : Eucalyptus
2. モクマオウ類 : Casuarina
3. アカンア類 : Acacia nivotica
4. " : Acacia fortolis
5. " : Acacia radiana
6. トルニロの類 : Prosopis juliflora
7. " : Prosopis specjra
8. : Zigyphus jujuba

これらの中で、Eucalyptus, Casuarina, Prosopis juliflora等は初期成長、耐塩性、耐乾性をもち最も適する樹種といえる。

樹木植栽の場所は、次のとおり、

用地の周囲	: 296 m × 10 m × 2箇所 =	5,920 m <sup>2</sup>
	200 m × 10 m × 2箇所 =	4,000 m <sup>2</sup>
圃場の間	: 84 m × 10 m × 2箇所 =	1,680 m <sup>2</sup>
	98 m × 10 m =	980 m <sup>2</sup>
	56 m × 10 m × 2箇所 =	1,120 m <sup>2</sup>
施設の周囲	: 240 m × 10 m =	2,400 m <sup>2</sup>
計		16,100 m <sup>2</sup>

植栽地域にはドリップラインが4 mの線間隔、植栽間隔2.5 mに、50 cmおきに3カラムが配列された。植栽した丘には2つのノズルが50 cm間隔で装置された。

苗木はすべて政府苗畑から得られた。それらは6カ月生であった。キノックスは2コのノズルの間に適用された。成長する苗木のためにビニールポットをはずして植栽された。植栽後十分灌水され、防風ネットは3本のポールによって支持され覆われた。気温が著しく高かったときは、苗木はときどき萎れるが数日中には回復した。多数苗木を一きよに植えた場合には灌水管理が十分にできないので、100~200本の苗木をなしくずしに植栽した。

Eucalyptus, Casuarina, Prosopis の3樹種を線別に交互に植栽した。植栽順序は次のとおりとした。

表-11. 樹種別植栽順序

植栽時期	(樹種)			場 所
	Eucalyptus	Casuarina	Prosopis	
(1977年)				
1月27日		105	105	用地の東側斜面と平坦 野菜畑と果樹園の間
2月15日	200	105		北すみの東側傾斜地と平 坦地の間、野菜畑と果樹 園の間
4月13日	150	100		西すみの施設の側
5月1日	100	100		施設の東側斜面
6月4日	100		100	北すみ
6月29日	100		100	北すみの西側 研究地の囲り
10月23日	240		120	南すみ
計	890	410	425	(合計) 1,725本

最初の段階では Casuarina は植栽したが、あまり良い生長を示さなかった。その結果、Eucalyptus や Prosopis juliflora の 2 樹種に限られた。暑い季節には植栽成績が不良とされることから、7月～9月の期間の植栽は中止された。

3月3日に最初に植栽した地域に、追肥として Kampaka ( $\overset{\text{N}}{15} : \overset{\text{P}_2\text{O}_5}{15} : \overset{\text{K}_2\text{O}}{15}$ ) を、苗木1本当たり100gを砂中に混合して施用した。肥料やけがみられ、その被害は Eucalyptus においてとくに顕著であった。このため施肥位置を変化させた。4月16日に2次植栽培へ Kampaka を同量施肥した。6月15～16日にアンモニア硫酸塩を苗木1,000本当たり1.5kgを水と混合し、灌水中に含めて施肥した。9月24～26日に肥料やけを考慮してあらかじめ Mikafoz ( $18 : 18 : 15 : 1 - \frac{1}{2}$ ) を苗木1本当たり10～20gをドリップの地下に施用した。肥料やけは Eucalyptus に発生した。

灌がい水の供給は、耕耘したとき野菜畑の一部分においてのみ地下試であった。水は1日6時間供給された。水量はチェックしなかったが水圧は1kgであったから、1ℓ/時×2ノズル×6時間=12ℓの水が1日1本当たり供給されたことになる。

Eucalyptus と Prosopis juliflora は砂質土壌に適応する樹種である。肥料やけの発生のゆえに、側方施肥の方法は困難な問題である。効果的な方法は、何回かに分け、希しくして液状化して適用することであった。防風ネットは周辺で飛砂を発生する原因となるので、再検討すべきである。また、灌水ノズルのつまりの事例が多かったが、ノズルの改良を必要とする。

#### 7-4. 砂丘の固定と砂漠植樹における問題点

- (1) 砂丘固定の長期的方法は、前述のような樹林帯の造成であるが、その前処理としてサンドフェンス等の工作物を必要とする。これをできるだけ効率的、経済的に行うために、使用材料や施工密度等について科学的な検討が必要である。ペロトロマルチ等化学的薬剤を用いた砂丘固定法が、こんど拡大する傾向が考えられ、これらの効率的施用基準の確立がのぞまれている。
- (2) 現在用いられている砂防樹種は、耐乾・耐塩性が優れているが、より少量の水で定着できる防風・防砂効果の高い樹種・品種の選択が必要である。将来的には経済価値のある樹種の選択も要請されている。いまのところ砂漠緑化には、高木類が主体となっているが、低木類や草本類も対象にされてよく、また、それらの実播による方法も検討されるべきである。
- (3) 耐乾性の樹種を選んで植栽されているとはいえ、定着できるのは継続的な灌水の成果であって、この維持コストは大変な金額になる。UAEがすでに植栽したのは、砂漠と街路樹あわせて5万haを越え、植栽本数も10億本近くになると推定されている。砂防植栽の場合、苗木1本当たり120Dh(約8千円)位かかり、その維持費は年間50Dh(約3千円)かかると試算されている。緑化が拡大されればされるほど国家予算が膨脹するし、地下水源の涸渇も



考えられる。灌水節減のための灌水技術の改善や蒸発防止策が必要である。

- (4) このほか、砂丘固定工法の施工や砂漠植樹後の経過やその効果についての信頼できるデータが乏しい。これからより効果的に事業を進めるために、科学的な調査の推進がのぞまれる。とくに砂防植栽地については、植栽木の成長経過、病虫害、植生発達後の防風、防砂効果、土壌改善効果等の調査項目となる。また、一部に灌水を中止した後でも良く生育している場所もあるので、地下水位や土壌水分等の立地条件を精査する必要がある。さらに、植栽後の施肥、除間伐などの保育法の早急な確立もものぞまれている。
- (5) UAEは石油産出国であり、最近原油価格に低迷が見られるものの、自力で砂漠緑化に対処できる能力をもっており、実際かなりの高い技術水準と多くの資金をつかって砂丘固定や砂漠緑化を進めている。ここで我々ほどのような考え方で、どのように取り組むべきか大いに思考を要するところである。砂漠を対象とした実践的経験が乏しいので、先進技術をもった諸国の砂漠緑化技術を参考に、同国で現在行なわれている実態に考察を加え、より合理的、経済的で、しかも長期安定できるものに改善することに主眼を置いていきたい。あわせて共同研究の直接の相手であるUAE大学とも協力し、関連する基礎データを確保することに努めたい。これらの結果は、同国のみではなく、他の砂漠化に悩む国々にも役立つと思われる。

## 7-5. 実施設計

### (1) 試験区の設置

テーマAに関する試験区は、アルアイン北方約1.5 km地点(アルアインードバイ間)に新設されたUAE大学農学部研究農場の側接地の自然砂丘である。近くには農林水産省のCentral Laboratoryがあり、この実験室を利用できることになっている。大学農場は1985年中に完成する予定で、現況では全面積34 haの整地と周囲に金網フェンスを設置し、揚水ポンプ等の取付中であった。

試験区はこの圃場のSW側に沿って、主風方向を短辺、非主風方向を長辺とする長方形状で、全面積は3.5 haとしている。試験区の配置は図-1に示したとおりである。また、試験区内に造成する高さ5 mの人工砂丘の構造図は図-2に、高さ1 mの防砂垣の構造図は図-3に示した。主風方向にほぼ直角に造成する人工砂丘は、試験区全域の安定と区内への風衝、飛砂条件をほぼ一様にする意図である。被覆工と植栽工の処理は図-4に示した。

### (2) 試験方法

#### ① 防砂垣の密度と防風・防砂効果及び植栽木の活着・生育に及ぼす影響(A・1)

図-1に示すように、防砂垣の密度を10 m方形(H-10)、20 m方形(H-20)、30 m方形(H-30)および無施工(H-0)に区分し、この内外で防風、防砂効果を測定し、苗木の生育状況を調査する。

② 被覆工の種類と固砂、保湿効果及び植栽木の活着・生育に及ぼす影響……(A・2)

図-1に示すように、被覆工の種類は、石油乳剤(C-1)、合成樹脂乳剤(C-2)、無被覆(C-0)に3区分し、密度の異なる3種の防砂垣区内(H-10, H-20, H-30)と裸地区(H-0)内でくり返す。そして各処理区別に防食、保湿効果等を測定し、苗木の生育状況を調査する。

③ 灌水の多少と植栽木の活着・生育に及ぼす影響……(A・3)

図-4の中に示すように、60m×60mの試験区を2分し、滴下灌水量を標準量とほぼ1/2量にして、植栽木の生育状況を調査する。この場合、灌水少量区にはパーク堆肥や保水剤等を施用することも検討する。

④ 樹種および植栽密度の活着・生育および防砂効果等に及ぼす影響……(A・4)

図-5の中に示すH-0~H-3の区域内には、供試樹種は耐乾性・耐塩性の強い Samar (*Acacia tortillis*) と Ghaff (*Prosopis spicigera*) の2種に限定し、植栽間隔は3.5mで植栽密度は400本/haとする。防砂垣の背後のG区域にはこんどのぞましいと考えられる樹種を選び、また、植栽密度を3段階かえて、植栽木の活着・生育状況および砂防効果等を比較検討する。このG区域における試験では、防砂垣を施工せず、被覆工は単一とし、灌水、施肥等の施用量は標準量とする。1処理区の大きさは、20m×20m=400m<sup>2</sup>の方形とする。

⑤ 砂丘の移動状況および飛砂量の測定および砂丘固定……(A・4)

試験区前線部に設置する人工砂丘について、経時的にその形態の変化、侵食・堆積の状況を観察測定し、その状態をみて各種被覆工や植生工を導入し、適切な工法を比較検討する。この試験処理は人工砂丘の背後と防砂垣までの区間(平坦地)も含めて実施する。

これらの具体的な試験処理内容は、表-12に示したとおりである。

なお、この他気象要因の観測については、試験区の一隅に設置した観測露場で、風速、風速(高さ10m)、温湿度、蒸発量等を継続観測し、各試験区内ではずい時携帯用または固定測器で風向・風速、飛砂量や地温、土壌水分等の観測も行う予定である。地下水位については、周辺の既設の井戸を利用して、継続観測したい考えである。

## 7-6. 実証調査研究

上記の試験は固定試験地を用いて、継続的に調査観測を行うものであるが、研究テーマAに関連して次のような事項について、上記試験を補完する意味も含めて、他の地域での実証調査研究を行う計画をもっている。

