

### 第3章 プロジェクトの内容

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの目的

「イ」国政府は「第6次国家開発5ヶ年計画」に基づいて、同国東部地域における農民の生活向上を図ることを目的として、地下水開発による灌漑事業を押し進めてきた。一方、日本政府は、これらの事業に対して1980年度以降深井戸掘削機を主とする資機材供与によるこの事業への支援を行ってきた。しかしながら、1997年7月以降の経済危機の影響により、地下水灌漑事業への予算の配分が困難になり事業の促進が危ぶまれる事態となった。本プロジェクトでは、上記経済危機に鑑み、同事業の促進を確保するため、日本政府の援助で調達した井戸掘削機材の有効活用により、地下水灌漑施設を整備し、計画対象地域での脆弱な農業構造の改善および安定的な農業生産の確保並びに弱者・貧困層の生活の安定と向上を速やかに図ることを目的とするものである。

### 3-2 プロジェクトの基本構想

#### 3-2-1 計画対象地区の検討

調査対象地区は、17ヶ所あり3州に分散しているため、対象地区の状況はそれぞれ異なっている。そこで、調査団は17ヶ所の各対象地区について、我が国の無償資金協力で事業を実施する地区として適しているかどうかを、本計画の最も基本となる地下水開発についての水理地質的観点、対象地区へのアクセス上の観点および施設建設後の運営・維持管理面の観点から、以下のとおり要請内容の一部変更も含めた検討を行った。

##### (1) 地下水開発についての水理地質面からの検討

先ず要請された各対象地区の灌漑面積を基本に各計画井戸の計画揚水量を算定し、その算定された計画揚水量を生産できる井戸が、技術的に建設可能かどうかの検討を行った。検討の結果技術的に困難であると判断された場合は、計画揚水量等を変更して再度検討を行った。その検討手順は、図3-1に示すとおりである。

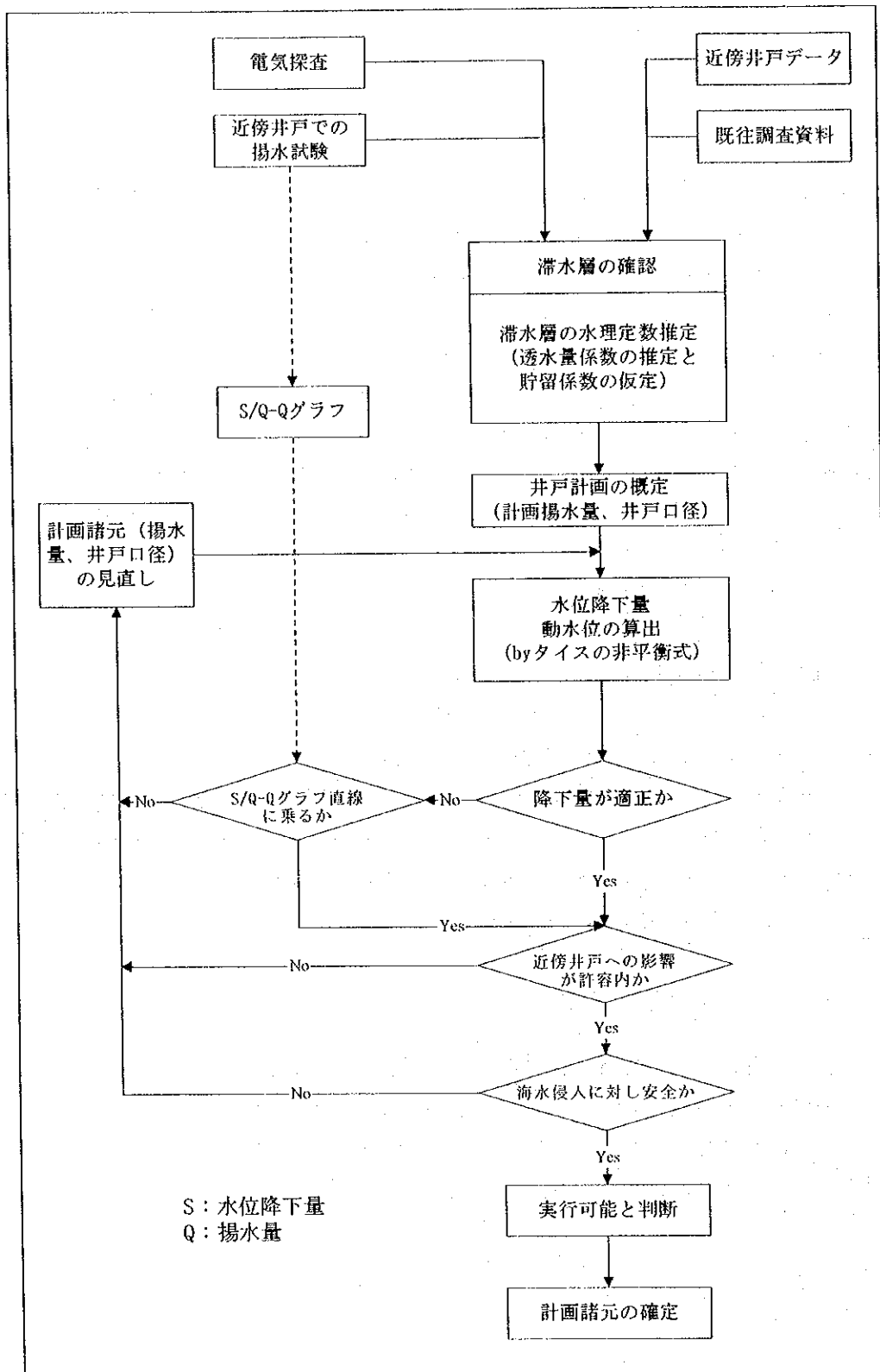


図 3-1 水理地質面からの検討手順

なお、水位降下量の判定においては 20 m 程度を適正かどうかの境界とした。

近傍井戸への影響の許容量は、インドネシアでは通常新規の井戸は既存井戸から 500m 離しており、今回の地区も No. 14 を除き全て既存井戸と 500m 以上離れていることから 500m 地点での降下量推定値で判断することとし、その量を、通常は計算値より実測値の方が小さいことや使用する水理定数、計算の精度等を考慮し、2m 未満とした。

また、海水侵入の危険性については、井戸地点の標高および計算値の精度並びにポンプ運転時間は、通常 8 時間程度であることなどから、海岸地点での降下量 0.5m を境界とした。但しスンバ島は礫性石灰岩から成っており、海水侵入の危険度が高いと判断されるため、スンバ島の 2 地区については、海岸地点での水位降下量 0 を境界とした。

この他、比較的地下水開発が進んでいる北スラウェシ州のテンポック・パレペ地区、同ボンゴ地区および南東スラウェシ州のラノオハ・ラノメト地区については、概略の水収支を行い、地盤沈下の危険性の検討を行った。

以上の検討結果を表 3-1 にまとめたが、検討の結果問題となる地区について簡単に説明すると以下のとおりとなる。

- ① No. 15 ラナコロおよび No. 16 ダワは、既往の資料が全く無く、電気探査結果のみから判断したが、帯水層と推定できる部分の深度が深く、しかも採水層と期待できる層が明確に出ていないため、計画揚水量の生産井を建設できるとの判断が下せない。したがって、無償資金協力の対象地区としては不適格とする。
- ② No. 10 ランボディジャヤは、揚水量を計画揚水量の 40% の 10 lit/s にしても計算水位降下量は 33 m になり、適切な地区ではないと判断する。
- ③ No. 8 ラプルは、計画灌漑面積 20ha を灌漑するための揚水量 24 lit/s を汲み上げると水位降下量は 51m と大きくなることから、揚水量を 1/2 の 12 lit/s にして検討。更に近傍への影響を許容範囲内に収めるため、10 lit/s に減ずる。
- ④ No. 11 カレンブカハおよび No. 12 パラカヘンビについては、海水侵入の危険を避けるため揚水量を当初計画揚水量の 1/2 の 12 lit/s に減ずると同時に、揚水試験時及び使用時に電気伝導度を測定することを条件とすることとする。
- ⑤ No. 14 マゲパンダの場合、当初計画揚水量 15 lit/s で水位降下量そのものは 14m であり許容内であるが、最も近い既存井戸との距離が 300m であることから、その既存井戸への影響を許容内にするため、10 lit/s に減ずる。

以上水理地質面からの検討結果をまとめると：

- ① No. 10、No. 15、および No. 16 の地区は、計画対象地区として不適格である。
- ② No. 8 および No. 14 の地区は、計画揚水量をそれぞれ 10 lit/s に減らす必要があり、その水量に見合う灌漑面積に変更する必要がある。
- ③ No. 11 および No. 12 の地区は、海水侵入の危険を避けるため計画揚水量をそれぞれ 12 lit/s

に減らす必要があり、その水量に見合う灌漑面積に変更する必要がある。

各地区の計画井戸検討結果を表 3-2-1 に示す。

## (2) 水質上の条件

水質については、2-4-1(4)で述べたとおり、揚水試験と合わせて水素イオン濃度(pH)と電気伝導度(EC)の測定を行った。

灌漑用水の水質は対象作物によって許容範囲が異なるが、インドネシア国では一般に、pH は 6.0~8.0、EC は 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  までの灌漑用水は問題ないとされている。今回調査結果は、pH が 7.0~7.9 であり、EC は殆どが 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  で最も高いものでも 900  $\mu\text{S}/\text{cm}$  であることから、計画井戸についても灌漑用水としての水質上の問題はないと判断される。但し、No. 11 及び No. 12 をはじめ、海岸に近い地区の No. 8、No. 9、No. 13、No. 14 及び No. 17 については、井戸建設時の揚水試験及び建設後の使用時に電気伝導度を必ず測定することとする。

なお、上記 pH 値は、WHO の水質基準も満たしている。

## (3) アクセス上の条件

アクセス上の条件から制限されるのは、南東スラウェシの No. 10 と NTT フローレスの No. 16 および No. 17 である。

No. 10 は、クダリから南西へ約 128km の地点にあり、途中幹線道路から北西に分岐し、約 9km 西へ入った処に位置している。この 9km 区間は未舗装道路であり、橋が 13 カ所、内 1 カ所はベイリ一橋(最大 5t)、残りは木橋(最大 3.5t)、木橋の一つは洪水で流出して現在貧弱な仮橋が架けられている。木橋の数カ所は破損がひどく修復が必要な状況にある。掘削機並びにその関連車両を通すには、かなりの補強工事や仮設工事が必要であり、現在の状況下での No. 10 の工事は難しい。

No. 14、No. 15、No. 16 および No. 17 へのアクセスは、マウメレから島の北側海岸沿いの道路を利用することになるが、No. 16 および No. 17 へは、その道路が今年洪水被害を受けて現地調査時点には通行できない状況にあった。しかし、その道路は現在既に修復工事が完了し通れるようになったとの情報が DGWRD よりもたらされたので、事業実施上は問題ないと判断される。

表 3-2-1 各サイトの計画井戸検討結果一覧

州	番号	地区名	計画揚水量 Q (lit/sec)	静水位 SWI(m)	水位降下量 s (m)	動水位係数 DWL (m)	ポンプ至深度 d (m)	井戸深度 D (m)	スクリーン径 I (m)	計画井戸の水理地質的評価	評価
北クワチ	1	ポンゴ I	30	8	10	18	27.5	120.0	56.0	電気探査、揚水試験結果と既往調査結果との比較検討の結果、それぞれの計画井戸地点付近にも良好な潜水層が分布すると思われる。計画揚水量は期待出来る。	A
	2	ポンゴ II	30	7	10	17	27.5	135.0	44.0		
	3	ポンゴ III	30	11	10	21	33.0	120.0	44.0		
	4	ハレハ	30	4	5	9	22.0	120.0	44.0		
	5	アンボック	30	2	9	11	22.0	105.0	38.5		
南東クワチ	6	ラノオハ	24	1	23	24	33.0	125.0	49.5	近傍既存井戸での揚水試験はあまり良い結果を示していない。電気探査結果から計画井戸地点もほぼ同様の水理地質状況にあると推定される。従って、水位降下量はやや大きくなるが、計画揚水量の生産は期待できる。実施時には、近傍井戸への干渉及び海水侵入に対する注意が必要。	B
	7	ラノオ	24	1	14	15	27.5	120.0	66.0		
	8	ラブル	(24)→10	1	(51)→21	22	33.0	85.0	22.0		
	9	モロインダ	24	1	20	21	33.0	120.0	55.0		
NTT/27K	10	カホポイバヤ	(24)→10	3	(78)→33	(81)→36	-	-	-	近傍既存井戸(調査用井戸)の揚水試験結果から小さな水理定数が得られており、今回の電気探査結果から計画井戸も同様の潜水層と推定される。計画揚水量の約40%の10 lit/secで揚水しても、なお水位降下は33mに達するゆえ、計画は困難。	D→D
	11	カレンプカハ	(24)→12	52	(6)→3	55	66	85.0	11.0		
	12	ハラカヘンビ	(24)→12	16	(16)→8	24	33.0	50.0	11.0		
	13	サワンガワ	11	9	2	11	22.0	65.0	22.0		
NTT 70-17	14	マゲババダ	(15)→10	1	(14)→9	(15)→10	22.0	120.0	33.0	今回の調査結果と既往調査結果の比較検討から、当初計画揚水量では近傍井戸(300m)への干渉が大きくなるので、計画揚水量を減じて10 lit/secとした。更に海水侵入に対する注意が必要。	C→B
	15	ラナコロ	10	-	-	-	-	-	-		
	16	ダフ	10	-	-	-	-	-	-		
	17	トマラ	10	20	2	22	33.0	85.0	22.0	今回の調査結果と既往調査結果の比較検討から計画揚水量は期待出来る。更に海水侵入に対する注意が必要。	A

