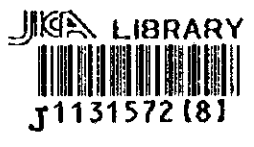


国際協力事業団
アラブ首長国連邦農業漁業省

アラブ首長国連邦
アルダイード地域農業地下水資源開発計画調査

ファイナル・レポート

平成8年11月



株式会社 三祐コンサルティング
株式会社 パシフィックコンサルティングインターナショナル

農調農
J R
96 千 38

国際協力事業団
アラブ首長国連邦
アルダイード地域農業地下水資源開発計画調査
ファイナルレポート
平成8年11月
株式会社 三祐コンサルティング
株式会社 パシフィックコンサルティングインターナショナル
JICA
315
33
AFA
RARY

通貨換算率
(1996年1月末日)

1.00 米ドル = Dh.3.65
Dh.1.00 = 0.274 米ドル
1.00 米ドル = 106.00 日本円

Dh. : ア首連ディルハム

国際協力事業団

アラブ首長国連邦農業漁業省

アラブ首長国連邦

アルダイード地域農業地下水資源開発計画調査

ファイナル・レポート

平成8年11月

株式会社 三祐コンサルタンツ
株式会社 バシフィック・コンサルタンツ・インターナショナル



1131572 (8)

序 文

日本国政府は、アラブ首長国連邦政府の要請に基づき、同国の「アルダイード地域農業地下水資源開発計画」に係る開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は平成7年4月から平成8年9月までの間、3回にわたり株式会社三祐コンサルタンツの吉川満氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団はア首連政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好並びに親善の一層の発展に役立つことを願うものであります。

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

平成8年11月

国際協力事業団

総裁 藤田公郎

国際協力事業団
総裁 藤田公郎 殿

伝 達 状

今般、アラブ首長国連邦（以下「ア首連」）における「アルダイード地域農業地下水資源開発計画調査」が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出できることを喜びといたすものであります。

この報告書には、日本国政府関係省庁や貴事業団の計画策定に関する助言や提言、並びにドバイでもたれたア首連政府関係省庁との会議でのコメント等を反映して、調査対象地域の地下水資源及び農業開発計画をとりまとめたものであります。

調査の結果は、現況の地下水利用（54百万 m^3 /年）は、調査対象地域の地下水の持続的開発可能量（22百万 m^3 /年）をはるかに上回るものであり、現況の地下水利用を持続すれば20年後（西暦2015年）に地下水位は地表下100mに低下し、45年後（西暦2015年）に枯渇する可能性があることが判明いたしました。この結果を踏まえ、農業開発計画は節水・高収益・市場志向型の近代農業を導入することを前提とし、地下水の開発可能量の範囲で営農を行う場合（オプション・1）及び現況規模で営農を行う場合（オプション・2）の2つのオプションを検討いたしました。前者の場合には、現況の耕作面積（4,600 ha）の56%、2,500 haに減反する必要があること及び事業の経済的収益率は6.5%と妥当性があること、後者の場合には、地下水に加えて34百万 m^3 /年の他水源（淡水化海水）を導入する必要があること及び事業の収益率は0.4%となり、公共事業としての妥当性に欠けることが判明いたしました。

本報告書は、第1巻；主報告書、第2巻；セクター報告書、第3巻；付属資料集、第4巻；補足資料集の4巻構成となっております。

最後に、本調査の実施に際し、積極的なご支援とご協力を賜った貴事業団、外務省及び農林水産省、並びにア首連政府の農業漁業省及び関係省庁の担当諸官に対してここに深甚な謝意を表する次第であります。

平成8年11月

ア首連アルダイード地域
農業地下水資源開発計画調査
調査団長 吉川 満

調査対象地域位置図

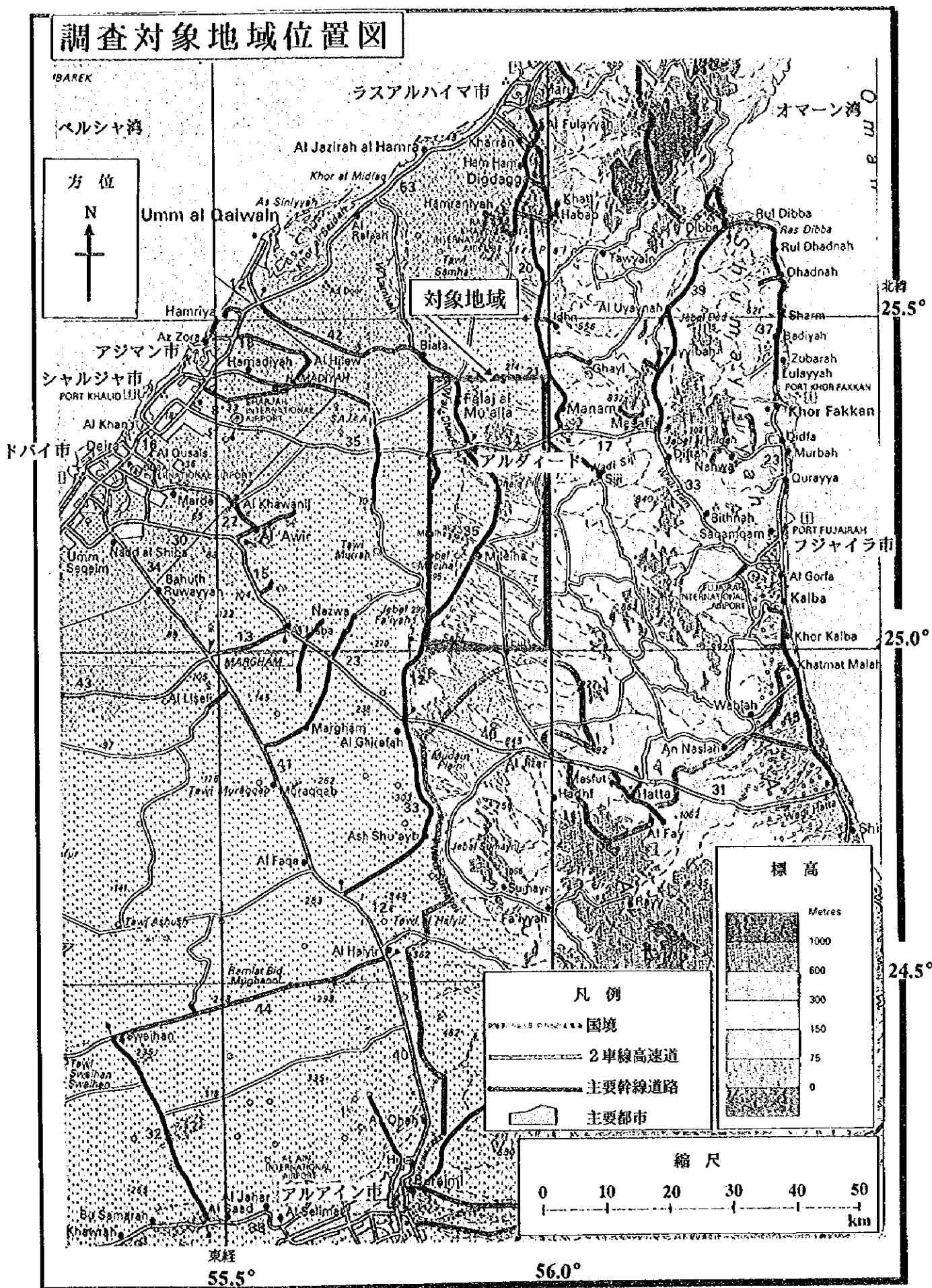


図 1.1.1. 調査対象地域位置図

調査対象地域位置図

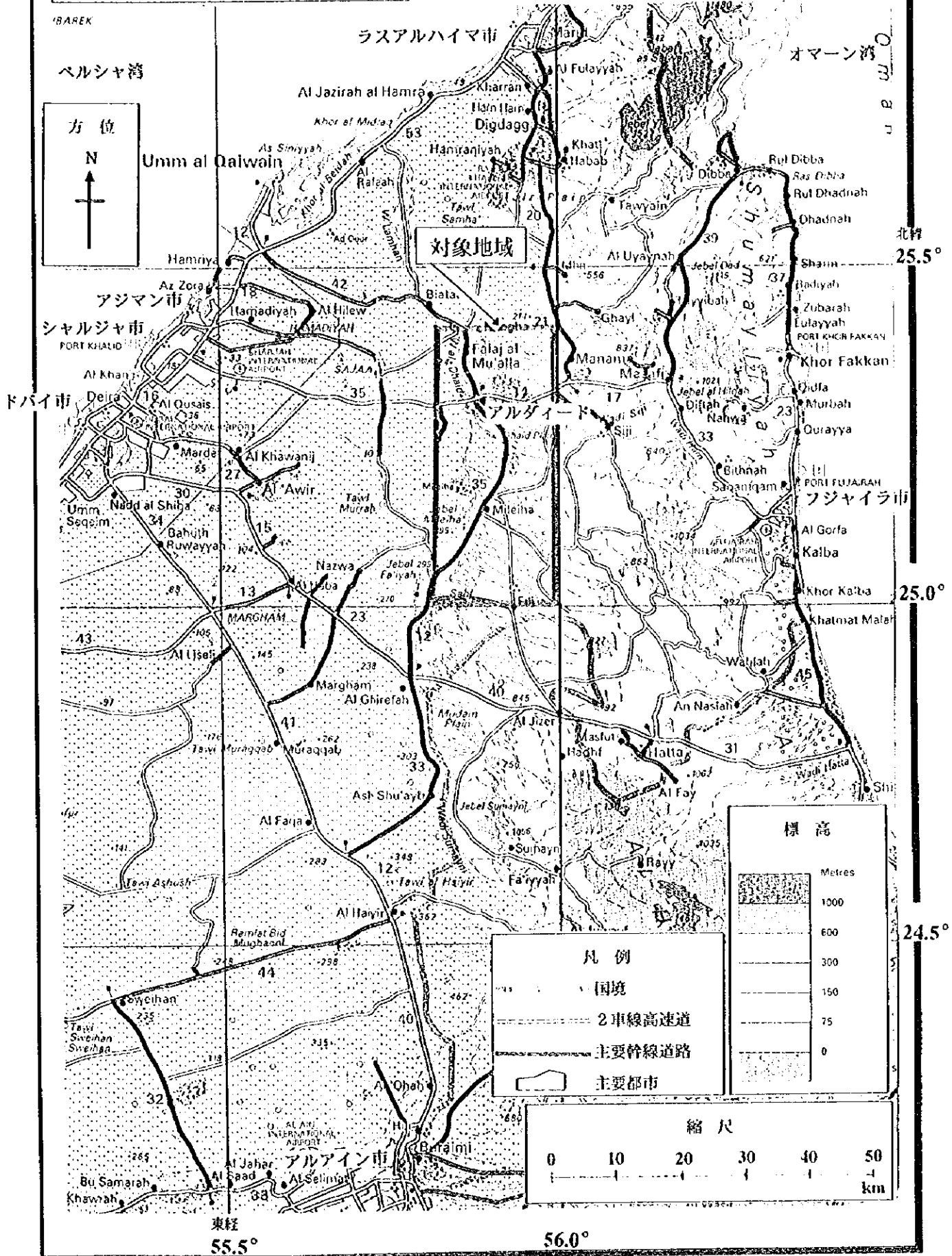


図 1.1.1. 調査対象地域位置図

アラブ首長国連邦
「アルダイード地域農業地下水資源開発計画調査」
ファイナル・レポート
要 約

結論及び提言

結 論

計画地域（アルダイード及びその周辺地域、面積 850 km²）には、現在、2,018 の農場（総耕作面積 4,584 ha）があって、野菜、果樹、畑作物が生産されている。

本地域における現況の地下水利用量は水道用水（2.0 百万 m³/年）を含めておよそ 54 百万 m³/年に達し、持続的開発可能量 20 百万 m³/年をはるかに超えている。このような地下水の過剰利用は、1970 年代から続き、現在 40m にも及ぶ水頭の低下、水質の劣化など地下水障害が顕在化するに至っている。

シミュレーションによると、現状を放置すれば本地域の唯一の天然の水資源である地下水は、20 年後（2015 年）には地表下 100m に低下し 40 年後（2035 年）には枯渇することが明らかである。現状のままの地下水利用を続ける場合、他の水資源（淡水化海水）を導入しない限り、2015 年以降、本地域の現状規模の農業は存続できないことになる。

このような状況を踏まえて、本調査では次の 2 つの政策オプションを設定し、マスター・プランの策定を行った。すなわち、

「オプション・1」：地下水強化（2.0 百万 m³/年）の可能性を考慮した地下水の持続的開発可能量（21.5 百万 m³/年）に見合う規模（2,548 ha）の農業を展開する場合。

「オプション・2」：他水源を導入して現状規模の農業（4,584 ha）を維持する場合。この場合の水需要は 55.4 百万 m³/年となり地下水の開発可能量を差し引いた 33.9 百万 m³/年は他の水源（淡水化海水）を導入するものとする。

両オプションとも、農業開発計画は持続的、節水型、高収益型、市場性配慮型であるものとする。妥当性の検討は経済、社会及び環境面から検討するものとする。また、両オプションとも、農業規模或いは水源のシフト期間を配慮し計画目標年次を西暦 2015 年とする。

・「オプション・1」計画

年間作付総面積を現況の 56%、2,548 ha とする。その内訳は野菜が 1,713ha（全作付面積の 67%）、デーツが 272 ha（同 11%）、アルファルファが 564 ha（同 22%）である。野菜の年間作付け率は、全体で 140%（露地 141%、グリーンハウス 137%）

となる。

各作物の計画生産量は、野菜が 67,800 トン で現況の 265%、デーツが 5,229 トンで現況の 18%、アルファルファが 51,209 トンで現況の 37% となる。全作物の年間生産量は 124,238 トンで、現況の 65% となる。

地下水強化対策費を考慮しない場合の純収益は、野菜が Dh.187 百万で現況の 841%、デーツが Dh.25 百万で現況の 100%、アルファルファが Dh.61 百万で現況の 36%となり、全作物の収益は Dh.273 百万で、現況より 26%の増加となる。

提案される生産計画の粗灌漑水量は、節水型灌漑法を適用するものとし、野菜が 6.2 百万 m³、デーツが 2.0 百万 m³、アルファルファが 13.3 百万 m³、全作物では 21.5 百万 m³で現況の 37%になる。

現在、計画地域に所在する農場面積を一律 56%に減反するものとする、平均農家当たり作付面積 1.26ha で、このうち 0.85ha が露地野菜栽培、1.5ha が施設野菜栽培、0.13ha がデーツ栽培、0.28ha がアルファルファ栽培となる。平均純益は Dh.135,000 (US\$37,000)、消費灌漑水量は 11,047m³/年である。

事業計画として、地下水強化対策として 3カ所の涵養施設(涵養ダム及び涵養トレンチ)とともに、各農場に節水灌漑及び施設栽培施設、その他を建設する。

事業費は総額 Dh.1,405 百万 (US\$ 385 百万) となる。本事業によって期待される便益と事業費を比較して算出された財務的内部収益率は、6.5%となり商業銀行の金利を上回り財務的に妥当である。

・「オプション・2」計画

作付面積は現況と同等で 4,584ha とする。その内訳は野菜が 1,158ha (全作付面積の 25%)、デーツが 1,825ha (同 40%)、アルファルファが 1,601ha (同 35%) である。

各作物の計画生産量は、野菜が 45,836 トン、デーツが 350,94 トン、アルファルファが 145,475 トンとなる。全作物の年間生産量は 226,405 トンで、現況の 118% となる。

地下水強化費と淡水化海水の導水費を考慮しない場合の、純収益は野菜が Dh.126 百万(US\$35 百万)、デーツが Dh.167 百万(US\$46 百万)、アルファルファが Dh.174 百万(US\$48 百万)となり、全作物の収益は Dh.467 百万(US\$128 百万)で、現況より 217%の増加となる。

粗灌漑水量は野菜が 4.19 百万 m³、デーツが 13.4 百万 m³、アルファルファが 37.8 百万 m³となり、全作物では 55.4 百万 m³で現況の 107%になる。淡水化海水の年間導入必要量は 33.9 百万 m³(最大流量 1.58m³/sec)となる。

平均農家当たり作付面積は 2.27ha で、このうち 0.43ha が露地野菜、0.14ha が施設野菜、0.9ha がデーツ、0.8ha がアルファルファとなる。平均純益は Dh.231,000(US\$63,000)、消費する灌漑水量は 27,456 m³/年である。

事業計画は、「オプション・1」計画と同様、地下水強化対策として3カ所の涵養施設とともに、各農場に節水灌漑及び施設栽培施設、その他を建設する。これに加えて淡水化海水の導入施設を建設する。

事業費は Dh. 3,413 百万(US\$ 935 百万) となる。財務的内部収益率は、0.44%となり公共事業としての妥当性に欠ける。

提 言

計画地域の唯一の天然の水資源である地下水資源を保全し、農業を持続させるためには、上記2つのオプションのうち1つを選定し、遅くとも2015年までに、必要な法制的及び行政的な施策を講ずる必要がある。

2つのオプションに共通する行政的な施策としては、地下水強化施設(及び代替水源導入施設)の建設、農場施設の充実、地下水監視網及びデータベース・システムの構築、農業基盤整備、農業助成及び支援サービスの充実、農産物流通及び加工の促進などが挙げられる。

1. 序 論

アラブ首長国連邦（以下「ア首連」）政府は、1988年にわが国政府に対し同国北部の農業地域を対象とした地下水開発に係る技術協力を要請越した。この要請を受けてわが国政府は、国際協力事業団（以下「事業団」）を通じて予備調査を行い、地下水開発のみでなく包括的な農業開発計画の策定が必要であるとの認識に達し、「ア首連」側受入機関である農業漁業省（以下「農漁省」）と協議を行った。この協議により地下水低下が最も深刻なアルダイード周辺地域が本格調査の対象地域として選定され、1994年11月に事業団と農漁省との間に本調査に係る実施細則が取り決められた。事業団は、この実施細則に基づき1995年3月に本調査に着手した。

実施細則に示される本調査の目的は以下の通りである。

- (1) アルダイード地域における農業地下水資源開発計画調査（マスター・プラン）の実施。
- (2) 本調査を通じての「ア首連」側カウンターパート要員に対する技術移転。調査対象地域は、「ア首連」北部アルダイード周辺地域（約850km²）とする。

2. 「ア首連」概観

(1) 国 家

「ア首連」は、アラビア半島の南東部に位置し、アブダビ、ドバイ、シャルジャ、ラスアルハイマ、フジャイラ、アジマン及びウムアルクアインの7つの首長国からなる連邦国家である。「ア首連」は、83,600km²の国土面積を占め、1993年の人口は、在住外国人を含み2,083千人である。

同国の政治及び行政は、7人の首長から構成される最高評議会を頂点とする。この評議会は、大統領及び副大統領の選任、内政及び外交政策、国内法規、連邦予算、連邦政府の人事の決定などを行う。連邦政府は17の省庁からなり、内閣は、各省庁、内閣及び最高評議会を担当する国務大臣から構成される。

各首長国はそれぞれの政府機関があり、地方毎に設置された行政庁が、市民サービスを行っている。

(2) 社会経済

1993年時点の社会開発指標を見ると、人口増加率を除いてほぼ先進国に匹敵する数値を示している。

連邦政府は1970年代中期及び1981年に非石油産業分野の多様化、製造分野の開発、社会基盤の整備などを目標とした連邦政府主導の経済開発5ヵ年計画を策定したが、財政悪化などのため実施には至らなかった。その後、各首長国政府が各々

の開発計画を実施してきた。

「ア首連」の1994年のGDPは、は、Dh. 1,348億 (US\$369億)であった。1993年の国民1人当りのGDPおよび可処分所得は、それぞれDh. 60,500 (US\$16,600)及びDh. 48,600 (US\$13,300)で湾岸諸国中最も高く、開発途上国のレベルをはるかに超えている。

政府の主な歳入は、石油およびその関連産業部門からのもので、1993年にはDh. 313億 (US\$ 86億)であり、歳出はDh. 452億 (US\$124億)であった。

同年の輸出は、原油(53%)、再輸出(28%)などで総額Dh. 863億 (US\$236億)であり、輸入は機械/輸送機器(38%)、製造品(25%)、食糧/家畜(10%)などで、総額Dh. 725億 (US\$199億)であった。

(3) 自然環境

「ア首連」はアラビア湾の南東岸に位置し、その標高から低地と山地に大別される。低地は標高300mまでの地域で沿岸低地および砂丘地帯であり、山地はオマーン山地の一部を形成する地域で、その東麓には「バハダ」と呼ばれる砂礫平原が発達する。

「ア首連」には、20の気象観測所と210箇所以上の雨量観測所がある。同国は、高い気温と少量の降雨の砂漠気候のもとにあり、4月から11月の高温多湿の夏と、12月から3月の降雨のある比較的低温な冬の季節に分かれる。

冬期の最低気温は氷点を下回ることはないが、夏期の最高気温は45℃以上に達する。

全国の年平均降雨量は119mmであるが、最大282mm、最低24mmと年較差は大きい。降雨の地域的分布は南西部で低く北東部山岳地域で最高となり湾岸および東部海岸で低い。年間降雨の90%は冬から春にかけて降る。年間平均蒸発量は3,322mmである。

「ア首連」には恒常河川は存在しないが、全国は5つの水文区に分割されている。水文観測は、農漁省により1965年に始まり、現在21の観測所でワヂの洪水水位が観測されている。

同国の更新世以降の堆積層は、湾岸の「サバハ」と呼ばれる沿岸ラグーン性堆積層、内陸の風成砂および砂礫からなる。これらの表層堆積層の下位には第三紀の石灰岩層が分布する。

第三紀中期には構造運動があり、これによりジャバル・ファイヤーなどの褶曲山稜、オマーン山地が形成された。この造構造運動は中期白亜紀のマントル物質由来するシメール・オフィオライト及び深海性堆積のハワシナ層群を隆起させた。

水文地質単元は、石灰質岩およびハワシナ層群を主体とし豊富な地下水を算出する北方山地、オフィオライトを主体とする南方山地、また東西のバハダ平原に区分できる。

「ア首連」には、実用レベルの詳細な土壌図はない。[Atlas of the UAE (1993)]に収録されている全国土壌群域図によると同国の土壌は、エンテソル、インセプチソル、アリデイソルの3群に分類される。

「ア首連」全国にわたる植生調査は実施されていない。同国西部砂漠地域の植生は漂砂中でも生存可能なカヤツリクサ科の植物、その他の灌木類以外生育していない。湾岸やサバハ地帯には、マングローブ類などの耐塩植物の僅かが生育する。中央砂漠地域および北部地域にはアカシア類およびハマビシ科の植物が比較的高密度で生育している。

(4) 農業及び灌漑

「ア首連」の農業は、オアシス栽培と放牧による2000年以上の歴史がある。しかしながら、45℃を超える夏期の高温と年間120mm程度しかない降雨は同国の農業開発のボトルネックとなっている。

各首長国政府の農業政策は、農業振興によって野菜と果樹の自給レベルの生産を目指している模様である。

農漁省は、連邦レベルの農業、漁業及び水資源分野の行政と調整の責任を負っている。また、ほとんどの首長国政府はそれ自身の農漁局をもっている。

農漁省は、全国をアブダビ、中央、東部及び北部の4つの農業地域に分割しており、アブダビ以外の3地域に地域農業局を置き、普及及び支援サービスを展開している。農家に対する助成制度は、一般に手厚いが、各首長国により異なる。

農業振興政策のもと、全国の農地面積は1978年から1994年の16年間に13,000haから72,374ha(実耕作面積は、66,682ha)と5.5倍に、農場数は1973年から1994年の21年間に5,000から21,194と4.2倍に拡大した。1994年の農場当り農地面積は3.4haである。

