

いて、主にジョルダン電気公社（J E A）とジョルダン電力会社（J E P C O）によって運営されている。1985年時点で、J E Aはジョルダンの発電事業の80%以上のシェアをもち、一方、J E P C Oは配電事業の約50%のシェアをもった。

M3162 ジョルダンの発電所の総発電能力は1985年に 712MW（Appendix-(1) A表A-27参照）であり、そして配電高架線の延長は 1,318kmに達した。総発電量は1981年の 1,237GWhから1985年には 2,495GWh に達した。この間の年平均伸び率は19.2%であった（Appendix-(1) Aの表A-28参照）。

M3163 1985年の全発電量のうち、火力発電が全体の約90%のシェア占め、その量は 2,236GWhであった。これはフセイン火力発電所（H T P S）の 1,916GWh と各自家発電を持っている工場の 320GWh から成っている。残りの259GWhは255GWhのディーゼル発電と 4 GWh のガスタービンによるものであった。

M3164 ジョルダンの電気エネルギーの消費量は1981年 1,028GWh から1985年には 2,151GWh に上昇した。この間の年平均上昇率は20.3%であった（Appendix(1) A の表A-30参照）。特に、工業部門の消費が年平均26.8%の高い上昇率を示し、1985年には 903GWh に達した。同年の家庭消費量、 655GWh はジョルダン全人口の93%に相当する約 250万人、すなわち、40万 1,000世帯に供給された。大アンマン首都圏は、1985年に全国世帯数の63%に相当する25万世帯がJ E P C Oから給電された。

M3165 J E Aの電力需要予測によると、2000年の需要は1985年の消費量の3倍約 7,000GWh に達する。特に、商工業部門の需要は約5倍になるものと推測されている。

### M 3.1.7 輸送基盤

#### A. 道 路

M3171 ジョルダンの国内輸送は主に道路交通に依存している。1985年、ジョルダンは 2,500km の1級国道、 1,000kmの2級国道および 2,500kmの地方道を有していた。全長 6,000km のうち、 5,400km (90%) が舗装され、 600km (10%) が未舗装であった。1級、2級国道は1977年から1985年までの間、年間約3%の割合で増加した（Appendix-(1)A の

表A-31参照)。

M3172 1級国道のうち、国道15号線と30号線が調査地域内を縦貫している。15号線は北はシリア国境から南はサウジアラビアまで、中間にデザート、ハイウェイを含み全長432 kmである。30号線はイラク国境から、マフラク、ザルカ、アンマン、ナウルを經過してジョルダン川までの東西に走る幹線道路である。この2つの幹線道路の他に、調査地域内を幹線道路の一つであるキングス・ハイウェイが15号線と平行して走り、マダバからカラク、タフィラを経てマアン近くまで伸びている。その他、11、24、25、26、27および29号線の1級国道および数多くの2級国道がアンマン首都圏の輸送網を形成している。

M3173 ジョルダンの登録自動車数は1980年の13万 5,000台から1985年には23万 5,000台に増加した。この間の年平均伸び率は11.8%であった。1985年の乗用車数は14万 5,000台で、全登録車数の60%を占めた(Appendix-(I) Aの表A-32参照)。現在、ジョルダンの総自動車数の85%以上がアンマンとザルカ市に登録されている。各道路の交通量は、登録台数に比例して、近年急激に増加した。例えば、15号線中、アンマンとスウェイラ間の平均日交通量は1982年の1万 1,200台から1985年には18%増加して1万 3,600台に達した。また、30号線中、アンマン・ザルカ間では、1982年の7,100台から1985年には31%増加して1万 300台に達した。

## B. 鉄 道

M3174 ジョルダンの鉄道は1908年にはじめてシリアのダマスカスからサウジアラビアのメディナまでの間を、ヘイズジョルダン鉄道会社(HJR)によって建設された。しかし現在この鉄道は、施設の傷みが大きいことと営業不振により、アンマンとダマスカスの間のみが運転され、主に旅客の輸送に当てられている。最近の利用者は年間6万人以下である(Appendix-(I) Aの表A-33参照)。しかし一方、ハサの燐鉱石の運搬用として、1975年にハサとアカバ間にアカバ鉄道会社(ARC)によって鉄道が開設された。その後、この鉄道は1981年にアピアッドまで延伸された。ハサおよびアピアッドから鉄道輸送される燐鉱石の量は1981年の160万トンから1985年には260万トンに増加した。

M3175 現在、ジョルダンの鉄道はすべて狭軌(1,055mm)の単線である。施設が老朽化し

ているヘイズ鉄道の輸送量はジョルダンの陸上輸送量の1%未満である。ヘイズ鉄道の不振の回復は、施設・機器の改良強化がなされない限り、当分望めないであろう。しかし一方、アカバ鉄道は燐鉱石の増産に比例して輸送施設が一層強化されることになるであろう。

### C. 港 湾

M3176 ジョルダン唯一の港、アカバはアンマンの南 300kmに位置し、アラブ諸国間の輸送上の重要拠点となっている。アカバが近代的港として発展することを期待して、1952年にアカバ港湾公団 (APA) が設立された。その後、1954年に名称をアカバ港湾局 (APD) と変更した。貿易統計によると、アカバ港の貿易量はジョルダン全体の約40%のシェアを占めてきた。1985年のアカバ港における輸出入額は、それぞれ、1億 3,300万 J D (43%シェア) および4億 5,800万 J D (42%シェア) であった。アカバ港からの船積貨物量は1985年に 820万トンであった。これは1981年における 350万トンの 2.3倍に相当する。一方、アカバ港の荷揚げ貨物量は1985年には 640万トンに達した。これは1981年の 580万トンの 1.1倍に相当する (Appendix-(I) Aの表 A-34参照)。

M3177 取扱貨物量の増加に応じて、第2次5か年計画の期間 (1981-1985) を通じて、関係機関は次のプロジェクトを実行した：コンテナ埠頭の拡張 (延長 580m)、カリその他の化学肥料専用埠頭の建設、燐鉱石専用埠頭の船積能力の復旧と増強、20万㎡の駐車場の建設およびけん引船その他の資機材の購入等であった。第2次5か年計画に引続き、現在の第3次計画においても将来の取扱貨物量の増加に対応できるように、約 1,300万 J Dを投じて港湾施設を増強することが計画されている。

### D. 空 港

M3178 ジョルダンは現在旅客・貨物用としてクイーンアリア国際空港と国内線用のアカバ空港の2つの空港をもっている。クイーンアリア空港はアンマンの南29kmに位置し、1983年5月にアンマン国際空港から輸送業務を引き継いだ。この空港は、現在、年間 300万人の乗客に対応できるように設計されているが、2,000年に予想される 800万人の乗客に対応できるように施設の拡張が可能である。一方、輸送のサービス業務は、ロイヤル・ジョルダン航空 (アリア) によって行われており、1980年から1985年までの期間の乗客、貨物の輸送実績は次のとおりである。

種 別	1980	1981	1982	1983	1984	1985
旅客(1,000人)	1,112	1,443	1,666	1,582	1,347	1,290
貨物(1,000トン)	29	37	39	40	38	43

出所：統計局；1985年統計年鑑

M3179 旅客・貨物用の便数は1980年の1万 4,000便から1985年には、それより16%増加して1万 6,300便に達した。このうち、アリアが約60%を占めた。現在、アリアは航空機32機（ボーイング747 4機、トライスター 16機、ボーイング727 9機、ボーイング707 3機）を保有し、世界の30以上の都市と連絡している。

#### M 3.1.8 電気通信

M3181 ジョルダン電気通信会社（TCC）が国全体の電話通信業務を行っていて、国内用と海外用に2ヶ所の電話交換センターをもっている。前者は、アンマンと国内の48市町村との間を自動ダイヤルによるサービスを行っており、後者は、衛星通信網を通じて、世界57か国との間の国際通信を行っている。

M3182 ジョルダンの電話加入者数は1981年の7万 1千から1985年には14万 5千に増加した。この間の年平均伸び率は18.6%であった。1985年の大アンマン首都圏の電話加入者数は11万 4千であり、これは全国の加入者数の約80%に相当する（Appendix-(I) Aの表A-35参照）。

M3185 1981年から1985年の期間を通じて、ジョルダンの電話機は年平均15%の割合で増加し、1985年には 100人当り平均 5.5台に達した。アンマン県では同年に 7.2台であった（Appendix-(I) Aの表A-36参照）。第3次5ヶ年計画によると、1990年には電話機数は 100人当り全国で平均16.3台、アンマン県内では19.2台に増加することが予想されている。この数字は、家庭への普及率がジョルダン全体では 100%、アンマン県内では 115%に達することを意味する。第3次5か年計画期間中の電話機の追加設置予定台数は約22万台である。

## M3.2 現 況

### M 3.2.1 地形・地質

M3221 調査地域はアンマン州南部とカラク州北部にまたがる。又西側はジョルダン溪谷に沿う地溝帯の断層急崖により境界を接している。この急崖頂部の最大標高はマダバ東方で 800m、ディバン東方で 800m、カラク東部で 1,100m、マザール近辺で 1,250mである。急崖はヨルダン領土内では最大級のワジ・ムジブ溪谷により分断される。

死海の海水準の低下にともないこのムジブ水系の浸食は進んでいった。その結果、西部高地に分布する中世代の堆積岩層を深く切り込み今日に見られるムジブ大溪谷を形成するに到った。この水系の源頭は中央部高地にまでさかのぼることができる。ムジブ水系の南東部には面積30 Km<sup>2</sup>に及ぶカ・エル・フェフィラ低湿地が含まれる。調査地域は面積 6,600 Km<sup>2</sup>で不規則な形状をもつものの、東西方向70kmの南北方向 120kmの幅を有している。

M3212 調査地域の地質は、下部白亜紀の砂質堆積層と中～上部白亜紀の炭酸塩類岩層よりなる。クルヌブ層砂岩層は調査地域全域に連続して分布する基盤岩である。このクルヌブ層の上位にある堆積岩は主に炭酸塩類岩で石炭岩、泥灰岩、チャートよりなる。この調査の主要な対象が炭酸塩類岩にかかわるものなので、アジュールン層群およびバルカ層群の地質に焦点をあてている。これらの2つの層群は中～上部白亜系で単斜構造的に下位から順位A 1～A 7、B 1～B 3の各層が整合的にかさなりあっている。局部的には上部第三紀から洪積世にかけての湖成層の堆積があり、河成の礫層や湖成粘土がムジブ水系の南部の一部地域を覆っている。(Annex M3212-1, M3212-2 参照)

M3213 調査地域内の大部分の土壌は、堆積岩を直接の起源としている。高地砂漠を広範に覆う沖積土壌は中～細粒で比較的透水性と肥沃度は低い。これらの土壌は、“パプラルシッド” “カルシオシッド” “トリオルセント” “トリフルベント” と “クロモキセラーツ” の複合土壌群からなる。

M3214 調査地域内の大部分の植生は人間活動の影響を受けている。西部高地で年降雨量が 250mm以上のところでは小麦が一般的な作物であり、収穫は初夏までに行れる。若干の野菜類が地下水で灌漑されている。ムジブ川とワラ川下流部で基底流が認められる所では、

“きょうちくとう”が部分的に自生し独特の美しい景観を有する。流域北部の山地で標高 800m以上のところでは植樹計画が実行されている。キングス・ハイウェイとデザート・ハイウェイの両側に沿い、年降雨量が 300mmをこえる所では各々2～3列の植樹がなされ緑地帯をつくっている。高地砂漠は石質の土地で、ほんの部分的な砂漠生の草をのぞけばほとんど植生はない。

M3215 調査地域内には唯一の自然保護区である“ムジブ・ワイルドリザーバー”が、ムジブ川下流の標高 400～800mの位置に設定されている。その面積は 220 Km<sup>2</sup>であり目的は自然斜面を動植物とともに保護し保全することにある。

### M 3.2.2 気 候

M3221 調査地域は総じて地中海性気団に属し半乾燥又は乾燥気候である。10月から翌5月までの冬期に雨が集中し、夏期にはまったく降雨が見られないのが、この気候の特徴である。

M3222 調査地域の降雨は僅かであり、多くは年降水量が10～100mmである。西端の標高 700m以上の所では 200～350mmの年降水量となる。調査地域の年平均雨量は 130mmである。

M3223 月平均気温は5℃から25℃の値を示し、1月から3月の間にマダバ、カラク等の高地では降雪が見られることもある。相対湿度は低く、30%から55%である。

M3224 平均風速は乾期に砂嵐を除けば年間を通じて 1.0～2.0m/sである。日照時間は乾期に7～8時間であるが雨期には4～5時間に減少する。月可能蒸発量（貯水池換算）は67mmから 297mmで年間2000mm～2500mmに達する。最大値は7、8月、最小値は12、1月に生ずる。

### M 3.2.3 水 系

M3231 調査地域はワジ・ムジブ及びその主要な支流であるワジ・ワラよりなり、西流後に死海に注ぐ。流域面積はワジ・ワラ合流点で 6,530 Km<sup>2</sup>、うちワジ・ムジブ流域が

4,500 km<sup>2</sup>、ワジ・ワラ流域が 2,030 km<sup>2</sup>である。

ワジ・ワラは調査地域の北部を占め、平均年洪水量はキングズ・ハイウェイと交差する地点で23 MCMである。

ワジ・ムジブは調査地域の南部を占め、平均年洪水量はキングズ・ハイウェイと交叉する地点で26 MCMである。

これらワジの上流部は年降雨高量 100mm以下の砂漠地帯に広がっている。降雨は局地的に発生し洪水もかなり僅かの頻度でしか発生しない。

M3232 洪水は集中的な降雨発生後数日を経ずして死海に流入し、川は元の溜川（ワジ）に戻るが、ムジブ流域南東部にあるエル・ハフィラと呼ばれる沼池地では洪水が長期間に渡り滞留する。この水の大部分は蒸発により失われる。この滞留水はおよそ年平均で3 MCM と推定される。

M3233 ムジブ水系の基底流量はワジ・ワラ及びワジ・ムジブに沿った複数の小規模な泉や浸潤水によって補なわれている。これら2つのワジは西部高原台地の帯水層を切り込みそこからの湧泉群により基底流量を維持している。ワジ・ワラ下流部はワジ・ヘイダンと呼ばれ、基底流量は20MCM/年、その水量はムジブ全流域の基底流量35MCM/年の2/3 に相当する。ワジ・ヘイダンでの基底流量はB2/A7層からの地下水流出であるので、その全溶解塩類（全蒸発残留物質、TDS）は約500ppmと低い範囲にある。

#### M 3.2.4 地下水

M3241 帯水層調査地区のほぼ全域に分布するバルカ/アジュルン層群中のB2/A7層、A4層、A2層の透水性石灰岩層とクルヌブ層群中の砂岩層中に認められる。スワッカ断層は調査地域内の地下水盆を南北に2分する。そのうちの北部地下水盆ではワジ・ワラの水系にそうように地下水流は下口にむかって流れていく。南部地下水盆ではデザートハイウェイにほぼ沿う明瞭な地下水堆が認められる。地下水流はこの地下水堆の西側では下口に向かい東側では北東方向にアズラック・オアシスに向かう。（Annex M3212-1参照）水質はB2/A7帯水層中では比較的良好でTDSは 500～ 1,200mg/l の範囲にあるが、深部の砂岩帯水層中では2,000 mg/l 以上ものTDS濃度が測定されている。

### M 3.2.5 土壤および土地分類

M3251 土壤の特性を明らかにし、農業開発の基礎資料を備える為に約 400 Km<sup>2</sup>の灌漑可能地域の現場予備調査と5ヶ所のテストピットと50ヶ所のハンドオーガーピットによる代表的土壤の化学分析を行った。

#### M3252 土壤分類

調査地区は2大土壤目（エンティゾール土壤目とアリディゾール土壤目）に分類される。エンティゾール土壤目は新しい時代に形成された未発達でオクリック表層土だけから形成される。この種の土壤は調査地区の約 5,700haに分布している。一方アルディゾール土壤目はオクリック表層土と複数のアグリック層、カンビック層、ナトリック層、石膏層、石灰層、ペトリックカルシック層と硬質層から構成される下層土から形成され34,700haの地区に分布する。

M3253 調査地区内の2大土壤目は下記に示す様な4つの土壤大群と2つの土壤亜群に分かれる。

土 壤 目	土 壤 大 群 / 亜 群	面積 (ha)
1. エンティゾール		(5,678)
	1.1 トリオルセント	5,143
	1.2 トリフルベント	535
2. アリディゾール		(34,726)
	2.1 パイオルシッド	6,136
	2.2 カルシオシッド	
	2.2.1 Typic Callorthid	
	ティピックカルシオルシッド	27,475
	2.2.2 Xerrollic Callorthid	
	デェロリックカルシオルシッド	1,115
合 計		40,405

農業開発に最適な土壤はトリフルベント、ティピックカルシオシッドとセロロリックカルシオルシッドである。



## M3254 土地分類

調査地区は5つの土地分級区分（クラスⅠからⅢ、クラスⅤとクラスⅥ）に分けられ詳細は下記に示す。

土地分級	面積 (ha)	割合%
クラスⅠ	14.364	35.6
クラスⅡ	9.562	23.7
クラスⅢ	1.929	4.8
クラスⅤ	7.569	18.7
クラスⅥ	6.980	17.3
合 計	40.404	100

ハمام（ハマアン）、ジィザ シャビック地方はクラスⅠ～Ⅱに分級される農業開発に最適な土地である。ルメィール、ワラ、シワッカ、スルタニ地方ではそれぞれの土地の約30%から60%がクラスⅥに分級され、ザイナブとカトラナ両地方では、クラスⅥの土地がこの地方の土地面積の10%以下、クラスⅤの土地が約30%から45%の範囲で分布している。

## M3.3 農 業

### M3.3.1 土地 利用

M3311 1984年の農業省による全国農村調査の結果では、調査地域からアンマン県のアズラック郡区とマアン県を除いた地域の土地利用は、森林地区が約8%、耕作地が約21%、休耕地、都市農村地区、砂漠地帯などを含んだ耕作が行なわれていない土地が約71%である。

### M3312 作付面積と作物

(a) 1985年の統計資料と農業省が行った穀類、そ菜についての農村調査によると、東岸地区、ゴール地区、アンマンとカラク両県地区、調査地区の作付面積は以下の通りである。

単位 (H a)

作物	東岸地区	ゴール地区	アンマン・カラク両県地区	調査地区
1. 穀類	149,675(65.8%)	1,703(4.9%)	51,688	52,276(76.8%)
2. 野菜	22,530(9.9%)	26,559(76.3%)	—	5,460(8.0%)
3. 果樹	—	55,429(24.3%)	6,529(18.8%)	10,289
合計	10,347(15.2%)	227,634(100%)	34,791(100%)	— 68,083(100%)

(b) 調査地区等の高原地域の農業は、年間の水文条件により大きく影響され、天水畑の作付面積、収穫高、作物の品質は急変する。調査地区の小麦、大麦その他各作穀類の作付面積は近年5ヶ年の最潤水年に当る1984年には1983年の75,000haから26,000に激減している。しかし、野菜の作付面積は最近の5年間で徐々に増加している。これは、地下水やワジの基底流を利用したかんがいとビニールハウス栽培、アルティンク栽培、ドリップ灌漑施設などの近代化された園芸、技術の普及の為である。

(c) 1983年の農業調査によると、調査地区の天水畑と灌漑されている畑の面積はそれぞれ、87.8%および12.2%である。灌漑されている畑の作物は露地栽培とハウス栽培に分けられる。ハウス栽培は、1983年にアンマン・カラク両県の資料によると調査地区の灌漑面積の約11%を占めている。両栽培方法による主要作物はトマト、キュウリ、ナスなどであり、一番広く栽培されている作物は、トマトとなっている。(表G-29参照)

M3313 作付形態: 天水畑の主要作物は、小麦、大麦などの穀類である。野菜栽培は灌漑されている畑やハウスなどの小面積で行なわれている。天水畑での穀類は11月の最初の降雨の前後に耕作を始め、収穫は6月から7月の間に行うのが典型的である。冬の灌漑されている露地やハウスの野菜栽培期間は、8月から12月の約5ヶ年である。主要夏作は灌漑されている露地やハウスでの野菜栽培期間は1月から7月、あるいは8月迄の7~8ヶ月間となっている。

M3314 耕作方法: 穀類の大半は、天水畑に作付され、耕起は、トラクター、あるいは家畜力で行なわれ、収穫は一般的に未機械化であるが、一部の畑ではハーベスター

を使用している。脱穀は通常、脱穀機を使用する。そ菜栽培は大半がドリップ灌漑方式で行っており、ハウス栽培、マルチングシート、液化肥料、農薬の散布等の近代化された農業施設を導入している。そ菜は露地で直接八種を行ない、ハウスやマルチングに植変えを行う。

H3315 単位収量および収穫高： 1985年農業省によって行なわれた、穀類、そ菜の農村調査では東岸地区、ゴール地区、アンマン・カラク両県地区および調査地区での各作物の単位収量および収穫高は下記の様である。

### (1) 穀 類

東岸地区、アンマン・カラク両県地区および調査地区の小麦、大麦の単位収量は大差が無い。小麦の単位収量は0.6 ~ 0.8 ton/haで大麦のそれは0.5 ~ 0.7 ton/haである。

しかし、ゴール地区のこれらの単位収量は高く、小麦で 1.2 ton/ha、大麦 1.8 ton/haである。

調査地区の穀類の収穫高は、それぞれ東岸地区の収穫高全体の中で小麦で約37%、大麦で47%までに達している。

### (2) そ 菜

調査地区のそ菜の単位収量の大半は、東岸地区のそれと比較して低いが、“とうがらし”の収量だけは高い。ヨルダンヴァレーのゴール地区ではポテトを除いた他のそ菜の単位収量は東岸地区や調査地区のそれに比べて高い。

調査地区の各そ菜の収穫高は一般的に東岸地区の20%以下である。しかし、“とうがらし”の収穫高は、東岸地区の約65%に達している。調査地区内でのそ菜栽培の内、トマトが最大の収穫高をあげ、スイカの生産がそれに次ぐ。

### (3) 果 樹

東岸地区、アンマン・カラク両県地区、それに調査地区の全般的な果樹の単位収量には大差はない。しかし、調査地区のアーモンド、桃、サクランボの単位収量は東岸地区のそれに比較して高く、リンゴ、カンキツ類、西洋なしは低い。

調査地区で高収穫高を上げている果樹はオリーブ、ブドウでそれぞれ東岸地区の収穫高の17%、33%に達している。

他果樹の総収穫高は東岸地区の総収穫高の約30%に達している。

調査地区の主作物の単位収穫、収穫高を下記の表に示す。

	単位収量 (ton/ha)	収穫高 (ton)
1. 穀類		
小麦	0.78	24.404
大麦	0.66	9.421
2. 野菜		
トマト	12.71	17.840
スイカ	14.93	7.914
キュウリ	18.53	5.634
カリフラワー	16.79	5.206
3. 果樹		
オリーブ	0.93	4.118
ブドウ	3.68	14.725

