

## 1.6 水管理の状況

### 1.6.1 水管理の行政機構

#### (1)MPWWR 本省

MPWWR はエジプトにおける水資源の管理並びにこれに関連する公共施設の計画策定から実施設計、工事施工、完成施設の維持管理に至るまで、水資源行政全般についての責任官庁である。灌漑局(Irrigation Department)は MPWWR の中でも中心的な存在であり、灌漑局の業務はさらに4つの本部(Sector)、並びに24の地方灌漑局(Irrigation Directorate)によって分担されている。(第1編、図3.6.1参照)

水管理業務の担当部署は、灌漑局灌漑本部 (Irrigation Sector)であり、灌漑本部のもとに、さらに4つの中央局 (Central Department)が業務を分担している。灌漑本部の役割は各地方灌漑局から必要水量に関するすべての情報を収集し、エジプトにおける必要水量の総量を算定し、アスワンハイダムからの放流量を決定し、それを38本の基幹水路(Principal Canal)に配水することにある。これは灌漑本部がエジプトにおける水資源行政を一元的に管理していることになる。

#### (2)地方灌漑局

灌漑局の出先機関は5つの地域管区に区分される。各地域管区は4から6の地方灌漑局からなり、地方灌漑局の総数は24である。地方灌漑局の責務は上記によって配水された基幹水路の用水を指示された配分比率に基づいて、幹線水路(Main Canal)に配水することである。同様の手順にしたがって、幹線水路からの用水はさらに支線水路(Branch Canal)に配水される。これら配水業務は原則として作付計画に基づく必要水量算定結果に準拠しているが、必要に応じて灌漑地域の実情を考慮しながら、その都度指示が与えられている。(第1編、図3.6.1および図3.6.2参照)

優先地区は中央デルタ地域管区内のカフル・エル・シェイク地方灌漑局の担当地域に相当する。一方、基幹水路の水理状況を測定・監視する下エジプト地方配水局(Water Distribution Directorate of Lower Egypt)、灌漑施設の改修を行う灌漑改良事業部(Irrigation Improvement

Projects: IIP)、排水事業を担当する排水事業庁(General Egyptian Authority for Drainage Projects)、地下水の開発を担当する地下水局(Ground Water Resources Department)、水路の維持管理を担当する水路維持局(Water Channel Maintenance Department)およびポンプ場の管理・改修を行う機械電気局(Mechanical and Electrical Department: MED)あるいはその出先機関は、地方灌漑局水管理部局と密接に関連しながら、それぞれ異なった範囲を管轄している。地方灌漑局水管理部局はタンタとカフル・エル・シェイクに事務所があるが、機械電気局はカフル・エル・シェイクに、その他の各出先機関はタンタ市内に事務所がある。

### (3) 灌漑監視区事務所

灌漑監視区事務所(Inspection Office)は地方灌漑局の下部機関で、地方灌漑局からの指示に基づいて、さらにその下部機関である灌漑区事務所(Water District Office)に指示を与える。ちなみに、灌漑監視区事務所は基幹水路や幹線水路のように纏まりのある用水系を所管してゐる。灌漑監視区の責任者である Inspector のもとには、通常2人の Project Director と2人の Assistant Project Director がいて、担当の Water District Engineer に技術面の指導・監督を行っている。優先地区はピヤラ灌漑監視区事務所の担当地域に相当する。灌漑監視区事務所はバハル・テラ用水系を所管し、そのもとにピヤラ、ハモール、マンスーラおよびバルティーム(Balteem)の灌漑区事務所がある。

### (4) 灌漑区事務所

灌漑区事務所(Water District Office)は、最前線の水管理機関である。その責任者である Water District Engineer は、ゲート操作を行うバハリに直接指示を与えるとともに、担当地区内の水利状況に関連するすべての報告を受けている。つまり、Water District Engineer は当初の作付計画から灌漑必要水量の算定並びに配水指示に至るまでの一連の水管理業務に直接関与する立場にあり、現地の灌漑事情を最もよく把握している技術者である。農家の水不足に対する苦情は先ず灌漑区事務所に対して行われ、水不足の程度に応じて、順次上位機関に報告される。水配分を巡る各種の苦情は、原則的にこの灌漑区事務所によって処理されるが、広域かつ高度の行政判断を求められる事項は、該当する上位機関にゆだねられる。このように Water District Engineer は水管理行政の実務に直接かかわるため、農家と接触する機会が多く、農家との厚い信頼関係のもとにその職務を遂行している。

## (5) バハリ

バハリはゲート操作員を意味し Navigator あるいは Gate Keeper とも呼ばれる。バハリの役割は、Water District Engineer の指示にしたがって、通常日没直後にゲート操作を行うことにある。このほか、朝 6 時と夕方 5 時の 2 回、水位観測を行うとともに、水路に異常があった場合には District Engineer へ通報することも義務づけられている。

ピヤラ灌漑区事務所では、Water District Engineer 1 人が約 23,900 ha (56,930 feddan) の灌漑区域を担当していて、そのもとで 24 人のバハリが水管理業務に従事している。バハリは原則として 1 カ所のデリバリー・キャナルの取水ゲート操作を受け持つ他に、そのデリバリー・キャナル掛りのメスカ取水口の扉門操作も行っている。

## 1.6.2 配水運用の体制

### (1) 配水運用の枠組み

エジプトの平常時における水管理の中心的な課題は配水運用にあり、配水運用は配水計画に基づいて実行されている。地方灌漑局における配水計画は、担当 Under Secretary、General Director、Inspector および Water District Engineer のラインによって策定されるが、各局によって多少の違いがある。このラインは、管轄区域内の灌漑必要水量決定に必要な作目や作付け面積を協議するために、年に 1~2 回の定期的な会合をもっている。MPWWR 本部における配水計画並びに配水運用の責任者は、地方灌漑局を統括する灌漑本部部長であるが、平常時には水配分中央局の Under Secretary にその権限がゆだねられている。(図 1.6.1 参照)

### (2) 灌漑必要水量の算定

灌漑必要水量はナイル川を通して配水される総水量の約 85 % を占めていて、この算定手順は次に述べる通りである。灌漑用水は作目、面積、耕作期間に単位用水量を乗じて旬別に必要水量を算定し、これを水路系毎並びに灌漑区毎に積み上げて中間的に地方灌漑局別に集計される。エジプト内の水量の配分は MPWWR 本部の主導のもとで行われている。用水多消費型作物の水稲については、灌漑部が主要な水路毎に栽培面積を決定し、MALR に通知している。現実には、水稲作付け面積はこの許可面積より多く栽培されているのが実態である。この折衝は両省の Under Secretary を窓口として進められ、この水稲の許可面積は MALR の関

係県事務所を通して、地区農業協同組合に通知される。(図 1.6.1 参照)

### (3) 配水計画の確定

地方灌漑局は、上記の灌漑用水に加えて都市・工業用水量、排水再利用量、地下水利用量、補正係数量、搬送損失量、舟運用水量を算定し、その総量を本省に要求している。この算定方法は各局によって異なり、手計算で行われる場合、コンピュータによって計算する場合、さらにデータを本省に送り本省で計算する場合などがある。これらは、最終的に、水配分中央局の本省コンピュータ室で集計・検算処理される。(図 1.6.1 参照)

### (4) 配水運用の指示

前述のように MPWWR 本部における配水の計画と運用を巡る職務権限は、本来的には灌漑本部部長にあるが、平常時には水配分中央局の Under Secretary にその権限がゆだねられている。その理由は、前記の手順で確定された配水計画の計算値は、配水運用の参考にされる程度で、1992 年以降は、前年の実績値に基づく配分比率が用いられている。つまり、アスワンハイダムからの放流量が、上流国であるスーダンとの国際協定によって 555 億トンに定められていて、供給給量自体に変化がないこと、並びに各基幹水路や幹線水路への配分比率を変更するに足る相応の根拠がないことによる。このことは配水計画に関してであり、実際の配水運用には、各地域の事情が、その都度考慮されている。この配水運用に関する指示情報は、地方灌漑局から灌漑監視区事務所、灌漑区事務所、パハリの系統を通じて伝達され、実際のゲート操作を通して、配水指示流量が現実化される。(第 1 編、図 3.6.9 参照)

### (5) 配水運用の報告

指示された通りの水位や流量が確保されているかどうかを確認するために、出先機関からの水位の報告が義務づけられている。幹線水路以降の水路に関しては、地方灌漑局の責任のもとに、その出先機関を通して管内の流況が報告されている。

一方、基幹水路途中の調節堰通過水量、基幹水路から幹線水路への分水量並びに地方灌漑局の管轄区域をまたがる幹線水路に関する水利量は、その重要性に鑑みて、地方配水局によって観測されたデータが、直接 MPWWR 本部水配分中央局へ報告される。この場合、行政系経路と Telemetry Project における Telemeter 監視系経路の双方を通して報告され、両者は相

互に参照される仕組みになっている。(図 1.6.1 参照)

#### (6)配水運用の検証

上記の基幹施設に対する流量測定は、MPWWR 本省水配分中央局の専管事項であり、この目的のために水配分中央局は、その出先機関である地方配水局のもとに、流量観測班を編成して、直轄監理体制を敷いている。これは実際の配水量を検証するためのもので、下流部エジプト地方配水局管内では 25 カ所において、巡回観測が行われている。このうち、本調査地域ではジフタ取水工、サンタ調節堰、ミート・ヤード取水工、ラハビーン流量調節堰およびサヘル取水工の 5 地点がこれに相当する。同様の体制は地方灌漑局においても管轄の幹線水路系以降に対して行われている。(図 1.6.1 参照)

#### 1.6.3 通水システムの状況

優先地区はバハル・テラ幹線用水路のうち、取水地点からハモール混合機場吐出し水路との合流点までの区間に展開する約 23,910 ha (56,930 feddan)の灌漑面積を対象とする。このバハル・テラ幹線用水路の KM 17.6 地点には、イブシヤン制水堰が設置されていて、この調節堰を境界として、上流区間と下流区間では、間断通水のローテーションが異なっている。バハル・テラ幹線用水路そのものは連続通水が行われているが、それから分岐する直接分水を含む 21 本のデリバリー・キャナルへは、取水ゲートの開閉操作を通して、間断通水が行われている。(図 1.6.2 参照)

一方、バハル・テラ幹線用水路の取水地点から KM 12.1 地点において、ピヤラ・デリバリー・キャナルが分岐している。このピヤラ・デリバリー・キャナル取水地点以降のデリバリー・キャナルでは、間断通水が行われている。ピヤラ・デリバリー・キャナルには、直接取水の他、7本のデリバリー・キャナルがあり、前述のようにこれを通して、間断通水によって地区内を灌漑している。(図 1.6.2 参照)

#### 1.6.4 施設の維持管理

灌漑施設の維持は、Water District Engineer が施設を担当するバハリから、何らかの不都合が生じたとの報告を受けた場合、その内容と程度が軽微であればバハリ自らに保守管理するよう直接指示して処置させる。しかし、施設の損傷が著しく、灌漑区事務所段階での処置が

困難と判断された場合は、Inspector を通して地方灌漑局の General Director に報告される。これを受けて General Director は Water Channel Maintenance Office に補修を依頼する。

灌漑施設の管理は、水路の除草と浚渫が年 1~2 回程度行われる。この場合、先ずカッターで水草を切断し、次にドレッジャーで水草の根域ごと浚渫する。これを毎年繰り返すために、水路の形状は年々不整形に拡大の一途をたどり、水路の水位低下を招いて、通水に支障を来たすのみならず、隣接する道路や民家に危険を及ぼしている。関係者はこのことを維持管理上の最重要課題として捉えていて、近い将来における事態を憂慮しているが、適切な解決法が見い出せない状況にある。

このほか Preventive/Maintenance Project, Gharbia Governorate においては橋門、水路橋、橋梁、Sawla (水路浮遊物の流下を遮るために水路を横断する浮子を連ねた除塵装置)、量水標、水路側岸の項目を、それぞれ維持(Maintenance)、改修(Reform)、更新(Renewal)に区分したうえで 250,000 LE の予算を計上して、定められた年間予定表に基づいて、維持管理事業を実施している。

上記の経費はすべて政府予算によって賄われているが、メスカ以降の末端灌漑施設の維持管理は農民自身の負担で行われている。しかし、技術的な困難をとまなう特別の場合は、政府に委託される場合もある。農民負担による維持管理費は平均 70 LE/feddan であるが、そのうちポンプ関係の費用は 80% を占めている。

施設の故障あるいは事故などによる異常事態が発生した時の対応も、基本的には前記と同様であり、状況に応じた処置がとられる。灌漑区内に水不足が発生した場合は、Water District Engineer の所管区域内で調整可能な場合は管内のゲート操作により、不足しているデリバリー・チャンネルに配水して用水の補給に努める。しかし、自身で対処できない場合は、Inspector に状況を報告して判断を求める。水不足の程度の応じて、同様の手順を踏んで順次上位機関に上げられて行くが、多くの場合ケース・バイ・ケースで、弾力的に処理されているので定式的な手順はない。

緊急時の対応として 1998 年のような異常洪水時には、各部局の責任者は午後 7 時から午後 11 時まで、あるいは午後 11 時から午前 9 時まで、指定された事務所で待機して不測の事

態に備えるよう指示される。火災や事故などの緊急時にも、消防用水の確保などのために同様の処置がとられることがある。

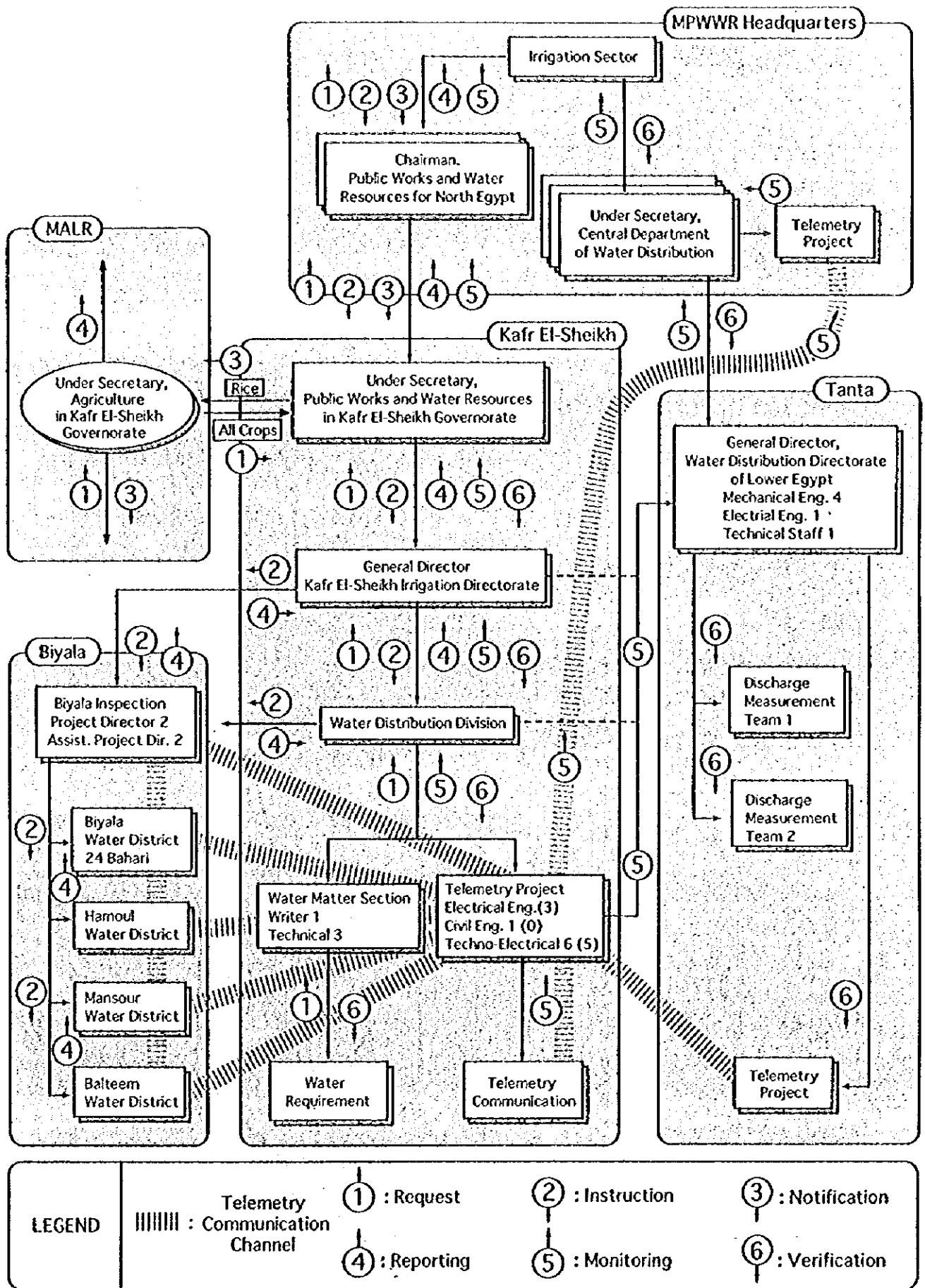


図 1.6.1 配水操作における情報フロー



No.	Delivery Canal	Area(fd)
1	Ganabia No.2 Right	1,400
2	Ganabia No.2 Left	840
3	Ganabia No.3 Right	680
4	Foda	1,650
5	Ganabia No.4 Right	1,440
6	Ganabia No.3 Left	300
7	Bahr Biyala & El Nour	1,150
8	Bahr Biyala	5,470
9	El Agamy	850
10	Bahr El Nour	4,000
11	Tahweelah Bahr Biyala	1,320
12	El Shorafa	840
13	Hazek	750
14	Ganabia No.6 Right	1,150
15	Ganabia No.4 Left	1,950
16	Kom El Hegna	700
17	Abshan	3,750
18	El Sharkaweiah	1,712
19	El Nezam	2,850
20	Marzouk	1,000
21	Ganabia No.7 Right	450
22	El Kafr El Sharkie	1,425
23	El Banawan El Asfal	5,000
24	Banawan Branch	2,000
25	Ragheb Basha	2,050
26	El Mahatta	2,500
27	Ganabia No.7 Left	1,150
28	Ganabia No.10 Right	500
29	Zobaa	3,800
	Direct Irrigation	4,253
	<b>F/S Area Total</b>	<b>56,930</b>

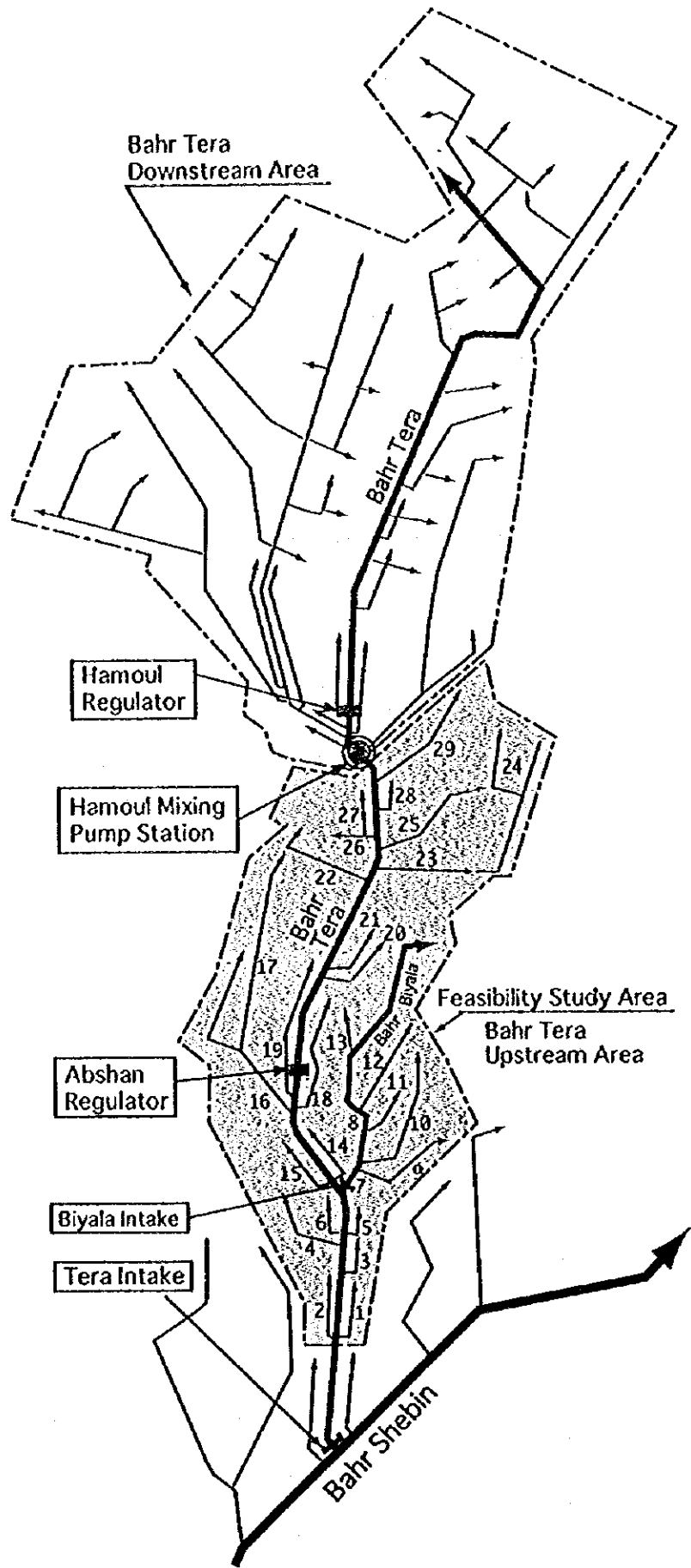


図 1.6.2 バハル・テラ用水路網

## 1.7 灌漑排水施設の状況

### 1.7.1 灌漑用水路の状況

#### (1) 基幹施設

優先地区の基幹施設は、ラハビーン流量調節堰、バハル・テラ幹線用水路取水工とイブシャン制水堰及びハモール混合機場である。

#### a) ラハビーン流量調節堰

##### ・施設の概況

ラハビーン流量調節堰は 150 m<sup>3</sup>/sec の計画通水量で、メインとサブの二つの堰で構成され、前者は 1930 年に建設された。一方、サブ調節堰は、中央デルタ地域の農地開発の進展に伴い、施設の拡張を図つたものと推定され、1967 年に建設された（工事史がないので状況により推定）。メイン調節堰は、ファミン・フェネン形式のゲート（エジプトで有名なスルース・ゲートで、ゲート両端のラックで昇降させる）で、幅 5.0 m、6 門で構成されている。この調節ゲートの左岸に、幅 8 m の閘門が隣接して併設されている。一方、サブ調節堰のゲートもファミン・フェネン形式のゲートで、ゲート幅 5 m が 3 門であるが、閘門はない。

##### ・上部と下部構造

調節堰の上部構造は、エジプトの一般的利用法である道路橋として利用されており、車線幅は 5.6 m、両側に各 1 m 幅の歩道部を設けて、全幅計 7.6 m である。橋の構造は鉄筋コンクリート T 型梁である。これら上部を支える下部構造は 1.5 m 幅のコンクリートピラーで スパンは 6.5 m である。調節堰本体のベースは、コンクリート構造で 1.95 m ダムアップしてあり、その上流部の勾配は 3 割、長さは 4.5 m である。水平エプロン長は 14.5 m でコンクリート厚さ 0.5 m で、その先は護床工用に雑石を置き、その長さは 10 m である。一方、下流部はダムクレスト部 1.0 m の水平部の後、勾配 10 割で延長 25 m の斜流部がある。それに接続して、厚さ 0.75 m のコンクリート水平エプロンがある。さらに下流の 5 m 区間はコンクリートブロック (0.75~ 1.0 m)、続いて 5 m 区間は別サイズのコンクリートブロック (0.2~ 0.5 m)、更に下流の 10 m 区間は石灰岩の護床工である。

##### ・堰の基礎・地質状況

現在、調節堰基礎の地質状況を知るための資料はないが、このラハビーン調節堰より上流約 20 km 地点のボーリング調査資料から類推すると、この水路の下部地質状況は洪水滞積層からなり、その上層の約 10 m は粘土質の土、砂、砂利、並びに玉石などの互層になっている。実施設計段階でボーリング調査をする必要がある。