1993/94年の農業生産は、全国で54,512haに作付けされ、1.331百万トン、Dh. 2,416百万(US\$662百万)の生産を挙げた。

主要な農業生産は果樹、野菜および畑作物であり、それぞれ全耕地面積の60%、24%、14%で作付けされ、全生産額の39%、35%、25%を占めた。主要な果樹は、デーツ(ナツメヤシ、耕地面積の53%と生産額の34%)、柑橘類、マンゴーなどである。主要な野菜は、トマト、キャベツ、ナス、フダンソウ、モロヘイヤ、セイヨウカボチャ、キュウリ、メロン、カリフラワー、タマネギなどである。畑作物の主なものは、アルファルファ、ローデスグラスなどの飼料作物で、全農業生産額の3位(16%)と4位(9%)を占める。

アブダビ農業地域は野菜と果樹の最大の生産を挙げており、1993/94年には全国生産量のそれぞれ81%と38%を占めた。一方、中央地域は、アルファルファと青刈り飼料作物を主とする畑作物の最大生産地で全国の耕地の38%、生産量の54%を占めた。

「ア首連」の1993年の家畜数は、羊 246,358、山羊 628,943、牛 52,217、らくだ 49,165 である。同年の食肉生産は、全国で 15,547 トンで、らくだ (53%)、山羊 (24%)、牛 (13%)、羊 (11%) であった。

その自然条件から「ア首連」の農業は、地下水を水源とする灌漑に依存せざるをえない。同国における伝統的な灌漑は、畝間法と水盤法で行なわれてきた。農漁省は、大量の灌漑用水を消費する伝統的灌漑法より、近代的な節水灌漑法の普及に努めている。1993年には、全耕地面積の 60%以上が近代的灌漑システム (点滴 75%、スプリンクラー 23%、パプラー6%) を利用するに至っている。

3. 調査地域

(1) 地理及び地形

調査地域は、構造山稜、バハダ平原、構造平野の3つの地形区に分けられる。「構造山稜」は、北部「ア首連」の東端にあり、北のガイルから南のハッタまで延びる。地表堆積層に覆われる断層などにより変形した基盤岩類により構成されている。

「バハダ平原」は、構造山地の山麓部の沖積扇状地の複合体から構成される砂礫原で、ダイード、ガリフ、マダム周辺にみられる。この平原の西端は南北に延びる褶曲丘陵に限られる。「構造平野」は、構造山地の西側の幅 50km 程の下方に湾曲した凹凸平野で、ファラージアルムアラから南方およびジャバル・アリ (オマーン山脈) より派生する褶曲丘陵により形成される。

(2) 地質及び水文地質

調査地域の半分以上の地表は新規の沿岸堆積物、内陸の風成堆積物および洪水堆積層などの未固結堆積物に覆われている。このうち第四紀の半固結堆積層は、ドバイの東部からジャバルアリの間の構造平野を覆う。また半固結～固結の上部第三紀堆積層はマダムからジャバルアリにかけて露出し上部層 (中新世に属し、低固結砂岩および苦灰質石灰岩からなる「上部ファルス層群」) と下部層 (石灰岩、泥灰岩、石膏の互層から構成される「下部ファルス層群」) に2分される。

上部白亜紀層には2種が認められる。1つはガイルからマスフットにかけての山地に分布する「ハワシナ・シメール・オフィオライト複合体」、また他の1つはマナマの南に分布する「炭酸塩岩層」である。「炭酸塩岩層」は、最上部の「含礫岩層 (ジュウエザ層)」とジャバルファイアを造る化石石灰岩から構成される。

調査地域の帯水層は比湧水量 2~10 m³/hr/m 以上を示す。中央農業地域における主要帯水層は西部バハダ平原から構造山地に広く分布する第四紀層であり、比湧水量の能力は中程度を示す。また、現在取水の対象になっている帯水層はジュウエザ層であり、マダムからダイードにかけて高い透水量係数を示す (最大 1,166 m²/day)。またダイードの北部での値は低く 30m²/day となる。これらの帯水層の

貯留係数は0.001~0.02である。「ハワシナ・シメール複合体」では割れ目系や風化帯に地下水があることが知られ、湧水量は平均210m³/hrを示す。

(3) 地下水

構造山稜の南部の地下水は1982年の豊富な降雨に応答して20mも上昇したことが知られている。構造山稜に比べて西部バハダ平原の地下水の降雨への応答は顕著ではない。マダム及びハムラニヤの井戸水位は地下水の灌漑利用のため年間1.0~1.3mの割合で低下している。ダイードにおける地下水位は、1969年に0.8m/年、1985年に1.5m/年の割合で低下した。西部バハダ平原の第四紀帯水層はジュエイザ帯水層を覆って発達するが、同様な地下水位の挙動を示している。構造山稜からバハダ平原における地下水のマグネシウム：炭素比は同様に5：1である。西部バハダ平原の地下水は塩化ナトリウム型である。

1985年に評価された中央農業地域の地下水収支は、涵養が22.7百万m³/年、地下水消費が238.7百万m³/年で、216百万m³/年の赤字分は地下水貯留を食い潰すことによって賄われるとされた。

(4) 気象及び水文

調査地域には3カ所の気象観測所と6カ所の降雨観測所がある。ファラジアルムアラ及びミレイハ気象観測所（それぞれ1978年設置）の年平均降雨量は、それぞれ127.2mm及び133.6mmである。ファラジアルムアラにおける気温（℃）の年平均は27.0、過去最高49.0、平均最高35.3、過去最低18.6、平均最低24.0である。同観測所における相対湿度（%）の年平均は51、平均最高90、平均最低16である。平均風速は3.2km/時、平均蒸発量9.4mm/日或いは3,442mm/年である。

調査地域は、ゲール、ラマハ及びトリキエバの3ワチ流域で分割されている。ワチ・ゲール流域は地域の最東部の79km²の面積を占める。ワチ・ラマハ流域はほとんどの調査地域を占め、北部及び南部ダイード、シジ、カドラ、ショウカ及びハマダの6つのワチ流域を含み1,484km²の面積をもつ。ワチ・トリキエバは調査地域の南部を含みワチ・ゴホール流域の一部である。調査地域には農漁省の6カ所の流量観測所が1978年以来設置されている。

(5) 土壌及び植生

既往の調査によると、調査地域の主要な土壌型は、シエロゼム、非塩性アルカリ、塩性アルカリ、非アルカリ、礫土である。植生密度は他の地域に比べて高く、からの高さのアカシア及び他の灌木類の帯状分布が見られる。

(6) 社会経済

調査地域は、シャルジャ、ウムアルクアイン、ラスアルハイマ、アジマン及びフジャイラの5つの首長国にまたがる12の町村から構成される。シャルジャが最大面積を占める。1985年のセンサスによるとダイード及びファラジアルムアラの合計人口は、18,630である。

調査地域の主要な産業は農業である。その他の産業としては、畜産、養蜂、小売、砂利採取、建築資材製造などである。ダイード市には現在 479 の店舗及び事業所が登録されており、そのうち 100 が農業関連である。

1990 年には調査地域及び関連地区には 16 の公立の幼稚園及び小学校、17 の中学校及び高等学校がある。医療施設はダイードにある公立病院と 3 町村にある診療所である。

住民の大部分は水電力省或いは町の水道供給を受けている。地域の住民及び農場は、調査地域内にある水電力省管理の 3 つの発電所からの電力供給を受けている。

通学バス以外の公共交通サービスはなく、自家用車或いはタクシーが交通手段となっている。調査地域の東西及び南北に縦貫する国道は片側 2 車線の舗装道路である。

(7) 農業及び灌漑

調査地域のほとんどは農漁省中央地域農業局の管内に属している。農漁省の統計(1994)によると調査地域における農場数は 2,018、農地面積は 6,181ha (耕作面積 4,584ha)、農場当たり農地面積は 3.1ha である。

これらの農地における作付け(単位: ha) をみると、野菜; 1,158(58%)、果樹; 1,825(40%)、畑作物; 1,601(35%) である。

作物生産量(単位: トン) をみると、野菜; 26,201(13%)、果樹; 31,311(16%)、畑作物; 140,647(71%) である。また、生産価格で見ると、野菜; Dh. 38 百万(US\$10 百万)(12%)、果樹; Dh. 100 百万(US\$27 百万)(31%)、畑作物; Dh. 182 百万(US\$50 百万)(57%) である。

調査地域における主要な作物(価値) は、アルファルファ(全体の 40%)、ナツメヤシ(24%)、その他の飼料作物(17%)、カボチャ(4%)、トマト(3%)、レモン(3%) の順位となり、アルファルファに次いでナツメヤシの栽培が圧倒的である。

一般に野菜類は、9 月から 10 月にかけて播種され、12 月下旬から 3 月下旬にかけて収穫される。

調査地域には、作付け時期の調整及び節水が可能なこと、高品質作物栽培による高収益が挙げられることなどの理由からハウス栽培が拡大しつつある。現在のハウス栽培面積は冬期 3.81ha、夏期 7.51ha に過ぎない。

1993 年現在中央農業局には 11 名の普及員がおり、管内の 2,911 の農場を担当している。

1993 年現在中央農業局管内には 843 の枯渇井戸、8,187 の生産井戸、6,585 の発電機、3,956 のポンプがあるといわれている。調査地域内には 3 カ所のファラージがあるが枯渇している。各農場は 1~4 本の井戸を持っている。地下水位の低下が著しいダイード北部地区では、井戸の枯渇のため 2km 以上離れた井戸から送水している農場が少なくない。そのような措置ができない農場は放棄されている。

調査地域における 60%の農場が、スプリンクラー (33%)、バブラー (35%)、点滴 (29%) などの近代的灌漑システムを導入している。

4. 調査結果

(1) 概要

本調査を通じて行われた主な現地及び国内作業は、地形測量、農家・井戸インベントリー調査、物理探査、試掘などの一連の水文地質調査、土壌調査、農業灌漑調査水文収支解析などである。これらのうち主な作業結果を以下に述べる。

(2) 農家・井戸インベントリー調査

本調査は、調査地域における 200 農家及びこれらの農場に付属する 1,100 の井戸を抽出し面接調査を行った。本調査で明らかとなった調査地域の農業及び井戸の概要は以下の通りである。

平均の農場及び耕作面積はそれぞれ 5.5ha 及び 4.2ha である。

専業農家は、10%未満で、ほとんどが地主不在の農家であり、特にダイード地区でこの割合は大きい。ほとんどの農家は平均 3.5 人の外人労働者を雇用しており、農作業はこれらの労働者に依存している。主要な栽培作物は、デーツ及びアルファルファなどの飼料作物である。これらの栽培面積はそれぞれ 34%及び 43%である。デーツのほとんどは自家用であり、ほとんどの飼料作物は販売用である。

ほとんどの農場は、深井戸を水源としている。浅井戸は水位低下のため使用不能の場合が多い。ファラージは、灌漑水源として利用されていない。農場は平均 4 本の深井戸を持っているが、その 55%、3.3 本が使用されている。ミレイハ地区に浅井戸が 22 本あるがその内 7 本が使用されている。

ほとんどの農場は水不足問題を抱えており、ダイード以外の地区で塩害などの被害が顕在している。

果樹栽培用に 50%のバブラーが、その他の作物のために 20%のスプリンクラー或いは点滴システムが導入されている。その普及率はダイード地区で高い。しかしながら、フィルター、注入装置、排砂装置など付帯設備を完備している農場は少ない。

農家当たりの平均収入は、Dh. 43,800 (US\$12,167)、支出は、Dh. 54,000 (US\$15,000)、マイナス Dh. 10,200 (US\$2,833)の額面収支となっている。これには自家消費分は含まれない。

井戸インベントリー調査の結果は、下記の通り要約できる。

各農家の所有する井戸数は 1~24 眼で、平均 4 眼である。井戸の深度は 9~609m、平均 130 m である。井戸の建設時期は 1960 年代から行われたが、多くは 1980 年代に集中する。建設後の稼働期間を閉鎖された井戸の平均でみると 7 年程度となる。井戸

の多くはケーシングのない裸孔であり、スクリーンを設置しているものは少ない。揚水ポンプの設置深度は平均して100m程度である。ポンプの形式は水中モーターポンプがほとんどであり、湧出量は0.5~5.0 lit./sec (吐出径1~3インチ)である。

(3) 水文地質調査

(i) 物理探査

過渡現象電磁探査(TEM探査、測定深度500m)を、4本の東西測線と1本の南北測線上の合計131測点で実施した。また、自然ガンマ線放射能測定を805測点で行った。TEM探査の結果は、調査地のほとんどの測定点で高比抵抗-低比抵抗-高比抵抗と変化し、比抵抗層の解析では、4層構造の解析が可能となった。これらは、それぞれ第1および第2層比抵抗層が高比抵抗層、第3層比抵抗層が低抵抗層、また第4比抵抗層は高比抵抗層に対比される。自然ガンマ線の結果は50カ所で異常が見出され、これらのうち数カ所は比抵抗分布から想定される垂直構造の地点と一致した。

(ii) 試掘

コアボーリング2孔(深度200m及び300m)及び試験井戸8眼(深度70m-600m)の試掘を行った。これらの結果から、調査地域の層序は表層からルーズな砂礫層(第1層)、固結した砂礫層(第2層)、泥灰岩、粘土、頁岩、粘土層を挟在する石灰岩(第3層)及び礫岩層の混入する石灰岩または苦灰岩層及びオフィオライト(第4層)が区分された。

各層の透水性は、概ね1ルジオン以下、揚水試験で求めた透水量係数は不透水に近いものから290m²/dayまでの値が観測された。また、貯留率では2~3×10⁻³の値が得られた。

コアボーリング孔及び試験井戸の両方で、地層検層と地下水検層の2種を行った。前者は地層の判定及び物理探査との対比に利用し、また後者は帯水層の性状把握及び水質の判定に用いた。また、物理検層の結果から推定される地層の間隙率は5~40%を示した。

(iii) 水文地質

山地にはオフィオライト、山地前縁からバハダ平原にかけては石灰質岩(石灰岩、チョーク、苦灰岩、泥灰岩、泥灰岩質礫岩)、またバハダ平原には砂礫からなる洪水堆積物が分布する。

物理探査、コアボーリング、試験井戸掘削、または既存井戸の成果を総合すると、調査域の地層、岩相は以下の層序に対比できる。

- ・第1層(最上部の沖積層、第1比抵抗層)：広く調査域を覆い、層厚は平均20m程度。
- ・第2層(更新世~第三紀層、第2比抵抗層)：最大200mの層厚。第1比抵抗層と第2比抵抗層の2層が上部帯水層に対比される。

- ・第3層（古第3紀層、第3比抵抗層）：層厚 300 m以上に達する。この古第三紀層が調査域において難透水層となる。
- ・第4層（先白亜紀層、第4比抵抗層）：アムラ層群またはシメールオフィオライト岩類に対比される。垂直構造が卓越し、また岩層の変化も著しい。

調査域の地下構造から、帯水層は第1～第2層（沖積層～更新世の砂礫層・砂層）からなる上部帯水層と、第4層（先白亜紀の礫岩・石灰岩）からなる下部帯水層の2層に区分できる。また、これらの帯水層間には第3層（古第三紀の頁岩）を主体とする難透水層が挟まれる。

- ・上部帯水層（第1・第2層）：その上部の層準（沖積統）では不圧帯水層。下部で難透水層、局所的な半被圧層となる。平均透水量係数は $85 \text{ m}^2/\text{day}$ 、また平均貯留率は、0.004を示す。
- ・難透水層（第3層）：不透水性の頁岩層を含む。頁岩・石灰岩、苦灰岩などからなる互層を呈することが多く、透水係数は、 $1 \times 10^{-5} \sim 10^{-7} \text{ m/sec}$ を示す。
- ・下部帯水層（第4層）：優勢な透水層は礫岩層であり、平均的な透水量係数は、 $51 \text{ m}^2/\text{day}$ で、また平均貯留率は、0.0028を示す。

これらの層状水の存在とは別に、断層または構造線に沿う「烈か水」の存在も確認される。透水量係数は、 $776 \text{ m}^2/\text{day}$ 、また貯留率は、0.024が得られた。

(iv) 水質

本地域の地下水の電気伝導度（EC）は、 $1,000 \sim 10,000 \mu \text{ S}/\text{cm}^2$ と広い範囲で観測される。水質の垂直方向の変化はコア・ボーリングまたは試験井戸で行われた地下水検層で観察され、深度方向に明瞭な水質の変化が認められ、概して下部に向かいECは高く、また溶存酸素イオン濃度、酸化還元電位は小さくなる。

パイパーダイヤグラムとステップダイヤグラムに表示した水質タイプは大部分が「アルカリ非炭酸塩」の領域に区分されるが、一部に「アルカリ土類炭酸塩」の領域も認められた。

試験井戸から採取した5試料について飲料水項目で試験を実施したが、フッ素、六価クロム、鉛の項目にWHOのガイドラインを越しているものが認められる。

(4) 浸透実験

バハダ平原における浸透能及び涵養トレンチの効果を実測するために現場浸透実験を行った。実験は、ワヂ・シジ、ワヂ・カドラ、ワヂ・ショウカの河床の3カ所で実施した。実験現場の地下水位は地表下15～35mと低く地下水涵養が期待されるが、洪水により礫・砂・シルト層が交互に堆積し、鉛直方向の浸透を妨げている。実験では、深度の異なる（1.5M、3.0M、6.0m）3種の方形ピットを掘削し、定水頭試験を行った。

浸透流量はワヂ・シジ河床であるDW1が大きく、ワヂ・ショウカ（DW3）、ワヂ・カドラ（DW2）の順で小さくなる。

ワチ河床の浸透が等方性を有すると仮定した透水係数はピット内水位と共に増加する。各深度のピットにおける平均透水係数（単位：m/sec）はそれぞれ 1.79×10^{-5} 、 6.56×10^{-5} 及び 1.43×10^{-4} であり、6.0M ピットの透水性は 1.5M ピットのもの の 8 倍の値を示す。また浸透が異方性であると仮定した場合、水平方向の透水性は、垂直方向のその 2 ないし 3 倍の値を示す。

各ワチの河床に幅 1.5m、深さ 6.0m、延長 1,000m の涵養トレンチを設置した場合、過去 19 年間の洪水流出のうち年間平均 765,000 m³ を浸透する効果があることになる。

(5) 地下水強化

調査地域の地下水強化の方法として、「涵養（洪水遅滞）ダム」、「涵養トレンチ」及び「地下ダム」を検討した。

涵養ダムは、ワチ・シジ、ワチ・カドラ、ワチ・ショウカに建設可能である。25 年確率の洪水を調整するものとする、3 ダムの貯水容量は、それぞれ、2.47、3.28、2.46 百万 m³ となる。涵養トレンチは、ワチ・シジ、ワチ・カドラ、ワチ・ショウカの河床に、それぞれ、1.0 km 延長で計画する。

上記の地下水強化施設の諸元、建設費、効果などはマスター・プランで検討した。

地下ダムは、カドラに貯水量 900 万 m³ のものが建設可能であるが、貯水可能な涵養源（洪水流出）が期待されず、地下水強化に直接貢献しないので、マスター・プランには考慮しないこととした。

(6) 水文収支及び地下水資源

(i) 水文収支モデル

上記の要件を検証するために、本地域の水文収支に係る数学モデルを構築し、諸種のシミュレーションを実施することとした。

数学モデルは、いわゆる「総合貯留モデル」を適用し現況モデルを構築した。前述の入力パラメーターの内挿、また検証パラメーターの外挿を行い現況の地表系及び地下水系の水文収支シミュレーションを行った。

モデルに入力する水文パラメーターは、雨量、蒸発散量及び揚水量である。雨量は、地区内のマサフィ観測所の日雨量記録（1977～1995、19 年間）を適用した。蒸発散ポテンシャルはミレイハ観測所の計器蒸発量の月別平均値を採用した。また、現況の揚水量は井戸インベントリー調査などから集計した値を入力値とした。

検証パラメーターは、地下水系は各帯水層における地下水頭時系列観測記録、また地表系は河川の流量時系列観測記録である。検証の期間は全観測記録の整う 1986 年から 1995 年の 10 年間分（計 6 井戸）の記録で行った。河川流量に関しては、ワチ・シジ、ワチ・シフニ、ワチ・アシュワニ、ファラージアルムアラの各観測所の 1977 年～1995 年の 19 年間の記録とした。

(ii) 現況の水文収支

現況の水文収支を1977年から1995年の19年にわたり再現し、現況モデルを構築した。このモデルによって明らかとなった本地域の過去19年間平均の水文収支は以下の通りである。

流域雨量は155mmであり、このうち143mm(92.4%)が蒸発散で失われる。残りの12mm(7.6%)が、地表流出0.2mm(0.1%)、地下水涵養12mm(7.7%)及び地表系の収支差0.3mm(-0.1%)の収支項に振り分けられる。地下水涵養量は12mmであるが、これに対して地下水利用量15mm、地域外への地下水流出10mmが生ずる。

(iii) シミュレーション

地下水資源を評価するため、上記のモデルを用いて、以下の4ケースでシミュレーションを行った。

ケース・1：現況の地下水揚水量、限界水位-300m、地下水強化なし。

ケース・2：限界水位-100mにおける可能最大地下水揚水量、地下水強化なし。

ケース・3：限界水位-100mにおける最大地下水揚水量、涵養トレンチあり。

ケース・4：限界水位-100mにおける最大地下水揚水量、涵養ダム及び涵養トレンチあり。

ケース1は調査地域の地下水資源の枯渇の時期の予測及び枯渇性揚水量の検討を目的としたものであり、ケース2は地下水盆の持続性揚水量を得るために実施した。また、ケース3及び4は、地下水強化施設の効果の評価を目的とした。

(iv) 地下水資源

調査地域の地下水涵養量は平均21.67百万 m^3 /年であり、また持続性揚水量(安全産水量)は19.5百万 m^3 /年となる。現況揚水量(54百万 m^3 /年)を継続した場合、45年後の(2040年)には地下水は枯渇する。また、涵養トレンチ(延長1km×3カ所=計3km)を主要3ワチに建設すると、0.3百万 m^3 /年の地下水涵養の増加があり、涵養ダム(主要ワチ3カ所)と涵養トレンチを組み合わせた場合、1.97百万 m^3 /年の地下水涵養の増加が見込めることが明らかとなった。この結果、本地域の地下水資源の持続的開発可能量は、21.5百万 m^3 /年となる。

(7) 土壌及び土地利用

調査地域をカバーする土壌調査及び分析試験を実施した。調査は65点の概査ピットおよび66点の精査ピットによって行った。精査ピットから土壌サンプルを採取し、物理、化学及び分析を行った。

調査地域の土壌区は、西部の移動性及び安定性砂丘地区、東部を中心とした基盤岩の露出地区、両者に挟まれた礫平原地区に分けられる。

礫平原の土壌は、細砂と礫の割合により分類される。石灰質岩が浅い所では地表下に固結したパンが形成され土層への塩分集積がみられる。砂丘に近い礫平原以外では表層は薄く、70cm以下の深度で礫層が現れる。

礫平原でも除礫し砂土を客土して果樹栽培が行われている。粗砂もしくは礫土の農場で塩分濃度の高い用水の過剰灌漑による塩分集積が見られる。

一般に耕土は、砂分 87%、粘土分 4.2% で、パルゴルスカイト、イライトを構成鉱物とする。pHは 7.6~9.3、電気伝導度は、平均 650 μ S/cm¹ 塩分集積のあるもので 4,400 μ S/cm¹ である。置換性カルシウム濃度が高く、有機炭素の量は 0.3%と非常に低い。

(8) 農業の現況

調査地区の農業の現況を 200 農場に対する農家インベントリー調査と、農漁業省統計資料(1994)から明らかにした。

農漁業省統計資料から推定した 1994 年の調査地区の農場数は 2,018、栽培面積は 4,584ha、平均 1 農場当たりの栽培面積は 3.1ha である。

栽培面積よりみた調査対象地域の主要作物は果樹で、農漁業省統計資料では果樹は全栽培面積の 40%を占め、次いで畑作物 (35%)、野菜 (25%) の順となった。主要果樹はデーツ、主要作物はアルファルファである。

調査地域にも点滴灌漑法を用いたグリーン・ハウスが設置されている。一部では、ファン・アンド・パッド方式の冷房施設を持っているものもある。

政府統計資料より推計した純収益は、畑作物が全作物の 79% (農家インベントリー調査では 91%) を占め最大で、次いで果樹が 11% (同 14%)、野菜が 10% (同 9%) を占める。