#### M3316 流通

(a) 農業生産品と投資品目の流通機構： 農業省は農業生産品の輸出入量について免許制度を導入し管理しており、調達省は市場価格を調整する機能を働かせている。

冷凍食品を除いた小麦、砂糖、米、肉などの輸入農業産品の流通は調達省の管理化の基本食料品目として、専売化されている。

小麦、大麦、ヒヨコ豆、レンティルなどの国内生産品の流通については、作物の生産、時期に先行して購買価格が発表され、政府の委員会は、この購買価格で農産品を購入する。

しかし、国内産の肉、ミルクの価格は国内市場の動きで決定される。

生鮮生産品に関しては、政府の委員会で日常的に前日の流通市場での小売価格の動きを考慮し、小売市場での農産品の流動量を分析しながら当日の価格が決定される。

(b) 一部作物の生産調整： 政府は、過剰生産を起している野菜の一部、たとえばトマト、キュウリ、ナス、スカッシュ（カボチャの一品種）などの流通での問題を回避し、

また低生産を起している一部の作物（玉ネギ、ポテト、ニンニクおよび穀類）の生産を促進する為に作物の生産調整計画を策定している。

トマト生産は、1985年の41万2千トンの生産から24万2千トンに減少され、ナスの生産は16%増産された。スカッシュの生産は東岸およびジョルダンヴァレー両地区で130%増加し高原地区では減少した。

(c) 農産物の需要供給： 1981年から1985年の5ヶ年間で食糧と家畜の年間輸入量は約18万JDに至っている。小麦および小麦粉は3万1千JDを占め、輸入高は肉、果樹、野菜、木実の順に続いている。

食糧と家畜の輸出はジョルダン全体の輸出の19%を占める。果樹と野菜の輸出は、全食糧、家畜輸出額の70%以上である。主要輸出果樹は、オレンジ、マンダリンレモンなどのかんきつ類およびバナナ、メロンである。野菜輸出は、全食糧、家畜の輸出額の約47%を占める。

1人当りの主要作物の年消費量は580kg以上に至っており、小麦、大麦、リンゴなどで占められる。主要輸入農産物は年消費量の約36%を占めている。又、主要輸出農産物であるトマト、ナス、キュウリ、かんきつ類、メロンなどは、年消費量の約47%を占める。

M3317 作物の生産費用と収益： 各作物の生産費用は天水畑でJD 30/haからJD 310/ha、灌漑地区の露地栽培でJD 620/haからJD 1,200/ha、ハウス栽培でJD 1,900/haからJD 2,600/haである。（参照表G-2.25）ハウス栽培の生産費は、露地栽培の約2.5倍に達するが、これはハウスの施設費と集約的労働態形から発生する人件費によるものである。

各作物の庭先価格での純収益は天水畑でJD 25/haからJD 180/ha、灌漑地区の露地栽培でJD 500/haからJD 1,350/ha、ハウス栽培でJD 650/haからJD 3,800/haである。

### M3.3.2 既灌漑施設

M3321 表流水灌漑地区： 小規模の表流水による既存灌漑地区は、キングスハイウェイが、ワラおよびムジブ両ワジと交差する付近に散在している。大半の灌漑地区はワジの両岸に広がるゆるやかな傾斜地、および小さな丘の平坦な場所に広がっている。灌漑用水は、可搬式ポンプと小規模のパイプラインで送水され、既灌漑面積はワジ・ワラ周辺で約

360ha（既登録灌漑面積は約 600ha）、ワジ・ムジブ下流域で約70haと推定される。両地区で栽培される主要作物はそ菜である。

M3322 パイロット灌漑計画地区： 政府によって建設された9つのパイロット灌漑計画地区の内、北カトラナおよび南カトラナ両灌漑計画地区が調査地区内に属している。両計画地区は、1970年代初期、遊牧民定住計画の一環として建設された。現在、両計画地区の灌漑面積は合計 165haで、その水資源は地下水である。主要作物は、トマト、ナス、ポテト、キュウリ、スイカなどのそ菜である。

M3323 その他の地下水灌漑地区： 地下水灌漑地区はアンマン市の南部地区からキングスハイウェイに沿って、マダバ市の北部地区、そしてジィザの東部地区からデザートハイウェイに沿って、ダバの南部地区迄広がっている。これらの地区は、農民の個人所有の井戸を利用して、灌漑を行っており、その灌漑面積はおよそ 3,000haと推定される。主要作物はそ菜と果樹である。ジョルダン水資源公団（W A J）の資料によるとアンマン県地域で個人所有の井戸は約 250本ほどあり、調査地区内に約 160本の個人所有の生産井が確認されている。

## M4. 水 資 源

### M 4.1 表流水資源

#### M4.1.1 洪 水

M4111 ワジに発生する洪水は流域に降る強度の雨によって左右されており、その季節は雨期の10月から5月である。これらの激しい洪水流はワジ・ムジブ上流域にある2つの小規模ダムに貯えられる以外は降雨後数日を経ずして死海に流入する。これら2つの洪水貯留ダムは1960年代に建設されている。W A Jによる最近の測量結果よりカトラナダムの貯留容量は4.0MCMとなっているが、これは初期の半分の値に相当する。これらの貯水池は夏期ほとんど干上がっている。2つのダム貯水地によって貯えられる洪水量は平均年2.8MCMであり、これはムジブ全流域からの総洪水流出量年平均65MCMの4.3%に相当する。洪水の一部はハフィラ及びアビヤッドに位置する沼池地(Qo)内に広がっており、全体で年間2MCMと想定されている。スルタナ・ダムは上流側アビヤッドのリン鉱山からの鉱滓と流掃土により貯留容量の半分以上がすでに埋没している。

M4112 流域には5ヶ所のフロート式自記水位観測所があり、1960年来CWAが観測を続け、その後W A Jの水文部が引継いでいる。なお1986年12月に、本調査団により感圧式自記水位観測所4ヶ所が設置された。設置に際しては、ダム計画に役立つよう主要支流部に配置された。これら既存および新設の水位観測所はAnnex M4112に示される。

M4113 ワジ・ワラ、ワジ・ムジブ、ワジ・シワッカの各水位観測所では、流量の直接観測が実施されてきており、これらの観測値に基づいた水位流量曲線により水位データは流量データへと変換されている。これらはシミュレーションモデルによってえられた計算流量の同定に用いられた。このシミュレーションモデルは24の4段直列タンクモデルの組合せにより構成されており、各々のタンクモデルは流域内に計画されているダム地点での分割流域に対応している。Annex 4113に、このモデルの流域分割が示されている。このモデルの条件、仮定については Appendix-(I) B において述べられている。

M4114 上述のシミュレーションモデルを用いて日流量データが計算された。計画ダム地点におけるこれらの値は、流域における洪水量に関する情報として月毎の計として、

Appendix-(I)B に示されている。

M4115 ワジ・ワラはキングズハイウェイ架橋地点で  $1,800\text{km}^2$  の流域面積をもち、平均年洪水流出量は23MCM である。ワジ・ムジブはキングズハイウェイ架橋地点で  $4,350\text{km}^2$  の流域面積をもち、平均年洪水流出量は26MCM である。下流の残流域からの洪水量は比較的多く、年平均13MCM に達するものと推定される。タンクモデルによって推定された流出率は南部での3%から、北及び西部山間部の15%までの範囲にある。これらの値は Annex M4115-1 に示されている。計画ダム地点での確率年に対応する年平均洪水量を Annex M4115-2 の表に示す。最頻洪水値（2年確率）の値はワラダム計画地点で 19.8MCM、またヌヘイラダム計画地点で20.8MCM である。

M4116 ダム計画地点での計画洪水ピーク流量を得るために、一洪水の総量とそのピーク流量との関係を包絡線によって求めることとした。この関係によればワジ・ワラ流域では洪水のピーク流量が洪水量の  $1/2$  乗に比例する。一方ムジブ流域では洪水のピーク流量が洪水量に比例する。ダム計画地点に於ける確率年最大日流量を上述の包絡曲線を用いて確率年最大ピーク流量に変換した値に20%の余裕を加えたものをそのダム地点での計画、洪水ピーク流量とした。

#### M 4.1.2 基底流量

M4121 ワジ・ムジブ河口において1956年来基底流量の観測が実施されている。ムジブ・ワラ合流点では1982年より、またワラ下流のヘイダン湧泉群では1960年よりそれぞれ間欠的な流量観測が実施されている。1986年からはWAJ調査部と本調査団により定期的な測水がワラ下流域で行なわれている。このうち湧泉源のデータはWAJ水資源部によって良く整理されコンピュータによるデータベースに保存されている。

M4122 年間を通じて存在する基底流量はワジが地下水帯水層を切る所で帯水層からの地下水が河道に涵養されることで維持されている。ワジ・ワラではキングズ・ハイウェイ架橋地点、標高 450mの所で基底流量が現われる。基底流量はこの地点から5km下流で急激に増加し平均年流出量は15MCM になる。ワジ・ムジブとの合流点では23MCM に達する。

Annex M4122にワジ・ワラ下流部に沿った基底流量のプロファイルを示す。ワジ・ムジブ



ではキングズハイウェー架橋地点の直上流で基底流が現われる。基底流量は塩分濃度の高いクルヌブ砂岩層からの湧水を集めて徐々に流量が増加してゆく。ワジ・ワラとの合流地点では平均年流出量12MCM となり、これはムジブ水系の全流域からの基底流量35MCM の3分の1に相当する。

M4123 ワジ・ヘイダンで見られた基底流量の多くは、調査地域内での主要揚水対象帯水層であるB2/A7層からの湧水である。標高450mから250mの河道区間において基底流量とB2/A7帯水層の間には水理的に密接な関係があり、この周辺での地下水開発をするには注意を要する。後述する地下水シミュレーションの結果によれば、ヘイダン地区の地下水を揚み上げると基底流量の大部分が消滅することが判明した。

M4124 1965年以後、基底流量の観測に併せて時折サンプリングによる水質分析が行なわれている。ワジ・ワラの基底流のTDSは400~900PPMの範囲にあり、灌漑による分類ではC3S-1である。一方、ワジ・ムジブの基底流量のTDSは1,000~1,300PPMの範囲にあり、灌漑による分類ではC3S-2に相当する。この結果によれば、ワジ・ワラの基底流は農業用にもかなり良質であり、上水用原水としても塩素殺菌、沈澱などの簡易浄水を考えれば利用可能であることがわかる。TDSが1,000PPMを超える比較的塩分濃度が高いワジ・ムジブ基底流については利用に際し若干の注意が必要である。

M4125 ワジ・ムジブ下流の基底流は塩類濃度の高いクルヌブ層中の砂岩帯水層よりの湧出地下水よりなる。他方、ワジ・ワラの基底流は2つの異なる流出成分により構成される。第一の成分はB2/A7層中の浅層部帯水層からのもので、ワジ・ヘイダンの最上流部で急激に湧出し、その水質はすぐれている。第2の成分は塩類濃度の比較的高いクルヌブ層中の砂岩帯水層からのもので、ワジ・ヘイダンの下流部の河道に沿って湧出する。

WAJによって実施されてきた水文観測結果にもとづき、ワジ・ヘイダン上流部における基底流量の取水が下流部に及ぼす影響を評価することを目的として塩類濃度の収支が検討された。ワジ・ムジブとワラの合流点での現況のTDSは1,056ppmであるが、ワジ・ヘイダン上流部で基底流量を15MCM/年取水することで、1,460ppmにまで上昇する。ワジ・ヘイダン上流部での異なる取水率により下流合流点で変化する流量とその水質変化を予測するために感度分析が行われた。以下にその結果の要約を示す。

ワジ・ヘイダン上流部での 取水量 (MCM/年)	合流点における 基底流量 (MCM/年)	合流点における T. D. S (ppm)
0	35	1, 043
5	30	1, 137
10	25	1, 269
15	20	1, 466

## M 4.2: 地下水資源

### M4.2.1 水文地質

M4211 調査地域内の地下水は不圧又は被圧の条件下にあり、主要帯水層は、B 2 / A 7 層中の石灰岩層である。この帯水層は年降雨量 250 ~ 300mm をこえる流域北西および西端域の広大な高地に分布している石灰岩の露頭より降水の涵養を受けることができるためにとくに重要である。地下水位は地表から 100 ~ 200m の深度の範囲にある。

M4212 試験井は WAJ により調査地域の各所に掘削されてきた。それらのうち、2本の試験井が標高 150m のワジ・ムジブ架橋地点で試験的に掘削された。その最大深度は 750m に達する。目的は下部アジュルン層およびクルヌブ / ディシ層群の水文地質を検討することにある。ワジ・ヘイダンでは深度 430m の試験井戸が A 4 層の石灰岩帯水層まで掘削された。この A 4 層中での地下水圧は貧弱であり、下部アジュルン層中の深層帯水層系を対象とする地下水開発の困難さを指唆している。クルヌブ / ディシ層群中の砂岩層中の地下水は、カンブリア紀から白亜紀の堆積盆の形成過程における環境変化に応じ、化石水としての性格をもつものの塩分濃度は場所ごとに変化している。B 2 / A 7 層を対象として 4本の試験井が調査団により掘削された。この 4 点の位置選定は水文地質資料が乏しい地域を補完するよう選定されている。これらの調査結果は地下水モデルシミュレーションのために必要なより詳細な水文地質と帯水層常数を検討するために活用された。

M4213 大部分の生産井は流域の北部地区と流域南部のデザート・ハイウェイに沿う地帯に設置されている。(Annex M4203 参照) 井戸の深度は 200 ~ 350m の範囲にある。帯水層は石英質石灰岩、チャート、泥灰岩および石灰岩の互層からなる B 2 / A 7 層を対象としている。地下水の生産力は B 2 / A 7 層の透水性の変化に応じ場所 / 場所に変化するが、

これは基本的に石灰岩層の節理や溶解性に起因するものである。しかしながら、これら透水性の不規則性は断層系のような地質構造帯に対応してグループごとにまとまっている。

#### M4.2.2 地下水の水質

M4221 B2/A7帯水層中での地下水の水質はTDSが500～1,500ppmの範囲にあり比較的良好である。デザート・ハイウェイから東方で年降雨量150mm以下で直接の地下水涵養が期待できない地区ではTDSは1,000～1,500ppm又はそれ以上まで増加する。高地の北及び南西側で年降雨量が300mm以上の地下水涵養堆の周辺でのTDSは500ppm以下と低い。上水および農業用に現在利用されている大部分の生産井はAnnexM4221-1とM4221-2に示されるようTDSが1,000ppm以下の地域に位置している。B2/A7層の不均質な地下水水質の特性を考慮して主要井戸群における将来の揚水による水質変化を予備的に予測した。将来の揚水による水位低下に応じ、2005年までの水位低下量に対応してTDSは現況に対し最大50%又100年までの長期予測に対しては最大80%まで増加することが予測されている。

#### M4.2.3 地下水シミュレーションとポテンシャル評価

M4231 B2/A7帯水層の可能安全揚水量を評価するため地下水モデル・シミュレーションを実施している。このシミュレーションの有限要素網と境界設定条件はAnnexM4231-1に示されている。可能安全揚水量はワジの基底流出に重大な影響を及ぼさない範囲で、現況の年間揚水量28.4MCMに4ヶ所の新設井戸群を設定することにより26.9MCMを追加することが可能である。将来の水需要、パイプライン計画、帯水層のポテンシャルを考慮して、今回の調査では以下に示す4ヶ所の主要な新規地下水開発区を設定した。シミュレーションによる、各々の地下水開発区の可能安全揚水量は年間で“シワッカ・カトラナ”で9.6MCM、“スルタニ”で6.3MCM、“ルメール”で7.0MCM、“ラジュン”で5MCMである。シミュレーション・モデルで使用された1986年度の検定地下水水頭図をAnnexM4231-2に示す。1995年と2005年におけるシミュレートされた地下水位低下量分布図をAnnexM4231-3とM4231-4に示した。各主要地下水開発区の将来地下水低下量は総揚水量55.3MCM/年（うち26.9MCM/年の新規開発量を含む）に対し平均で30～60mの間にある。各主要地下水開発区での平均水位降下量が経済的な限界水位と考えられている100mをこすには50年以上の期間が必要である。AnnexM4231-5には代表地点における長期予測（

2145年まで)結果が示されている。将来のB2/A7層の地下水ポテンシャルを増加させより安定した取水計画が可能となるよう地下水人工涵養計画がシミュレーションモデルを使用して検討された。計画の概要は現在死海に無効に流れさっている洪水を上流で貯留しつつ人工的に地下に涵養することであるこのために最適の水文地質条件と流出ポテンシャルを有するダムサイトが選定された。Annex M4231-5には最も効果が大きいと考えられるワラ・ダムによる地下水涵養計画の概要が示されている。ワラ・涵養ダムを想定し、シミュレーションにより涵養による効果を地下水位の変化図として表現したものがAnnex M4231-6である。このシミュレーションの結果から、ワラ・涵養ダムはルメールおよびヘイダン地区および周辺の地下水ポテンシャルを強化することのみならず、下流域の基底流量をも増加させる効果が予測されている。

#### M 4.3 水資源利用現況

##### M 4.3.1 都市用水および工業用水

M4311 総説：ジョルダンで消費されている水の85%が農業用水であり、残りの15%が都市用水および工業用水である。ジョルダンの多くの地域では都市用水の給水管路が整備されている。工業用水については大規模の工場では自家用の井戸を持ち揚水して使用しているが、中小規模の工場では都市用水を工業用水に使用している。

M4312 調査地域はワジ・ムジブ流域とそれに北接するアンマン市を中心とした半径30kmの円形をなす大アンマン圏から成っている。これらの地域の面積と1985年の推定人口を次に示す。

地 域	面 積	人 口
ワジ・ムジブ流域	6.600km <sup>2</sup>	77,000
大アンマン圏	2,827km <sup>2</sup>	1,620,000

大アンマン圏は面積は少ないが、人口は極めて大きく面積はジョルダン全体89,000km<sup>2</sup>の僅か4%であるが、人口は全体の60%強を占める。さらにその人口増加率は年率5%と他地区より多く、今後とも当分大アンマン圏に人口が集中するとみられる。都市用水の消費量は概ね人口に比例する。したがって都市用水については大アンマン圏に焦点をしばって

述べることにする。

M4313 大アンマン圏は、アンマン、ザルカ、イルビッドおよびバルカの4つの県にまたがって属している。各県に属する大アンマン圏の人口を次に示す。

県	人 口	%
アンマン+ザルカ	1,471,000	91.0
イルビッド	5,000	0.3
バルカ	140,000	8.7
合 計	1,616,000	100.0

すなわちアンマンとザルカの両県に属する人口は他の県の人口より圧倒的に多い。またアンマンとザルカ両県の推定総人口は1,517,000人であり、大アンマン圏の人口とそれほどの差はない。このことから大アンマン圏における水の消費量は、アンマンとザルカの両県における水の消費水量とほぼ等しいとみて良い。

M4314 都市用水の供給：現在ジョルダンでは都市用水はWAJが水源の開発から、各消費者に対する配水まで一貫して運営している。1985年におけるWAJの各県に対する供給水量は次の如くであった。

県	供給水量	%
アンマン	52.3 MCM/年	56.5
ザルカ	9.2	9.9
イルビッド	16.0	17.3
バルカ	2.6	2.8
カラク	4.4	4.8
マアン	8.0	8.7
合 計	92.6	100.0

註. 詳細は Annex M4314参照

大アンマン圏への供給水量はアンマン、ザルカ両県への供給水量と同じと考えられ、61.5 MCM/年とみなされる。この量はヨルダン全土に対する供給水量の66.4%を占める。

M4315 工業用水：中小工場の工業用水は、M4314に示す表の数値に含められる。しかし大工場の工業用水は自家用井戸により供給されるのでこの表には含まれない。調査地域において自家用井戸を持つ大工場を次に示す。

大アンマン圏	磷鉱山、石油精製工場、セメント工場、ガラス工場、 ペプシコーラ工場
ムジブ流域	アピアッド鉱山

これらの大工場の水需要は都市用水供給施設の規模に対して大き過ぎる。したがって工場が将来さらに水を必要とする時は、自家用井戸を開発せねばならない。

M4316 大アンマン圏に対する都市用水は次の5つの水源から供給される。水源の計画時点における想定供給水量と1985年における供給水量の実績を次に示す。その詳細は Annex M4316 に示す。

水 源	想定年間供給水量	実績年間供給水量
東ゴール主かんがい水路 (ディル・アッラ)	(45)MCM	1.5 MCM
アズラック井戸群	12	15.6
カトラナ、シワッカ、カスタル井戸群	7	15.1
アンマン周辺井戸	13	20.1
ザルカ周辺井戸	7	9.2
合 計	39*	61.5

\* 註. ディル・アッラの水量を含まない。

各水源からの供給水量が、想定値では年間39 MCMであったのが、1985年においては実績値で年間61.5 MCMとなり、当初想定された値より大巾に供給水量が多くなっている。

このことから現在の大アンマン圏では、需要を満足させる為に水源から水を過剰に揚水して水を供給していることがうかがわれる。ムジブ流域にあるカトラナ、シワッカ、カス

タル井戸群の大アンマン圏への水の供給水量年間15.1MCM は、全量の25%を占めており、同水源の重要性を示している。

M4317 ディル・アッラ：東ゴール主かんがい水路の右岸にあるディル・アッラ地点から大アンマン圏に至る水の供給施設は、1985年の後半の完成した。この水路が、灌漑用であり、その用水は主として夏に灌漑用水として使用されるので特に渇水年の場合都市用水には使用し難い。それ故、この施設は、夏期において都市用水としての送水が中断され易く、年間一定量の送水は望み難い。したがってこの施設は非常時対策用の都市用水施設として評価する。この施設が完成後、渇水年が続いている為に送水が中断されているが、このことが、大アンマン圏の水不足の原因の一部となっていることは事実である。

M4318 供給水量の季節変動：ジョルダンでは一般に冬期には水の消費が少く夏期には増大する。1985年におけるジョルダンの各県の月別供給水量は、Annex M4314 に示される。アンマン県においての年平均1日供給水量は、 $143,400\text{m}^3/\text{day}$ であり年間供開水量の最大となる7月の平均1日供給水量は  $153,700\text{m}^3/\text{day}$ である。ピーク/平均の比率は1.07となる。アンマン市における供給水量を Annex M4318に示す。これによるとピーク/平均の比率は、1983年において1.08、1984年において1.16となる。したがって、ピーク/平均の比率は概ね1.1から1.2とみられる。

M4319 前述のピーク/平均の比率は広い供給地域を対象とした場合の数値である。供給系統別にしてこの比率を求めると次のとおりとなる。

供給系統	年	ピーク/平均
アズラック	1983	1.21
	1984 *	1.20
	1985	1.22
カトラナ・シワッカ・カスタル	1985	1.34

\* 10月の送水量が異常に大きいので、2番目に大きい8月の送水量を代りに用いた。

アズラック送水施設とカトラナ・シワッカ・カスタル送水施設の供給水量実績は Annex M4319 に示す。ピーク/平均の比率は年毎に変動し、1.3を超える年もあるが、安全側を考慮し1.2から1.3程度までと推定する。