(注) 1. 井戸口径は200mm。ポンプ至深度、井戸深度、スクリーン径は、ケーシング等の定尺の関係で最終的には若干の変更を伴う場合がある。

2. 静水位は、観測値が1mとし、動水位深度は小数点以下を四捨五入している。

3. ( ) は、変更前の値を示す。

4. 詳細A:問題なし、 B:やや問題あり、 C:問題あり/要計画変更、 D:計画サイトとして不運格/判断できず

#### (4) 運営維持管理上の条件

施設の運営は、建設後2年間は政府の補助が受けられるが、その後は全て受益農家で組織する水利組合(WUA)の責任下で自主運営される。そしてその運営維持管理費用は受益農家自身が水利費として負担しなければならないため、運営維持管理費用は農家が負担可能な範囲でないと、プロジェクトの持続性は失われる。したがって、運営維持管理費も対象地区を検討する上で重要なチェック項目となる。

検討するに当たっては、単純に運営維持管理費の額ではなく、運営維持管理費と収益との比率で判断した。運営維持管理費も収益も対象地区ごとに異なるので、代表的な5つの地区(北スラウェシ州のボンゴⅠ、ボンゴⅢ、南東スラウェシ州のラノメト、NTT州フローレスのナワングワ、NTT州スンバのカレンブカハ)について検討した。また、自主運営が開始される3年目における状況についても検討した。その結果、灌漑面積が小さいため施設の更新費用の負担がやや重くなり運営維持管理費と収益の比率がやや大きくなる地区があるが、それらも全て受益農家の負担可能な範囲であることが確認された(「収益」については3-3-2の(2)、「運営維持管理費」については4-2-2を参照)。

(5) 無償資金協力案件としての調査対象地区の総合評価

各調査対象地区について、各視点からの評価を整理し、それらを基にわが国の無償資金協力案件としての総合評価を行うと表 3-2-2 のとおりとなる。

表 3-2-2 調査対象地区の評価

No.	調査対象地区	水理地質的 条件	アクセス 条件	運営維持 管理上の 条件	総合評価	備 考
1	ボンゴ I	A	A	A	A	
2	ボンゴ II	A	A	A	A	
3	ボンゴ III	A	A	A	A	
4	テンポック	A	A	A	A	
5	パレベ	A	A	A	A	
6	ラノオハ	B	A	A	A	
7	ラノメト	B	A	A	A	
8	ラプル	C/B	A	B	B	計画面積減が条件
9	モロインダ	B	A	A	A	
10	ラホデヰヤ	D	C	A	D	不適格
11	カムブカ	C/B	A	B	B	計画面積減が条件
12	ハラカハビ	C/B	A	B	B	計画面積減が条件
13	ナワングワ	A	A	B	B	
14	マゲパンダ	C/B	A	B	B	計画面積減が条件
15	ラナコロ	D	A	B	D	不適格
16	ダワ	D	B	B	D	不適格
17	トトマラ	A	B	B	B	

註) 評価 A: 問題なし  
 評価 B: やや問題あり  
 評価 C: 問題あり/要対策 or 要計画変更  
 評価 D: 重大な問題あり/判断不能

結論として:

- No. 10、No. 15 および No. 16 は、不適格とし計画から除外する。
- No. 8 および No. 14 は、計画灌漑面積を減じ、計画揚水量を共に 10 lit/sec 以内にする。
- No. 11 および No. 12 は、計画灌漑面積を減じ、計画揚水量を共に 12 lit/sec 以内にする。
- No. 8、No. 11、No. 12、No. 13、No. 14 および No. 17 は、特に運営維持管理費の農家負担の件につき農家の十分な理解が必要である。



### 3-2-2 プロジェクトの基本構想

本プロジェクトの基本構想は、調査対象地区 17 ヶ所の内から、南東スラウェシ州のランボデ  
イジャヤ、NTT 州フローレスのラナコロとダワを除く計 14 地区において、脆弱な農業構造を改  
善し、安定的な農業生産の確保と地域貧困住民の生活水準の向上を速やかに図るため、対象地  
区に深井戸を水源施設とする地下水灌漑施設の整備を提供しようとするものである。

なお、各地区の受益面積／灌漑面積は、南東スラウェシ州のラプルおよび NTT 州フローレス  
のマグパンダの面積を 8ha に、NTT 州スンバのカレンブカハとパラカヘンビの面積を 10ha に変  
更する他は、要請の面積を確保する。

### 3-3 基本設計

#### 3-3-1 設計方針

##### (1) 灌漑計画策定上の方針

###### 1) 基本方針

本計画における灌漑の位置付けは、現在天水により耕作している既存耕地において、地下水灌  
漑施設の導入による補給灌漑により、脆弱な農業構造を改善し、安定的な農業を確保すること  
にある。

水稲作地帯においては、現行の天水による雨期作のみの水稲 1 期作あるいは小雨期にギャンブ  
ル的に行っている水稲作あるいは畑作を加えた二期作または二毛作を、適切な補給灌漑により安  
定的な水稲二期作に乾期における畑作（作付け率 50%）を加え、年間の作付け率を 250%にする。

畑作地帯においては、現行の雨期における 1 作の収量を安定させ、現在耕作されてない乾期に  
おける畑作を 2 作（それぞれの作付け率 50%）を加え、年間の作付け率を 200%にする。

###### 2) 計画灌漑面積

各地区の計画灌漑面積は、「イ」側からの要請面積とする。しかし、水理地質調査結果より推定  
される計画井戸の生産量が、その面積に必要な灌漑用水量に満たない地区は、その揚水量に合わ  
せて面積を縮小する。

「イ」側から要請されている各地区の計画灌漑面積及び水理地質調査結果より策定された計画灌  
漑面積は表 3-3-1 のとおりである。

表 3-3-1 計画灌漑面積

No.	州	県	郡	村	要請 計画灌漑面積 (ha)	計画灌漑面積 (ha)
1	北スラウェシ	ゴロンタロ	パグヤマン	ボンゴ I	25	25
2				ボンゴ II	25	25
3				ボンゴ III	25	25
4		ミナハサ	トンパソ	テンボック	25	25
5			ルンボクン	パレペ	25	25
6	南東スラウェシ	クングリ	ラノメト	ラノオハ	20	20
7				ラノメト	20	20
8			ティナンゲア	ラブル	20	8
9				モロインダ	20	20
10				ランボディジャヤ	20	—
11	NTT (スハ)	西スンバ	コディ	カレンブカハ	20	10
12		東スンバ	パンダワイ	パラカヘンビ	20	10
13	NTT (フローレス)	シッカ	クワパンテ	ナワングワ	10	10
14			ニタ	マゲパンダ	12	8
15		エンデ	マウテンダ	ラナコロ	10	—
16		ンガダ	アセッサ	ダワ	10	—
17				トトマラ	10	10

□ : 要請計画灌漑面積から変更のあった面積

### 3) 灌漑用水量

灌漑施設の基本設計に必要な灌漑用水量の算定は、「イ」国で採用されている「灌漑設計基準：公共事業省水資源総局」及び「SSIMP (III): OECF」に準拠する。また、本計画の対象地区は北スラウェシ州から NTT 州スンバ島まで、赤道を挟んで南北に約 1,200 km の広い範囲に点在しており、自然条件も異なることから、各地域の気象データを考慮に入れ各地域毎に算定する。

### 4) 灌漑システム

灌漑システムは、「イ」国で採用されている方法で計画し、水資源の有効利用及び合理的な水管理が可能で、末端をアルファルファバルブを備えた配水ボックスとした、ポンプ直結型のパイプライン方式とする。

配水方法は輪番灌漑方式によるものとし、前記「イ」国灌漑設計基準にローテーションブロックは最大 5 ブロックとするとあることから、各地区に 5 つのローテーションブロックを設定する。間断日数 5 日を標準とし、1 日 1 ブロックずつ灌漑する。各ブロックは、灌漑面積により、いくつかの配水ボックス毎の小灌漑ブロックよりなる。

## (2) 施設の設計方針

### 1) 井戸施設

#### ① さく井口径・深度

本プロジェクトで使用予定の、供与済み掘削機的能力、ビットの種類、後述する仕上がり口径、滞水層の分布状況等を考慮し、さく井の口径を決める。深度については、電気探査の結果及び既往資料を参考に決めるが、近傍に既存井戸がある場合は、その既存井戸がターゲットとしている滞水層は全て取り込めるよう深度を決める。

#### ② 仕上がり口径（ケーシング・スクリーン口径）

井戸の口径は、一般的に「計画揚水量に対して水理上無理の無い口径」で決められており、ここでも水理上無理の無い口径と近傍井戸の実績から決める。ポンプ室の口径については、使用予定のポンプの種類から決める。

なお、スクリーン長は、参考とした既存井戸に設置されているスクリーン長及び電気探査の結果から決定する。

#### ③ ケーシングパイプ及びスクリーンの材質

ケーシングパイプの材質は、強度、耐腐食性、取扱いの利便性、接合の容易さ、価格等を考慮して選択する。

スクリーンパイプは、上記のケーシングパイプ選択の際に考慮した諸要素に加えて、スクリーンの機能を決定する集水面積（開口率）の大きさも考慮して選択する。

### 2) 揚水設備（ポンプ／原動機）

揚水設備の選定にあたっては、揚水量、揚程、経済性及び使用者の運営・維持管理能力等を考慮する。

「イ」国では、吸い込み揚程が7m未満の井戸にはセントリフューガルポンプを、それ以上の場合は、バーチカルタービンポンプを採用しているが、バーチカルタービンポンプがインドネシアにて最も一般的に使われているタイプである。日本では一般的な水中モータポンプも含めて比較検討する。

原動機は、ディーゼルエンジンがインドネシアで最も普及しているが、電動機も含めて検討する。

### 3) ポンプハウス

ポンプハウスの設計は「イ」国の「灌漑設計基準：公共事業省水資源総局」に準拠し、ポンプ

設備等を収容保護し、運転管理が安全かつ容易に行えるよう、適切な構造及び規模を持つ事を考慮する。

#### 4) 灌漑施設

灌漑施設の設計においては、受益地の末端まで効率良く水が届く事を第1要件とする。

PCM ワークショップの結果より、配水ボックスの位置が遠く適切な灌漑が出来ないという声が多かった事を踏まえ、地形等を考慮した、適切な配水ボックスの数、位置を計画するなど、末端を配慮した施設にする。

農民自身によって行われる運営維持管理を持続可能にするために、簡便で堅牢な施設とする。

施設の設計にあたっては、「イ」国の「灌漑設計基準：公共事業省水資源総局」に準拠するが、また、現地の施工技術、材料等の条件に見合った適切な設計内容とする。

##### ① パイプライン

パイプラインの路線は、維持管理を考慮に入れ、道路及び畦に極力沿うように設置する。埋設深は、耕作作業による管の破損を避けるため、最低1 mを確保する。

パイプラインの材質は、強度、取扱いの利便性、接合の容易さ、価格等を考慮して選択する。

##### ② 配水ボックス

配水ボックスの数は、1 ha あたり一つを目安に計画し、灌漑の効率を高める。灌漑ブロックは土地所有界に極力沿うものとするが、地形上土地所有界に沿えない場合は地形に合わせたブロック界とする。配水ボックスの設置場所は、その配水ボックスが支配するエリアの中で最も高い場所とする。

配水ボックスには、水管理における公平な水配分を実現するために、簡便な全幅堰を設け量水機能を持たせる。

末端圃場での園芸栽培における水需要の変動及び圃場における営農雑用水の需要に柔軟に対応し、水利用の自由度を増し、利便性を高くするための施設として、小規模な貯水槽を配水ボックスに併設する。ただし、蚊の発生源にならないよう貯水を空にできる構造とする。

#### 5) 営農雑用水貯水槽

村落における営農雑用水のため、井戸施設の横に小規模な貯水施設の設置を計画する。その容量は、一人あたり30リットル/日を1日分貯水する規模を目安とする。ただし、集落が井戸施設から離れている場合は、小容量の貯水槽とする。

飲料水としての使用は原則としてし考えないが、受益農民が飲料水として使用する事も考えられるので、揚水試験時に飲料水を対象とした水質検査を行う。その結果、水質に問題があれば、飲料水として使用しないよう農民に指導する。

### 3-3-2 基本計画

#### (1) 全体計画

プロジェクト対象地区の検討結果を踏まえ、北スラウェシ州5地区、南東スラウェシ州4地区、NTT州スンバの2地区およびNTT州フローレスの3地区、合計14地区について地下水灌漑事業を計画する。

事業の内容は、日本政府の無償資金協力で調達された掘削機を使った深井戸の建設、ポンプ設備の調達・据付およびポンプハウスとパイプライン形式の灌漑施設の建設であり、単年度で実施する計画とする。各対象地区の内容は、下記のとおりである。