##### ・堰の現状

この二つの堰は老朽化が激しい。さらに、上流部は堰の流水面積が通水量に比して小さいため、堰上げが発生している。この高落差により、堰を流下する流速が大で、このエネルギーを殺すための制水用施設が設置されていないため、高流速と大流量による下流洗掘が発生している。今年の測量によれば、最大 4.1 m も洗掘されている。上流も 1.8 m 洗掘されている。ピーク用水量の流下は、既存のゲートを全開しても不足するため、閘門を開いて、ピーク用水量を確保している現状である。この時の堰の上・下流間の水位差は約 70 cm もある。

b) バハル・テラ幹線用水路取水工等

バハル・テラ幹線用水路取水工は、ラハビーン調節堰の下流 11.25 km の左岸にあり、計画取水量 50 m<sup>3</sup>/sec は、バハル・シェピン基幹水路の中では、ミート・ヤード幹線用水路の 90 m<sup>3</sup>/sec に次ぐ大きさである。バハル・テラ幹線用水路の地区内分の水路延長は 35.5 km で、そのほぼ中間にイブシャン制水堰が KM 17.6 の地点にある。制水堰からさらに 17.9 km 下流にハモール調節堰がある。この調節堰は地区外に位置しており今回の計画外である。

・バハル・テラ幹線用水路取水工

バハル・テラ幹線用水路の取水工は 2 ヶ所の樋門で構成されている。2 ヶ所の樋門で必要水量を取水後、約 200 m 下流で合流し、一本の用水路となる。取水樋門のうち 1 ヶ所（左岸サイド）は 1933 年に石作りで建設された。ゲートは 4 門で、ファミン・フェネン・ゲートで、その規模は、幅 3.0 m、高さ 5.0 m である。ゲートの開閉はすべて手動である。この取水樋門には、閘門が設置されている。現在の閘門の状態（草が生え、鋼製ゲートも腐食している状況）から判断して、この閘門は、近年使用された形跡はない。閘門の規模は巾 8.0 m、長さ 40.0 m で、上・下流の閘門を閉閉して、舟を通す仕組みである。この取水樋門の上・下流の水位を自動観測するテレメトリ施設が設置され、上・下流の水位を毎日観測をしている。もう 1 ヶ所の取水樋門は、前述の樋門から 62.5 m 離れているが、同様のゲート構造（ゲート 4 門、幅 3.0 m、高さ 5.0 m、閘門はない）で 1967 年に建設された。この 2 ヶ所の樋門は手動操作のため、開閉に時間が掛かるのが欠点である。

・バハル・テラ幹線用水路

バハル・テラ幹線用水路はすべて土水路で、受益面積に応じて、次表の計画諸元（規模と構造）を持っている。このうち、KM 35.5 までが地区内にある水路である。

区間		設計流量 (m <sup>3</sup> /sec)	河床勾配 (cm/km)	導水勾配 (cm/km)	底巾 (m)	法勾配 ( :1)
KM 0.0	KM 17.6	50.00	9.5	10.0	28.0	1.5
KM 17.6	KM 37.5	40.21	6.0	8.0	24.0	1.5
KM 37.5	KM 49.8	31.92	1.0	4.0	20.0	1.5
KM 49.8	KM 57.5	24.39	1.0	4.0	15.0	1.5
KM 57.5	KM 66.2	11.27	1.0	4.0	8.0	1.5

バハル・テラ幹線用水路の右岸堤防は、イブシャン・ロックからハモール混合機場までの右岸が低く、将来の通水増加（上流の余剰水による流量増加）、ハモール混合機場の運転停止時の緊急補給時に、必要流量が流下できない。左岸堤防に比べ、1.0~2.0 m 低い。この区間は、総延長 17.9 km である。

・イブシャン・ロック（制水堰）

イブシャン・ロックは 1963 年に建造された、ファミン・フェネン形式ゲートで、幅 2.2~3.0 m のゲートを 5 門を持つ、水位調節堰である。この堰は、バハル・テラ幹線用水路の間断通水の分界点である。この施設にも幅 6.0 m の閘門が設置してあるが、下流の門扉は道路拡幅のため壊され、現在はその機能を全く失っている。上部工は道路として利用され、両側の歩道を入れて幅員は 11.0 m である。

c) ハモール混合機場

ハモール混合機場はバハル・テラ幹線用水路の下流受益の用水不足を補うために 1960 年に設置され、ガルビア排水路の排水を、バハル・テラ幹線用水路に再利用している。そのポンプは MED

が管理し、ポンプ3台（最大一台10 m<sup>3</sup>/sec）である。

ガルビア排水路からポンプ場に排水を導入する導水路は、底幅12.4 m、深さ4.9 m、上幅27.1 mの梯形断面）で、バハル・テラ用水路の合流地点までの延長約400 mである。ポンプ本体はインクライン形式で水平吸い込み口約4.6 m、斜角度45度、口径1,800 mmで、吸水並びに吐出はラツパ型である。このポンプ場の吸水槽は幅3.8 m、長さ12 m、建物長さ14.15 m、吐水槽8.0 mで、上・下流にトランジション部25 mが接続して、スムーズな流れを確保している。

ポンプの運転記録はMED、ミドル・デルタ・インフォメーション・センター、カフル・エル・シェイク事務所で毎日コンピューター処理されている。その項目はポンプの運転時間、消費電力、揚水量、吸い込み及び吐出水位等である。ピーク時には、ポンプ3機のうちの2機を常時24時間運転しているが、上流の排水路の水位低下により、24時間運転が不可能な場合がある。年によって大きく異なるが、1997年には5月から9月までの5カ月間で、536.2 hrも運転休止に追い込まれている。このため、下流の灌漑地域は水不足に深刻な状態を招いている。

表 1.7.1 ハモール混合機場運転記録 (月平均)

年	揚水量(MCM)	吐出水位(m)	吸込水位(m)	運転時間(hr)	備考
1994	23.27	0.94	0.34	861	注① 参照
1995	25.14	0.93	0.29	935	
1996	28.23	0.91	0.34	1,059	
1997	34.49	0.81	0.24	1,022	*注② 参照

注意 ① 4月に-0.17m 記録

② 1月に-0.01m 11月に-0.19m 記録

出典：MED, MPWWR

ポンプ場が建設されて以降、1985年に機械、電気機器並びにその他部品は取り替えたが、以後は大きな補修は行われていない。ポンプ本体は36年間更新せずに使用しており、ポンプ効率が低下している。（図1.7.1から図1.7.4参照）

#### ・ポンプ性能試験

本年（1998）に実施された、ポンプの性能試験では、効率はいずれのポンプも32%を下回っている。（表1.7.2参照）

表 1.7.2 ポンプ性能試験成績

ポンプNo	平均水頭(m)	平均揚水量 (m <sup>3</sup> /sec)	消費電力 (kw)	効率 (%)
1	0.39	9.247	185	19.2
2	0.75	8.458	195	31.5
3	0.70	8.431	200	28.9

出典：カフル・エル・シェイク情報センター、MED、MPWWR

### (3) デリバリーチャンネル

優先地区内には29本のデリバリー・チャンネルがあり、それらの河床勾配は非常に緩く、1/10,000程である。地区内のデリバリー・チャンネルの総延長は140.7 kmで、一本の平均長は4.85 km、水路勾配は1.0 kmあたり10 cm前後で緩やかである。水路断面は土水路で法面勾配は1割と1.5割を採用し、水路底幅は1.5~3.0 mで水深は2.0 m前後である。

- 水路特性

デリバリー・チャンネルは土水路で、計画水位は地表面より下に設定してある。水深に対し水路幅が広い水路断面であるが、下流部ではその比率は小さくなり、水理的有利断面に近くなる。

- 付帯施設（チェック等）

デリバリーチャンネルからメスカへの分水位を確保するため、チェック施設が、通常、水路には設けられるが、優先地区の水路組織には皆無に等しい。また、調整池やファームpondはない。

- 取水工と水路末端

デリバリーチャンネルの取水工は、受益面積の規模により、手動式のファミン・フェネン型のゲートが1から2門設置されている。デリバリーチャンネルの末端は、余水吐があり、それには非常時あるいは定期的に水路を空にして清掃あるいは修理するための手動式ゲートが据え付けられていることもある。中には下流受益外へパイプ等で接続している水路もある。また、完全に閉塞して何の設備もない水路もある。

#### (4) メスカ

メスカは土水路で民有地に建設されており、維持管理は農民自身が行っている。メスカの規模は、幅 1.0 ~ 2.0 m、水深約 1.0 ~ 1.5m 前後である。1本のメスカの平均長は 1.3 km で、その水路末端はかつて排水路に接続していたが、最近では排水路の手前 20~30 m のところで閉鎖しているものもある。これら水路は維持管理が悪く、法面の崩壊、水路幅の狭小、雑木の繁茂など、水路の通水機能を阻害しているものがある。個人取水が一般的であり、定まった取水ルールはない。

#### 1.7.2 排水路の状況

優先地区内の排水水路網は、幹線排水路、支線排水路及び圃場排水路からなっている。幹・支線排水路は開水路であるが、圃場排水路は開水路と暗渠排水がある。

##### (1) 幹線排水路

圃場から支線開水路経山で集水される排水は、幹線排水路を通じて排水ポンプで地区外に排除されている。これら排水路は排水事業庁で維持管理されており、堆砂や法面の崩壊等対策としての浚渫作業以外に、特別の問題点は見あたらない。排水機場はエジプトでは重要施設として、常時警備が行われており、一般の人の立ち入りを禁止している。この機場は現時点では問題点は見あたらない。排水機の運営・維持管理はMEDが行っている。

##### (2) 支線排水水路

圃場と幹線排水路を結ぶ機能を持ち、全て土水路である。この水路も幹線排水路と同様に、排水事業庁が維持管理し、毎年の浚渫・除草が行われている。この水路にも特に問題は見あたらない。

##### (3) 圃場排水路

圃場の排水施設は明渠と暗渠排水の2種類がある。明渠は幅約 1.0~2.0 m、深さ 2.0~3.0 m 程度の土水路である。一方、暗渠排水は農地の地下水を低下させる目的で、排水庁が農民負担で設置し、その埋設深さは平均 1.3 m、設置間隔は集水渠で標準 40~60 m、吸水渠は標準 20~30 m で、圃場の土質に応じて間隔を決めている。集水渠のパイプの径は 100 mm から 300 mm、コンクリートパイプが用いられている。吸水渠は近年は PVC が用いられ、口径 80 mm 程度である。パイプの管周を砂利で巻き、良好な排水状態の維持とパイプの日詰まりを防止している。集水渠には、マンホール径（コンクリート管、径 1.0 m）を設けて、排水の状況その他、日詰まりなどを防止する維持管理機能を持たしてある。マンホールの間隔は 100~200 m で地形により適宜変更している。

暗渠排水システムには水閘施設がなく、地下水位のコントロールができない構造になっている。暗渠排水の平面配置は、平坦な地形のために、農地の区画を無視した方式で実施されている。一部の既施工施設には、20 年という長い年月を経たため、地下水排除機能の低下が報告されており、農民の改善要望の強い地域がある。

図 1.7.1 ハモール混合機場の吸込水位記録 (1996)

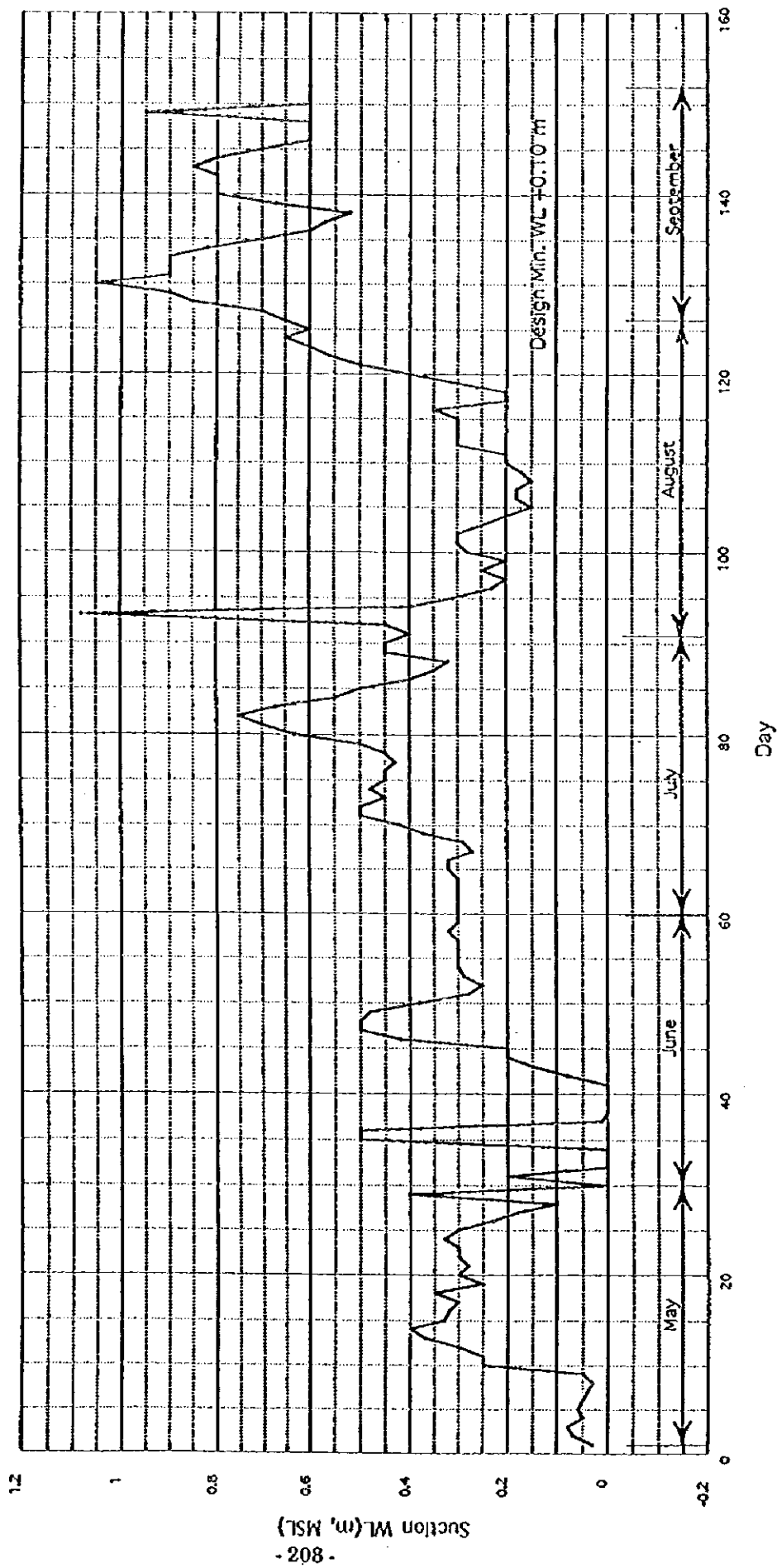
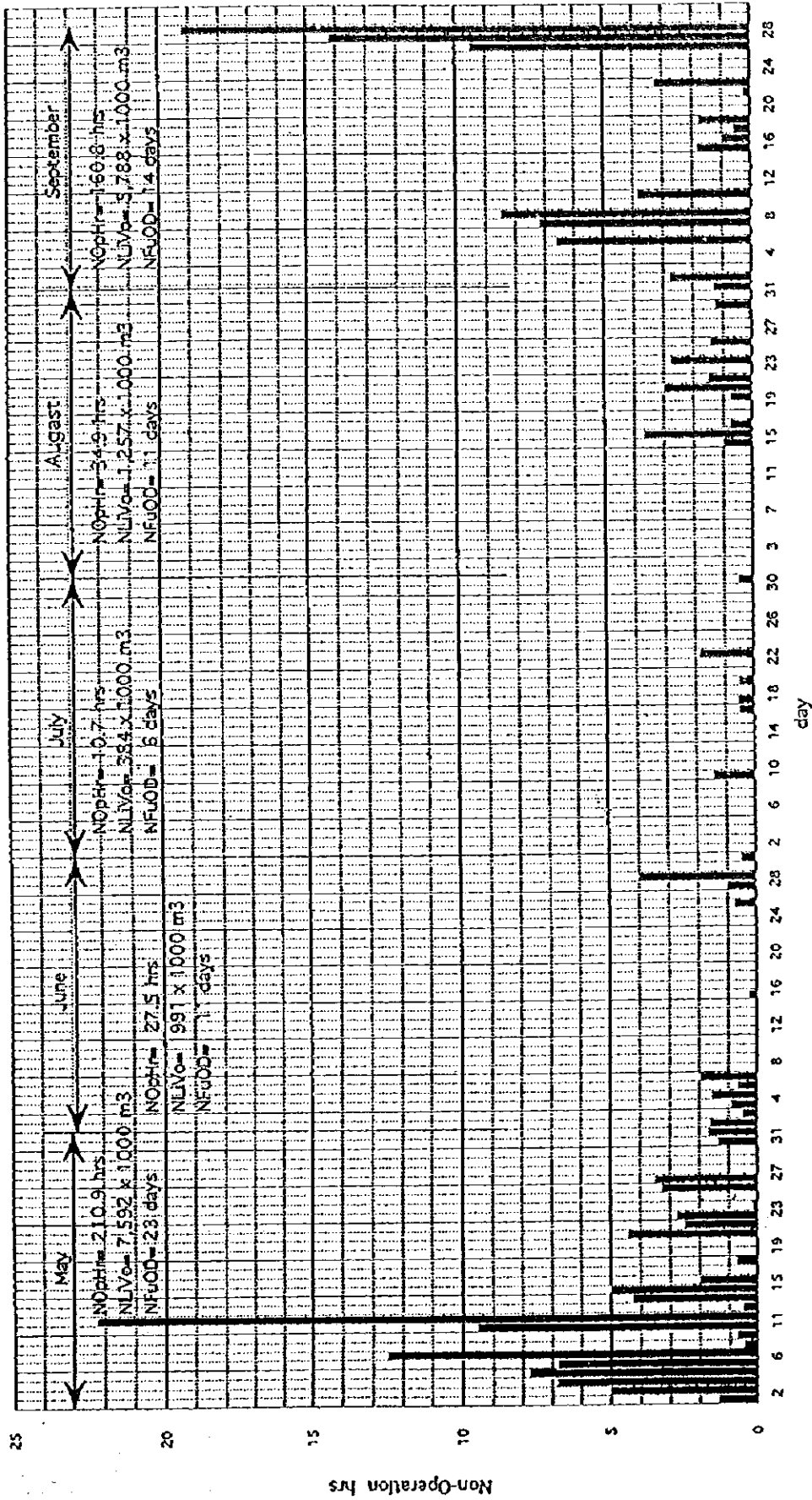


図 1.7.2 ハモール混合機場の推定運転休止時間 (1996)



Note: NOpHr = Non Operation Hrs (hrs)  
 NLIVo = Non Lifiable Water Volume (1000 cum)  
 NFuOD = Non Full Pump Operation Day (days)

Source: JICA Study Team  
 Original Data from MED



図 1.7.3 ハモール混合機場の吸込水位記録 (1997)

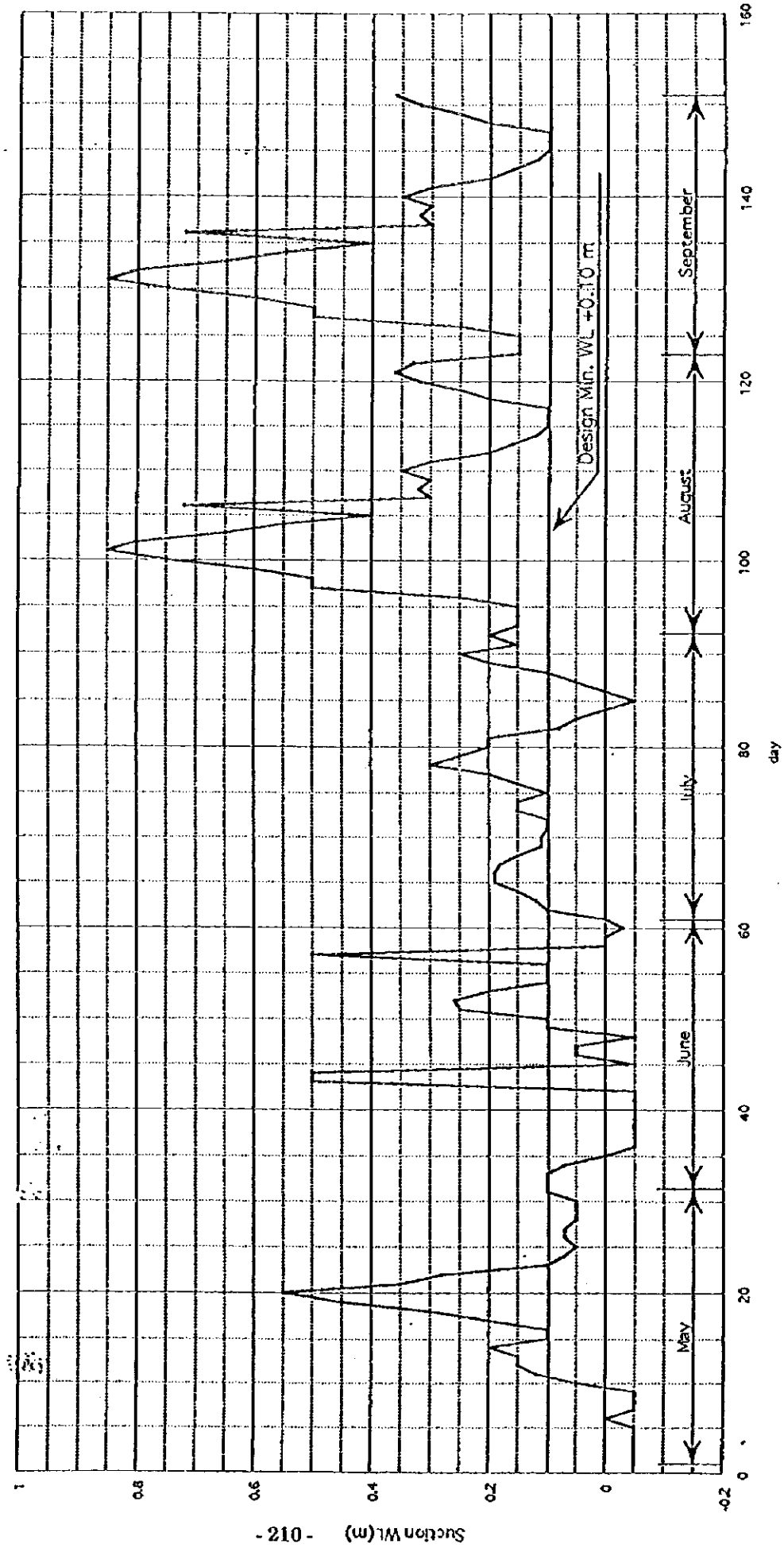
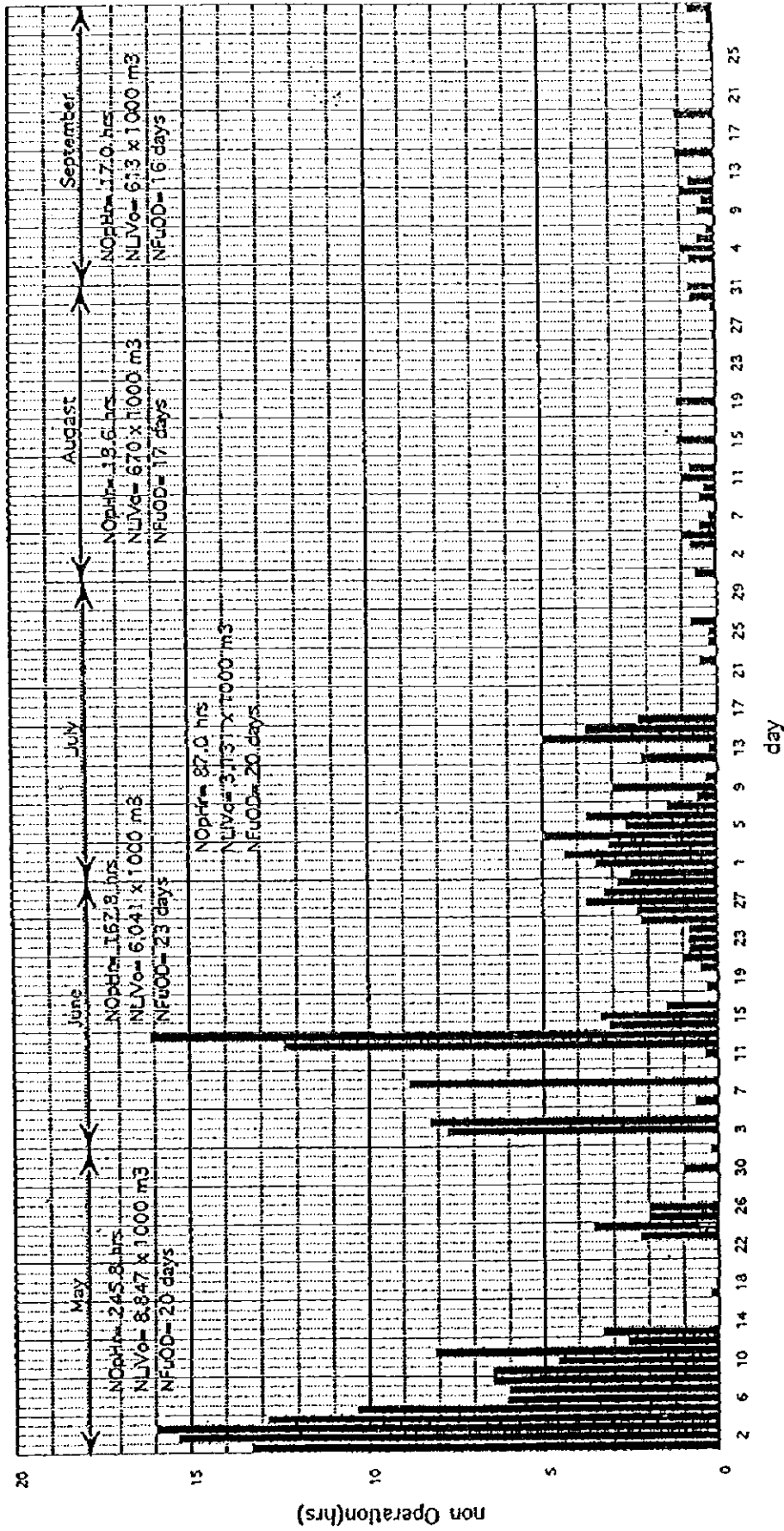