#### M 4.3.2 安全揚水量

M4321 大アンマン圏の既存の水源はすべて地下水であり、井戸により揚水している。1985年におけるこれらの井戸からの揚水量はM4316の表に示されるがこの量は非常に大きい。水源を枯渇させずに揚水可能な推定量を次に示す。これらの水源については Annex M4.3.2に示す。

水 源	揚水量
アズラック井戸群	15MCM/年
シワッカ・カトラナ・井戸群	9(6+3)
カスタル井戸群	2
アンマン周辺井戸	15
ザルカ周辺井戸	9
合 計	50MCM/年

#### M 4.3.3 進行中の計画

M4331 M4316に述べたように現在水は水源より過剰揚水の状態でアンマンに供給されている。しかし未だ需要を充足するに至っていない。WAJの発表によれば1986年の夏において  $190,000\text{m}^3/\text{day}$  と見積られる需要に対して  $170,000\text{m}^3/\text{day}$  しか供給されて居らず約10%供給水量が不足している。

1986年の後半、水不足を緩和する為に次の5つの計画の実施が決定された。

ワラ導水計画

ムヘーバ導水計画

新シワッカ導水計画

環状パイプライン、ヤドゥーダ・ヌエイリー パイプライン

環状パイプライン、ヤドゥーダ・アブアランダ・アズラックパイプライン

これらの計画の概要はAppendix-(II) F 1104節に記載されて居り、そのルートはAnnex



M4316 と、M4321 に示されている。

M4332 ムジブ流域の水源は、ジョルダンの国内資源であり、かつ大需要地であるアンマンに近いので極めて有利である。又ムヘーバ計画を除いた進行中の計画は、すべてムジブ流域に関係する。将来、流域内で新規水源が開発された時、これらの系統にパイプを連結することによりアンマンに送水出来る。この観点からみても、現在進行中の計画は非常に有用である。

#### M 4.4 灌漑用水

##### M4401 表流水灌漑地区

既存灌漑地区はワジ・ワラ地区の約 340ha、ワジ・ムジブの下流域地区の約70haであり、それぞれのワジの基底流を利用している。この表流水は可搬式のポンプと小規模のパイプラインで送水しているが、この地区の詳細な水利用状況は農民個人による水利用と、過去の記録が無いため不明である。

##### M4402 地下水灌漑地区

2地区のパイロット灌漑計画を含んだ既存地下水灌漑地区は約 3,200haに達している。これらの詳細な水利用は資料が無いため不明である。しかし、これらの生産井の揚水試験の結果によると、各井戸の生産水量は5ℓ /sec から25ℓ /sec の範囲にある。調査地区に建設された約 160本の生産井を考慮すると、現在の日常の地下水利用は、日量0.07から0.35MCM の範囲にあると推定される。

## M5. 水 需 要

### M 5.1 水需要予測に関する基本概念

M5101 水需要は一般に都市用水、工業用水および灌漑用水の3種類の需要に分割される。本調査では、調査目的を考慮し、都市用水の需要を家庭用水と非家庭用水の2つの需要にわけらる。非家庭用水は商業、中小工業用水および学校、病院、ホテル、事務所などのような施設用水から構成される。本調査では、都市用水が需要予測の主眼となり、かんがい用水および自家給水施設をもっている大規模工業用水の需要については、それぞれM 5.4節およびM 5.5節にその概要を述べる。

M5102 都市用水の需要は調査地域である大アンマン首都圏とムジブ流域の中のすべての市町村について推定される。この推定はジョルダンの水需給に係る下記文献の検討を基とし、それぞれの文献の中の推定値を比較検討することによって、最適推定値を得ようとするものである。

- [1] NATIONAL WATER MASTER PLAN OF JORDAN, Vol. 1, V, VI and VII, 1977, Natural Resources Authority.
- [2] NORTH JORDAN WATER USE STRATEGY, 1978, Vol. 3, Howard Humphreys and Sons.
- [3] WATER SUPPLY PROJECT FROM THE RIVER EUPHRATES, Vol. 1, 1983, National Planning Council.
- [4] STUDY OF THE PRIMARY AND SECONDARY CONVEYANCE SYSTEMS FOR DOMESTIC WATER SUPPLY IN THE AMMAN, BALQA AND IRBID GOVERNORATES, Vol. 1, 1984, National Planning Council.
- [5] WATER SECTOR STUDY, 1984, World Bank.
- [6] FEASIBILITY STUDY FOR AMMAN WATER SUPPLY AND SEWERAGE FACILITIES, 1977, VBB.

M5103 目標年(2005年)までの都市用水需要量を推定するために、はじめに(1)将来人口、(2)家庭用水の一人当りの需要量、(3)非家庭用水需要量および(4)漏水量等が検討される。

## M 5.2 人口予測

### M 5.2.1 概説

M5211 近年、ジョルダンの将来人口の詳細な予測が“National Water Master Plan of Jordan (NWMP) 1977 [1]”調査の中で行われた。1983年には National Planning Council (NPC) が、IBRDの“Jordan Urban Sector Review 1982”の調査結果を引用し、“Water Supply Project from the River Euphrates [3]”の調査を通じて2005年までの人口予測を行った。また、世界銀行は“Water Sector Study (WSS) 1984 [5]”の中で小集落ごとにジョルダンの将来人口を予測した。最近は計画局(MOP)が“National Village Survey 1984”の結果を基にした将来人口を推計した。これらの人口予測値を統計局(DOS)の1985年人口推定値と共に下表に示す。

ジョルダンの推計人口

出 所	センサス	予 測 (1,000人)			
	1979	1985	1990	2000	2005
NWMP[1]	—	2,743	—	4,445	—
NPC[3]	2,147,594	—	3,175	—	4,949
WSS[5]	2,147,594	2,674	3,197	4,351	—
MOP	2,168,400	2,671	3,157	—	—
DOS	2,132,997	2,694	—	—	—

M5212 人口予測の基準年(1979年)の人口が、上表のとおり、各調査によって若干の差異があるが、その差異は小さく、将来人口の予測には重大な影響を及ぼすことにはならない。たとえば、1985年の全国人口の上表の推計値は267万人と274万人の間にある。すなわち、最高と最低の差は3%以下である。

M5213 上記各調査の人口予測値の間に大きな差異のないことを踏まえて、本調査では人口推計に下記の条件を仮定する。

- (1) 基準年における人口は1979年センサスの最終結果を適用する。
- (2) 人口成長率を1979年センサスの地域分類に従って人口規模別に適用する。

1979年センサスの地域別人口の最終結果はAppendix-(I) Aの表-22に示す。人口予測に適用される成長率は、最も信頼のおけるの推定値の一つと言われている世銀報告 “Water Sector Study (W S S) 1984” の結果を引用する (詳細はAppendix-(I) Aの7.2.1 節参照)。

#### M 5.2.2 人口成長率

M5221 Annex M5221 は本調査の人口予測に適用されるべき年平均成長率を示す。例えば、全国の年平均人口成長率は、1979年から1985年の間は 3.7%、1985年から1990年の間は 3.6%そしてそれ以後は 3.1%と仮定される。アンマン、ザルカ、イルビッドおよびルセイファの各都市に対してはさらに高い成長率が適用される。

#### M 5.2.3 人口予測

M5231 調査地域内の将来人口は、Appendix-(I) Aの表A-22に与えられている1979年センサスの最終結果とAnnex M5221 の人口成長率を用いて各町村ごとに推定される。その結果、調査地域内の人口は1985年には約 170万人、2005年には 350万人と推定される。ジョルダン国全体では1985年には約 270万人、2005年には約 500万人となる。この推定結果によると、調査地域内の人口の全国的シェアは1979年の62%から1985年には63%そして2005年には70%へと上昇することになる (Annex M5231 参照)。

#### M 5.3 都市用水需要

##### M 5.3.1 1人当りの家庭用水需要量

M5311 一般に、家庭用水の一人当りの需要量は消費者の収入増と生活様式の改善によって増加傾向を示す。M5102節に示す文献中の各調査はこのことを考慮して需要量が推定された (Appendix-(I) Aの表A-39参照)。この表A-39の中の4種類の推定値についてその平均値をAnnex M5311 に示す。

M5312 Annex 5311によると、1人当りの水需要量が最も大きいアンマン市では1985年には95ℓ /c/d、2005年には 115ℓ /c/dであり、単位需要量が最低の地域では1985年に45ℓ /c/d、2005年には65ℓ /c/dである。この1人当りの水需要量の推定値と地域単位の推定人口から調査地域内の家庭用水需要量が1985年には約50MCM、2005年には約 130MCM と推計

される（詳細はAppendix-(I) Aの 7.3.1背参照）。

#### M 5.3.2 非家庭用水需要

M5321 非家庭用水の需要量が文献[1]、[2]、[3] および[4] の中で推定された（Appendix-(I) A の表A-41参照）。これらの調査で、非家庭用水の需要量がリットル／人／日 (l /c/d) およびパーセント／人／日 (p/c/d)のいずれか一方または両方で表現されているが、本調査では便宜上p/c/d を用いる。ここに、パーセントは家庭用水需要量に対する非家庭用水需要量の比を意味する。

M5322 Annex M5322 は上記4種の非家庭用水需要量の平均推定値を表す。この表によると、2005年における家庭用水需要量に対する非家庭用水需要量の割合はアンマン市では25%、サルカとイルビト市では20%、人口 3,000人以上の市町では15%そして3,000人以下の村落では10%と推定されている（詳細はAppendix-(I) Aの 7.3.2参照）。

#### M 5.3.3 給水系中の水損失量

M5331 水損失に関する調査はM5102節に示す[1]、[2] および[3] の3つの文献の中で行われた。これらの調査はいずれも Feasibility Study for Amman Water Supply and Sewerage Facilities, 1977, VBB, Fawzi & Associates (VBB Report) を基本としている。V B Bレポートは、1975年の給水系中の水損失について調査し、下記の結果を得た。

項 目	率 (%)
(1) 不明あるいは不法取水量	0~1
(2) 漏 水	12~15
(3) 貯水池における越流水量	0~1
(4) 生産水量の過大評価	5~10
(5) 消費者メーターの過小表示	20~30
(6) アンマン市外への配水	0~1
合 計	37~58

上記は、給水系中の水損失の合計が生産水量の37~58%であることを示している。この

損失量は売却水から得られる収入の減少になる。1975年の調査結果をもとにして、V B B は水損失率の将来予測を行った。そしてその損失率は、将来は給水中の漏水と不法取水の防止に努力が払われ、かつ、給水資機材が改良されることを考慮して、1985年の37%から2000年以後は30%に減少するものと推定された。V B B レポートのこの予測率は、Appendix-(II) の F 4 および F 5 章で述べるパイプライン建設プロジェクトによって生ずる便益の減少要素として用いられる。

M5332 V B B 調査による給水系中の水損失率は上記のようにかなり高いものであったが、真の水損失は漏水の12~15%と貯水池における越流水量の0~1%のみで、合計で生産水量の12~16%にすぎなかった。一方、前述の文献[1]、[2] および[3] で推定された真の水損失は、1985年から2005年までの期間、平均で20%であった(Annex M5332 参照)。この20%の数字は家庭用水と非家庭用水の需要量の和に対する比率であるから、全需要水量に対しては17%に相当し、V B B レポートの真の損失率に近い。そのほか、(社)日本水道協会が世界25か国の87都市に対して行った水損失に関する1982年のアンケート調査結果によると、真の水損失の大部分を占める漏水の生産水量に対する割合は平均15%であった。水損失に関する詳細な検討は Appendix-(I) A の 7.3.3節に示す。

M5333 前述のように、真の水損失は生産水量の12%から17%の範囲にある。本調査では、ムジブ流域からの長距離輸送の悪条件を考慮して、推定水需要量中の真の水損失を全供給水量の17%、すなわち、家庭用水と非家庭用水の需要量の和の20%と仮定し、この水損失率を調査地域内の都市用水の将来水需要量の推定に適用する。

#### M 5.3.4 1人当りの都市用水需要量

M5341 家庭用水、非家庭用水および水損失から構成される都市用水の1人当りの需要量を Annex M5341に示す。アンマン市の1人当りの都市用水需要量が1985年には 1370 /c/d、2005年には 1720 /c/d、そして人口 3,000人以下の小集落では1985年に590 /c/d、2005年には860 /c/dと推定される。

#### M 5.3.5 都市用水需要量の予測

M5351 将来の推定人口と1人当りの都市用水需要量を用いて、調査地域内の町、村別都

市用水需要量を求め、結果をAnnex M5351-1 およびM5351-2 に示す。この場合、給水率を100%と仮定した。1985年の調査地域内の都市用水需要量は大アンマン首都圏で68MCM、ムジブ流域内で2MCM となり、合計70MCM と推定される。目標年の2005年には、これが大アンマン首都圏では188MCM、ムジブ流域内では4MCM、合計192MCMの都市用水を必要とすることになる。全国の都市用水需要量に対する調査地域内の需要量の割合は1985年の71%から2005年には75%に上昇する。

M5352 W A Jの給水統計によると、1985年には61.5MCMの都市用水がアンマンおよびザルカ県へ供給された。一方、同年における推定需要量は64MCMとなり、上記の給水実績に近い。(Annex M5351-1 参照)。これは、本調査の推定値が信頼性の高いものであることを示している。

#### M 5.3.6 大アンマン首都圏の水収支

M5361 Annex M5351-1 およびM5351-2 に示すように、1985年の大アンマン首都圏の推定水需要量は68MCMである。これは旧アンマン県(新組織のザルカ県を含む)の64MCMとバルカ県の一部の4MCMから構成されている。

M5362 一方、アンマン県とザルカ県へは1983年以来アンマン、ザルカ、アズラクおよびカスタル・シワッカ・カトラナの4地区の井戸群から給水されてきた。これらの井戸群の可能取水量は合計で年間約50MCMと推定されている(詳細はAppendix-(1) D参照)。

M5363 従って、1985年にはアンマン県、ザルカ県の水収支は名目上年間14MCM不足していたことになる。しかし、供給実績は東ゴール導水路からの緊急給水1.5MCMを含めて61.5MCMであった。この実績と可能取水量との差は前記4井戸群からの過剰取水によるものと思われる。そして過剰取水量を含む実績給水量が、M5352節で述べられたように、推定需要量をほぼ満していたことになる。

M5364 大アンマン首都圏の水不足を解消するために、ワラとムヘイバの2つの導水プロジェクトが現在計画中である。前者は1987年完成を目途に年間15MCMの水を、そして、後者は1990年に完成し年間26MCMの水を供給するように計画されている。この2つのプロジ

ェクトの完成によって、1990年の首都圏の利用可能水量は90MCM以上に達し、同年の需要予測水量90MCMを満たすことになる。

M5365 さらに首都圏の水需要量の1990年以後を対象にシワッカ・カトラナ・スルタニおよびルメール井戸群からの給水が、ムジブ流域内の地下水、表流水の賦存量調査の結果から、期待されている。これらの井戸群の取水可能水量は全体で年間約23MCMに推定されている。この内訳はシワッカ・カトラナ・スルタニ井戸群から16MCM、ルメール井戸群から7MCMとなっている。

M5366 上記のプロジェクトがすべて実現すると、1995年に首都圏への供給可能水量は約114MCMとなる。これは同年の都市用水の推定需要量120MCMに非常に近い。この結果、ムジブ流域内の井戸群から大アンマン首都圏への供給水量は1985年の11MCM（22%シェア）から1995年には49MCM（48%シェア）に増加することになる。しかし、1995年以後は、さらに新しい水源を開発しない限り、首都圏の水不足が続くことになり、早急にこの対策が必要になっている。

#### M 5.4 灌漑用水量の需要

M5401 調査地区内の土壌および土地分類を吟味すると、農業灌漑開発の適地はかなりの範囲に広がっている。しかし、この計画地区の農業開発の課題は、灌漑用水資源の可能性と有用性である。

調査地区内に選定した2つの灌漑計画地区について、灌漑用水量を下記のように推定した。

##### M 5.4.1 灌漑用水量

M5411 計画地区の灌漑用水量は、作物の灌漑用水量と、リーチング用水量から構成される。計算の手順と基本項目は以下に示す。



- (i)  $C_u = E_{To} \times K_c$
- (ii)  $C_l = C_u + LP - R_e$
- (iii)  $NI = C_l / (1 - LR)$
- (iv)  $GI = NI / I_e$

$C_u$  作物の消費量  
 $E_{To}$  可能蒸発散量  
 $K_c$  作物係数  
 $C_l$  作物灌漑用水量  
 $R_e$  有効雨量  
 $LP$  耕起用水量  
 $NI$  純作物灌漑用水量  
 $LR$  リーチング用水量  
 $GI$  粗作物灌漑用水量  
 $I_e$  灌漑効率

(a) 可能蒸発散量

計画地区内の可能蒸発散量を推定する為FAOで推奨された修正ペンマン方式を採用した。計画、設計の値は下記に示す様に決定した。

単位 (mm/day)

計画地区	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
(i) ダバ・ハマム 計画地区	5.0	4.0	2.0	2.0	2.5	3.5	5.5	7.5	9.0	9.5	9.0	7.5
(ii) カトラナ 計画地区	5.0	3.5	2.0	2.0	3.0	4.0	7.0	8.0	8.5	9.5	8.0	7.0

ハウス栽培の可能蒸発散量については各気象観測所の資料と修正ペンマン方式の中で使用されるアルベトを修正し、下記の計画可能蒸発散量を採用している。

単位 (mm/day)

計画地区	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
(1) ダバ・ハマム	3.5	2.0	1.0	1.0	1.5	2.5	3.5	5.0	6.5	6.5	6.0	5.0

(b) 有効雨量

半乾燥-乾燥地帯での類似の灌漑開発計画の有効雨量の推定の仕方を参照すると、年平均降雨量が 300mm以下の地区で作物の灌漑用水量を計算する場合、有効雨量の推定は信頼度がきわめて低いとされ、計算上は無視されている。本計画の両地区は乾燥地帯で年平均降雨量はダバ・ハマム計画地区で約 200mm、カトラナ計画地区で約 100mmである。

したがって両計画土地の有効雨量は灌漑用水量の計算に含める。

(c) リーチング用水量

作物のリーチング用水量に関しては、各作物に対する土壤中の塩基分が作物の収量を減少させない範囲で耕作可能となる迄、耕地開発用リーチングによって落す前提を考える。

今回の調査で行ったワジ・カトラナの水質試験によると電気伝導度 (EC) は約  $600 \mu S/cm$  であるが、現在、カトラナとハマム両ワジでの水質試験、資料はほとんど無いので、計画、設計の為に両ワジの表流水から取水灌漑用水の電気伝導度は  $1,000 \mu S/cm$  と仮定する。

各作物のリーチング用水量 (係数) は、ダバ・ハマム地区で 0.05 から 0.18、カトラナ地区で 0.07 から 0.1の範囲にある。したがって各産物の平均的なリーチング用水量 (係数) を考慮して両地区の設計の為にリーチング用水量 (係数) は 0.1と仮定する。

(d) 灌漑効率

調査地区内や周辺の類似の灌漑開発計画のパイプラインシステムの効率を参照して両計画地区の運搬灌漑効率は90%とする。また両地区内に計画された作物がそ菜で、乾燥地帯でのそ菜栽培に最適のドリップ灌漑方式を導入している事から畑地における灌漑効率は85%とした。従って計画地区内の全灌漑効率は77%となる。

(c) 各計画地区の粗灌漑用水量

カトラナ計画地区は地下水による併用灌漑方式ではない。ダムに貯留された表流水の制限された有効性と信頼性の為に冬季の灌漑だけを行う。従って粗灌漑用水量は年間 757mm (0.568MCM/年) と推定される。ピーク灌漑用水量は約 0.76 l /s/ha である。

ダバ・ハمام計画地域は100ha の地下水による併用灌漑地区と75haの表流水による新規灌漑地区から構成される。併用灌漑予定地区はすでにこれ迄、地下水によって灌漑されている。この地区に対するダムからの表流水の供給量を決定するに当っては、新しく計画された作付系態のもとで現在の地下水使用量で不足する水量に匹敵する分を供給する事とした。

表流水の供給時期はダムの貯留度のより高い時期の12月から 5月迄の半年とする。

上記の仮定の基に、併合灌漑地区の季節灌漑用水量は推定され、年間のダムからの表流水、供給量は 236mm (0.236MCM/年) と推定される。将来の使用地下水量の現況地下水使用量に対する増加分は、約6 mmと推定される。

さらに新規開発地区75haの冬季灌漑の粗灌漑用水量は、 505mm (0.505MCM/年) と推定される。

従って、ダバ・ハمام計画地区の年間粗灌漑用水量は、0.741MCM/年である。ピーク用水量は、 0.36 l /sec/ha と推定される。

M 5.5 その他の水需要

M5501 大工業のほとんどが、自家給水施設をもっているという理由で都市用水需要の検討から除外されてきたが、本章で大工業の水需要の概要について述べてる。

M5502 調査地域内で、ムジブ流域の南端に位置するアビアッド燐鉍山を除いては、石油精製工場、セブンアップ飲料会社、セメント工場のような主要工場および軍キャンプはザルカ・ルセイファ地域に立地している。

M5503 大工業用の水需要はM5102節に示す報告書[1]、[2]、[8] および[4] の中で推定された。これらの報告書を検討した結果、次のことが判明した。

- (1) 2000年までの大工業の水需要量は、はじめに文献[1] (1977) の中で推定され、その後、文献[2] (1978) によって[1] の結果が修正された。
- (2) 文献[3] (1983) では、2005年までの大工業の水需要量が上記2つの文献の結果を考慮し、さらに1983年における新情報をとれ入れて推定された。この結果は文献[4] (1984) によって承認された。ゆえに、文献[4] の需要量の推定値は文献[3] の中の推定値と一致する。

M5504 これらの推定値を次に示す。

大アンマン首都圏内の大工業用水需要量の推定値

単位：MCM

文献	1985	1990	1995	2000	2005
[1],[2]	13.6	17.0	20.5	23.9	27.4<1
[3],[4]	12.4	16.4	21.0	24.9	27.8
平均	13.0	16.7	20.7	24.4	27.6

<1：2000年までの推定値から外挿法によって推定した。

M5505 上の表は、大工業の水需要量が1985年の13MCM から2005年には約2倍の27MCM に上昇することを示している。2005年の推定需要量のうち、石油精製工場、セブンアップ飲料会社、セメント工場および軍キャンプの大口需要はそれぞれ 2.4MCM 、 4.0MCM 、 0.6MCM および 1.3MCM である。また、アビアッド燐鉱山用の水需要量は、ジョルダン燐鉱業会社からの情報によると、1985年から1992年（閉山）の期間を通じて年間約 3.5MCM と推定されている。

M5506 上記工業のほかに、調査地域の周辺には燐鉱山、カリおよびセメント工場がある。これらの工業の1985年の水消費量は、アビアッド鉱山の南30km、ムジブ流域界の外側にあるハサ鉱山では約7MCM 、死海の南方沿岸にあるカリ工場では7MCM そしてタファラ県のセメント工場では 0.6MCM であった、このうち、カリ工場の必要水量は会社がカリの増産を計画しているため、将来かなり増加するものと思われる。