調査地域の全消費水量は 51 百万 m³ で、畑作物が 48%、果樹が 46%、野菜が 6% を消費したと推定された。一方、農家インベントリー調査では、果樹が 62%を、畑作物が 36%を、野菜が 2%を消費したと推定された。

節水高収益営農の指標として、消費水量当たりの純収益 (NI/WC) を算定し、これを比較した。政府統計資料より算定した NI/WC は畑作物が最も大きく、Dh.7.2/m³ (農家インベントリー調査では Dh.2.6/m³) で、次いで野菜 Dh.7.2/m³ (同 Dh.4.4/m³)、果樹が Dh.1.1/m³ (同 Dh.0.1/m³ 以下) の順となった。

農家インベントリー調査の結果から、調査地域の主要家畜の経済性を検討すると、家畜飼育の経済性は、鶏とアンテロープを除き認められなかった。家畜の飼育は、蓄財と自給を目的としたものといえる。

調査地域の農業の現況をまとめると、果樹と牧草を中心とした自給農業で、経済性が低く、水消費の大きい農業が展開されている。多くの農場が生計を農業に依存する必要のない不在農場主が外国人雇用労働者を雇用して粗放的に経営されているという背景がある。そこでは収益性の高い作物よりも、経営主不在でもある程度営農が可能な永年作物 (果樹) と、永年作物に近い牧草が栽培されている。最近一部の先進農家の間には、灌漑法の改善や、収益性の高い施設栽培及び高品質の野菜栽培の導入が芽生えつつある。

(9) 灌 溉

調査地域の現況農業は、地下水灌漑に依存している。近年の過度の農地開発そして地下水開発のため、地下水頭の低下と水質の劣化が進んでいる。

井戸インベントリー調査による 1,250 眼の井戸の現地水質測定では、高塩分含有量を示し、ダイード・1 地区では 200 から 37,700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の電気伝導度を示し、塩類蓄積度の大きなばらつきがみられる。室内水質分析結果は、灌漑水質としては C3-S2 から C4-S3 に分級され、1977-1980 年の C2-S1 から C3-S2 から比べると水質低下が進行している。

UNDP/FAO(1977)が実施した農家での地下水利用調査では、平均 4,900 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{年}$ の揚水がなされていた（点滴灌漑栽培を行っている農場では 21,000 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{年}$ ）。

本調査団による 1995 年夏の揚水量調査結果では、耕作面積当たりの平均揚水量は 129 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{日}$ であり、農場面積当たりでは 61 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{日}$ となる。

農漁省の補助のもとで、調査地域では多くの近代的灌漑施設が導入されている。

野菜については、ほとんどの農場で点滴灌漑法が導入されているが、付帯施設の不備及び運転方法の未熟などが問題点も多い。グリーンハウス内での灌漑は、この点滴法が用いられている。

飼料作物の栽培は、水盤法が主に用いられている。圃場までの導水路は、ほとんどコンクリートライニングなされているが、一部では、土水路がいまだに用いられている。アルファルファ栽培では、固定式のスプリンクラー灌漑が実施されている。

果樹特にデーツの栽培は、バプラーによる樹下水盤への灌漑が近代的灌漑法として導入されている。導水路より土水路の切り替えによる水盤への灌漑を行う伝統的灌漑法が残っている。

本調査で実施した揚水調査結果から牧草及びデーツの灌漑効率は、47 から 63% と推定された。現況の栽培作物・作付け面積をもとに、灌漑用水量を推定すると、平均単位耕作面積当たりの地下水揚水量は、12,000 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{年}$ と見積られる。

調査地域内の異なった土壌条件地区から 19 の地点を選び、現場インテークレート測定を実施した。各地点のベーシック・インテークレート算定結果は、4.4 から 211.5 $\text{mm}/\text{時}$ の範囲に分散している。礫平原部でのインテークレートは、表層土厚に大きく作用される。表層が礫層であってもその空隙がシルトなどで充填されていると非常に低いインテークレートを示す。

(10) 環境及び女性

・ 環 境

アラビア半島は熱帯アフリカ、オリエント、旧北亜区の世界の主な三つの動物地理上の接触地域であり、モロッコから中国西部にかかる Eremic 砂漠地域の中央部に位置しているため、「ア首連」は動植物の種が多様である。特に、爬虫類は乾燥気候が体温の維持、小食、低い代謝率等の生態に適した環境であるため多くの種類

が生息している。しかしながら、近年過放牧、狩猟等の人間活動により動植物相は大きな変化をもたらしている。さらに、地下水位の低下も生物に大きなダメージを与えている。

1993年以前には、「ア首連」の環境行政は保健省内に設置されていた高等環境委員会によって行われていた。1993年にこの組織を母体に連邦環境庁が設立された。1995年現在、環境庁の組織は6名で、環境法を作成している。

現在に至るまで「ア首連」には環境に関する法規は制定されていない。環境法は現在国会で審議中である。他省庁にも農業省の毒性及び残留性の高い農薬の使用及び輸入を禁止した法規など環境関連法規が制定されている。

「ア首連」はワシントン条約に批准し、生物多様性条約に署名している。調査地域に生息している動物のなかで、*Uromastyx spp* (トゲオオアガマ) がワシントン条約のなかで保護動物に指定されている。その他、ア首連には保護区、遺産条約登録地等は存在しない。

・WID

調査地域内の農場における労働のほとんどは外国人労働者が行い、現地の婦人は農業労働に従事していない。これとは対照的に他の分野で女性の進出はめざましい。

「ア首連」大学における女子学生数の増加は著しく、男子学生より多くなり、その専攻も多様化してきた。保健省、教育省、労働社会省を中心に女性スタッフの数の増加が著しく、女性が高い地位を占めるケースも多くなっている。

(11) 技術移転

カウンターパートへの技術移転は、本調査開始時点で農漁省と協議し、現地調査期間中ならびに国内作業中に実施した。カウンターパートの日本国内研修は、調査期間中2度にわたって実施された。水文地質、灌漑、経済分析、環境の各分野に係る技術移転は、基本的に現地調査業務を通じて行われた。

5. マスター・プラン

(1) 基本構想

本マスタープランでは、将来の政策決定のための2つオプションに従って策定することとした。すなわち、

オプション・1： 地下水利用を持続的開発可能量に限定する。農業規模を縮小する。

オプション・2： 現状の農業規模を維持する。地下水利用は持続的開発量に制限し不足分は代替水源によって確保する。

(2) 水源開発

・地下水資源

調査地域の地下水資源の枯渇を先取りし、現況の揚水量を再生可能な持続的開発可能量まで徐々に減少させる計画が必要となる。調査地域の地下水資源の性状を考慮し、以下の基本方針に従って計画を策定した。

- ・将来の揚水量は再生可能な資源量、つまり持続的開発可能量に設定する。
- ・現況揚水量からの持続的開発量への移行は極力緩やかに実施する。
- ・取水管理水位を現実的な深度（深度 100m）に設定する。
- ・移行の期間また移行後も調査地域内で地下水は取水管理水位内に止める。
- ・下流域からの塩水の浸入を防止する。
- ・調査地域内の塩水地帯からの揚水の防止する。

上記の基本方針に沿った予測解析から、将来にわたり永続的に地下水利用するためには現況の 5,400 万 m³ を約 3/1 余りの 1,950 万 m³ とする必要がある。

地下水強化の施設としては、涵養ダムと涵養トレンチの組み合わせで最大 1.97 百万 m³/年の涵養強化が期待できる。これを計画に取り入れた場合、合計 2,150 万 m³/年が調査地域で再生可能な資源量となる。

・代替水源計画

代替水源計画は、延長 58km の幹線送水管路と 3カ所の揚水機場により、1.4m³/sec(年間 33.9 百万 m³)の淡水化海水をシャルジャ市のプラントより計画地域に送水する計画である。プラントでの生産価格 US\$1.27/m³ に輸送費 US\$1.49/m³ を上乘せし、水価は US\$2.76/m³ (Dh. 10.1) となる。

(3) 農業開発

・土地利用及び水資源

「オプション・1」計画では、自然及び人為的に地下水強化を図った場合の年間平均地下水涵養量を持続的開発可能量とし、それを超えない範囲で農地面積を計画する。農地面積の制約方法としては、農場個数の縮小と現況の各農場の作付面積の制限が考えられる。

「オプション・2」計画では、淡水化海水を調査地域に導水し、現在の耕地面積を維持する。新規農場開発は行わないものとする。

・営農及び栽培

本地域に導入する作物と栽培法を決定するために、各種調査データ及び「ア首連」国内で行われた各種作物の栽培データを用い、それぞれの作物と栽培法の消費水量当たりの純収益 (NI/WC) を明らかにし、これを指標として作物と栽培法の選択をした。営農計画に取り入れる適作物(栽培法を含む)として、NI/WC が Dh. 10/m³ (US\$36/m³)以上のものを選択した。

果樹及び飼料作物の NI/WC はいずれも Dh. 10/m³ 以下である。しかしながら、デ

ーツは「ア首連」における伝統的作物であるため、高品質・多収品種の導入による市場単価の向上を条件として採用した。

また、伝統的な畜産を維持する飼料作物のアルファルファは、前述の野菜・デーツの次に重要作物と考え導入することとした。

・作付け面積の設定

「オプション・1」計画における各野菜の作付け面積は、各野菜の収穫期間における生産量を消費対象人口を100万人、1人1日あたりの総野菜の供給量を300gと設定した。デーツの作付け面積は、果樹の現状総純益額を確保できる面積とした。また、アルファルファの作付け面積は、持続的供給可能な調査地区の年間灌漑水量から野菜栽培とデーツ栽培の消費水量を差し引いたものから算出した。

年間作付け面積を2,548haとする。その内訳は、野菜が1,713ha（全作付け面積の67%）、デーツが272ha（同11%）、アルファルファが564ha（同22%）である。野菜の生産計画のうち施設栽培面積は302haである。

各作物の計画生産量は、野菜が67,800トンで現況の265%、デーツが5,229トンで現況の18%、アルファルファが51,209トンで現況の37%となる。全作物の年間生産量は124,238トンで、現況の65%となる。

農業の純収益は、野菜がDh. 187百万(US\$75百万)で現況の841%、デーツがDh. 25百万(US\$7百万)で現況の100%、アルファルファがDh. 61百万(US\$17百万)で現況の36%となり、全作物の収益はDh. 273百万(US\$75百万)で、現況より26%の増加となる。

提案された生産計画の粗灌漑水量は、野菜が6.2百万m³で現況の208%、デーツが2.0百万m³で現況の9%、アルファルファが13.3百万m³で現況の40%となり、全作物では21.5百万m³で現況の37%になる。

「オプション・2」計画では、野菜・果樹及び牧草の現況作付け面積を、「オプション・1」計画と同様の作物と栽培法により耕作するものとする。野菜については、「オプション・1」計画の作物をその作付け面積と現況作付け面積の比で案分する。果樹については現況果樹栽培面積にすべてデーツを栽培するとし、牧草についても現況牧草作付け面積にすべてアルファルファを栽培するとして計画する。

作付け面積を現況と同様4,584haとする。その内訳は野菜が1,158ha（全作付け面積の25%）、デーツが1,825ha（同40%）、アルファルファが1,601ha（同35%）である。

各作物の計画生産量は、野菜が45,836トンで現況の179%、デーツが35,094トンで現況の118%、アルファルファが145,475トンで現況の107%となる。全作物の年間生産量は226,405トンで、現況の118%となる。

地下水強化対策費と淡水化海水の導水購入費を考慮しない場合の、農家の純収益は野菜がDh. 126百万(US\$35百万)で現況の568%、デーツがDh. 167百万(US\$46

百万)で現況の671%、アルファルファが Dh. 174 百万 (US\$48 百万)で現況の103%となり、全作物の収益は Dh. 467 百万 (US\$128 百万)で、現況より217%の増加となる。

粗灌漑水量は野菜が4.19 百万 m³で現況の141%、デーツが13.4 百万 m³で現況の63%、アルファルファが37.8 百万 m³で現況の112%となり、全作物では55.4 百万 m³で現況の107%になる。この量は計画年間平均地下水涵養量の2.6倍になり、淡水化海水の年間導入必要量は33.9 百万 m³となる。

・灌漑計画

限られた地下水及びその他の水資源を最大限に活用することにより、持続的かつ収益性の高い農業を計画する必要がある。農漁省の押し進めている節水型灌漑法・施設の推進とそのため農民への助成は、一層押し進められる必要がある。

関係作物蒸発散量は、ファラジャールムとミレイハの気象データに基づくペンマン方により算定された結果、年間関係作物蒸発散量は2,232mmとなる。

本調査におけるインテークレート試験結果、現在採用されている節水型灌漑方法ならびに灌漑強度などを考慮し、野菜栽培には点滴法、果樹栽培にはバブラー法、飼料作物にはスプリンクラー法による灌漑を計画する。

すべての灌漑方式においては、フルター・ストレーナー及び液肥の混入装置等の端末制御装置を備えるものとする。

少量で不確定な有効降水量については、溶脱用水量と考え、灌漑用水量の算定には、考慮しない。

灌漑効率は、点滴法、バブラー法、スプリンクラー法に、それぞれ0.85、0.75、0.75を用いた。

実質灌漑面積は、野菜の点滴灌漑については、エミッター間隔ならびに点滴管間隔を考慮し50%とする。アルファルファのスプリンクラー灌漑については、作業用圃場道路等を考慮し90%とした。また、バブラーによるデーツの栽培では、単位面積当たりの樹数ならびに水盤面積を考慮し30%とした。

灌漑用水量は、「オプション・1」計画では、純用水量26.6 百万 m³、粗灌漑用水量は21.5 百万 m³となる。「オプション・2」計画では、純用水量72.2 百万 m³、粗灌漑用水量は55.4 百万 m³となる。

現在調査対象地域の灌漑は、各農家の水源から各農場管理者の判断で、時期及び可能な水量内での水量が決定される。調査地域のようにほとんどが不在地主の農場間では、共同運転による灌漑農業は、不可能と判断される。そのため現況の灌漑実施体制を基本的には踏襲するものとする。「オプション・2」計画においても淡水化海水の配水は、各農場に設置される受水槽まで配水するものとする。

・基盤整備

洪水対策用堤防：洪水被害の可能性のある地区の農場では、農場格地の段階で礫分の多い残土を用いた堤防を農場周囲に配置している。今後の対応においても、各

農場での築堤及びそれらの保守で十分対応できるものと考えられる。

農業用道路網：調査対象地域の主要消費地にアクセスする幹線道路は、十分な交通条件を有している。一般に調査対象地域は砂礫質の平原であることから、農業開発のための新規道路網整備は計画しない。

農産物集荷場：本計画においては、ダイードに集荷・選別場・予冷库・倉庫・出荷設備を含めた集荷場の建設を計画する。

・支援サービス

農場主の市場指向の営農及びビジネスとしての農業への意識改革及び限られた地下水資源の利用者としての自覚を持って、調査地域の農業開発に参画しない限り、本地域の農業開発計画は実行できない。このために農業普及活動は非常に重要な位置を占める。また、提案された生産計画をスムーズに遂行するため作付けの調整、インプットの供給体制、技術普及、栽培実験、農民への技術研修、などの支援サービス並びに政府助成を充実する必要がある。

・農産物流通及び加工

「ア首速」では、全世界から無税で多量の野菜・果樹・食糧が流入している。それらの外国産に比べて国産の野菜・果樹は、価格・品質の面で競合しなければならない。価格面では、現在の農漁省の補助金制度は維持されなければならない。品質面では、栽培法流通面の整備が進めば、鮮度面について外国産は太刀打ちできない。

自給農業を主とする現在の農業に対し、本生産計画は販売を目的としており、生産物を市場へ搬入する集出荷組織体制の確立が不可欠である。地域としての集出荷組織体制、集出荷施設及び輸送のためのトラックの整備が必要となる。現在、調査地域の農家の多くは生産物を庭先販売しているが、市場出荷の場合、販売価格の10%が市場使用料として支払う必要があるが、計画生産が可能となり、庭先販売よりも有利と考えられる。

付加価値と過剰生産の調整を兼ねた農産物の加工を進める。キュウリの瓶詰めピクルス、トマト（ジュース、ピューレ）、デーツの加工（乾燥と包装）など施設費もあまりかからず加工技術も簡単で付加価値を高めるために、生産者による加工施設の建設を勧める。

・農民組織

大量の農産物の計画生産と販売を効率的、かつスムーズに遂行するために、農漁省の指導による生産者組織の結成が必要である。主要な組織活動は、生産資機材の共同購入、集・出荷施設の建設、市場への搬入、食品加工施設の建設と運営、生産計画の調整、各種市場・生産技術情報の交換等である。

(4) 地下水監視網及びデータベース

地下水監視システムとデータベース計画を策定した。

・地下水監視システム

地下水監視システムにおける観測データはすべて単一のデータベースに入力し管理者が一括管理する形態を採用する。また、観測及び観測値の入力は観測実施機関が独自の責任において行い、これをデータベース管理者及びは管理モデルの責任者が総括する。観測者も入力した自身のデータのみならず、他の項目に関しても目的に応じて自由に閲覧できるシステムとする。

地下水観測網における観測は気象、水文、地下水利用の各項目を網羅するものとする。

将来のモニタリング・システムとして利用することを考え観測地点の追加を行う。また、観測のすべてを圧力感知式及び自動記憶型の機器で実施する。

観測資機材の購入費は合計 Dh. 2,924,000 (US\$ 801,000)と計上される。

モニタリング・システムの運営は既存観測を統括する農業省水資源局で行い、これに係る施設維持管理費は年間 Dh. 254,000 (US\$70,000)となる。

・データベース計画

データベースは小規模のネットワークを導入し、リレーショナル・データベースが組み込まれた地下水モニタリング・ソフトウェアを使用する。管理モデルは本調査で構築した水文収支モデルを使用する。

本調査で作成した、オルソフォトイメージをベースに、数年毎に同地域の空中写真をとり、調査地の農地面積・地下水利用量が検討される必要がある。簡易 GIS システムの導入を図り、これらの検討を行う。

以上の特徴をもったデータベースの構築に係る費用は、合計 Dh. 204,000 (US\$56,000)と計上される。

(5) 事業計画

・地下水涵養強化事業

調査地域内の3ワヂ、すなわちワヂ・シジ、ワヂ・カドラ、ワヂ・ショウカに涵養ダム及び涵養トレンチを計画する。

各ダムは、250~330万 m^3 の貯水容量を持ち、生ダムの提頂高はシジ、カドラ、ショウカで各々20.5、16.5、27.5 mである。

・他水源導入計画

「オプション・2」計画では、送水パイプライン58kmと配水パイプライン46kmの建設により、シャルジャ市のプラントで生産された淡水化海水34百万 m^3 /年を計画地域の農場への輸送を計画する。

・農場施設計画

「オプション・1」計画では、水源として井戸から貯水槽までPC管を埋設する。

「オプション・2」計画の場合も送水管理設は同様とし、代替水源である淡水化海水のパイプラインによる給水を一時貯留するため、貯水槽容量を2倍にする。

貯水槽以降は、ブースターポンプで加圧し、PCパイプで圃場へ配水する。圃場末端では、野菜にはドリップ施設、デーツにはバブラー施設、アルファルファにはスプリンクラー施設を設置する。

野菜類作付の1部にグリーンハウスを導入する。本計画では36m×8mの規模のものを基準として、事業費等を概算する。

・事業費・事業実施計画

本計画の目標年は西暦2015年として策定した。3ワチにおける地下水強化施設の建設期間は、それぞれ3年、淡水化海水パイプラインは6年間とする。

地下水涵養強化事業及び農場施設計画の総事業費は、「オプション・1」計画で Dh.1,405 百万 (US\$385 百万)、「オプション・2」計画で Dh.3,413 百万 (US\$935 百万)と見積もられる。

・維持管理計画

灌漑施設を含む各農場内のものは各農家で、また農場外の共用施設については、農漁省で維持管理する。地下水強化施設は、農漁省中央農業局にて維持管理を行う。淡水化海水導水施設の運転及びその維持管理は、農漁省の監督下で第3セクターが行う。

農産物集出荷物は、農漁省の指導のもとで第3セクターとして運営される。

各農場の運営は各農場で行われるが、普及員の技術指導のもとで適切な運転管理を行う。

(6) 事業評価

・評価方法及び評価基準

事業評価は、通常の評価手法である事業を実施する場合と実施しない場合の事業経費と便益の比較を行うものである。事業案としては、前節で述べられたような「オプション・1」と「オプション・2」のそれぞれの計画について行う。事業費及び便益は、経済価格で算定されており、それらの事業実施した場合としない場合の純益から内部収益率を求める。

事業の評価基準としては、内部収益率がア首連における資本の機会費用を上回ることを考える。つまり商業銀行の課す年率5%の利率を上回るものとする。

・事業費及び便益

事業費は、設計監理費を含む建設工事費、運転維持管理費及び構造物・施設の更新費用を考える。運転維持管理費には、水源及び灌漑施設の維持と運転費に係わる経費と地下水強化施設の維持管理費などを含む。「オプション・2」計画においては、淡水化海水の購入価格を「ア首連」政府の公表している生産価格 US\$1.27/m³とした。更新費用としては、事業で建設される農業灌漑施設の耐用年数ごとの更新に要する費用を計上する。

・事業便益

地下水強化、節水型灌漑及び高収益性の農業の導入による地下水資源の増大と、農業生産額の増収を考慮する。純益は、ドバイの卸売価格をもとに算定したが、事業評価においては、農場から卸売市場までの運搬費と卸売市場での事務経費マージン等を考慮し庭先価格を卸売価格の 85%とした。その結果「オプション・1及び2」計画における年間純収益額は、それぞれ Dh.224 百万 (US\$61.3 百万)及び Dh.457 百万 (US\$125.1 百万)と設定した。

・財務評価

地下水収支シミュレーション結果に示されるように、事業を実施しない場合、地下水の過剰汲み上げにより揚水可能な農場は、地下水低下とともに低減し、1994年の農業純益は、2007年には1/3に低減し、2015年以降は地下水の汲み上げと地下水涵養量に均衡し耕作可能面積は一定する。

プロジェクトライフとしては、涵養ダムの経済的耐用年数の50年を考慮し、設計監理サービス開始から50年を考えた。涵養ダムの工事完了から、5カ年間に計画の農業生産が実現するものとした。

以上の結果、財務内部収益率は、「オプション・1」計画において6.51%、「オプション・2」計画において0.44%と算定された。

この数値から明らかなように「オプション・1」計画は、前述の評価基準を上回るが、「オプション・2」計画は、公共事業としての妥当性に欠けるものである。

・感度分析

上述の結果から、「オプション・1」計画についての感度分析の結果、内部収益率は事業費が10%上昇した場合5.02%、事業実施が1年遅延する場合6.45%、便益が10%減少した場合5.06%と算定された。

・投資及び返済

財務分析は事業費の財源として3/2が外国の融資機関から、残りは「ア首連」政府の国家予算によるものとして分析した。外国からの融資条件は、金利は年利3%、償還猶予期間は10年、償還期間は20年とした。

その結果、償還最大年額は2005年の Dh.588 百万 (US\$ 161 百万)である。これは、農漁省の年間予算の5年分に相当する。

・社会経済効果

上述のように「オプション・1」計画は、経済的に有利である。この事業の実施により地下水資源の重要性とその有効利用の重要性を地域住民に認識させる事ともなる。さらに事業実施による農産物増産は、「ア首連」の食糧自給率を高め、農業労働者の雇用拡大・農業関連産業の増大などにより地域の経済の活性化に大きく寄与するものとなる。

・環境評価

この計画の実施により、住民移転、経済活動、交通、生活施設、地域分断、遺跡、文化財、水利権、入会権、保健衛生、廃棄物、災害などへの大きな影響は無いと判断される。調査地域での農薬の使用は地下水の水質、人体への影響はほとんどないと思われる。