図 1.7.4 ハモール混合機場の推定運転休止時間 (1997)



Note: NOPhr = Non Operation Hrs (hrs)  
 NLVc = Non Lifiable Water Volume (1000 cum)  
 NFUOD = Non Full Pump Operation Day (days)

Source: JICA Study Team  
 Original Data from MED

## 1.8 水質環境

### 1.8.1 水質環境

#### (1) 水質調査地点及び測定方法

水質調査は 18 灌漑水路及びメスカ、 11 排水路と 2 本の圃場内排水路の、合計 113 点について実施した。測定項目は、水温、pH、濁度、電気伝導度、溶存酸素、ナトリウム、カルシウム及びマグネシウムである。5 項目については現地にて直接測定し、3 イオンについては水試料をプラスチックびんに採取し、イオンメータ及び比色法によって測定した。(図 1.8.1 参照)

#### (2) 灌漑及び排水路の水質

18 灌漑水路の水質状況は、大きく 2 つに区分される。ひとつは、バハル・テラ幹線用水路の西側、ピヤラ市の南側とバハル・テラの東側約 8 km までで、全可溶性塩類 (TDS) が 450 mg/lit 以下、ナトリウム吸着比 (SAR) が 3 以下の地区である。もう一方は、バハル・テラ幹線用水路の東側約 8 km よりさらに東側の地区で、水質状況が比較的悪い。この地域は TDS が 450 ~ 2,000 mg/lit、SAR が 3~9 の範囲で、中程度に汚濁されていて、エル・ショラファとバハル・ピヤラ・デリバリー・キャナルの下流域及び、バハル・バナワン・デリバリー・キャナルの下流域がこれに相当する。(英文資料編 K 参照)

11 排水路の水質状況は、ほとんどの水路の TDS は 450~2,000 mg/lit の中程度の汚濁、一部は 2,000 mg/lit 以上の深刻な汚濁状況である。ナトリウム吸着比も同様の傾向である。(英文資料編 K 参照)

### 1.8.2 土壌環境

土壌は乾燥時に収縮し亀裂を生じる特性を持っており、水田跡地の調査では、深さ約 30 cm、幅 2~3cm であった。作物はこうした物理的環境に支配されて、根圏に影響を与える。したがって、農民は稲作跡地にベルシームあるいはそら豆を、綿花跡地にポテトを作付する場合に土壌表層 (不耕起、耕起) と水管理 (湛水、畝間) の扱い方を変えている。

灌漑水中のナトリウム含量が高い時、相対的に SAR が高くなり土壌が塩類化もしくはアルカリ化を招く。調査地区内の塩類の影響を受けた土壌は、上・中流域で 0~4 ton/feddan、下流域で 1~5 ton/feddan の石膏 (Gypsum) 投与によって改良されている。(英文資料編 K 参照)

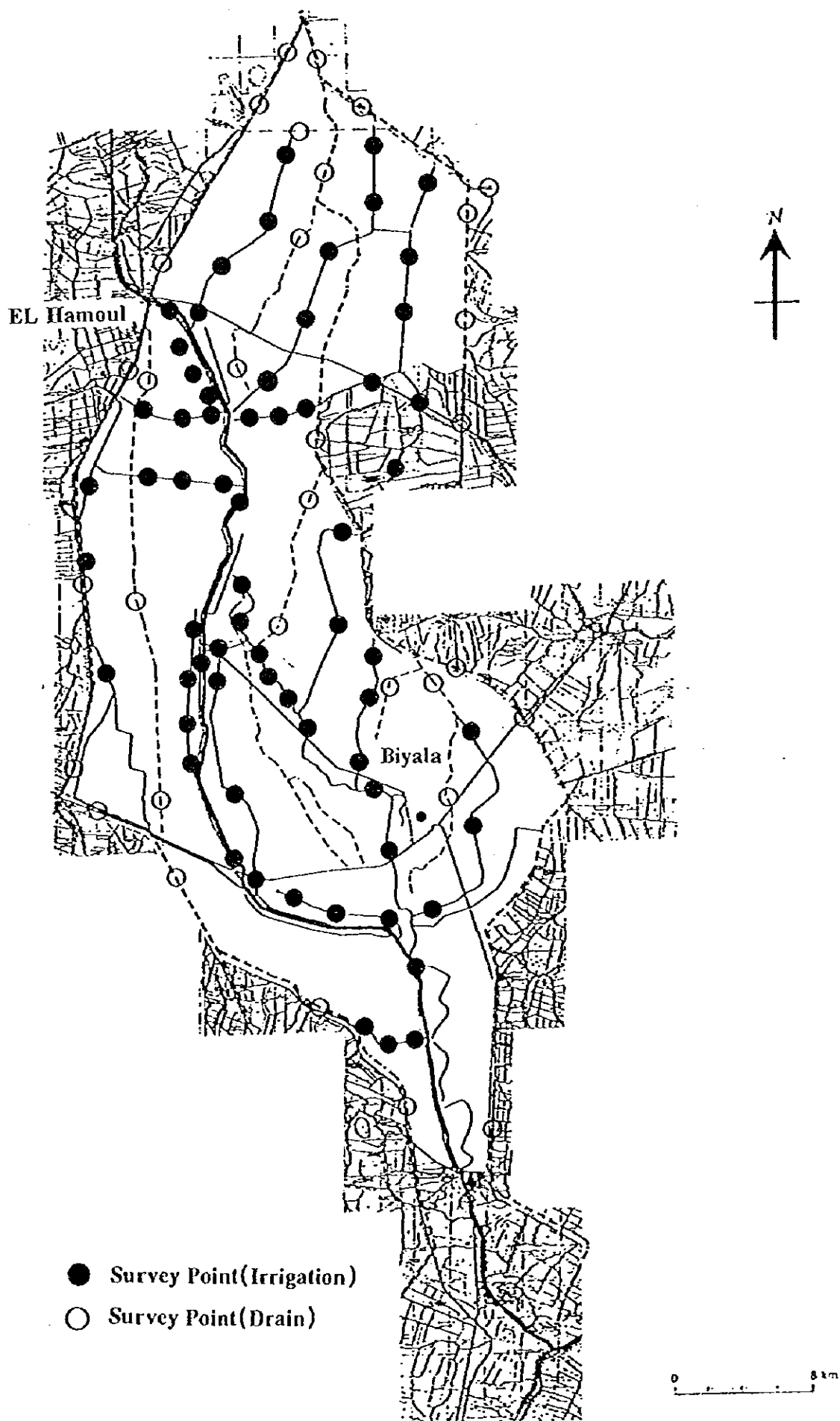
### 1.8.3 生活雑排水の処理状況

優先地区内の一部の用水路は、洗濯、食器洗い、及び家畜の水浴に利用されている。また、台所、トイレの排水は大部分が家庭内の地下浸透によって処理されているが、一部は直接水路へ流入している。農民は水質汚濁によって引き起こされる疾病、生活用水への不適合などを憂慮し、水質改善の方策を要望している。(英文資料編K参照)

### 1.8.4 フローダイヤグラムによる水質環境解析

優先地区内の水質環境に及ぼす因子を解明するために、バハル・テラ幹線用水路から取水している地域を3区分して、水質に及ぼす負荷因子について水需要に応じて検討した結果、夏作代かき期、夏作期、冬作期のいずれにおいても上流域から下流域に向かって、地区内に負荷される TDS 及び塩類が増大することが認められる。この原因は人口、一般畑面積に起因した生活排水、施肥量の違いが考えられる。また、この地区の開発計画の実施後、灌漑効率の向上及び作付体系の転換によって負荷量が減少し、ハモール混合機場から北の地区への用水供給量の増大が図られる。詳細な解析には更なる検討を要する。(英文資料編K参照)

図 1.8.1 優先地区の水質調査位置図



## 1.9 優先地区の問題点と制約条件

### 1.9.1 農村社会と農民組織

#### (1) 農民の意向および農民組織設立に関する問題点

現実の IIP 実施は大臣決裁による Top-down 方式により決定されており、WUA が設立されている。初期の概査、説明から WUA 設立までの期間も 3~6 ヶ月にすぎない。工事着手前に達成すべき 4 要件 (MPWWR と USAID との確認事項) も、実際には遵守されていない。これらの「拙速」の結果が、事業完了に伴う WUA への引き渡し後に、負のツケとして顕在化していることは明らかである。今後は、農民間の十分な合意形成を大前提として、IIP 事業を進めることが不可欠である。(英文資料編 J.4.1 参照)

#### (2) 農民組織への技術支援に関する問題点

現状では、IIP 事業実施は政府の年次計画にしたがって、WUA 設立後 (工事着手前後) に関係農民代表 (WUA 役員) に対する O/M 実施方法等の研修を行っており、この業務が IAS スタッフ業務の大半を占めている。その他に農民からの苦情処理等の日常的業務を考慮すれば、現状で十分な技術支援を行うことはきわめて困難である。制度面からも、IAS スタッフの技術支援は IIP 事業実施地区に限定されており、IIP 未着工地域に対する啓蒙普及や農民からの事情聴取はほとんどなされていないのが現状である。また、トレーニング終了後の IAS スタッフの他部門への配置転換 (1989~96 の間に 7 人に 1 人の割合) も必要最小限にすべきである。(英文資料編 J.4.2 参照)

IIP 工事完了と WUA への引き渡し後のポンプトラブル等への対応である。この点に関して、農民の恒常的サービスセンター設立への要望が極めて強い。今後、IIP 事業が長期目標に沿って進捗した場合、全国では 5 万台を越える One-point lifting pump が設置されることになり、その良好な維持管理は政府の重要な政策課題として浮かび上がってくる。(英文資料編 J.4.2 参照)

#### (3) 農民組織への財政支援に関する問題点

世銀が新たに着手した El Wasat 等の事業が未だ償還時期を迎えていないこと等から、IIP 農民の事業費および O/M 経費負担能力については、今のところ問題が顕在化していない。この問題に対して、主として、a) 現況 IIP の償還要件の見直し、b) 暫定的な助成措置の導入、c) デリバリーチャネル単位での管理経費の Re-allocation、を通じて改善を図っていく必要がある。(英文資料編 J.4.3 参照)

#### a) 現況 IIP の償還要件の見直し

現況 IIP の償還要件緩和については、農民の負担能力を総合的に勘案して、現況 IIP の償還要件（5 年据え置き、15 年償還など）の見直しが必要となるであろう。（英文資料編 J.4.3 参照）

#### b) 暫定的な助成措置の導入

暫定的な助成措置の導入についても問題の背景は同様である。エジプトの基本方針として、「私有財産であるメスカの改良経費は農民負担である」とする原則は遵守しなければならないが、一方で IIP 事業の推進、灌漑末端管理の農民移管を円滑に促進するためには、農民が受容可能な条件整備が必要である。（英文資料編 J.4.3 参照）

#### c) デリバリーチャンネル単位での管理経費の Re-allocation

農民組織の健全な運営のためには、予備費を含め年間 70 LE/feddan 程度の料金徴収が必要である。また、ポンプの故障等不測の事態に備えて、メスカ当たり 2,000 LE 程度の資金準備が常に必要であるが、設立直後の時点では、この財政基盤が整っていないので、暫定期間に限定して農民組織を財政支援することが不可欠となる。（英文資料編 J.4.3 参照）

デリバリーチャンネル単位での管理経費の Re-allocation については、「政府・農民組織双方にとって、現状での経費負担を上回らない範囲での Re-allocation」を前提とする必要がある。デリバリーチャンネルの日常的管理を農民組織に移管するに際し、政府が 3~5 LE/feddan の委託経費を支払っても、政府・農民双方の持ち出しは増えず、全体としての管理水準も著しく改善される。この委託単価は管理状況の良否によって差をつける（例えば、良好な管理は 5 LE/feddan、不良であればゼロ等）で、農民の管理意欲をかきたてることも検討する。（英文資料編 J.4.3 参照）

#### (4) 政府の基本姿勢および関係法令に関する問題点

IIP 事業推進にあたって、政府の基本姿勢に関する問題点としては、次の各点が挙げられる。（英文資料編 J.4.4 参照）

##### a) Federation 化を中心とする農民組織の責任／権限の強化

Federation 化を中心とする農民組織の責任／権限の強化については、現状での IAS 等政府機関による水管理および IIP 推進体制には多くの問題が内包されており、その抜本的強化

も予算等の制約上無理があること、ならびに将来、Privatization 政策により営農の多様化、したがって水利用の多様化が進んでいくことを考慮すれば、農民組織の責任/権限の強化は不可避な方向性である。1997年の Decree No.263 にもとづくファユーム県で "LWB" (Local Water Board)がある。LWB は現状ではファユーム県だけに限定された地域特例であり、かつ法人資格を持たないため、その活動範囲もデリバリーチャンネルの除草、浚渫など日常的維持管理を政府機関からの請負で実施する等に限定されているが、今後これを範としつつ、全国レベルでデリバリーチャンネル単位の Federation に関する法整備を検討していくべきである。具体的にはデリバリーチャンネル単位での一体管理を、政府から Federation への委託費支払いによって行う等の方向性である。(英文資料編 J.4.4 参照)

もう1つの課題は、農民組織への女性参加の態様についてである。イスラム法によりエジプト女性には、農地の相続権(同一村落に居住する限り、男子の1/2の相続権)が認められており、現に女性の地主は多く存在している。ただし、その農地の多くは男性により耕作されているため、営農面における女性の発言権は低い。(英文資料編 J.4.4 参照)

#### b) 低廉、速効性のある事業推進

IIP 達成目標を2002年までに約33万 ha (78万 feddan)、2007年までに約71万 ha (168万 feddan)、2012年までに約108万 ha (258万 feddan)、2017年までに約146万 ha (348万 feddan)と設定しているエジプト政府にとって低廉で、即効性のある事業の推進は重要な課題である。この課題を克服するため、不安定かつ不確かな水利状況を放置したまま、水管管理を農民水利組織に委ねることは、農民の負担を増すばかりであり、結果として農民は深い失望感から管理放棄することとなり、状況は事業前より悪化することになる。したがって、農民水利組織への管理移管に際しての最低限の与件として安定かつ独立性の高い水利条件、いわば "Their own water" を保証するための水利施設の改良が不可欠である。(英文資料編 J.4.4 参照)

#### c) IIP に関連する複数部門の連携強化

灌漑部門における IAS と排水部門における DAS (Drainage Advisory Services) の連携、および農民組織における WUA と CUA (Collector User Association) をドッキングした IDUA (Irrigation and Drainage User Association) の方向性である。この方向性は、今後のデリバリーチャンネル単位の Federation 化においても取り組む必要がある。(英文資料編 J.4.4 参照)

#### d) 包括的な政府方針の提示

今後の新しい IIP 事業の展開とその成否は、農民自身の事業に対するインセンティブ、および農民間の十分に熟度の高い合意形成をすべての出発点とすることを念頭において、拙速で年次計画の履行を求めるのではなく、実効性に富んだ事業推進に必要な措置を1つ1つ



固めていく毅然とした基本方針を貫くことである。換言すれば、IIP 事業に関連する「アメ」と「ムチ」を農民に対して正確に提示し、彼ら自身の判断に基づいて事業推進を図ることである。考え得る「アメ」については、これまでに種々提案したところである。一方「ムチ」については、人口増加にともなう灌漑農業の水平的拡大のため、既存農地に対する配水量は必然的に減少せざるを得ないこと、ならびに国家経済的視野から意欲的農業展開を期しがたい地域に対しては、灌漑維持管理経費の削減等でのぞまざるを得ないこと等の提示である。（英文資料編 J.4.4 参照）

#### (5) 評価手法 (M/E) に関する問題点

##### a) 事業ステージ毎のチェックリスト

前項 2.3.1 に述べたとおり、事業第 3 段階（計画設計段階）での“Rapid Appraisal”および工事契約記録に関する“Construction Monitoring”等があり、この二つにまたがるものとしては“IIP Monitoring & Evaluation”（1995）等がある。特に、後者は全調査項目数 100 以上におよぶ詳細な内容となっている。しかし、これに基づく調査は実施されておらず、今後も完全な形での M/E 実施は予算や要員の制約上、難しいことが予想される。また、現状では水配分の計測は灌漑局の担当、WUA の経理状況等は IAS の担当と担当部署が違ふことも、M/E 実施の困難性につながっている。100 項目以上にもおよぶ現行の IIP Monitoring & Evaluation はむしろ煩瑣にすぎ、今後、必要最小限の事項に絞り込んでシステム化する必要がある。（英文資料編 J.4.5 参照）

##### b) 事業成果を全体として捉える評価指針

一方、事業成果を全体として捉える評価指針としては、“IIP 事業前” “IIP 事業後”の面積当り作物生産額(\$/ha)、水量当り作物生産額(\$/m<sup>3</sup>)、給水量と作物必要水量 (ET) の比率等を指標とする。（英文資料編 J.4.6 参照）

### 1.9.2 農業

#### (1) 水路の位置と作物単収

用水路の下流ほど適期・適量の灌漑水が得られない条件にあるため、水路の下流域ほど作物の単収が低い傾向にある。

#### (2) 水路の位置と作物多様化

露地や施設野菜の作付けが行われている農地は、デリバリーチャンネルの上流部に位置し、かつ水路に近接している農地に限られている。これらの作物は少量頻繁に灌漑する必要のある作物で、水掛かりの良い農地に作付けされているためである。作物（単位面積当たりの生産額の高い作物）の多様化の拡大は、大部分の土地は水掛かりが良くない制約のため、抑制されている。

### (3) 果樹園の面積の減少と排水不良

近年、優先地区の果樹園面積が減少傾向にある。水掛かりのよい上流において水多消費型の水稲の作付けが多かったり、過剰取水により下流側の地下水の上昇を招いている可能性がある。

### (4) 水稲の過剰作付けと低生産性の土壌

1997/98年の水稲の作付面積はほとんどの農協で前年を上回っている。一方、野菜を含めた夏期の畑作物の作付面積が減少している。中・下流部の食用種子収穫スイカを除く、夏および冬期の野菜の作付面積割合は3%以下であり、これらの野菜の単収は低い。このように野菜の作付け面積が下流ほど少なく、単収が低い主要な原因は、本地区の比較的高い土壌塩分濃度によるものと考えられる。水稲の代替作物として収益性の高い野菜を導入する必要があるが塩類土壌の存在がこれを妨げている。

### (5) アメリカザリガニによる灌漑水の漏水

アメリカザリガニが広範囲に繁殖しており、圃場から水路にかけて穴をあけて灌漑水の漏水の原因の一つとなっている。このアメリカザリガニの生息をコントロールするには、日本における経験から、水路ライニングと圃場の乾燥が最も有効である。

### (6) 農産物の流通改善

市場情報、市場への搬入手段を持たない小規模野菜生産農家は、大規模農家や仲買人と出荷の取り引きを行う。価格の変動リスクが大きい野菜商取引では、先払い方式(価格が上がると集荷業者が余剰を取得することになる)と、後払い方式(価格が低い場合、集荷業者は最低限の収益を確保する)があり、市場情報を有している集荷業者に有利な取引が行われがちである。優先地区では、野菜生産を大規模に展開するためには、大多数の小規模農家の農産物の販売条件の改善が必要である。

### 1.9.3 灌漑・排水

ガルビア排水路は既に限界近くまで再利用されており、同排水路内の水位が低下するとハモール混合機場は停止せざるをえない。この場合、バハル・テラ幹線水路より一日あたり1 MCM/日の追加用水を、ハモール混合機場の下流の灌漑地域に補給しなければならない。これに関して、関係するカフル・エル・シェイク、西ダカリヤ、ガルビアの3灌漑管区で緊急協議が行われるが、調整が困難な場合があり水係争の原因となる。

イブシャン制水堰とハモール MPS の間のバハル・テラ幹線水路断面は、とくに右岸側において盛土が低い。このため、追加1.0 MCM/日の搬送を行えばほとんど余裕高がなくなり盛土の嵩上げを必要としている。なお、水路近傍には左岸側に道路、右岸側には住居が接続して建設されているため水路拡幅は困難である。

水草が発生し水理断面を減少させている。特に、冬期において設定水位下での計画流量の流下を困難とする。現在、バックホーやドラグラインを用いて堤防上から水草除去を行っているが、作業効率が悪く根の除去が行えない。

政府割当を上回る水稲作付けが水不足を深刻化し、下流部への用水を減少させている。現在の割当水稲作面積率は50%であるが、特に、ピヤラ灌漑地区では、多い年には70%にも達する水稲が作付けされている。

優先地区はバハル・テラの上流部に位置するが、ほとんどのアリバリーキャナルの取り入れ口は間断通水下の断水期間にも関わらず、常時5~10 cmほど開口している。農民の水に対する苦情処理の一環として運用上なされてきたが、バハル・テラ下流部に対する水不足を深刻化している。

家庭排水に加え、生活廃棄物が水路内へ不法投棄されている。環境上の問題とともに廃棄物が多い場合、水理断面の減少、設計水位下での計画流量流下を妨げる。もっとも廃棄物の多い水路はピヤラ市内に入るタウイーラ・バハル・ピヤラ (Tahweelah Bahr Biyala)水路であり、その他バハル・ピヤラ、ハゼク (Hazek)、イブシャン、エル・マハッタ (El Mahatta)、ガナビア左岸 No.7 水路でも水草に加え、多くの廃棄物が見られる。

ピヤラ灌漑地区管区内では、用水監視・調整上、イブシャン制水堰並びにバハル・テラ取水工が最も重要な地点であるが、両地点ともに電話による通信手段がなく緊急時に対応し得ない。また、バハリは自転車を含めて交通手段を有していない。

ガナビア右岸 No.2 とガナビア右岸 No.10 は取水工の標高が高く (定期的なバハル・テラ浚渫によりバハル・テラ敷き高が低下したと思われる)、改修工事が必要である。また、

カフル・シャルキ (El Kafr El Sharkie) 水路には取水ゲートが設置されていない他、エル・マハッタ水路の取水工は老朽化した 400 mm パイプで、容量が十分でない。

デリバリー・キャナルの末端からの漏水は、ほとんどの場合無視しうる程度であるが、バナワン支線 (Banawan Branch) とショラファ (Shorafa) 水路の末端施設は、老朽化しており改修が必要である。なお前者では 1,300 m<sup>3</sup>/日程度の漏水が発生している。

バハル・ピヤラとイブシャン・デリバリー・キャナルを始めとして多くのデリバリー・キャナルで水不足が報告されている。原因として不法な水稲作、延長が長く、特に間断通水に伴う適期の配水困難、水草やゴミの不法投棄による水理断面積減少、日中の灌漑集中とそれによって生じる下流部での夜間灌漑などがあげられる。農民は水不足の原因を間断通水下の断水とみなす場合が多く、現行の間断通水下の断水期間が農民にとっては長すぎる。また、このことにより通水期間中の灌漑集中、一部に見られる過剰灌漑につながっている。

不均衡な水配分はデリバリー・キャナル間、水路の上・下流間、メスカの上・下流間のいずれにおいても見られる。特に、メスカの下流部農民は、メスカ上流部の揚水集中、それに起因する不均衡な水配分を強く感じている。

水不足が多く報告されているものの、一方では最大 50% の農民が過剰用水を認めている。これらは排水路やメスカもしくは用水路にリターンすると報告しており、圃場レベルの灌漑効率を改善することにより節水しうる。

#### 1.9.4 水管理

優先地区内における水管理上の問題点について巨視的視点と微視的視点に分けて検討する。巨視的視点とは、水管理システムの制度、施設、配水および情報処理を全体的あるいは複合的に捉える立場を指す。結論的に言えば、現在の段階では巨視的な諸問題は潜在的な状況にあり表面化していないが、水事情が逼迫してくる数年後にはこれが顕在化するものと予測される。