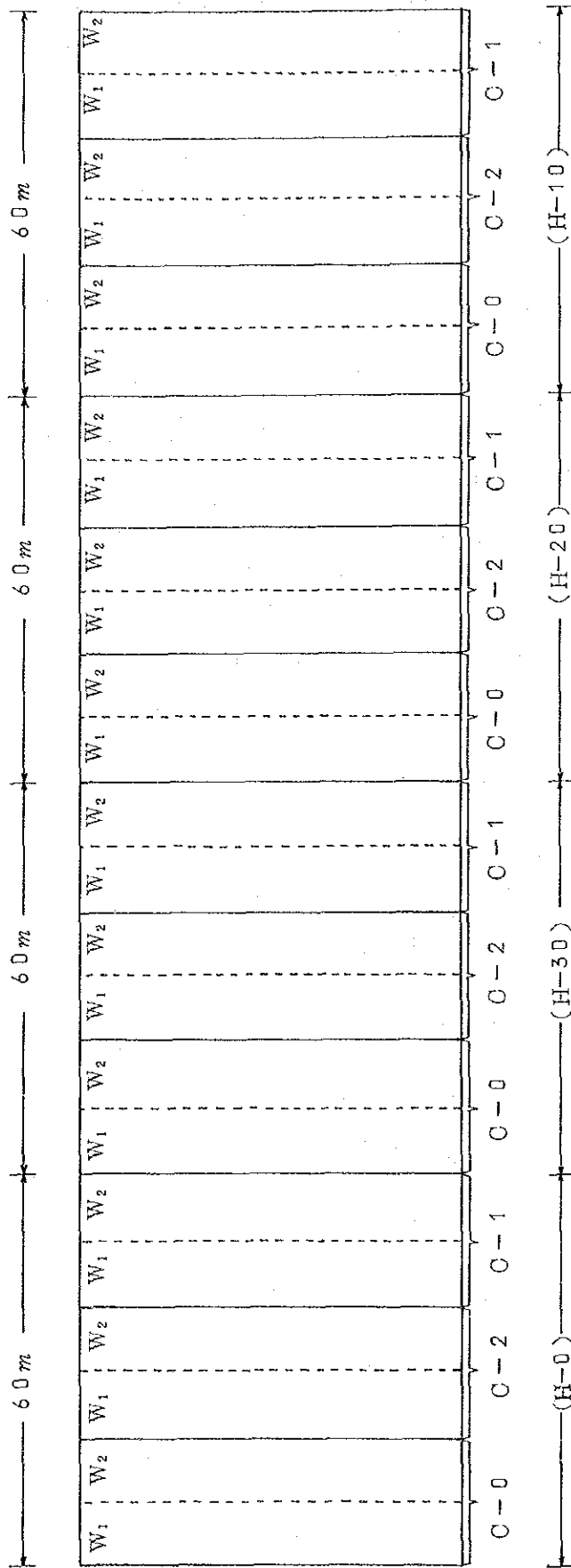
ア 航空写真または宇宙衛星データを用いてUAE全域の砂漠と緑化の推移の把握

イ アルアイン周辺に部分的にみられる無灌水植林地の実態把握

ウ 既に実施された大規模砂漠植林地の成績と問題点の把握

- エ 成林した防風・防砂林帯の生育状況と防災効果の把握
- オ 荒廃砂地の自然安定化と先駆侵入植生の把握

図-4 被覆工および灌水量の比較試験処理



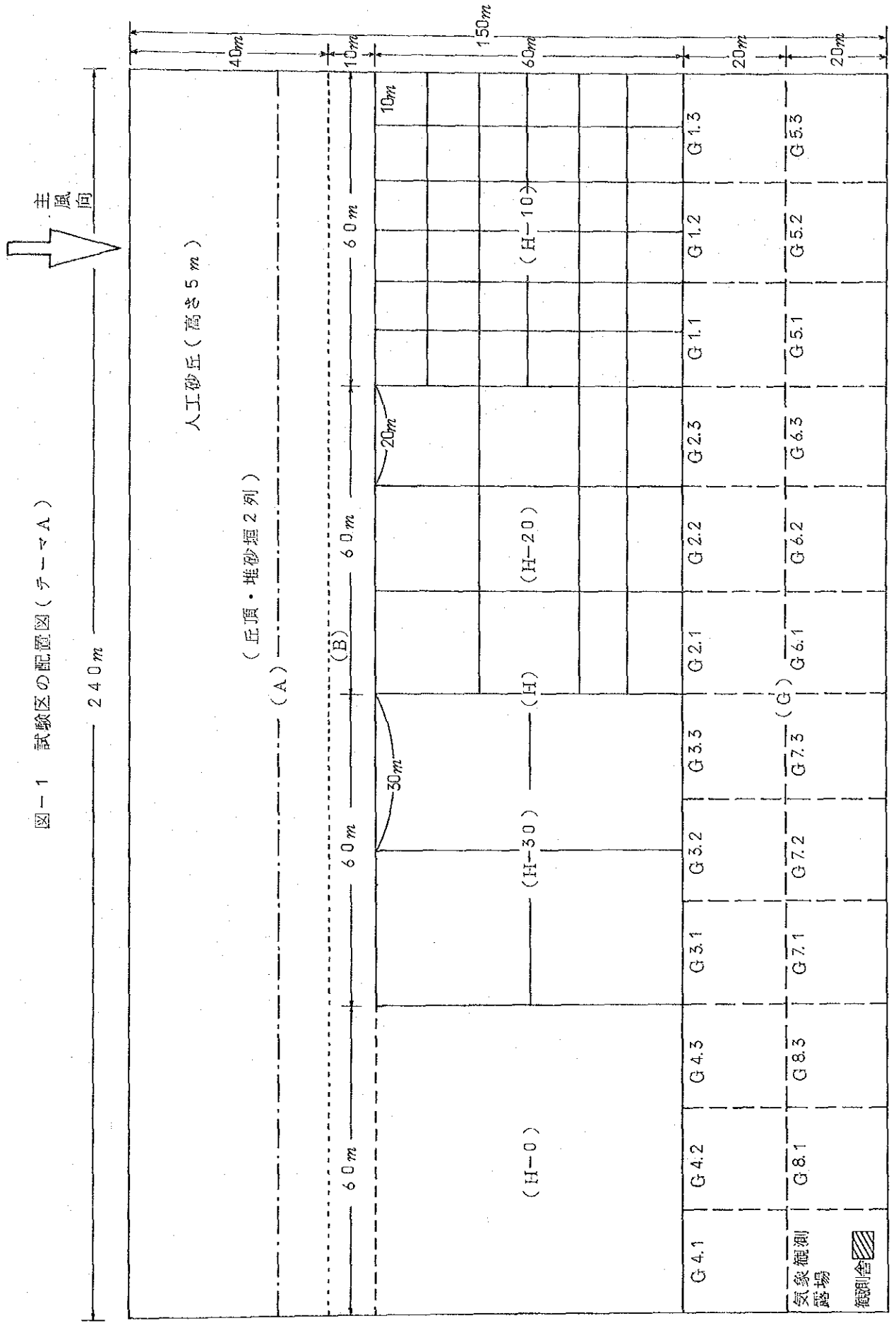
(註)

防砂工処理 { H-10 : 10 m 間隔  
 H-20 : 20 m 間隔  
 H-30 : 30 m 間隔  
 H-0 : 無施工

被覆処理 { C-1 : アスファルト乳剤  
 C-2 : 合成樹脂エマルジョン  
 C-0 : 無被覆

灌水処理 { W<sub>1</sub> : 少灌水  
 W<sub>2</sub> : 標準灌水

図-1 試験区の配置図(テーマA)



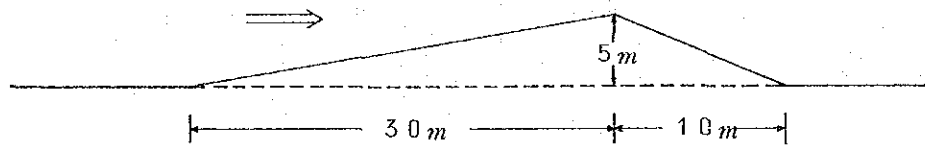


図-2 人工砂丘の断面

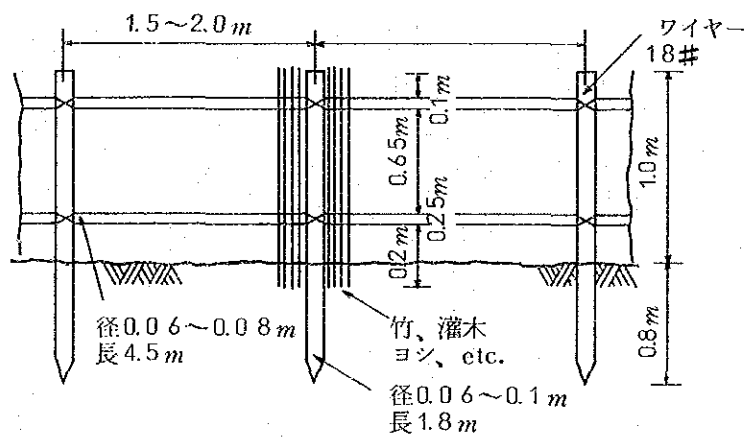


図-4 堆砂垣の構造

表-12. 研究テーマAに関する試験処理

試験区分	実施区域	試験区分	主要工種	工種細分	導入樹種	摘 要		
(A-1)	H	H-0	防砂垣 (高さ1m)	なし	{ Acacia tortillis Prosopis spicigera	防風垣の材料はできるだけ現地で容易に入手できるものを考えるが、不能の場合には既製の竹箨を用いる。 苗木は0.6~1年生ポット育苗のもの。現地調達 植栽密度 400本/ha		
		H-10	"	10m間隔				
		H-20	"	20m間隔				
		H-30	"	30m間隔				
(A-2)	H	C-1	被覆工	アスファルト乳剤	"	東亜道路K, K製 アクアプロン 栗田工業K, K製 クリコートC 720		
		C-2	"	合成樹脂 エマルジョン				
		C-0	"	なし				
(A-3)	H	W-1	灌水法 (ドリップ方式)	少量	"	植栽苗木1本当り 最大 20 ℓ/day 同 最大 40 ℓ/day		
		W-2	"	標準量				
(A-4)	G	G.1	樹種 植栽密度	1	疎 (200本/ha)	Eucalyptus	0.6~1年生ポット育苗のもの 現地調達。供試樹種は材料の入手事情で変更することもある。	
				2	中 (400本/ha)			
				3	密 (800本/ha)			
		G.2	"	1	疎	Casuarina	"	
				2	中			
				3	密			
		G.3	"	1	疎	Acacia nivotica	"	
				2	中			
				3	密			
		G.4	"	1	疎	Acacia fortolis	"	
				2	中			
				3	密			
		G.5	"	1	疎	Acacia arabica	"	
				2	中			
				3	密			
		G.6	"	1	疎	Prosopis julifora	"	
				2	中			
				3	密			
		G.7	"	1	疎	Zigyphus jujuba	"	
				2	中			
				3	密			
		G.8	"	"	1	疎	Acacia tortillis	"
					3	密		

## 8. かんがいと土壤保水性に関する研究

(松田 敬一郎)

### 8-1. 堆肥厚層埋設による根群域土層の改良に関する研究

地球の陸地面積の約1/3は乾燥地及び半乾燥地(以下乾燥地と略記する)であり、世界の人口増加に伴う食糧問題に対処するために、その農業開発は将来に向けて重要な課題であることには間違いないであろう。

乾燥地とは端的に言えば、年間降水量が少なく蒸発散量が大きい地域であり、熱帯、亜熱帯にある乾燥地の農業において障害となる要因は高温、乾燥、少雨、強風などの気象的条件や砂丘の移動、土壌の高塩分度などがあげられる。これらのなかで最も重要な要因は砂丘の移動と水分、塩分の問題であると考えられる。砂丘の移動については、前項のテーマAでとりあげられているのでここではふれない。

乾燥地農業においては、水分と塩分とが密接に関連しているという特徴がある。乾燥地では降水量が少なく農業生産にはかんがいが必要であるが、かんがいに利用される水は量的に少なく、水質も塩分濃度が高い劣悪なものが多い。塩分が多い水をかんがいに用いると蒸発散による水分の上方移動により、塩分が土壌表層に集積する。また、排水の不良な土地でかんがい水を必要以上に用いると、塩分濃度の高い地下水の水位が上昇し、いわゆる Waterlogging によって土壌における塩分集積が進行する。塩類化した土壌では、土壌の団粒構造が破壊され、透水性が悪くなるなど土壌の物理性が悪化する。さらに、土壌溶液の浸透圧が増大して作物が吸水阻害を起こしたり、過剰イオンによる有害作用などにより作物の生育、収量、品質に悪影響を及ぼすようになる。

それ故、乾燥地農業では、塩分の集積をできるだけ回避しながら限られた水資源を有効に利用することが重要な課題である。

かんがい水の有効利用という観点から、ドリップ(点滴)式かんがい法が多く利用されている。かんがい法にはドリップ法の他に水盤法、うね間法、スプリングラフ法などがあるが、節水や土壌表層への塩分集積の軽減という面でドリップ法が優れており、作物収量も増加するという報告が多い。<sup>1-3)</sup> また、砂土のように容水量の小さい土壌において保水性を高めるという目的で数mmの薄膜状のアスファルトを土層中に埋設するアルファルト阻水盤法も報告されているが、<sup>4,5)</sup> この方法は根群域土層の保水性の向上により作物収量は増加するものの、塩分も集積しやすいという難点があり、今後さらに検討が必要であろう。