## M6. 水利用計画

### M 6.1 開発戦略

M6101 概要： 水資源はジョルダン王国にとって最も稀少な資源の一つであり、利用量が限定されていることが常に経済発展の障害となっている。そのため、国家予算の6分の1が水資源開発部門に充てられるなど、多大の努力がなされている。この分野に於ける数多くの努力の一つとして、当王国全域の水配分の合理化に対処することを主目的に1983年にWAJが組織された。

M6102 自然条件により、王国内の水資源は一律には分布しておらず、西部の地域に偏在している。したがって、過去における水資源開発投資も領土の北部-西部に集中しこの地域における大部分の水資源はほとんど開発し終えた状態である。ムジブ水系は、この北-西部および最大の上水消費地である大アンマン圏に隣接しているため最近脚光を浴びるようになってきた。

M6103 ムジブ水系の地下水がかなり豊富であることはすでに知られている。また地下水のかなりの部分は、農業灌漑用、あるいはアンマン・カラクを始め流域に散在するほとんどすべての集落への上水用として利用されている。しかしながら、表流水を含めた水資源賦存量はまだ評価されていない。このため組織的かつ最適に水資源を利用することを目的とした水資源賦存量とその配分を明らかにする必要性が生じてきた。本調査は上述の基本的必要性を満足させること目的としている。

M6104 ムジブ水系の水利用は部分的にすすめられているが、水資源の総賦存量と安定揚水量については今まで考察されなかったのが現状である。これらの点を鑑み、水利用の方法論を以下のように定める。

- まず、地下水及び表流水の賦存量と配分を推定する。
- 賦存水資源を利用するための必要な方法を検討する。
- 将来の水需要を予想する。
- 需要量と利用量を統一した計画を立案する。
- 最後に、最も有望な計画を立案する。

## M 6.2 地下水利用計画

### M 6.2.1 方策

M6211 ジョルダンの人口集中地である大アンマン圏に近い所での地下水資源は上工水用と農業用として開発が進められた。地下水は飲料用として最も重要なものであると考えられている。これらの水源のほとんどから最近、滞水層からの適正な揚水量か、あるいはそれ以上が汲み上げられている。今回の水文地質調査はアンマン南方30kmから100kmの距離にある未開発地下水の揚水可能量を推定する。最大100kmの輸送となるがこの地下水資源の開発は依然経済的である。これは、代替案となる表流水の取水標高が低く、また供給の安定性と水質を保つために貯水池、ポンプ、浄水施設が必要となるためである。

M6212 国内の水資源量が限定されていることと、上工水利用を優先する政府の水配分政策のため、調査地域の農業用地下水の追加開発は、表流水可能開発量を考慮して政府が調整をすることとなる。

M6213 調査地域内の深層化石水の貯留量は莫大であるが、この化石水を開発する前にB2/A7層地下水が十分に開発されるべきであろう。B2/A7層の地下水を補強するためには、洪水の人工涵養が将来重要な役割を荷うこととなる。

### M 6.2.2 浅層地下水

M6221 浅層地下水はB2/A7層に存在する。この層は調査地域全域に広がっており、砂漠高地、高原地帯での最上層を形成し、多くの地点では薄い土壌を乗せている。地下水涵養はB2/A7層の露頭を通して比較的豊富な降雨によって生じる。B2/A7層は水経済、信頼性、モデルによる計算で推定された安全揚水量の点から考えて調査地域ではもっとも重要な滞水層である。

M6222 シワッカ・カトラナ及びスルタニの計画で、井戸群は年間15.9MCMの生産量があり、WAJによるデザートハイウェイ沿いのパイプラインに統合される。ルメール計画井戸群は年間7MCMの生産量があり、アンマンへの上水用であるマダバ・ヤドゥダ・パイプラインに統合される。ラジュン計画井戸群は年間5MCMの賦存量がある。ここの地下水は将

来のオイルシェール鉱山とカラク地区上工水用に保存されるとする。

### M 6.2.3 深層地下水

深層地下水はA4、A2層の被圧地下水層に存在する。この層は調査地域全域に広がっている。この深層地下水の賦存量については知られていないことから、水文地質の詳細と経済性 (Feasibility of water economy) が調査されるまでは開発を控えるのが望ましいと考えられる。

### M 6.2.4 化石水

M6241 化石水はクルヌブ、ディシイ砂岩層の被圧地下水層に存在する。この層は調査地域全域に広がっており、塩分濃度は所によって変動するが、一般に高い値を示す。これらの最深層地下水は、莫大な貯留量ではあるが、“化石水”資源であること、揚程が700m以上におよぶことを考えると、上述した浅層及び深層地下水が充分開発されるまでは、開発を控えるのが望ましいと考えられる。

## M 6.3 表流水利用計画

### M 6.3.1 方 策

M6311 概要 : ムジブ水系の表流水は基底流と洪水より成る。基底流は年間を通じてほぼ一定であるが、キングズハイウェ架橋地点よりもかなり下流側でしか利用できない。洪水は流域全体で利用できるが、雨期の降雨後に僅かな回数発生するのみである。またその発生時期、発生洪水量も年により大きく異なる。このような洪水を利用するためには、適正規模の貯水ダムが不可欠である。地形上からダム候補地点を選定したのち(第一次選択)概略の表流水の賦存量として最頻洪水(2年確率洪水)が用いられた。

M6312 有望なダム地点の選択の過程で漏れなく可能地点を考慮した。ダム地点選定作業は一般地形図(5万分の1、等高線間隔25m)を用いて地形上の特性に基づいて実施された。その結果20地点が選出され、それ以外には適地は見いだされなかった。20地点のうち15ヶ所は新規地点、3ヶ所はジョルダン側によって以前より計画された地点、残り2ヶ所は既存のダム地点に相当している。上記ダム地点の位置は、Annex M6312 に示されている。

る。

M6313 利用可能な航空写真に応じ、縮尺 1/7,500あるいは 1/15,000の地形図が選出されたダムに対して作成された。作業は WAJの依頼によりジョルダン国土地理院 (JNGC) によって実施された。この地図を用いて、水位-湛水面積曲線及び水位-貯水池容量曲線を各ダムサイトについて用意し、用水量、蒸発の季節変化、浸透損失を考慮したダム貯水池操作シミュレーションを各ダムについて行った。流入量はタンクモデルを用いて日雨量より合成された値平均を用いた。その結果各ダムでの貯水池によって調整された利用水量が推定された。

M6314 5ヶ所の選択されたダムサイトにおいてダムボーリングとテストピットが実施された。これらの地点は地質特性、建設資材の質と利用可能性に関して他のダム地点を代表していると考えられる。ボーリングと材料調査作業は WAJによって実施された。

M6315 次に計画ダムの選択を下記の点について行った。すなわち、

- 水 文
- 地 質
- 社会経済

M6316 水文によるスクリーニングに関しては、年平均最頻洪水量が指標として用いられ流入量のごく少ない(年間1.5MCMを下回るかあるいはダムによる調整後の利用可能水量が非常に少ない)ダム地点は考慮からはずされた。このスクリーニングによってサディール、シャビック、シワッカN、シワッカS、スエイダ(II)、スエイダ(I)の6ヶ所がはずされ、14ヶ所が残された。

M6317 地質に関する選払は次の事項に着目した。第1にダム基礎と池敷からの漏水(浸透)とその地下水あるいは、下流の基底流に対する影響である。第2はダムサイトやその付近における地スベリの有無である。20のダム候補地点の存在する地域は石灰岩丘より成り代表的な地質は、B2, B1およびA3層である。このうち40ないし100以上の高いルジオン値は、主にB2a層中の石灰岩と硅質石灰岩内の豊富かつ不規則な割れ目の分布によるものである。このような水文地質的な特徴は調査地域内では一般的なものであ



って、通常の通年貯水には不利な条件である。この甚しいものを除外すると7地点（ザイナブ、ハルク、シャビック、スエイダ1、カトラナ、ダッバとムジブ）が除外され、13の地点が残ることになる。

M6318 社会・経済的な面からのスクリーニングに関しては、農地、井戸、高速道路、橋梁、鉄道、工場、家屋の水没等が十分考慮された。その結果以下の点が明らかとなった。

ルメール貯水池： 個人所有の農地（17 Km<sup>2</sup>）、個人所有の井戸（3ヶ所）

ハルク貯水池： デザートハイウェイ及び橋梁（湛水位 670.5m）

シワッカC貯水池： WAJ管理の井戸（2ヶ所）

ダバ貯水池： 高速道路（カトラナ・カラク）及び橋梁、（湛水位 657.1m）

スエイダ1貯水池： WAJ管理の井戸（2ヶ所）

シワッカS貯水池： 鉄道（湛水位 761.5m）

カトラナ貯水池： デザートハイウェイ及び橋梁（湛水位 768.6m）

スルタニ貯水池： 工場及び家屋

M6319 以上のスクリーニングにより7つのダムサイトが残った。それらは、ワラ、ハラム、シワッカC、カブラ、ヌケイラ、カトラナ（既設）、スルタニ（既設）各ダムサイトである。これらのダムの諸元をAnnex M6319 に示す。

## M 7. 開発計画の概略

### M 7.1 基本構想

M7101 各分野の調査に基づき、開発計画が策定された。それは地下水のポテンシャル（現在の揚水量に新たに加わる安全揚水量）を近い将来出来うるかぎり開発すること。また、表流水利用による有望な計画が必要となる可能性を考え、それらの計画を確定しておくことの2点である。

### M 7.2 地下水開発

M7201 大アンマン圏への給水： 1985年時点での大アンマン圏及びムジブ水系内の需要量年間70MCM に対して供給量は年間67.5MCM であった。年率約5.2 %で伸びるとして2005年の需要は年間198MCMに達するであろう。（注：この需要量は既設のパイプ網で結ばれている大アンマン圏、ムジブ流域およびカラク市の需要合計である）WAJは給水容量を増加させるための数多くの計画を考えている。しかしながら、それらの容量をすべて足し合わせてもその総量は年間114MCMであり年間84MCM が不足量として残ることになる。それゆえ何としても給水容量を補強することが必要である。

M7202 ムジブ地下水の利点： 現在の調査で評価された地下水開発ポテンシャル23MCM は現在ジョルダンでその量が明らかとなっている唯一の水源である。ムジブの地下水資源は他のどの水源よりも大アンマン圏の近くに位置している。これらの条件は大アンマン圏への給水源として高い適性があることを示している。

M7203 地下水の配分： 本調査により年間の安全揚水量はスルタニで 6.3MCM、シワッカ・カトラナで 9.6MCM、ルメールで 7.0MCM ラジュンで 5.0MCM であることが明らかとなった。このうちラジュンは政府の政策により将来の油母頁岩の開発に保存しておくことになっている。ラジュン以外の総計は年間23MCM となる。この量は前述の年間不足分84MCM の27%に相当し、年間不足分を61MCM に減ずることになる。さらに、この全量を揚水しても下流の基底流量に重大な影響を与えない。したがって、この量を大アンマン圏への給水に供することが計画された。

M7204 パイプライン計画の立案： 現在WAJは数多くのパイプライン計画の実施を策定しているが、これらの計画の成果を本調査での水源開発に十分に利用することにする。シワッカ南部に位置しているシワッカ・カトラナ計画井戸群からの水はシワッカにパイプラインによって運ばれ、それからは、WAJが計画しているヤドゥダ・シワッカ・パイプラインによる。この計画はスルタニ・シワッカ・パイプラインと仮称されパイプラインとスルタニ、カトラナ・シワッカの各井戸群より成る。ルメール井戸群からの水はパイプラインを通してマダバに運ばれる。マダバからはWAJの建設するヤドゥダ・マダバ・パイプラインによる。本計画はルメール・マダバ・パイプライン計画と仮称されパイプラインとルメール井戸群より成る。

M7205 スルタニ・シワッカ・パイプライン計画： 大アンマン圏の上工水供給用でスルタニ井戸群及びシワッカ・カトラナ井戸群の安全揚水量を開発するものである。本計画は以下の要素より成る。すなわち

- スルタニ井戸群での生産井18本；
- シワッカ・カトラナ井戸群での生産井21本；
- スルタニ及びカトラナ2ヶ所での貯水地；
- スルタニ、シワッカ間の40.7kmを結ぶ管径 500～ 800mmのパイプライン一連；  
安全揚水量はスルタニ井戸群で年間 6.3MCM、シワッカ・カトラナ井戸群で年間 9.6MCM、計15.9MCMである。

M7206 ルメール・マダバ パイプライン計画： 大アンマン圏への上下水供給用でルメール井戸群の安全揚水量を開発するものである。本プロジェクトを以下の要素より成る。

すなわち

- 生産井20本；
- 貯水地2ヶ所；
- 増圧ポンプ場 1基（水頭圧 106m、最大流量 $1.04\text{m}^3/\text{s}$ ）；
- 延長13.9kmを結ぶ管径300～500mmの支線パイプライン一連；
- 延長13.9km、管径300～700mmの本線パイプライン一連；  
安全揚水量は年間 7.0MCMである。

M7207 2つのパイプライン計画の追加調査： これら2つのパイプライン計画実施の緊急な必要性から考えて本調査においてさらにフィージビリティ調査レベルの調査が実施された。この詳細についてはAppendix IIに述べられている。

### M 7.3 表流水開発

M7301 概略： ムジブ水系の地下水生産主要地区はカスタルから南方のデザートハイウェイ沿いの帯状の地帯で、この地帯を切って支流が流れている。これら支流の洪水を主に現存する井戸群の涵養に、またその一部を計画井戸群の涵養に利用するものとする。

M7302 南部地区のダム群： 南部地区のカトラナ、スルタニ（ともに既設だが、地下水源涵養用として造られたものではない）とシワッカ（新規提案）を含むダムには既存の井戸群を涵養するという共通の目的がある。これらのダム建設地点の河川は降雨量 100mm以下の砂漠地帯を集水域としており、流域面積の割には、その流出量は豊富であるとは言えない。しかしこれ等の地点はアンマン、カラクへ水を供給している既設井戸群に近く位置しており、一方井戸群の揚水量が時々安全揚水量を越えることから、これらのダムが既設の井戸群の涵養として計画された。

M7303 カトラナ既設ダム： このダムはワジ・ハフィラのデザートハイウェイの近くに位置し、流域面積1,490km<sup>2</sup>、流域の年降水量は 100mm以下である。このダムはアンマン上下水用に年間 3.5MCM を揚水している既存のカトラナ井戸群の近傍にある。すでに堆砂があり、現在の貯水容量は 4.0MCM で初期の容量よりかなり減少している。デザートハイウェイ改修に伴いダム余水吐の高さを下げられている。

M7304 既設カトラナダムを、積極的に既設カトラナ井戸群の涵養用に使用することを提言する。貯水された水を、提案する3本の涵養井戸に導水する。最頻流入量1.8MCM/年が雨期にこれらの井戸から注入されれば、1.4MCM/年が乾期に揚水される。注入は安全揚水量を越えて揚水されている既設井戸の回復にも役立つ。

M7305 ワジ、ハフィラ上流域には広大な平坦地が存在し、降雨の後、沼地と化す。こ

のためダムへの流入が減少し、蒸発損失、浸透が増加し、浸透分はアズラックへの地下水流入に加わる。この損失は排水路掘削による排水改良によって改善することが可能であり、この作業は乾期の乾土工で実施できる。(Annex M7305 参照) 改良工事の完全実施によるワジの流出(すなわち貯水池への流入)増加分は年間2MCMと予想される。4本の井戸を増設することにより年間1.8MCM/年を注入し1.4MCM/年を乾期に再び揚水し得る。

M7306 自然流入量と、排水改良で増加する流出量を組み合わせることにより乾期における7本の追加井戸から3.2MCMが利用可能となる。現在既設ダムはの貯水池容量を増やすため、余水吐の嵩上げと拡巾が必要である。(詳細はAppendix(I)-F 参照)

M7307 スルタニ既設ダム： スルタニ既設井戸群の近傍に、スルタニ洪水貯留ダムがある。カトラナダムと同じ考えが小規模で適用できる。スルタニ貯水池は上流に位置するアピヤッド鉱山の鉱滓によってほとんどが埋没している。推積土を掘削し、ワジ上流部への鉱滓流入を防ぐ手段を講ずることが必要である。当初の貯水容量に戻された場合、2本の追加井戸による年間0.6MCMが乾期に利用可能となる。掘削による復旧作業のため全体として割高な計画となる。

M7308 シワッカCダム： シワッカ既存井戸群の近傍にワジ・シワッカがある。シワッカ地点にダムを築くことにより、乾期に2本の追加井戸による年間0.6MCMが利用可能となる。ダムは中央遮水コア型ロックフィルダムで、堤高16.5m；堤長124m；堤体積28,000m<sup>3</sup>；有効貯水量1.1MCMとなっている。この計画はかなり割高である。代替案としてコンクリート重力ダムを考慮することができる。

M7309 ワラダム： キングスハイウェー下流側のワジ、ワラ下流域に農地が存在する。これらの農地の灌漑用水はワジ、ワラの基底流量に依存している。面積は350haの既存農地と政府登録の農地250haから成り、総面積600haである。この農地群はムジブ流域で最大のものである。一方、WAJは高地への上工水供給用としてこの基底流量から年間15MCMを取水する計画(ワラ・パイプライン計画)を持っており、すでに測量が始められている。もしも、この計画が始められた場合、それらの農地は灌漑用水源を失うことになる。したがって年間6MCMの灌漑のための補償用水が必要となる。

M7310 灌漑水用補償を目的としてワラダムが提案される。ダム地点と貯水池は層厚およそ15mの透水性のB2a層より成り、その下方には不透水性のB1層がある。中央遮水ロックフィル型；堤高65m、堤長350m、堤体0.92MCMのダムが築かれた場合19.3MCMの有効貯水容量が利用可能となる。貯水池に蓄えられた水は、年間17MCMがB2aの層を通して漏水し、不透水性のB1層上を流れ、キングスハイウェーの架橋地点付近の河床から再び地表にあらわれることになる。この近傍より再び現われる水の量はおよそ年間6MCMと推定され600haの灌漑には十分である。現存の農地には、すでに小規模のポンプ、パイプが数多く設置されているため、追加の灌漑施設は必要ない。

M7311 さらに、注入井による年間5MCMの人工涵養により下流のヘイダン井戸群と上流ルマイル井戸群の賦存量を強化させることになる。この計画はワラ・パイプライン計画の重要な部分となると考えられる。

M7312 灌漑農業開発：耕作に適した土壌が分布している所が少なく、水源がほとんどないため、ムジブ水系内に適当な規模の灌漑農業開発を見出すことはむづかしい。単独の計画としてハمام地区が見い出された。アースフィルタイプ、堤高16m、堤長2,670m、堤体0.68MCMのハمامダムによって表流水、地下水の両用による175haの灌漑が可能となる。この計画は費用が高い。他の可能性はカトラナ地区に見い出される。規模は75haで灌漑用水は生産井1本を失うかわりに得られる。カトラナ貯水池より取水されることになる。

M7313 ヌヘイラ貯水計画：ヌヘイラ地点では洪水を貯留し得る。この地点は比較的不透水性のA3層に位置している。ダム高は左岸上部の不安定な岩屑や断層により制限される可能性が残る。現時点での不確定な地形条件を無視した場合ダムによって利用可能な有効貯留容量は21MCMである。この貯水池により80%信頼度で年間8.8MCMが直接利用可能になる。また、年間4.4MCMが下流基底流量の増加となる。

M7314 ダムはゾーンロックフィル型、堤高61m、堤長350m、堤体0.94MCMである。代替案としてコンクリート重力式ダムが可能である。

現時点においてはこのダムの利用可能水の用途は確定できないが以下の用途が考えられ

る。

- カラクを含めた高地における多目的利用。この場合 700m の揚程が必要となる。(ダム標高 180m)
- さらに下流域の多目的利用

M7315 カブラ貯水池計画： カブラ地点においても洪水を貯留し得る。この地点の集水面積 (290km<sup>2</sup>) は大きくはないが比較的多量の降雨がある。(年間 200mm以上) ダム高には地形上の制限がなく基礎及び貯水池は比較的不透水性である。このダムにより、有効貯留容量 6MCM が得られ、最頻流入量に対し年間 2.7MCM が貯水池より利用可能となる。

M7316 ダムはゾーンロックフィル型で、堤高29.5m、堤長 455m、堤体 0.29MCMとなる。現時点において貯留された水の用途は確定できないが以下の利用が考えられ得る。

- 高地、特にカラクにおける多目的利用、この場合 200m以上のポンプによる揚水が必要となる(ダム標高 690m)
- オイルシェール開発のための部分的代替水源として。これにより同量の地下水が都市用水に利用され得る。
- さらに下流の多目的利用

M7317 推砂問題： 以上述べたダム計画はすべて洪水に対して計画されているが、水理的な条件あるいは地表の状態のために、この洪水によって多量の土砂が運搬されている土砂の量は概ね捕捉された水の1%に達する。したがって無効貯水容量は総容量の半分に計画された。この問題は各ダムの貯留効率を低下させることになるので将来、土砂吐用施設的设计を考慮する必要がでてこよう。

M7318 ダム計画の組合せ： 各ダム計画は一つの水系について連続して実施することが可能である。基本的でかつ可能な場合として、ハママダムとワラダム、カブラダムとヌヘイラダムの組合せがある。前者の場合ハママ計画は流域面積が狭く計画規模が小さいため下流のワラダム計画に大きな影響をおよぼさない。一方後者についてはカブラ計画とヌヘイラ計画が夫々単独に作られる場合と両者が併設された場合では使用可能量が異なる。すなわち単独の場合は、前述のようにカブラが2.7MCM/年、ヌヘイラが8.8MCM/年であるが併

設されると両者合計は10.0MCM となる。

#### M 7.4 緑地帯

M7401 緑地帯： ハイウェイに沿ってジザから南方及びカトラナからカラクまでの全長100kmに渡って緑地帯を実現することが可能である。両側各3列の樹木に必要な用水量は概算で年間 0.1MCM と推定される。灌漑はタンクローリーによって行い、水は最寄りの貯水池あるいは井戸より取水し得る。



## M 8. 主要開発計画の経済効果概要

### M 8.1 総論

M8101 前述の諸計画のうち、下記の地下水開発プロジェクト、すなわち

- スルタニ井戸群とカトラナ・シワッカ井戸群の開発とこの水を導水するスルタニ・シワッカ・パイプラインプロジェクト、および
- ルメール井戸群の開発とこの水を導水するルメール・マダバ・パイプラインプロジェクト

は、大アンマン圏への上工水源を増強することによって大きな、経済効果をもたらすであろう。一方本調査によって案出された灌漑計画、すなわちハمام計画とカトラナ計画、は高地における灌漑農業開発の例を示すものとなる。

M8102 これらの計画の実施には、パイプラインの建設に 3,400万JD、灌漑施設に対する投資に 900万JD、合計 4,300万JDの金額を必要とする。その結果、経済的内部収益率 (EIRR) がそれぞれ10%および3%になるような経済効果をもたらすことになる。