表 3-3-2 プロジェクトの内容

計画項目		計画地区		建設井戸			灌漑施設			
		面積 (ha)	受益農家 (戸)	揚水量 (lit./sec)	本数 (本)	口径 (inch)	深度 (m)	ポンプ場 (式)	分水工 (カ所)	管路 (m)
1)	ボンゴI	25	31	30	1	12"-8"	120	1	28	1,834
2)	ボンゴII	25	32	30	1	12"-8"	135	1	31	2,246
3)	ボンゴIII	25	25	30	1	12"-8"	120	1	25	2,224
4)	テンボック	25	70	30	1	12"-8"	120	1	25	2,107
5)	パレベ	25	86	20	1	12"-8"	105	1	23	2,385
6)	ラノオハ	20	18	20	1	12"-8"	125	1	20	1,870
7)	ラノメト	20	23	15	1	12"-8"	120	1	21	2,234
8)	ラブル	8	6	20	1	12"-8"	85	1	8	732
9)	モロインダ	20	27	15	1	12"-8"	120	1	21	2,531
11)	カレンブカハ	10	11	15	1	12"-8"	85	1	11	929
12)	パラカヘンビ	10	10	15	1	12"-8"	50	1	10	727
13)	ナワンゲワ	10	9	10	1	12"-8"	65	1	12	720
14)	マゲパンダ	8	14	15	1	12"-8"	120	1	9	765
17)	トトマラ	10	23	10	1	12"-8"	85	1	11	872
合計		241	385	275	14		1,455	14	255	22,176

- 注) 1. 各ポンプ場には、ディーゼルエンジン駆動のボアホールポンプ設備一式および営農用雑用水貯水槽1ヶ所を含む。  
 2. 井戸口径の12"-8"とは、上部のハウジングパイプの口径が12"、下部のケーシングパイプ及びスクリーンの口径が8"という意味。なお、掘削口径は17"1/2である。  
 3. 計画対象地区に付けたNo.は、要請17地区に付けた番号を用いた。

#### (2) 農業計画

##### 1) 作付け計画

計画作付け体系の策定に当たっては、現地調査の結果を基に、現地の状況に則した、受益農民による営農が可能でかつ持続性を保てる灌漑農業を考慮した。策定した各地区の計画作付け体系は図3-2に示す。

図 3-2 計画作付け体系(1)

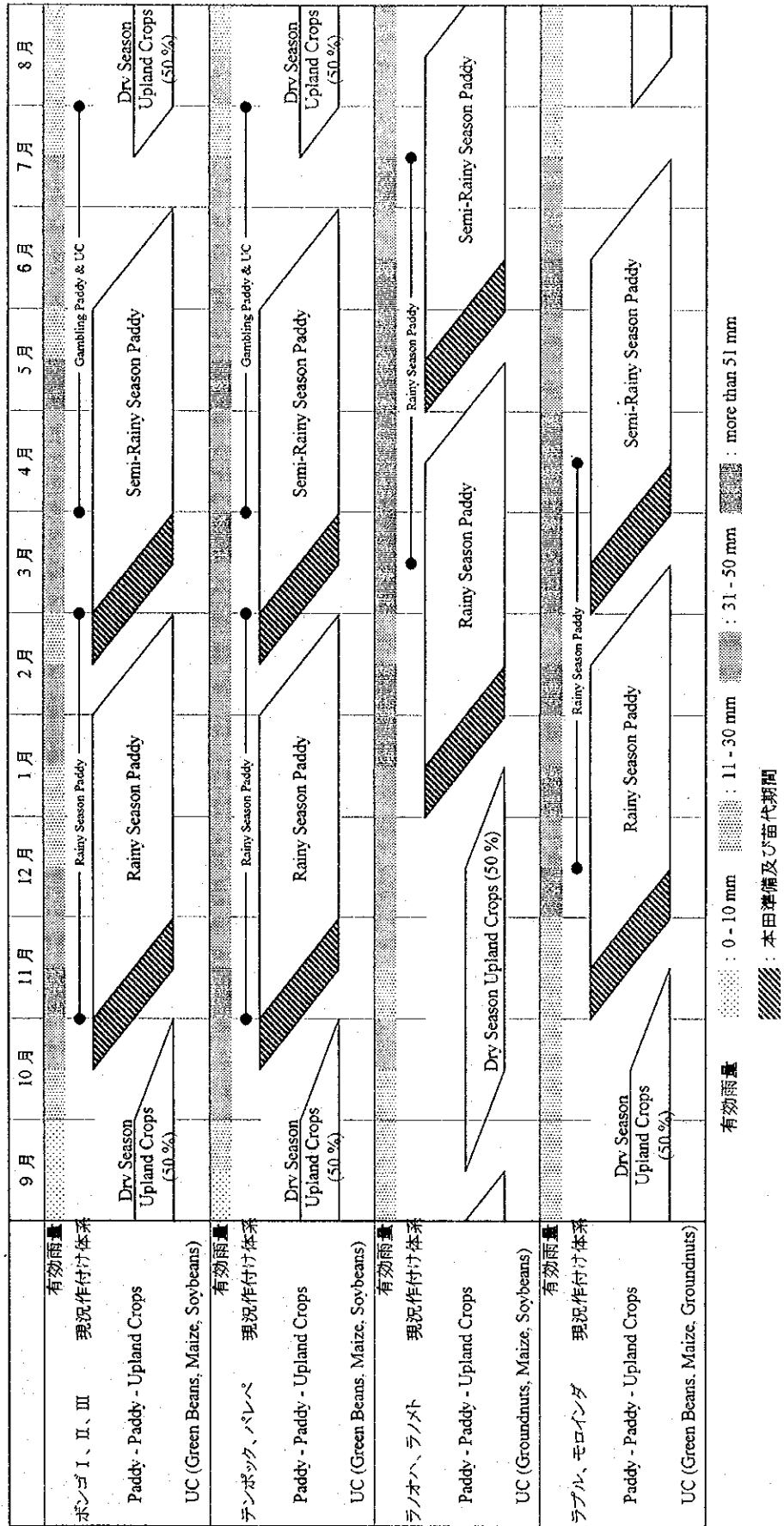
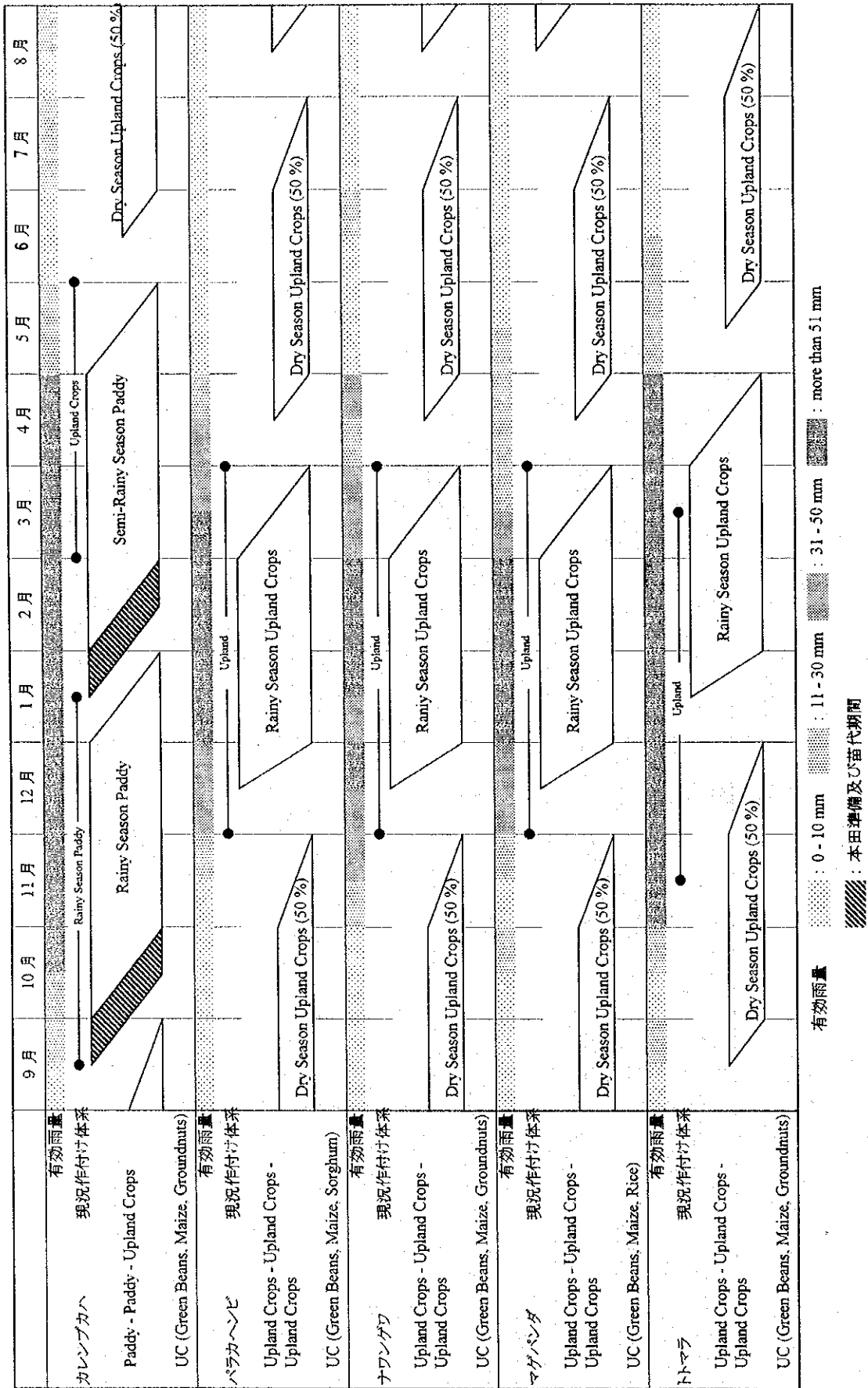


図 3-2 計画作付け体系 (2)



## 2) 農家レベルの投入・産出分析

農家経済の面からプロジェクトの持続性を検討するため、代表計画地区の農家における作物生産費（コスト）と生産収益（ベネフィット）を「現況」と「計画」で算定した。また、本施設は供用開始3年目から受益農家による完全自主運営となることから、3年目における収支についても検討した。代表的地区としては、受益面積の規模、水田地帯と畑作地帯、ポンプの揚程規模などの違いを考慮し、水田地帯で灌漑面積が大きく、ポンプの揚程が中程度の地区と比較的大きな地区として北スラウェシのボンゴⅠとボンゴⅢを、水田地帯で灌漑面積・ポンプ揚程とも平均的な規模の地区として南東スラウェシのラノメトを、水田地帯で灌漑面積が小規模であるがポンプ揚程が非常に大きな地区としてNTTスンバのカレンブカハを、畑作地帯（灌漑面積は小さい）の代表地区としてNTTフローレスのナワンゲワを選んだ。

生産費、収益ともその算定は、前述の作付計画に基づいて行い、生産費には、種子、肥料、農薬、労賃（人件費、家畜代）、灌漑施設運営維持管理費（更新費用を含む）、雑費を含めた。算出結果を整理すると、下表のとおりである。

表 3-3-3 農家レベルの投入・産出分析（1ha 当）

地区名	作付体系	作付率 (%)	生産費 (千 Rp.)	収入 (千 Rp.)	収益 (千 Rp.)	増加収益 (千 Rp.)
現 況						
ボンゴⅠ	P+P+UC	200	3,407	5,773	2,365	-
ボンゴⅢ	P+P+UC	200	3,407	5,773	2,365	-
ラノメト	P	100	1,912	3,000	1,088	-
カレンブカハ	P+C	200	3,169	4,463	1,294	-
ナワンゲワ	UC	100	1,257	2,138	881	-
計 画						
ボンゴⅠ	P+P+UC	250	7,922	16,082	8,160	5,795
ボンゴⅢ	P+P+UC	250	8,039	16,082	8,044	5,679
ラノメト	P+P+UC	250	7,946	16,514	8,568	7,274
カレンブカハ	P+P+UC	250	8,557	15,983	7,425	6,131
ナワンゲワ	UC+UC+UC	200	4,666	8,730	4,064	3,183
計 画 (供用開始3年目)						
ボンゴⅠ	P+P+UC	225	6,114	10,935	4,821	2,456
ボンゴⅢ	P+P+UC	225	6,221	10,935	4,714	2,349
ラノメト	P+P+UC	175	4,489	8,389	3,899	2,811
カレンブカハ	P+P+UC	225	6,182	9,422	3,240	1,946
ナワンゲワ	UC+UC+UC	150	3,121	4,877	1,757	876

註) P: 水稲、 UC: 畑作

生産費 = 種子代 + 肥料代 + 農薬代 + 労賃 + 施設運営維持管理費 (更新費を含む) + 雑費



### (3) 灌漑計画

灌漑施設の基本設計に必要な灌漑用水量は以下のとおりである。

#### ① 作物蒸発散量 (ETc)

作物蒸発散量は、以下の式により算出する。

$$ETc = ET0 \times kc$$

ここに、

ETc : 作物蒸発散量 (mm/day)