以上述べたように、乾燥地農業を制約する要因のなかで特に水分と塩分が重要なものであり、塩分を多く含む水をかんがいに利用する際、根群域土層の保水性を向上させるような手法を講じると塩分集積が促進されるという面がある。したがって、土壌の保水性向上と塩分集積の軽減の両方を満足させるような手法はかなり難しい問題であるといえよう。

乾燥地に存在する土壌では、他の地域にみられない特徴がある。その一つはA層における土



壤有機物（腐植）がきわめて少ないことである。これは主にそれらの地域では植生が貧弱なためと、高温下では植物遺体の分解が激しいことによると考えられる。農業生産立地の観点からすれば、土壌中に数%程度の植生に多様な効果を発現する腐植が含まれることが望まれる。しかし、一方腐植は陽イオン交換容量が高いので、乾燥地土壌における腐植の存在はかんがい水の塩分を多く吸着し、塩分集積を進行させるので、むしろ作物生育のためには逆に少ない方がよいとも考えられる。これらのことを考え合わせると、作物生育の場である根群域土層に人為的に腐植物質を施用し、これに塩分が集積すれば簡易に新しい腐植物質と交換できるような手法が乾燥地農業における一つの農業技術として望ましいと思われる。

一般に腐植物質としては、堆肥がよく利用される。このなかで、草本性植物由来の堆肥は土壌中における分解が早く効果の持続性が小さいが、木本性の堆肥では難分解であり、長期間の効果の持続性があるものと考えられる。近年、わが国では木本性堆肥として樹皮堆肥が多く利用されるようになり、植生に対して高い効果のあることは周知の事実である。<sup>6)</sup>

そこで、本研究では、樹皮堆肥の乾燥地農業に対する利用を考え、かんがい水の節約と塩害軽減をはかることを目的に、堆肥厚層埋設法の効果について検討することとした。

ここでは、まずUAEにおける本研究の内容に関連する背景としての自然環境条件、現状について本研究の実験設計を述べる。

## 8-2. 背景—自然環境

### (1) 気象

UAEの国土の大半は乾燥気候下にあり砂漠地域となっている。その気象特性はAl Ain西方約20 kmの Sulymat (24°14' N, 55°34' E) における気象観測記録にもとづけば次のようである。

#### (a) 降水量

図-5にAl Ain(Sulymat)における月別降水量を、表-13にAl Ain及びSaudi Arabia各地の季節別降水量を示した。

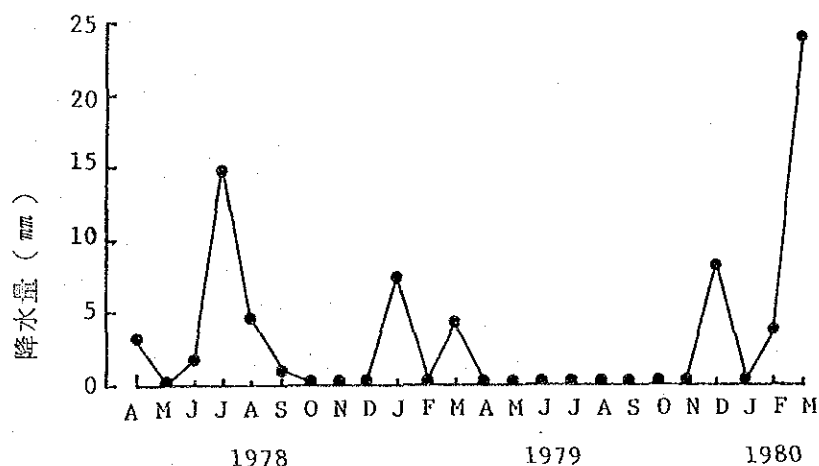


図-5 月別降水量

表-13. Al Ain 及び Saudi Arabia 各地の季節別降水量 (mm)

国 別		春季 (3~5月)	夏季 (6~8月)	秋季 (9~11月)	冬季 (12~2月)	年雨量	統計期間
U A E	Al Ain*1	7.5	21.2	0.9	7.5	37.1	1978-1979
	(Sulymat)	24.0	0	0	11.9	35.9	1979-1980
Saudi Arabia	Dhahran*2	37	0	13	51	101	1967-1969
	Riyadh*2	80	0	3	32	115	1941-1945, 1967-1969
	Jiddah*2	10	0	25	42	77	1941-1946, 1967-1969

\* 1 参考文献 7.8)

\* 2 鈴木 清：乾燥地域の水利と開発戦略——中東砂漠開発のために——，p.27. 日本イリゲーションクラブ(1978)

これらの成績からすると，Al Ain 附近における年降水量は 37 mm 程度できわめて少なく，Saudi Arabia 各地の 80~100 mm 前後のものに比べてかなり少ない。また，季節別では，いずれの地域でも春季，冬季に多く，夏季の高温期では少ない傾向がみられる。年降水量による気候区分では，Al Ain 地域は 250 mm 以下の乾燥気候にはいる。

1972 年の Al Ain では 3 月だけで 165 mm の降雨があった記録は注意すべきであろう。これはこの地方の砂漠でも不用意に農地を作ると低地や傾斜地では洪水や農地基盤の崩壊等の危険のあることを示唆しているとみられるからである。1969 年の Tawi Mileiha (Al Ain の北方約 100 km) では 1 月だけで 150 mm の降雨があった記録がある。

(b) 蒸発量

1978 年 4 月から 1980 年 3 月までの期間における月別蒸発量 (蒸発計) が図-6 に示されている。

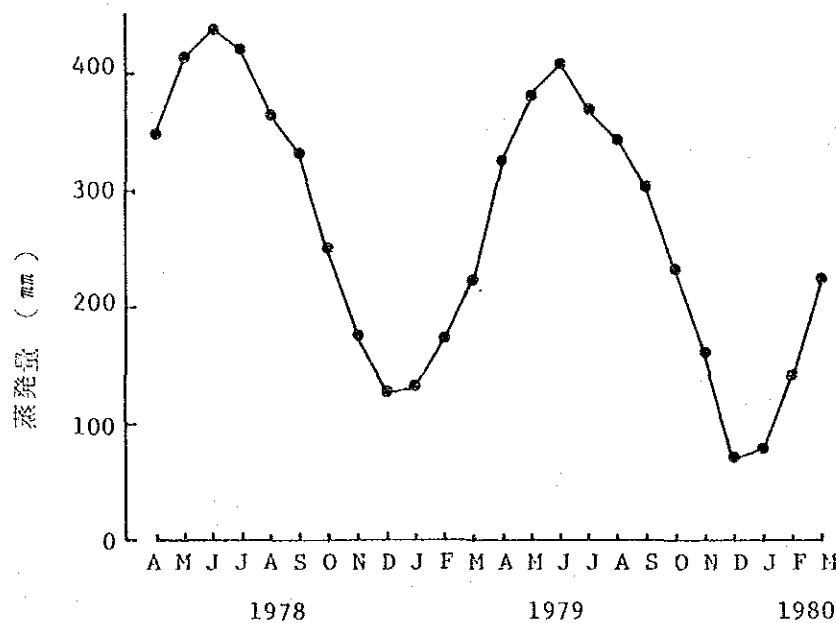


図-6. 月別蒸発量

この表よりみると、年間蒸発量は3,041～3,387 mmで平均3,241 mmであり、6月が最高で月に406～436 mm、日平均で13.5～14.5 mm、最低は12月で72～126 mm、日平均2.3～4 mmが記録されている。これらの蒸発量はイラン南西部、クージスタン州の平原にあるHaft Tappehにおける記録とかなりよく類似している。日本では日蒸発量は年平均2～3 mm、夏季晴天の日でも5～6 mmで、これと比べると Al Ain 附近の蒸発量はかなり大きい。

(c) 気温

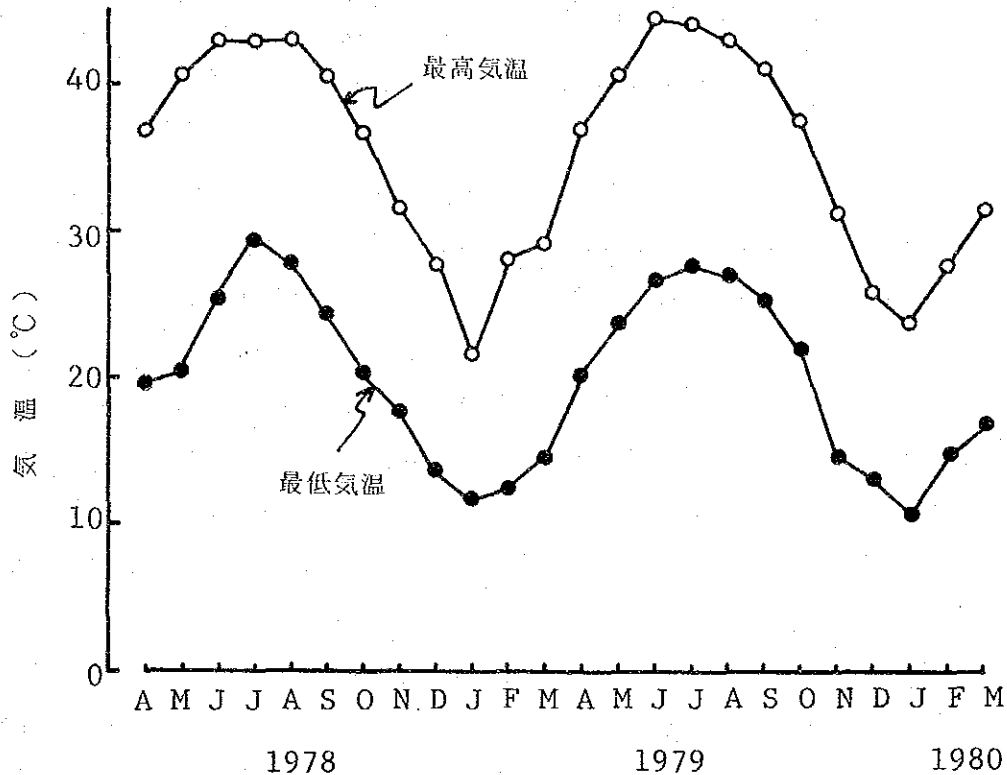


図-7 月平均最高、最低気温

Al Ain 附近の最高、最低気温月平均を図-7に示した。これによると、最高気温月平均は6月が最高で44.8℃ときわめて高く、最低気温月平均では1月が最も低く11.8℃で温和な気温を示している。また、年平均気温は27.9℃である。

次に1年のうちで毎日の最高気温の月平均が40℃以上になることの多い月は5月から9月までの5カ月間で、この期間は酷暑期となっている。また、その月平均が30℃以下になることが多い月は12月から2月までの3カ月間で緩暑期とみなされる。

さらに、5月から9月までの酷暑期と12月から2月までの緩暑期の各月別平均最高、最低気温とその日較差を詳細にみてみると表-14のようになる。

この表の酷暑期をみると、最高気温は月平均で41～45℃前後である。この期間の最低

表-14. 酷暑期及び緩暑期における月平均最高・最低気温と日較差

		酷暑期 (5~9月)	緩暑期 (12~2月)
1978年	最高気温(°C) 最低気温(°C) 日較差(°C)	40.5 ~ 43.0	21.7 ~ 28.1
1979年		20.4 ~ 29.4	11.8 ~ 13.7
1979年		13.2 ~ 20.1	9.9 ~ 15.5
1979年	最高気温(°C) 最低気温(°C) 日較差(°C)	40.7 ~ 44.8	24.0 ~ 28.1
1980年		23.7 ~ 28.0	10.9 ~ 15.0
1980年		15.9 ~ 17.8	12.6 ~ 13.1

気温の月平均は20~29°Cで、毎日の最高と最低の日較差は13~20°C程度である。日本の東京における高温期(7,8月)の月平均最高気温は29.0~31.0°C, 最低気温22.1~23.5°Cで日較差の月平均は7~8°Cであり、これらの値と比べると、Al Ain 附近では月平均最高気温がかなり高いために日較差が大きいことがわかる。