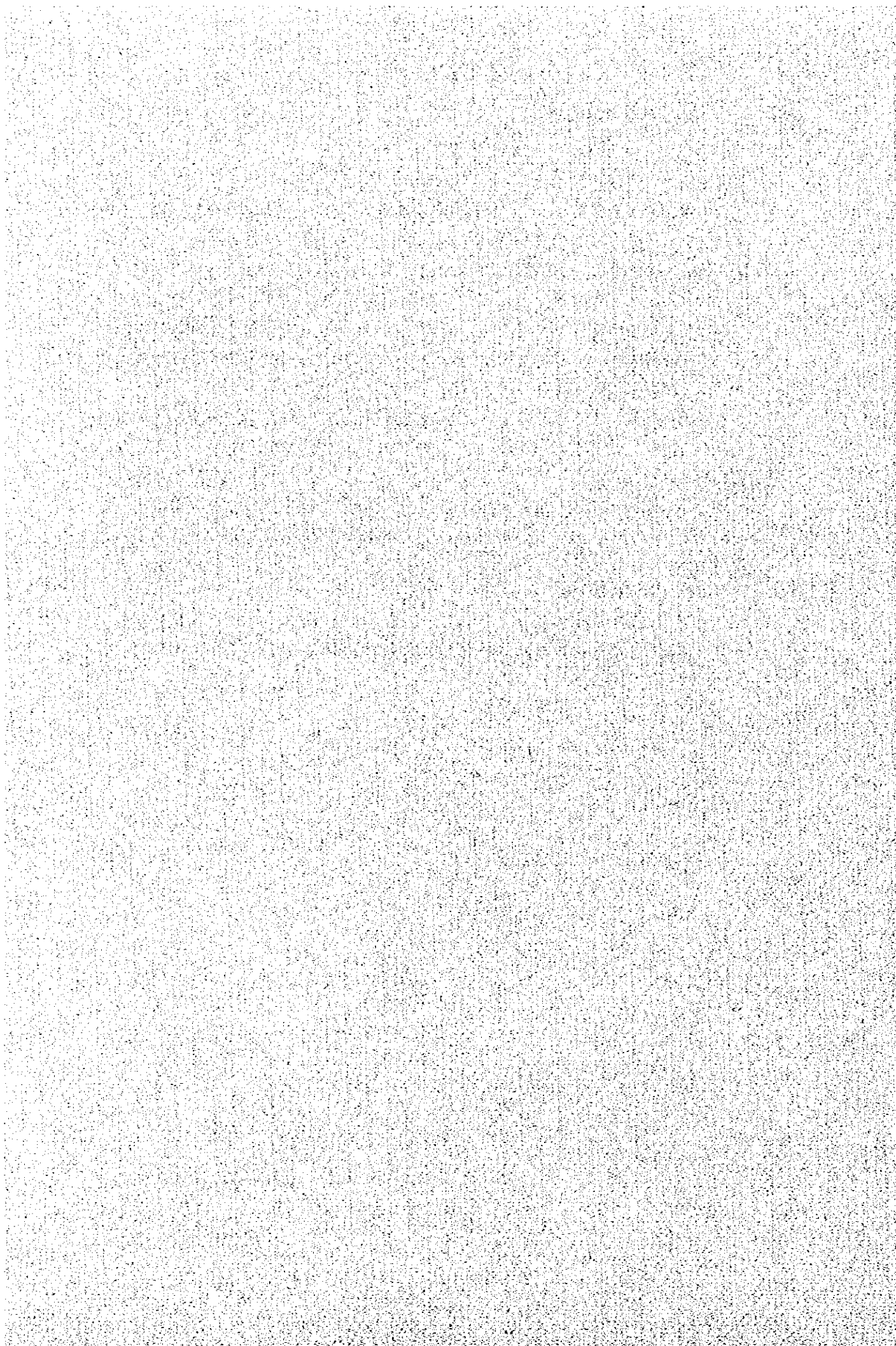
調査対象地域南部でフッ素及びクロムの含量が WHO の基準値を上回る値を示している。長期にわたりこの地下水を飲用すると、健康に害があるため、他水源よりの給水を早期に検討される必要がある。

本計画の実施による現況の地形、地質、河川流況、動植物、気象、景観、大気汚染、水質汚染、土壌汚染、騒音、振動、地盤沈下、悪臭への影響は、ほとんどないと判断される。

地下水の水質と土壌の塩類集積に関するモニタリングを続けることを提案する。F/S 調査実施時に地下水、水質、土壌に関する本格的な環境影響評価を実施する必要がある。

・開発における女性の参画

近年政府は女性の社会進出を奨励している。本計画に関しては、市場情報伝達システム及び水資源の重要性に関する啓蒙教育の分野で女性の活躍が期待される。



アラブ首長国連邦「アルダイード地域農業地下水資源開発計画調査」

ファイナル・レポート

目 次

序文

伝達状

調査対象地域位置図

要 約

表リスト

図リスト

略記及び略号

第1章 序 論.....	1-1
1.1. 背 景.....	1-1
1.1.1. 概 要.....	1-1
1.1.2. 調査の目的.....	1-1
1.1.3. 調査地域.....	1-2
1.2. 調査の概要.....	1-2
1.2.1. 概 要.....	1-2
1.2.2. 国内事前準備.....	1-2
1.2.3. 第一次現地調査.....	1-2
1.2.4. 第一次国内分析作業.....	1-3
1.2.5. 第二次現地調査.....	1-4
1.2.6. 第二次国内分析作業.....	1-4
1.2.7. ドラフト・ファイナル・レポート及びファイナル・レポート.....	1-5
第2章 ア首連概観.....	2-1
2.1. 国 家.....	2-1
2.1.1. 地 理.....	2-1
2.1.2. 人 口.....	2-1
2.1.3. 政府機構.....	2-2
2.2. 社会経済.....	2-3
2.2.1. 社会開発指標.....	2-3
2.2.2. 社会基盤.....	2-3

2.2.3. 経 済.....	2-4
2.3. 自然環境.....	2-7
2.3.1. 地理及び地形.....	2-7
2.3.2. 気象及び水文.....	2-8
2.3.3. 地質、水文地質及び地下水.....	2-10
2.3.4. 土壌及び植生.....	2-11
2.4. 農業及び灌漑.....	2-12
2.4.1. 農 業.....	2-12
2.4.2. 農業行政.....	2-13
2.4.3. 農地及び農場.....	2-13
2.4.4. 農業生産.....	2-14
2.4.5. 畜 産.....	2-15
2.4.6. 農業インプット.....	2-15
2.4.7. 灌 漑.....	2-16
第3章 調査地域.....	3-1
3.1. 自然環境.....	3-1
3.1.1. 地理及び地形.....	3-1
3.1.2. 気象及び水文.....	3-2
3.1.3. 地 質.....	3-4
3.1.4. 土壌・植生及び土地利用.....	3-6
3.2. 社会経済.....	3-8
3.2.1. 行政区域.....	3-8
3.2.2. 住民及び人口.....	3-9
3.2.3. 経 済.....	3-9
3.2.4. 社会基盤.....	3-10
3.3. 農業及び灌漑.....	3-12
3.3.1. 中央地域農業局.....	3-12
3.3.2. 農地及び農場.....	3-12
3.3.3. 農業生産.....	3-12
3.3.4. 栽培方法.....	3-14
3.3.5. 農業普及サービス.....	3-14
3.3.6. 灌 漑.....	3-14

第4章 調査と解析	4-1
4.1. 概要	4-1
4.2. 農家経済・既存井戸調査	4-2
4.2.1. 概要	4-2
4.2.2. 農家インベントリー	4-3
4.2.3. 井戸インベントリー	4-7
4.3. 水文地質調査	4-8
4.3.1. 物理探査	4-8
4.3.2. 試掘	4-9
4.3.3. 水質	4-10
4.3.4. まとめ	4-12
4.4. 浸透実験	4-15
4.4.1. 現場実験	4-15
4.4.2. 浸透能	4-16
4.4.3. 涵養能の評価	4-17
4.5. 地下水強化案の検討	4-19
4.5.1. 概要	4-19
4.5.2. 涵養ダム	4-20
4.5.3. 涵養トレンチ	4-21
4.5.4. 地下ダム	4-22
4.5.5. 考察	4-23
4.6. 水文収支及び地下水資源	4-24
4.6.1. 概要	4-24
4.6.2. 水文記録	4-25
4.6.3. シミュレーション・モデル	4-26
4.6.4. 水文収支	4-28
4.6.5. 地下水資源	4-30
4.7. 土壌及び土地利用	4-33
4.7.1. 土壌調査	4-33
4.7.2. 土壌分析	4-34
4.7.3. 土地利用	4-35
4.8. 農業	4-36
4.8.1. 概要	4-36

4.8.2.	農業の現況.....	4-36
4.8.3.	まとめ.....	4-38
4.9.	灌 漑.....	4-39
4.9.1.	現況の灌漑水.....	4-39
4.9.2.	現況の灌漑方法及び施設.....	4-40
4.9.3.	インテークレート調査.....	4-42
4.10.	環境及び女性.....	4-43
4.10.1.	環 境.....	4-43
4.10.2.	WID.....	4-44
4.11.	技術移転.....	4-46
4.11.1.	概 要.....	4-46
4.11.2.	水文地質及び地下水分野.....	4-46
4.11.3.	農業及び灌漑分野.....	4-47
4.11.4.	社会経済分野.....	4-48
4.11.5.	環境及びWID分野.....	4-48
第5章	マスタープラン.....	5-1
5.1.	基本構想.....	5-1
5.1.1.	農業開発に係る問題点.....	5-1
5.1.2.	基本構想.....	5-2
5.2.	水資源開発.....	5-5
5.2.1.	地下水資源.....	5-5
5.2.2.	代替水源.....	5-7
5.3.	農業開発.....	5-9
5.3.1.	概 要.....	5-9
5.3.2.	土地利用及び水資源.....	5-9
5.3.3.	営農及び栽培.....	5-9
5.3.4.	灌漑計画.....	5-14
5.3.5.	基盤整備.....	5-17
5.3.6.	農場施設.....	5-18
5.3.7.	維持管理計画.....	5-19
5.3.8.	支援サービス.....	5-19
5.3.9.	流通及び加工.....	5-21
5.3.10.	農民組織.....	5-22

5.4. 地下水監視及びデータベース	5-23
5.4.1. 概要	5-23
5.4.2. 地下水監視システム	5-23
5.4.3. データベース計画	5-26
5.5. 事業計画	5-28
5.5.1. 水源計画	5-28
5.5.2. 農場施設計画	5-28
5.5.3. 集出荷施設	5-29
5.5.4. 事業費・事業実施計画	5-29
5.5.5. 維持管理計画	5-30
5.6. 事業評価	5-31
5.6.1. 事業評価の目的	5-31
5.6.2. 評価方法及び評価基準	5-31
5.6.3. 事業費及び利益	5-31
5.6.4. 財務評価	5-32
5.6.5. 感度分析	5-33
5.6.6. 投資及び返済（財務分析）	5-33
5.6.7. 結論及び社会経済効果	5-34
5.6.8. 環境評価	5-34
5.6.9. 開発における女性の参画	5-38
第6章 結論及び提言	6-1
6.1. 結論	6-1
6.1.1. 概要	6-1
6.1.2. 「オプション・1」	6-1
6.1.3. 「オプション・2」	6-3
6.2. 提言	6-4
6.2.1. 概要	6-4
6.2.2. 行政施策	6-4

付属資料-1： 調査団及びカウンターパート名簿

-2： 接触機関及び担当者

-3： 参考資料

表 目 次

	頁
表 2.2.1. 経済指数の推移、1990-1994 年.....	2-17
表 2.2.2. 国民一人当たりの経済指標の推移、1990-1994 年.....	2-17
表 2.2.3. 連邦政府の歳入と歳出.....	2-17
表 2.4.1. 作物別作付け面積、収量および生産額、1993/94 年.....	2-18
表 3.3.1. 調査対象地域関連町村の農家戸数と耕地面積、1994 年.....	3-16
表 3.3.2. 調査対象地域と関連 4 普及区の農家戸数と耕地面積、1994 年.....	3-16
表 3.3.3. 調査対象地域の作物別推定作付け面積、収量および生産額、1994 年.....	3-17
表 4.2.1. 農家インベントリー調査による調査対象地域の農場実態.....	4-49
表 4.2.2. 農家インベントリー調査による農家の作物生産.....	4-50
表 4.2.3. 農家インベントリー調査による調査対象地区の畜産.....	4-51
表 4.3.1. 帯水層定数一覧表.....	4-52
表 4.5.1. 涵養ダム流域面積および貯留量.....	4-53
表 4.5.2. 涵養ダム余水吐き諸元.....	4-53
表 4.5.3. 涵養ダム建設費概算.....	4-54
表 4.5.4. 涵養トレンチ建設費.....	4-54
表 4.6.1. 現況の水収支.....	4-55
表 4.8.1. 農漁省統計による調査対象地域の営農、1994 年.....	4-56
表 4.8.2. 農家インベントリー調査ならびに 政府統計資料による調査対象地域の営農実態.....	4-57
表 4.8.3. UNDP/FAO の野菜の露地栽培試験結果(1982-1983).....	4-58
表 4.8.4. UNDP/FAO の野菜のグリーンハウス試験結果(1982-1983).....	4-59
表 4.8.5. 調査対象地区の畜産の経営収支.....	4-60
表 4.9.1. 既存井水質調査結果、1995 年.....	4-61
表 4.9.2. 灌漑用地下水揚水量、1978 年.....	4-62
表 4.9.3. 地下水揚水量調査結果、1995 年.....	4-62
表 4.10.1. 調査対象地域内の生息動物種.....	4-63
表 4.10.2. 調査対象地域内の生息植物種.....	4-63
表 4.10.3. 使用が禁止されている農薬一覧表.....	4-63
表 4.10.4. ア首連大学の性別学生数 (1991-94 年).....	4-64
表 4.10.5. 教育省における性別および職種別職員数(1993/94 年).....	4-64
表 5.3.1. 野菜の単位水消費量当たりの収益性集計表.....	5-39

	頁
表 5.3.2.	果樹と牧草の単位水消費量当たりの収益性集計表 5-41
表 5.3.3.	オプション-1 における作付け計画 5-42
表 5.3.4.	オプション-1 における調査対象地域の現況農業との比較 5-43
表 5.3.5.	オプション-1 における調査対象地域の平均農家の営農 5-43
表 5.3.6.	オプション-2 における作付け計画 5-44
表 5.3.7.	オプション-2 における調査対象地域の現況農業との比較 5-45
表 5.3.8.	オプション-2 における調査対象地域の平均農家の営農 5-45
表 5.5.1.	施設緒元及び概算事業費 5-46
表 5.6.1.	オプション-1 工事費集計表 5-47
表 5.6.2.	オプション-2 工事費集計表 5-47
表 5.6.3.	年度別建設工事費 (オプション-1) 5-48
表 5.6.4.	年度別建設工事費 (オプション-2) 5-48
表 5.6.5.	事業費及び便益 (オプション-1) 5-49
表 5.6.6.	事業費及び便益 (オプション-2) 5-50
表 5.6.7.	投資及び返済 (オプション-1) 5-51
表 5.6.8.	初期環境評価のスコーピングとスクリーニング 5-52

目 次

	頁
図 1.1.1. 調査対象地域位置図	
図 1.1.2. 作業フロー図	1-6
図 2.1.1. ア首連連邦政府機構図	2-19
図 2.2.1. 産業別国内総生産の推移、1990-1994 年	2-20
図 2.2.2. 貿易収支の推移、1990-1993 年	2-20
図 2.3.1. ア首連の月平均気象	2-21
図 2.3.2. アラビア半島の地質構造図	2-22
図 2.4.1. 連邦政府農漁省機構図	2-23
図 2.4.2. 地域農業局別農用地土地利用、1993 年	2-24
図 2.4.3. 農家戸数、農地面積および作付け面積の推移、1987-1994 年	2-24
図 2.4.4. 地域農業局別農家規模、1993/94 年度	2-24
図 2.4.5. 地域農業局別作付け面積と生産量、1993/94 年度	2-25
図 2.4.6. 主要野菜の作付け面積の推移、1987-1994 年	2-25
図 2.4.7. 地域農業局別家畜頭数推定値、1993 年	2-26
図 2.4.8. 肉生産の家畜別割合、1993 年	2-26
図 2.4.9. ミルクの生産の家畜別割合、1993 年	2-26
図 2.4.10. 鶏肉の首長国別生産量の推移、1990-1993 年	2-26
図 3.1.1. 調査対象地域の気象月別平均値	3-18
図 3.1.2. 調査対象地域の気象・水文観測所および観測井	3-19
図 3.1.3. 調査地周辺の地質図	3-20
図 3.2.1. 調査対象地域の行政区界	3-21
図 3.3.1. 調査対象地域の地域農業局管轄区分	3-22
図 3.3.2. 農漁省中央地域農業局組織図	3-23
図 3.3.3. 中央地域農業局管内の主要作物作付け体系	3-24
図 4.2.1. 農家経済・既存井戸調査農家位置	4-65
図 4.3.1. 電気伝導度 (Ec) の分布	4-66
図 4.3.2. 水質タイプ (ハイパーダイヤグラム表示)	4-67
図 4.3.3. 水質タイプ (ステップダイヤグラム表示)	4-68
図 4.3.4. 空中写真判読図	4-69
図 4.3.5. 地下地質図	4-70
図 4.3.6. 地質断面図 (A-A'、B-B' 断面)	4-71

	頁
図 4.3.7. 構造等高図（上部帯水層下面）	4-72
図 4.3.8. 地下水頭等高線図（上部帯水層）	4-73
図 4.3.9. 地下水頭等高線図（下部帯水層）	4-74
図 4.3.10. 地下水頭低下量等高線図（1984-1995 年）	4-75
図 4.4.1. 現場浸透実験位置図	4-76
図 4.5.1. 地下水強化施設位置図	4-77
図 4.5.2. 計画涵養ダム標準断面図	4-78
図 4.6.1. 総合貯留モデル概念図	4-79
図 4.6.2. 流域区分図	4-80
図 4.6.3. 洪水量の検証結果	4-81
図 4.6.4. 地下水頭変化の検証結果	4-82
図 4.6.5. 現況の水収支（平均、1977 年～1995 年）	4-83
図 4.6.6. ケース 1 の結果（流域の地下水収支）	4-84
図 4.6.7. ケース 2 の結果（流域の地下水収支）	4-85
図 4.6.8. ケース 3 の結果（流域の地下水収支）	4-86
図 4.6.9. ケース 4 の結果（流域の地下水収支）	4-87
図 4.6.10. 適正揚水量および地下水頭の回復（オプション 1、2）	4-88
図 4.7.1. 土壌調査位置	4-89
図 4.8.1. 調査対象地域の農業の現況	4-90
図 4.9.1. 調査対象地域の地下水水質分級図	4-91
図 4.9.2. 調査対象地域の農場配置図（モデル A）	4-92
図 4.9.3. 調査対象地域の農場配置図（モデル B）	4-93
図 4.9.4. インテークレート試験位置	4-94
図 4.10.1. 環境庁組織図（案）	4-95
図 5.3.1. 野菜作付け栽培計画	5-53
図 5.3.2. 水源・灌漑施設レイアウト(オプション 1、2).....	5-54
図 5.4.1. 地下水監視システムおよび観測所位置図	5-55
図 5.5.1. 事業実施計画	5-56

略記及び略号

「ア首連」	:	アラブ首長国連邦
FAO	:	国連食糧農業機関
JICA	:	国際協力事業団
MAF	:	アラブ首長国連邦政府農業漁業省
MAFF	:	日本国政府農林水産省
Study Area	:	調査地域、調査対象地域
UAE	:	アラブ首長国連邦
AJN(=Ajman)	:	アジマン
AUH(=Abu Dhabi)	:	アブダビ
DXB(=Dubai)	:	ドバイ
FUJ(=Fujairah)	:	フジャイラ
RAK(=Ras Al Khaimah)	:	ラスアルハイマ
SHJ(=Sharjah)	:	シャルジャ
UAQ(=Umm Al Qaiwain)	:	ウムアルクアイン
W. Ashwani	:	ワチ・アシュワニ
W. Dhaid	:	ワチ・ダイード
W. Ghel	:	ワチ・ゲイル
W. Hamdah	:	ワチ・ハムダア
W. Idayyah	:	ワチ・イダヤア
W. Isfay	:	ワチ・イスファイ
W. Khadrah	:	ワチ・カドラ
W. Shokah	:	ワチ・シヨーカ
W. Sifuni	:	ワチ・シフニ
W. Siji	:	ワチ・シジ
W. Thiqebah	:	ワチ・ティクバア
W. Lamhah	:	ワチ・ラムハア

AMSL	:	海拔
°C	:	度 (摂氏)
cm	:	センチメートル
cm ² OR sq. cm	:	立法センチメートル
Dh.	:	「ア首連」通貨ディルハム
		Dh. 1.00 = US\$ 0.274, US\$ 1.00 = Dh. 3.65
Domum	:	約0.1ヘクタール
EC	:	電気伝導度
ECc	:	土壌電気伝導度
EIA	:	環境影響評価
El	:	標高
g	:	グラム
gal	:	英国ガロン; 4.546 リットル
GL	:	地盤高標高
ha	:	ヘクタール
kg	:	キログラム
kg/ha	:	キログラム/ヘクタール
km	:	キロメートル
km ² OR sq. km	:	平方キロメートル
kwh	:	キロワット時
lit OR l	:	リットル
lit/s	:	リットル毎秒
m	:	メートル
m/s	:	メートル毎秒
m ² OR sq. m	:	平方メートル
m ³ OR cu. m	:	立方メートル
m ³ /ha	:	立方メートル/ヘクタール
m ³ /km ²	:	立方メートル/平方キロメートル
m ³ /s	:	立方メートル毎秒
max	:	最大値

MCM	:	100 万立方メートル
MCM/a	:	100 万立方メートル毎年
meq	:	ミリ当量
Mgal	:	100 万ガロン毎年
min	:	最小値
mm	:	ミリメートル
mm/day	:	ミリメートル毎日
mm/mon	:	ミリメートル毎月
mm/a	:	ミリメートル毎年
MW	:	100 万キロワット
MWH	:	100 万キロワット時
No.	:	番号
O&M	:	維持管理
PPM	:	100 万分の 1
%	:	百分率
SAR	:	SODIUM ABSORPTION RATIO
TDS	:	TOTAL DISSOLVED SOLIDS ; 全蒸発残量
TON	:	トン
TON/HA	:	トン/ヘクタール
WID	:	女性と開発
$\mu S/cm^2$:	マイクロ・ジーメンス/平方センチメートル

第1章 序論

1.1. 背景

1.1.1. 概要

「ア首連」では、1970年代の好調な石油収入を背景に社会基盤の整備が積極的に行なわれた。1980年代以降の石油価格の低迷とイラン・イラク戦争や湾岸戦争などこの地域の全般的な不安定な情勢に伴い、同国の経済は現在不振を極めている。

「ア首連」政府は、この経済不振から脱却するために、従来の石油モノカルチャア経済構造から他の産業の育成を通じて安定かつ自立的な国家経済への転換を図っている。農業開発は、この政策の重要な柱の一つであり、各種の助成を通じて農業セクターの振興が図られてきた。しかしながら、国土が乾燥気候帯に属していること、その大半が砂漠で占められることなどの自然環境上の制約により農業開発は必ずしもスムーズには進展しない状況である。さらに、農業開発に伴う無秩序な地下水の開発によって地下水位の低下、水質の劣化、土壌の塩化そして農園の耕作放棄など諸種の障害が顕在化してきた。

このような状況に鑑み「ア首連」政府は、1988年にわが国政府に対し同国北部の主要な農業地域約1,500 km²を対象とした地下水開発に係る技術協力を要請越した。

この要請を受けてわが国政府は、事業団を通じて1992年11月の短期専門家並びに1993年10月の事前調査団（予備）の派遣によって、地下水開発のみでなく包括的な農業開発計画の策定が必要であるとの認識に達し、「ア首連」側受入機関である農業漁業省（以下「農漁省」）と協議を行った。この協議により要請地域のうち地下水低下及び耕作放棄が最も深刻なアルダイド周辺地域約850 km²が本格調査の対象地域として選定された。1994年10月に本件事前調査が実施され、同年11月に事業団と農漁省との間に本調査に係る実施細則（S/W）が取り決められた。