ET0 : 基準蒸発散量 (mm/day)

kc : 作物係数

基準蒸発散量は、各地域における気象データを使用し、ペンマン法により決める。

気象データについては、北スラウェシ2ヶ所 (ゴロンタロ、トンダノ)、南東スラウェシ1ヶ所 (パラंगा)、東ヌサテンガラのスンバ1ヶ所 (ワインガブ)、東ヌサテンガラのフローレス1ヶ所 (マウメレ) の計5個所の気象観測所より入手したものを使用する。

以下に、算定された基準蒸発散量を示す。

表 3-3-4 地域別基準蒸発散量

	(mm/day)												
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
ゴロンタロ	4.7	5.3	5.4	5.3	5.0	4.6	4.9	5.5	5.7	5.4	4.8	4.9	5.1
トンダノ	4.1	4.6	4.6	4.4	3.8	3.9	4.1	4.8	5.0	4.5	3.9	3.9	4.3
パラंगा	4.0	4.1	4.4	4.0	4.2	3.9	4.2	4.7	5.4	5.3	4.8	3.8	4.4
ワインガブ	4.2	4.6	5.6	6.3	6.7	6.2	6.1	6.7	6.8	6.8	5.8	4.6	5.9
マウメレ	6.0	6.4	6.9	6.9	6.8	6.8	6.7	6.9	6.9	6.8	6.5	5.8	6.6

#### ② 有効雨量 (ER)

有効雨量は、各地域における気象データを使用し、降雨量の70%とし、非超過確率計算により算出する。その5年確率値及び2年確率値をそれぞれ水稲作、畑作の有効降雨量とし、半月別に算出する。

気象データについては、北スラウェシ2ヶ所 (ゴロンタロ、トンダノ)、南東スラウェシ2ヶ所 (モウイラ、パラंगा)、東ヌサテンガラのスンバ2ヶ所 (ワインカブバク、ワインガブ)、東ヌサテンガラのフローレス3ヶ所 (マウメレ、マゲパンダ、ウェラモサ) の計9個所の新設対象地区近隣の気象観測所より入手したものを使用する。

表 3-8 に算出された各地域別有効雨量を示す。

表 3-3-5 地域別有効雨量

	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		年間	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
days	15	16	14	14	15	16	15	15	15	16	15	15	15	15	16	15	15	15	15	16	15	15	15	16	365	
ポゴシ、I、II、III																										
Paddy (P)	30	34	32	15	35	42	42	34	62	25	32	35	31	25	19	15	5	10	18	36	36	56	39	41	29	742
Upland Crops (UC)	36	41	38	18	42	50	50	41	74	29	37	42	37	29	22	18	6	12	22	42	66	46	49	34	881	
平均	37	42	39	19	43	52	52	42	76	30	39	43	38	30	25	18	6	13	22	43	68	48	50	35	908	
アンボク、ハルベ																										
Paddy (P)	43	50	36	36	43	56	44	42	56	42	44	38	37	29	31	15	10	20	33	34	60	47	36	42	924	
Upland Crops (UC)	55	63	47	47	55	72	56	53	72	53	56	49	48	37	40	20	13	25	43	44	76	61	46	54	1,185	
平均	57	66	48	48	57	75	58	55	74	55	58	50	50	39	41	20	13	26	44	46	79	63	48	56	1,226	
ランボク、マノト																										
Paddy (P)	42	53	51	39	52	66	65	53	54	67	64	42	61	46	33	37	21	15	16	33	23	42	37	37	1,049	
Upland Crops (UC)	52	66	63	48	64	81	81	65	67	83	78	51	75	56	41	45	26	19	20	40	28	51	46	46	1,292	
平均	53	67	64	48	64	82	81	66	67	83	79	52	76	57	41	46	26	19	20	41	29	52	46	46	1,305	
アブル、モロコシ																										
Paddy (P)	57	41	54	45	51	53	57	58	50	48	53	33	38	27	23	20	11	17	17	23	20	28	50	42	916	
Upland Crops (UC)	72	51	69	57	64	67	71	73	62	60	66	41	47	34	29	25	14	22	22	22	29	25	35	64	53	1,152
平均	74	53	70	58	66	69	73	74	64	62	68	42	48	35	29	25	14	22	22	30	26	36	65	55	1,180	
ランボク、マノト																										
Paddy (P)	34	40	37	40	45	39	30	30	48	49	53	26	54	25	19	22	22	17	20	10	17	25	36	26	764	
Upland Crops (UC)	46	55	52	55	61	53	41	42	65	67	73	36	74	34	26	30	30	24	28	13	23	34	50	36	1,048	
平均	49	59	55	58	65	57	43	44	69	71	78	39	78	36	27	32	25	25	29	14	25	36	53	39	1,113	
カレンブカハ																										
Paddy (P)	90	171	112	124	155	99	105	69	24	15	9	10	16	22	5	20	5	27	18	61	82	93	128	99	1,559	
Upland Crops (UC)	103	196	129	142	178	114	120	80	28	17	10	12	18	25	6	23	6	30	21	70	94	107	147	113	1,789	
平均	104	198	130	144	180	116	122	81	28	18	11	12	18	25	6	23	6	31	21	71	95	109	148	115	1,812	
パランヘンビ																										
Paddy (P)	49	62	53	51	51	37	34	10	4	5	2	4	1	2	0	0	1	1	1	1	1	5	20	43	44	481
Upland Crops (UC)	56	69	59	57	57	41	38	12	5	6	2	4	1	3	0	0	1	1	1	1	1	5	22	49	49	539
平均	57	71	60	58	58	42	39	12	5	6	2	4	1	3	0	0	1	1	1	1	6	22	50	50	550	
ナランガフ																										
Paddy (P)	38	44	36	58	36	34	21	24	8	6	4	8	5	4	0	1	1	2	2	4	21	37	33	49	496	
Upland Crops (UC)	49	57	72	75	46	44	27	31	10	8	5	11	6	5	0	1	1	3	2	5	27	48	43	64	640	
平均	52	60	76	79	48	46	28	33	11	8	6	11	6	6	0	1	1	3	2	6	29	50	46	67	675	
マダハシダ																										
Paddy (P)	42	54	75	72	30	23	19	15	9	2	5	8	4	6	2	3	3	4	1	12	7	17	39	40	492	
Upland Crops (UC)	53	67	94	89	38	28	24	19	11	2	6	10	5	7	3	4	3	5	1	15	9	21	49	49	612	
平均	55	69	97	92	39	29	25	20	12	2	6	11	6	8	3	4	4	5	1	15	9	22	50	51	635	
チナモ、ガフ、トマラ																										
Paddy (P)	123	115	96	86	73	75	58	48	17	20	11	6	8	11	1	4	9	19	9	11	47	70	83	78	1,078	
Upland Crops (UC)	136	126	105	95	81	83	63	53	19	22	13	7	8	12	1	4	10	21	10	12	51	77	91	85	1,185	
平均	137	127	106	95	81	83	64	53	19	22	13	7	8	12	1	4	10	21	10	12	52	78	92	86	1,193	

③ 純用水量 (NWR)

純用水量は、作物蒸発散量に代掻き用水量、地下浸透量をを加えたものから、有効雨量を差し引いたものとする。

④ 粗用水量 (GWR)

粗用水量は、以下の式により算出する。

$$GWR = NWR \div IE$$

ここに、

GWR : 粗用水量 (mm)

NWR : 純用水量 (mm)

IE : 灌漑効率

⑤ 施設容量及び計画揚水量

策定された計画作付け体系に、上記計算による粗用水量を半月ごとに当てはめ、その最大値をピーク灌漑用水量とする。

施設容量を決めるにあたり、ポンプ運転時間を考慮するが、水稻作地帯においては、1日の最大運転時間は各対象地区の近隣地区で実際に運転している時間を考慮して14~16時間の範囲で決める。移住地は後発なので、先住農民の農地と比較すると農業適地としては劣るが、その分移住民は勤勉で比較的長時間の労働を行い、ポンプ運転時間を長く設定している。他方、畑作地帯においては、地表灌漑の行える日中を考慮し、1日の最大運転時間は12時間とする。計画揚水量は施設容量にピーク時灌漑面積を掛けて算出する。

計画灌漑揚水量の諸元は下表のとおりである。

表 3-3-6 計画灌漑用水量諸元

No.	地区名	計画 灌漑面積 (ha)	ピーク 灌漑用水量 (lit/sec/ha)	日最大 ポンプ 運転時間 (hr/day)	施設 容量 (lit/sec/ha)	ピーク時 灌漑面積 (ha)	計画 揚水量 (lit/sec)	乾期 作付率 (%)
1	ボンゴ I	25	0.79	16	1.2	25	30	50
2	ボンゴ II	25				25	30	50
3	ボンゴ III	25				25	30	50
4	テンボック	25	0.67	14	1.2	25	30	50
5	パレペ	25				25	30	50
6	ラノオハ	20	0.66	14	1.2	20	24	50
7	ラノメト	20				20	24	50
8	ラプル	8	0.69	14	1.2	8	10	50
9	モロインダ	20				20	24	50
11	カレンブカハ	10				10	12	50
12	パラカヘンビ	10	1.17	12	2.4	5	12	50
13	ナワンゲワ	10	1.03	12	2.1	5	11	50
14	マゲパング	8	1.20	12	2.4	4	10	50
17	トトマラ	10	0.94	12	1.9	5	10	50

#### (4) 施設設計

##### 1) 井戸施設

###### i) さく井口径・深度

設計方針に従い、後述の仕上がり口径より、作井の口径は地表から 12 m までは 20 インチとし、作業用のケーシングパイプを挿入し、以下最下部までは 17-1/2 インチで掘削する。深度は 150 m を限度とする（表 3-2-1 参照）。

###### ii) 仕上がり口径（ケーシング・スクリーン口径）

設計方針に従い、水理上無理の無い口径（Anon, 1977 : 表 3-3-7 参照）と近傍井戸の実績から決めた口径について、降下水位の検討及び井戸構造の検討にあたり最も一般的な、タイスの非平衡式を利用して検討し、確定する。タイスの非平衡式を以下に示す。

$$s = (Q \cdot W(u)) / (4 \pi \cdot T) \dots\dots\dots (\text{タイスの非平衡式})$$

$$W(u) = \int (e^{-u}/u) \cdot du, \quad u = r^2 \cdot S / 4 \cdot T \cdot t$$

ここに、

- Q : 計画揚水量 (m<sup>3</sup>/sec)
- t : 連続揚水時間 (sec)
- s : 降下水位 (m)
- W(u) : 井戸関数
- T : 透水量係数 (m<sup>2</sup>/sec)
- r : 計画井戸の半径 (m)
- S : 貯留係数

また、揚水井戸から (R: m) 地点での水位降下量 (x: m) は、次式となる。

$$(s - x) = (Q \cdot \ln(R/r)) / 2 \pi \cdot T$$

検討の結果、井戸口径（ケーシング・スクリーン）を 8 インチとする。その他、確定した数値については、表 3-2-1 に示す。

ポンプ室の口径については、使用予定のポンプの種類から決めるが、[イ]国の基準により、12 インチと規定されているので、これを使用する。

表 3-3-7 計画揚水量に対する最小のスクリーン径  
(Anon, 1977)

計画揚水量 : m <sup>3</sup> /day (lit/sec)	最小スクリーン径 (inches)
Up to 270 (3.1)	2
270 - 680 (3.1 - 7.9)	4
680 - 1,910 (7.9 - 22)	6
1,910 - 4,350 (22 - 50.3)	8
4,350 - 7,650 (50.3 - 88.5)	10
7,650 - 13,600 (88.5 - 157)	12
13,600 - 19,000 (157 - 220)	14
19,000 - 27,000 (220 - 313)	16
27,000 - 38,000 (313 - 440)	18
38,000 - 49,000 (440 - 567)	20

iii) ケーシングパイプ及びスクリーンの材質

ケーシングパイプ及びスクリーンパイプの材質として、炭素鋼鋼管、強化ファイバーグラス管、硬質塩化ビニール管、ステンレス鋼管等がある。それぞれの特質を以下に述べる。

- 炭素鋼鋼管 : 強度が大きいが、現地施工時の溶接技術に対して必ずしも信頼できない。科学的強度に問題があり、耐食性、耐電食性に劣る。比較的高価である。
- 強化ファイバーグラス管 : 強度が大きく、軽量で施工性が良い。耐食性、耐電食性に優れている。高価である。
- 硬質塩化ビニール管 : 軽量で、施工性が良く、耐食性、耐電食性に優れているが、強度は不十分である。安価である。
- ステンレス鋼管 : 強度が大きいが、現地施工時の溶接技術に対して必ずしも信頼できない。耐食性、耐電食性に優れている。非常に高価である。

ケーシングパイプは井戸そのものであり、更新できない永久施設であるので、耐久性と耐食性が最重視される。硬質塩化ビニール管では強度に不足があり、炭素鋼鋼管では耐久性に問題がある。ステンレス鋼管は非常に高く、費用/効果の点で無償資金協力には合わない。耐食性、耐電食性及び強度に優れ、施工性の良い強化ファイバーグラス管については、若干高価ではあるが、JICA ガイドラインでも規定されており、先方も希望している事もあり、ケーシングパイプとして選択する。