緩暑期の気温をみると、この期間の月平均最高気温は22~28°C, 最低気温は11~15°Cの間で、日較差は10~16°C前後である。一方、東京における厳寒期(12月)の月平均最高気温は9.4~9.9°C, 最低気温-0.4~0.4°Cで日較差の月平均は9.5~10.5°C程度である。これらの値と比べて Al Ain 附近では最高, 最低気温が高くて日較差にはそれほど大きな差はみられない。

(d) 相対湿度

Al Ain 附近の月別相対湿度が図-8に示されている。これによれば、酷暑期中の5~7月は2.6~3.8%で低く、12~2月の緩暑期では5.1~6.8%程度と相対湿度は高くなる。

日本の全国的な年平均湿度は75%であり、これと比べると年平均湿度51%の Al Ain 附近は概して低く乾燥しているといえよう。

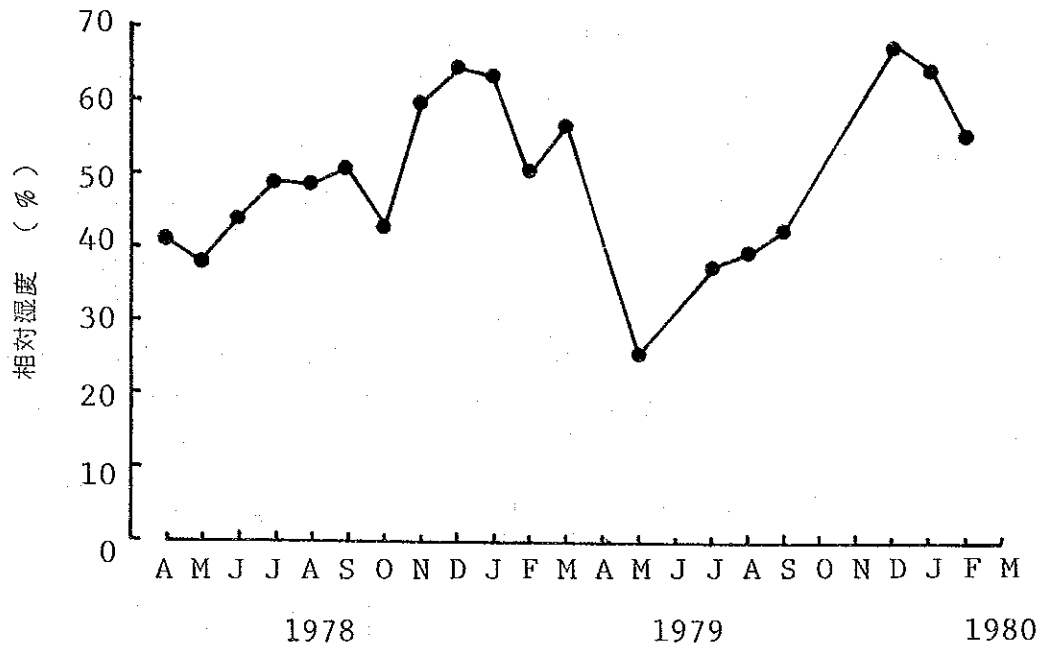


図-8. 月別相対湿度

(e) 地上に注ぐ太陽エネルギー

地上に注ぐ太陽エネルギーの月別変動が図-9である。この図でみると、4～6月の期間が月平均510～590 cal/cm<sup>2</sup>/dayで高く、12～1月が低く250～310 cal/cm<sup>2</sup>/day程度である。

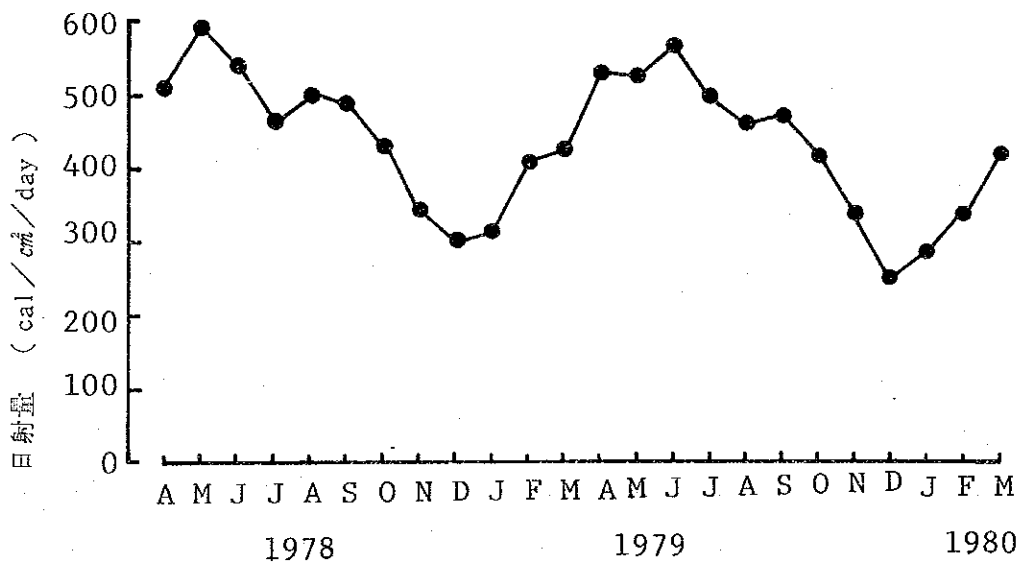


図-9 月別日射量

日本の夏の晴天時の  $350 \text{ cal/cm}^2/\text{day}$  と比較すると冬季はほぼ同程度であるが、夏季はかなり高いことがわかる。

### 8-3. UAEにおける水資源

UAEでは降水量はきわめて少なく、河川もほとんどが尻無し川(wadi)となっていて、水資源は falag、自噴泉と地下水が主要なものである。ここでは falag と自噴泉について述べ、地下水関係は後述する。

表-15. UAEにおける主要な falag と自噴泉の存在地域

	Falag				自噴泉
	山岳地域	礫質平原 地 域	Batinah地域 ( 東部沿海 )	Al Ain地域	
地 名	Siji	Dhaid	Awaina	Al Ain	Khatt
	Masfut	Falag Al-	Ghayl	Daudi	Habhab
	Warrak	Mualla		Mutarad	Ayn Masafi
	Qimah			Muwayg	Ayn Abu
	Howailat			Al Jimi	Sa Khanah
	Manama			Qattarah	Worraiha
	Usayli			Hili	
	Nasslat			Buraimi	
	Rafak			Saarrah	
	Masafi			Mazyed	
	Munai				
	Bithna				
	Dafdeh				
	Hayl				
	Sagheer				
	Shareha				

falag は素堀りのトンネルなどの呼名であり、UAEの各地に多く存在する(表-15)。falag は通常高さが  $2 \sim 3 \text{ m}$ 、幅は人が行来できる程度の大きさのものが多く、長さは  $1 \sim 6 \text{ km}$  の範囲で様々である。Buraimi 地域では7つの falag があり、良質の水が年間  $150$  万トン程度供給されている。

自噴泉はUAEの数地点でみられる。Khatt と Habhab の泉は Ras Al-Khaimah の南方にある石灰岩山地にその源があり、山地に降雨があった場合は水量は増える。Ayu Masafi の泉は標高  $450 \text{ m}$  のところにあり、Ham wadi と Siji wadi の間に位置する。その水質は約

400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  で良質である。一方, Ayu Abu Sakhanah の泉は標高約 250 m の Jebel Hafit 山の西方で Abu Dhabi と Oman の国境に位置しており, その水質は 10,000 ~ 12,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  とかなり電気伝導度が高い。このように自噴泉の水質は場所, 地域によりかなり相違するようである。

#### 8-4. 現 状

UAEにおける水資源は豊富なものではなく, これの農業利用にあたっては当然節水を念頭におかねばならない。また, 利用される水資源は濃淡はあるものの塩分を含み, かんがいを利用した場合は土壤に塩分が集積し, これが農業生産の維持, 拡大, さらに開発, 緑化に対し大きな障害を与えることになるのでこれの対応は重要な課題となっている。ここでは, かんがい水の有効利用状況, 農耕地におけるかんがいと塩分集積の現状についてふれることにする。

##### (1) かんがい水の有効利用状況

かんがい水の節約のためには, 水分の土面蒸発の抑制や, 根群域土層からの水分の下方浸透の低減をはかる方法が考えられ, 前者にはマルチング, 後者にはドリップ式かんがい, アスファルト, バリヤーなどがある。ここでは, はじめに塩分集積土壤及びかんがい水の水質にふれておく。

##### (a) 塩類土壤とアルカリ土壤の分類

塩類土壤とアルカリ土壤の分類については, 作物の生育と関連させ, 土壤における塩類の濃度と種類及び pH を指標にしたアメリカ農務省塩分研究所の方法<sup>9)</sup>があり, これが現在広く利用されている。この分類法では, 塩類土壤及びアルカリ土壤は, 風乾土壤細土, または生土壤に蒸留水を加えて飽和状態とし, 1時間以上放置後ろ過した溶液(飽和抽出液)の電気伝導度(Electrical conductivity, EC (mmho または  $\text{mS}/\text{cm}$ , 25°C), 塩類濃度の指標)と pH 及び Na 飽和度(Exchangeable sodium percentage, ESP(%), 土壤のカチオン交換容量に対する交換性 Na の百分率)によって定義されている。塩類土壤(Saline soil)とは, ECが  $4 \text{ mS}/\text{cm}$  以上, ESP15%以下, pH8.5以下のものをいい, 塩類含量が高く, Na 飽和度が小さく, pHは微アルカリ性のものである。乾燥地の土壤はほとんどがこれに属する。ソ連の分類によるソロンチャク(Solonchak)はこの塩類土壤に含まれるが同義語ではなく, 塩類土壤のうち塩類が析出して白色に見えるような土壤をさしている。

アルカリ土壤(Alkali or sodic soil)は EC  $4 \text{ mS}/\text{cm}$  以下, ESP15%以上, pH 8.5~10のものをいい, 塩類含量が低く, Na 飽和度が高く, pHは比較的高い値を示す。ソ連の分類によるソロネツ(Solonetz)はこれにあたる。アルカリ土壤は降水量がやや多い栗色土や褐色土の地帯でしばしば生成するが, 乾燥地の砂漠では生じない。しかし, 乾燥地土壤でもかんがいによってアルカリ土壤を生成する場合がある。

(b) かんがい水の水質

かんがい水の水質は作物、土壌に対する障害要因をもとにして、①塩分濃度（ECで表示）、②SAR（Sodium adsorption ratio,  $Na / \sqrt{\frac{1}{2}(Ca+Mg)}$ 、イオン濃度：meq/l）及び③有害物質の三項目を総合してその良否が判定される。①と②に関しては、アメリカ農務省塩分研究所による分類法があり（図-10、表-16）、この区分法はよく用いられている。