事業団は、この実施細則にもとづき、吉川 満氏を団長とし、株式会社 三祐コンサルタンツ及び株式会社 パシフィック・コンサルタンツ・インターナショナルの技術者から構成される本格調査団を組織し（「付属資料-1」参照）、本調査に着手した。

1.1.2. 調査の目的

実施細則に示される本調査の目的は以下の通りである。

- (1) アルダイド地域における農業地下水資源開発計画調査（マスター・プラン）の実施。
- (2) 本調査を通じての「ア首連」側カウンターパート要員に対する技術移転。

1.1.3. 調査地域

調査地域は、「ア首連」北部アルダイード周辺地域とし、北緯 25° 00'～25° 25'、東経 55° 49'～56° 00'に囲まれる「ア首連」領内 (約 850km²) とする (図 1.1-1 参照)。

1.2. 調査の概要

1.2.1. 概要

本調査は次の 6 段階に分けて実施される。

- (1) 国内事前準備 : 1995 年 3 月
- (2) 第一次現地調査 : 1995 年 4 月～ 7 月
- (3) 第一次国内分析作業 : 1995 年 8 月～ 9 月
- (4) 第二次現地調査 : 1995 年 11 月～1996 年 1 月
- (5) 第二次国内分析作業 : 1996 年 5 月～ 6 月
- (6) ドラフト・ファイナル・レポートの説明・協議 : 1996 年 9 月
及びファイナル・レポートの提出 : 1996 年 10 月
各段階毎の作業のフローを図 1.1-2 に示し、その概要を以下に述べる。

1.2.2. 国内事前準備

- [1] 既存資料の収集、整理及び分析
- [2] 調査の基本方針、内容及び方法の検討
- [3] インセプション・レポートの作成
- [4] 現地持込み資機材の調達及び発送準備

1.2.3. 第一次現地調査

- [5] インセプション・レポート及び分野別技術移転計画の説明並びに協議
- [6] 既存資料及び情報の収集並びに分析
- [7] 地表地質概査
- [8] 物理探査
電磁探査 (TEM 法、130 測点、探査深度 500m) 及び自然放射能探査 (800 測点)
- [9] 地質ボーリング及び物理検層
 - (a) 地質ボーリング
コア・ボーリング : NQ サイズ、300m×1 孔、200m×1 孔

(b)ルジオン（水圧透水）試験

(c)物理検層：12項目

本作業は、現地業者への再委託で実施する。

[10]水質調査

既設深井戸から100検体を採水。地球化学及び水道項目の水質分析（農漁省の便宜供与）を実施する。

[11]土壌調査

約50地点のオープンビットにて観察及び分析用検体の採取を行う。

[12]土壌分析

上記土壌調査により採取された検体について物理、化学、粘土鉱物分析を実施する。
本分析は、現地業者への再委託で実施する。

[13]灌漑調査

(a)灌漑農地の範囲及び面積の調査

(b)作付体系の調査

(c)灌漑方法及び用水量の調査

[14]既存井戸及び農家経済調査

既設井戸500、農家200を抽出し、質問表に基づき聞き取り調査を行う。本調査は現地業者への再委託で実施する。

[15]航空写真撮影及び地形図作成

調査地域全域（850km²）を対象とし、航空写真撮影（縮尺約1/25,000）及び地形図（縮尺1/10,000、コンター間隔5m、モザイク・デジタル図）の作成を行う。本作業は、現地業者への再委託で実施する。

[16]計画の意義、必要性の再確認

本調査の位置付け及び将来展望を確認する。

[17]プログレス・レポート(1)の作成、説明及び協議

1.2.4. 第一次国内分析作業

[18]収集資料の整理、分析

[19]問題点、開発のニーズ、ポテンシャル、開発阻害要因の整理

[20]地下水開発基本構想の策定

(a)地下水利用実態の評価

(b)地下水強化計画の検討

(c)地下水開発の方向性の検討

[21]農業開発基本構想の策定

(a)現況の土地利用の把握

(b)営農栽培の問題点及び改善課題の検討

- (c)普及及び支援サービスの実態と改善課題の把握
- (d)市場流通の問題点と改善課題の把握
- (e)農業施設及び農産加工の可能性の検討
- [22]地下水監視網及びデータ管理基本構想の策定
- [23]第2次現地及び国内作業実施計画の作成
- [24]インテリム・レポートの作成

1.2.5. 第二次現地調査

- [25]インテリム・レポートの説明及び協議
- [26]補足資料及び情報の収集
- [27]農業、灌漑及び社会経済に係る補足現地調査
 - (a)土壌に係る補足調査及び分析
 - (b)灌漑に係る補足調査
 - (c)営農栽培に係る補足調査
 - (d)農業経済に係る補足調査
 - (e)農村社会に係る補足調査
 - (f)その他の調査
- [28]地質及び地下水に係る補足現地調査
 - (a)気象、水文、地下水に係る補足資料の収集
 - (b)気象、水文、地下水に係る補足現地調査
 - (c)試験井掘削地点の選定
- [29]試験井掘削
 - 現地業者による再委託にて実施する。
 - 観測井並びに揚水井(6地点、最大深度300m)を掘削し、物理検層(7項目)、揚水試験など井戸試験を実施する。
- [30]環境及びWIDに係る調査
- [31]プログレス・レポート(II)の作成、説明及び協議

1.2.6. 第二次国内分析作業

- [32]補足収集資料の分析
- [33]地下水資源開発計画の策定
 - (a)調査地域の地表系及び地下水系を含む水文収支(数学)モデルを構築する。
 - (b)上記のモデルを運用して過去から現在までの水文収支解析を行う。
 - (c)上記のモデルを運用して将来の地下水開発シミュレーションを行う。
 - (d)上記のシミュレーション結果、環境影響などを配慮し地下水資源の総合評価を行う。

(e)短期及び長期に渉る地下水開発計画の策定を行う。

[34]農業開発計画の策定

農業開発計画は、地下水開発計画に基づき、次の各項目に渉る検討結果によって策定する。

[34-1]水源計画

[34-2]土地利用計画

[34-3]営農栽培計画

[34-4]灌漑計画

[34-5]農村社会基盤整備計画

[34-6]概略施設設計

[34-7]施設維持管理計画

[34-8]農業支援普及計画

[34-9]市場流通及び農産加工計画

[34-10]農民組織育成計画

[34-11]環境保全計画

[34-12]WID 配慮

[35]地下水監視及び管理計画並びにデータベース計画の策定

(a)監視網計画

(b)地下水資源管理計画

(c)データベース計画

[36]計画の評価及び提言

[37]ドラフト・ファイナル・レポート及び技術移転報告書の作成

1.2.7. ドラフト・ファイナル・レポート及びファイナル・レポート

[38]ドラフト・ファイナル・レポートの説明及び協議

[39]ファイナル・レポート及び技術移転報告書の作成並びに提出

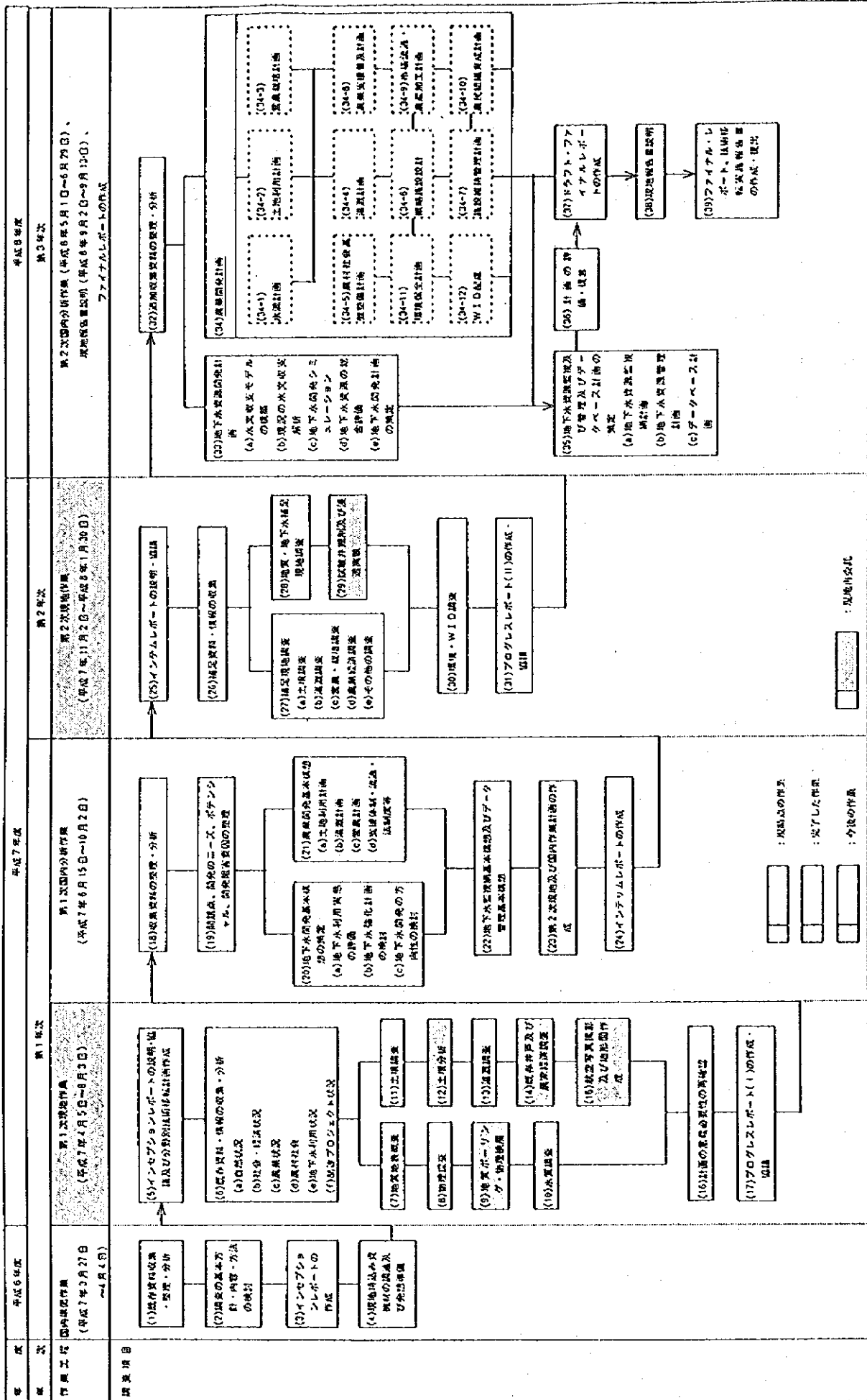


図 1.1.2. 作業フロー図

第2章 ア首連概観

2.1. 国家

2.1.1. 地理

アラブ首長国連邦（以下「ア首連」と略す）は、アラビア半島の南東に位置し、北緯22度と26度30分の間及び東経51度と56度30分の間位置する。ア首連は北にアラビア湾、東にオマーン湾及びオマーン国、南にオマーン国とサウジアラビア、そして西にカタールとサウジアラビアに接している。

ア首連は、アブダビ、ドバイ、シャルジャ、ラスアルハイマ、フジャイラ、アジマン及びウムアルクアインの7つの首長国からなる連邦国家である。

フジャイラを除くア首連領は、西のカタール半島と東のムサンダム半島の間のアラビア湾の南岸に位置する。フジャイラは、インド洋の一部オマーン湾に沿った海岸線を持っている。

ア首連の国土総面積は 83,600 km² であり、これにはアラビア湾の島嶼部面積約 5,000 km² を含む。

2.1.2. 人口

国家レベルの最近の人口調査は、1985年に行われた。計画省の推計によると、1993年における国民と在住外国人を含む人口は次の通りである。

首長国	面積 (km ²)*	人口 (千人)	人口密度 (人/km ²)	面積割合 (%)	人口割合 (%)
アブダビ	67,340.0	871	12.9	86.7	41.8
ドバイ	3,885.0	548	141.1	5.0	26.3
シャルジャ	2,590.0	342	132.0	3.3	16.4
ラスアルハイマ	1,683.5	141	83.7	2.2	6.8
アジマン	259.0	83	320.5	0.3	4.0
フジャイラ	1,165.5	68	58.3	1.5	3.3
ウムアルクアイン	777.0	30	38.6	1.0	1.4
合計	77,700.0	2,083	26.8	100.0	100.0

出典：計画省 “Annual Statistical Abstract” 及び “Statistical Review 1993”

* 島嶼部面積を除く。

人口の最も大きい首長国は、最少人口密度を持つアブダビである。最も小さい面積の首長国であるアジマンが、最も高い人口密度を示す。ドバイとシャルジャはそれぞれ2番目と3番目の面積の首長国であり、同程度の人口密度を示す。

各首長国の面積は、それらのア首連の経済重要度を反映している。人口の85%はア

ブダビ、ドバイ及びシャルジャの3首長国に集中している。

1993年の男女別の人口は1,251,000人と832,000人と見積もられている。男の人口は移住民により総人口の60%を占めている。年齢構成は次の通りである：

年齢層	人口
0～4	298,000
5～9	264,000
10～19	270,000
20～29	396,000
30～49	747,000
50～64	82,000
65以上	26,000

出典：計画省

人口ピラミッドには、大きい隆起が20～60才の年齢層に現れ（計画省の見積もりによると総人口の58%）、労働年齢層に当たる。年間人口成長率は、世界で最も高いランクにあり、年率3.5%を示している。

ア首連国民に対して移住者の割合が高く、人口の80%が移住者であるの見積もられている。インド人、パキスタン人、イラン人、オマーン人及びその他のアジア人が、移住者の最も高い割合を表している。インド人とパキスタン人の全移住者人口に占める割合は80%と見積もられている。

2.1.3. 政府機構

ア首連は、社会の基本的な政治単位である各首長国によって連邦を構成している。連邦政府の機構は、図2.1.1.に示す通りである。

(1) 最高評議会

5年ごとに見直される暫定的な憲法のもとにおいて、大統領と副大統領は、5年ごとに最高評議会にて改選される。最高評議会は、7人の首長により構成され、内政及び外交政策の決定、国内法規・国家予算の決定及び連邦政府の人事権を持っている。

(2) 連邦政府

最高評議会に次いで憲法上重要な位置を占めるものは、内閣である。内閣は、首相のもとで連邦国の法規を制定する。内閣は、19の省の担当大臣と4人の国務大臣から構成される。

(3) 地方自治体

各首長国には、各々の首長国政府がある。その組織は各首長国により異なる。各市役所は、公共事業及び各種の登録証明書発行などの市民サービスを提供する。

2.2. 社会経済

2.2.1. 社会開発指標

1975年と1993年における幾つかの主要社会開発指標を以下の表に示す。

項目	単位	1975	1993
平均寿命	年	63.0	72.0
人口純再生産率	人	5.9	5.4
出生率	人/千人	27.5	27.4
死亡率	人/千人	8.6	2.1
幼児死亡率	人/千人	32.0	16.6
都市人口率	%	77.7	83.9
保健機関普及率	%	82.0	100.0
浄水受給者比率	%	54.0	100.0
下水道普及率	%	50.0	88.0
助産婦出生立会率	%	90.0	98.0
10才以上成人の識字率	%	56.1	83.3
就学平均年数	年	4.1	7.1

上表から、平均余命、健康、教育の分野、また、都市人口の増大による都市環境整備分野で進歩があったことが分かる。

2.2.2. 社会基盤

(1) 教育

ア首連の小学校は6才から始まる合計6年間で義務教育となっている。中学校は義務的でなく、就学年が3年毎に2分割された6年教育である。1977年には、高等教育のための必要な他の教育施設とともにア首連大学が設立されている。1993年には、学生の数は1982年に139,840人であったが1993年には278,836人となっている。教師と教育管理者の数は1982年に11,751人であったが、1993年には23,421人にまで増加した。学校教育は1982年に347校があったが1993年には560校となっている。男子学生と女子学生に対する教師の比率はおよそ2:1であり、1975~93年の期間に変化はない。これらの数字は教育システムの著しい成長を示す。これらの指標は、教育システムと施設の改善の結果として、成人の識字率が1975年の56.1%から1993年には83.3%に増加し、平均就学年は1975年の4.1年から1993年の7.1年に上昇した。

(2) 保健・衛生

1971 年以來、ア首連の保健政策は、ア首連に在住しているだれにも医療を提供する事であった。生活、健康・衛生状態及び施設の改善は、平均寿命自然死亡率・幼児死亡率・公衆衛生サービスを受けた全人口に対する比率・上水道受給者比率及び下水道普及率の指標に示される。

(3) 電気と上水供給

a) 電気供給

電気産業は、水電力省の下における政府と、ドバイ電力会社などの民間組織によって所有され運用されている。現在のところ、2,150 km 以上の空中送電線と 584 km の地中送電線が敷設されている。ア首連の中に 48 ケ所の発電所があり、これらの 50% 以上がディーゼル発電である。電力発電量は 1987 年の 13,667 百万 KWH から 1992 年の 191,117 百万 KWH に増加した。

b) 上水供給

ア首連における水需要は 1970 年中期に年率 20% から 50% の間で増加し、地下水位は低下していった。海水脱塩施設は増加する需要に満足するように建設され、現在のところ、30 ケ所を超える脱塩施設がある。ドバイにおける最も大きな脱塩施設は、22,730 m³/日を生産する。脱塩水は、1989 年のア首連での水総生産の 82% を占めると推定される。1992 年における水総生産は 1,020 億ガロン(463.7 百万 m³)であった。

(4) 輸送

現在のところ、アスファルト舗装された幹線道路と支線道路は 3,170 km 以上に達する。公共交通機関は、市街部で運行されているバスと都市間乗合タクシー程度である。

ア首連は重要な海上貿易のポイントであり、ラッシド港とジュベルアリ港(ドバイ首長国)、サイド港(アブダビ首長国)、カリド港(シャルジャ首長国)の 4 ケ所の主要な国際港がある。そのほかにも、フジャイラ港(フジャイラ首長国)、サガール港(ラスアルハイマ首長国)及びコールファカン港(シャルジャ首長国)等が国際的貿易を扱っている。

2.2.3. 経済

(1) 経済政策

a) 国家経済開発計画

1970 年代中期と 1981 年に連邦政府計画省は、2 つの 5 ケ年計画を策定した。それらの計画は、連邦政府機関のもとで全ての産業投資と基盤整備事業が調整され各首長

国に配分されるべきものとして計画された。

最後の5ヶ年におけるGDPの年間成長率は9.6%、国民一人当たりの収入は4.8%増と計画された。同計画での年間成長率は、製造業部門27%、水・電力部門13.3%、農業・畜産・漁業部門10.3%、保健・教育・防衛などの政府サービス部門をおよそ15%と設定した。この計画のもとで総投資計画額に占める分野別割合は、製造業部門29%、輸送・格納・コミュニケーション部門17%、行政サービス14%、原油・採鉱部門14%、水・電力部門10%、不動産部門8%、それに農業部門2%とされた。これらの数字からも、この計画は主に経済開発の基盤としての製造部門の発展に重点を置いたものである。一方、農業分野はあまり重要視されなかった。政府による開発投資が全投資額の82%と計画されたことから明らかなように、この計画は経済開発においての主なプロモータとしての政府を強調したものと言える。しかしながら、この計画は世界的な石油価格の急騰(1978-79年)と1980年中盤の急落の変動のもとで、実行には至らなかった。このような状況から、それ以降、連邦政府レベルでの開発計画は放棄され、替わって各首長国が各々の開発計画を策定することとなった。その結果、各首長国間の基盤整備への重複投資や整備状況の格差が顕著となっている。

b) 貿易と外国為替政策

非石油産業の未成熟さならびに輸入物資に依存する必要性から、ア首連は開放経済政策をとっている。輸入制限はわずかしかなく、市場へのアクセスは自由である。食糧と一部の薬剤は免税で輸入され、GCC加盟国からの原材料の輸入も免税対象となっている。ドバイとシャルジャの港では、通過貨物についても非課税扱いとなる。

ア首連通貨ディルハム(Dh.)の対外貨交換率は、アメリカドルに対して固定され、1ドル=3.65ディルハムの交換率は長い間保たれている。外貨交換に関しては、なんらの制限もなく、外国企業の外貨交換についても政府に対しての申告義務はない。

c) 税制

ア首連で法制化されている20%の法人税は、全ての首長国においてほとんど適用されていず、わずかに外国銀行と石油会社に適用されているにすぎない。

間接税としては、年間賃貸料・外国人の医療費・ホテル・娯楽を含むサービス税と物品税がある。年間賃貸料に対する地方税は個人使用で5%、法人使用で10%である。

(2) 経済概観

a) 内総生産(GDP)

表2.2.1及び2.2.2にア首連経済指標とGDPについての集計を示している。

1994年におけるア首連の、国民一人当たりGDP(Dh.60,500もしくはUS\$16,600)及び可処分歳入(Dh.48,600もしくはUS\$13,000)は、湾岸諸国中最も高い。

1994年のGDPは、時価でDh.134,813百万(US\$36,900百万)であった。GDPの非石油部門の割合は、1990年の54%から1994年には67%と増加した。しかしながら石油

部門の GDP に占める比率は依然として 33.4%であり、そのあと公共部門(12.1%)、建設、卸売業、小売業、貿易、レストラン及びホテル、製造業と続く(図 2.2.1.)。

b) 投資と消費

1994 年の総投資額は、1993 年からわずか 2%の増加を示し Dh.33,760 百万であった。このうち民間投資額は Dh.21,060 百万(62%)、政府投資額は Dh.12,700 百万(37%)であった。民間投資のプロジェクトは、採石、製造及び運輸部門に集中している。1990-94 年の間での総投資額の年平均成長率は 9%であった。

1994 年の最終総消費額は、Dh.95,793 百万で 1993 年からの成長率は 10%であった。政府の最終総消費額は Dh.24,520 百万(26%)、民間最終総消費額は Dh.71,273 百万(84%)であり、1990-94 年の間での総消費額の年平均成長率は 9%であった。

c) 政及び対外貿易

主な政府歳入は、以下に示すように石油及びその関連産業部門からである。

(単位：百万 Dh.)