### M 8.2 スルタニ・シワッカ間およびルメール・マダバ間パイプライン計画

M8201 後述 (Appendix II) のパイプラインプロジェクトのフィジビリティ調査によると、スルタニ・シワッカおよびルメール・マダバ・パイプラインプロジェクトは4年間の建設期間を費して1992年に完成するよう計画されている。4年間に投資される建設費はそれぞれ約 1,900万JDおよび 1,500万JDと推定される。そして1993年以後、主にアンマン首都圏都市用水として、スルタニおよびルメール地区の井戸群からこの2つのパイプラインによって、それぞれ年間16MCM および7MCM の水が供給されることになる。このパイプラインによって運ばれる水の経済的価値はそれぞれ年間300万JD以上および 100万JD以上になるものと推定される。パイプラインプロジェクトの経済効果については、Appendix II の F 3章と F 4章で詳細に検討される。

### M 8.3 ハمامおよびカトラナ地区灌漑計画

M8301 高原のかんがい計画が、ハمام地区の 175haとカトラナ地区の75haの2地区で策定された (M 6.3節参照)。これらの灌漑計画の実施によって生ずる便益は計画が実施さ

れた場合とされなかった場合の2つの純便益の差、すなわち、増分便益として与えられる。この便益は、ハマムの灌漑計画では年間40万 5,000JD (1986年価格)、そしてカトラナ計画では年間14万 2,000JDと推定される。便益推定は農作物の国際価格を基にして、農家の軒先価格を用いて行われたものであるから、それらは経済的便益として定義される。

M8302 2つの灌漑計画による建設費は合計で 846万 8,000JD (1986年価格) となり、このうちハマム計画が798万1,000JD、そしてカトラナ計画が48万7,000JDである。総金額のうち 512万 6,000JDの外貨部分 (60%) を含み、その内訳はハマム計画が 475万 3,000JD としてカトラナ計画が37万 3,000JDとなっている。建設期間は、約3年間の詳細設計と契約手続期間を経た後、ハマム計画については3か年、カトラナ計画については1か年である (建設投資の内訳は Appendix-(I) Gの表G-5.6、G-5.7およびG-5.8を参照)。建設費のほかに、建設後の施設の維持管理費として、ハマム計画とカトラナ計画についてそれぞれ年間22万 5,000JDおよび 6,500JDが必要である。

M8303 これらの計画の経済分析は、Appendix-(II) F 4201に示される賃金と財の機会費用および移転費用に関する仮定に基づいて行われた。その結果、ハマムとカトラナ計画の経済的建設費用はそれぞれ 744万 7,000JDおよび46万 8,000JD、合計で 837万JDと推定される。経済的費用による建設費の年度別支出内訳は次に示す。

経済的費用による灌漑計画の建設費

単位： 1,000JD

計 画	合 計	年 別 支 出 内 訳					
		1	2	3	4	5	6
I. ハ マ ム	7,447	220	29	185	2,240	3,182	
1,591 II. カトラナ	468	13	2	11	425	11	
6 III. I、IIの組合せ	7,915	233	31	196	2,665	3,193	

1,597

維持管理費の経済的費用は、ハマム計画では年間18万 6,000JD、カトラナ計画では年間 5,000JD、合計で19万 1,000JDと推定される。

M8304 灌漑施設の経済的寿命をフィージビリティ調査の開始から50年間とし、その間の経済的費用と便益の流れをAnnex M8304に示す。ここに便益は灌漑施設の完成後、さらに

若干のリーチング期間を経て後発生するものと仮定し、リーチング期間は、ハمام計画では3年、カトラナ計画では1年とする。灌漑便益は、リーチング期間後、年々増加し、3年で定常便益に達するものとする。

M8305 経済分析の結果、内部収益率（EIRR）はハمام計画単独の場合は0.5%、カトラナ計画単独の場合は22%、そして両者同時実施の場合には、2.7%と推定される。このうち、カトラナ計画の場合の内部収益率が非常に高いがこれは主に、プロジェクトの費用の中に給水源における施設費を含めないで、灌漑施設の建設費と維持管理費のみの低い費用の見積りによるものである。本調査では、カトラナ灌漑地区の水源地の施設費は都市用の給水費の中に含むように計画されている。一方、ハمام計画の内部収益率は極めて低い。しかしこのように低い収益率にも拘らず、この計画およびカトラナ計画の実施は、地域に対して社会・経済的に好影響を与えると共に一つの先駆的計画として高地農業の発展を促進することになる。

## M 9. 結論及び勧告

### M 9.1 結論

M9101 マスタープランレベルの調査によりムジブ水系内の水資源の分布、位置、賦存量が明らかにされた（見開き図参照）

M9102 明らかにされた賦存量のうち、地下水の安全揚水量は緊急に開発するに値する。このためスルタニ・シワッカ・パイプライン計画及びルメール・マダバ・パイプライン計画の2つのパイプライン計画が立案されフィージビリティ調査レベルの調査が実施された。

M9103 表流水の賦存量が明らかにされ、可能性ある計画が立案された。

### M 9.2 勧告

M9201 勧告された2つのパイプライン計画は技術的に妥当であり、経済的にも実施可能であるので、これら2つのパイプライン計画の早期実施に向け必要な対応を始めることを勧告する。

M9202 現在の調査に基づいて立案された計画は不特定の目的のための表流水開発を見込んだものである。特定の計画が必要となった時点でさらに進んだ調査をすることを勧告する。

M9203 これら立案された表流水開発計画のうち、2つの計画に高い優先度があると考えられる。1つはワラ計画である。これは勧告されたルメール・マダバ・パイプライン計画と同様に、この計画がW A Jによって計画されている計画の重要な部分を形成していると考えられるためである。もう1つは、上流側の流出改善を含めたカトラナ（既設）ダム計画である。これは費用が妥当であり効果が速やかに現われると考えられるためである。



Department of Study, Water Research and Dams - WAJ

Dr. Omar M. Joudeh  
Eng. Mahir Iskandar  
Eng. Fayez Arikat  
Eng. Abdel Rehman M. Hemud  
Eng. Fayyad Y. Barakat  
Eng. Ismail Hashem  
Eng. Ibrahim Farah  
Hydro. Deoud Hijazi  
Geo. Adnan Al-Masri  
Eng. Emad M. Araim  
Geo. Mohammed Abu Maizer  
Eng. Najib Ayub  
Eng. Yousef Atiyeh  
Geo. Walid Hussein

Department of Water Resources Development & Service - WAJ

Eng. Bader Hirzallah  
Dr. Jamil Rashdan  
Eng. Amin J. Wardem  
Dr. Dosef Saman  
Dr. Samir Hijazine  
Geo. Eng. Mohammed Saud

Department of Irrigation Development - WAJ

Eng. Musa Nasir

Department WAJ

Eng. Nawaf Dawood  
Department of Study & Planning, WAJ  
Department of Irrigation, WAJ  
Ministry of Energy  
Ministry of Planning  
Ministry of Public Works

Annex M1402 カウンターパート一覧

Ministry of Transport  
Department of Statistics  
Department of Customs, Ministry of Finance  
Central Bank of Jordan  
Jordan Electric Authority (JEA)  
Jordan Valley Authority (JVA)  
Jordan Electric Power Company (JEPCO)

Unit: Million JD

Item	1980	1981	1982	1983	1984	1985	Average Growth Rate 1980-1985
1. Income from productive sectors (at factor cost)	346.3	416.5	461.3	464.2	478.4	494.5	7.4
2. Income from service sectors (at factor cost)	542.1	626.1	710.3	761.0	805.3	864.1	9.8
3. GDP (at market prices)	979.5	1,165.7	1,323.2	1,422.7	1,490.0	1,581.0	10.0
4. GNP (at market prices)	1,185.3	1,484.2	1,675.5	1,769.4	1,844.2	1,856.0	9.4
5. Consumer price index (1980=100)	100.0	107.7	115.7	121.5	126.2	130.0	5.4
6. Real growth rate of GNP (1980=100)	-	16.3	5.1	0.6	0.3	-2.3	4.0
7. Per capita GNP (JD)	534.3	643.4	698.3	709.1	710.6	689.0	5.2
8. Average JD exchange rate against US\$	3.36	3.03	2.84	2.75	2.60	2.53	-
9. Public revenues	507.0	598.5	627.2	676.7	666.8	842.5	10.7
10. Public expenditures	563.1	647.1	693.5	705.3	729.4	818.8	7.8
11. Commodity exports	120.1	169.0	185.6	160.1	261.1	255.3	16.3
12. Commodity imports	716.0	1,047.5	1,142.5	1,103.3	1,071.3	1,074.4	8.5
13. Remittances from Jordanians working abroad	236.7	340.9	381.9	402.9	475.0	402.9	11.2
14. Foreign aid receipts	401.0	432.5	375.4	296.8	282.6	317.5	4.6
15. External loan repayments	145.0	213.6	187.3	126.2	239.0	193.6	6.0
16. Balance of payments (monetary sector)	-110.1	-15.3	62.4	-50.3	69.3	-18.5	-
17. The Kingdom foreign reserves	622.6	666.9	628.3	712.9	718.0	763.9	4.2

\* The detailed breakdown is given in Paragraph 1.1.2, Appendix A.  
Source : Annual Report 1984, 1985, Central Bank of Jordan.



Annex M3121 ジョルダンの人口および人口成長率

Governorate	Population		Average Annual Rate of Population Growth 1961-1979 (%)
	1961*	1979**	
Amman	433,618	1,173,170	5.69
Irbid	273,976	611,280	4.56
Balqa	79,057	147,827	3.54
Karak	67,211	125,959	3.55
Ma'an	46,914	74,761	2.62
Total in Jordan (East Bank)	900,776	2,132,997	4.91

Sources; \* Results of the First Census of Population and Housing on Nov. 18, 1961.

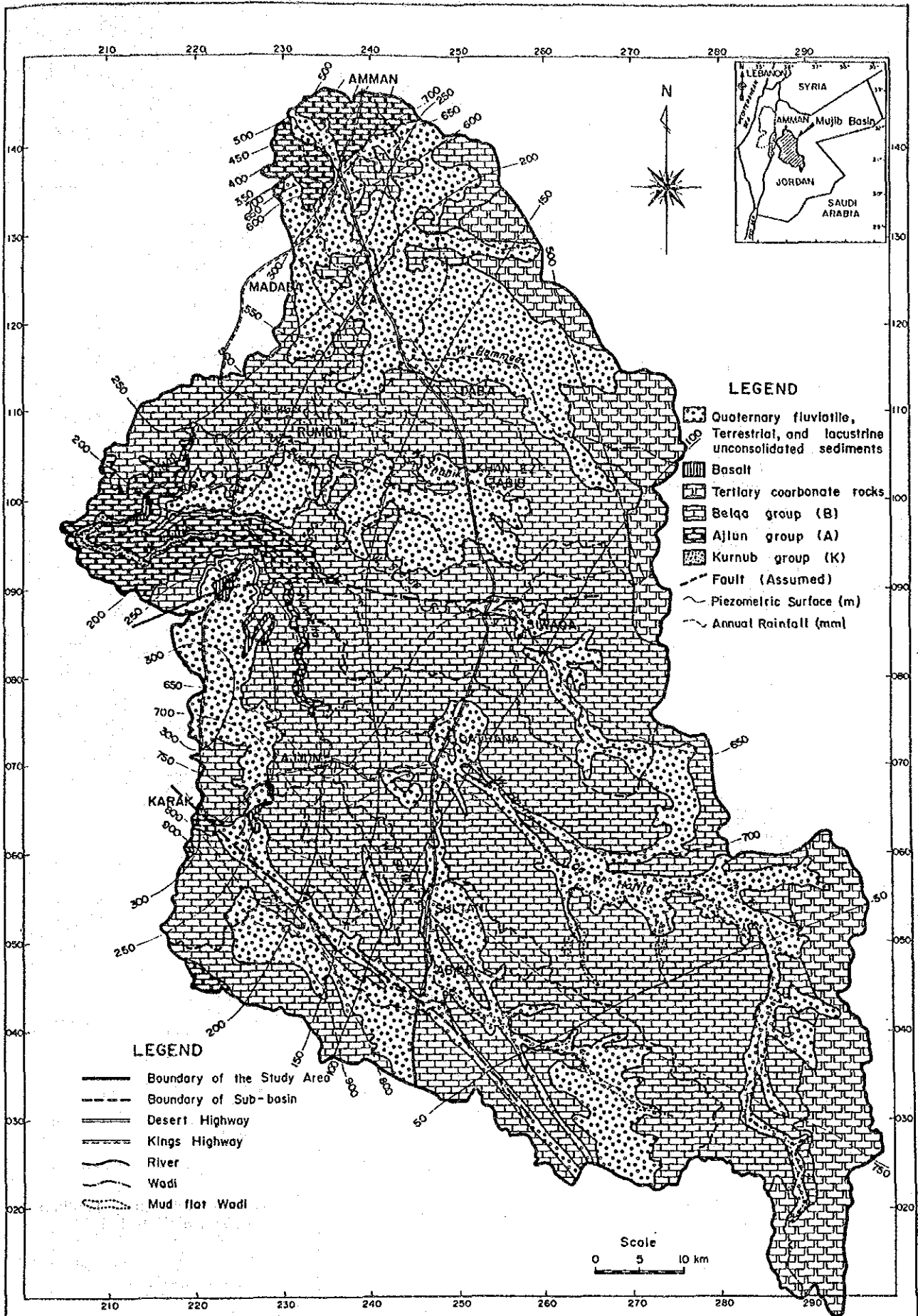
\*\* Results of the Housing and Population Census on Nov. 10, 1979.

Annex M3122 調査地域内の人口 (1979年センサス)

Unit : Thousand

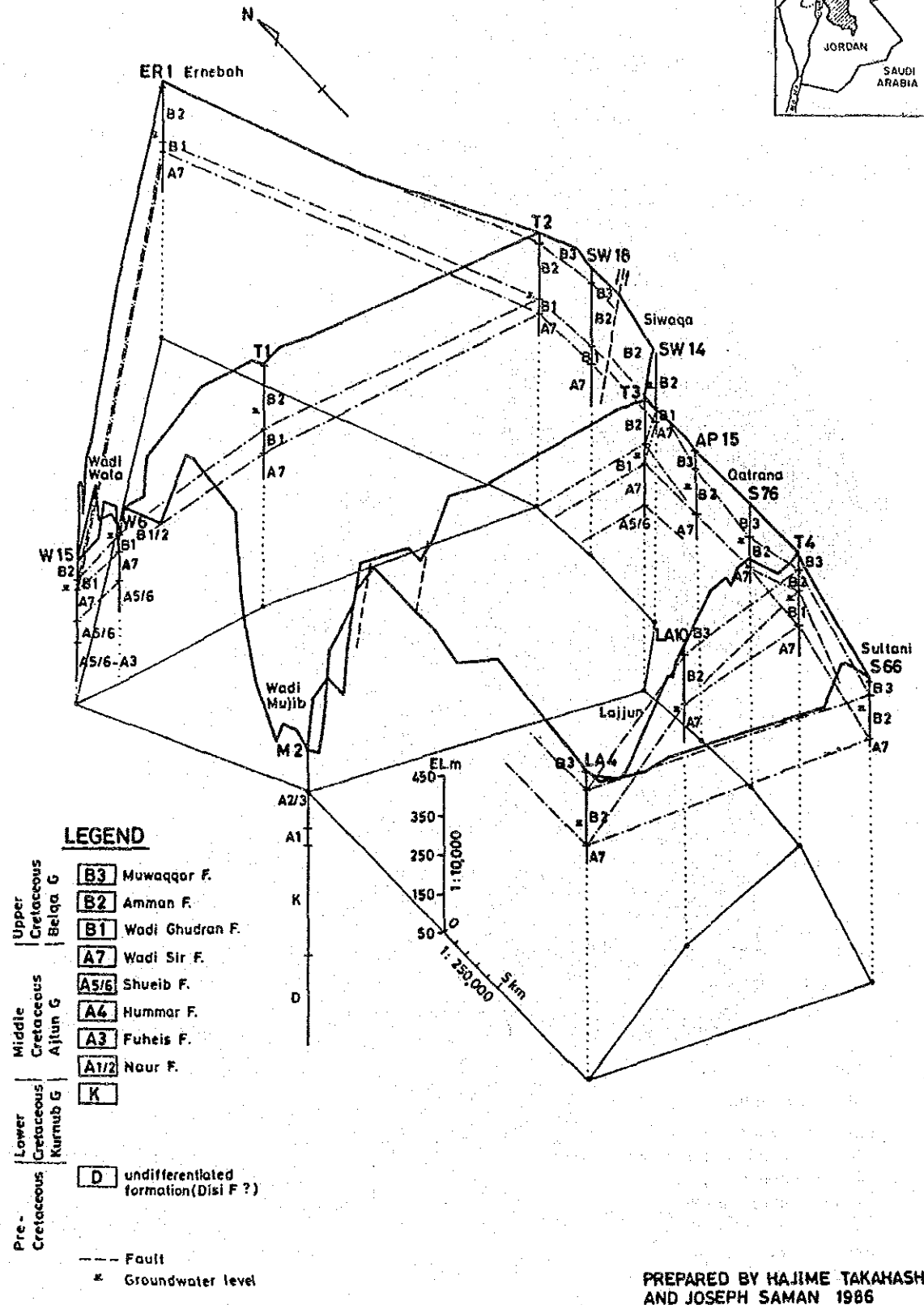
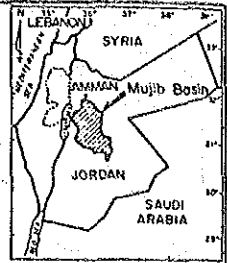
Governorate*	Study Area			Outside Study Area	Grand Total
	Greater Amman Area	Mujib Basin	Total		
Amman	842	22	864	3	867
Zarqa	290	-	290	16	306
Irbid	3	-	3	535	538
Ma'raq	1	-	1	72	73
Balqa	117	-	117	31	148
Karak	-	47	47	42	89
Tafielah	-	-	-	37	37
Ma'an	-	-	-	75	75
Total	1,253	69	1,322	811	2,133

\* New organization of governorate



Annex M3212-1 水文地質圖

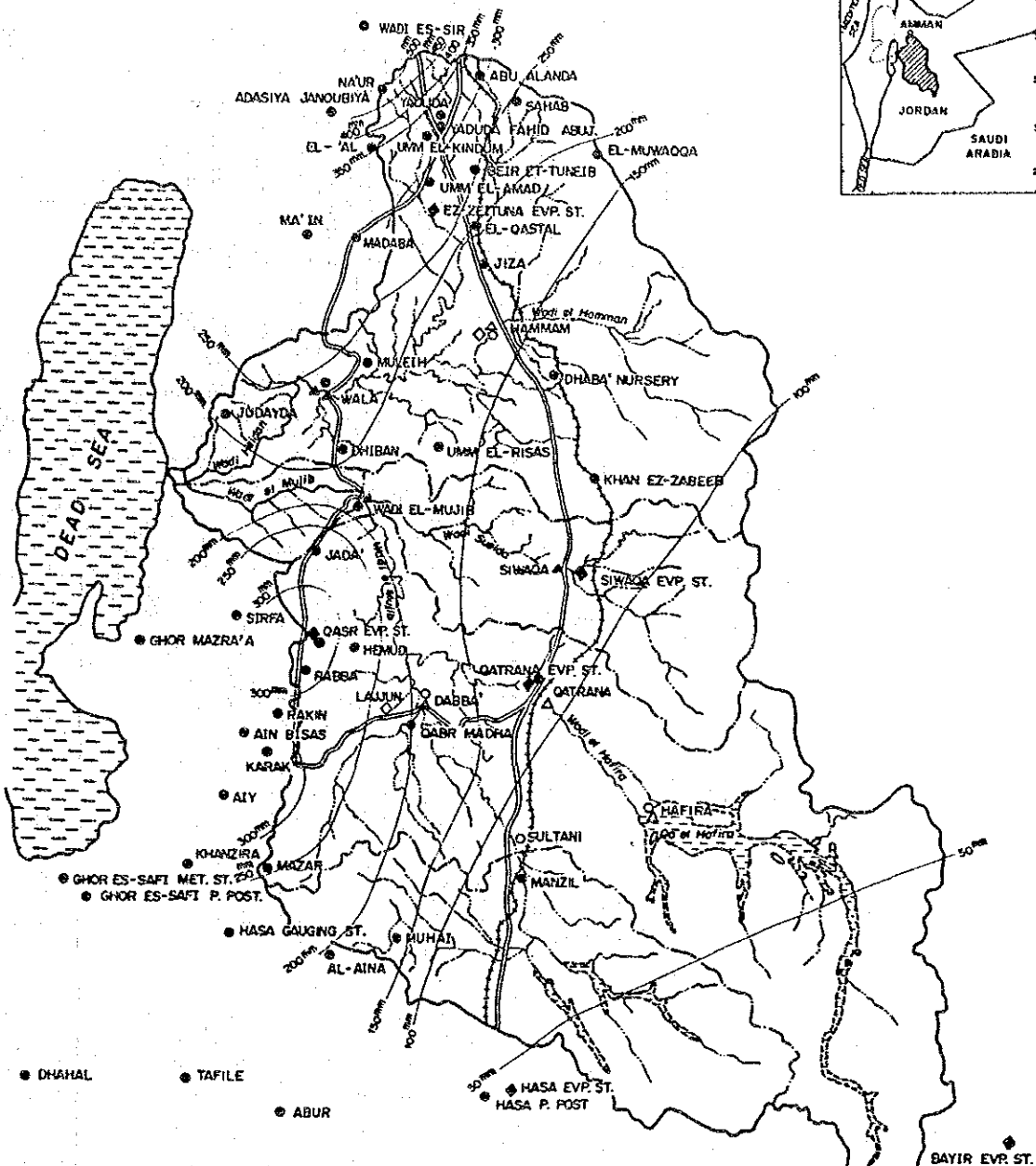
THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