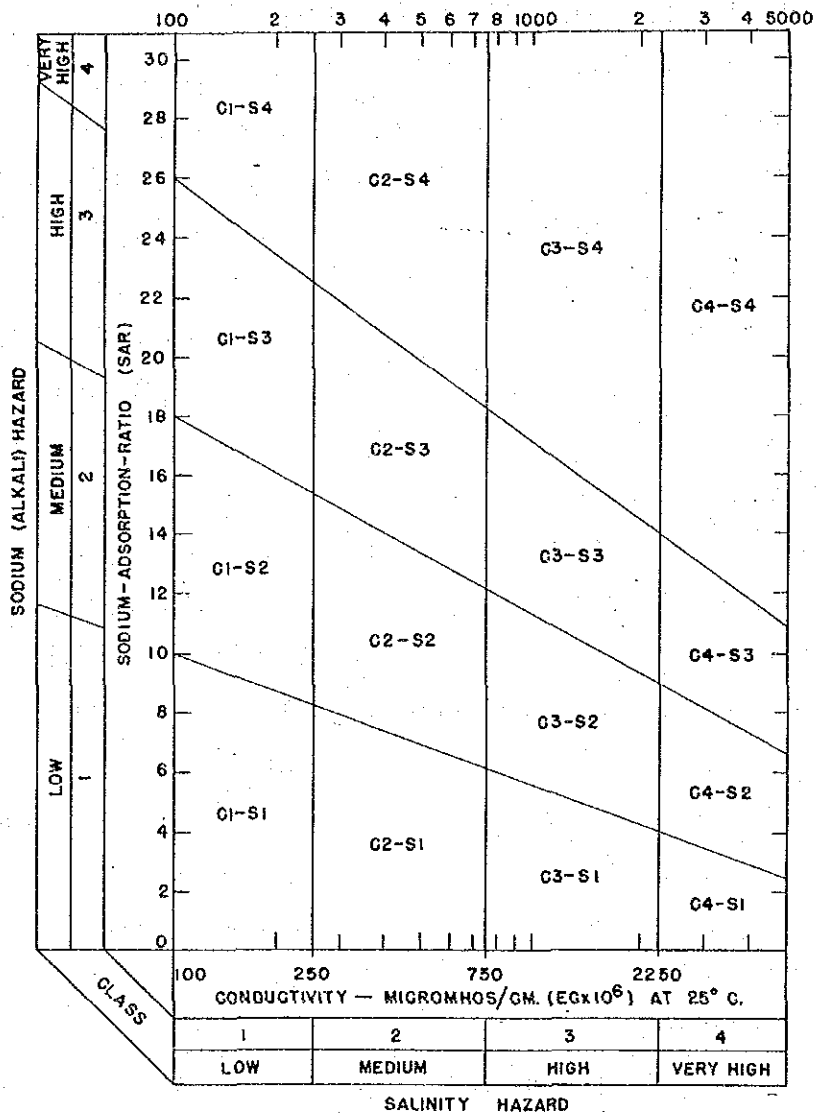


図-10 かんがい水の分類



表-16. EC及びSARによるかんがい水の区分

区 分	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	説 明
C1 (低塩水)	<250	ほとんどすべての土壌及び作物に利用できる
C2 (中塩水)	250-750	透水性良好な土壌ならば、中程度の耐塩性の作物に安全に利用できる
C3 (高塩水)	750-2250	排水良好な土壌ならば、かなり耐塩性のある作物に安全に利用できる
C4 (極高塩水)	>2250	透水性良好な土壌で耐塩性の強い作物にのみ利用できる

区 分	SAR	説 明
S1 (低ナトリウム水)	図-10を参照	ほとんどすべての土壌に利用でき、塩分集積の危険はない
S2 (中ナトリウム水)		透水性良好な土壌ではほとんど障害はない
S3 (高ナトリウム水)		ほとんどの土壌で塩分問題がおこる。周期的なリーチング、排水が必要である
S4 (極高ナトリウム水)		特殊な条件で特別な作物以外には利用できない

図-10でみられるように、塩分濃度が高くなるとNaによる障害は相乗的に増大することが示されている。

③の有害物質ではBと $\text{HCO}_3$ が問題となる。Bは植物の微量必須要素であるが、かんがい水中に微量含まれている場合でもかんがいを続けると、土壌に集積し作物生育の阻害因子となる。かんがい水中のB濃度としては1~2 ppmで耐性のある作物に利用され、2~4 ppmでは上限許容値とされ耐性の強い作物に対してのみ利用しうるといわれる。Bは土壌中でリン酸とよく似た挙動をして強く吸着され、これを洗脱するには多量のかんがい水が必要である。つぎに、かんがい水中の $\text{HCO}_3$ は土壌中のCa, Mgを炭酸塩として沈殿させ、結果的に土壌溶液中のNa濃度を増大させ、土壌はアルカリ性を増して作物生育を阻害する。 $\text{HCO}_3$ 障害の指標としてRSC (Residual sodium carbonate) 値が用いられ、 $(\text{Ca}+\text{Mg})$ とのバランスをもとにして $(\text{CO}_3+\text{HCO}_3) - (\text{Ca}+\text{Mg})$  (単位: meq/l)の形で示される。RSC値が2.5以上では利用するさい注意を要するとされている。

(c) マルチング法

マルチング (Mulching) は土層表面を人為的に被覆することであるが、その効果としては、①適地温の維持による出芽、幼植物の発育促進、②土壌面蒸発の抑制によるかんがい水量の節約、塩分集積の防止、③クラスト (Crust, 土層表面上に生成する固結土壌粒子の薄い被膜層) 形成の阻止による出芽の安全、④風食防止、⑤雑草防止などがあげられる。マルチングの材料としては、わら類、残茎、砂、小礫、プラスチックフィルム、アス

ファルトなどが使用される。マルチングは材料の調達、労力、費用などの点から、主に野菜、果樹栽培などに限られる。

UAEでは、農園芸作物栽培に対するマルチングはあまりみかけない。しかし、道路沿いに飛砂防止のためアルファルトの敷設が散見される。研究協力の相手であるUAE大学農学部附属農場内の土壌表面上に、粘土分の多い土壌が薄く(数cm程度)客土されているが、これは土壌の風食防止のための一種のマルチングと考えられる。

(d) ドリップ式かんがい法

乾燥地におけるかんがい法としては、一般に水盤法、うね間かんがい法やスプリンクラー法などが行われるが、節水かんがい法としてはドリップ式かんがい法が優れており、多くの報告がある。<sup>1-3)</sup>

ドリップ法とは、滴加ノズルを植物の根元に配管し、かんがい水を少量ずつ滴加させる方法で、乾燥地のように水資源が乏しく、蒸発や浸透による水損失が大きいところで特に有効なかんがい法である。ドリップ法では、ゆるやかなかんがい速度で日中長時間連続的に給水するので、根群域の土壌水分は圃場容水量より高いレベルに保たれる。図-11はドリップ式かんがい法による土層内の水分分布を示したものである。

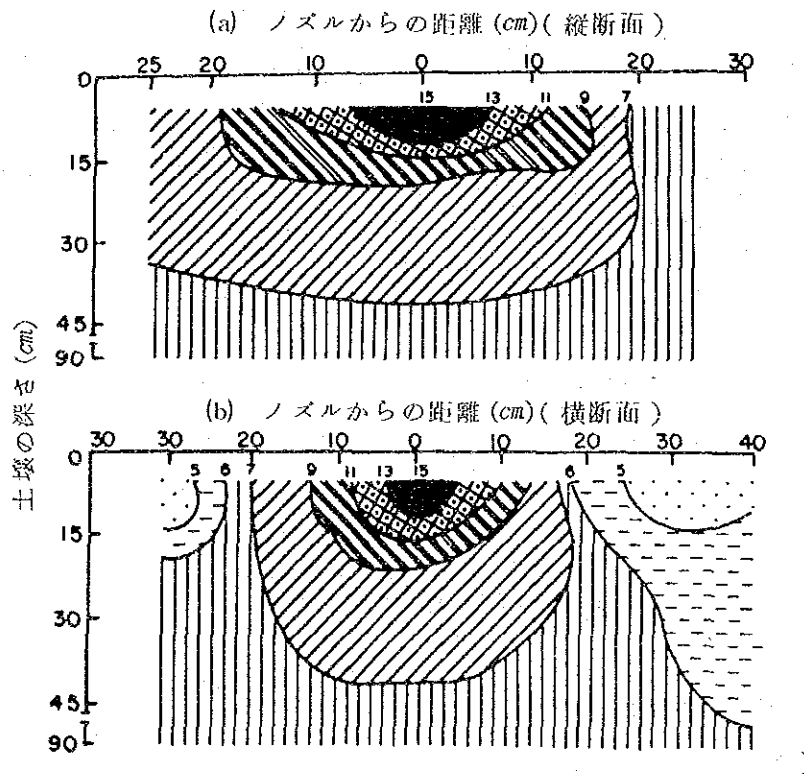


図-11 ドリップ式かんがい法によるうねの水分分布 (含水率)

この図のように、滴加ノズル直下の上層部の土壤水分は多く、ノズルから横方向に離れたり、土層が深くなるほど土壤水分は少なくなる。これに対してうね間かんがい法では時間の経過に伴って土壤水分は表層部で減少し、下層で増加する。ドリップ法では、根群域土層の水分を高いレベルに保ち、根群域の下方への浸透が小さいのでかんがい水の利用効率は高くなるものと考えられる。

塩水かんがいの場合、スプリンクラー法やうね間かんがい法では土壤表層に塩分が集積し、作物は減収することが多いが、ドリップ法では塩害が軽減されることが報告されている。<sup>1)</sup> これは、ドリップ法では作物の根元に日中連続的にかんがい水を滴加させるので、根群域における塩分集積が少なく(図-12)<sup>2)</sup>、塩害が軽減されるものと考えられる。

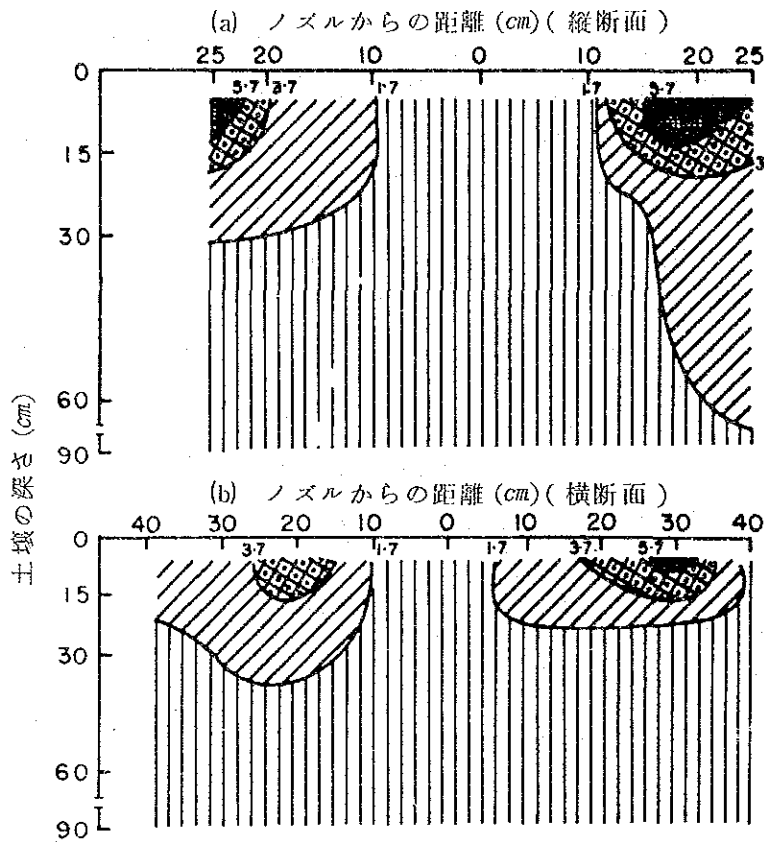


図-12. ドリップ式かんがい法によるうねの塩分分布  
(飽和抽出液の  $mS/cm$ )

このように、ドリップ法はかんがい水の利用効率を高め、塩害を軽減させる上で効果的であり、乾燥地におけるかんがい法として優れていることが認められる。

UAEにおいても、植林、果樹や農園芸作物に対するかん水法として広く使用されている。しかしながら、塩水かんがいの場合は、根群域、特に表層に塩分が集積し、時には塩分が析出してクラスト層が形成されることがあるので、これを除去するか、リーチングを

必要とすることがあろう。

(e) アルファルト・バリアー法

乾燥地では、単粒構造のシルト、粘土が少ない砂質土壌地域が多い。砂質土壌は有効含水量がきわめて低いので土層中に止水盤を設けて、根群域からの養水分の下方浸透を抑制する方法がとられる。止水盤の材料としては、アスファルトがよく用いられ、Asphalt moisture barrier (AMB と略記) と呼ばれる。その他にプラスチックシートなどが用いられる場合もある。AMB は厚さ約 3 mm で地下 45 ~ 90 cm の位置に専用の敷設機械を用いて設置される。<sup>11)</sup> 砂質土壌における実験で、AMB 敷設区の土壌水分はかん水一日後に無敷設区に比べて 40 % 多かったという報告がある。<sup>12)</sup> AMB が作物収量に及ぼす影響についてはいくつかの報告<sup>45)</sup> があり、いずれも増収したとしている。