項目	年	1991	1992	1993
原油からの歳入		38,919	36,507	31,314
その他の歳入		8,886	10,895	7,856
歳入合計		47,805	47,402	39,170
歳出		56,509	45,735	45,206
バランス		-8,704	1,667	-6,036

出典：計画省“経済報告年報 1994”

1993 年の貿易収支は、Dh.13,800 百万の黒字であった。石油の輸出総額に占める割合は、1985 年の 74%から 1993 年の 53%に低下し、輸入材の再輸出の割合が増加している。主な輸入材は、製造品(24.8%)、機械及び輸送車両(38.4%)、食糧・家畜(9.7%)である(図 2.2.2)。

d) 雇用

下表は、全人口に対する就業者率が相対的に 1975 年から 1993 年の間に 52.7%から 47.5%に低下し、女性の就業者に占める比率が 3.3%から 18.5%に増加し、さらに科学・技術者の比率が、7.5%から 11.2%に増大したことを示している。

労働就業指評	1975	1993
全人口に占める就業者率	52.7	47.5
全就業者の女性比率	3.3	18.5
科学・技術者の割合	7.5	11.2
産業別就業者占有率		
農業	4.6	6.5
工業	10.0	10.1
サービス	29.6	39.5
その他の産業	55.8	43.9
失業者率	2.0	1.3

ア首連の就業者数は、1994 年には 906,580 人であった。アフダビ、ドバイ及びシ

ヤルジャ首長国はそれらの 86%を占める。

2.3. 自然環境

2.3.1. 地理及び地形

「ア首連」は北緯 22°50' ~26°、東経 51°~56°に位置し、国土面積は 77,000km²を有する。7つの首長国からなり、フジャイラ首長国及びシャルジャ首長国の一部はオマーン湾岸に面し、また他 5 首長国はアラビア湾の東南岸に約 650km にわたり広がる。国土の地形的特徴は西部と東部で異なり、西部域は低地、東部域は山地からなる。西部域はその最高標高で 150~250m の低地（砂漠）よりなるが、東部域は標高 1,500m の山地が連なり、ワチにより開析される。中でもワチ・アルバセイラ、ワチ・ビー、ワチ・ハムなどでは深い解析谷が形成されている。これらの地形的特徴から「ア首連」の地形的特徴は、①東部山地地域及び②西部砂漠地域とに区分される。以下に各々の地形的特徴を記述する。

(1) 東部山地地域

東部山地は南北に 80 km、東西に 30 km あまりの地域であり、隣国のオマーンに接しハジャーラ山地（またはオマーン山地と呼称）の一部を形成する地区である。山地の主要部は古生代の変成岩または塩基性岩体、また山脚部にかけては石灰岩が露出し、最高標高は 2,400m を示す。また、この主山地から分離する 2 列の山列も地区の西部に認められ、それぞれ白亜紀と漸新世の石灰岩より構成される。各々ジャバルファイヤー及びジャバル・スマイニと呼ばれる山列であり、これらの地形、地質構造はアル・アインなどでオアシスを形成する要因となっている。通常これらの山地ではワチに沿って段丘、また植生の発達認められるが、永続的なワチの流水は地下水の湧出によるものに限られる。

(2) 西部砂漠地域

東部山地の山麓部から西方に向かっては、沖積平野（バハダ平原と呼称）が広がり、東部山地地域と風成砂を主体とする西部砂漠地域を境する。バハダ平原は「ア首連」の南部ではジリ平原、北部では、ダイード平原、ガーリイフ平原及びマダム平原と連なり、「ア首連」で最も肥沃な農業地帯を形成する。

一方このバハダ平原も海岸部（西部）に向かい、不毛の砂漠に変わり地形的には砂丘列とその間に発達するサバハから構成される。サバハは過去の湾入部が陸化した地域であり、通常広大な蒸発堆積物からなる硬盤を形成される。海岸部における地形要素はドバイ周辺（「ア首連」東部）とアブダビ（西部）では異なり、東部では第

三紀中新統からなる丘陵地、海食台、サバハ、砂嘴、ラグーンなどの多様な地形要素からなるのに対し、西部はサバハと移動性の海岸砂丘からなる単調な海岸地形を示す。

また砂丘列はその起源から2種が区分される。1つは海岸付近に発達する海殻を主体とする白い炭酸塩の砂からなるものであり、他の1つは風化石英岩を起源とするもので赤色を帯び内陸に分布するものである。内陸砂丘はルプアルハリ砂漠から続くもので、海岸付近では比高も低く、かつ植生も多少認めることができるが南部域では大きくなり植生もほとんど認められなくなる。またこれらの内陸での表流水の地形的な痕跡は極めて少なく、砂丘間の凹地にわずかに認められるのみとなる。しかし、地形的また地質構造上、表流水の集まりやすい地区にはリワオアシスのような湧水地帯も認められる。

2.3.2. 気象及び水文

(1) 気象

a) 一般

ア首連の気候は、高い気温と少量の降雨量という砂漠気候で特徴づけられる。4月から11月の非常に高温の乾いた夏と、12月から3月の温和で降雨の少ない冬の2つの季節に分けられる。夏の平均気温は7月に35°Cまで上昇し月間平均降雨量は2mmである。冬の1月は、平均気温が18°Cと最も涼しい月である、2月の平均月間降雨量は42mmで最も湿潤な月である。ア首連の各地域の気候の一般的特徴を図2.3.1に示す。

ア首連全国には北東部を中心として、230ヶ所を超える気象観測所があり、空港管理機関・大学及び農漁業省などの政府機関により運営されている。これら観測所のうち完全な観測装置を持った気象観測所は20ヶ所である。

b) 気温

最低気温は冬季でも0°C以下には下がらないが、最高気温は夏に45°C以上に上昇する。7月は1年のうち最も暑い月で50°Cに達する地域もある。年平均気温は地域により多少の変化があるがほぼ一定であり、山岳地帯から東部の標高の高い地域においては、25°Cである。リワ及び近隣の内陸では、冬季の平均最低気温は13°C以下となり日較差が大きい。

c) 日照

最長平均日照時間は5月の11.5時間で、最短日照時間は12月の8.4時間である。年間を通じ、雲量は少ない。

d) 相対湿度

相対湿度は東海岸の平野部とアラビア湾沿いで高く、南部と東部ならびに山岳地帯に行くに従い減少する。東海岸地域の年平均相対湿度は60%を超え、内陸のアライン地区では45%未満となる。相対湿度における日変化は極端に大きく、早朝の100%から午後遅くには2%まで下がる。

e) 風

風は、微風あるいは中度なものであり、年平均風速は10ノットである。3月から8月にかけては北西と南あるいは南東からのより強い風の吹くときがある。最も強い風はオマーン湾沿岸地域で観測され、山岳地域、アラビア湾沿岸、砂漠地域に行くに従い弱まる。内陸部では軽風となる。

f) 降水量

ア首連の年平均降水量はおよそ119mmである。しかし、年毎、地域別に非常に大きく変化する。例えば、1982年の年平均降水量は282mmであったが、山岳地域の降水量は多くの地点で450mmを超えた。一方、1984年には年平均降水量は24mmであったが、アブダビでは1.6mmしか記録されなかったが山岳地域では100mmを超えた。

年降水量分布は、ア首連の西・南端において低く、アラインに至る礫平原・山麓部から北東部に向かって徐々に高くなり、東海岸部平野で再び減少する。豊水年・渇水年に関わらず、最高年間降水量は平均年降水量が160mmである東部山岳地帯に降り、年平均降水量が40mm未満となるリワと対照的である。

年間降水量のおよそ90%は冬から春の間に降り、通常2月と3月に年間降水量の60%が記録される。冬季と春季に2-3回の集中した豪雨を観測する。

g) 蒸発量

ア首連全体にわたって、年間蒸発量は年間降水量を上回る。アラインでは、12月と1月には日蒸発量はおよそ4mmにまで下がり、7月には13mmを超えて最大となる。年平均蒸発は、119mmの年平均降雨に対して3,322mmである。

(2) 水 文

a) 水文観測網

ア首連での水文観測は1965年に始まった。農漁業省のもとで、21のワチ水位観測所が主に山地と礫平原に設置されている。主な観測所に加えて、臨時水位観測所が多くの流域を網羅している。観測結果は、“Hydrology Vol.No.3 1980-1991”[農漁業省1993]にまとめられている。

b) ワチ流域

ア首連には恒久的な河川は存在しない。ア首連は、以下の水文流域に分類することができる。

- オマーン湾の東部流域

- 洪水の規模によりアラビア湾へ流出するワチ・ビー流域
- アラビア湾へ流出するワチ・ラマハ流域
- アラインを含む内陸部流域
- 西部砂漠地域流域

c) 流出

年流域降水量に対する年流出係数は、年毎と場所毎に変化する。農漁業省の水文年鑑によると、最大と最小の流出係数は48%と0.1%である。既存データによる100km²と1,000km²の流域のワチの平均流出係数は、それぞれ14%と2%である。

d) 流出土砂・堆砂

ワチでの流出土砂・堆積土砂量の解析は今まで行われていない。堆積土砂量は幾つかの貯水池で測定されている。これらの観測によれば、貯水池の中の堆砂量は総洪水量の1%~4.2%と推定されている。

2.3.3. 地質、水文地質及び地下水

東部山地地域は北部イランの活動帯（沈降帯）に続くアラビアプレート沈降帯、西部砂漠地域は紅海からアラビア湾に拡がるアラビアプレートの一部と考えられている（図2.3.2. 参照）。東部山地の沈降帯に沿う地域では異地性オフィオライトの存在がしられ、複雑なナツベ構造が特徴的となる。またプレート運動に伴う大構造に加え、山地を分断する2次的構造も認められデバ帯のような構造凹地を形成する。一方、西部砂漠地域をつくるアラビアプレートは結晶質岩からなる大陸地塊とこの上部に重なる一連の堆積岩からなる。これらの堆積層はいずれも緩く北東に向かい傾斜し、東部山地の近郊で沈み込みの影響を強く受ける。以上のとおりア首連は地形的区分と同様その東部と西部で大きく地質及び起源を異にし、①東部山地地区、②西部平原地区に区分される。

(1) 東部山地地区

オマーン山地の一部であり異地性岩体と現地性岩体の変成岩から構成される。現地性岩体はカンブリア紀から白亜紀までの堆積層からなり、アラビアプレートの北側または東側の一部を構成するものと同種の岩体と考えられている。元来緩い褶曲構造を示すものであるが、異地性岩体が衝上する地区では、引きずりにより高度の擾乱が認められている。また異地性岩体は後期白亜紀の間の運動に形成されたが、初期ではアラビアプレートの大陸周縁部下の海岸プレートの沈み込みが卓越し、ハワシア層群（タービグイドから構成される大陸棚沖の堆積物）形成に関わるものであった。また後期の活動では逆に上昇運動が優勢となり、西方に向う衝上が様々なレベルで発生したと考えられている。これらの運動により複雑なナツベ構造が形成される。またこの

衝上体に認められる褶曲構造は南-北または北東-南西軸をもち南に下がる背斜・向斜軸を持つ。

(2) 西部平原地区

西部平原地区はアラビアプレートの一部を構成するものであり、カンブリア紀から白亜紀までの一連の堆積物が認められる。堆積物の褶曲の度合いは地区により様々であり、この褶曲の程度により通常以下の3地区に区分される。

- メンデル・アブダビ・ドバイの西方域；中新世の褶曲、褶曲の程度が大。
また主要なオイルフィールドを含む。
- メンデル・アブダビ・ドバイの三角地帯；褶曲の程度は小さい。
- アライン・ドバイ・ラスアルハイマ；褶曲の程度が非常に強い。

これらの構造上の相違はオマーン山地の造構造運動と後期白亜紀以降に起きたカタル・南ファルス弧の活動に由来すると考えられている。西部平原地区はこれらの活動帯に挟まれた地域であり、堆積盆の分断化及び個別の堆積活動により構造に相違が生じたとみられている。また中央アラビア弧とルブアルハリ盆の影響も強く認められる。これらの影響により堆積物は緩くアラビア湾に何って傾斜し、これに伴い層厚も増大しまた沈降の度合いも大きくなる。

2.3.4. 土壌及び植生

(1) 土 壌

土壌分類は、採用されるシステムにより異なる。ア首連全土を網羅した詳細な土壌分類図は、未だ作成されていない。

a) FAOの土壌分類

“World Soil Resources” [FAO, 1991] によれば、ア首連の土壌は以下の5つの主な土壌群に分類される。

- Calcisols、Combisols、Luvisols(CI)：主に乾燥地帯及び半乾燥地帯の石灰分の集積した土壌、
- Leptosols(LP)：砂漠と山岳地域に見られる岩石露頭部上の薄い土壌
- ソロンチャク、ソロネッツ(Se)：塩性土壌とナトリウム質土壌
- Arensols(AR)：植生により新しく固定された漂砂を主体とする砂質土壌
- 移動中の砂丘

b) “Atlas of the UAE”の土壌分類

ア首連大学は、米国農業省土壌保全局(USDA)の分類法による全国土壌群域図を作成した(“Atlas of the UAE” [ア首連大学(1993)] に収録)。それはLANDSAT-5のイ

メージ、地質学的及び地形学的地図と国内で実施された土壤調査結果等の資料を参考にして解析作成されたものである。これによると、ア首連は、エンチソル・インセプチソル・アリチソルの3つの土壤群域に分類される。

(2) 植 生

ア首連全体の完全な植生調査はまだ実施されていない。従って、植生パターンが不安定な降雨により急激に変化することからも、植生地域を定義するのが難しく、境界は不明確である。

西部砂丘平原の植生は、移動砂丘の漂砂により砂の中に埋没されても生存する *Cyperus congromeratus* (カヤツリクサ科の植物) と *Calligonum comosum* などの灌木以外、ほとんどいかなる植生も生育しない。また、西部の湾岸地域とサバハでは、塩生植物を主とした僅かの植生しか生育しない。

中央砂漠地域では、植生被覆は降雨量の増加に従って、北東に向かって増加する。木々はより一般的となり、湿潤時代の生き残りであるアカシアがアシャシュエブとアルヒヤールの間の地域及びジュベルアリの内陸に生育する。肥沃な沖積層の平野では、高密度の植生を保持する。砂土、シルト及び高い地下水面をもったジリ平原では特に良く覆われている。ダイード・マダム及びアラインにかけての浸透性平野では、礫層下の石灰質層の影響を受ける。

降雨量の多い北部首長国は、植生被覆は高密度でより多くの植物種が分布している。山間部の夏の降雨は *Tribulus* (ハマビシ科の植物) のような多くの種の発芽のために重要である。一般に、ア首連の土壤における生物の活動は低調であるが、山岳土壤は豊かである。

2.4. 農業及び灌漑

2.4.1. 農 業

ア首連の農業は 2000 年以上の歴史を有している。これは、伝統的に幾つかのオアシス栽培と放牧にもとづく農業である。45°Cを超える夏期の気温と、国のほとんどが 150mm 以下という年間降雨量の厳しい気象条件は、この国の農業開発を困難なものにしている。

ア首連の現在の農業政策は、野菜と果樹生産の自給自足を目指していると見られる。生産の経済的効果をあげる方法の研究が続けられているが、ア首連の気候と土壤条件は、現在、穀物と畜産の大規模な経済的生産を不可能にしている。ア首連の農地面積は、1978 年における 13,000ha から、1994 年には 72,374ha に拡大し、農場数は 1973 年の 5,000 から、1994 年には 21,194 となった。

2.4.2. 農業行政

(1) 連邦政府農漁省

農漁省は、連邦政府の農業、畜産、漁業及び水資源分野の行政と調整の責任を負っている。その機構図を図 2.4.1. に示す。ほとんどの首長国は独自の農業漁業局を持つ。

(2) 地域農業局

行政目的から、農漁省はア首連をアブダビ、中央、東部及び北部の4つの農業地域に分割し、アブダビを除いて地域農業局を設置している。それぞれの地域は以下の普及区をカバーする。

地域農業局	普及区
アブダビ	リワ、ビーダサイード、ギアテイ
中央	ダイード、ミレイハ、アウイ、ハッタ、ファラジムアラ、マスフト、ムネエイ
北部	ハムラニア、カット、シャメル、チグダガ、シャアム、アーセン
東部	フジャイラ、カルバ、モルビ、コールファッカン、ダドナ、チッパ、マサフィ

アブダビ首長国の農業及び畜産行政は同首長国政府の農業畜産局が行っている。他の首長国では、農業畜産及び漁業行政は農漁省の直接管轄下にある。

(3) 農業政策と年間予算

連邦政府の農業政策基本方針としては、前述のように長期基本計画が存在しないため明確でないが、1981-1985年の5ヶ年計画における近代的節水灌漑方法の普及をし、ハウス農業で野菜の生産に重点を置く基本方針は、現在も変わっていない。農漁省の年間予算は、1994年度では、Dh.118百万であり、人件費が全体の70%を占める。1993年以降事業実施予算は、減少している。

2.4.3. 農地及び農場

(1) 農地面積

1993/94年のア首連の農地面積は72,374 haである、このうち66,682 ha (92%)が耕作地であり、5,692 ha (8%)が非耕作地である。耕作地のうち11,096 ha (17%)は焼畑農耕地、173 ha (0.3%)はグリーンハウス、22,584 ha (34%)は作物及び野菜栽培畑、32,829 ha (49%)は果樹栽培畑である。非耕作地のうち4,031 ha (71%)は荒廃地であり、1,661 ha (29%)は建築物用地である。1農場当たりのグリーンハウス用地は、アブダビ農業地域と北部地域農業局管内のものが他地域に比べて大きい(図2.4.2.)。

(2) 農場数

ア首連には1994年で21,194の農場があり、このうち7,612農場(36%)がアブダビ地域農業局管内に、5,124農場(24%)が中央地域農業局管内に、2,957農場(14%)が北部地域農業局管内に、5,501農場(26%)が東部地域農業局管内にある。過去8年間に農場数、農地及び耕作面積は、それぞれ19%、77%、133%と急速に増加した(図2.4.3)。1農場当たりの平均耕作面積は3.15 haで、アブダビ農業地域管内では4.98 ha、中央地域農業局管内では2.76 ha、北部地域農業局管内では3.04 ha、東部地域農業局管内では1.02 haである(図2.4.4)。

2.4.4. 農業生産

(1) 作付け面積と収量

果樹はア首連の農業における最も重要な作物であり、1993/94年において全農耕地の60%と農業生産額の39%を占め、次いで野菜(全農耕地の24%、農業生産額の35%)、畑作物(全農耕地の14%、農業生産額の25%)の順に重要である(図2.4.5.)。主要果樹はデーツ(ナツメヤシ)で、全農耕地の53%と農業生産額の34%を占め、柑橘類、マンゴーがこれに次ぐ。

主要な野菜はトマト、キャベツ、ナス、フダンソウ、モロヘイヤ(Jews mallow)、セイヨウカボチャ(Squash)、キュウリ、メロン、カリフラワー、タマネギ等である。主要な畑作物はアルファルファとローデスグラス等の飼料作物で、農業生産額のそれぞれ第3位(16%)と第4位(9%)を占める(表2.4.1.)。

アブダビ地域は野菜と果樹の最大の生産地域で、ア首連における1993/94年の生産量のそれぞれ81%と38%を生産する(図2.4.5.)。一方、中央地域は畑作物の最大の生産地域で、面積で全国の38%、生産量で54%を占める。主要畑作物はアルファルファと青刈り飼料作物である。同地域は果樹の生産量でも全国第2位(26%)、野菜は第3位(7%)である(図2.4.5.)。北部地域は野菜生産量が全国第2位(11%)で、畑作物は第3位を占めるが、果樹の生産は全国最下位である。東部地域は果樹生産が全国第3位であるが、耕地が限られるため、野菜と畑作物は最下位である。

図2.4.6.によれば、最近8か年間にモロヘイヤ、キャベツ、トマト、ナスの栽培面積は、それぞれ364%、341%、307%、216%と著しく増加する一方、スイカ、カウビー、オクラの栽培面積は、逆にそれぞれ22%、34%、48%に減少した。

(2) 栽培法

農漁省は作物栽培指導書でア首連における栽培作物を推薦している。これらの指導書には作付け時期(播種期、移植期、収穫期)、奨励品種、栽植密度、増殖及び灌漑方法(果樹のみ)、期待収量が述べられている。

(3) 作物生産費

1993年のア首連における全作物の生産費は Dh. 468 百万で、その内訳は燃料費が 31.5%、有機質肥料費が 28.2%、化学肥料費が 11.7%、農薬費は 5.5%、種子代が 4.5% である。労働費が計上されていないがその理由は明らかでない。同年の全作物の粗生産額は Dh. 1,885 百万であるので、これより粗生産額に占める生産費は 20%となる。

2.4.5. 畜産

山羊はア首連における最も一般的な家畜で、1993年における全家畜頭数の 64%を占め、次いで羊 (25%)、牛 (5%)、らくだ (5%) の順に多い (図 2.4.7.)。

中央地域農業局管内では、全国の全家畜飼育頭数の 57%を飼育している。すなわち、山羊は 53%を、羊は 32%を、牛とらくだはそれぞれ 7%を飼育している。

食肉生産はらくだが最も多く、全家畜肉生産量の 53%を生産し、次いで山羊 (24%)、牛 (13%)、羊 (11%) の順に多い (図 2.4.8.)。

ミルクの生産は牛が全生産量の 47%を占め第 1 位で、次いで、らくだ (24%)、山羊 (22%)、羊 (7%) の順となる (図 2.4.9.)。

過去 15 年間に家畜衛生センターで取り扱われた家畜処置頭数から、近年、家畜の飼育頭数、特に牛と羊の飼育頭数の大きな増加が推測される。鶏は 1993 年に、全国の 19 農場で 18,696 トンが生産された。1987~1993 年の 6 か年間に、全国の鶏飼育農場数は約 4 倍に、生産量は約 25 倍に増加した (図 2.4.10.)。

2.4.6. 農業インプット

過去 4 年間の配布量の推移をみると、農薬では減少傾向が、化学肥料は増加傾向がみられる。種子、苗木については変化はみられない。1993 年における配布量は、ha 当たり種子が 1.8 kg、粉剤農薬が 1 kg、液剤農薬が 1.7 リットル、化学肥料が 573 kg、有機質肥料が 77kg、果樹苗木が 2.4 bag (本)、野菜苗が 6,204 bag (本) と推定される。

普及職員数は全国で 52,615 名で、普及員一人当たりの担当農家数は平均 629 農家、年間訪問農家数は平均で全農家の 52 %である。普及員一人当たりの平均農家訪問回数は 373 回である。

主要な普及課題は果樹生産と土壌・灌漑・施肥問題で、病虫害防除と野菜・畑作物生産がこれに次ぐ。

2.4.7. 灌 漑

(1) 灌漑及び水源

高い蒸発量と少ない降水量の乾燥した気象条件のもとで行われるア首連の農業は、灌漑に依存せざるを得ない。主な灌漑水源は、地下水であるが、伝統的な地下水取水施設であるファラージ（集水用地下水路）はほとんど枯渇し放棄されている。

1993年のア首連には、枯渇もしくは取水量の低下が著しい井戸が3,887、農業に支障なく使える生産井戸が28,489存在する。アブダビ地域で生産量の少ない井戸の割合が最も高く、北部ならびに東部の農業局管内で最も少ない。

(2) 伝統的灌漑法

ア首連の伝統的な灌漑は畝間法及び水盤法の2つの方法で行われてきた。

畝間灌漑法は、給水路と平行に配置される畝と畝間からなる。畝間は3～5 mの間隔で土手で仕切られる。この畝間の3列に4分の3の水深で通水される。この灌漑法は、トマト、スイカ、スカッシュ、タマネギ、ベツパー、キャベツ、カリフラワー及びキュウりに適用される。

水盤灌漑法は、水盤と土手とで構成され土手の中の水盤に灌漑水が注入され、水盤面から土中に浸透する。灌漑水は主水路から小土水路を経て水盤に送水される。水盤は、6から10m²程度の広さであり、タマネギ、ベツパー、アルファルファ、柑橘類、果樹に適用される。

(3) 近代的灌漑法

農漁省は、大量の灌漑水を必要とする伝統的灌漑法に比べ近代的灌漑法が優位であることを十分認識しており、ハムラニア試験場での実験結果から、点滴灌漑は、伝統的な土水路により導水される畝間灌漑に対して82%、導水路をライニングした畝間灌漑法に比べて45%の節水効果があり、かつ75%～88%の労働力削減が図られる事を確認している。現在農漁省では、近代的節水灌漑法の導入による農業の近代化を普及すべく努力している。1990年に近代的灌漑法の導入計画が始められ、1993年にはア首連の全耕作面積66,682 haのうち、40,453 ha（全耕作面積の60%以上）に近代的灌漑法が導入されている。近代的灌漑法としては、点滴灌漑法が最も一般的で71%を占め、スプリンクラーとバブラー法は、各々23%、6%を占める。

表 2.2.1. 経済指数の推移、1990-1994 年

(Unit : Dh.X10⁶ at current prices)

Economic Variables	Years					Growth Rates			
	1990	1991	1992	1993	1994	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94
- Population (X10 ⁷)	1,844	1,909	2,011	2,083	2,230	3%	5%	4%	7%
- Workers (X10 ⁵)	694	738	799	856	907	6%	8%	7%	6%
- Gross Domestic Product	125,266	126,264	131,676	130,972	134,813	1%	4%	-1%	3%
- National Income	105,984	105,660	108,329	105,734	129,663	0%	3%	-2%	23%
- Disposable Income	98,822	88,079	105,974	102,784	108,343	-11%	20%	-3%	5%
- National Saving	31,985	15,572	25,261	15,441	9,450	-51%	62%	-39%	-39%
- Final Consumption Expenditure	66,837	72,507	80,713	87,343	95,793	8%	11%	8%	10%
a) Government Final Consumption	20,120	21,131	22,792	23,550	24,520	5%	8%	3%	4%
b) Private Final Consumption	46,717	51,376	57,921	63,793	71,273	10%	13%	10%	12%
- Gross Fixed Capital Formation (GFCF)	24,064	25,790	29,802	33,219	33,760	7%	16%	11%	2%
a) GFCF Government Sector	5,139	6,378	9,511	12,631	12,700	24%	49%	33%	1%
b) GFCF Private Sector	18,925	19,412	20,291	20,588	21,060	3%	5%	1%	2%
- Total Imports	42,510	51,104	64,328	72,495	80,400	20%	26%	13%	11%
- Total Exports	79,678	81,806	88,940	86,267	89,050	3%	9%	-3%	3%
- Surplus of Merchandise Trade	37,168	30,702	24,612	13,772	8,650	-17%	-20%	-44%	-37%
- Imports (Excluding Re-exports)	29,760	25,773	43,328	48,572	52,400	-13%	68%	12%	8%
- Current Surplus of Payments Balance	22,926	6,021	12,980	762	-4,690	-74%	116%	-94%	-715%
- Wages and Salaries	28,019	29,883	31,907	34,183	35,258	7%	7%	7%	3%
- General Consumer Price Index Numbers (1985=100)	109.4	115.4	123.6	127.8	135.0	6.0	8.2	4.2	7.2