スクリーンパイプは、上記のケーシングパイプ選択の際に考慮した諸要素に加えて、集水面積（開口率）が約 20%の強化ファイバーグラス管を選択する。

井戸の標準図は、図 3-3 に示すとおりである。

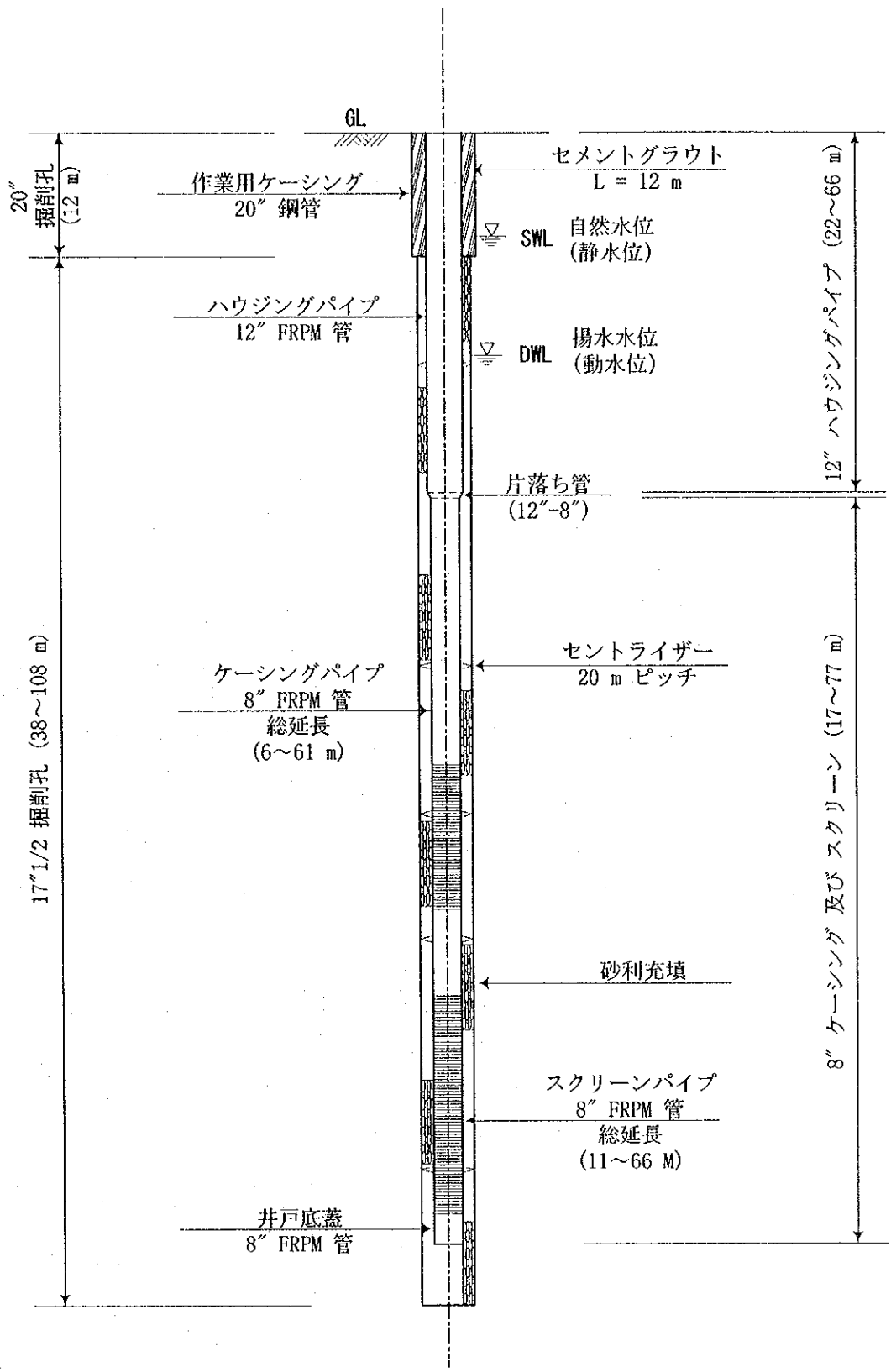


図 3-3 井戸標準図

## 2) 揚水設備

### i) 全揚程

各対象地区毎のポンプの全揚程は計画揚水量を基に、各配水ボックスまでの実揚程及びパイプ損失水頭に末端での必要水頭を加えて算出する。(パイプ損失については、灌漑施設、パイプラインの項参照)

末端での必要水頭については、アルファルファバルブの有効水頭を考慮する。アルファルファバルブの有効水頭は以下の式により行う。

$$Q = C \times A \times (2gh)^{1/2}$$

ここに、

Q : 給水量 (lit/sec)

C : 流量係数

A : 断面積 (m<sup>2</sup>)

g : 重力加速度 (9.8 m/sec<sup>2</sup>)

h : 有効水頭 (m)

アルファルファバルブの流量係数Cはメーカーや開度により種々変化するが、中間開度時のCは概ね0.35~0.40であり、この中間値を用いる。給水量については最大給水量を使用し、有効水頭を算出する。

$$Q = 30 \text{ lit/sec}, C = 1/20 \times (0.35 + 0.40) = 0.375$$

$$A = (1/2 \times 0.20)^2 \times 3.14 = 0.0314 \text{ m}^2$$

以上により計算すると、有効水頭は

$$h = 0.331 \text{ m}$$

となる。

末端での必要水頭は、この有効水頭に、田面より圃場内貯水槽水面までの高さ(最大値で0.70 m)を加え、余裕水頭を見込み田面より2.0 mとする。

各対象地区毎のポンプの全揚程の算出結果は以下のとおりである。

表 3-3-8 ポンプ全揚程

No.	地区名	計画揚水量 (lit/sec)	ポンプ実揚程 (m)	パイプ損失 (m)	末端での必要水頭 (m)	ポンプ全揚程 (m)
1	ボンゴ I	30	16.99	3.99	2.00	23
2	ボンゴ II	30	17.55	1.36	2.00	21
3	ボンゴ III	30	24.72	4.31	2.00	31
4	テンボック	30	8.34	1.92	2.00	13
5	パレベ	30	13.25	2.00	2.00	18
6	ラノオハ	24	25.98	2.78	2.00	31
7	ラノメト	24	14.32	1.68	2.00	18
8	ラブル	10	22.80	1.30	2.00	27
9	モロインダ	24	21.90	2.23	2.00	27
11	カレンブカハ	12	57.07	1.93	2.00	61
12	パラカヘンビ	12	24.37	1.37	2.00	28
13	ナワンゲワ	11	11.00	0.25	2.00	14
14	マゲパンダ	10	10.85	0.66	2.00	14
17	トトマラ	10	25.85	0.94	2.00	29

## ii) ポンプ形式の検討

本計画では全ての地区で吸い込み揚程が7 m以上になるので、セントリフューガルポンプは採用しない。採用ポンプの可能性として、バーチカルタービンポンプ及び水中ポンプがある。

バーチカルタービンポンプは、深井戸用ポンプとしては、「イ」国にて最も一般的に使われているタイプであり、地上に主要機械部があるため、保守管理が容易であると共に砂に対する耐久性にも優れている。また、地下水開発事業所の機械工による修理が可能のため、修理ができずに稼働してないという事例は今回の調査では見当たらなかった。

水中モータポンプは、電気系統の故障に対して、地下水事業所に電気工が居らず、機械工では対応できないため、「イ」国ではあまり使われてない。現地調査においても、水中モータポンプを使用している既存の地区で、修理ができなくて稼働していない事例が2例確認された。インドネシア、特に地方では、まだ水中モータポンプは保守管理上に問題があると判断される。

「イ」国側も、維持管理の面からバーチカルポンプの方を希望していることから、本計画ではバーチカルタービンポンプを採用する。

## iii) 原動機の検討

ポンプ用の原動機は、ディーゼルエンジンと電動機が考えられる。各地区とも公共電力が来ており電動機の採用は可能であるにもかかわらず、本計画地域では公共電力による電動機の使用は皆無である。その理由としては、公共電力は料金が大きく、雨期のポンプ運転の必要が無い時でも基本料金を徴収され、経済的でないことをあげている。ディーゼルエンジンと電動機の運転費用の比較をすると、電動機は、ディーゼルエンジンを使用したときより、年間、約百万ルピア余分に費用がかかる(表 3-3-9 参照)。

したがって、ポンプ用の原動機は、ディーゼルエンジンを採用する。



表 3-3-9 ディーゼルエンジンと電動機の1年間の運転費用の比較

ディーゼルエンジン		電動機	
必要出力	12.66 ps	必要出力	9.31 kw
燃料消費量	0.19 lit/hr	電気基本料	17,000 Rp./kVA/m
燃料単価	550 Rp./lit	電気単価	116.5 Rp./kWh
運転時間	3,110 hr/year	運転時間	3,110 hr/year
燃料費	4,114,437 Rp./year	電気代	5,272,393 Rp./year

\* 必要出力、運転時間については、ボンゴIを事例とした。

ポンプ用のディーゼルエンジンの出力は下記公式により算定する。

$$L = (K \cdot Q \cdot H \cdot r) / (n/100) / nt$$

$$P = L \cdot 0.7355$$

ここに、

L : ポンプ軸動力 (kW)

K : 定数 (kW の場合 K=0.163)

r : 揚液比重 (水の場合 r=1.0)

n : ポンプ効率 (%)

Q : 吐出量 (m<sup>3</sup>/min)

H : 全揚程 (m)

nt : ギア損失 (バーチカルポンプの場合 nt=0.92)

P : 原動機出力 (ps)

ディーゼルエンジンの出力を下表に示す。

表 3-3-10 ポンプ口径及びエンジン出力

No.	地区名	ポンプ口径 (mm)	エンジン出力 (ps)	No.	地区名	ポンプ口径 (mm)	エンジン出力 (ps)
1	ボンゴI	150	12.65	8	ラブル	150	4.95
2	ボンゴII	150	11.55	9	モロインダ	150	11.88
3	ボンゴIII	150	17.61	11	カレンブカハ	150	13.43
4	テンボック	150	7.15	12	パラカヘンビ	150	6.16
5	パレベ	150	9.90	13	ナワングワ	150	2.82
6	ラノオハ	150	13.65	14	マゲパンダ	150	2.57
7	ラノメト	150	7.92	17	トトマラ	150	5.32

### 3) ポンプハウス

鉄筋コンクリート構造とし、壁はコンクリートブロック積みモルタル仕上げとする。屋根は波型亜鉛引き鉄板を使用し、勾配をつける。基礎は直接基礎とし、表土は置き換え、十分な支持が得られることを確認して施工する。

井戸ポンプの設置及び点検修理に備えて、天井にチェーンブロックを設置する。チェーンブロック設置のための施設を、H鋼にて作成する。

ポンプハウス及び揚水設備配置図を図 3-4 に示す。



#### 4) 灌漑施設

##### i) パイプライン

パイプラインの管径は、下記に示すポンプ圧送時の経済的流速を目安に決定した。

管径	経済的流速
φ 75～φ 150	0.7～1.0m/s
φ 200～φ 400	0.9～1.6m/s
φ 450～	1.2～1.8m/s

各ブロックの管路毎の流量、管路延長及び管径は、以下のとおりである。

表 3-3-11 送水管計画諸元

	地区名	流量 (m <sup>3</sup> /s)	延長 (m)	管径 (mm)	管種
1	ボンゴⅠ	0.030	1,834	φ 200	PVC
2	ボンゴⅡ	0.030	2,246	φ 200	PVC
3	ボンゴⅢ	0.030	2,224	φ 200	PVC
4	テンボック	0.030	2,107	φ 200	PVC
5	パレペ	0.030	2,385	φ 200	PVC
6	ラノオハ	0.024	1,870	φ 200	PVC
7	ラノメト	0.024	2,234	φ 200	PVC
8	ラブル	0.010	732	φ 150	PVC
9	モロインダ	0.024	2,531	φ 200	PVC
11	カレンブカア	0.012	929	φ 150	PVC
12	パラカヘンビ	0.012	727	φ 150	PVC
13	ナワングワ	0.011	720	φ 150	PVC
14	マゲバンダ	0.010	765	φ 150	PVC
17	トトマラ	0.010	872	φ 150	PVC
	計		22,176 m		

送水管の管種は内水圧と外圧（埋設圧）、耐食性、経済性、施工性等により決定される。対象管種として、鋼管、ダクタイル管、強化プラスチック管、硬質塩ビ管等があるが、それぞれの特質を以下に述べる。

- 鋼管 : 現地施工時の溶接技術に対して必ずしも信頼できない。高価である。
- ダクタイル管 : 強度が大きい、重量も大きい。また、高価である。
- 強化プラスチック管 : 軽量で、施工性が良いが、高価である。
- 硬質塩化ビニール管 : 軽量で、施工性が良く、安価である。強度は上記管種に比べ劣るが、今回計画のパイプラインで求められる強度には十分対応できる。

比較検討の結果、本計画では安価で、現地で入手可能な耐食性、耐電食性に優れ、かつインドネシアの地下水灌漑事業で採用されている、硬質塩化ビニール管とする。

ポンプの停止時及び仕切弁を閉めたときに生じる水撃作用を検討すると最大でも 1.2 kgf/cm<sup>2</sup>である。これに動水圧（最大でも 1.2 kgf/cm<sup>2</sup>）を加えて算出した設計水圧により、適正な管厚を検討する。