微視的視点とは、水管理システムの施設や配水状況に関する、地域的な個別問題を意味する。個別問題を取り上げれば広範にわたり、数多く同定できるが、巨視的な問題の解決に対する展望や枠組みを与えることなくこれに対処しても、微視的な問題はその性格上繰り返して発生するので、問題の本質的な解決には至らないと考えられる。

水管理を巡る巨視的問題の解決のためには、対象となるべき主題を絞り、かつ目標期限を設定したうえで、組織全体で体系的に取り組む必要がある。

### 1.9.5. 灌漑・排水施設

優先地区における灌漑・排水施設は老朽化が進み、すでに耐用年数を超えているものが大部分である。そのため、施設の機能低下による維持管理費の増加並びに、灌漑水量と維持管理時間をロスしている。

#### (1) 灌漑施設

ラハビーン流量調節堰の下流の洗堀が著しく、ゲートの流積が通水量に比較して小さいため、ピーク通水時には、ゲートの上・下流の水位差が70 cmにも達している。ゲートが老朽化しており、ゲート操作に時間が掛かる。周辺は農地であるが、ほとんど私有地であり、用地買収は困難である。

優先地区内への灌漑供給量は、バハル・テラ幹線水路取水工とイブシヤン制水堰で行っているが、ゲート操作がスムーズに行われていない。水管理事務所とのコミュニケーションが十分でない。

ハモール混合機場は既に36年間運転して老朽化が進み、ポンプ効率が低下している。排水路の水位低下時には、キャピテーション現象の発生の恐れが報告されている。このため、水位低下時はポンプ運転を停止するため、下流の混合水利用の受益農地に用水不足を起している。既設ポンプ場の周辺はMEDの国有地である。

バハル・テラ幹線水路の堤塘は、イブシヤン制水堰から下流の右岸側が、左岸堤防より1.0~2.0 m低く、ポンプ停止時やIIP進行に伴う余利水の下流への搬送能力が小さい。

地区内のデリバリーキャナルには、水位調節施設（チェックなど）がなく、メスカや第2次デリバリーキャナルへの分水位が確保できない状態にある。また、集落内の水路法面は、崩壊し、通水が阻害されたり、住民の塵の投棄が行われている。

メスカは土水路で、維持管理が十分でない、また長いメスカでは、下流まで十分水がゆきわたらず、水不足が発生している。メスカには多くの可搬式小型ポンプがあるが、取水ルールがなく、また、上・下流の相互の調整を取らずに、農民が勝手に取水している。

#### (2) 排水施設

優先地区内の排水機場を含む幹・支線排水路には、現在は、それ程厳しい問題はない。しかし、地区の北部には暗渠排水未施工区域があり、既施工区域においても、古くに施工さ

れた暗渠排水施設に機能低下が見られる。

### 1.9.6 水質環境

#### (1) 灌漑用水の汚濁要因

灌漑用水中の測定項目間には、pHと溶存酸素、濁度とナトリウム・SAR、TDSとSAR、TDSとナトリウム・カルシウム・マグネシウム、SARとナトリウム・カルシウムの間に高い正の相関関係が認められる。全可溶性塩類の増加は、ナトリウム、カルシウム、及びマグネシウムに起因し、また、ナトリウム吸着比の増加は、上記3イオン間に占めるナトリウムに起因する。

排水研究所によれば、TDSの増加は綿花、メイズ、水稲、小麦、ベルシーム、及び豆類の作物生産量と負の相関関係にあるとしている。SARの増大は土壌の塩類化を生じさせる要因になることと合わせ留意すべきである。

#### (2) 排水の水質と灌漑用水への再利用

排水中の測定項目間には、濁度とナトリウム・SAR、TDSとSAR、TDSとナトリウム・カルシウム・マグネシウム、SARとナトリウム・カルシウムの間に高い正の相関関係が認められる。水路には工業排出物及び農村地域からの排水が流入する。したがって、排水の水質が灌漑水より悪い状況の中での、排水の再利用には注意深い監視が必要である。

表 1.9 灌溉水路における水質項目間の相関係数

Temp.									
pH	0.153	pH							
DO	0.167	0.541**	DO						
Turb.	0.109	0.169	0.172	Turb.					
EC	0.094	0.235*	0.171	0.543**	EC				
TDS	0.088	0.234*	0.174*	0.536**	-	TDS			
Na	0.096	0.233*	0.221*	0.697**	0.886**	0.884**	Na		
Ca	-0.140	0.257*	0.265**	0.520**	0.841**	0.845**	0.823**	Ca	
Mg	-0.367**	0.095	0.062	0.290**	0.597**	0.601**	0.559**	0.674**	Mg
SAR	0.156	0.242*	0.207*	0.703**	0.852**	0.849**	0.982**	0.757**	0.472**

Note: The measurement was done by JICA Study Team during with October to November in 1998, and numbers of result are one hundred(100) points.  
 \*\* 1 % level of significance \* 5 % level of significance

表 1.9 排水路における水質項目間の相関係数

Temp.									
pH	0.467**	pH							
DO	0.461**	0.405	DO						
Turb.	0.053	-0.031	0.296*	Turb.					
EC	0.454**	0.251	0.648**	0.200	EC				
TDS	0.455**	0.254	0.650**	0.205	-	TDS			
Na	0.469**	0.223	0.574**	0.152	0.956**	0.954**	Na		
Ca	0.348*	0.275*	0.530**	-0.193	0.814**	0.815**	0.795**	Ca	
Mg	0.368**	0.108	0.538**	0.141	0.933**	0.931**	0.897**	0.735**	Mg
SAR	0.336*	0.181	0.382**	0.198	0.817**	0.814**	0.920**	0.666**	0.698**

Note: The measurement was done by JICA Study Team during with October to November in 1998, and numbers of result are forty four(44) points.  
 \*\* 1 % level of significance \* 5 % level of significance

## 第2章 優先地区の開発計画





## 第2章 優先地区の開発計画

水路の上流部に発生している過剰灌漑や圃場灌漑効率の低下を原因とする下流部の水不足、地区全般に見られる間断通水システム下での上・下流部での不均衡な水配分、灌漑・排水施設の老朽化、水環境の悪化、これらを原因とする農業生産性の低さに対処するため、農民組織の結成を踏まえた優先地区の水環境改善に関する開発計画を策定する。

マスター・プランに従って、優先地区の開発の基本方針は、節水と農家の所得を向上させるために、次に述べるような開発計画を策定する。開発計画の策定に当たっては、開発目標として農家所得を指標とした。すなわち、農家所得を現況の約 6,900 LE から 7,900 LE 以上に向上させ、食料費の農家所得に占める割合を、都市並の 45 %に引き下げ、農家の可処分取得の向上を図る。この目標達成に対して、適期適量の灌漑水の配分が可能な状況下での農業開発計画を策定する。また、この所得目標を達成するために必要な作物体系を策定し、さらに作物選定に当たっては節水に配慮すると共に、水資源の制約条件を満足するか否かの検討を加える。この計画を実現するためには、水管理や計画施設の維持管理を担当する Federation of WUAs、WUA、WUG 等の組織化が必要不可欠である。

### 2.1 農民組織と農村社会開発計画

従来 of IIP 事業が抱えてきた諸問題点に加え、今後、IIP 事業をデリバリーチャンネル単位 (平均約 480 ha、2,000 feddan、農家戸数約 600 戸、耕作者数) を前提に展開していくためには、改善すべき多くの課題が山積している。また、今後、最大の争点となる農民の事業費負担問題についても、実効性ある対応を検討しなければならない。以上のことから、「どのような条件整備があれば農民は事業実施に応じるのか」を主要命題として、問題解決の方向性について多角的な視点から提案する。(英文資料編 J.8 参照)

#### 2.1.1 農民の意向把握と農民組織の設立

- a) 関係農民が事業費負担を伴う IIP を十分に理解し、水系単位での合意形成に達するために必要な話し合いの場と時間を提供する。この合意形成には、デリバリーチャンネル内での上・下流農民の経費負担割合という、最もデリケートな問題も含まれるが、あくまでも決定は農民間で行う。
- b) 合意形成の期間 (準備期間) は、少なくとも 1.5~2 年を要し、かつ下位グループ (統合マルワ単位) から中位グループ (メスカ単位)、上位グループ (デリバリーチャンネル単位) の各積み上げを経て、最終的に政府サイドとの合意に達する手順をとる。

c) このための手段として PP 手法を用いる。

### 2.1.2 農民組織への技術支援

a) IAS の業務の比重を、従来の既着工地区中心から、未着工地区での農民の意向把握と合意形成への支援、即ち、デリバリー・チャンネル単位に、IAS 現場スタッフ 2 名をペアとした "On-the-job Training"、にシフトしていく。

b) この On-the-job Training を通じて、マルワやメスカ単位毎に、IAS スタッフの補佐できる農民を育成し、将来の HIP 事業に対する Facilitator あるいは、Social organizer の機能を農民内部に滴養していく。

c) 長期的視点からは、IAS 及び灌漑局末端スタッフを、徐々に農民組織へ移籍させ、政府負担の軽減並びに、農民組織の技術力強化を図っていく。

### 2.1.3 農民組織への財政支援

農民組織への財政支援として、次の 3 点を実施する。

a) 現況 HIP の償還要件緩和：

事業費及び O/M 経費に対する農民の負担能力を総合的に勘案して、現況 HIP の償還要件「5 年据え置き、15 年償還」を「5 年据え置き、20 年償還」に緩和する。

b) 暫定的な助成措置の導入：

所定年数（例えば 5 年）以内に Federation 化の仮同意手続きを完了し、3 ヶ年間にわたる O/M 経費の政府助成（例えば、1 年目 70 LE/feddan/年の 75 %、2 年目 50 %、3 年目 25 %）を実施する。期限以降は優遇措置を打ち切る。

c) デリバリー・チャンネルの管理費その他の、政府から農民組織への移し替え：

デリバリー・チャンネルの日常的維持管理業務を農民組織に移管し、政府から委託単価に差をつけた経費（例えば、管理状況が良ければ 5 LE/feddan、悪ければゼロ等）を、農民組織に支払う。同様に、事業ステージ毎の評価調査(M/E)、データ収集の一部も農民組織に委託し、その経費を支給する。

#### 2.1.4 政府の基本姿勢と関係法令

政府の基本姿勢として、次の点を実施する。

##### (1) Federation 化を中心とする農民組織の責任/権限の強化

1997年のDecree No.263に基づく、ファヌーム県での“LWB”(Local Water Board)を範としつつ、全国レベルでデリバリー・キャナル単位のFederation of WUAsへの適用を図る。これに基づき、デリバリー・キャナル単位での一体管理を、政府からFederation of WUAsへの委託により推進する。また農村部における女性参加を促進する観点から、WUA 役員会の別組織として、理事長の指導下に女性評議会を設置する。女性評議会は複数の役員をもって構成し、その役割を農村部における生活環境対策など、各種情報伝達の媒体とする。

##### (2) 低廉かつ速効性のある事業推進

政府が目指す低廉かつ速効性のある事業推進の方針に沿いつつも、農民水利組織への管理移管に際しての最低条件として、デリバリーキャナル始点での配水の正確性を期する施設の改善を実施し、農民組織に対する“Their own water”を保証する。

##### (3) 灌漑管理/排水管理の一体化等、複数部門の連携強化

Federation 事務局の組織内に、灌漑部門に加え、排水部門、メカニカル部門、営農部門を設置する。そして、連絡協議機関である Joint Committee の政府サイドメンバーとして、Water District Engineer、Area Drainage Engineer、MED の Mechanical Engineer、農業省サイドからの Agricultural Manager 等の参画を実現する。

##### (4) 包括的な政府方針の提示

政府の基本姿勢として、今後の新たな IIP 事業の展開とその成否が、農民自身の事業に対するインセンティブ、および農民間の十分に熱度の高い合意形成にかかっている点を再確認する。この基本姿勢に基づき、拙速で年次計画の履行を求めることなく、特に、初期の段階で成功の確度の高い地区選定に努める。具体的には、IIP 事業に関連する「アメとムチ政策」を農民に対して正しく提示し、彼ら自身の諾否判断に基づいて、事業の推進を図る。特に、「ムチ」については、人口増加等社会背景から、既存農地に対する配水量は今後減少せざるを得ないこと並びに、意欲的な農産物の展開を期しがたい地区に対しては、灌漑維持管理経費の削減等でのぞまざるを得ないことを明確に提示する。

### 2.1.5 IIP 事業実施の手順

今後、デリバリー・チャンネル単位の IIP 事業実施を前提として、次の各手順を新たに導入する。(図 2.1.1 参照)

a) 所要の準備期間：

工事着手前に、必ず農民の合意形成を得るため、少なくとも 1.5~2 年をかける。

b) 仮同意制度、および役員の仮決定：

仮同意の提出、および Federation レベル、WUA レベルでの役員の仮決定を経て、実施設計にはいる。

c) 政府・農民双方の代表による Joint Committee で、計画・設計内容の決定、並びに業者選定と工事監督を行う。

d) 管理試用期間の設定：

工事完了後 1 年間の管理試用期間を経て、工事瑕疵の有無を確認の後、正規に Federation の法確定を行う。

e) 暫定措置期間の設定：

管理移管後も O/M 経費助成等の暫定期間（3 年間）を設定する。

### 2.1.6 評価手法 (M/E)

M/E を次の 2 種類に区分して実施する。

a) 事業ステージ毎のチェックリスト整備

事業ステージ毎の M/E は、その一部分を Federation of WUAs に委託し、所要業務量に応じた経費を農民組織に支払い、出来高を IAS がチェックする。このため、現行の IIP Monitoring & Evaluation 基準を簡略化するとともに、コンピューターによる Data base system を補強・強化する。このシステムは当面 IAS によって運用するが、将来の処理情報量の増加にともない、Federation of WUAs による活用も想定して整備する。

b) 事業成果を全体として捉える評価指針

事業成果を全体として捉える評価指針として、IIMI 等国際機関で開発した面積当たり作物生産額(\$/ha)、水量当たり作物生産額(\$/m<sup>3</sup>)、給水量と作物必要水量 (ET) の比率等の指標を用いる。

## 2.1.7 優先地区への適用案

優先地区への適用案を検討するため、地区の諸元を下記のように平均値 (ラウンド数値) に整理した。

総地区面積	約 26,000 ha (62,000 feddan)
純灌漑面積	約 23,900 ha (56,900 feddan)
行政村 (Oarya— 官選村長 Umda の行政地域)	約 8,400 ha (約 20,000 feddan)
同族集団 (Aila)	約 130 ha (約 300 feddan)
農協 (El gamiya el zeraieya)	約 840 ha (約 2,000 feddan)
デリバリー・キャナルの支配面積	約 840 ha (約 2,000 feddan)
デリバリー・キャナル平均水路長	約 5 km
デリバリー・キャナル内の平均農家数 *1	約 600 戸
デリバリー・キャナル内のメスカ数	現況約 5 本 *2
Federation of WUAs の農家数 *1	約 600 戸
メスカの平均支配面積	約 40 ha (約 100 feddan)
同農家数	約 30 戸
WUA の農家数	約 30 戸
統合マルワ	約 20 ha (約 50 feddan)
WUG (Water Users Group) の農家数	約 15 戸

注) \*1: 登記簿上の土地所有農家数ではなく、耕作農家数

\*2: Direct irrigation を廃すれば 18 本

これらの諸元から、優先地区全体の組織計画は以下のとおり試算できる。試算の条件として、人間工学的観点から、農民が日常的に共同作業やグループ意見の集約を行いやすい最小ユニットとしての WUG (Water Users' Group) を出発点とし、これをメスカ単位で束ねる WUA、更にデリバリー・キャナル水系内の複数の WUA を統括して政府機関との折衝にあたる Federation of WUA の設置という順序での「3階層構造」で検討した。この結果はあくまでも標準値の適用による目安である。今後、水系ごとの属性、地域背景に応じて、各デリバリー・キャナル単位等で個別に補正する必要がある。バハル・ヌールおよびガナビア右岸 No.6・デリバリー・キャナルの水利組合組織化の事例を表 3.3.1 に示す。

・優先地区全体の WUG 数: 約 1,150 WUA (約 20 ha/WUA、または 50 feddan/WUG)

・同 WUA 数：約 500 WUA (約 38～63 ha/WUA、または 90～150 feddan/WUA)

・同 Federation 数：約 30 (約 420～2,100 ha、または 1,000～5,000 feddan/Federation)

上記の諸元及び標準的 Federation of WUAs の機構を模式化して、図 2.1.2 および図 2.1.3 に示す。また、Federation of WUAs および WUA の計画組織図を図 2.1.4 および図 2.1.5 に示す。

図 2.1.1 IIP 実施手順の比較表

Stage	Current Flow	Proposed Flow	Remarks
Pre-Phase (Gauging farmers' opinion/incentive)			<u>Major Premises</u>
Phase I (Entry activities)	Contact & explanation to Mesqqa leaders & other stakeholders	Repeating & exhaustive discussions among farmers on each branch canal level	(1). A Federation of WJAs is absolutely established in each branch canal level (and/or even in large-scale Mesqqa level, if necessary)
Phase II (Organizational activities)	Starting WJA organization with more than 1/3 member (or 30% of command area) and election of council members	Negotiation between Gov't & interim leaders on whether IIP can be done practically or not	(2). Any IIP will not be implemented, if farmers' opinion/incentive are not matured in promoting it
Phase III (Design etc. stage)	Participation of council members in planning & designing, and training for them by IAS	Temporary submission of IIP request with agreement of more than 2/3 farmers in each Mesqqa and the whole of branch canal, respectively	(3). To satisfy the above 1 and 2, new IIPs will be started from a job to find out branch canals where almost farmers are strongly requesting IIP
Phase IV (Construction stage)	Selection of contractors by IAS, construction jobs, and continuous training for council members	Discussions in J.C. on total plan of branch canal, its finalization, and member training by IAS	(4). For sustainable performance of IIP, around 2 years will be spent before commencement of construction job
Phase V (Regular O/M)	Completion of construction jobs, MOU signing among farmers, registration to ID, and transfer to WJA	Selection of contractors by J.C., construction jobs, and continuous training for members	(5). Evaluation/monitoring will be done in each stage to feed back their results into the stage-wise implementation of IIP
Phase VI (Federation on branch canal)	Endeavors to federate WJAs on branch canal level	Test-running period of constructed facilities	
Phase VII (Monitoring & evaluation)	Continuous monitoring/evaluation on project efficiency & sustainability	Formal establishment of each WJAs & Fed. by exchanging MOU among farmers, legal registration to ID, and formal transfer to WJAs & Fed.	
Phase VIII (Permanent stage)		Partly subsidized period for O/M expenditure	
		Strengthening of Fed. by Gov't staff transfer	
		Permanent service systems for technical support	
		Full-scale O/M by farmers themselves	