UAE では、日本の協力によるアブダビ試験農場 (Al Ain 郊外 Sulymat) で作物生育に対する AMB の効果に関する試験研究が実施された。ここでは、塩水かんがいの場合連作の過程で AMB の敷設深度が浅いところ (45 cm) では、土壌水分の増加によるプラスの効果よりも、塩分集積によるマイナスの効果によって、増収の程度の低下がおこることが認められている。<sup>5)</sup>

(2) かんがいと土壌の塩分集積

Al Ain 周辺地域は UAE では古くから農業が発達し、さらに、最近はこの地域の各地で農場が開設されている。また、Dhaid 周辺地域は UAE において Al Ain とならんでかなり農業開発の進んでいるところである。ここでは、これら両地域におけるかんがい水の水質と農耕地土壌の塩分集積の現状について述べる。<sup>13)</sup>

(a) Al Ain 周辺地域

Al Ain 周辺地域に存在する数か所の農場 (図-13) でかんがいに利用されている水の水質が表-17 に示されている。

これらのかんがい水は主に井戸からくみ上げられた地下水が利用されているが、その水質をみると、アメリカ農務省塩分研究所の水質区分で C4-S2~4 に属する。C4 の区分でもわかるように、塩分はいずれも多いものの、EC 値をみると、Al Ain から北方へオーマン山脈、ハジャー山脈の山岳地帯に沿った地域 (Hilli 及び Al Jahar) では比較的低い。しかし、Al Ain から西方の Abu Dhabi のほうに向って山岳地帯から遠ざかるのに伴って EC 値は高い (Al Khazna 及び Tawi Swehan)。S 値も Hilli, Al Jahar で S2, S3 と比較的小さく、Al Khazna, Tawi Swehan は S4 と高い。

Al Ain から Abu Dhabi に向って山岳地帯からの距離が遠くなるのに伴って、地下水の塩分濃度が高くなり、水質は悪化することが別の調査で明らかにされている (図-14)。<sup>13)</sup>

表-18 は各農場における土壌の塩分集積状況があらわされている。先に述べた高塩 (高 C) 高ナトリウム (高 S) の不良なかんがい水が利用されている古い農場 (Al Wa-

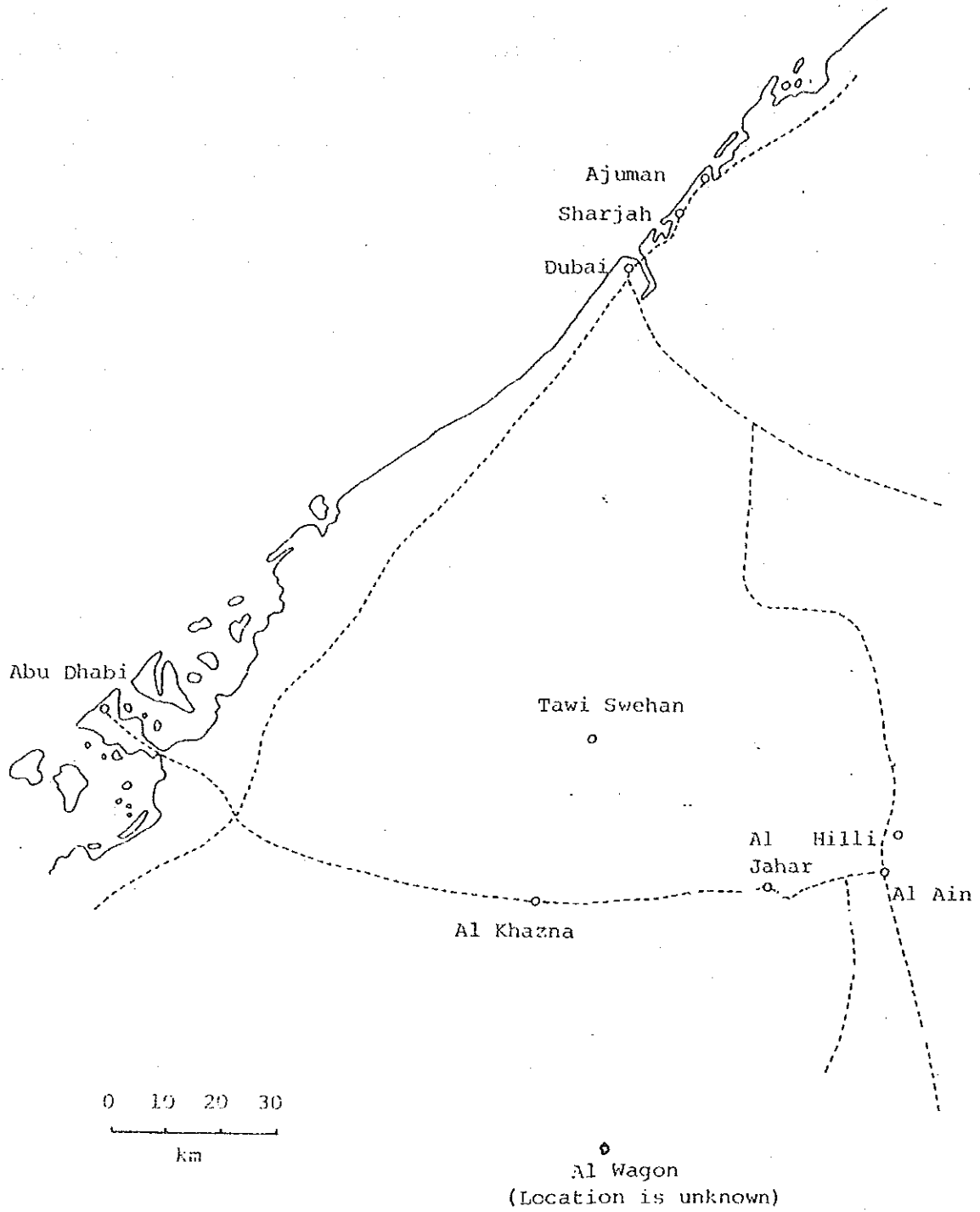


図 - 1 3 Al Ain 周辺地域の調査農場地点

表-17. Al Ain 周辺地域の各農場におけるかんがい水の水質

地 点	EC	Ca	Mg	Na	K	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	SAR	class
	( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	(meq/l)									
Hilli*1	2485	4.41	11.74	10.17	0.18	1.11	2.98	14.25	-	3.61	C4-S1
Al Wagon*2	4518	10.49	11.68	29.63	0.71	0	5.17	28.45	21.73	8.82	C4-S3
Al Khazna*3	10725	12.41	8.53	96.90	1.23	0	3.05	60.66	-	29.94	C4-S4
Tawi Swehan*4	6631	14.22	9.17	49.70	0.83	0	2.80	29.60	-	14.41	C4-S4
Al Jahar*5	2996	6.39	10.81	16.03	0.48	1.00	2.33	10.36	-	6.25	C4-S3

\*1 5 試料の平均値

(参考文献13)より作成)

\*2 3 "

\*3 2 "

\*4 3 "

\*5 4 "

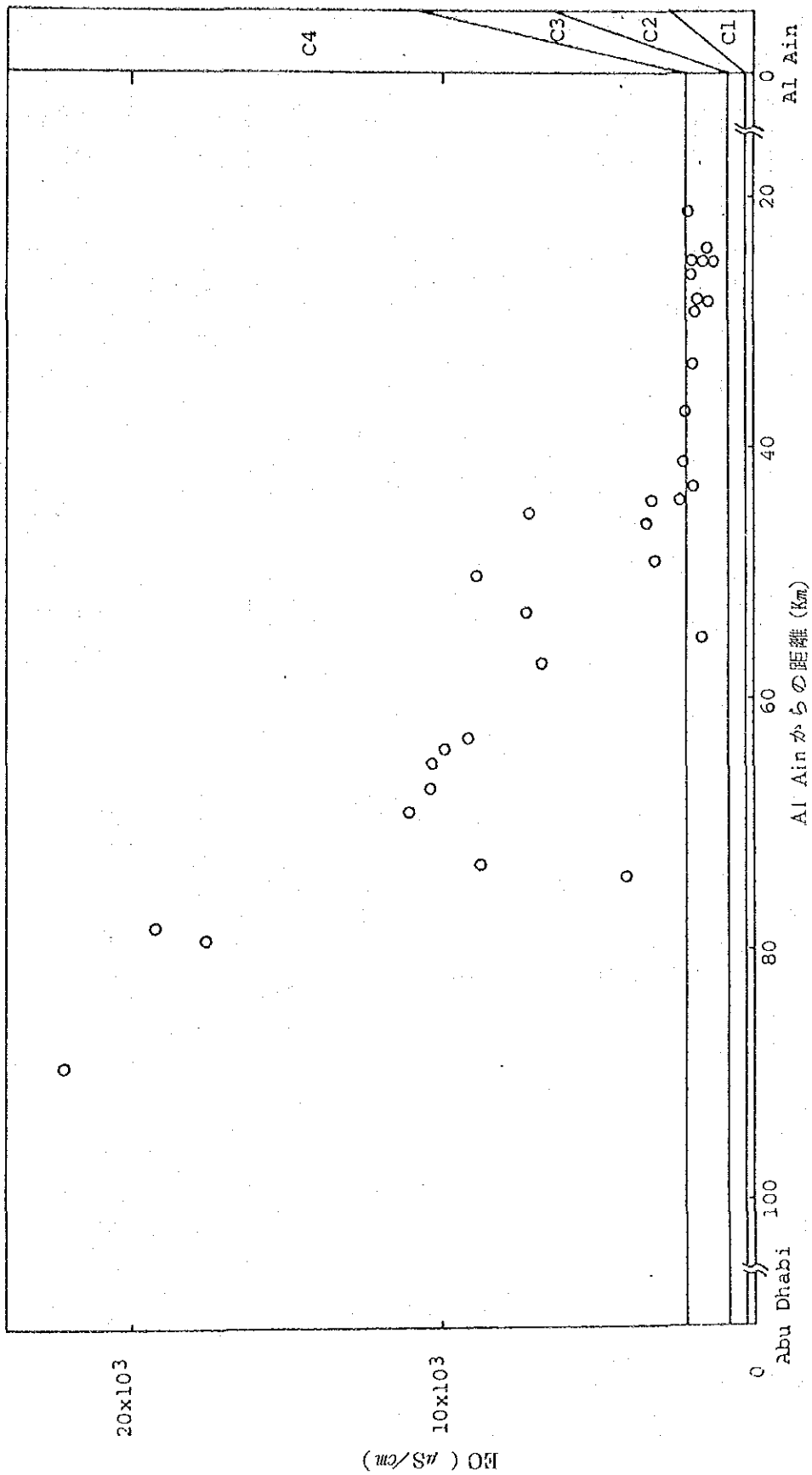


図-14 Al Ain-Abu Dhabi 間における地下水の水質

図-18. Al Ain 周辺地域の農耕地土壌における塩分集積

地点	土壌試料の深さ (cm)	農場の 新旧	栽培方法	作物	生育 状況	飽和抽出液										
						(μS/cm)					(meq/l)					Na 飽 和度 (%)
						EC	Ca	Mg	Na	K	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	SAR	
Hilli*1	0-40	新	うね間	トマト	良好	1.64	293	5.14	10.13	0.42	0	3.43	8.91	7.20	5.36	6.22
Al Wagon*2	0-20	古	うね間	アルファ	普通	7.04	20.67	2.192	41.86	1.23	0	6.86	39.06	43.61	9.56	11.36
	20-40					10.50	23.60	38.60	82.61	1.98	0	5.01	67.77	68.81	14.68	16.85
Al Khazna*3	0-40	古	水盤	アルファ ルファ	普通	7.68	26.44	18.26	60.87	1.91	0	0.95	38.14	52.80	13.02	15.22
Tawi Swehan	0-20	古	水盤	アルファ ルファ	不良	11.45	14.42	17.79	102.27	1.53	0	8.45	89.11	52.84	25.48	26.64
	20-40					17.50	21.54	35.19	179.55	1.87	0	6.34	150.08	97.60	33.71	32.64
Al Jahar #A	0-20	古	水盤	アルファ ルファ	普通	2.00	4.81	11.54	12.61	0.36	0	5.28	4.93	11.62	4.41	4.98
	20-40					2.12	3.85	9.61	11.32	0.46	0	3.48	7.50	11.20	4.56	4.92
Al Jahar #C	0-20	新 (1年目)	点滴	野菜	普通	3.44	7.70	9.61	21.50	0.44	0	2.64	21.34	15.61	7.31	8.69
	20-40					1.21	2.89	5.77	7.24	0.15	0	3.74	6.80	3.22	3.48	3.73