ポンプ全揚程に含まれる送水管の摩擦損失は、上記の決定管種をもとに次のヘーゼンウィリアム公式により求めた。

$$hf=10.67 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L \cdot (1+n)$$

ここに、

hf	: 摩擦損失水頭 (m)
C	: 流速係数 (FRP 150, PVC 150)
D	: 管径 (m)
Q	: 流量 (m <sup>3</sup> /s)
L	: 管路長 (m)
n	: 異型管等の損失を考慮した係数 (0.05)

パイプラインの維持管理のため、仕切弁及び通気施設を設ける。制水弁は事故の復旧補修、点検等でパイプラインの流水を遮断する目的で、ポンプの直下流及びパイプライン主要な分岐点に設ける。また、縦断形状の凸部及び 500m に 1ヶ所の割合で通気施設を設ける。基本的にはパイプスタンドタイプとするが、動水圧が高い場合は空気弁とする。縦断形状の凹部には排泥弁を設ける。

## ii) 配水ボックス

水深が 1 m 未満と浅く、土圧もかからないことから、煉瓦積みモルタル仕上げ構造とする。吐出栓として、現地産の簡易なアルファルファバルブを設置する。バルブ部のボックスには、決められた管理者に限り操作できるよう、蓋を設け、鍵が掛かるようにする。圃場内貯水槽を併設するが、その容量の算定にあたり、バケツ等で灌漑可能な距離を配慮し、末端 1ヶ所で 4アール (20 m×20m) の園芸栽培面積に 5 mm/day の用水量を 1日分貯水する規模とする。

$$400 \times 0.005 = 2.0 \text{ (m}^3\text{)}$$

量水計として簡便な全幅堰を設けるが、圃場内貯水槽にて、量水のための沈静池としての機能を持たせる。

## 5) 営農雑用水施設

算定した営農雑用水施設の容量を以下に示す。

営農雑用水施設の容量

タイプ	容量 (m <sup>3</sup> )	対象地区番号
A	10	5
B	5	1, 2, 3, 8, 9, 11, 14, 17
C	2	4, 6, 7, 12, 13

鉄筋コンクリート構造とし、農民の使い勝手を考慮し、蛇口を設けるので、水槽の底高を地盤より 50 cm 上げる。ほこり、枯葉等の侵入を防ぐため、上部を有蓋構造とする。

## 6) 基本設計図

本計画の基本設計図は、添付の「図面集」を参照。

## (5) 運営・維持管理計画

灌漑開発事業の場合、施設建設後の適切な運営・維持管理によって事業の便益と持続性が確保される。「イ」国においても運営・維持管理は最重要課題の一つとして認識されており、1999年4月には、水管理の制度改革方針が政府（ハビビ大統領）より発表されている。またそれを受けて国家経済開発計画庁（BAPPENAS）が、世銀宛に水資源および灌漑セクターのリフォームプログラムを表明している。ここでは、現在「イ」国政府が打ち出している方針に沿って、本地下水灌漑開発事業のための運営・維持管理計画を以下のごとく策定し提案するものである。

### 1) 運営・維持管理のコンセプト

プロジェクトで建設される地下水灌漑施設は、施設が建設された時に、独立した組織としてそれぞれ個々にその受益農家全員で構成する水利組合（以下WUAという）を創設し、それら各WUAがそれぞれ責任をもって運営・維持管理することとする。

WUAの創設、運営、施設の運営・維持管理については、地下水開発事業所（以下PATという）を中心とした関連政府機関、組織などが支援することとする。また、施設完成後2年間の運転費用は、現行どおりPATの補助金で賄うこととする。

## 2) 運営・維持管理における WUA の役割と組織

地下水灌漑システムの運営・維持管理において WUA は、PAT の支援の下で下記のとおり直接的責任となる役割を持つこととする。

- ① 季節ごと或いは年毎の作付計画の決定
- ② 灌漑計画の策定と灌漑地区全域への公正かつ適切なる灌漑用水の配分
- ③ 施設を常に良好な状況に保つための保守・点検および軽微な修理を含む日常の維持管理
- ④ 施設の定期的な機能チェックおよびオーバーホールないしリハビリテーション
- ⑤ 地下水水位及び水質のモニタリング
- ⑥ 施設の更新計画とその実施
- ⑦ 灌漑および作物栽培などの農業に関する知識と技術を受益農家に普及
- ⑧ 組合の活動資金、施設更新のための積立金を含む施設運営維持管理費用のための水利費徴収と資金の管理
- ⑨ 組合員に対する、規則及び規制（違反した場合の罰則も含む）の遵守のための指導

WUA の執行部は、民主的方法で組合員の中から選ばれる 3 人の役員（組合長、幹事および経理）で構成され、その下に WUA で雇用されるオペレーター（PAT が選定）と各ブロック責任者を配置し、その全体の頭に決定機関としての総会を置く（図 3-5 参照）。

WUA の各役員およびオペレーターの主な任務は下記のとおりである。

### <組合長>

- WUA の運営管理の総責任
- PAT を初めとする関係官庁／関連組織から支援をうけるための活動
- WUA スタッフの監督
- もめごとの仲裁
- 月例或いは季節ごとの総会の開催
- 作付計画案と灌漑計画案の策定
- 灌漑用水の配分の責任

### <幹事>

- 事務全般
- 燃料、オイル、消耗品などの購入、管理
- スペーパーパーツの管理
- ブロック責任者との協同での吐き出しバルブの操作
- オペレーターの監督

<経理>

- 水利費の徴収
- 経理事務
- 文書管理

<オペレーター>

- ポンプとエンジンの運転
- ポンプとエンジンの保守点検整備
- 地下水位及び水質のモニタリング
- 運転の記録（運転時間、燃料および潤滑油の消費量、揚水量、静水位、運転水位、電気伝導度等）
- ポンプ小屋の管理

3) WUAによる運営・維持管理の実践

a. オペレーション

ブロックごと或いは農家ごとが勝手気ままに作物を選択し、または作付時期を決めていては、システム全体のオペレーションが難しくなるので、WUAは組合員全員のコンセンサスの下で、年間或いは季節ごとの作付計画と灌漑計画を立てる。灌漑は、有効かつ円滑な水管理のため、ブロックごとの輪番灌漑を行うこととする。その水管理の方法は下記のとおりとする。

- ① 灌漑用水の欲しい農家は、所定のフォームで配水の要請をブロック責任者経由で、組合長に提出する。
- ② 組合長は、決められた輪番灌漑の下で、必要に応じて調整を行い、幹事に配水の指示を行う。
- ③ 幹事は、ポンプの運転をオペレーターに指示し、自らブロック責任者立会の下で、バルブの操作を行う。この時、1ブロックを同時に灌漑することを原則とする。
- ④ オペレーターは、ポンプの運転実績（運転時間、流量）を組合長と経理に報告する。
- ⑤ 経理は、その運転実績に基づいて要請を出した農家から水利費を徴収する。但し、水利費徴収の方法は、書くWUAで決めた方法によって異なる。

運営・維持管理の費用については、全て組合員が負担することとする。その負担／徴収の方法については組合員合意の下で決定する。また、徴収の方法としては下記の方法が考えられる。なお、WUAの財務は、WUA独自の責任の下で行う。

- ① WUAに登録時にメンバーフィー或いは登録料を徴収する。
- ② ポンプのランニングコスト、オペレーターの給料および配水システムの維持費、井戸、ポンプ設備の維持費をカバーする運営・維持管理費用を、運転時間ベースでその都度、



或いは作物収穫後徴収する。

- ③ 施設の更新費用の積立金を、収穫ごとに、作付面積ベース或いは所有面積ベースで徴収する。

なお、以上の水利費は、施設供用開始時から徴収し、政府が運転費用の補助金を出す2年間でストックファンドを形成し、WUAの経営基盤を確立する。また、ストックファンドは、組合員に対する融資の財源としても活用する。

#### b. ポンプ設備の維持管理

ポンプおよびエンジンの維持管理は、運営・維持管理マニュアル（PAT作成）にある保守点検整備の手引きに従ってオペレーターが行う。一般にバーチカルポンプの潤滑オイルは、2,000hr毎に、ディーゼルエンジンは、120hr毎にオイル交換、8hr毎にグリースを、240hr毎にオイルフィルターの交換を行わなければならない。これらは、全て記録し、異常があれば組合長に報告し、PATの支援の下で修理を行うこととする。

#### c. 地下水位の監視

オペレーターは、ポンプの運転に際し、井戸内の静水位、運転水位及び電気伝導度をモニターし、異常が発生したら速やかに組合長に報告する。

### 4) WUA支援体制

これまで天水農業を営んできた農家で新規に組織されるWUAが、地下水灌漑施設の運営・維持管理及び灌漑農業を独自の責任において持続的に進めていくためには、下記のごとくの支援が必須である。

- ① 先ずWUAの創設と役員を選任および規約作りを含む体制作りの指導
- ② 組織運営の指導・訓練
- ③ 運営開始から一定期間（2年間）のポンプ運転に係る経費の補助
- ④ 水利費および徴収方法の決定に対する助言
- ⑤ スtockファンド作りの指導と助言
- ⑥ ポンプのオペレーションおよび維持管理の技術指導と訓練
- ⑦ 作付計画の指導と助言
- ⑧ 水管理の指導と助言
- ⑨ 施肥、病害虫コントロールの指導と助言
- ⑩ 作物栽培技術の指導と助言
- ⑪ 収穫後処理技術の指導と助言
- ⑫ 施設更新資金の支援
- ⑬ 投入材の供給およびマーケティングサービス

上記の支援は、PAT が調整役となり、ハード面の技術的支援を PAT 自身、営農面の技術指導を農業事務所、組織の運営面の支援をPATおよび州・県・村レベル政府の支援、経済的支援およびマーケティングサービス等を村単位協同組合（KUD）がそれぞれ担当する。

WUA の組織とそれを支援する組織の構図は、次のとおりである。

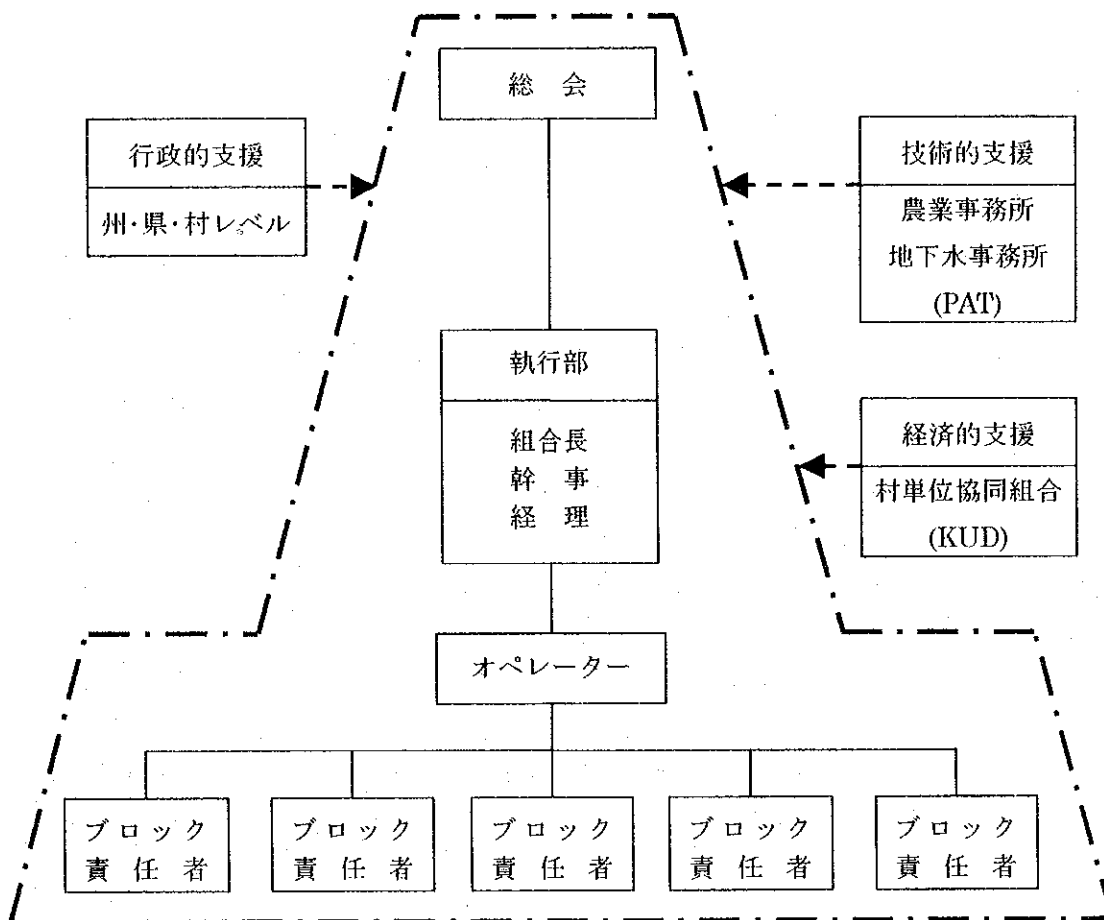


図 3-5 地下水灌漑事業地区水利組合の構図

#### 5) その他運営・維持管理対策

上記の支援がプロジェクトの成否にとって重要であることは既に述べたが、その他本プロジェクトでは、受益農家の参加意識を高めることが有効であると判断し、プロジェクトの初期段階から受益農家に参加してもらうため、下記事項の実施を提案する。