PREPARED BY HAJIME TAKAHASHI AND JOSEPH SAMAN 1986

Annex M3212-2 フェンス・ダイアグラム

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

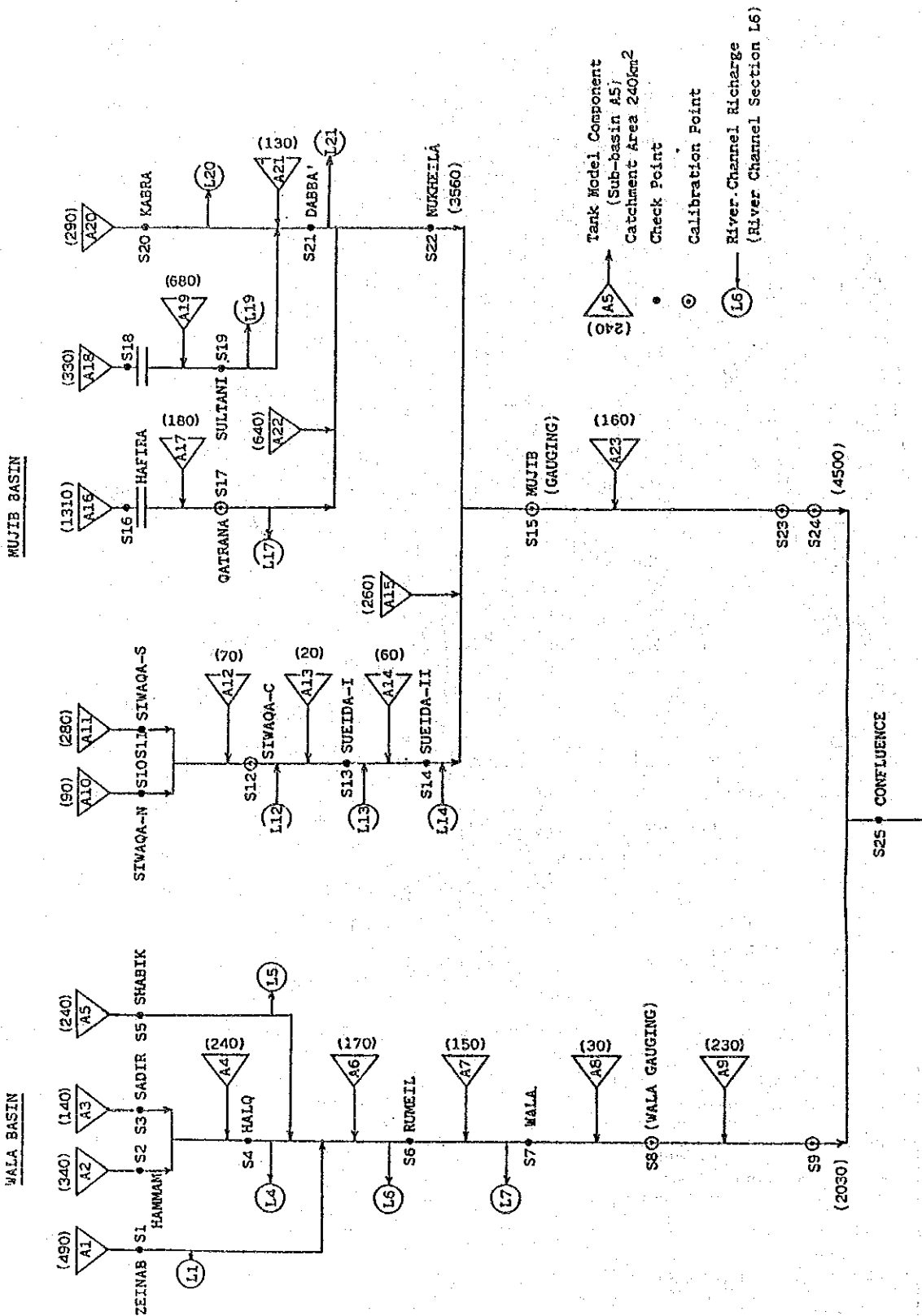


**LEGEND**

- RAINFALL STATION (EXISTING)
- RAINFALL STATION (NEWLY INSTALLED)
- ▲ GAUGING STATION WATER LEVEL (EXISTING)
- △ GAUGING STATION WATER LEVEL (NEWLY INSTALLED)
- ◆ EVAPORATION STATION (EXISTING)
- ◇ EVAPORATION STATION (NEWLY INSTALLED)
- BASIN BOUNDARY
- MAIN ROAD
- - - RAIL WAY
- - - WADI
- ▨ MUDDY AREA
- ANNUAL AVERAGE RAINFALL (mm)

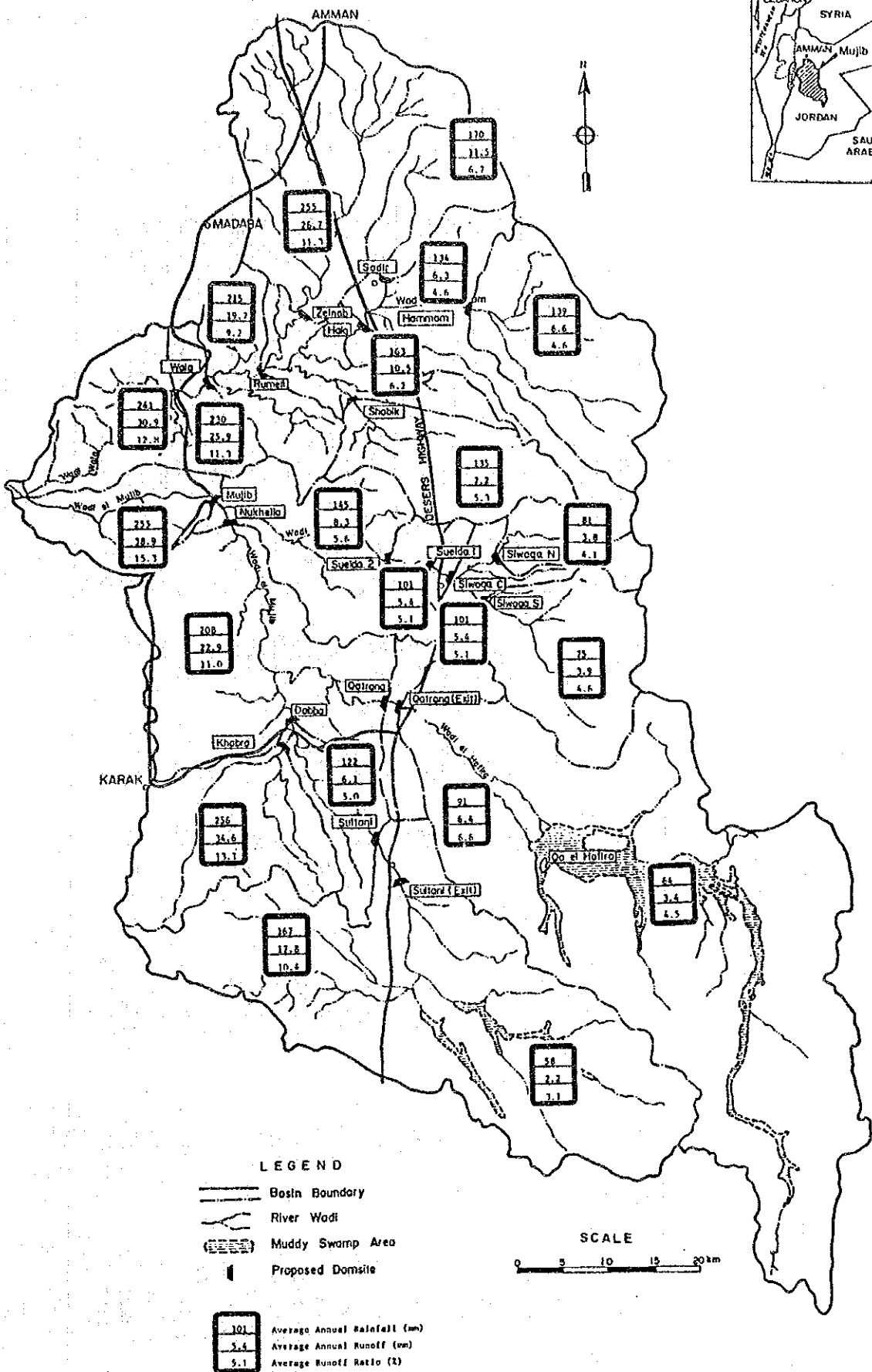
Annex M3224 気象/水文観測所

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
 HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
 STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Annex M4113 タンクモデル・流域分割図

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
 HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
 STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

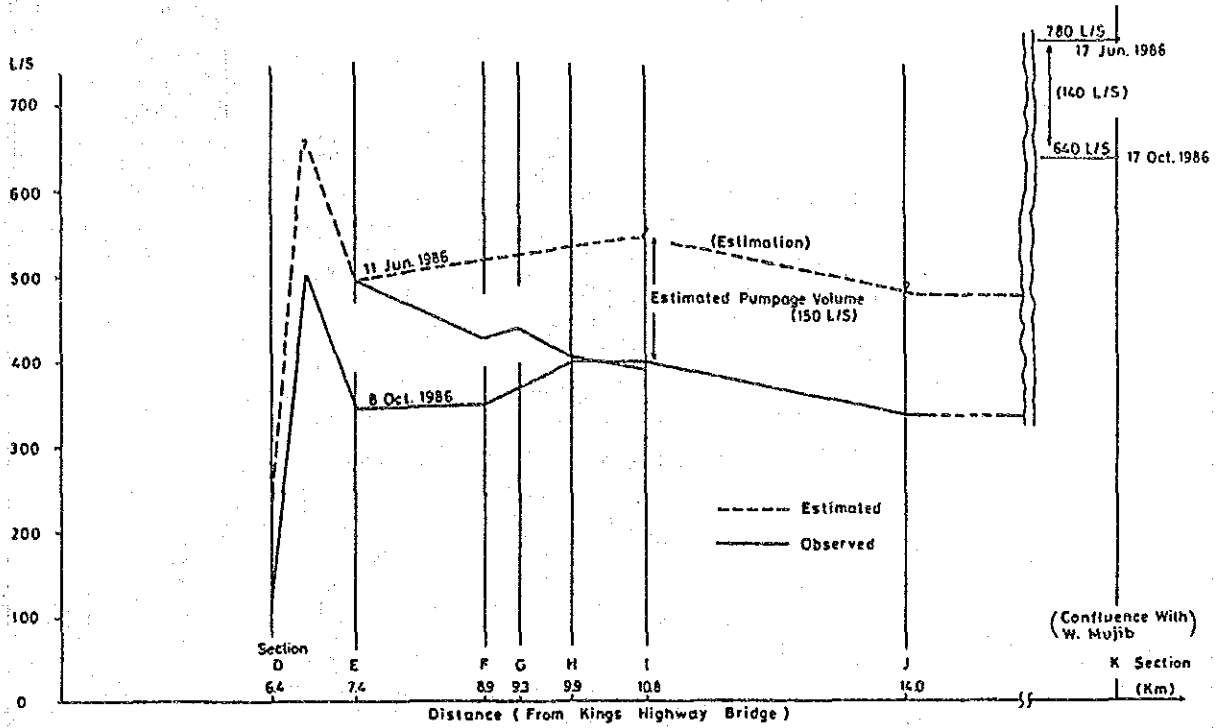


Annex M4115-1 流出係数分布図

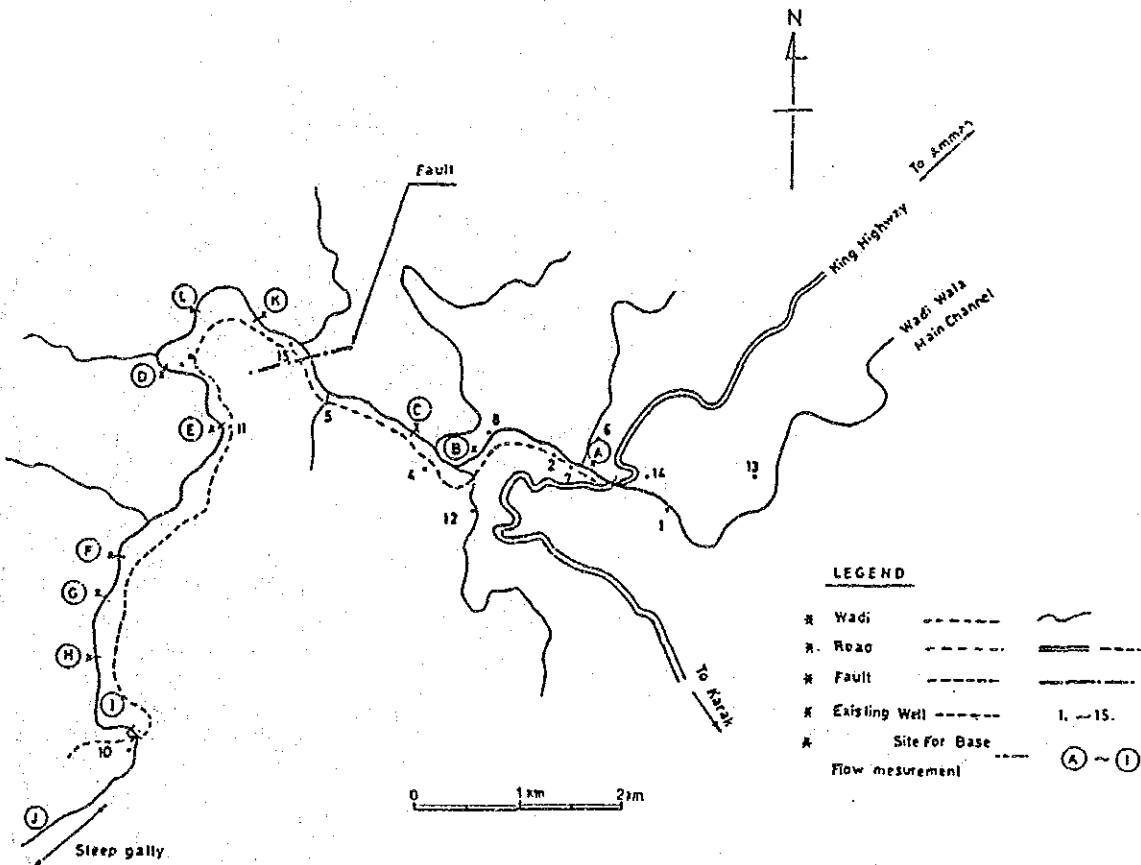
THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
 HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
 STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Damsite/ Gauging Station	Catchment Area (Km <sup>2</sup> )	Average of Annual Flood runoff (MCM)	Return Year of Annual Runoff (MCM)							
			1.5	2	5	10	20	50	100	200
1. Zainab	490	11.23	6.04	9.86	19.27	25.50	31.47	39.20	45.00	50.77
2. Hammam	340	2.15								
3. Sodir	140	1.53	0.82	1.35	2.68	3.48	4.30	5.35	6.14	6.93
4. Halz	720	5.13	3.10	4.59	8.25	10.67	12.99	16.00	18.25	20.50
5. Shabik	240	1.67	0.80	1.44	3.02	4.07	5.08	6.38	7.35	8.32
6. Rumeil	1,620	18.99	11.41	16.99	30.71	39.79	48.51	59.79	68.24	76.67
7. Wala	1,770	21.52	13.15	19.31	34.47	44.51	54.14	66.60	75.94	85.24
10. Siwaqa N	90	0.23	0.08	0.19	0.47	0.65	0.83	1.06	1.23	1.40
11. Siwaqa S	280	0.76	0.25	0.63	1.57	2.19	2.78	3.55	4.13	4.71
12. Siwaqa C	440	1.32	0.49	1.10	2.61	3.62	4.58	5.82	6.75	7.68
13. Sneida I	460	1.40	0.53	1.17	2.76	3.81	4.81	6.12	7.09	8.06
14. Sneida II	520	1.66	0.65	1.39	3.22	4.42	5.58	7.09	8.21	9.33
16. Hafira	1,310	2.68	0.72	2.16	5.70	8.04	10.28	13.19	15.36	17.53
17. Qatrana	1,490	2.28	0.40	1.78	5.18	7.44	9.60	12.40	14.50	16.59
19. Sultani	1,010	3.19	-	2.02	10.02	15.32	20.40	30.32	31.99	36.82
20. Kabra	290	9.01	3.82	6.12	11.78	15.53	19.13	23.78	27.27	30.75
21. Dabba	1,430	11.77		8.96	28.18	40.90	53.10	65.08	80.74	92.54
22. Mukheila	3,560	26.15	5.74	20.75	57.71	82.17	105.64	136.02	158.78	181.47
15. Mujib	4,340	29.85	8.17	24.12	63.38	89.37	114.30	146.57	170.75	194.84

### Profile Of Base Flow Volume (Wadi Heidan)



### Profile of Baseflow Volume (Wadi Heidan)

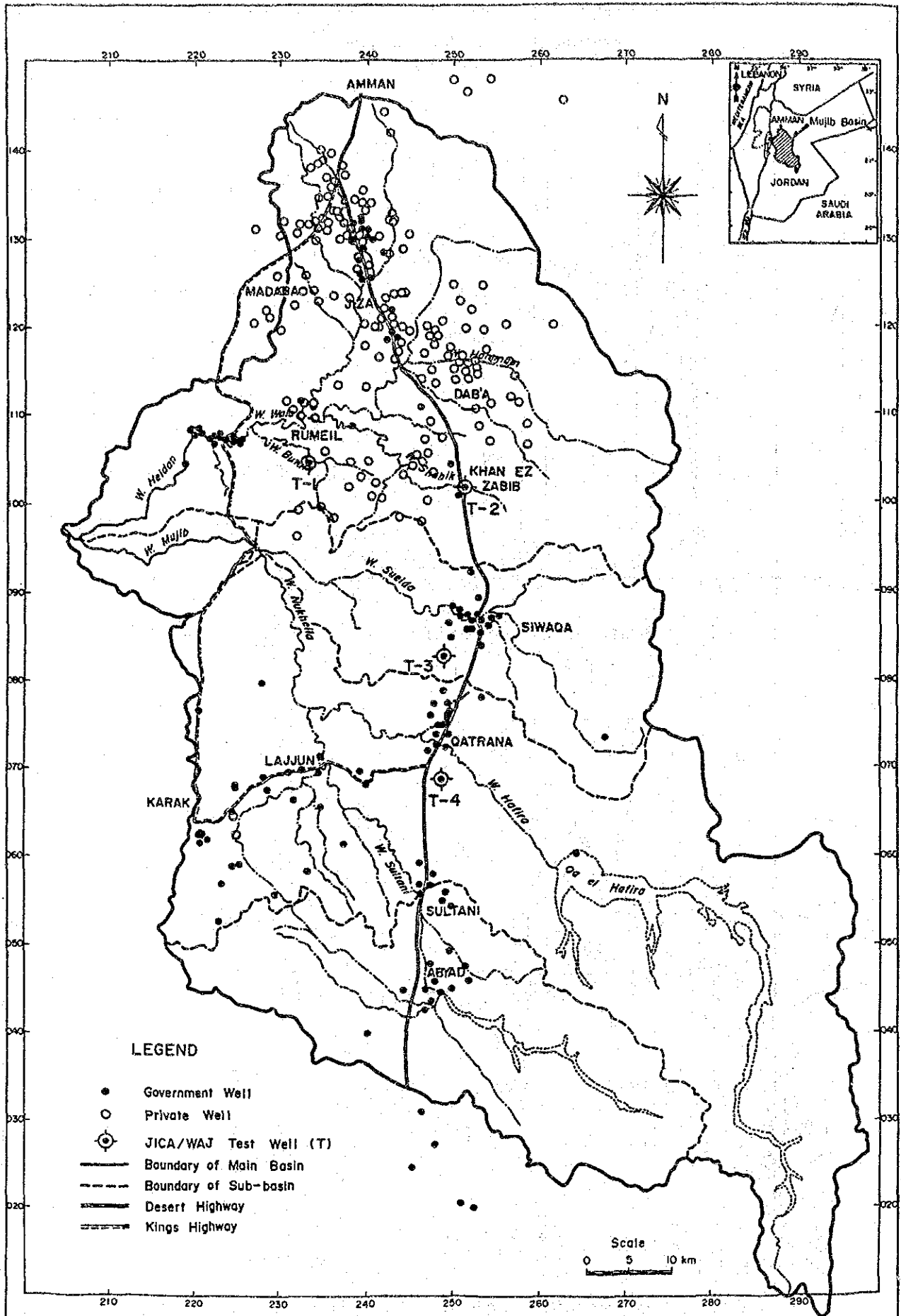


### Location of Baseflow Measurement

Annex M4122 基底流量分布图

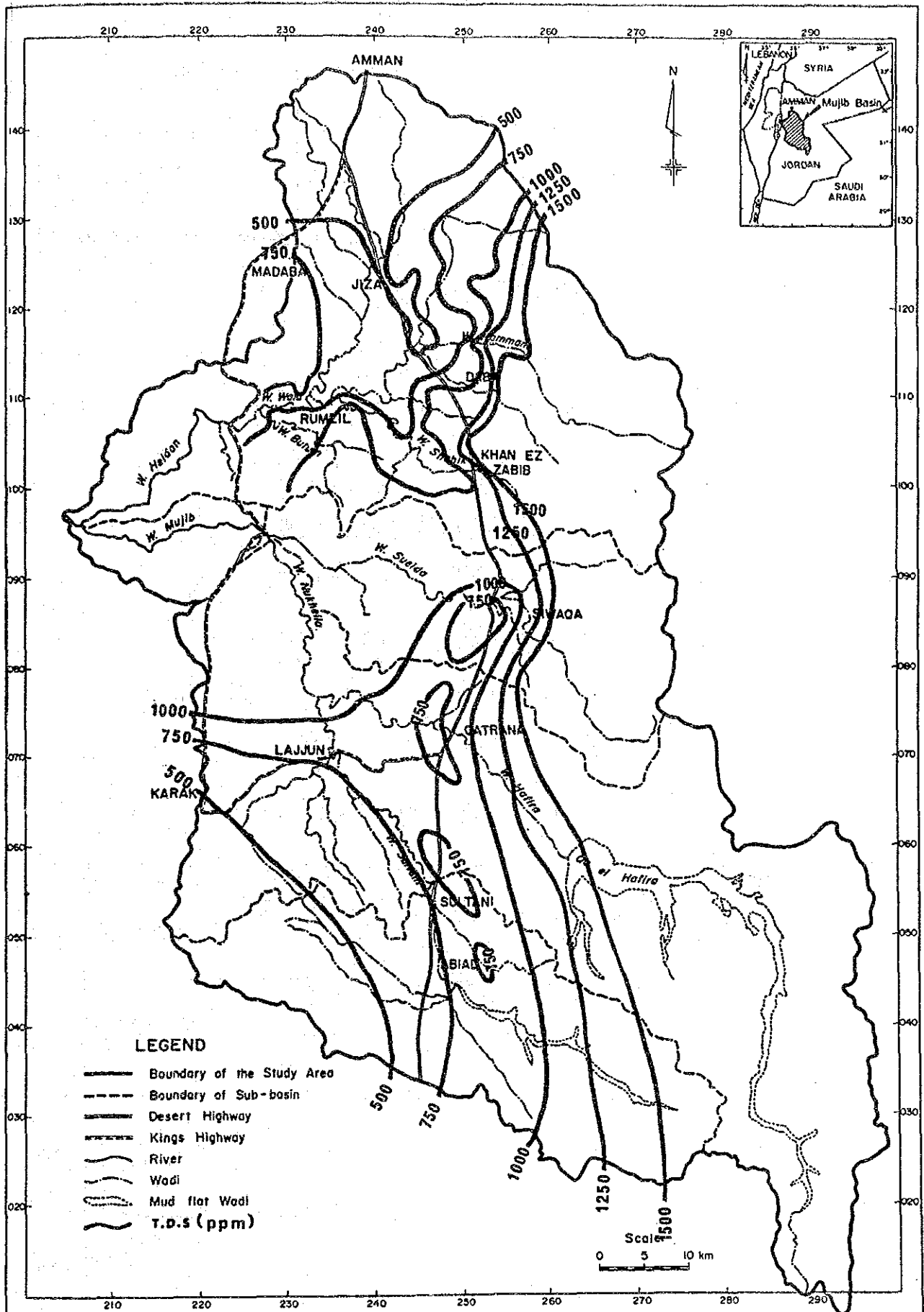
THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