\*1 1 試料 2 層 (0-20, 20-40 cm) の平均値

\*2 2 試料の平均値

\*3 1 試料 2 層 (0-20, 20-40 cm) の平均値

(参考文献 13) より作成)



gon, Al Khazna, Tawi Swehan) で土壌の塩分集積が著しいことが認められる。また、かんがい水の水質が不良で塩分集積がおこっている農場でも、かんがいの方法によって塩分集積状況に差異があり、うね間あるいは水盤かんがいではリーチング効果により上層に比べて下層に塩分が集積し (Al Wagon, Tawi Swehan), 点滴かんがいは節水栽培はできるものの水の蒸発散が土層中の水の浸透を上廻って農場開設後1年目という短期間に表層に塩分が集積している (Al Jahar #c)。

点滴かんがいの場合のこのような現象は、アブダビ試験農場 (Salymat) の圃場の表層における著しい塩分集積でも認められているところであり、砂漠地で行われる点滴かんがいの場合には一般的に起こる現象とみてさしつかえはないであろう。

調査された農場のなかで、作物の生育が不良であると認められたのは Tawi Swehan の場合のみであり (表-18), この土壌の飽和抽出液の電気伝導度は  $11\sim 17\text{ mS/cm}$  である。これらの値の下限に近い  $10\text{ mS/cm}$  をこの調査における作物生育阻害の限界値とみなすならば、これよりも高い値を示す農場はみられない。すなわち、古い農場でも作物に生育阻害を与えるほどの著しい塩分集積は起こっていないとみても大きな誤りはないと考えられる。このことは、おそらくこれらの農場の存在する地域が壤質砂土あるいは砂質壤土という砂質の土壌であり (表-19), 塩分集積がおこりにくい土壌条件であったことが一つの原因ではないかと考えられる。

表-19 Al Ain 周辺地域の農耕地土壌の理化学性質

地 点	試料の 深  さ (cm)	粒径組成 (%)				土性	炭酸塩 (%)
		粗砂	細砂	シルト	粘土		
Hilli	0-20	18.7	45.6	5.1	0.5	S	30.1
	20-40	5.7	50.3	7.4	1.3	LS	35.3
Al Wagon	0-20	28.6	36.6	0.5	9.9	LS	24.7
	20-40	19.5	42.6	8.5	2.2	LS	27.2
Al Khazna	0-20	25.9	29.7	5.6	2.0	LS	36.8
	20-40	42.1	24.3	2.7	1.5	S	29.4
Tawi Swehan	0-20	4.6	38.1	8.8	3.5	SL	45.0
	20-40	4.6	33.6	16.1	4.3	SL	41.4

(参考文献 13) より作成)

## (b) Dhaid 周辺地域

Dhaid 周辺地域は最近かなり農業開発が進んでいるところである。Dhaid は Sharjah の東方約 50 km のところに位置し、Sharjah 首長国に属する。東方のオマン山系ハジャール山脈から続く礫原が西方の砂丘と接する地点に開けたオアシス地帯という点で Al Ain の環境と類似している。

表 - 20. Dhaid 周辺地域の農耕地土壌の理化学的性質

地点	試料の深さ (cm)	礫 (%)	粒径組成 (%)				土性	炭酸塩 (%)	飽和抽出液	
			粗砂	細砂	シルト	粘土			EC (mS/cm)	SAR
1	0-20	45.5	35.5	43.2	3.4	1.79	SCL	22.4	1.06	1.35
	20-40	55.7	42.4	39.3	2.8	1.55	SCL	28.4	0.55	1.08
2	10-20	57.7	45.8	36.9	2.2	1.51	SCL	20.5	4.36	2.83
	30-40	60.2	53.8	31.2	2.4	1.31	SL	14.1	1.64	1.07
3	10-20	55.0	57.7	29.3	1.7	1.13	LS	14.2	0.65	1.32
	30-40	61.7	66.8	19.8	1.6	1.18	LS	12.6	0.91	2.25
4	10-20	4.1	14.5	64.5	4.7	1.63	SCL	35.3	0.90	3.74
	30-40	10.7	20.1	59.1	7.0	1.38	SL	34.0	0.89	3.77
5	10-20	18.4	23.0	59.4	2.9	1.47	SL	29.2	0.86	2.59
	30-40	36.0	45.7	38.8	2.2	1.33	SL	21.6	0.82	1.96
6	10-20	2.0	14.0	61.8	9.7	1.45	SL	25.1	2.35	4.74
	30-40	12.0	17.3	54.6	9.5	1.86	SCL	24.6	2.50	5.88
7	10-20	18.0	34.2	47.8	2.7	1.53	SCL	22.8	1.51	3.99
	30-40	25.7	31.8	50.1	3.2	1.49	SL	22.8	1.80	6.17
8	10-20	8.6	29.2	50.5	3.2	1.71	SCL	19.9	1.49	9.91
	30-40	17.0	42.4	42.1	2.1	1.34	SL	17.0	1.73	7.59
9	10-20	0.9	6.7	72.0	5.1	1.62	SCL	23.4	2.27	5.67
	30-40	0.6	11.4	67.7	3.4	1.75	SCL	23.2	2.77	9.21

(参考文献 13) より作成)

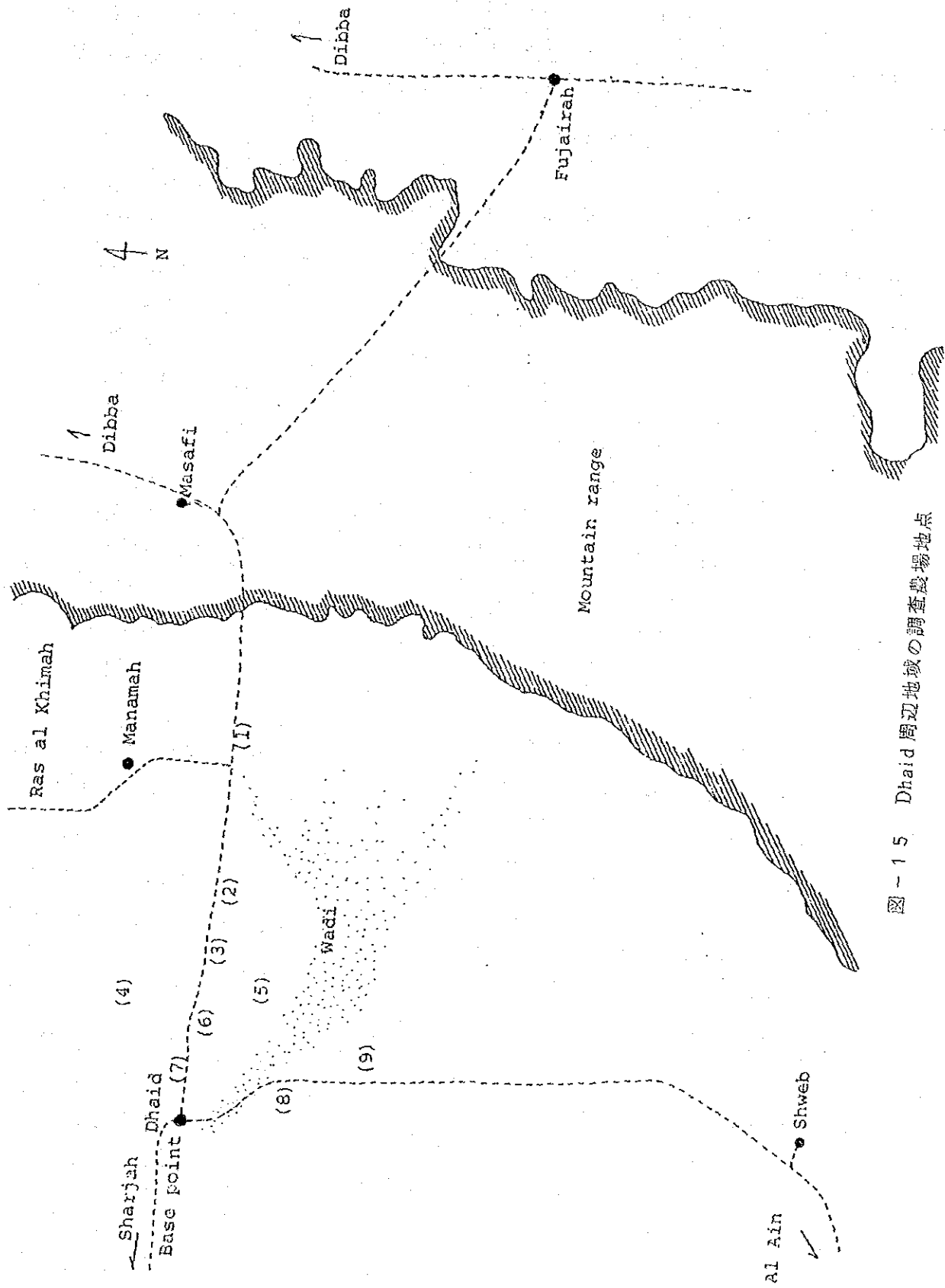


图-15 Dhaid 周边地域の調査場地点

Dhaid 周辺農場 (図-15, 地点1~9) の土壤の多くは粒径 2 mm 以上の礫に富む (表-20)。これは Al Ain 周辺農場の土壤と大きく相違している。これら土壤の土性は砂質植壤土ないし砂質壤土で, Al Ain 周辺農場と比較して粘土が多い。Dhaid-Ma-safi 間 (地点1, 2, 3, 5, 6) のかんがい水の水質はきわめて良好で, それより北方 (地点4) あるいは南方 (地点8, 9) におけるかんがい水と比べて低塩低ナトリウムであり, C2-S1 あるいは C3-S1 である (表-21)。

表-21. Dhaid 周辺地域の各農場のかんがい水の水質

地点	pH	EC	Ca	Mg	Na	K	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	SAR Class
		( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	(meq/l)								
1	7.92	591.0	0.77	3.50	1.30	0.06	0.71	2.49	2.13	1.60	0.9 C2-S1
2	7.62	537.0	0.90	2.92	1.63	0.20	0.51	2.65	1.90	1.60	1.2 C2-S1
3	7.99	610.0	0.85	3.22	1.80	0.10	0.51	2.70	2.55	1.60	1.3 C2-S1
4	7.80	1,015.0	1.35	3.90	4.80	0.15	0.61	3.72	4.17	2.40	3.0 C3-S1
5	7.51	983.0	1.20	4.10	4.13	0.15	0.51	3.66	4.65	2.00	2.5 C3-S1
6	8.00	850.0	1.02	3.73	3.91	0.10	1.53	2.80	3.50	1.60	2.5 C3-S1
7	7.76	1,360.0	2.20	5.40	6.52	0.20	0.51	3.72	7.11	2.80	3.3 C3-S1
8	8.01	2,425.0	1.90	2.25	16.85	0.21	0.61	3.26	13.80	6.00	11.7 C4-S3
9	8.67	1,820.0	1.50	2.53	13.60	0.21	1.53	3.51	9.01	4.00	9.6 C3-S2

このように Dhaid 周辺農場では透水性が良好であり, また比較的良好のかんがい水が利用されており, さらに水盤かんがい, うね間かんがいなどが行われているので, 土壤における塩分集積はほとんど認められない。

以上述べてきたことから明らかなように, UAE の Al Ain, Dhaid 及びそれらの周辺地域に分布する土壤は, 全般的にみて砂が多く粘土が少ない粗粒質の土性をもっており, 透水性は比較的良好である。これらの地域の地下水は, オマン山脈, ハジャー山脈の山岳地帯に沿った地域で距離的にこれに近いところでは塩分が少ない良質のものが得られ, 山岳地帯から遠ざかるにしたがって, 得られる地下水は塩分が多いことが認められる。それ故, これらの地域の土層における塩分集積は, 山岳地帯に近い地域ではかんがい方法の如何にかかわらずほとんど問題にはならないと考えてもよからう。しかし, 山岳地帯から遠ざかるのに伴ってこれらの地域ではかんがい水の水質は悪化するので, かんがい方法によっては, 土層における塩分集積が問題となってくる場合も起り得ると考えられる。