- ① 詳細設計時に各地区でコンサルタントと水資源総局で受益農家を集め、プロジェクトの説明会を開催する。
- ② 建設工事において、請負業者が受益農民を作業員として雇用するよう図る。
- ③ 建設工事期間中に、コンサルタントとPATの支援でWUAを創設する。

また、WUAが適切な運営・維持管理を実行出来るよう、施設建設完成までに、コンサルタントの支援でPATが下記の内容を含む運営・維持管理マニュアルを作成する。

- 会員名簿
- 組織図と各スタッフの役割
- WUAの規定
- 水利費とその徴収方法
- 井戸、吐き出しボックス、パイプライン、ローテーションブロック、土地所有界と所有者名などの明記された平面図
- 建設した井戸の特性（安全揚水量を含む）とその維持管理留意事項
- 井戸に据え付けたポンプとエンジンの詳細とそれらの運転・維持管理方法（保守点検整備の手引き、スペアパーツリストを含む）
- 配水システムの詳細と操作・維持管理方法
- 標準作付計画
- 水管理方法・ローテーション灌漑方法およびスケジュール
- 営農用雑用水貯水槽の利用と管理の方法
- 地下水位及び水質のモニタリングの方法

なお、WUAの規定及び水利費とその徴収方法の決定は、組合員の総意で行うことであるが、PATがこれを支援する。合わせて、ストックファンドの創設と施設更新費用の積み立てを強力に推奨することとする。

### 3-4 プロジェクトの実施体制

#### 3-4-1 組織

本計画の担当管庁は、インドネシア共和国公共事業省水資源総局 (Directorate General of Water Resources Development (DGWRD), Ministry of Public Works) である。DGWRD は、農業基盤整備、水資源開発、治水事業を担当する部局であり、計画局、技術指導局、水資源開発保全局、東部、中部、西部の各地域建設局の6局で構成されている。本計画の実務上の受入窓口は、調査、研究、詳細設計の指導、技術基準の制定、各事業実施に際しての技術審査を担当している技術指導局の地下水部 (Sub-directorate of Groundwater, Directorate of Technical Guidance) である。事業実施段階においては、東部地域における事業実施、運営・維持管理、各地方建設局の指導、監督を担当している東部建設局 (Directorate of Implementation Guidance for East Region) が関与する。そして今回計画の事業実施機関は、計画対象地域が東部地域の3州4地域に分散していることから、東部建設局管轄下の下記州レベル出先機関となる。

表 3-4-1 事業実施機関

対象地域	出先実施機関 (所在地)
北スラウェシ州	北スラウェシ灌漑事業所、北スラウェシ地下水開発事業所 (コタモバグ) North Sulawesi Groundwater Development Sub-project Office (in Kotamubagu), North Sulawesi Irrigation Project Office (in Manado)
南東スラウェシ州	南東スラウェシ灌漑事業所、南東スラウェシ地下水開発事業所 (クンダリ) South-east Sulawesi Groundwater Development Sub-project Office (in Kendari), South-east Sulawesi Irrigation Project Office (in Kendari)
NTT 州スンバ	NTT チモール・スンバ灌漑事業所、チモール地下水開発事業所 (クパン) Timor Groundwater Development Office (in Kupang), Timor-Sumba Irrigation Project Office (in Kupang)
NTT 州フローレス	NTT フローレス灌漑事業所、フローレス地下水開発事業所 (マウメレ) Flores Groundwater Development Office (in Maumere), Flores Irrigation Project Office (in Ruteng)

また、地下水灌漑事業には上記の他、契約関係で DGWRD 下の計画局が、調整・指導で公共事業省直轄で各州に配置されている地方公共事業所が、事業計画と予算配分で国家計画省と大蔵省が、運営と管理で自治省管轄下の州政府州灌漑サービス部が関与する。

以上の関係を東部地域灌漑施設整備計画関連公共事業省組織図として図 3-6(1) に示す。また、上記4地域の地下水開発事業所の組織図を図 3-6(2) から図 3-6(5) に示す。

なお、「イ」国は現在地方分権化を進めており、1999年4月に成立した地方行政法の下で今後中央政府の縮小と地方行政の強化を含む抜本的改革が実施されると予測され、具体化が早ければ本件実施機関についてもその影響が及ぶものと考えられる。

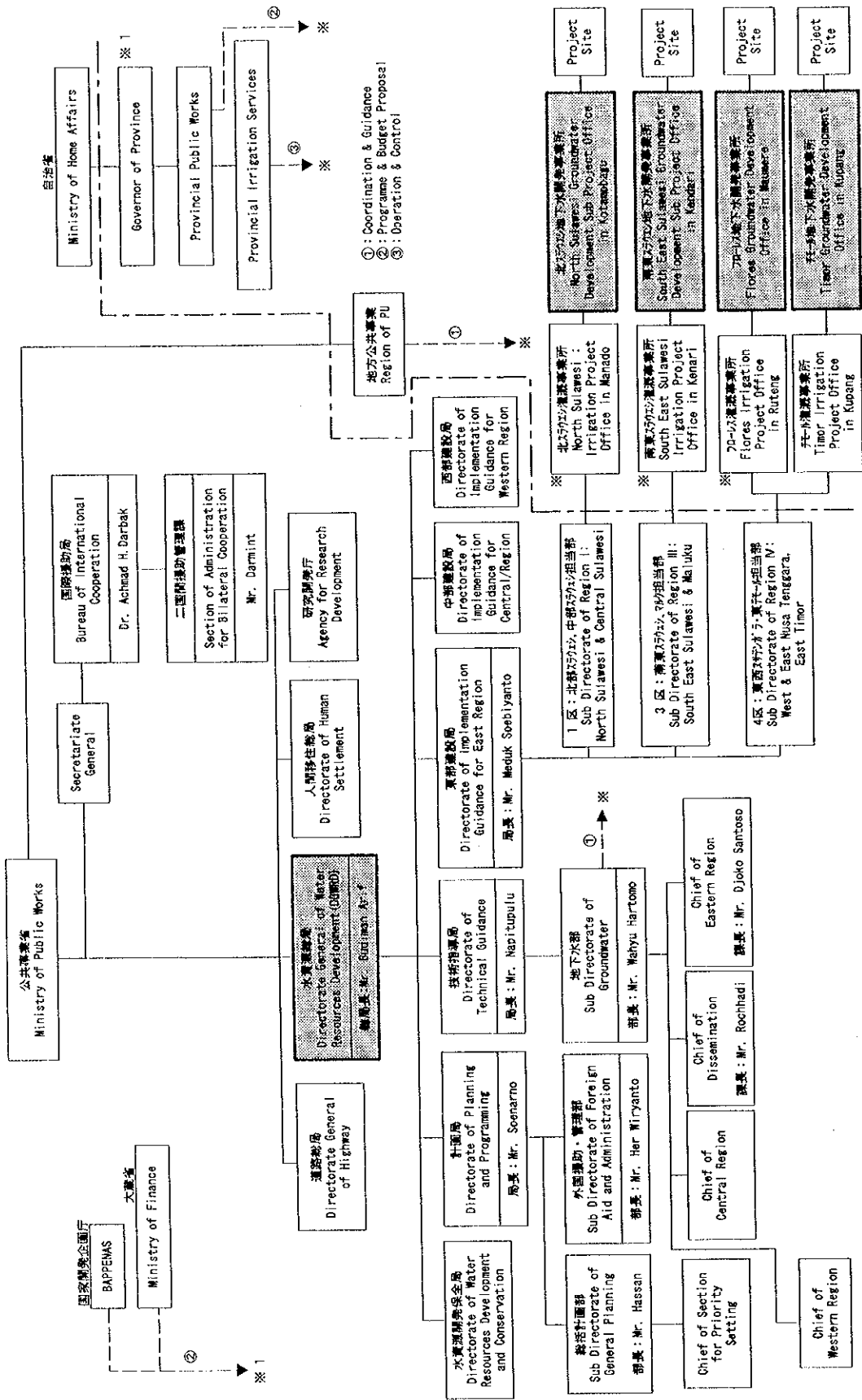


图 3-6-(1) 公共事業省水資源給局地下水灌漑開運事業組織図

--- Border Line between Central and Province



### 3-4-2 予算

#### (1) 水資源総局

水資源総局 (DGWRD) の予算は、第 6 次国家開発 5 ヶ年計画においても、最近でも国家開発予算の約 6% を執行しており、その内の灌漑開発は 60% 近くを占めている。開発予算としては、「イ」国政府の独自予算 (内貨) に加え、外国或いは国際機関からの援助資金 (外貨) があてられており、水資源開発においては外貨の割合が大きい。DGWRD の近年の予算は、下表に示すとおりである。

表 3-4-2 水資源総局の予算

(単位: 千ルピア)

年度	内貨	外貨	総計
1996/1997	1,195,071,605	890,604,884	2,085,676,489
1997/1998	1,078,639,032	1,077,722,262	2,156,361,294
1998/1999	1,114,727,014	2,747,769,096	3,862,496,110
1999/2000	1,164,912,583	2,274,858,347	3,439,770,930

出典: 水資源総局提供資料

#### (2) 地下水開発事業所

水資源総局では、各公共事業省州事務所が策定する地下水開発事業計画を含む年間灌漑事業計画及び予算案をとりまとめて国家開発企画庁 (BAPPENAS) に提出し、承認されると各州政府予算として計上される。灌漑開発予算の中で地下水開発予算の占める割合は、年によってかなり上下があるが、概ね 5% から 15% である。地下水開発予算の費目を大きく分けるとプロジェクト管理費、調査・設計費、機材調達費、灌漑施設建設費 (生活用水施設建設費を含む) および運営維持管理費であり、運営維持管理費には、施設建設後 2 年間のポンプの運転のための燃料代、オイル代、オペレーターの給料、交通費および WUA・オペレーターなどのトレーニング費用などが含まれている。運営維持管理費が地下水開発予算の中で占める割合は、各事業所が抱える建設完了後 2 年以内の地下水灌漑施設の数により 1% から 15% の範囲でばらついている。現地調査の結果、補助の対象になっている新規地下水灌漑施設が計画どおり運営されていることが確認された事から判断しても、運営・維持管理費の予算措置には問題ない。

本プロジェクトに関連する地下水開発事業所の最近の予算とその内訳は、表 3-4-3 に示すとおりである。

表 3-4-3 地下水開発予算

(単位：千ルピア)

項目	過去3年間の予算			今年度	予算
	1996	1997	1998	1999	(今後)
北スラウェシ州					
プロジェクト管理費	153,248	150,628	93,383	171,744	170,000
調査・設計費	37,582	180,347	171,893	310,500	308,000
機材調達費	604,428	173,782	333,498	1,170,000	1,162,000
灌漑施設建設費	1,358,114	740,514	1,590,121	1,914,415	1,901,000
運営維持管理費	190,946	167,999	152,761	354,258	351,000
合計	2,344,318	1,413,270	2,341,656	3,920,917	3,892,000
南東スラウェシ州					
プロジェクト管理費	44,080	61,530	46,770	183,904	182,000
調査・設計費	104,424	0	0	420,000	416,000
機材調達費	549,615	399,217	434,875	1,620,000	1,606,000
灌漑施設建設費	1,556,476	1,660,885	1,794,783	3,477,000	3,447,000
運営維持管理費	48,296	44,781	52,688	56,604	56,000
合計	2,302,891	2,166,413	2,329,116	5,757,508	5,707,000
東ヌサテンガラ州チモール・スンバ					
プロジェクト管理費	101,468	131,401	77,085	145,672	144,000
調査・設計費	241,744	0	0	250,000	248,000
機材調達費	0	670,000	55,939	1,417,500	1,407,000
灌漑施設建設費	2,637,847	2,048,368	2,099,859	1,187,350	1,179,000
運営維持管理費	67,075	162,310	49,000	546,218	542,000
合計	3,048,134	3,012,079	2,281,883	3,546,740	3,520,000
東ヌサテンガラ州フローレス					
プロジェクト管理費	91,899	89,668	89,454	66,285	65,000
調査・設計費	0	17,884	0	215,520	214,000
機材調達費	358,917	478,400	335,000	270,000	268,000
灌漑施設建設費	209,991	425,538	532,000	1,132,960	1,125,000
運営維持管理費	55,080	68,283	145,100	165,817	164,000
合計	715,887	1,079,773	1,101,554	1,850,582	1,836,000

出典：各地下水開発事業所提供資料

## 3-4-3 要員・技術レベル

各地下水開発事業所は、事業所長（全て地下水開発の技術職）の下に組織される経理、総務、さく井、維持管理、灌漑施設建設などのセクションに、事務系職員、技術系職員、オペレーター、技能職員が配置されており、それぞれが抱えている職員数は、表 3-4-4 に示すとおりである。各事業所とも事業実施のため、少なくとも1名の実務経験10年以上の大卒エンジニアをフィールド・スーパーバイザーとして、また2名の大卒エンジニアをアシスタント・フィールド・スーパーバイザーとして配置しており、直営で事業実施をする場合でも、民間業者に発注して工事を実施する場合でもその体制は整っており、本プロジェクトを実施して行く上での問題はない。但し NTT スンバは、チモール島のクパンにある地下水開発事務所が管轄しており、スンバ島には現在