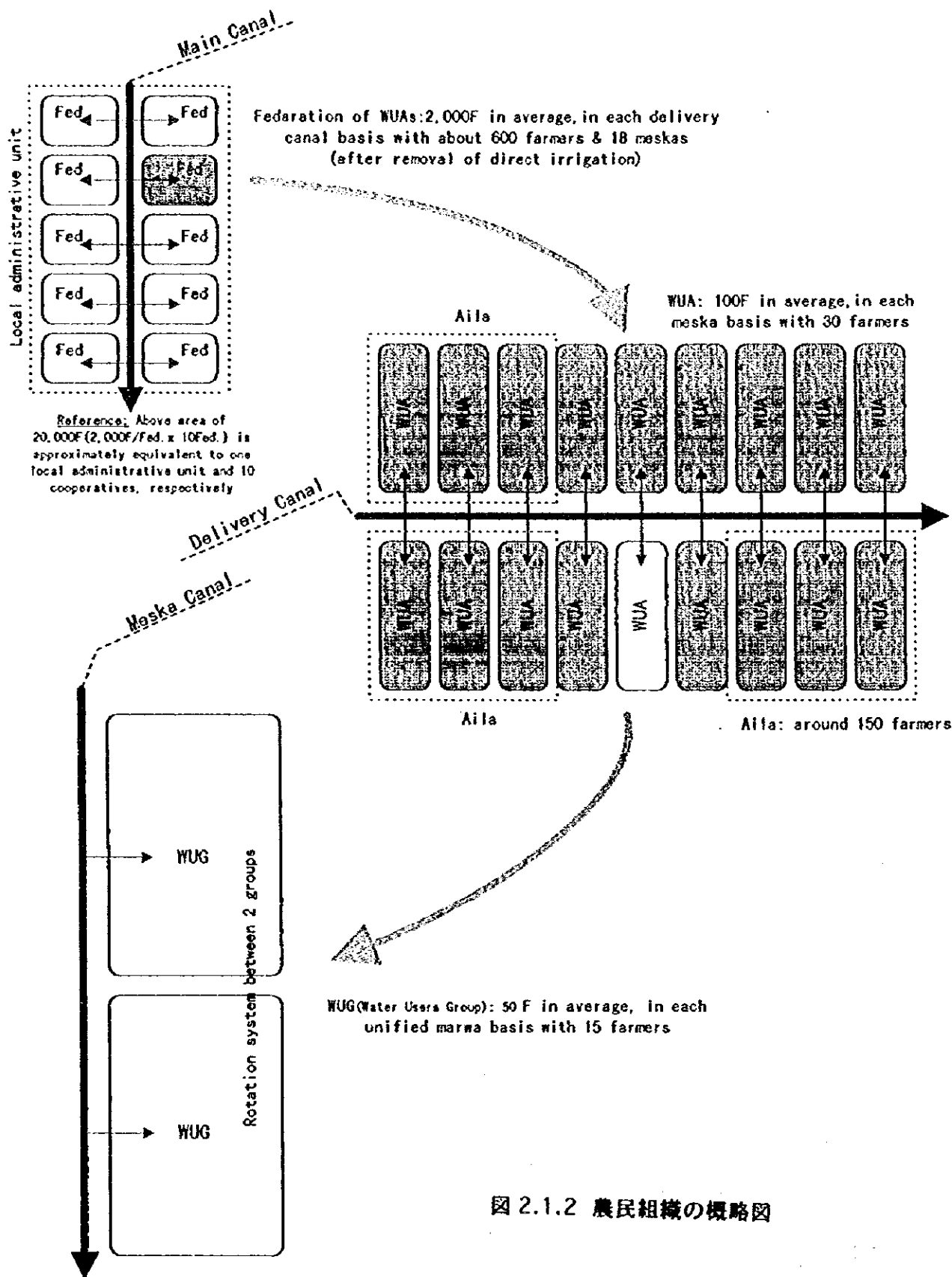


図 2.1.2 農民組織の概略図

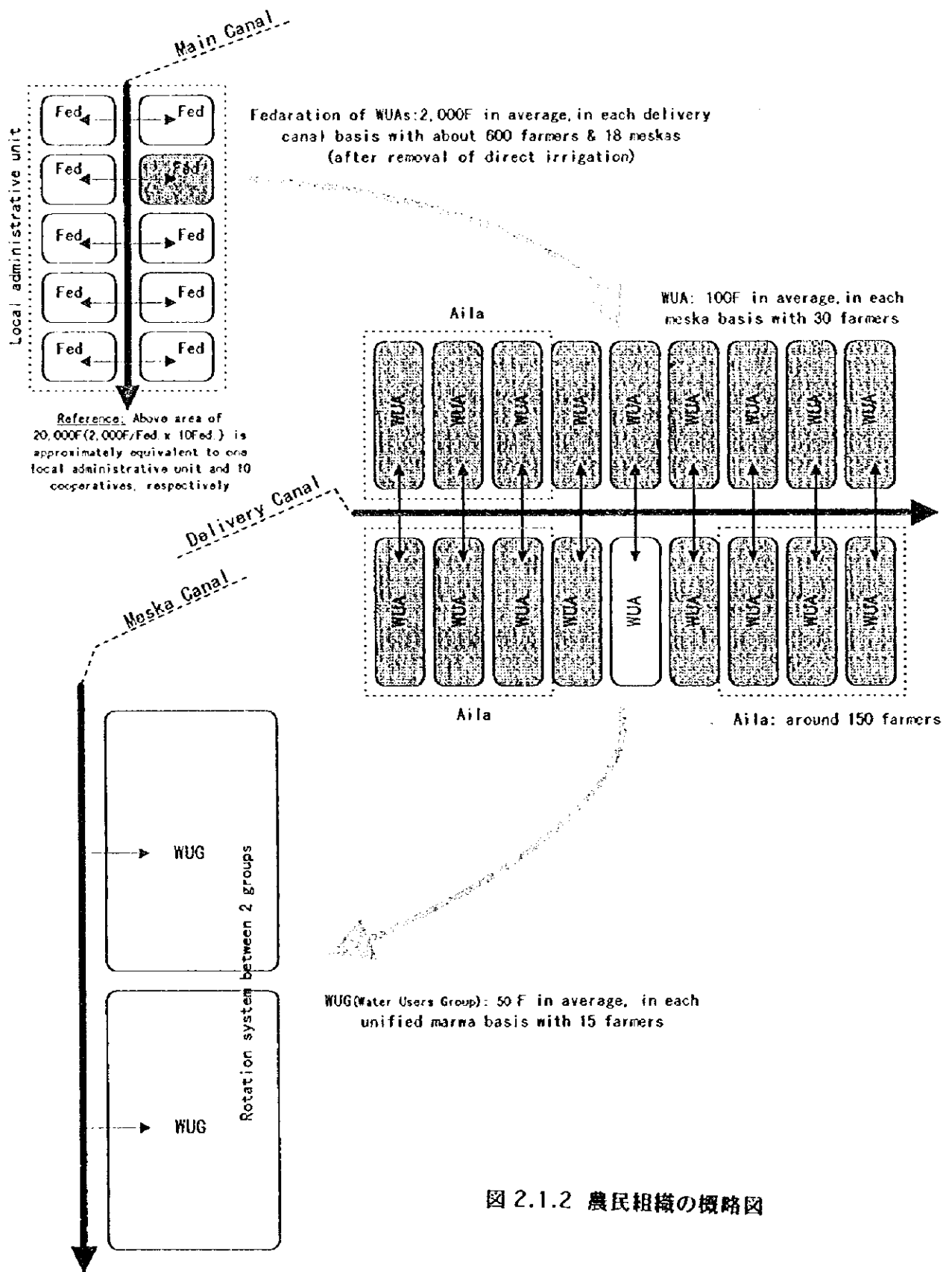


図 2.1.2 農民組織の概略図

図 2.1.3 Federation of WUAs の標準組織図

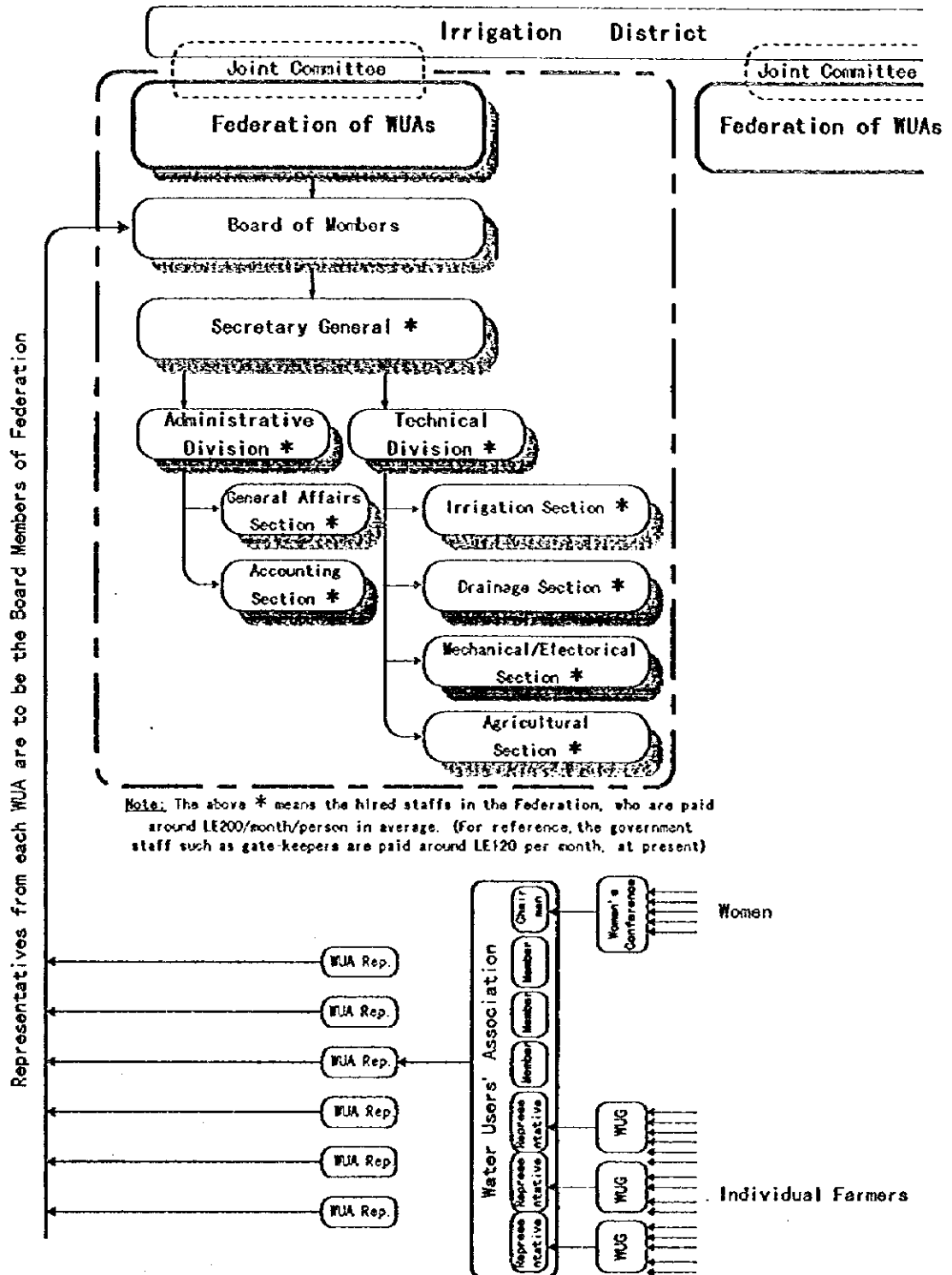
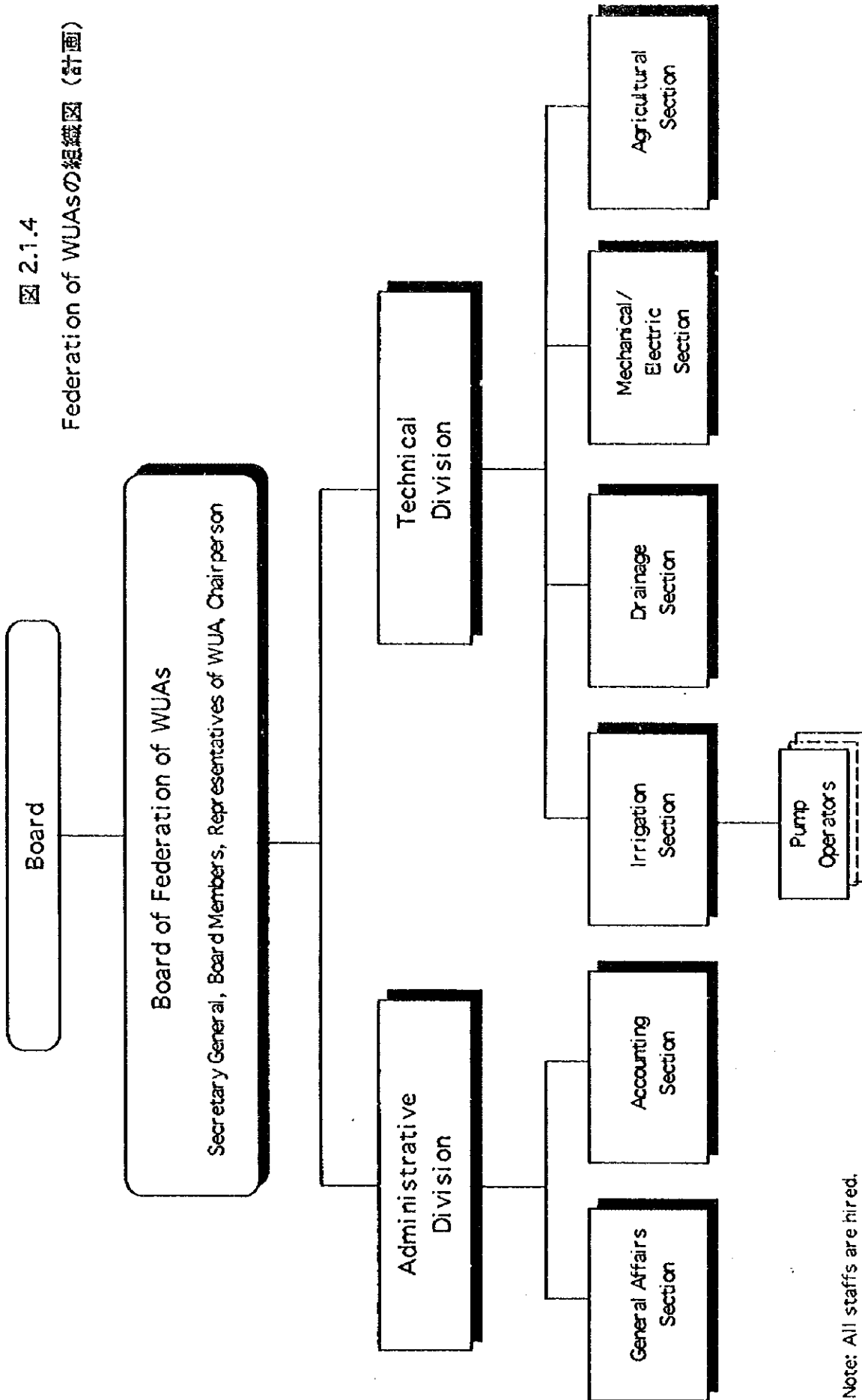


図 2.1.4

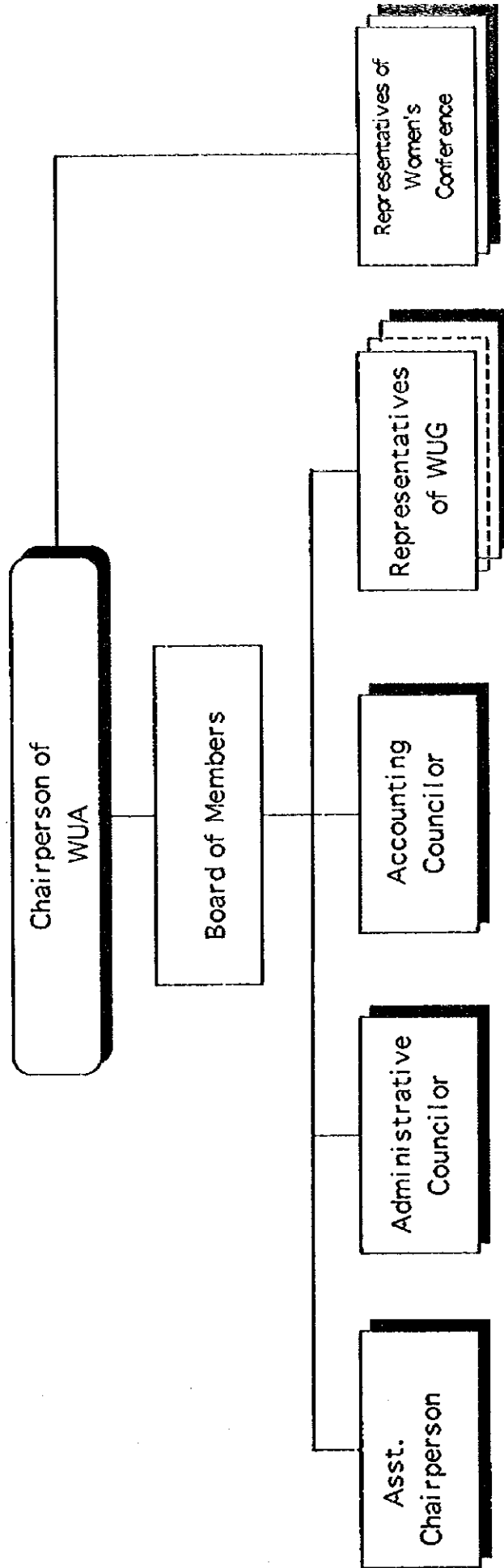
Federation of WUAsの組織図 (計画)



Note: All staffs are hired.

Source: JICA Study Team, 1999

図 2.1.5 WUAの組織図 (計画)



Note: Pump operators belong to the proposed federation of WUAs.

Source: JICA Study Team

## 2.2 灌漑改善を伴う農業開発計画

### 2.2.1 灌漑改善を伴う農業開発の基本戦略

優先地区の殆どの農家は、農業所得の向上によって農家経済の改善を図ろうとしている。零細な経営規模の農家が多い本地区において、農業所得の向上を図るには、限られた土地での作物の単収向上と、高収益作物の導入を基本とする。このためには、灌漑改善事業による適時・適量の灌漑が必要である。

優先地区の上流部では、近年、ニンジンの露地栽培や、キュウリの施設野菜の経営により農業所得の向上に成功している農家が増加しており、このような作物の多様化を用水の中、下流地区にも拡大するべきである。しかし、現状では、優先地区の中・下流域では、多数の農家が水稲の許可面積を上回る過剰作付けを行っており、野菜の作付け面積が少ない。その主要な原因は、塩類土壌の問題がある。この問題を解決し、作物の多様化を図るには、暗渠排水施設の未整備地区や既暗渠排水施行地区のうちで、暗渠排水建設後、20年以上経過した地区の施設のリハビリや、石膏の投与等を含む土壌改良を計画する。

### 2.2.2 土地利用計画

灌漑改善事業の実施に伴う土地利用の変更はほとんどない。しかし、高床開水路メスカやパイプラインメスカの施行に伴うメスカの埋め立てにより、メスカ敷地から1~2%の土地が創設される。優先地区では耕地内の農道が極めて少なく、狭小で、農作業や灌漑の労力が過大となっている。これを解消するために、創設された土地は農道用地として利用する。

### 2.2.3 作物選定及び作付け計画

#### (1) 作付け計画

水稲の作付け面積をマスター・プランの作付け計画に沿って57%削減する。優先地区内の野菜栽培に適した土壌の面積割合を考慮して、水稲栽培の削減に伴う野菜の導入面積は、夏および冬期とも12%とする。残りの面積にはトウモロコシを主体とした夏作物を作付け計画する。

灌漑改善事業により作物選択の自由度が増し、野菜のような高収益の作物の導入が可能となるので、中、長期的には、農民の意向もあり、水稲から高収益作物への転換が

進む事が予想できる。そのため灌漑改善と塩類土壌の改良に伴い、野菜作の栽培技術指導等の農業振興支援が必要である。(図2.2.1参照)

## (2) 作物選定

水資源の節約を図る政府の政策に沿い、水多消費作物である水稲作付け面積を削減して、水稲は短・中期生育品種に切り替える計画とする。この短・中期水稲品種の生育期間を約1ヵ月間短縮できるため、後作のベルシームの刈取り回数を1~2回増加させたり、甜菜の早期作付け・収穫を可能として、後作の適期植え付けによる単収の向上が期待できる。単収の向上には、適期栽培が必要であり、IIPの実施により水管理を改善して水多消費作物である水稲の生育期間が短縮できると、他の作物の適期作付けが容易となる。

削減される水稲作付け面積には、単位用水量当たりの所得の高い、換言すれば、水利用効率が高い野菜の導入を行う。野菜は少量の用水を頻繁に灌漑する必要があるので、IIPの実施により、その栽培環境を満たす。上記の条件の他、優先地区には重粘土土壌の土地が卓越していることを考慮して、以下に示す作物の栽培面積の拡大や導入を計画する。

夏作物 : トマト、ナス、カボチャ及びポテト

冬作物 : タマネギ、ニンジン、キャベツ、ポテト、豌豆(実とり及び絹莢豌豆)、キュウリ、ピーマン、トマト等の施設野菜、バラおよびキク等の花卉

## 2.2.4 営農改善計画

灌漑改善事業は以下の観点から優先地区の営農改善を進めるベースを作る。

- 用水の中、下流部の灌漑水不足の解消と適期適量灌漑
- 高収益作物の導入と適期作付け
- 灌漑労力の省力化と灌漑コストの軽減

優先地区の塩類土壌の改良を図るために、約21万 tonの石膏投入を行う計画とする。この他、サブソイリングとレーザー光線利用の土地均平による土壌改良を行う。現在行われているレーザー光線利用の土地均平方式では、けん引型の均平機を使用しており、対象土地面積の規模が8 ha (20 feddan) 以上でないと能率が悪い。最近、日本で開発された土地均平方式は、トラクター直装の均平機をトラクターの油圧系統で作動させており、小規模土地所有の土地に適応性が高いので、この土地均平方式の導入を計画する。(英

文資料編K表K.4.4および資料編E表E.5.1参照)

灌漑改善事業により連続通水が実施されるので、これに対応した作物栽培管理法が確立される必要がある。本地区の農業生産資材投入基準における小麦、甜菜、綿、トウモロコシ及び水稲に対する窒素投入量は、約10～80 kg/ha (24～190 kg/feddan) とする。(英文資料編E、表E.2.15参照)

### 2.2.5 計画作物単収と生産量

優先地区の計画単収は、用水路の中・下流部の作物単収を上流並の収量に高めることによる増収率を適用して見積もった。ただし優先地区の下流部においては暗渠排水の未施行地区があり、この地区における暗渠排水の整備がなされた場合の単収に上記の増収率を適用して計画単収を見積もった。その結果、主要作物である小麦、甜菜、ベルシー、綿及び水稲の地区の平均 ha 当たり計画単収は、それぞれ 6.43 ton (18.00 arbab/feddan)、47.83 ton (20.09 ton / feddan)、43.71 ton (18.36ton/feddan)、3.00 ton (8.00 kantar/feddan) および 9.69 ton (4.07 ton/feddan) である。これらの総生産量はそれぞれ 55,600 ton (現況生産量の15%増)、104,600 ton (同19%増)、394,300 ton (同5%減)、14,300 ton (同49%増)、53,200 ton (同43%減)となる。作物により副産物があり、この副産物を含めて事業完了後、4年目に目標単収が達成されるものとする。(表2.2.1 および英文資料編 E.2.4、E.2.8、E.3.5 参照)

### 2.2.6 農業振興支援計画

上・下流間で公平で適時適量の水配分を行うためには、作物面積などの用水管理の基本データを、Federation of WUAsが管轄ごとに収集、更新する計画とする。そのためこれを担当する「営農部」をFederation of WUAに置き、これは、平均的な規模のFederationで、3人のスタッフで構成する。農業改良普及センターを含む政府の農業支援機関によって構成される「Joint Committee」からの支援を受けて、この営農部はWUAの組合員に対して、水管理および営農改善に関する指導を行う。(図2.2.2参照)

水稲からの転換に関する作付けの改善、野菜の種苗の斡旋および栽培技術の改善について、営農部は必要に応じて農業改良普及センターの指導を受ける。この組織は、米期の改善作付け計画に必要な用水量をあらかじめ検討する。その結果、水配分の調整の必要が判明した場合、Joint Committeeを通して、Federation of WUAsがMPWWRと協議して組織的な支援を受けるものとする。



## 2.2.7 市場流通改善及び農産加工施設利用改善計画

### (1) 市場流通改善計画

国内外の自由市場で価格が定まる主要農産物であり、収益性が高く、市場の変動性も高い野菜類を優先して計画する。

優先地区の事業完了後、夏野菜と冬野菜は各々 78 千 ton と 46 千 ton で、合わせて 124 千 ton の野菜がタンタ等の地方卸売市場、カイロやアレキサンドリアの大都市中央市場及び、地中海沿岸国際道路、アレキサンドリア港、及びダミエッタ港を通じて海外市場に出回ることになる。

エジプトの人口は年率 2.1 % で伸びおり、また、人口 1 人当たりの野菜 (ポテトを除く)消費量は、93/94 年の 144.0 kg から 96/97 年には 175.7 kg に増加し、ポテトの消費量も同様、93/94 年 16.2 kg が 96/97 年には 29.0 kg と伸びている。従って、将来、エジプトの野菜消費量は更に増加すると見込まれる。優先地区の灌漑改善事業が完了する 2007 年の総人口は 74,496 千人と予想され、国内の野菜の総消費量は 15,249 千 ton となる。本地区の野菜出回り量は国内需要の 0.8 % にすぎない。更に、急速に伸びている輸出量を考慮すれば、市況に及ぼすほどの影響は考えがたい。

従って、農民が仲買人との取引慣行から離脱し、市況に応じて選択した市場に自己の農産物を搬入、販売し、かつ、市場価格の変動に対応できる力を蓄える必要がある。野菜栽培農家自らが先進指導農家を中心にして、農村銀行からの制度金融のバックアップ、MALR の農業技術普及センターの技術支援を得て、野菜の生産流通の専門集団として、生産出荷組合等の野菜生産出荷の組織をつくる必要がある。

出荷組織は、運搬手段、市場情報、生産技術の共有、品質の統一・規格化、まとまった量の出荷、価格変動に備えた基金づくり等の体制を整備、強化し、野菜産地としての市場信用を獲得することが目標となる。このためには、一作物について約 8 ~ 16 ha (20 ~ 40 feddan) の面積が最低必要である。農家数にすれば 10 ないし 20 戸の野菜栽培農家集団である。優先地区内に、先進大規模施設園芸農家を中心に新しく誕生した 15 戸の施設園芸農家が流通の組織化を自ら行おうとしており、本計画では、このような農家の自主的な組織化を促す。メスカ改良と水利組織の設立による効果を最大限に活用する。計画の効果は、1)メスカ改良に伴い耕作道路が整備され、幹線道路へのアクセス改善及び、生産物の荷痛み防止による品質の向上、2) 連続通水導入による野菜作の拡大、安定化により、まとまった規格の出荷量の確保、3) 前 2 つの改善により、水路の上・下流間の水利条件、立地条件の格差を是正し、農家がまとまりやすい基盤を整備、及び 4) WUA 組織化を通じて農家間の協同化意識を高揚、また、伝統的な民間組織 (ムシャラ

ーカ)の活性化、である。

## (2) 農産加工施設利用改善計画

多くの大規模農産加工施設が未だ公営の下で、集荷量、価格に対して影響力を有する現状では、農家の農産物の出荷先である加工施設の選択に対する経済的誘因は小さいが、出荷先を確保するという観点から、現況加工施設の有効利用が必要である。カフル・エル・シェイクの製糖工場にみられるように、現況施設は稼働率の向上(約 600 千 ton 不足)が必要であり、本計画によるメスカ改良等、水利条件の改善による農産物生産量増大(180 千 ton)によって、現況加工施設の稼働率向上に寄与する。

表 2.2.1 計画作物単収( F/S 地区 )

Crop	Unit	kg per unit	Upstream		Midstream		Downstream		Rate of Yield Increase			Subsurface Drainage (%)
			Per feddan	Ton per ha	Per feddan	Ton per ha	Per feddan	Ton per ha	Upstream (%)	Midstream (%)	Downstream (%)	
<b>Winter Crops</b>												
- Wheat	Ardab	150.0	18.51	6.61	18.51	6.61	17.24	6.16	12	12	12	15
- Broadbean	Ardab	155.0	9.58	8.47	9.58	3.54	9.07	3.57	13	13	13	20
- Sugarbeet	ton	1,000.0	21.09	50.21	21.09	50.21	19.54	46.52	12	12	12	20
- Bereem(Long Term)	ton	1,000.0	24.93	59.36	24.93	59.36	22.78	54.24	13	13	13	20
- Bereem(Short Term)	ton	1,000.0	15.87	37.79	15.87	37.79	14.50	34.52	8	8	8	20
- Vegetables(Onion)	ton	1,000.0	9.83	23.40	9.83	23.40	8.68	20.67	12	12	12	20
<b>Summer crops</b>												
- Cotton	Kantai	157.5	8.13	3.05	8.13	3.05	8.13	3.05	32	32	32	25
- Maize	Ardab	140.0	23.74	7.91	23.74	7.91	22.93	7.64	33	33	33	15
- Rice	ton	1,000.0	4.10	9.76	4.10	9.76	4.01	9.55	28	28	28	5
- Water Melon Seeds	ton	1,000.0	0.42	1.00	0.42	1.00	0.42	1.00	20	20	20	20
- Vegetables(Tomato)	ton	1,000.0	14.23	33.88	14.23	33.88	14.16	33.71	35	35	35	25
Fruit trees(Orange)	ton	1,000.0	11.43	27.21					28			25

Note:

The increase rate of unit yield in the mid and downstream areas is estimated from the yield without IIP and the yield difference between the top and tail in Farm Economy Survey for the downstream area, while the rate of 67 % are applied for the upstream area because of the favorable irrigation conditions in the area. The unit yield without IIP is estimated for the mid and downstream areas, referring the feasibility study report on Farmland Environmental Improvement Project in omoum Area.