Source : 1990-1993 : National Accounts for U.A.E. 1988-1993, Ministry of Planning
1994 : Annual Economic Report 1994, Ministry of Planning

表 2.2.2. 国民一人当たりの経済指標の推移、1990-1994 年

(Unit : Dh.X10³ at current prices)

ECONOMIC VARIABLES	Year					Growth Rates			
	1990	1991	1992	1993	1994	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94
- Gross Domestic Product	67.9	66.1	65.5	62.9	60.5	-2.7%	-0.9%	-4.0%	-3.8%
- National Income	57.5	55.4	53.9	50.7	48.6	-3.7%	-2.7%	-5.9%	-4.1%
- Disposable Income	53.6	46.1	52.7	49.3	47.2	-14.0%	14.3%	-6.5%	-4.3%
- Final Consumption Expenditure	36.2	38.0	40.1	41.9	43.0	5.0%	5.5%	4.5%	2.6%
a) Government Final Consumption	10.9	11.1	11.3	11.3	11.0	1.8%	1.8%	0.0%	-2.7%
b) Private Final Consumption	25.3	26.9	28.8	30.6	32.0	6.3%	7.1%	6.3%	4.6%
- National Saving	17.4	8.1	12.6	7.4	4.2	-53.4%	55.6%	-41.3%	-43.2%
- Gross Fixed Capital Formation (GFCF)	13.1	13.5	14.8	16.0	15.1	3.1%	9.6%	8.1%	-5.6%
a) GFCF Government Sector	2.8	3.3	4.7	6.1	5.7	17.9%	42.4%	29.8%	-6.6%
b) GFCF Private Sector	10.3	10.2	10.1	9.9	9.4	-1.0%	-1.0%	-2.0%	-5.1%
- Total Imports (Excluding Re-exports)	16.1	18.7	21.5	23.3	23.5	16.1%	15.0%	8.4%	0.9%
- Total Exports	43.2	42.9	44.2	41.4	40.0	-0.7%	3.0%	-6.3%	-3.4%
- General Average of Wages	35.0	34.8	34.7	35.0	34.7	-0.6%	-0.3%	0.9%	-0.9%
- General Average of Labour Productivity	84.2	84.4	84.5	84.9	85.7	0.2%	0.1%	0.5%	0.9%

Source : 1990-1993 : National Accounts for U.A.E. 1988-1993, Ministry of Planning
1994 : Annual Economic Report 1994, Ministry of Planning

表 2.2.3. 連邦政府の歳入と歳出

(Unit : Dh.X10⁶ at current prices)

Items	Year			Growth Rate	
	1991	1992	1993	1991/92	1992/93
Crude Oil Revenues	38,919	36,507	31,314	-6%	-14%
Other Revenues	8,886	10,895	7,856	23%	-28%
Total Public Revenues	47,805	47,402	39,170	-1%	-17%
Total Public Expenditure	56,509	45,735	45,206	-19%	-1%
Final Surplus or Deficit	-8,704	1,667	-6,036		

Source : Annual Economic Report 1994, Ministry of Planning

表 2.4.1. 作物別作付け面積、収量および生産額、1993/94 年

Crop	Area Cultivated (ha)	Yield (ton/ha)	Production (ton)	Average Unit Price (Dh./ton)	Value (Dh. X 10 ³)	Value/ha (Dh.)	Share in Total(%)	
							Area	Value
I. VEGETABLES								
Tomato	4,131	58.77	242,753	1,650	400,542	96,962	7.58	16.58
Eggplant	1,061	63.30	67,147	1,100	73,862	69,635	1.95	3.06
Okra	133	16.22	2,149	3,100	6,662	50,279	0.24	0.28
Bean	70	11.02	766	3,751	2,873	41,338	0.13	0.12
Cowpea	67	12.31	820	2,800	2,296	34,474	0.12	0.10
Jews mallow	540	34.85	18,804	1,700	31,967	59,253	0.99	1.32
Chard	315	91.05	28,652	750	21,489	68,284	0.58	0.89
Squash	770	21.81	16,787	1,700	28,538	37,082	1.41	1.18
Cucumber	198	66.77	13,193	3,350	44,197	223,669	0.36	1.83
Cabbage	2,068	51.59	106,708	1,100	117,379	56,749	3.79	4.86
Cauliflower	387	23.28	9,002	1,350	12,153	31,427	0.71	0.50
Potato	174	20.33	3,545	2,150	7,622	43,704	0.32	0.32
Onion	636	12.55	7,976	1,150	9,172	14,430	1.17	0.38
Watermelon	236	17.18	4,058	1,400	5,681	24,052	0.43	0.24
Sweet melon	647	16.14	10,437	2,100	21,918	33,903	1.19	0.91
Lettuce	147	36.01	5,294	1,500	7,941	54,020	0.27	0.33
Radish	119	28.53	3,381	600	2,029	17,122	0.22	0.08
Parsley	152	12.45	1,892	1,500	2,838	18,671	0.28	0.12
Carrot	105	23.19	2,426	1,400	3,396	32,467	0.19	0.14
Pepper	325	19.22	6,242	1,975	12,328	37,967	0.60	0.51
Others	825	23.03	19,005	2,000	38,010	46,067	1.51	1.57
Subtotal	13,101	43.59	571,037	1,494	852,893	65,100	24.03	35.30
II. FRUIT TREES								
Dates	28,860	8.18	236,135	3,500	826,473	28,638	52.94	34.20
Lime	934	20.85	19,485	2,500	48,713	52,133	1.71	2.02
Lemon (Adalia)	48	13.86	664	2,200	1,461	30,501	0.09	0.06
Grapefruit	39	30.30	1,194	2,200	2,627	66,675	0.07	0.11
Other Citrus	374	13.05	4,884	2,500	12,210	32,630	0.69	0.51
Guava	183	9.18	1,681	3,050	5,127	28,001	0.34	0.21
Mango	583	15.15	8,829	4,700	41,496	71,226	1.07	1.72
Indian Almond	38	7.65	289	799	231	6,111	0.07	0.01
Pomegrate	43	10.86	466	3,800	1,771	41,282	0.08	0.07
Fig	97	5.01	486	1,650	802	8,260	0.18	0.03
Grapes	24	2.64	64	4,000	256	10,579	0.04	0.01
Banana	17	8.26	138	2,297	317	18,982	0.03	0.01
Other	1,589	1.43	2,270	2,500	5,675	3,571	2.91	0.23
Subtotal	32,829	8.43	276,585	3,424	947,159	28,851	60.22	39.20
III. FIELD CROPS								
Alfalfa	3,527	80.03	282,240	1,400	395,136	112,038	6.47	16.35
Green Fodder	4,281	45.19	193,462	1,100	212,808	49,712	7.85	8.81
Tobacco	61	9.74	592	1,801	1,066	17,533	0.11	0.04
Wheat	567	1.86	1,052	1,000	1,052	1,857	1.04	0.04
Other	147	42.16	6,177	1,000	6,177	42,164	0.27	0.26
Subtotal	8,582	56.34	483,523	1,274	616,239	71,810	15.74	25.50
Total	54,512	24.42	1,331,145	6,193	2,416,291	44,326	100.00	100.00

Source : Ministry of Agriculture and Fisheries

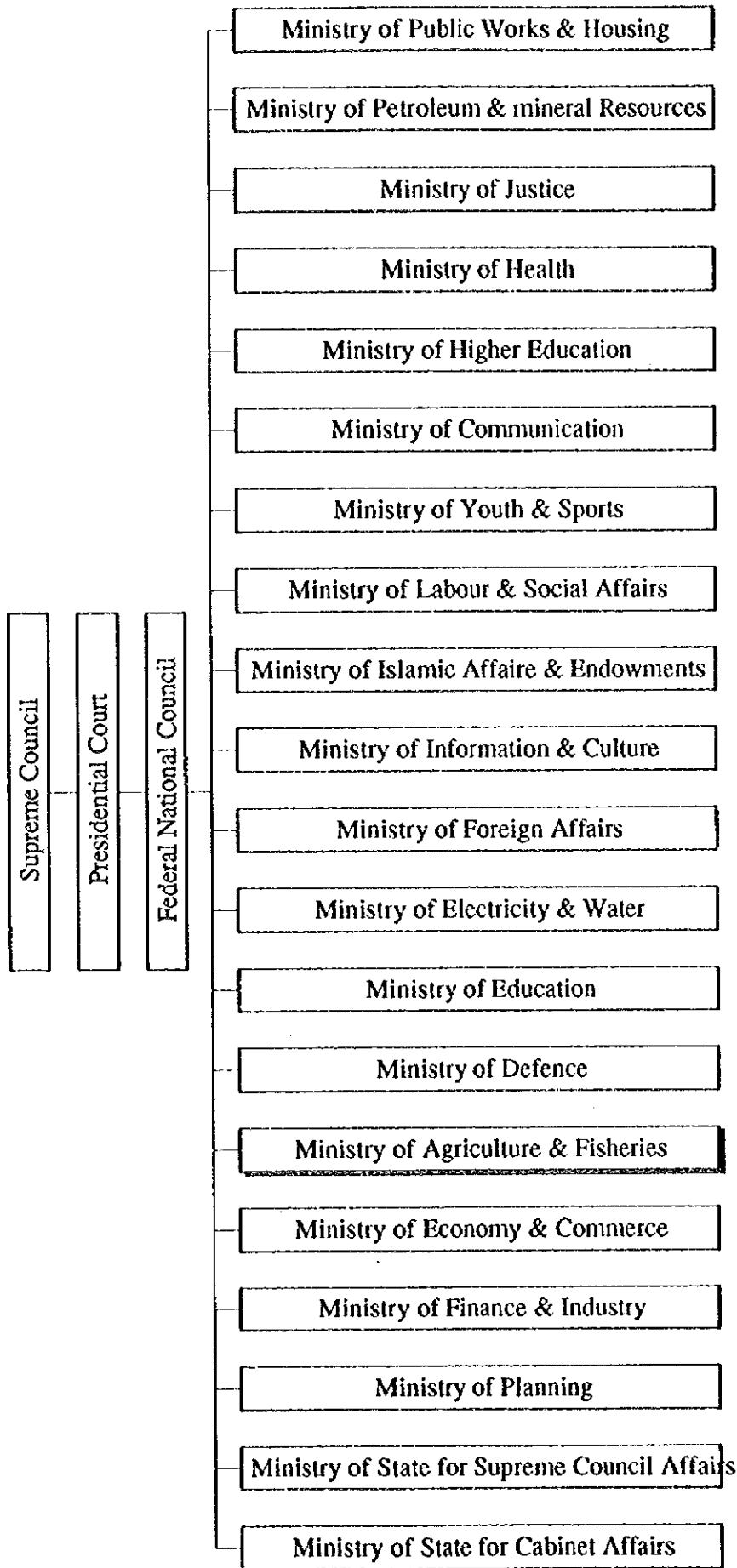


图 2.1.1. 了首連連邦政府機構图

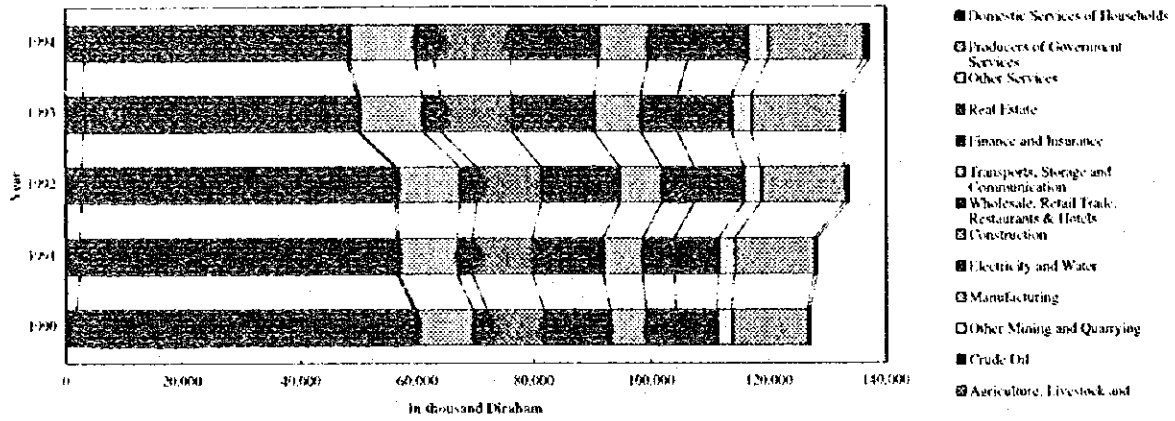


図 2.2.1. 産業別国内総生産の推移、1990-1994 年

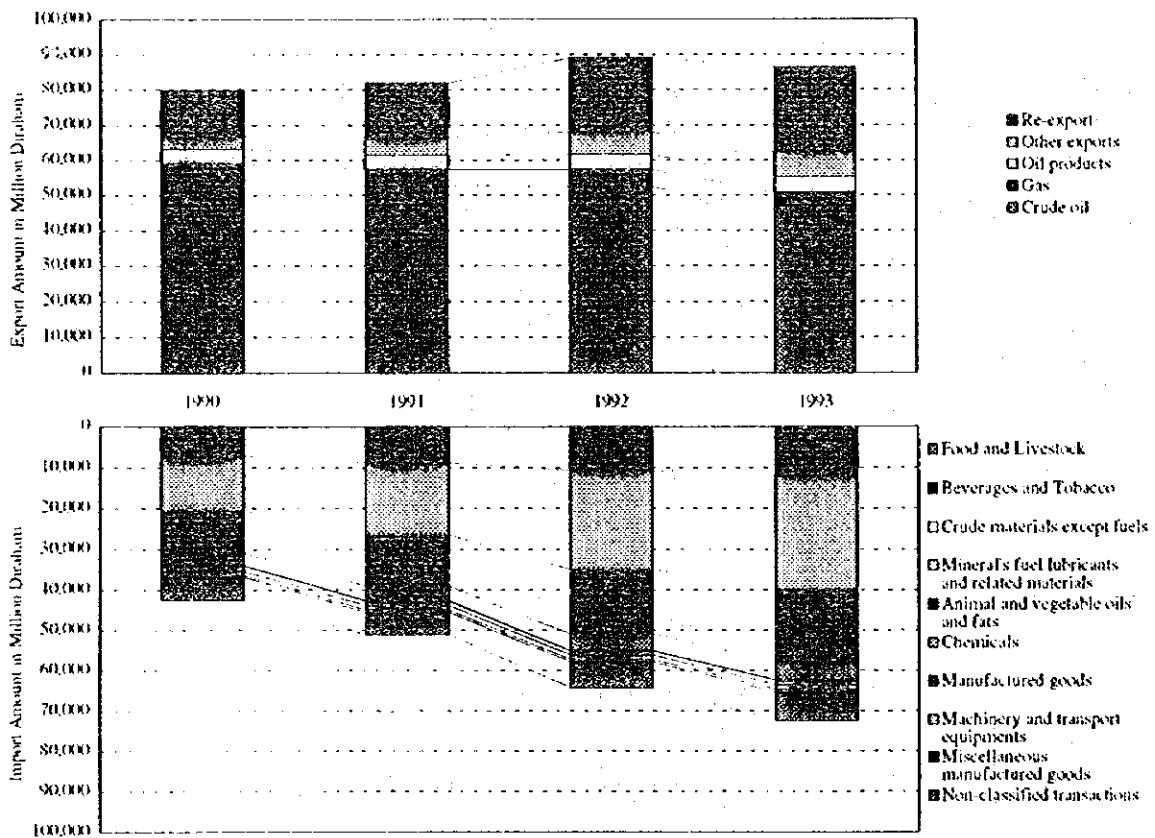


図 2.2.2. 貿易収支の推移、1990-1993 年

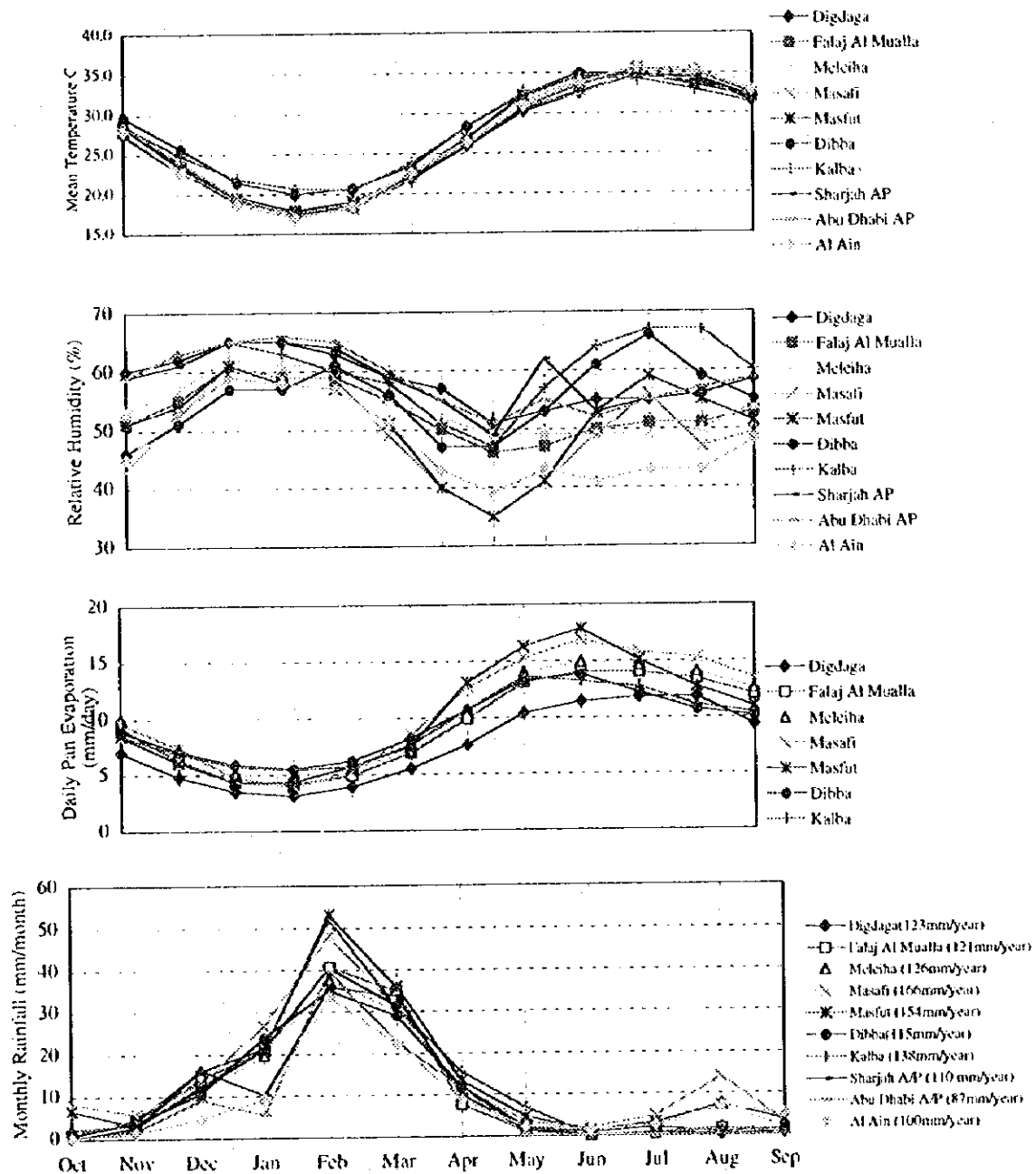
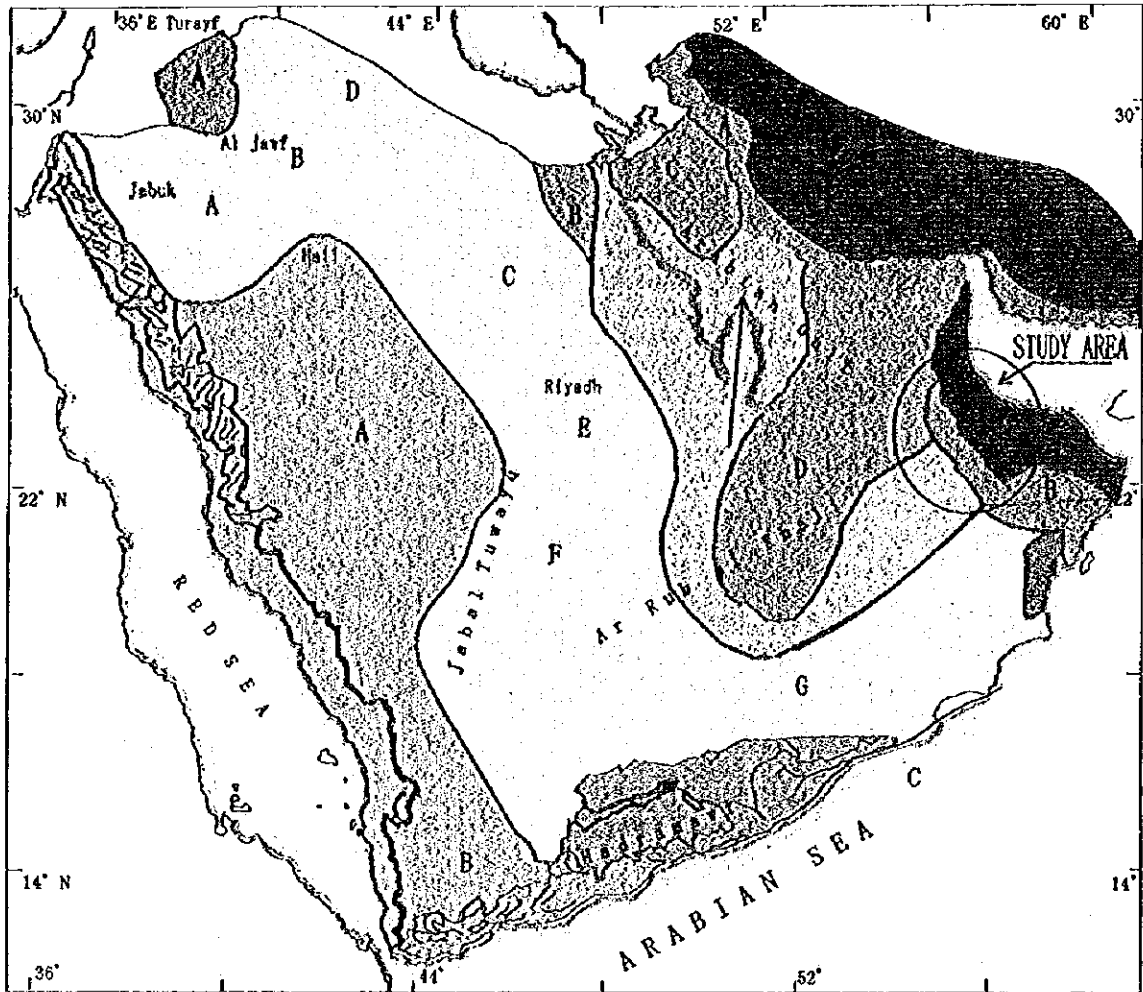