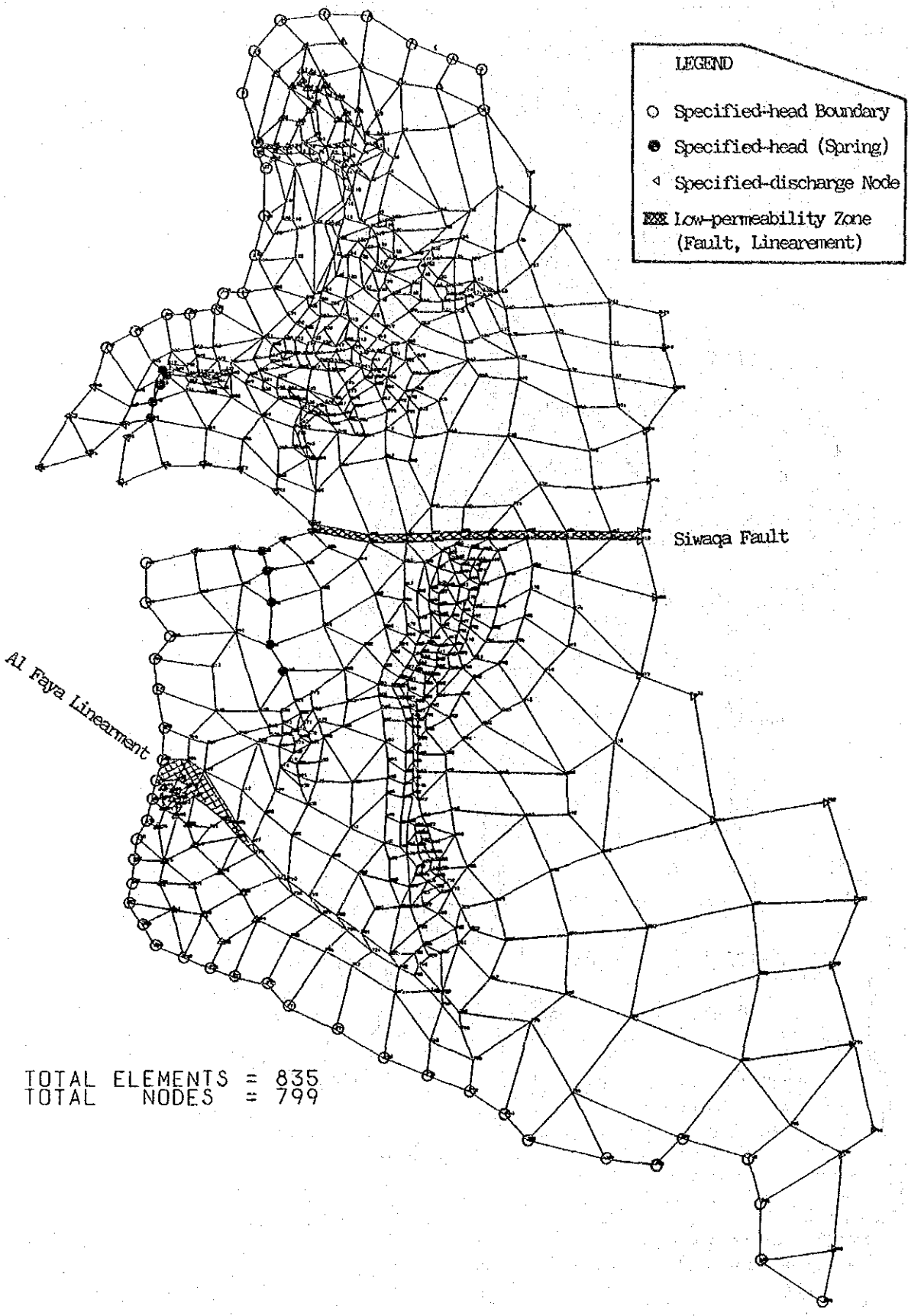
Annex M4221-1 井戸分布図

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
 HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
 STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Annex M4221-2 T. D. S 分布图

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
 HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
 STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

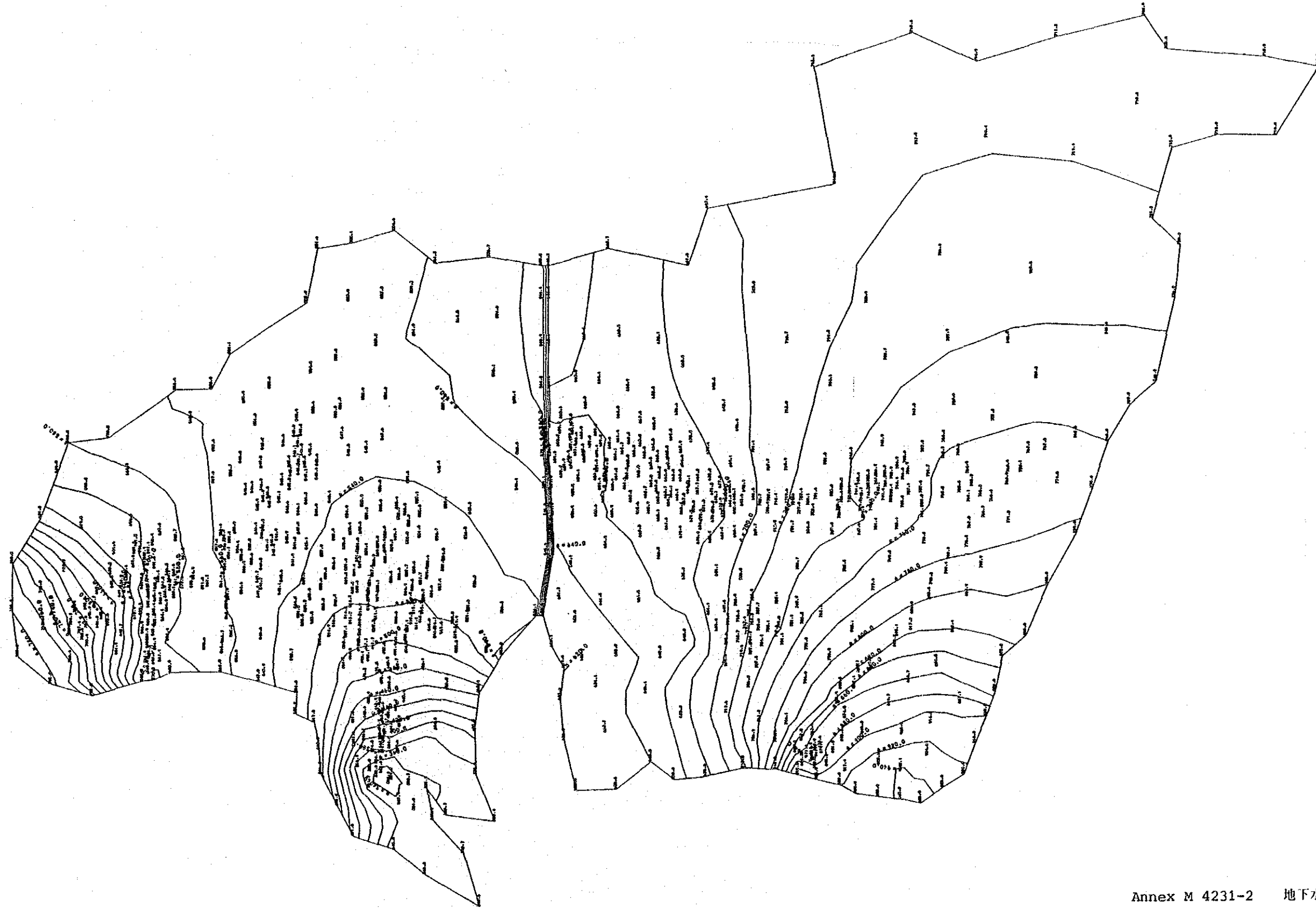


TOTAL ELEMENTS = 835  
 TOTAL NODES = 799

Annex M4231-1 有限要素法メッシュ図

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
 HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
 STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

WHOLE MUJIB BASIN AS OF 1986

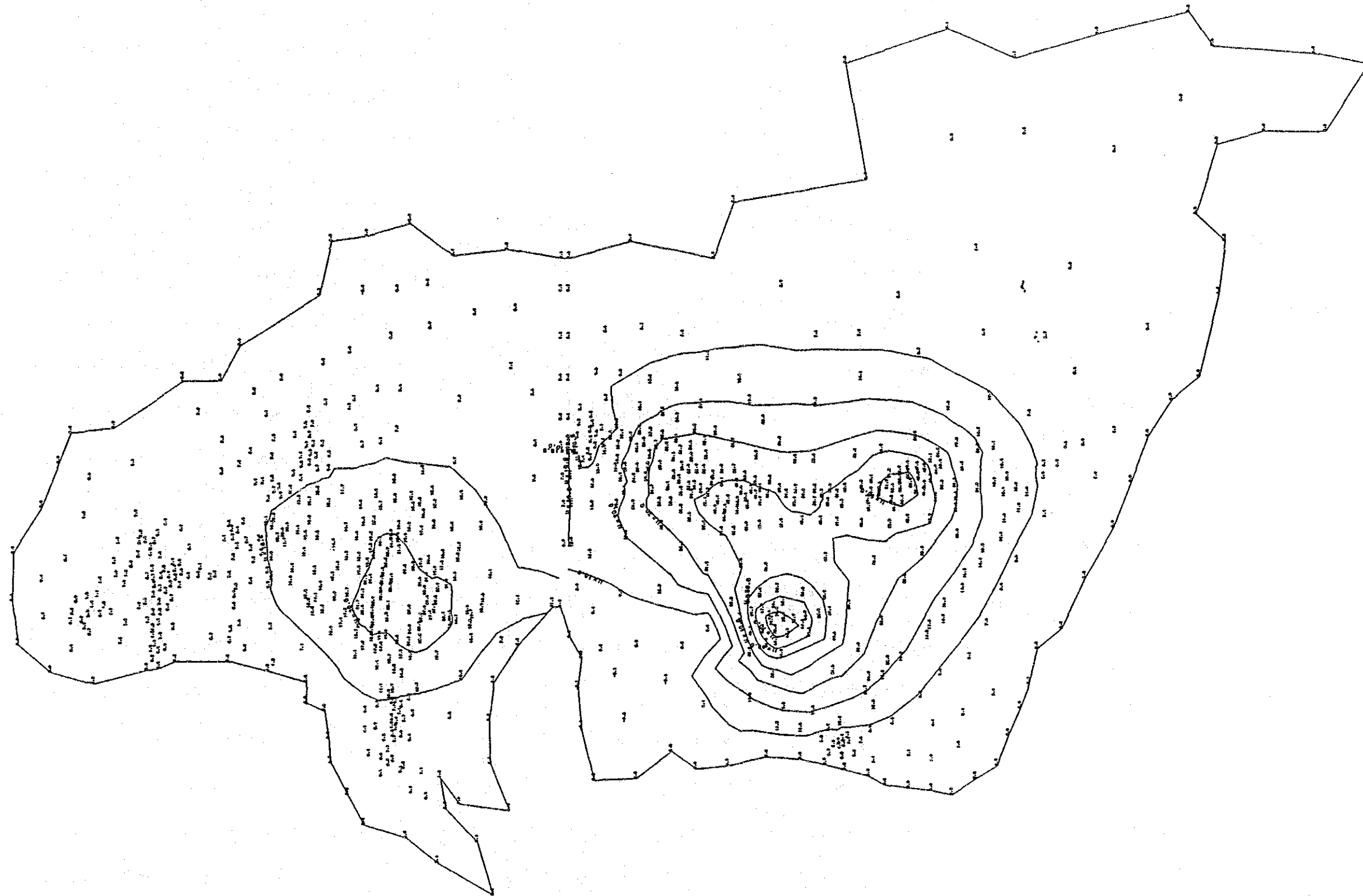


0 POTENTIAL  
SCALE 1/20000

Annex M 4231-2 地下水面図 (1986年)

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

MUJIB BASIN (H023) AS TIME: 10.0 YEARS



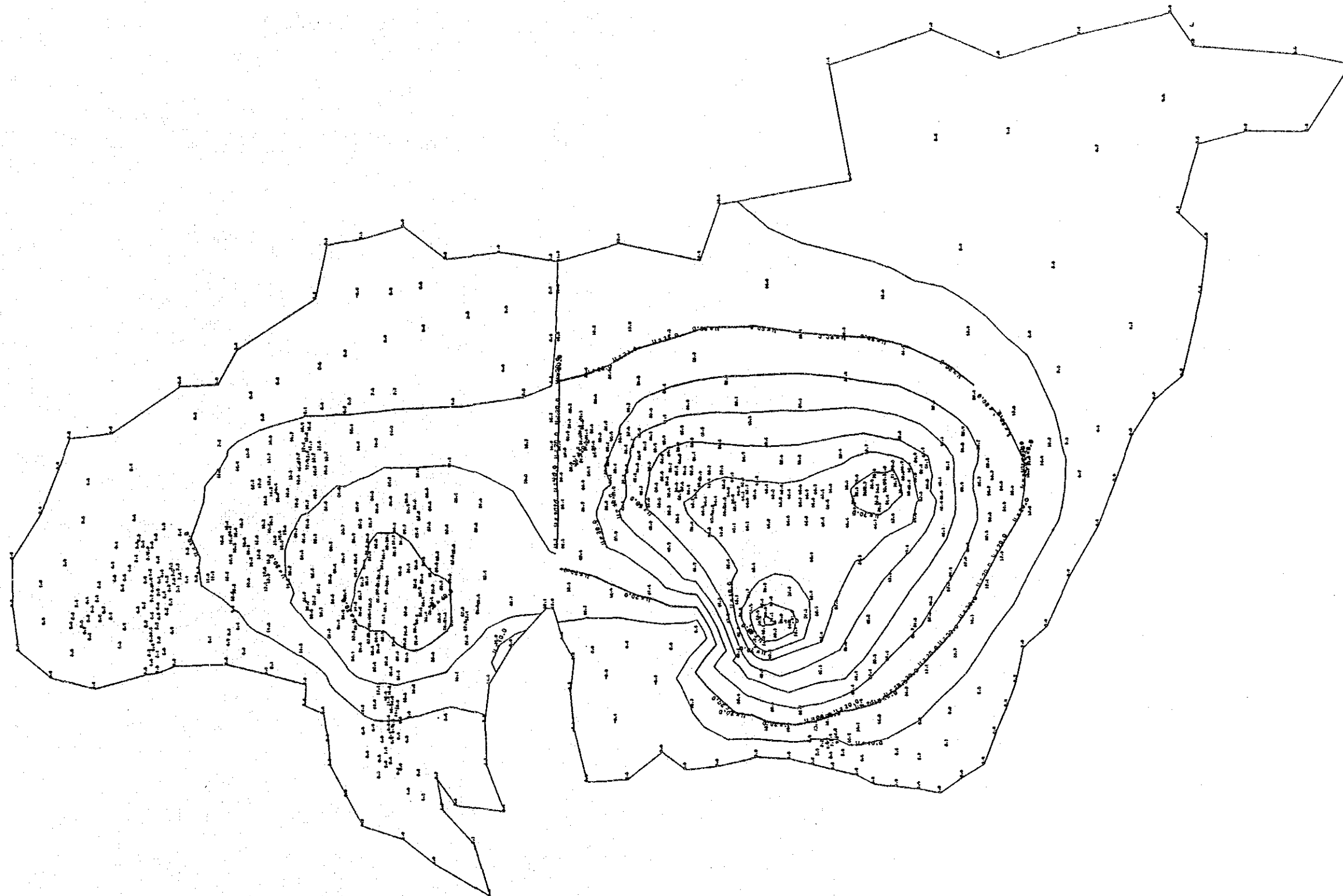
10000.0  
SCALE 1/250000  
D:PRESSURE HEAD

Annex M4231-3

水位降下量分布図 (1995年)

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

MUJIB BASIN (MOD23) A3 TIME: 20.0 YEARS

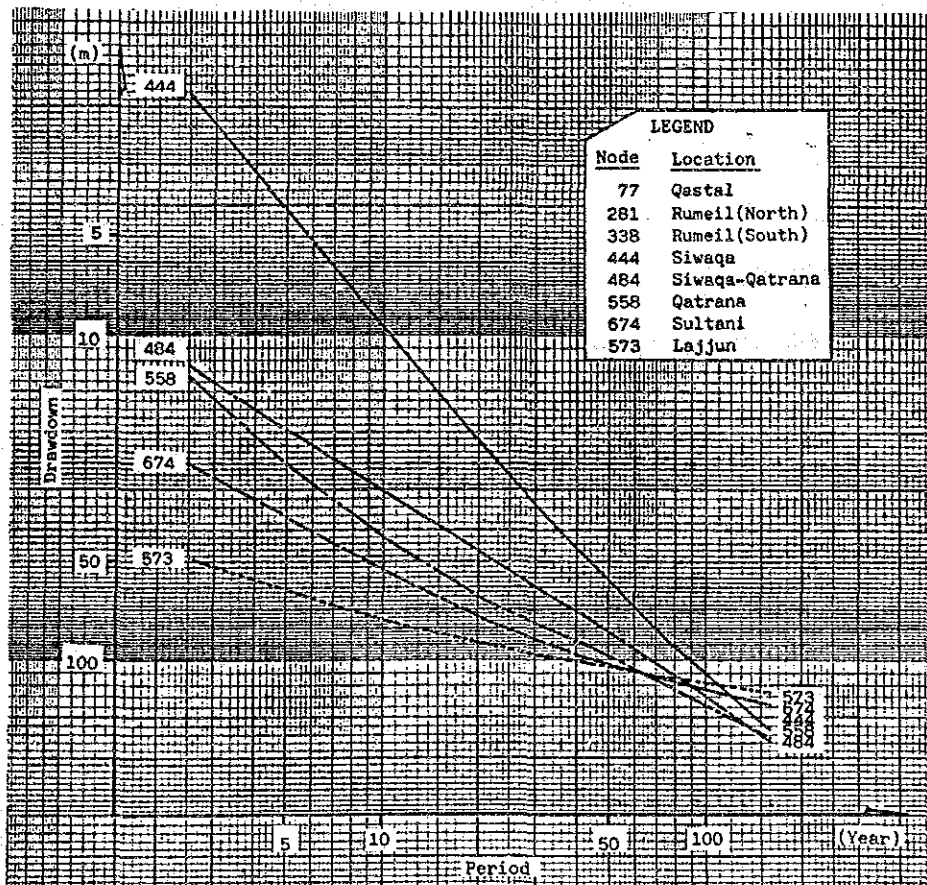
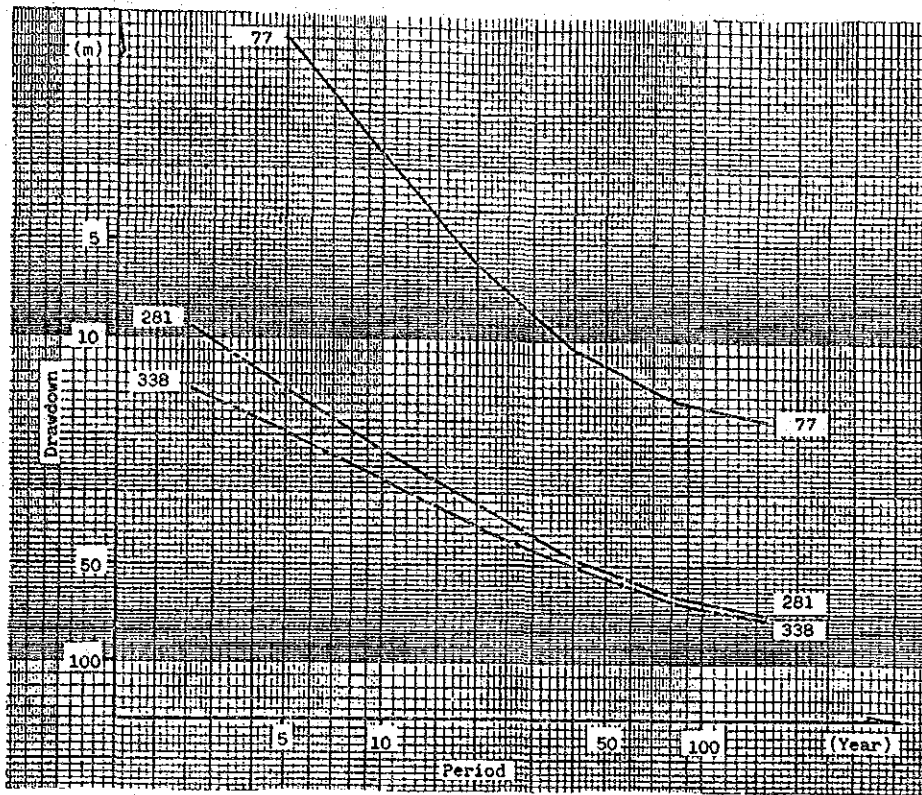


Annex M4231-4

水位降下量分布図 (2005年)

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

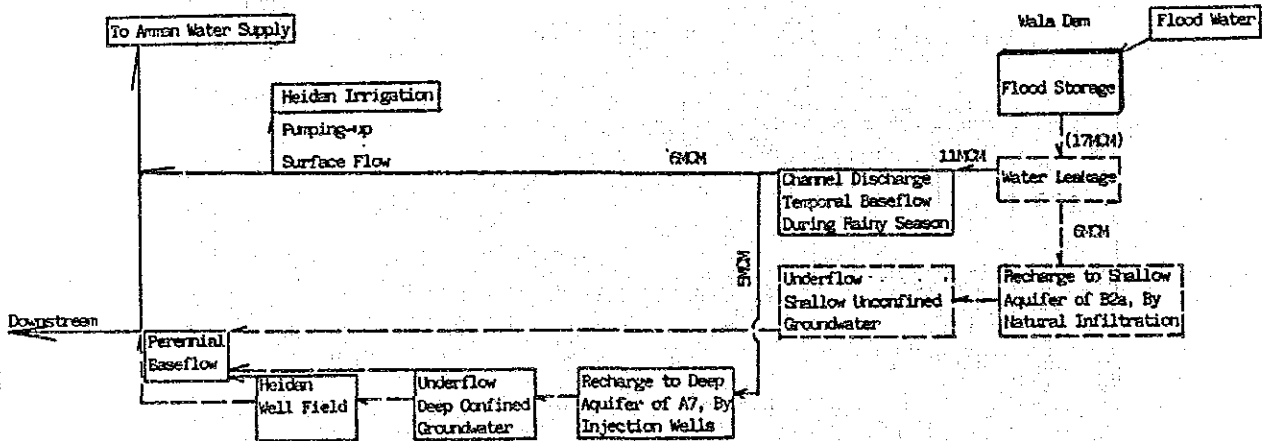
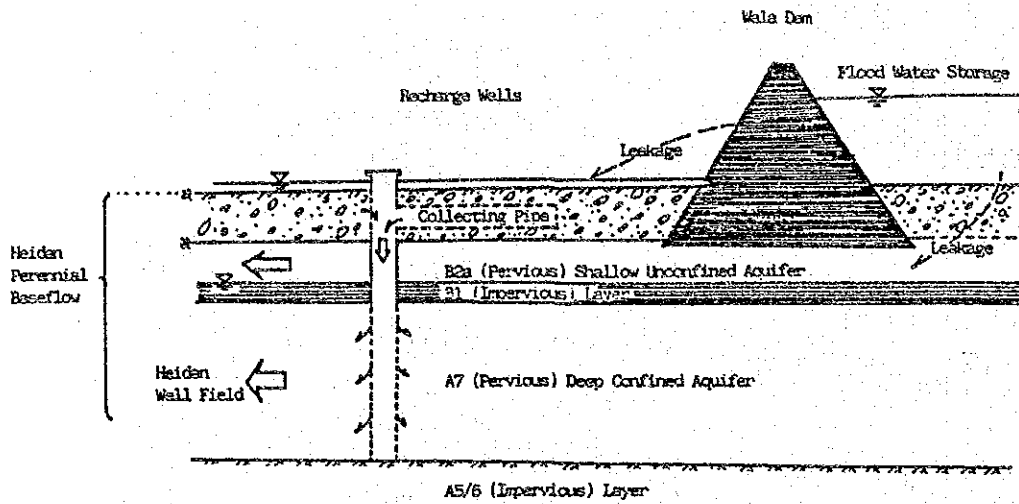