## 8-5. 実施設計

実験1：堆肥厚層埋設が根群域土壌の養・水・塩分の動態と作物の生育に及ぼす影響

堆肥の厚層埋設法と他の施用法の条件下で作物を栽培し、根群域土壌における養分、水分、塩分及び作物収量を測定し、堆肥厚層埋設法の優位性を解明する。

### (1) 試験区の設定

・試験区：堆肥施用法3水準（無施用，全層施用，埋設施用）×作物の種類2水準（コムギ  
アルファルファ）×反復2水準=12区

・試験地面積：1000 m<sup>2</sup>/区×12区=12000 m<sup>2</sup>

通路面積 300 m<sup>2</sup>

合計 12300 m<sup>2</sup>

### (2) 供試材料

・供試作物のは種量

$$\text{コムギ} \quad 1000 \text{ kg} \times \frac{12000 \text{ m}^2}{10000 \text{ m}^2} = 1200 \text{ kg}$$

$$\text{アルファルファ} \quad 50 \text{ kg} \times \frac{12000 \text{ m}^2}{10000 \text{ m}^2} = 600 \text{ kg}$$

コムギ，アルファルファの種子はUAE側の負担による。

・樹皮堆肥

$$3 \text{ t} \times \frac{12000 \text{ m}^2}{10000 \text{ m}^2} \times \frac{2}{3} = 2.4 \text{ t}$$

富士見工業製（みのり堆肥）：20 kg/袋

（¥500），2.4 t / 20 kg = 120袋

・肥料

ha 当り施肥量

コムギ

[単位 Kg]

施肥	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	備考
元肥	40	70	40	化成肥料 または単肥
追肥	15	—	—	
	20	—	20	
	30	—	30	
合計	105	70	90	

アルファルファ

施肥	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	備考
元肥	20	46	0	化成肥料 または単肥
追肥	5	23	0	
	5	23		
	10	23		
	5	—		
合計	45	115	0	

(3) 調査・分析方法

- ・土壌試料：経時間（2か月ごとに1回），層別（各試験区ごとに1.0 cmの深さ別）に土壌を採取し，養分，水分，塩分を測定する。
- ・作物試料：収穫物の乾物重，養分，無機成分を測定する。

(4) 実証試験

実験1の成績に基づいて，堆肥厚層埋設法の効果に関して実証試験を実施する。

実験2 素材別堆肥の残留効果

樹皮堆肥（木本類）とアブダビコンポスト（主に草本類）を厚層状埋設し，作物を連年栽培して作物収量と堆肥残存量を測定し，供試堆肥の残留効果を調べ，好適堆肥の種類を検討する。

(1) 試験区の設定

- ・試験区：堆肥の種類3水準（樹皮堆肥，アブダビコンポスト，無施用）×作物の種類2水準（コムギ，アルファルファ）×反復2水準=12区
- ・試験地面積：100 m<sup>2</sup>/区×12区=1200 m<sup>2</sup>

通路面積	300 m <sup>2</sup>
合計	1500 m <sup>2</sup>

(2) 供試材料

実験1に準ずる

(3) 調査・分析方法

実験1の項目に加えて，堆肥残存量を測定する。

(4) 実施期間

実験1 : 1985年 9月 - 1988年 9月  
実験2 : 1986年 9月 - 1988年 9月  
とりまとめ等 : 1988年 10月 - 1989年 3月

## 9. 作物の栽培法に関する研究

### 9-1. 作物の生長解析

(永井 衛)

#### (1) 目的

中近東乾燥地域は近年食糧自給率向上への努力をほらっている。作物生産量を増大する方法として耕地面積を外延的に拡大する方向と単収を引き上げる方向があるが、前者はかんがい水の不足などの条件から容易でない。後者は現状の単収の低さから見て栽培法の改善によって実現し得る可能性を有している。

栽培方法の改善方向を探索するにあたって、先ず第一になさねばならぬのは、乾燥条件下で作物が如何なる物質生産を営んでいるかの実態を明らかにすることである。しかしながら、これら地域で物質生産を基礎的な面からとりあげた成績は極めて少ない。

生長解析法は作物の物質生産を乾物重の増加としてとらえ、単位期間内における乾物生産速度を葉面積指数と純同化率の積としてとらえる手法はなんらの複雑な器具を必要としないで得られるので、実験施設、設備に恵まれない当該地域においては将来共に有効な解析法と信ずるものである。

#### (2) 実施設計

##### a. 供試作物

小麦およびアルファルファ

供試品種は当該地域で既に栽培されている一般的な品種とする。

##### b. 調査方法

先ず、上記作物の当該地域での慣行栽培法を調査し、標準栽培法を決定する。

##### 1. 調査は次の事項について行なう。

乾物重(葉、茎、根等部位別)

葉面積(リーフパンチ法にて測定)

この結果から葉面積指数、純同化率および相対生長率等を算出する。

##### 2. 標本採取は播種後1ヶ月毎に1回20個体抜取る。

##### c. 試験区の設置

1作物20aとし総計40aを使用する。

##### d. その他

a. 上記抜取個体について主な肥料成分の吸収経過をみる。

b. 応用試験として作物の生育時期別かんがい水量の収量への影響について調査する。

##### e. 年次計画

第1年次(1985, 9~1986, 8): 慣行栽培法の調査と栽培予備実験。

第2年次(1986, 9~1987, 8): 本実験。

第3年次(1987, 9~1988. 8): 追実験および生育時期別かん水量試験。

第4年次(1988, 9~1989. 3): 追実験およびデータ整理とまとめ。

## 9-2. 種々の栽培条件下における地温と土壌水分の日変化

### (1) 目的

当該地方は年間を通じて高温乾燥条件にあるため、圃場にかん水しても土壌は速かに乾き、地温は著しく上昇する。作物は水不足に加えて、その根は常に高温障害の危険にさらされている。しかしその実態は必ずしも明らかでない。

そこで本研究は土壌水分量と地温の関係を明らかにすると共に、地温および土壌水分に影響する栽培法を調査し、その適法を探究することを目的とする。

### (2) 実施設計

#### a. 試験区の設置

処理区として次の区を設け比較する。

裸地と植生地

かんがい地と非かんがい地(かんがい方法、水量等についても比較する)

マルチング地と非マルチング地(マルチング材料に種々の物を使用し比較する)

遮光地と非遮光地

以上の処理について組合せ実験も実施する。反覆は3回とする。

1回処理区は10区とし、必要面積は約10aである。

#### b. 供試作物

小麦・アルファルファ

供試品種は当該地方で既に栽培されている一般的品種とする。

#### c. 調査方法

調査は次の事項について行なう。

気温と空中湿度: 草冠上方50cm, 草冠上面および草冠内部

地温と土壌水分: 地表面および地表下5cm, 15cm, 25cm部

作物の生育

### (3) 年次計画

第1年次(1985, 9~1986. 8): 慣行栽培法の調査と予備実験

第2い3年次(1986, 9~1988. 8): 本実験

第4年次(1988, 9~1989. 3): 追実験およびデータ整理とまとめ



## 10. 適応作物の選定に関する研究

### (1) 目的

乾燥地域の農業において生ずる問題点は多々あるが、それらの中でもっとも重要な点は塩類問題と水問題である。本研究はこの点に着目し、その対策としてこれらに抵抗性のある作物あるいは品種を選定しようとするものである。

なお、本テーマに関してはUAE大学からも次の様な研究テーマの提案がなされた。

#### ① 短期的計画：下記作物について既知の耐塩性および耐旱性作物の導入。

a - 飼料作物および牧草

b - 禾穀類

c - 野菜類

d - その他

#### ② 長期的計画

a - 耐塩性、耐旱性の高い在来の遺伝子源（生殖子）の蒐集

b - 耐塩性、耐旱性の高い野生の遺伝子源の導入

c - 上記（a, b）遺伝子源の能力調査および選抜

d - 上記遺伝子源による新品種育成への育種

以上の中、本研究は①について実施し、適応作物を選定しようとするものである。

②については、UAE大学側が主となって実施し、日本側は、これに協力していく。

### (2) 実施設計

#### a. 供試作物

既知の耐旱性および耐塩性の高い作物および品種を広域から蒐集する。

#### b. 試験区の設置

かんがい水量：標準量かん水区、および少かん水区の2区

かんがい水質：低濃度塩水区、および高濃度塩水区

以上の如き2要因、各2水準を設ける。

最終試験としてこれを組合せた4区の比較試験を実施し、同時にこれをもって実証圃とする。

試験区総面積は対象作物数および品種数によるが約2.2 haを準備する。

#### c. 調査方法

各作物に応じた特性について生育調査ならびに収量調査を実施する。

#### d. 年次計画

第1年次（1985, 9～1986, 8）：材料の蒐集ならびに予備栽培

第2年次（1986, 9～1987, 8）：かんがい水量試験、かんがい水質試験

第3年次（1987, 9～1988, 8）：組み合わせ試験

第4年次（1988, 9～1989, 3）：追試験、データ整理とまとめ。

参考および引用文献 (砂丘固定に関する研究)

- (1) DD I J : A report of desert agricultural development in Agricultural Research Station, Sulymat, Al Ain, Abu Dhabi, United Arab Emirates (1978)
- (2) Taki Co., LTD: Technical Report for the Plantation of 400 hectares in Al-Ghayattiarea Western Region (1980)
- (3) U A E : Water and Soil Year Book , №2. 1977-1979 (1981)
- (4) 日本緑化センター: 世界における砂漠ならびに砂漠化の概況, (1982)
- (5) 村井宏: 黄河流域の砂漠と黄土地帯の水土保持のための緑化状況, 緑化工技術, 8(3), (1982)
- (6) FAO: Emasar Phase II, Note on Trees and Shrubs in Arid and Semi-arid Regions. (1983)
- (7) 佐藤一郎: 地球砂漠化の現状, 清文社 (1985)

参考文献 (かんがいと土壌保水性に関する研究)

- (1) 山本太平: 砂丘地におけるトリクルかんがいの実用化に関する基礎的研究, p 41~80, 鳥取大学農学部砂丘利用研究施設 (1977)
- (2) Bernstein, L. et al. : Comparisons of drip, furrow, and sprinkler irrigation, Soil Sci., 115, 73-86 (1973)
- (3) Singh, S. D. et al. : Value of drip irrigation Compared with conventional irrigation for vegetable production in a hot arid climate, Agron. J., 70, 945-947 (1978)
- (4) Robertson, W. K. et al. : Influence of water management through irrigation and a subsurface asphalt layer on seasonal growth and nutrient uptake of corn, Agron. J., 65, 866-868 (1973)
- (5) 日本砂漠開発協会編: 乾燥地農業に対するAMB効果に関する研究(総合考察), 1-18 (1980)
- (6) 橋本秀教: 有機物施用の理論と応用, p. 202-204, 農山漁村文化協会 (1977)
- (7) Desert Development Institute, Japan: Meteorological data №2 (1978) Agricultural Research Station, Sulymat, Al Ain, ABU DHABI, U. A. E., 1~27(1979)
- (8) Desert Development Institute, Japan: Meteorological data №3 (1979)

Agricultural Research Station, Sulymat, Al Ain, ABU DHABI,  
U. A. E. , 1~27(1980)

- (9) Richards, L. A. (Ed) : Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agv. Handbook 60. US Department of Agriculture (1954)
- (10) Singh, S. D. et al. : Water economy and saline water use by drip irrigation. Agron. J. 70, 948-951 (1978)
- (11) 竹田策三 : アスファルト埋設法による砂質土改良, 機械化農業, 2652号(1972年5月号), 66-69(1972)
- (12) Hammond, L. C. et al. : Influence of underground asphalt barriers on water retention and movement in Lakeland fine sand. Soil Crop Sci. Soc. Fla., Proc., 27, 11-19(1967)
- (13) 日本砂漠開発協会編 : アラブ首長国連邦における土壌, 水質の調査ならびに土壌改良資材の施用効果に関する研究, 日本砂漠開発協会研究報告, 第4号, 1~87 (1980)





JICA

LIB