図 2.3.1. ア首連の月平均気象



STABLE REGION

MOBILE BELT

ARABIAN SHIELD

Western Arabian Shield
Yemen-Aden Plateau
Southern Arabian Shield



ARABIAN CONTINENTAL SHELF

INTERIOR HOMOCLINE

Tabuk Segment
Hail Arch
Northern Tuwayq Segment
Widyan Basin Margin
Central Arabian Arch
Southern Tuwayq Segment
Hadramawt Segment



BASINS

Sirhan-Turayf Basin
Dibdibba Basin
Northern Arabian Gulf Basin
Rub al Khali Basin



MOUNTAINS

Zagros Mountain
Oman Mountains



FORELANDS

Zagros Mountains Foreland
Oman Mountains Foreland



HUOF-HAUSHI SWELL



QATAR ARCH

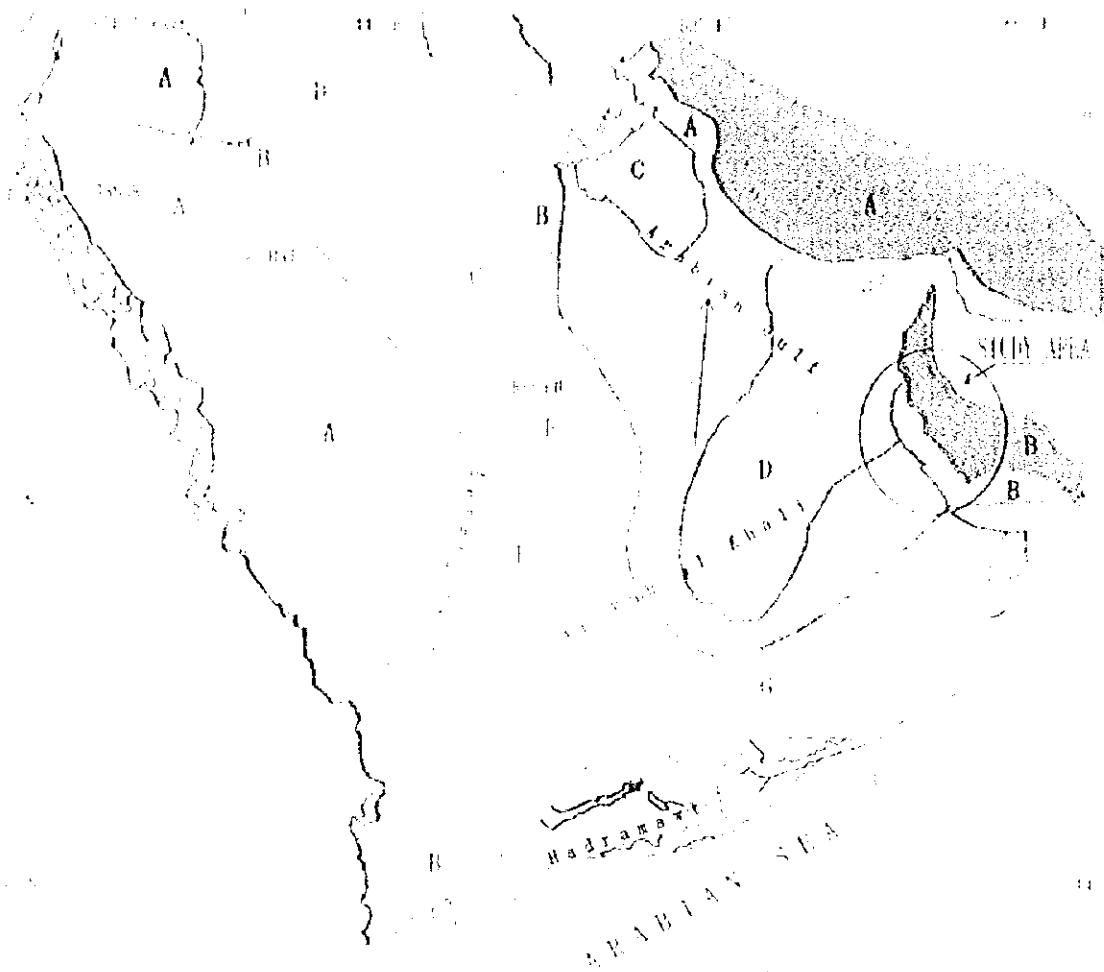


INTERIOR PLATFORM



図 2.3.2. アラビア半島の地質構造図

GEO-ARCHITECTURE



STABLE REGION

ARABIAN SHIELD

- Western Arabian Shield A
- Eastern Arabian Shield B
- Southern Arabian Shield C

ARABIAN CONTINENTAL SHELF

- INTERIOR TROUGHLINE
- Talof Segment
- Hadramawt Arch
- Northern Tawaya Segment
- Kolban Basin Range
- Central Arabian Arch
- Southern Tawaya Segment
- Hadramawt Segment

BASINS

- Eastern Turayf Basin A
- Uba Uba Basin B
- Northern Arabian Gulf Basin C
- Uba al Khayr Basin D

MOBILE BELT

MOUNTAINS

- Zagros Mountains A
- Qnan Mountains B

FORELANDS

- Zagros Mountains Foreland A
- Qnan Mountains Foreland B

HUDF-HAUSHI SWELL

QATAR ARCH

INTERIOR PLATFORM

Figure 2. Geotectonic map of Arabia.

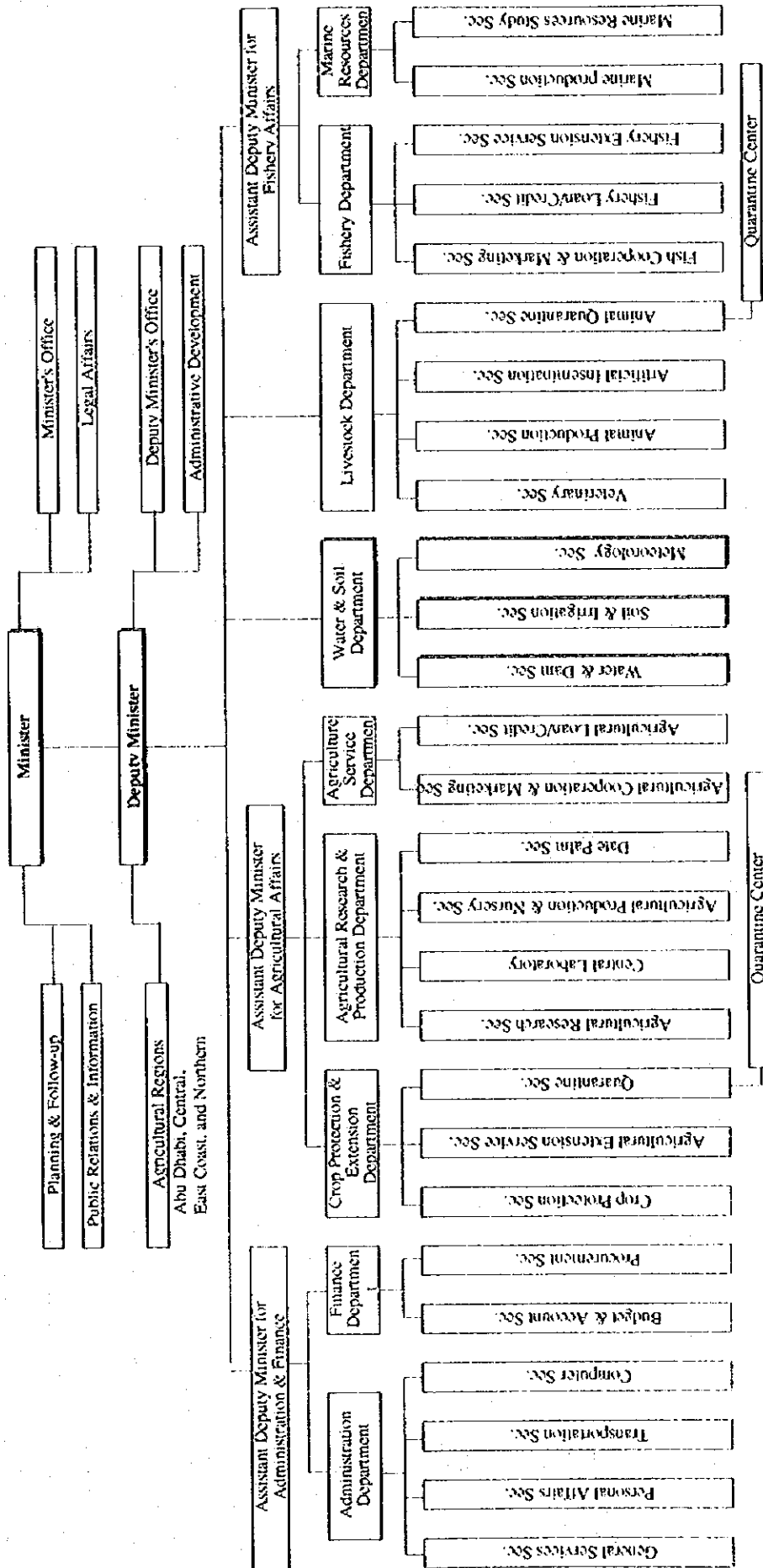


图 2.4.1. 聯邦政府農漁省機構圖

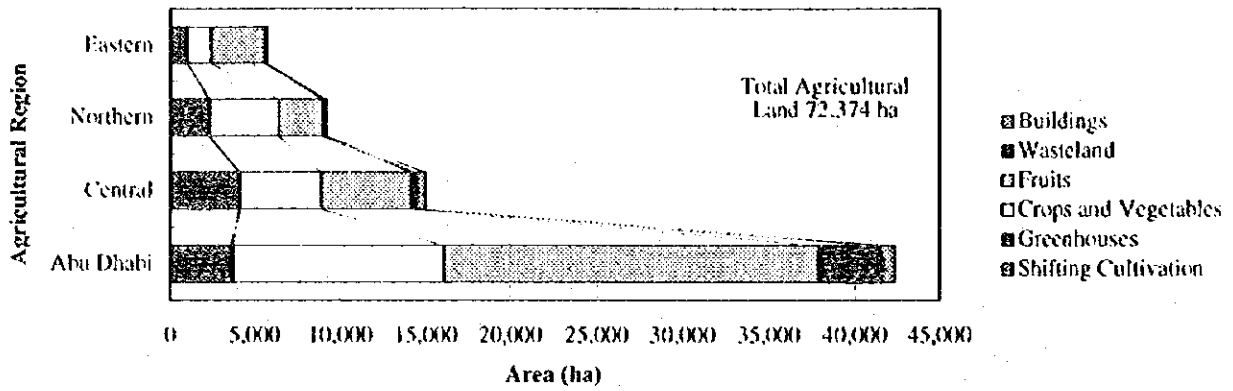


図 2.4.2. 地域農業局別農用地土地利用、1993 年

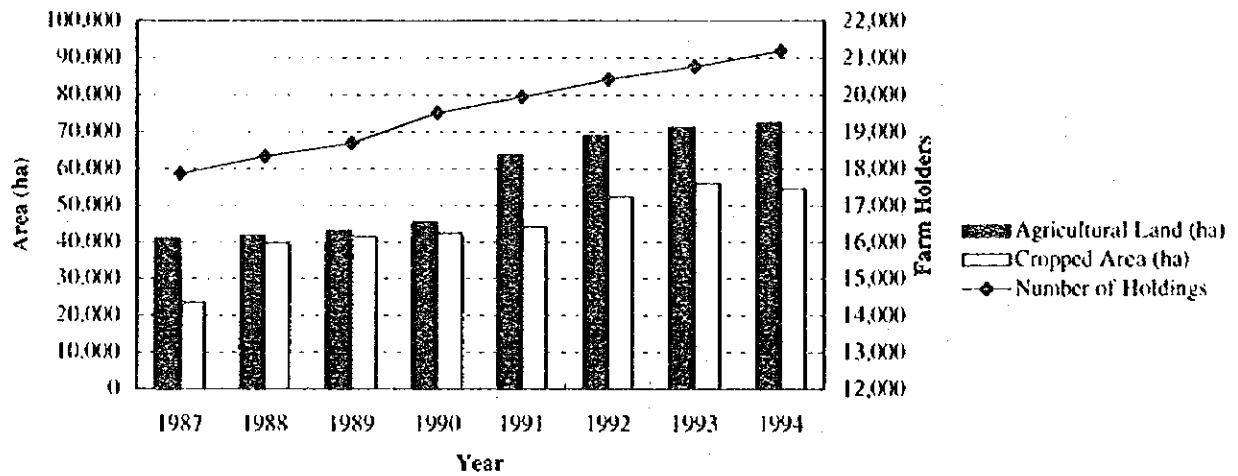


図 2.4.3. 農家戸数、農地面積および作付け面積の推移、1987-1994 年

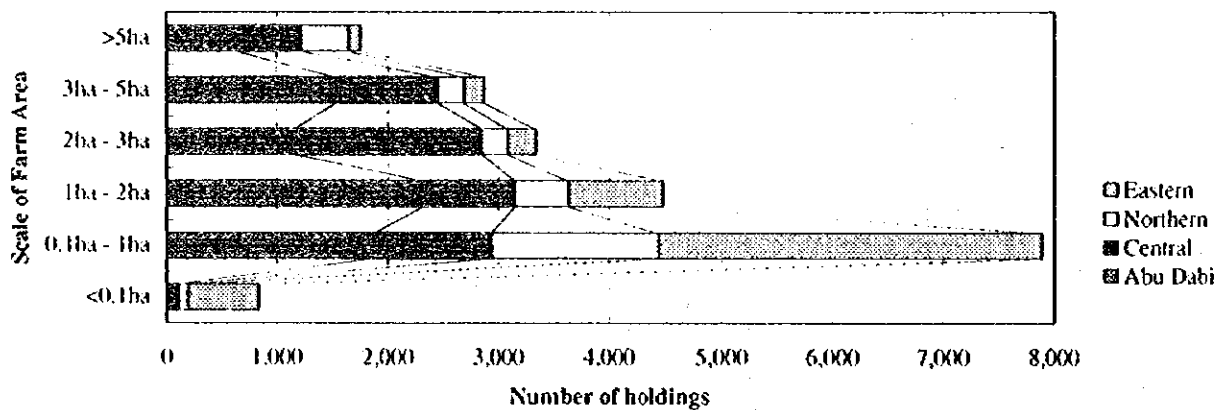


図 2.4.4. 地域農業局別農家規模、1993/94 年度

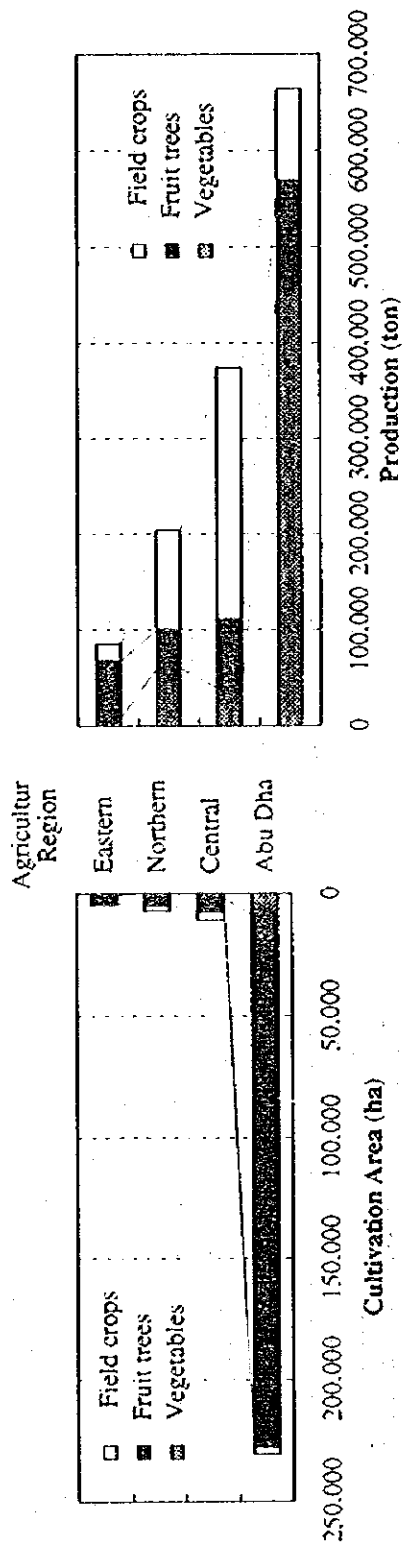


図 2.4.5. 地域農業局別作付け面積と生産量、1993/94 年度

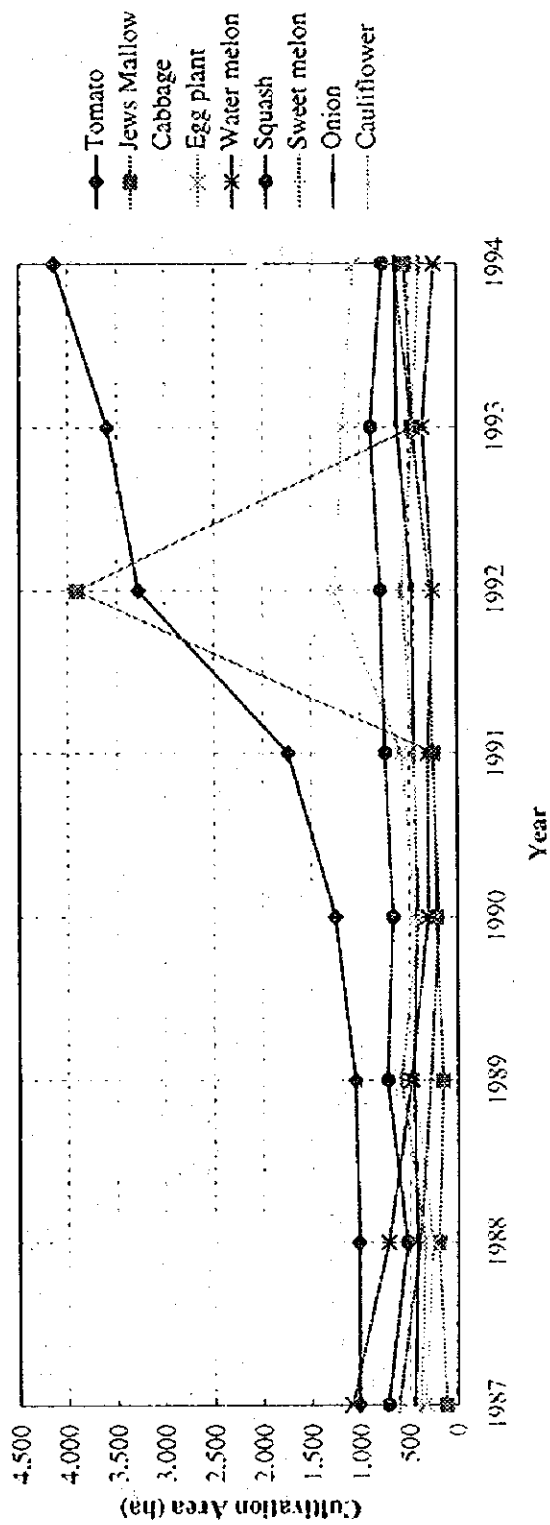


図 2.4.6. 主要野菜の作付け面積の推移、1987-1994 年

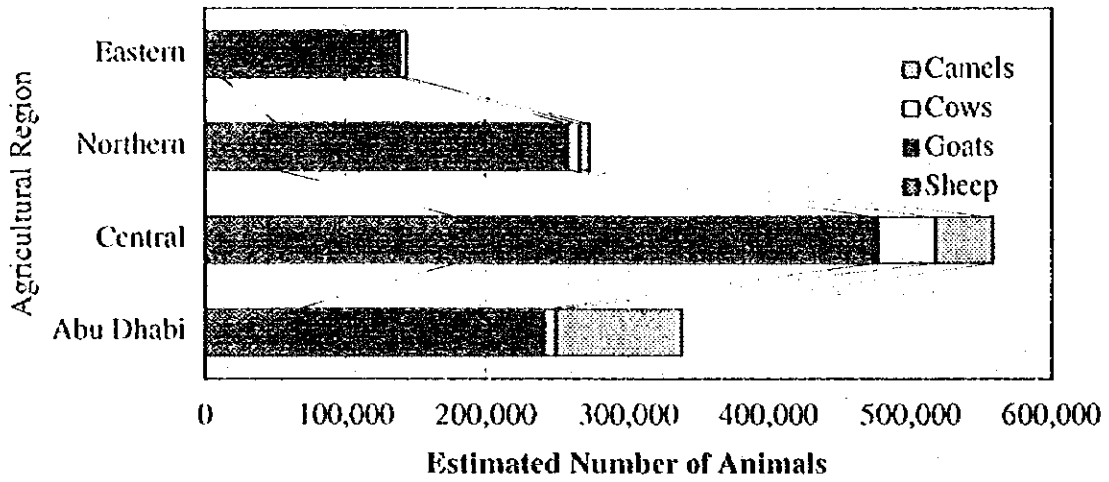


図 2.4.7. 地域農業局別家畜頭数推定値、1993 年

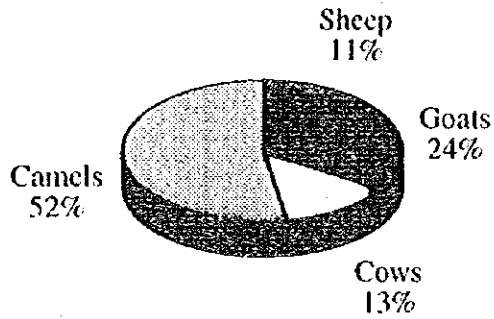


図 2.4.8. 肉生産の家畜別割合、1993 年

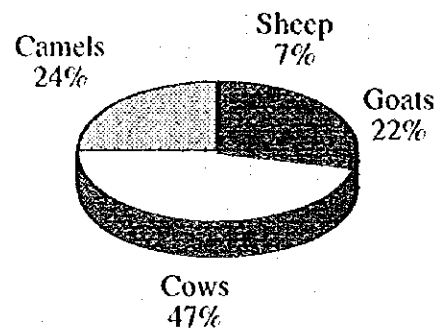


図 2.4.9. ミルクの生産の家畜別割合、1993 年

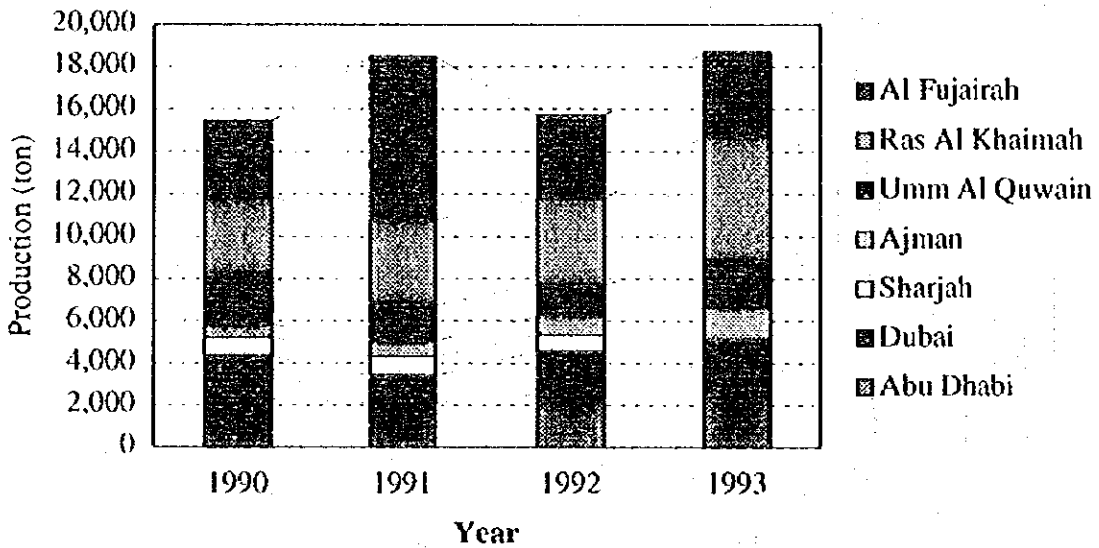


図 2.4.10. 鶏肉の首長国別生産量の推移、1990-1993 年