Source: MALR/DOS

图 2.2.1 計画作付体系( F/S 地区 )

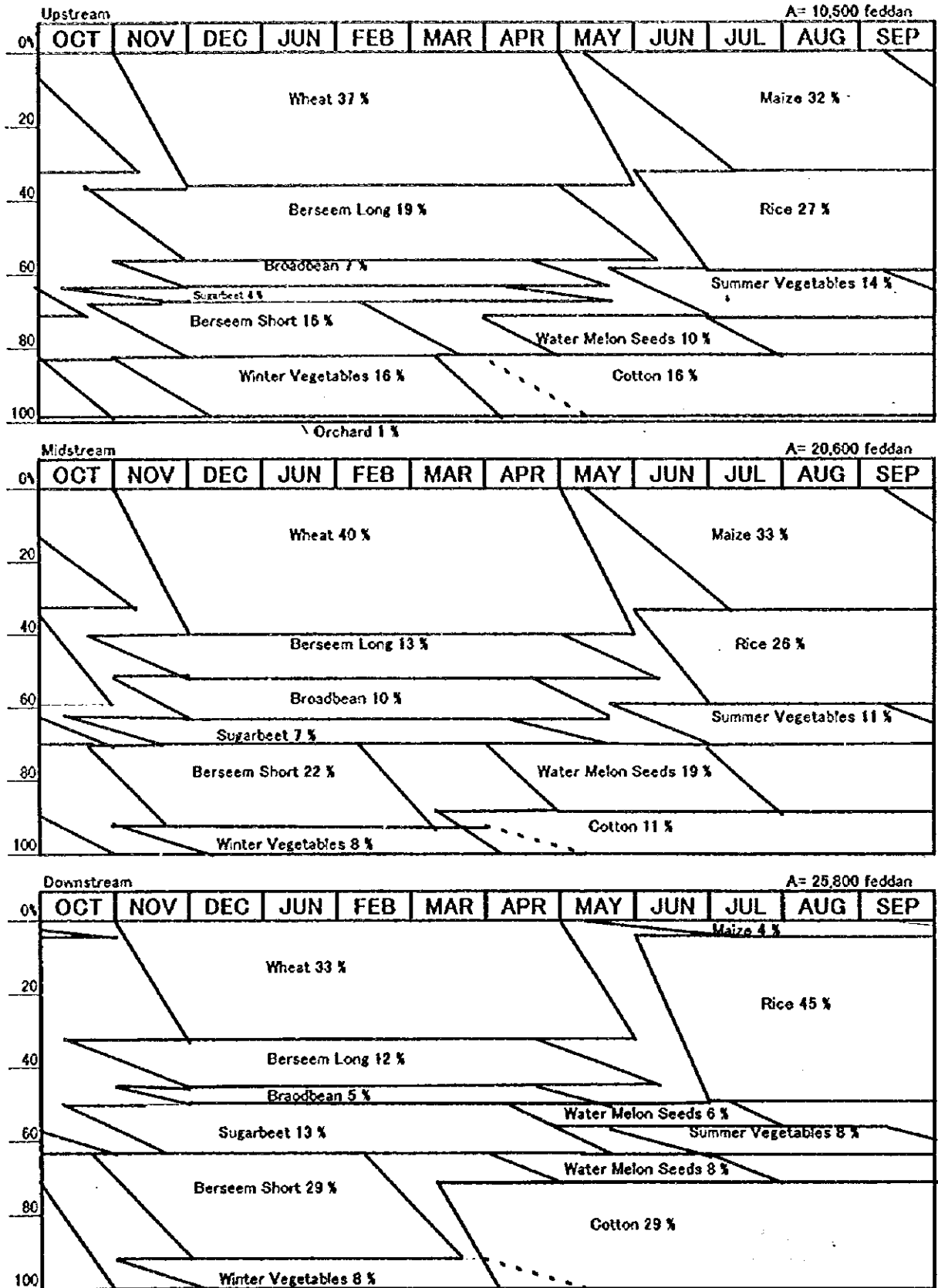


図 2.2.2 農業振興支援組織および農民組織

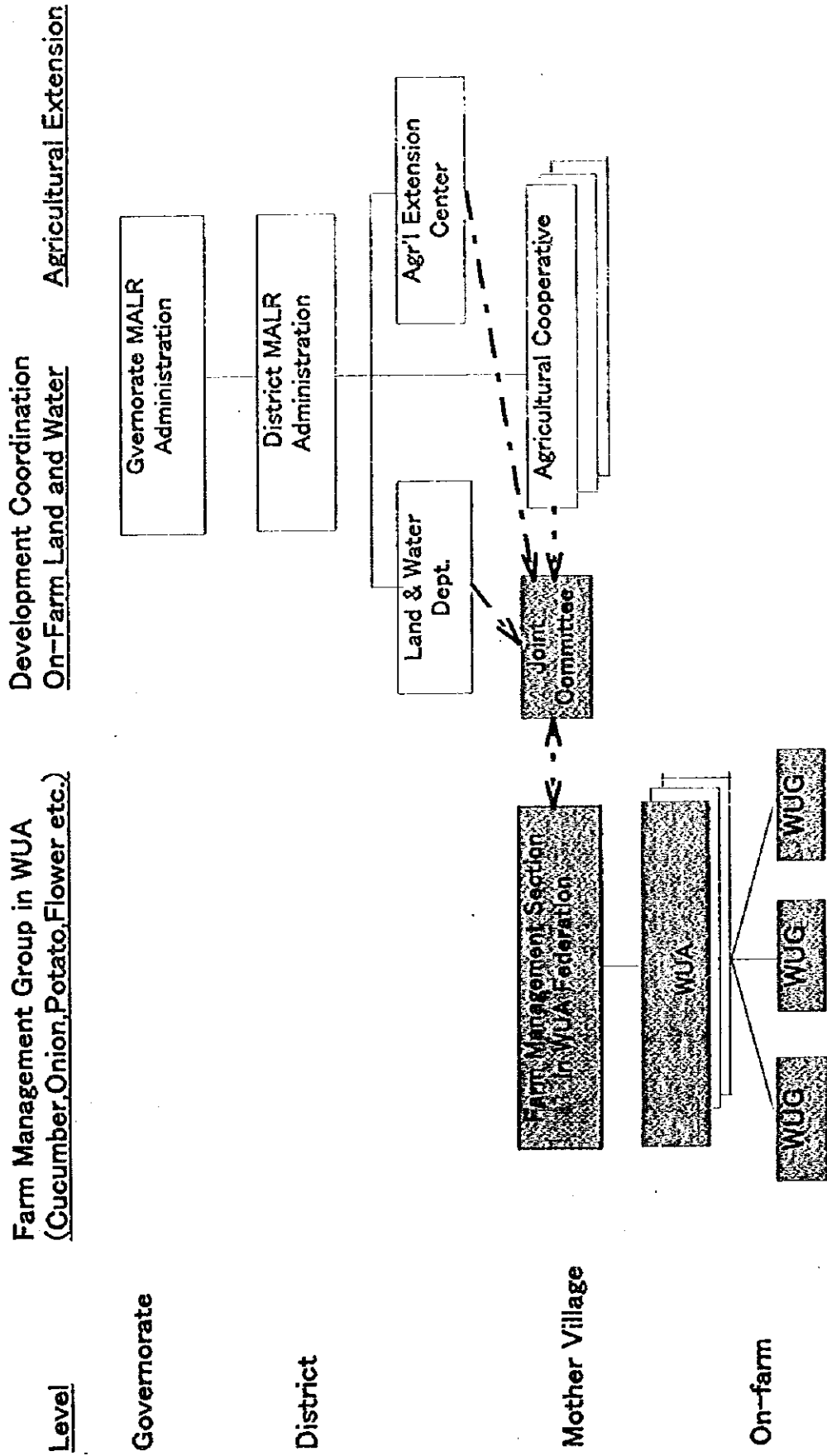
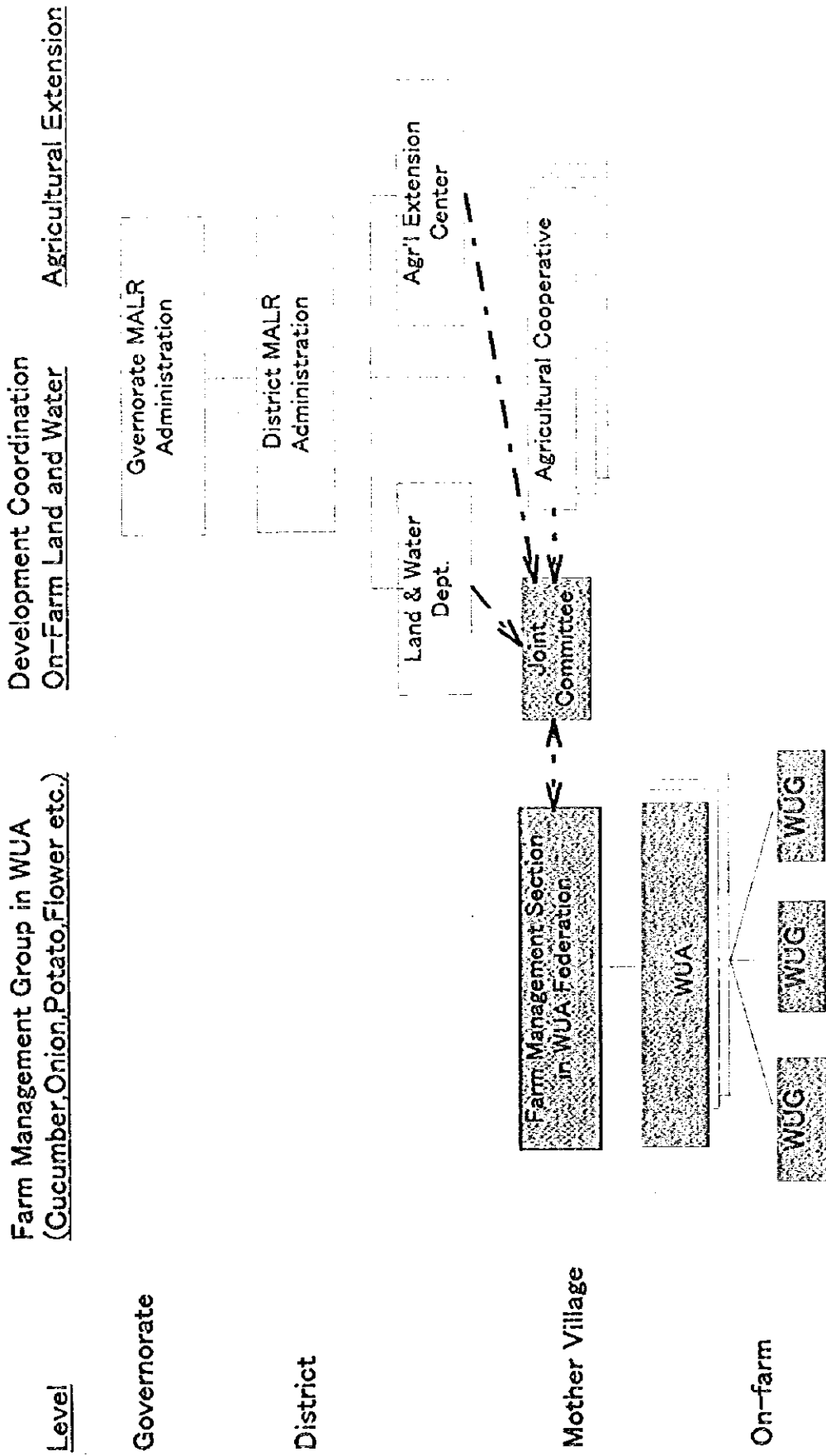


図 2.2.2 農業振興支援組織および農民組織



## 2.3 灌漑・排水開発計画

### 2.3.1 灌漑効率

バハル・テラ幹線水路の搬送効率把握のため、第2次現地調査において優先地区内テラ幹線水路を取水口より4区域に分割し、その上・下流端で同時流量観測を実施した。各々の観測は4回行ったが、その結果得られた各区間の平均搬送効率を以下に示す。

第1区間 A-A' (最上流)	97.1%	(L = 10.6 km、取水口～)
第2区間 B-B'	98.6%	(L = 6.5 km)
第3区間 C-C'	92.5%	(L = 7.7 km)
第4区間 D-D' (最下流)	98.6%	(L = 5.7 km、優先地区末端まで)

以上の結果から、バハル・テラ幹線水路の搬送効率は非常に高いといえる。第3区間C-C'が92.5%と若干低いが、測定断面に多量の水草が繁茂しており、測定精度自体が低いものと思われる。測定期間中、すべてのデリバリーチャンネルの取水ゲートは閉口したものの、ゲートの水密が悪く完全な止水は困難であった。カフル・シャルキ・デリバリーチャンネルの取水工には、ゲート自体が設置されていない。その他、測定期間中には農民の直接取水も一部には見みられたことから、これらのことを総合すると搬送効率は上記よりもさらに高まることとなる。水路沿いの地下水が高いため、水路からのロスはほとんどないものと思われる。

上記の測定結果や水路およびメスカ末端からの無効放流の確認の結果、優先地区内の灌漑効率は水路搬送、配送ならびにメスカ配送に関してもかなり高いものと思われ、これは過去の類似調査結果にて述べられてきたことと異なる。しかしながら、圃場灌漑効率に関しては、過剰灌漑やそれに伴う排水路やメスカあるいは水路へのリターンが発生しており、改善の可能性がある。また、メスカを護岸やパイプラインにした場合、類似事業地区では95%～98%程度のメスカ配送効率を得ていることから、改良メスカ導入により効率改善の余地はあり得る。

以上のことから、本調査ではマスタープランと同じ下記の灌漑効率を採用する。さらに、現況のケースにおいては、参考として稲作圃場からのリターンによる再利用が起こりうる場合を検討する。リターンの割合は、その最大値として稲作時の圃場適応ロスの50%とし、その場合の総合灌漑効率はベースケースの0.56に対する0.51とする（実際の計算においては、ベースケース0.56に対して同様の水収支状況となるような総合灌漑効率0.51を逆算によって求めた）。

項目	現況 (ベース)	現況 (リターン有)	計画
圃場適用灌漑効率	0.65		0.73
メスカ搬送 (直接取水含む)	0.90		0.95
搬送効率 (デリバリー含む)	0.95		0.95
総合灌漑効率	0.56	0.51 (夏期のみ)	0.66

### 2.3.2 灌漑必要水量と水収支

灌漑必要水量の算定手法はマスタープランと同じである。ペンマン法による ETo の算定は、優先地区内はマンスーラ気象観測所、優先地区より下流についてはダミエッタ観測所の気象データを基礎にした。作物係数や稲作に必要とされる代掻き用水量、浸透量もマスタープランと同じ値を用いる。なお、稲作時の代掻き用水量と浸透量のグロス量算定にあたってはメスカ搬送と水路搬送効率のみを適用している。

上記条件の下で、優先地区に灌漑改善事業を導入した場合の灌漑必要水量と節水量、そして優先地区より下流部 (優先地区外) の作付け面積を現況の 148 % から 170 % あるいは 200 % にした場合のケースを検討する (下流部 200 % 作付け計画については、英文資料編 E、表 E.1.10 及び図 E.1.3 参照)。なお、下流部には 6,111 ha (14,550 feddan) の排水のみによって灌漑されている地域があるが、当該地区に灌漑水を補給しない場合 (排水灌漑地補給なし) と必要水量の半量を補給する場合 (排水灌漑地補給有り) の両ケースを検討する。

作付け	現況 Ep=0.56(0.51)	計画 Ep=0.66	備考
現況	0	0	下流部(優先地区外) C.I. 148 %
作付け 1		0	下流部(優先地区外) C.I. 170 %
作付け 2		0	下流部(優先地区外) C.I. 200 %

注：作付け 1 及び 2 ともに優先地区内は同じである。C.I. は作付け率。

水収支計算の結果、次のことが明らかとなった。(英文資料編 F.18、表 2.3.1 & 2.3.2、図 2.3.1 ~ 2.3.6 参照)

現況 (現況作付け、Ep=0.56/0.51) において必要な年間用水量は 1,071 MCM (排水灌漑地補給なし) であり、これは年間利用可能量 1,133 MCM を 5.5 % 下回っている。しかし、ピーク要水量では、7 月において 202 MCM が必要となり、これは過年度の実績供給量 165 MCM を 23 % も下回っている。このことは夏期の水不足を裏付けている (表 2.3.1 と、図 2.3.3 及び 2.3.4 参照)

現況の作付けにおいてバハル・テラ幹線水路受益地全域の灌漑効率を、計画の Ep=0.66 にあげた場合、必要水量は排水灌漑地補給なしの場合で 914 MCM、補給有りの場



合で 958 MCM となり、前者は年間利用可能量 1,133 MCM を 19 %、また後者は 16 % ほど下回ることとなる。しかし、そのピーク要水量はいずれも過年度実績 165 MCM を上回る 173 MCM (4.5 % 超) および 180 MCM (8.8 % 超) を必要とする。(表 2.3.1 と、図 2.3.3 及び 2.3.4 参照)

優先地区内のみ灌漑改良を実施した場合(優先地区  $E_p=0.66$ 、テラ下流部  $E_p=0.56/0.51$ )、作付けが現況の状態では優先地区内にて年間約 72 MCM (1,133 MCM の 6.4 %) を節水しうる。また、優先地区内の作付けを計画作付けとした場合(作付け率 200 %)、その節水量は 118 MCM (1,133 MCM の 10.4 %) となる。(表 2.3.2 と、図 2.3.1 及び 2.3.2 参照)

上記節水量 118 MCM をバハル・テラ幹線用水路下流受益地に移送すると、バハル・テラ幹線用水路下流部の作付け率(現況 148 %)を、冬作で 7.8 %、夏作で 11 % あげることが可能である。あるいは、6,111 ha (14,550 feddan) の排水灌漑地を対象とした場合、全必要灌漑水量の 76 % (冬作) ならびに 100 % (夏作) を賄える。(表 2.3.2 と図 2.3.1 及び 2.3.2 参照)

バハル・テラ幹線用水路の受益地全域に、灌漑改善 ( $E_p = 0.66$ ) を行った状態で計画作付けを導入する場合、バハル・テラ幹線用水路下流部の作付け率が 170 % (作付け 1) の場合 943 MCM、作付け率 200 % (作付け 2) の場合 1,064 MCM が年間水量として必要となる。これは利用可能量 1,133 MCM に対し、各々 191 MCM (16.8 %) と 70 MCM (6.1 %) 少ない。(表 2.3.1 と、図 2.3.3 及び 2.3.4 参照)

両計画作付けとも年間必要水量的には年間利用可能量を下回っているが、作付け率全域 200 % (作付け 2) の場合、排水灌漑地に対し補給を行わない場合であっても、7 月のピーク量は 186 MCM が必要となり、これは過年度供給量 165 MCM に対し 12.5 % も上廻っている。なお、バハル・テラ幹線用水路下流部の作付け率 170 % (作付け 1) の場合、ピーク流量ともに過年度実績供給量以内である。このことは作付け 1 は現況の配水状況においても達成可能であるが、作付け 2 の実現には月間あたりでの用水の再配分の必要性を示唆している。(表 2.3.1 と、図 2.3.3 及び 2.3.4 参照)

バハル・テラ幹線用水路の取水口の設計流量は 50 m<sup>3</sup>/sec である。一方、バハル・テラ幹線用水路受益地全域に作付け率 200 % を適用した場合、取水口におけるピーク流量は 55 m<sup>3</sup>/sec (排水灌漑地補給なし) もしくは 59 m<sup>3</sup>/sec (補給有り) となる。よって、バハル・テラ幹線用水路受益地全域で作付け率 200 % を達成する場合、たとえ月間あたりの用水再配分を行っても、現在の施設では取水不可能であり、バハル・テラ取水口自体の増強が必要となる。(表 2.3.1 と図 2.3.5 参照)

バハル・テラ幹線水路下流部の作付け率が170%の場合、バハル・テラ幹線水路取水口におけるピーク流量は47 m<sup>3</sup>/sec（排水灌漑地補給有り）である。よって作付け率170%はテラ取水口の増強なしに達成可能であり（灌漑改善と作付け転換有り）、この計画によると年間取水実績1,133 MCMに対し、年間191 MCM（17%）の節水が可能となる。

### 2.3.3 バハル・ピヤラ水系水理シミュレーション

現状の間断通水の問題点および連続通水移行に伴う長所と短所を把握し、水管理計画に資するため、バハル・ピヤラ・デリバリー・キャナル受益地（6,040 ha、14,380 feddan）を対象とした不定流水理シミュレーションを行う。

#### (1) モデリング

シミュレーションは、現状の間断通水、チェックゲートなしでの連続通水、自動チェックゲート有りでの連続通水下にて行う。シミュレーション期間はピーク時の7月における10日間とし、モデルへの流入すなわち対象流量は現状にて8.69 m<sup>3</sup>/sec、計画にて6.16 m<sup>3</sup>/secである（現状のシミュレーション流量は当初5日間における2 x 8.69となる）。なお、下位水路およびメスカへの分流チェックのため、10月における最小流量1.02 m<sup>3</sup>/secも検討の対象とする。

モデルからの流出は、メスカ及び水路からの圃場への取水である。現状の取水パターンはメスカや水路内に存在する用水の状態に依存しており、代表的な取水パターンを決定するのは容易でない。よって、ここでは以下の正弦曲線によって取水パターンを代表させる。

現況; 当初5日間;  $Q = (1.0 + \sin((T-t)\pi/12)) \times 1.7 \times 8.69 \times a / A$   
 残り5日間;  $Q = (1.0 + \sin((T-t)\pi/12)) \times 0.5 \times 8.69 \times a / A$   
 ここに;

t; 水系上流部6, 下流部10, 時間位相差4  
 1.7/0.5; 調整係数（試算による）  
 8.69; 対象流量、m<sup>3</sup>/sec  
 a; ある地点が支配とする面積、feddan  
 A; 総灌漑面積; 14,380 feddan

計画; 7月;  $Q = (1.0 + a \times \sin((T-6)\pi/12)) \times 6.16 \times a / A$   
 10月  $Q = (1.0 + a \times \sin((T-6)\pi/12)) \times 1.02 \times a / A$   
 ここに;

6; 位相（水系上・下流同）  
 a; 最大変動幅, 0.5（仮定）  
 6.16; 7月対象流量（最大値）、m<sup>3</sup>/sec  
 1.02; 10月対象流量（最小値）、m<sup>3</sup>/sec

## (2) 現況シミュレーション結果

現況をシミュレーションした結果、以下のことが判明した。(英文資料編 F.20、図 2.3.7～2.3.8 参照)

バハル・ピヤラ水系上流部の水路内水位が上昇するのに約 6 時間を要する。一方、バハル・ピヤラ・デリバリー・キャナル (ピヤラ水路) 末端部では、水位上昇に 24 時間もしくはそれ以上を要しており、なおかつ下流部での水位変動は極めて大きい。また、この水位変動と水位低下によりピヤラ水路中・下流から派生するメスカや下位水路に十分な用水を送れない現象が発生する。(図 2.3.7 参照)

メスカやピヤラ水路から派生する水路内の水の動きは極めて不安定であり、その下流部では用水の順流と逆流が繰り返される。また、ピヤラ水路の水位低下に伴い、十分な用水を受けられないデリバリー・キャナル、メスカにおいては取水に伴い水位が大きく低下する。一例としてラブ・エル・ファショール (Rab El Fashool) メスカなど、取水の周期に従ってメスカ内水量ゼロの状態がしばしば発生する。

ピヤラ水路取水口からの注水が停止した後、バハル・エル・ヌール・デリバリー・キャナル (ヌール水路) 内の水は、ピヤラ水路に向け逆流を始める。これはヌール水路の貯留能力が他の水路に比し大きいためであり、注水停止後のピヤラ水路沿いでの取水に伴い、ヌール水路に貯留された水が、ピヤラ水路に向け流下していくものである。

ピヤラ水路の水理縦断では、水路内水位が大きく変動している。これにより、水管理が難しくなるとともに、水位低下時には下位の水路やメスカに十分な用水を送れなくなる。一方、ヌール水路は、比較的大きな貯留能力のため、さほど大きな水位変動は発生しない。なお、注水停止後はピヤラ水路に向け流下するため、急激に水位低下する。(図 2.3.8 参照)

## (3) 連続通水シミュレーション結果

連続通水をシミュレーションした結果、以下のことが判明した。(英文資料編 F.20、図 2.3.9～2.3.12 参照)

既存の 7 ゲート (スルースゲート) を全開にし計画流量  $6.16 \text{ m}^3/\text{sec}$  を流下させる場合、ピヤラ水路内の水位の最大変動幅は 0.4 m 程度であり大きな問題は見られない。しかし、ピヤラ水路末端ではわずかながら水位が上昇している。これは下位の水路やメスカに計画流量が流下せず、このため差分がピヤラ水路を下流に向け流下していることを示唆する。(図 2.3.9 参照)