Annex M4231-5 主要井戸群における水位降下

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
 HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
 STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

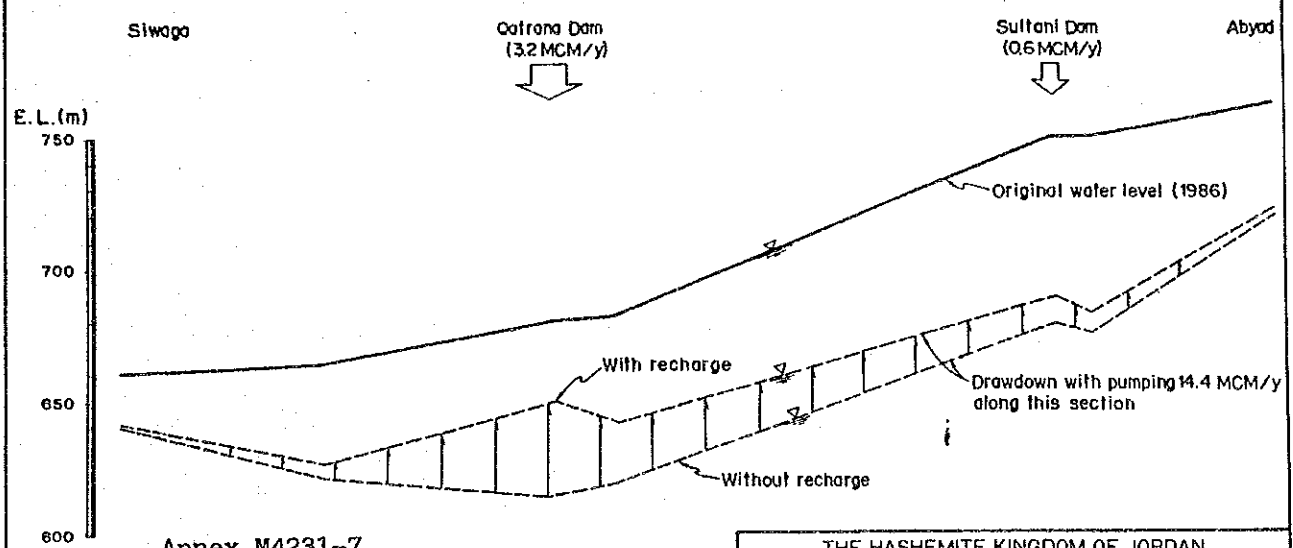
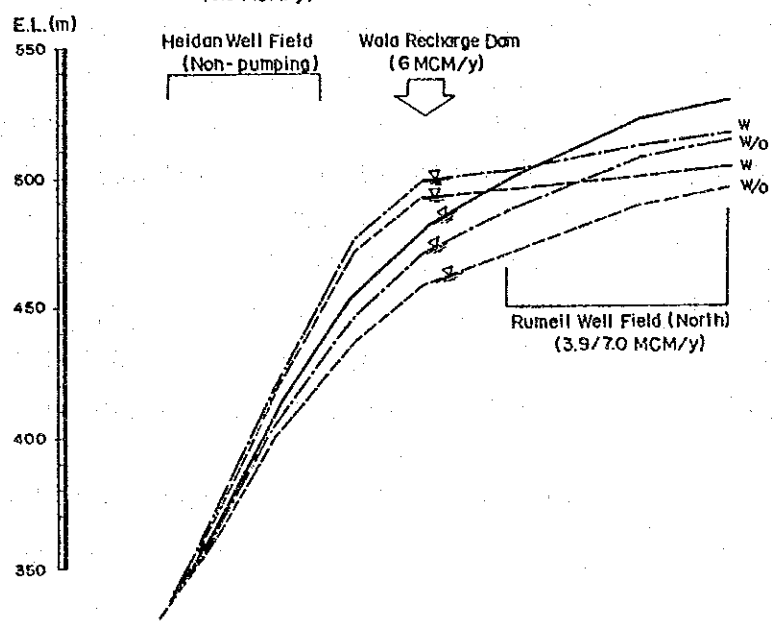
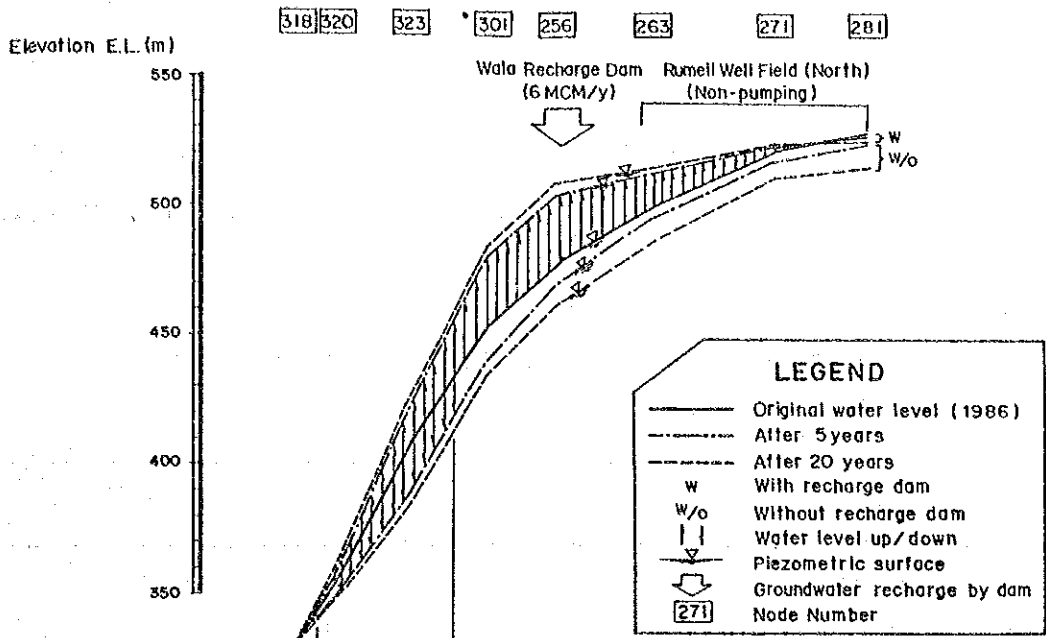




Annex M4231-6 ワラ地下水涵養ダム計画概略図

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
 HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
 STUDY OF THE MUJIB WATERSHED

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Annex M4231-7  
人工涵養による地下水位の変化

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

## Annex M4314-1 月別送水量 (1984年)

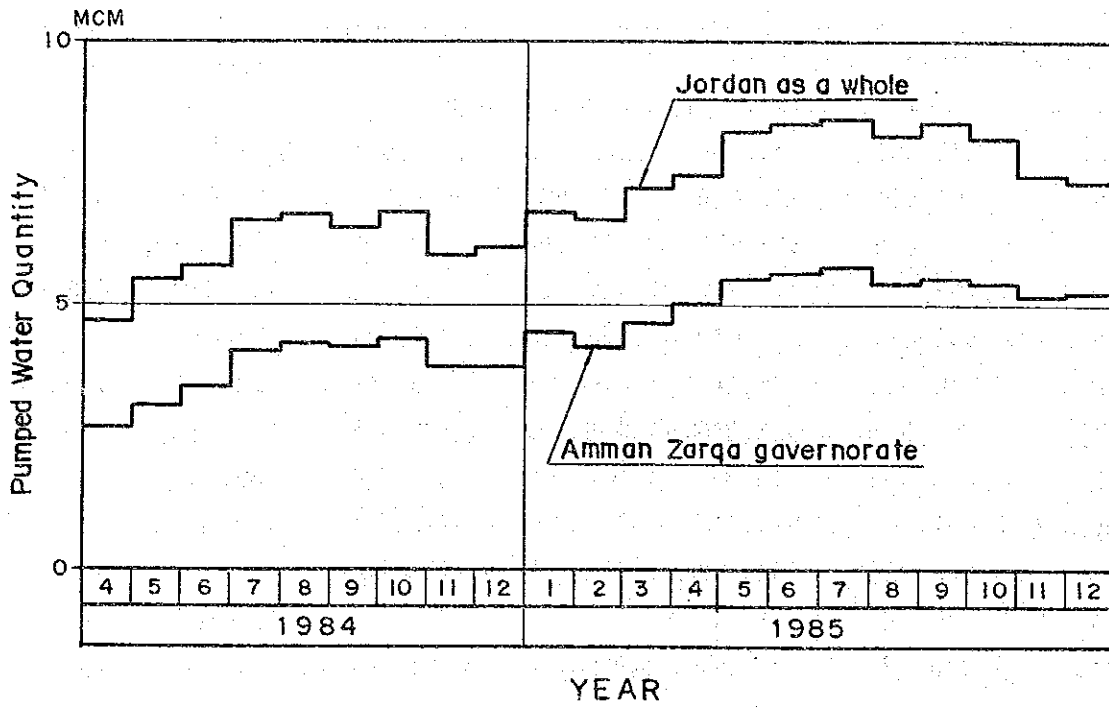
Month	(m <sup>3</sup> )				
	Amman	Irbid	Balqa	Karak	Ma'an
Jan.	2,477,520				
Feb.	2,434,608				
Mar.	2,688,072				
Apr.	2,657,520	927,079	189,360	239,010	646,980
May.	3,095,784	1,106,545	239,785	320,385	699,205
Jun.	3,418,560	1,090,170	211,740	318,450	689,460
July	4,084,560	1,243,038	207,142	323,050	734,390
Aug.	4,189,464	1,220,563	190,278	375,906	718,053
Sep.	4,114,800	1,064,700	179,430	391,500	681,090
Oct.	4,312,224	1,203,079	170,531	322,555	724,098
Nov.	3,795,420	1,114,920	160,890	319,410	527,910
Dec.	3,816,740	1,140,204	189,379	312,201	594,425
Total	41,085,272	10,110,298	1,738,535	2,922,467	6,015,611

Source: Water Authority of Jordan

## Annex M4314-2 月別送水量 (1985年)

Month	(m <sup>3</sup> )					
	Amman	Zarqa	Irbid	Balqa	Karak	Ma'an
Jan.	3,878,596	600,204	1,242,418	176,961	309,225	527,881
Feb.	3,551,604	552,344	1,088,500	189,616	248,808	543,500
Mar.	4,162,618	548,179	1,283,090	239,103	289,509	611,072
Apr.	4,235,400	713,736	1,307,400	241,680	305,550	628,800
May	4,696,407	888,057	1,448,909	259,966	382,881	726,144
Jun.	4,710,840	885,240	1,420,830	238,800	420,360	763,440
July	4,765,816	905,789	1,459,356	232,779	428,110	800,575
Aug.	4,405,534	918,313	1,504,430	213,152	469,712	722,145
Sep.	4,697,760	851,490	1,420,170	211,620	436,685	683,220
Oct.	4,622,224	841,805	1,423,582	218,302	400,148	742,171
Nov.	4,280,580	739,800	1,280,940	202,110	360,720	609,000
Dec.	4,336,621	710,241	1,191,547	200,570	320,912	611,227
<b>Total</b>	<b>52,344,000</b>	<b>9,155,198</b>	<b>16,071,172</b>	<b>2,624,659</b>	<b>4,372,620</b>	<b>7,968,175</b>

Total 92,536,824



Annex M4314-3 月別送水量

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
 HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
 STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

## Annex M4316-1 アンマン・ザルカ県への現況での送水実績比較

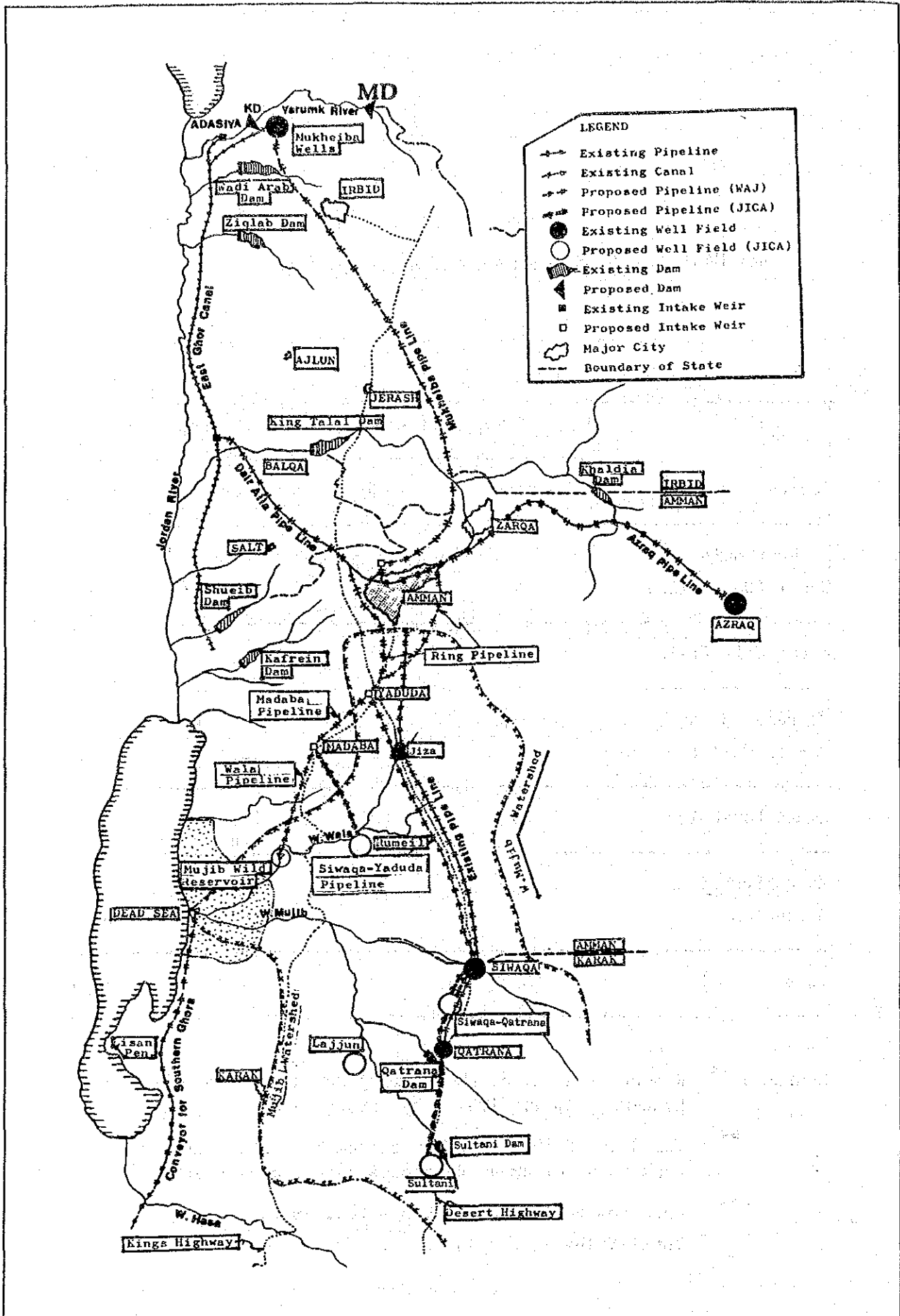
Source	(MCM/y)			
	Rate of Supply (assume)*		Actual Supply Rate**	
	Average	Peak	Average	Peak
E. Ghor Main ***				
Canal (Deir Alla)	(45)	(45)	1.5	-
Azraq Well Field	12	15	15.6	19.0
Qatrana, Siwaqa, Qastal Well Field	7	9	15.1	20.2
Amman Boreholes	13	20	20.1	
Zarqa/Russeifa Boreholes	7	10	9.2	10.8
Total	39	54	61.5	66.8

Source : \* Report of Study of the Primary Secondary Conveyance Systems - April, 1984 - by Watson Hawksley.

\*\* The data of 1985, estimated from WAJ data. Actual peak value of Amman Boreholes is not available.

\*\*\* Operated Period; Dec. 1985 - Feb. 1986.

Total Value is not include ( )



Annex M4316-2 北部ヨルダンでの送水系図

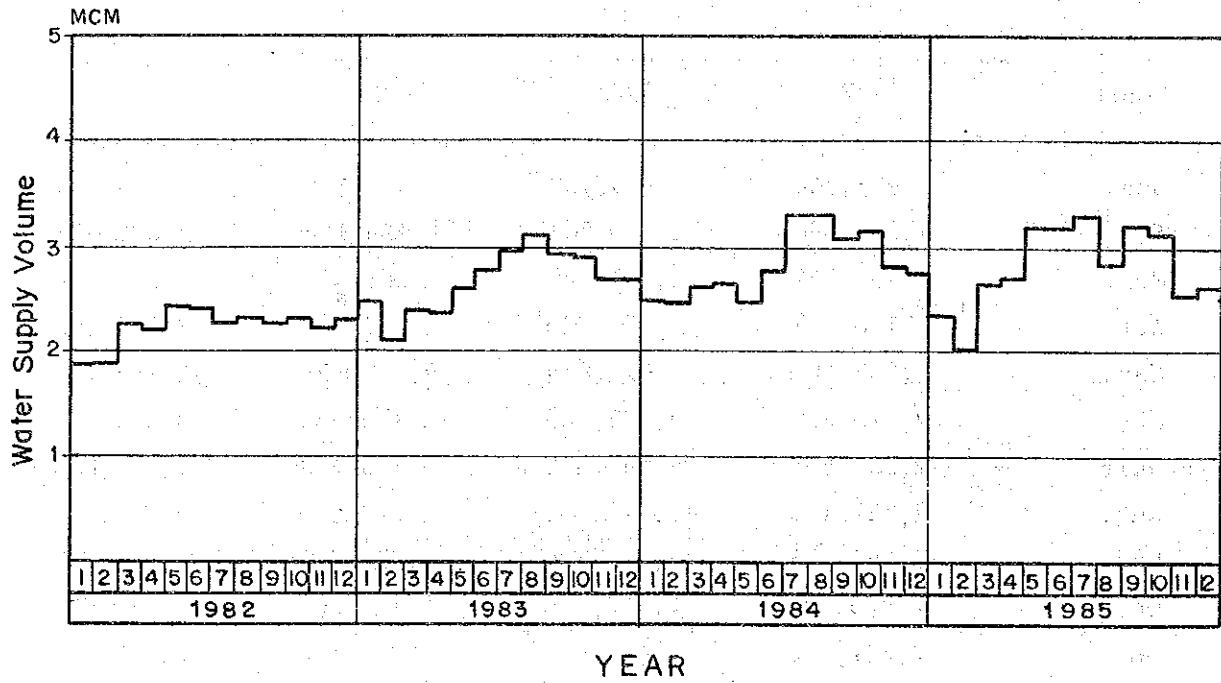
THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
 HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
 STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

## Annex M4318-1 アンマン首都圏への月別送水量

Month	(m <sup>3</sup> )			
	1982	1983	1984	1985
Jan.	1,904,346	2,449,783	2,477,520	2,366,596
Feb.	1,883,090	2,186,561	2,434,608	2,029,604
Mar.	2,257,649	2,351,040	2,688,072	2,650,618
Apr.	2,190,337	2,383,920	2,657,520	2,723,400
May.	2,433,500	2,627,064	2,470,824	3,184,407
Jun.	2,420,220	2,775,600	2,778,480	3,198,870
July	2,281,638	2,993,856	3,323,448	3,253,816
Aug.	2,321,110	3,111,408	3,299,640	2,896,534
Sep.	2,257,873	2,944,800	3,096,720	3,185,760
Oct.	2,320,335	2,920,200	3,154,060	3,110,024
Nov.	2,221,560	2,667,600	2,803,680	2,768,580
Dec.	2,285,577	2,674,680	2,763,216	2,824,621
Total	26,777,235	32,086,512	33,947,788	34,192,830

Source: Water Authority of Jordan





Annex M4318-2 アンマン首都圏への給水量

THE HASHEMITE KINGDOM OF JORDAN  
 HYDROGEOLOGICAL AND WATER USE  
 STUDY OF THE MUJIB WATERSHED  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Annex M4319-1 ザルカ系よりの送水量

Month	(m <sup>3</sup> )				
	1982	1983	1984	1985	1986
Jan.		1,033,884	960,452	1,097,800	778,747
Feb.		808,172	857,265	1,012,500	482,096
Mar.		999,520	905,535	1,119,100	1,015,121
Apr.		841,951	894,946	1,181,900	1,331,553
May.		917,072	1,120,130	1,610,800	1,487,503
Jun.		968,249	1,198,563	1,488,450	
July	894,935	1,236,602	1,388,828	1,536,100	
Aug.	889,354	1,261,783	1,371,218	1,508,200	
Sep.	885,433	1,239,951	1,329,285	1,471,400	
Oct.	1,118,585	1,159,102	*(2,045,166)	1,328,453	
Nov.	1,018,090	944,221	1,159,350	1,178,059	
Dec.	952,135	899,904	1,127,904	1,106,075	
Total		12,310,411	13,696,847	15,638,837	

\* Note (Abnormally high?)

Source: Water Authority of Jordan

Annex M4319-2 カトラナ・シワッカ・カスタル系よりの送水量

MONTH	(m <sup>3</sup> )	
	1985	1986
Jan.	908,800	651,604
Feb.	775,000	656,673
Mar.	891,000	749,631
Apr.	970,400	1,059,991
May	987,500	1,277,226
Jun	1,265,600	1,275,488
July	1,234,800	1,552,037
Aug.	1,717,400	1,385,992
Sep.	1,679,500	
Oct.	1,617,800	
Nov.	1,543,000	
Dec.	1,529,000	
Total	15,119,800	

Source: Water Authority of Jordan