同様の条件で、最小流量の 1.02 m<sup>3</sup>/sec を対象とした場合、ビヤラ水路末端の水位の急上昇が見られた。これはビヤラ水路内水位が低いため、下位の水路やメスカに計画流量を送れないことを意味する。そこで、既存の 7 ゲートの閉度を試算によって調整し、チェックゲートの働きを持たせた。その結果、ゲート上流部のメスカや水路には十分な水量を送れるものの、スルースゲートは上流水位を保持するよう機能するため、ゲート下流部では大きな水位低下が発生しやすい。このため、最下流のゲートより下流に位置する農民の水不足や不安定な水供給は改善されない。また、現状のスルースゲートをマニュアルによって細かく操作することは困難である。(図 2.3.10 参照)

上記を改善するため、下流水位一定方式の自動ゲートを設置した場合(ビヤラ水路に 2 機、ヌール水路に 1 機)、下流の水位を一定に保つようゲートが閉閉するため下流水位は一定し、下流部の状況は大きく改善される。しかしながら、下流部における取水の影響は順次上流部に集中してくるため、上流部における水位変動が大きくなる。ビヤラ水路上流部での水位は 1.85~2.45m (震動幅 0.6m) の範囲にある。(図 2.3.11&2.3.12 参照)

下流水位一定方式の自動ゲートを設置した場合、ヌール水路では一部逆流現象が現れる。これは、取水のピークにおいて発生するが、ビヤラ水路沿いの取水が卓越するため、ヌール水路内に貯留された水がビヤラ水路側へ引かれていることを意味する。

#### 2.3.4 灌漑・排水計画

上記の検討結果に基づき、以下に灌漑・排水計画を提案する。

優先地区内における灌漑改善事業効果によって、年間あたり 118 MCM (年間利用可能量 1,133 MCM の 10.45%) の余剰水を生み出せる。これを調査地域内で最も水不足の厳しいバハル・テラ幹線用水路下流部のマンソール (Mansour) およびバルティーム (Balteem) 灌漑区に送る。これによって、バハル・テラ下流部の水不足を改善し、冬作で 8%、夏作で 11% の作付け増もしくは排水灌漑地区への新鮮水補給を行い水質改善を行う。

上記優先地区の灌漑改善事業終了後、バハル・テラ下流部での灌漑改善も行い、下流部における作付け率を 170% (現状 148%) に上げる。その後、長期開発タームの中でバハル・テラ取水口の増強や月間割当水量の再配分と合わせながら下流部の作付け率を 200% に上げていく。

バハル・テラ幹線用水路下流部に位置する排水灌漑地 6,111 ha (14,550 feddan) に対しては、必要水量の約半量の新鮮水を補給し、これによって水質改善・収量増を図る。

バハル・テラ幹線用水路下流部作付け率 170% の計画においても、余剰水をより生み

出すために月間割当水量の再配分を行う。再配分については、マスタープランで採用した基準を用いることとする。再配分後に生み出される余剰水は、テラ幹線用水路下流部の作付け率 170 % の場合で 196 MCM (1,133 MCM の 17 %)、200 % の場合で 70 MCM (6 %) となる。

ハモール混合機場は、35,597 ha (84,755 ha) の面積に年間あたり 321 MCM の排水をガルビア排水路より揚水して供給している。現在ガルビア排水路は、ほぼ限界まで再利用されていることを考えれば、事業の進展に伴い排水量の減少及び水質の悪化が発生するため、それに対する補給が必要となる。灌漑効率を 0.56 から 0.66 まで引き上げた場合、ロス全体が排水路に流出すると仮定すれば、流出量は最大約 20 % 程減少する  $((0.66 - 0.56) / 0.56)$ 。従って、バハル・テラ幹線用水路に、取水口からの年間約 64 MCM  $(321 \times 0.2)$  の追加補給を計画する。64 MCM の追加補給は、現状の年間利用可能量を上回らない。また、バハル・テラ取水口における追加流量は  $2.9 \text{ m}^3/\text{sec}$   $(39.33 \text{ MCM} / 7 \text{ 月} / 31 / 86,400 \times 0.2)$  であり、170 % 作付け率時の取水量  $47 \text{ m}^3/\text{sec}$  と合わせても設計流量  $50 \text{ m}^3/\text{sec}$  を上回らない。

メスカ改善と合わせて現状の間断通水を連続通水に移行する。連続通水導入に際しては、低流量時にも水位を保持し、下位の水路やメスカに十分な配水が行え、かつゲート下流部の農民に安定した用水を供給するため、下流水位一定方式の自動ゲートを合わせて設置する。農民は、間断通水下の断水期間を水不足の第一の原因とみており、連続通水はこれを緩和し、灌漑改善事業参加に対するインセンティブとなる。

現状での水不足ならびに比較的高い灌漑効率を考えれば、連続通水の導入に伴い、より取水量が増える可能性を否定しえない。また、バハル・テラ幹線用水路下流部の水不足解消のため、上流部では灌漑改善に伴いこれまでの水量の一部をカットせざるを得ない。このため、各デリバリーチャンネルごとに、取水口にて水位～流量曲線を作成し、事業実施前の取水量を把握するとともに、事業実施後の取水量をモニターする必要がある。これによってデリバリーチャンネルごと、すなわち Federation of WUAs ごとに合意のもと割り当てられた水量を超過して取水しないことが必要となる。

### 2.3.5 水量モニタリングと観測

本計画においては、WUA や Federation of WUAs ごとに割り当てられた水量をモニタリングし、その使用実績流量を把握することは極めて重要である。現状を参照すると、各デリバリー・チャンネルの取水口や延長の長い水路の途中にはスルースゲートによる調整堰が設けられている。よって、水量をモニタリングするに際して最もシンプルでかつ実際的な手法は、これらのゲートにて流量観測を行いゲート流量公式 (上・下流水位差～ゲート開度) を確立することである。一例として、第 2 次現地調査にて作成したバハル・ピヤラ

取水口におけるゲート公式を以下に示す。

$$Q=1.165 \times (d - 0.095) \times H^{0.5}$$

ここに Q;流量 (MCM/日)

d;ゲート開度 (m)

H;ゲート上下流水位差 (m)

上記を用いて 1998 年 11 月においてバハル・ピヤラ取水口で取水された水量を求めると 4.23 MCM となる。一方、ベンマン法によって求めた現況作付け下での必要水量は 3.42 MCM であり、このことからピヤラ水路は当該月において必要水量を約 24 % 上回って取水したことが判る。同様の試みを全ての Federation of WUAs と符合するデリバリー・チャンネルに適用すべきである。

一方、シミュレーションの結果を参照すると、下流水位一定ゲートの導入により取水の影響が上流部に集約して現れることから、上流部すなわち取水口近傍における水位変動が大きくなる。ピヤラ水路上流部での水位変動の最大値は 0.6m である。上記ゲート公式により、ある時点における水量は簡単に求まるが、ある期間すなわち 1 日とか 1 週間単位での使用量を求めようとする場合、継続的な観測と流量への変換、そして積算が必要となる。

このことから流量把握にあたっては、特に水不足が厳しい夏期など、精度を高めるために時間単位での観測や自記水位計の設置が必要となる。また、時間的には遅れが伴うものの、農民が運転するポンプの記録から流量を求め、対象デリバリー・チャンネルでの全使用量を把握していくことも必要である。

さらに、スール水路のように、1 次デリバリーから派生する 2 次や 3 次のデリバリー・チャンネルにおいては、水位の変化に伴い水の逆流現象が現れる可能性もある。この場合の水量の正確な把握は極めて難しく、この観点からはこれらのデリバリー・チャンネルはその上位のデリバリー・チャンネルに取りまとめ一体として水量を把握することが望まれる。すなわち、長期計画としてはピヤラ水路のような、多くの第 2 次、第 3 次デリバリー・チャンネルで構成される水路系では、4 階層の Federation of Federation を設立し、ここに水量を割当し、モニタリングすることが水理的には望ましい。

先行事業においても下流水位一定方式の自動ゲートが用いられている。これらの第 1 ゲートは現状の取水口直下流に設置されている。将来的には現在のスールゲートを廃止することを意図しているようだが、先に述べたように連続通水導入によって過剰取水につながる可能性を否定し得ない。このため、取水口にて取水を制御する施設を残すとともに、この施設によって上述の水量観測がなされる。よって、現状のゲートは残すこととし、これ

によって幹線水路との間で水理的に分離する。この場合、既存ゲートの直下流に設置される自動ゲートはその機能を全く発現しないことから、取水口直下流においては自動ゲートを設置しない。

表 2.3.1 全バハル-テラ水塔係りでの灌漑必要水量、余剰と不足、月間あたり再配分計画、'000 CUM

Cropping	Ep	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual	% to Original
Available for Bahr Tera		32,127	41,973	78,222	86,432	104,322	151,922	165,290	153,839	120,257	71,373	74,712	52,990	1,133,458	
Water Requirement															
Crop Intensity 170% (Drainage not supplemented)	0.66	55,633	68,896	69,149	40,075	37,365	126,840	137,272	147,005	93,767	25,760	29,430	43,796	835,540	
Surplus or Deficit %		-73.4	-64.1	11.6	53.6	64.2	16.5	4.9	4.4	22.1	63.9	53.9	17.3	21.0	
Modified		32,127	41,973	69,149	40,075	37,365	126,840	157,272	147,005	93,767	52,990	52,990	52,990	904,534	20.20
Surplus or Deficit %		-73.4	-64.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.4	43.5	17.3	1.0	
Crop Intensity 170% (Drainage supplemented)	0.66	59,428	74,476	73,822	42,447	38,952	132,372	164,425	153,912	98,210	26,978	31,972	46,816	942,809	
Surplus or Deficit %		-85.0	-75.1	5.6	30.9	62.7	12.9	0.5	-0.6	18.3	62.2	57.2	11.7	18.8	
Modified		32,127	41,973	73,822	42,447	38,952	132,372	164,425	153,912	98,210	52,990	52,990	52,990	937,211	17.31
Surplus or Deficit %		-85.0	-75.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.1	39.7	11.7	-0.6	
Crop Intensity 200% (Drainage not supplemented)	0.66	56,413	69,949	70,322	43,698	47,259	146,146	185,977	176,018	107,596	28,816	30,277	44,280	1,007,251	
Surplus or Deficit %		-75.6	-66.6	9.3	49.4	54.7	3.8	-12.5	-14.4	10.5	59.6	59.5	16.4	11.1	
Modified		32,127	41,973	70,322	43,698	47,259	146,146	185,977	176,018	107,596	52,990	52,990	52,990	1,010,588	10.84
Surplus or Deficit %		-75.6	-66.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.6	42.9	16.4	0.3	
Crop Intensity 200% (Drainage supplemented)	0.66	60,228	74,644	75,680	46,470	49,917	153,203	195,395	185,214	113,162	30,276	32,357	47,352	1,063,838	
Surplus or Deficit %		-87.5	-77.8	3.2	48.2	52.2	-0.8	-18.2	-20.4	5.9	57.6	56.7	10.6	6.1	
Modified		32,127	41,973	75,680	46,470	49,917	153,203	195,395	185,214	113,162	52,990	52,990	52,990	1,052,113	7.18
Surplus or Deficit %		-87.5	-77.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.9	38.9	10.6	-1.1	
Present Cropping (Drainage not supplemented)	0.56	57,251	69,668	68,716	43,322	49,941	172,175	202,474	180,592	117,414	30,937	31,505	45,307	1,071,301	
Surplus or Deficit %		-78.2	-66.0	12.2	47.6	52.1	-13.3	-22.5	-17.4	2.4	56.7	57.8	14.5	5.5	
Modified		32,127	41,973	68,716	43,322	49,941	172,175	202,474	180,592	117,414	52,990	52,990	52,990	1,060,705	5.62
Surplus or Deficit %		-78.2	-66.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.6	40.5	14.5	0.1	
Present Cropping (Drainage supplemented)	0.56	60,694	73,797	72,848	47,885	52,548	179,006	211,116	188,702	122,527	32,293	33,455	48,120	1,122,992	
Surplus or Deficit %		-88.9	-75.8	3.9	44.6	49.6	-17.8	-27.7	-22.7	-1.9	54.8	55.2	9.2	0.9	
Modified		32,127	41,973	72,848	47,885	52,548	179,006	211,116	188,702	122,527	52,990	52,990	52,990	1,107,703	2.27
Surplus or Deficit %		-88.9	-75.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.1	36.9	9.2	-1.4	
Present Cropping (Drainage not supplemented)	0.66	48,294	58,768	57,965	38,231	42,128	148,928	172,703	154,244	100,890	26,733	26,576	38,219	913,677	
Surplus or Deficit %		-50.3	-40.0	25.9	55.8	59.6	2.0	-4.5	-0.3	16.1	62.5	64.4	27.9	19.4	
Modified		32,127	41,973	57,965	38,231	42,128	148,928	172,703	154,244	100,890	52,990	52,990	52,990	948,160	10.35
Surplus or Deficit %		-50.3	-40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.6	49.8	27.9	3.6	
Present Cropping (Drainage supplemented)	0.66	51,198	62,251	61,451	40,393	44,327	154,837	180,069	161,162	105,276	27,904	28,221	40,391	957,679	
Surplus or Deficit %		-59.4	-48.3	21.4	53.3	57.5	-1.9	-8.9	-4.8	12.5	60.9	62.2	23.4	15.5	
Modified		32,127	41,973	61,451	40,393	44,327	154,837	180,069	161,162	105,276	52,990	52,990	52,990	960,586	13.49
Surplus or Deficit %		-59.4	-48.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.3	46.7	23.4	2.3	



表 2.3.2 優先地区内灌漑改善による必要灌漑水量と余剰水及びハル・テラ下運部での余剰水利用

Cropping	Ed	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual	Remarks
Present (Priority Area Only)	0.56	26,087	32,296	31,311	22,126	26,349	85,614	92,961	77,820	52,629	13,728	13,857	19,850	494,829	
Present DS Req. per feddan (148%)	0.56	338	405	406	252	256	939	1,188	1,115	703	187	191	276	6,256	
Monthly Base Cropping Intensity	%	76	76	76	76	76	72	72	72	72	72	76	76	76	148
Requirement to raise 1% of C.I./feddan	CUM	4.4	5.3	5.3	3.3	3.4	13.0	16.5	15.5	9.8	2.6	2.5	3.6	85.3	
Present C.P. + IIP (Priority Area Only)	0.66	22,005	27,243	26,413	18,665	22,226	74,048	79,362	66,589	45,309	11,995	11,689	16,745	422,190	
To be created	'000CUM	4,081	5,053	4,899	3,462	4,122	11,566	13,599	11,230	7,320	1,833	2,168	3,106	72,439	
Available per feddan (DS total 106,735 feddan)	CUM	38	47	46	32	39	108	127	105	69	17	20	29	679	
Cropping intensity to be raised	%	8.6	8.9	8.6	9.8	11.5	8.3	7.7	6.8	7.0	6.6	8.1	8.0	8.0	8.0
Area to be newly planted	feddan	9,175	9,472	9,176	10,456	12,242	8,869	8,242	7,253	7,439	7,069	8,607	8,547	8,489	
Seasonal Lowest, Percent	%			8.0					6.6					8.0	
Seasonal Lowest, feddan	feddan		8,547						7,069					8,547	
Planned C.P. + IIP (Priority Area Only)	0.66	21,888	27,442	26,852	18,611	23,201	56,729	66,633	59,491	37,059	10,326	11,455	16,480	376,167	
To be created	'000CUM	4,199	4,854	4,459	3,516	3,147	28,886	26,328	18,329	15,570	3,402	2,402	3,370	118,482	
Available per feddan (DS total 106,735 feddan)	CUM	39	45	42	33	29	271	247	172	146	32	23	32	1,110	
Cropping intensity to be raised	%	8.8	8.5	7.8	9.9	8.8	20.8	15.0	11.1	14.9	12.3	8.9	8.7	13.0	
Area to be newly planted	feddan	9,439	9,100	8,352	10,619	9,346	22,148	15,957	11,838	15,962	13,123	9,536	9,275	13,863	
Seasonal Lowest, Percent	%			7.8					11.1					7.8	
Seasonal Lowest, feddan	feddan		8,352						11,838					8,352	
Req. for Dr Gr Irr. Area (14,550 fed)	'000CUM	4,919	5,899	5,904	3,661	3,724	13,662	17,285	16,221	10,225	2,716	2,785	4,018	91,019	
Present, Percent that can be supplemented		83	86	83	95	111	85	79	69	72	67	78	77	80	
Seasonal Lowest, Percent				77					67					77	
Planned, Percent that can be supplemented		85	82	76	96	85	211	152	113	152	125	86	86	130	
Seasonal Lowest, Percent				76					113					76	

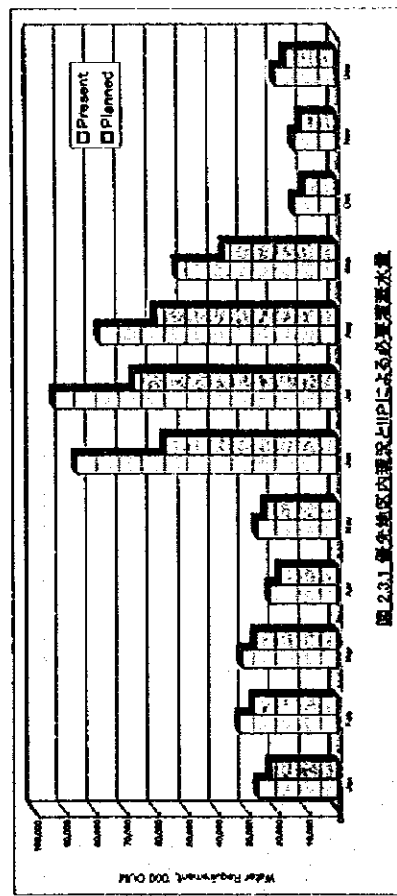


図 2.3.1 優先地区内灌漑とIIPによる必要灌漑水量

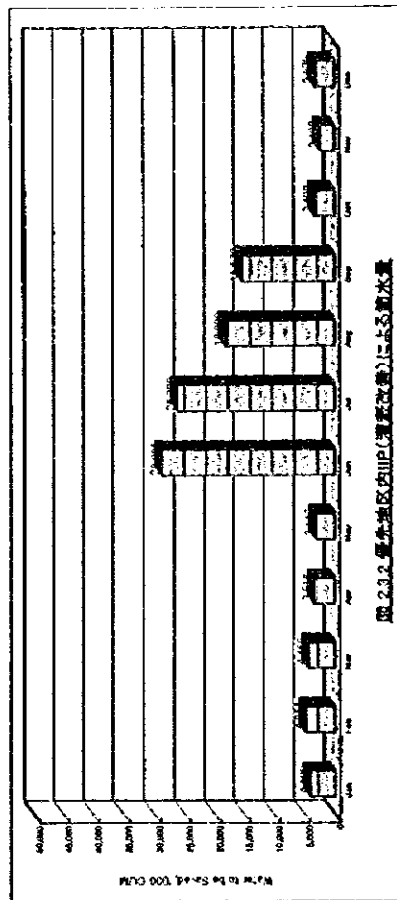


図 2.3.2 優先地区内灌漑改善による必要灌漑水量

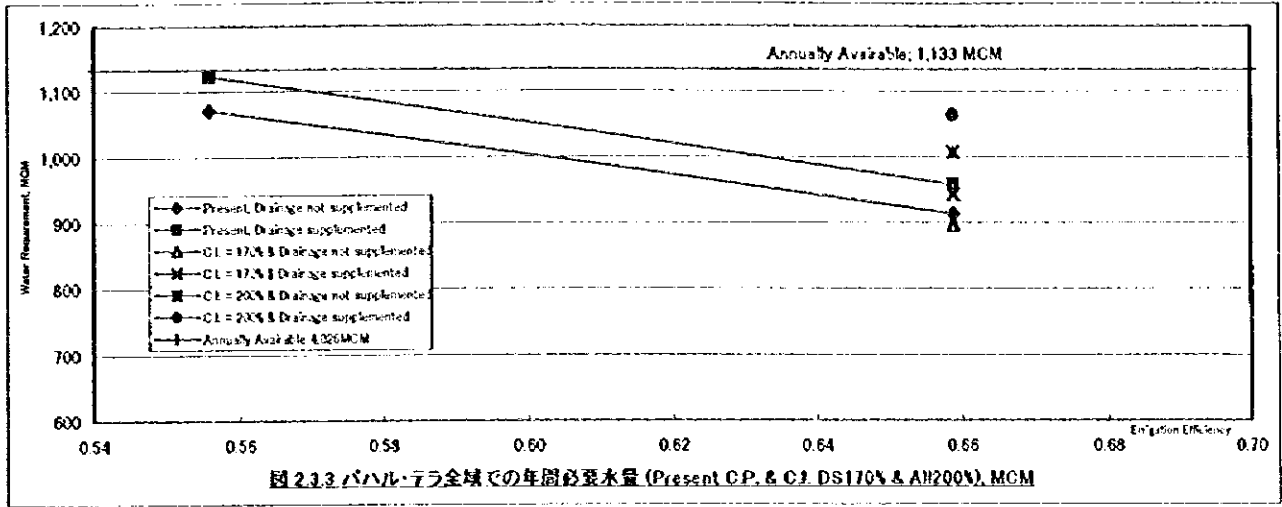


図 2.3.3 パハル・テラ全域での年間必要水量 (Present C.P. & C.L. DS17% & AN20%), MCM

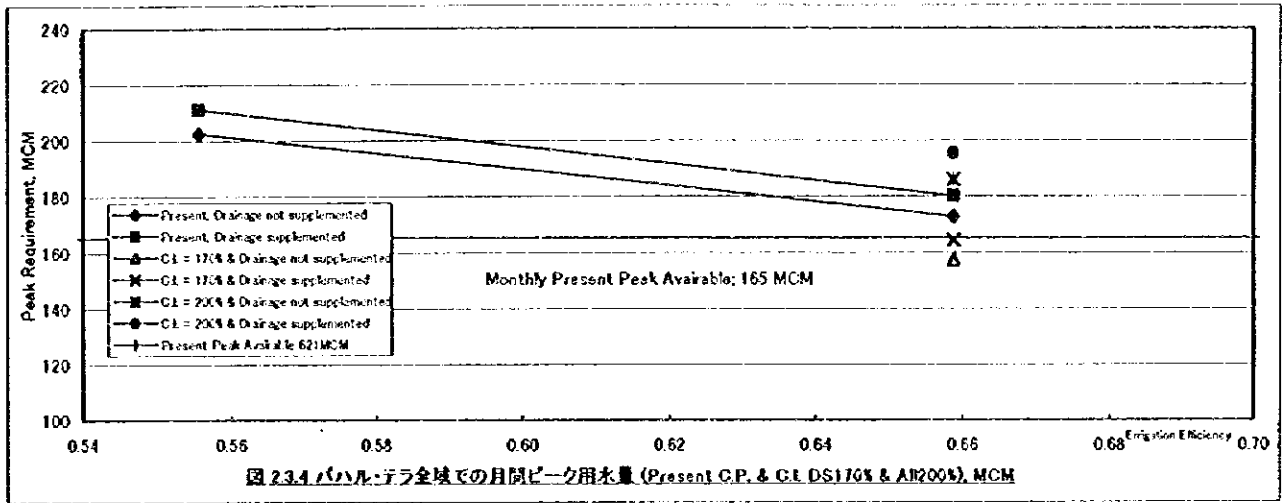


図 2.3.4 パハル・テラ全域での月間ピーク用水量 (Present C.P. & C.L. DS17% & AN20%), MCM

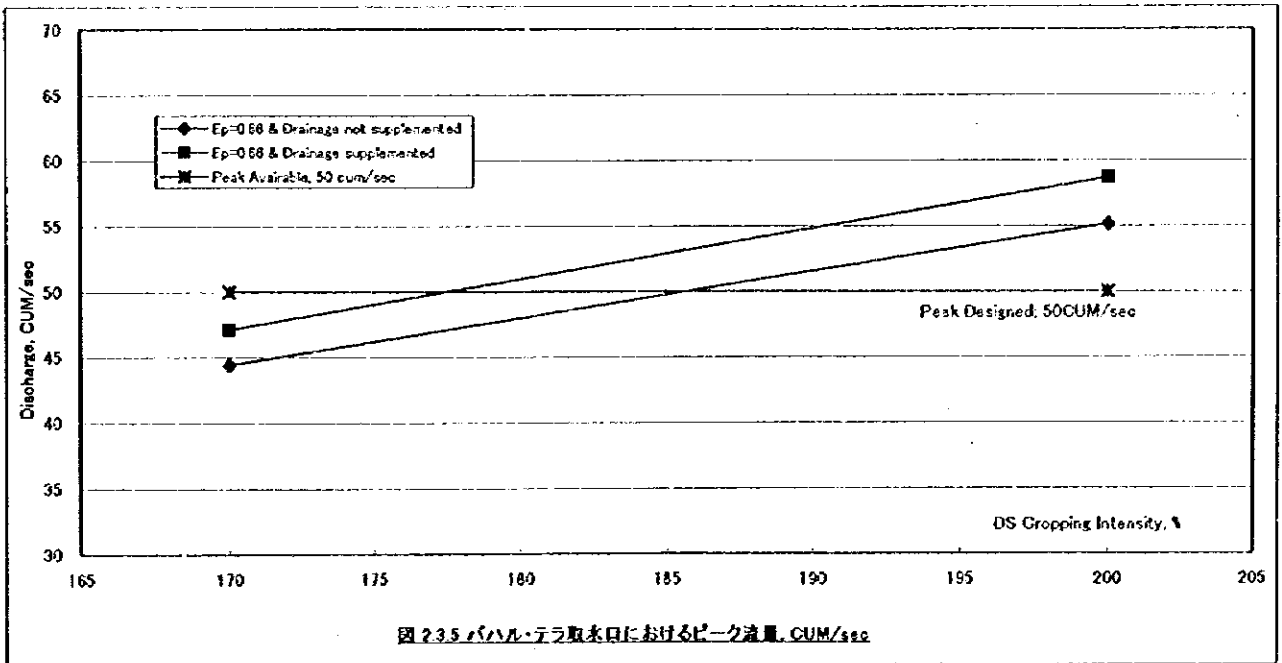
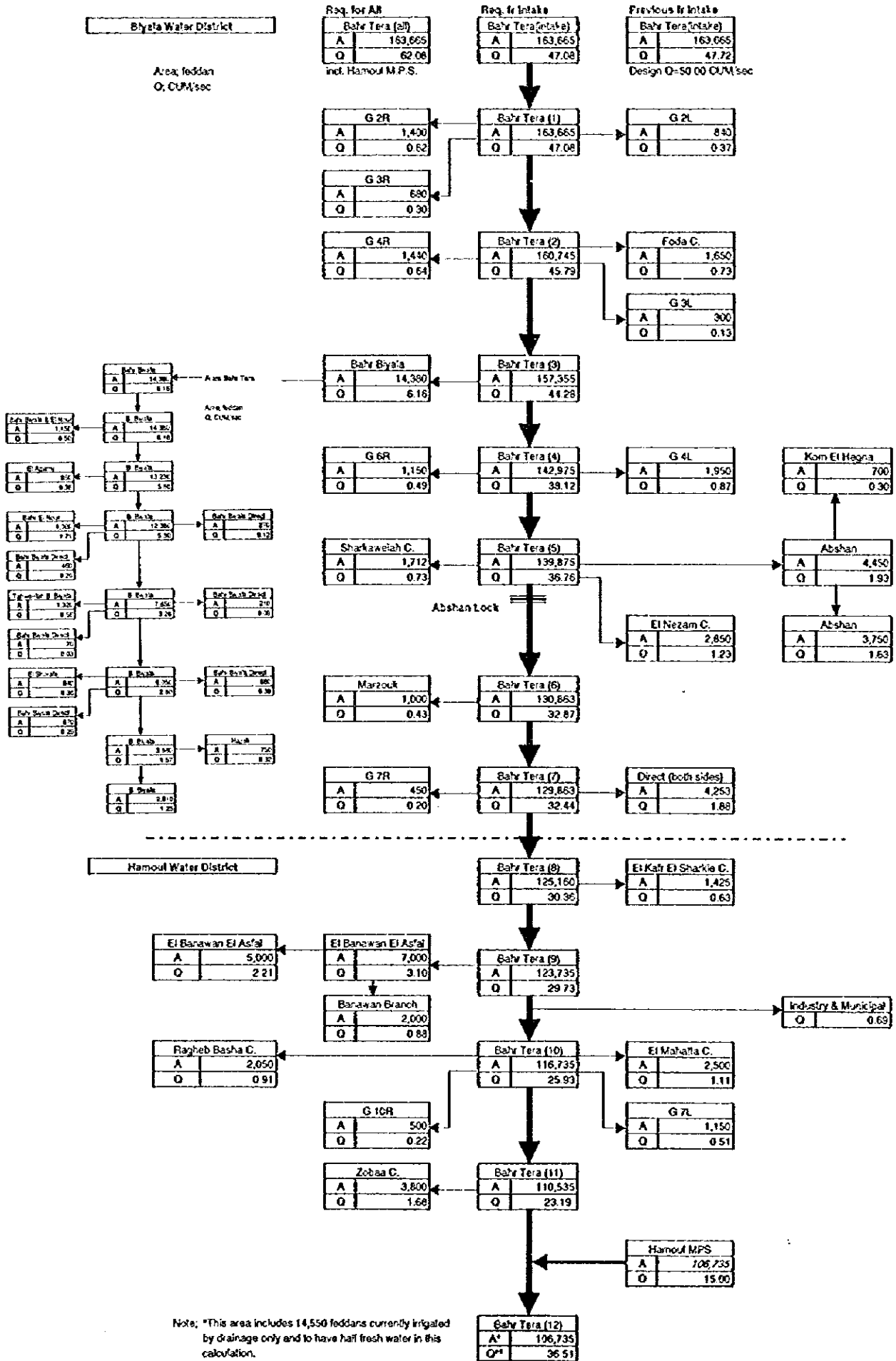


図 2.3.5 パハル・テラ取水日におけるピーク流量, CUM/sec

圖 2.3.4 ノイル・テラ用水系統模式圖 (ノイル・テラ下流灌漑付比率170%)



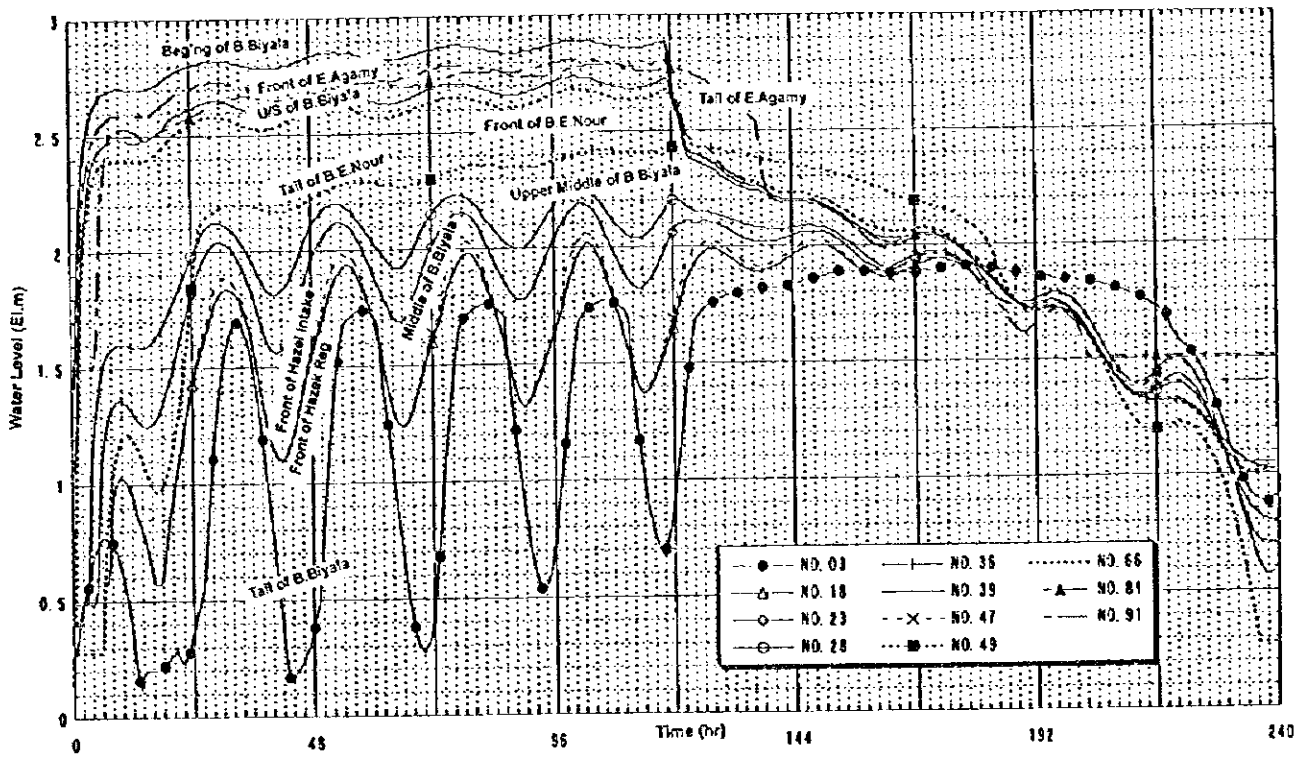


図 2.3.7 主要地点の水位経時変化図 (ケース1, 現況ローテーション灌漑,  $Q=8.69\text{cu.m/s}$ )

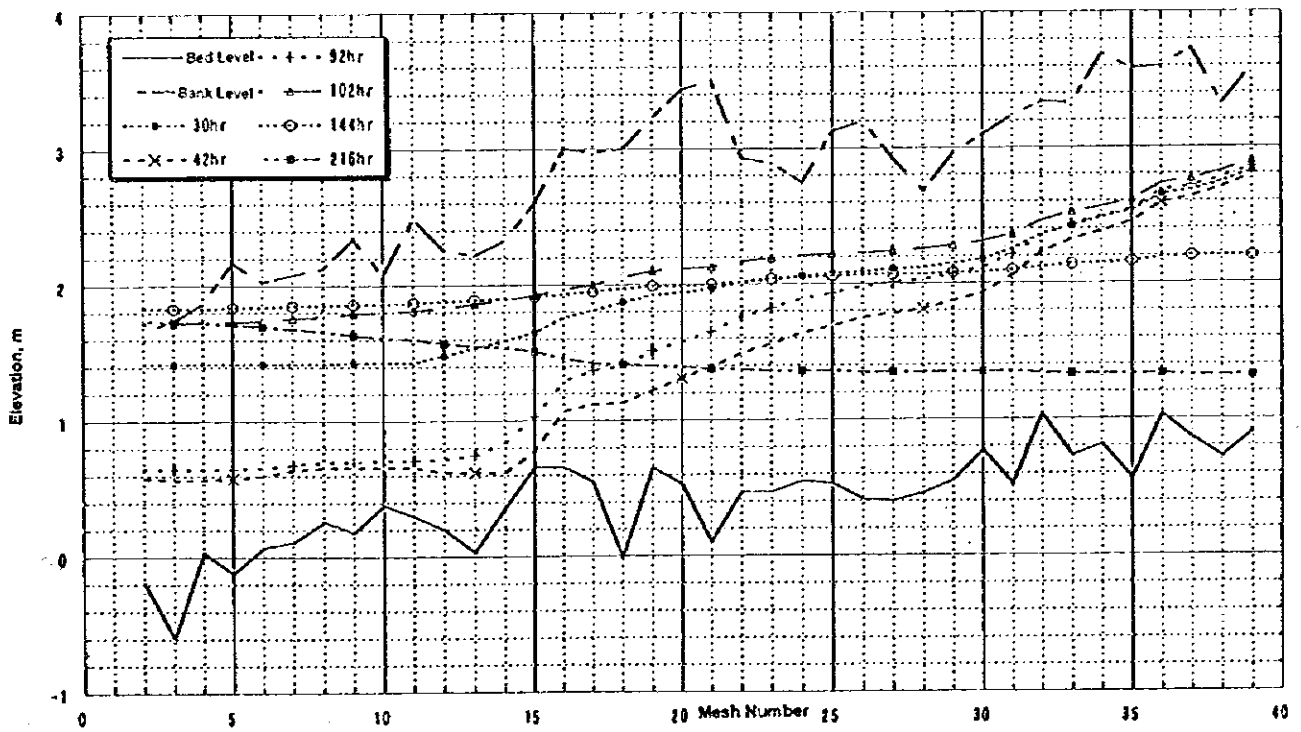


図 2.3.8 パハルビヤラ水路の水位縦断形図 (ケース1, 現況ローテーション灌漑,  $Q=8.69\text{cu.m/s}$ )

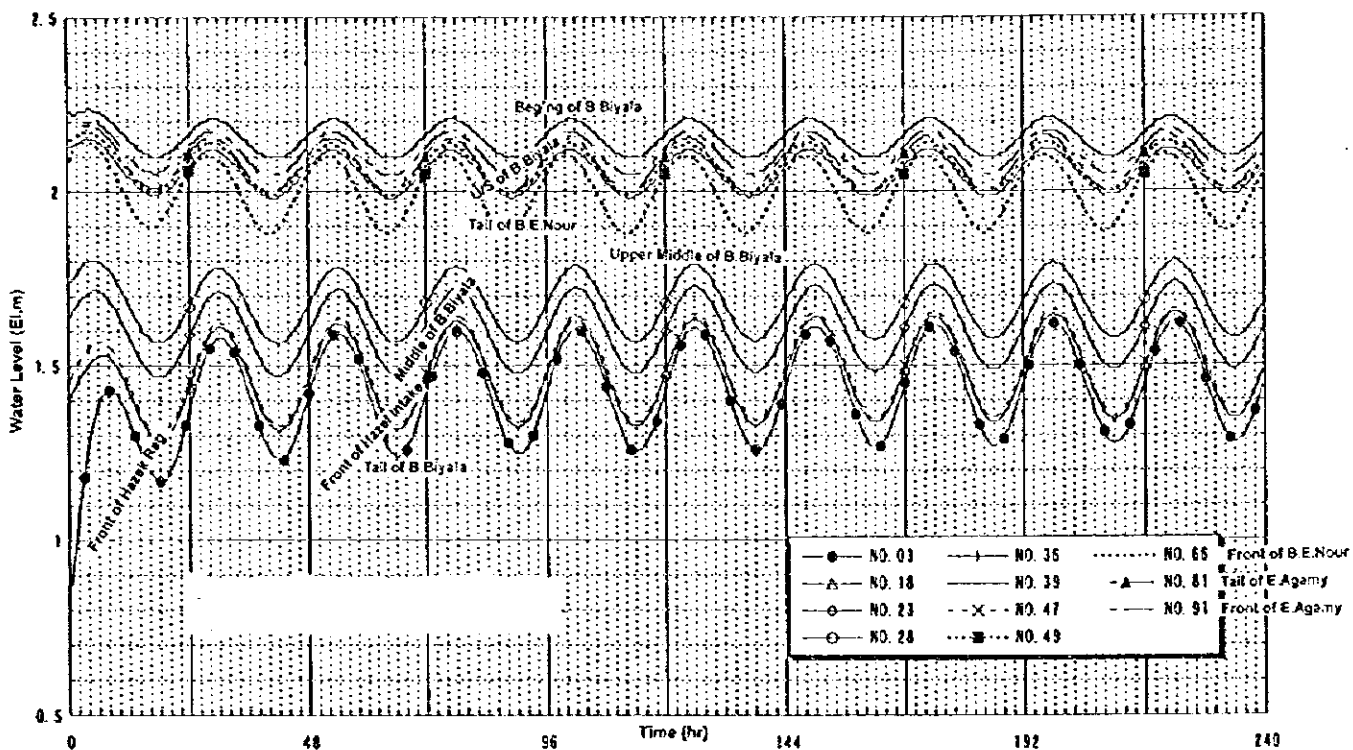


図 2.3.9 主要地点の水位経時変化図 (ケース2, 連続灌漑, 最大  $Q=6.16\text{cu.m/s}$ , 既存ゲート全開)

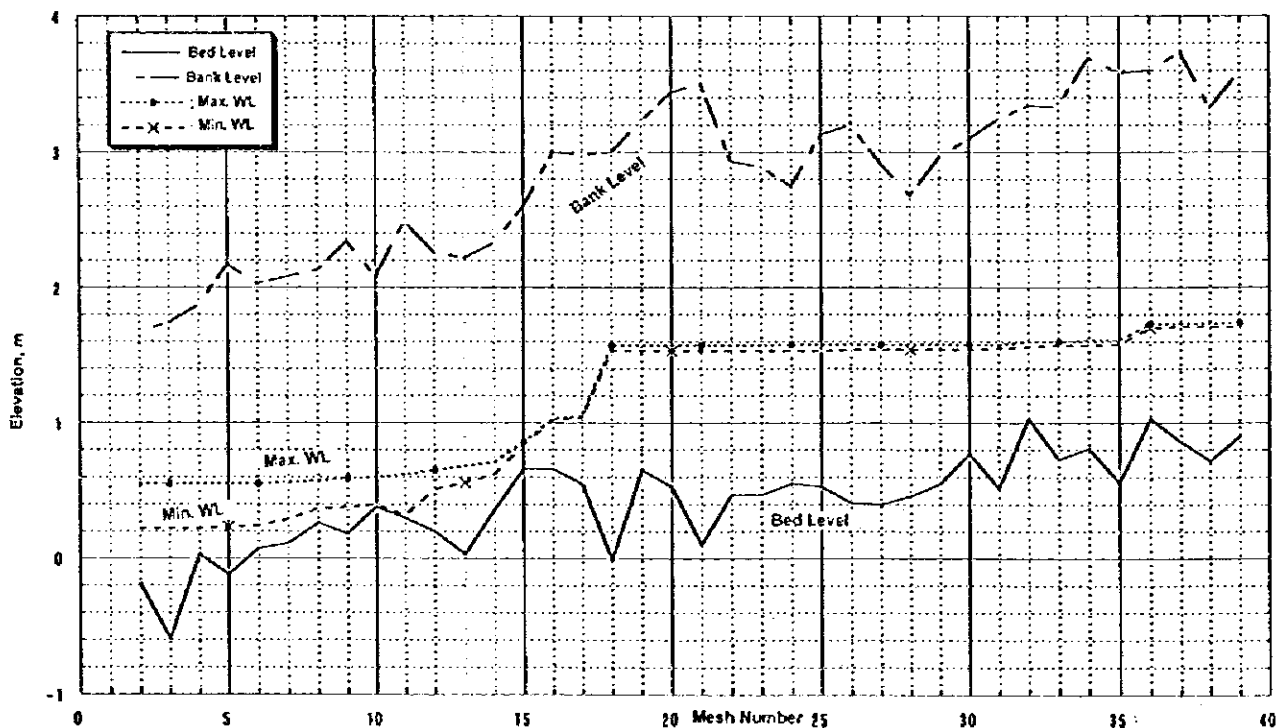


図 2.3.10 パハルピヤラ水路の水位縦断形図 (ケース2', 連続灌漑, 最小  $Q=1.02\text{cu.m/s}$ , 既存ゲート制御)

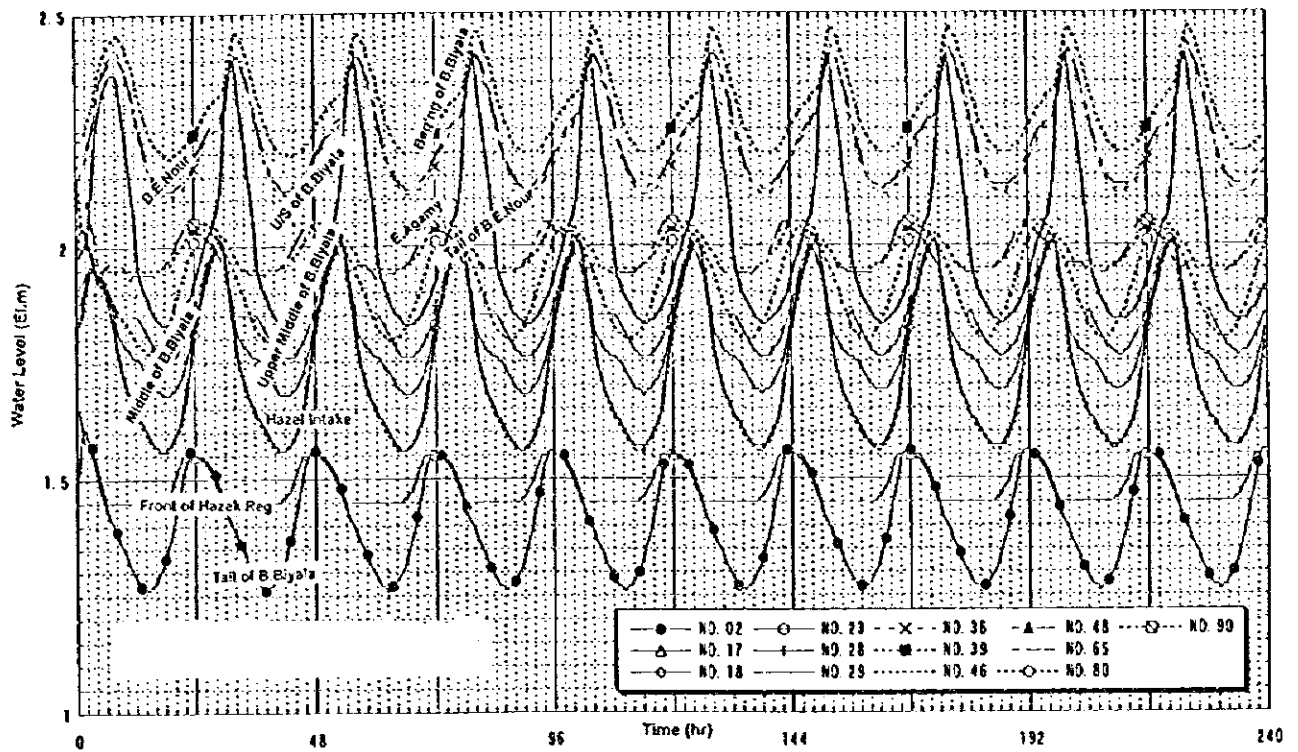


図 2.3.11 主要地点の水位経時変化図, 連続灌漑, 最大  $Q=6.16\text{cu.m/s}$ , 自動ゲート設置

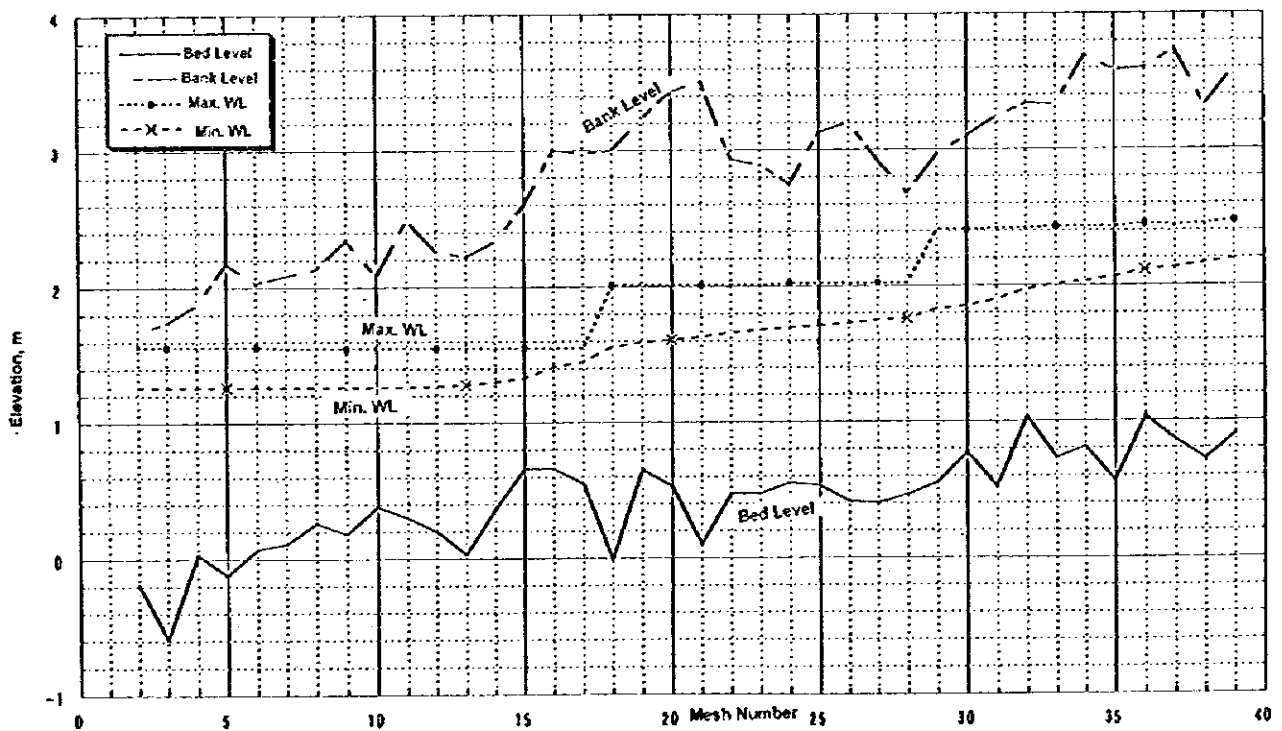


図 2.3.12 主要地点のハイドログラフ (ケース 2A, 連続灌漑, 最大  $Q=6.16\text{cu.m/s}$ , 自動ゲート設置)