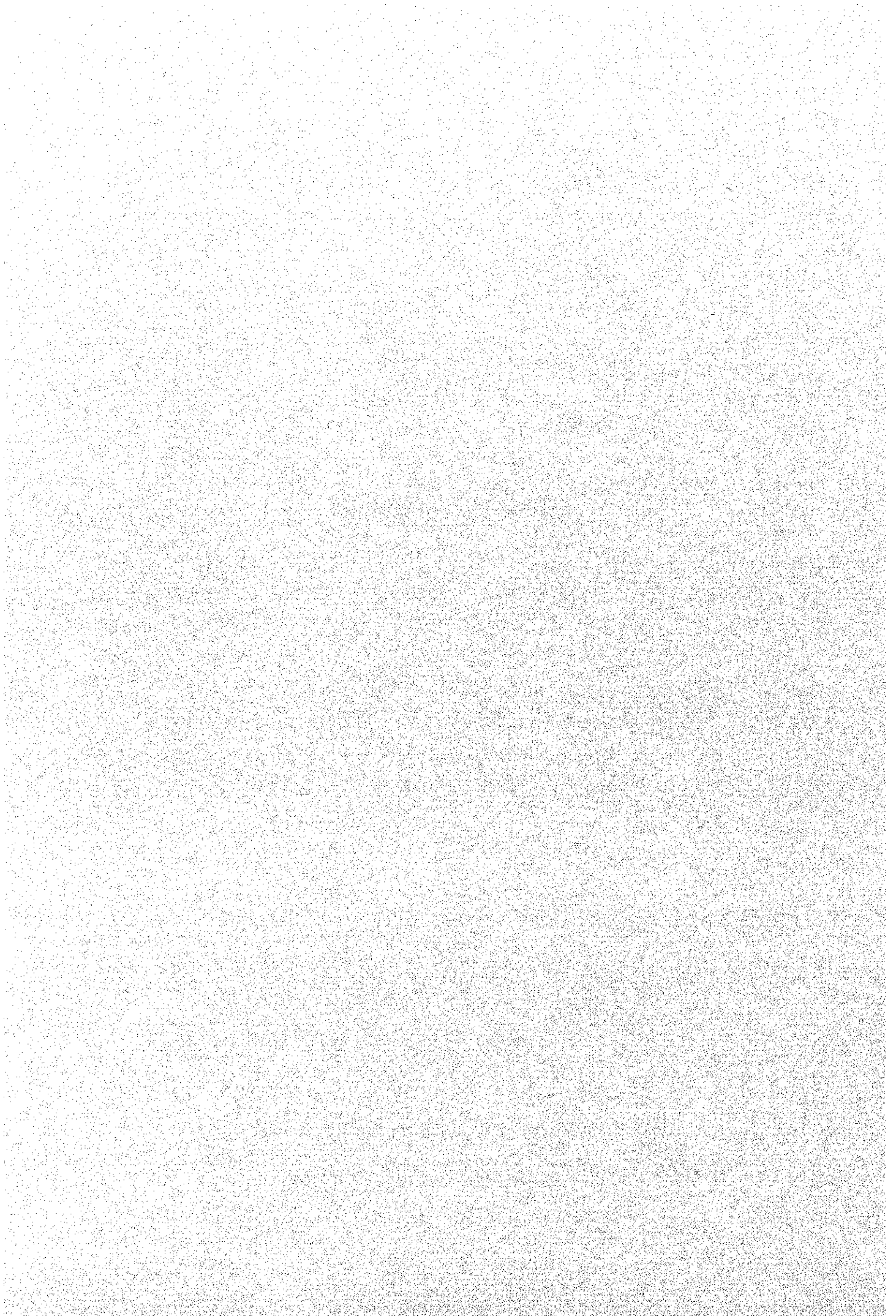
出先事務所はないため、クパンから出張ベースで対応する他、チモール灌漑事業所管轄下のスンバ灌漑事業所や州政府の東スンバ県公共事業事務所などの関係機関が支援している。

表 3-4-4 地下水開発事業所の職員数

地下水開発事業所	職員数	備 考
北スラウェシ地下水開発事業所	48 人	'97.4 現在、上級職 4 人、 日給雇 17 人
南東スラウェシ地下水開発事業所	30 人	'98.3 現在、上級職 2 人、 日給雇 19 人
チモール地下水開発事業所	44 人	'97.1 現在、上級職 4 人 日給雇 19 人
フローレス地下水開発事業所	36 人	'99. 4 現在、上級職 4 人 日給雇 17 人

出典：各地下水開発事業所提供資料

## 第4章 事業計画



## 第4章 事業計画

### 4-1 施工計画

#### 4-1-1 施工方針

##### (1) 施工の基本方針

本計画は、深井戸、ポンプハウスおよび灌漑施設の建設並びにそれら施設と一体となる資機材の調達から成る。したがって、主契約者を建設業者あるいは、建設業者と商社の共同企業体とする一括契約を前提とした入札を実施して請負業者を調達することとする。

主要工事の一つである深井戸掘削は、1996、1997年度の日本政府の無償資金協力資金協力として実施された「東部地域灌漑機材整備計画（1/2期）」及び「同（2/2期）」で調達された掘削機材を使用して行うこととする。

工事施工においては現地業者を下請業者として活用することとする。また、工事においては、業者が地元農民を作業員として雇用するよう指導し、当該地区の経済への好影響と受益農民のプロジェクト参加意識を高めるよう図ることとする。

施工期間は、単年度の無償資金協力資金での実施を前提に1年以内とする。

##### (2) 事業実施体制

本事業を日本政府の無償資金協力で実施する場合、「イ」国政府の行政管轄区分に基づき、公共事業省水資源総局（DGWRD）が担当官庁となり、責任機関は、中央レベルで東部建設局とその下部の各地域担当部となり、工事実施状況を監視する。技術指導局は、技術面と工学面で責任を持つ。州レベルでは灌漑事業所が管轄する地下水開発事業所が出先実施機関となる。出先実施機関は、本計画の事業実施地区が既述のとおりインドネシア東部地域全体に広く分散していることから、表1-15に載せた4つの地下水開発事業所となる。なお、実施機関の窓口役は、技術指導局地下水部が行うこととなる。

本計画を実施する場合の各段階での書面の署名人は下記のとおりである。

- コンサルタント契約：技術指導局長
- 入札図書承認：技術指導局長
- 工事契約：東部建設局長
- 工事の竣工証明：東部建設局長および技術指導局長

##### (3) 現地業者の活用

施工は我が国の建設業者が元請けとなり、「イ」国現地業者が下請けとなる形態で行なわれる。現地業者は、対象地区が分散していることと、工種がさく井工事と土木建設工事、ポンプ設備工

事及び建築工事に大きく分けられるので、複数の業者になる可能性が高い。この現地業者の選定に当たっては、業者が適切な現地業者を選定するよう契約の特記仕様書で選定に必要な条件を与えることとする。選定条件の一つとしては、DGWRD 関連の地下水灌漑施設建設工事の施工実績があることとする。

#### (4) 施工計画と体制

施工計画としては、資機材調達に要する日数、対象地区の分散状況、雨期・乾期および単年度の無償資金協力であることなどを考慮し、施工グループを2つ作る。第1グループに北スラウエシとNTT州スンバを、第2グループに南東スラウエシとNTT州フローレスを受け持たずこととする。それら2グループは、さく井班と土木・建築班で構成する。その他、ポンプ設備の据付および試運転を担当する作業班をそれぞれ編成する。

資機材調達は、業者契約後直ちに開始する。灌漑施設工事は、準備工に引き続き開始し、地区がまとまっているところは同時に、離れているところは地区ごとに順次実施して行く。井戸掘削は、井戸機材が現地に搬入される契約後4ヶ月目から開始する。1本の井戸建設に要する平均日数は、移動も含めて約30日であることから、北スラウエシおよび南東スラウエシでは、掘削機をそれぞれ2セット使用することとする。井戸掘削が終わり揚水試験完了後、ポンプハウスの建設を順次行っていく。ポンプ設備の据付・試運転は、ポンプ設備の現地搬入（契約後8ヶ月目）に合わせて開始し、地区ごとに完成させ、その都度引き渡して行くこととする。

#### (5) 技術者派遣

上記施工計画に合わせ、日本人技術者としては、工事全体の統括管理を担当する土木技術者の現場所長、資材管理・事務管理担当の事務管理者、各施工グループの施工中の出来形・品質および工程管理業務に従事する一般技術者（土木技師、さく井技術者）が必要と考える。

ポンプ設備の据付は、現地業者の技術者で対応できると考えられるが、さく井技術者については、今回調査によると、井戸の生命であるスクリーンの位置・長さの決定、そのための電気検層結果の解析等において現地業者の技術は非常に未熟であることが解り、日本人技術者による指導・監督と技術移転が必要であると判断した。

#### 4-1-2 施工上の留意事項

本計画の工事そのものは、特別な技術を必要とするものではないが、対象地区が広範囲に亘り分散していることで、日本人技術者の配置と管理、現地業者の選定、資機材の調達と搬入・管理、各工種間および資機材調達とのタイミングなどの点で十分な注意と配慮をもって施工計画をたてなければ、施工はうまく行かない。殊に、対象地区は他の地区或いはジャカルタとの連絡が直接とれないところが多く、飛行機の便も少なく不確定であるので、その状況に対応する策を十分に

とる必要がある。また、雨期のコンディションも十分に考慮しなければならない。

加えて、今回は「イ」国側提供の掘削機セットを無償で業者が借り受けて、それを使用して井戸掘削を実施するため、掘削機のオペレーターは有資格者であることを条件にするなど、貸与機械の慎重な扱いに留意することとする。

地元の経済、住民参加意識と持続可能なプロジェクトの推進のために、業者が極力地元農民を作業員として雇用するよう図る。

また、持続性という点で井戸掘削後に揚水試験により決定する安全揚水量も重要なポイントであるので、揚水試験とその試験結果の分析には十分な留意が必要である。なお、地区 No. 8, 9, 11, 12, 13, 14 および 17 については、海水侵入に対する安全を確認するため、井戸地点の標高を測定することと、段階及び連続揚水試験において電気伝導度を必ず測定することが必要である。また、No. 14 の揚水試験では、隣接井戸への影響を十分チェックする必要がある。

加えて、3-3-1 (2) の 5) で記述の通り、飲料水に必要な項目全てについて水質検査を行うこととする。

#### 4-1-3 施工区分

本事業実施の際の「イ」国側と日本側との施工区分としては、深井戸建設、揚水設備の調達と据付、ポンプハウスの建設および営農雑用水貯水槽を含む灌漑施設の建設等の主要工事は日本側の分担となるが、「イ」国側がその井戸掘削に使う下記深井戸掘削機材を無償で提供する。施設の用地は、全て受益農民が提供することになっており、「イ」国政府はこれに責任を持つ。

表 4-1-1 「イ」国側提供井戸掘削機

使用場所	掘削機材				調達年	一般無償	備考
	掘削機	コンプレッサ	泥水ポンプ	クレーン付トラック			
北スラウェシ州	TONE T-150	ATLAS COPCO	TONE NP. 1000	ISUZU	1998	(1/2 期)	
	TONE T-150	ATLAS COPCO	TONE NP. 1000	ISUZU	1998	(1/2 期)	
南東スラウェシ州	TONE T-150	ATLAS COPCO	TONE NP. 1000	NISSAN	1998	(1/2 期)	内 2セット
	TONE T-150	ATLAS COPCO	TONE NP. 1000	NISSAN	1998	(1/2 期)	
	KOKEN FSW-5T	HOKUETSU PDSF530S	KOKEN MG75WB-T	ISUZU FTS33H	1999	(2/2 期)	
NTT 州スハ	TONE T-150	ATLAS COPCO	TONE NP. 1000	NISSAN	1998	(1/2 期)	
NTT 州フローレス	KOKEN FSW-5T	HOKUETSU PDSF530S	KOKEN MG75WB-T	ISUZU FTS33H	1999	(2/2 期)	

注) (1/2 期) : 1996 年度東部地域灌漑機材計画 (1/2 期)

(2/2 期) : 1997 年度東部地域灌漑機材計画 (2/2 期)

#### 4-1-4 施工監理計画

実施設計及び施工監理は、両国間のE/N調印後、施主のDGWRDとコンサルタント間で締結される業務契約に基づき、日本法人のコンサルタントが実施する。業務契約書は当該E/Nに基づいて作成され、日本国政府の認証を受けた後に契約が発効する。コンサルタント業務は、実施設計業務と施工監理業務に大別される。

##### (1) 実施設計業務内容

実施設計に於ける現地調査では、14地区全てについて、PATとともに受益農民を集め説明会を開き、プロジェクトの内容を説明し、受益農民の参加者意識を高めるとともに、工事の円滑なる実施を図る。説明会では、更に灌漑用水の水管理について説明するとともに、WUAの重要性と役割およびプロジェクトの持続性について十分説明することとする。技術的には、受益地境界、所有界の確認、ポンプ場敷地の再確認、パイプラインの路線および配水ボックスの位置について受益農民の合意を取り付け、詳細設計の条件を固める。また、深井戸については、周辺井戸の更なる調査と追加資料を収集し、井戸の詳細設計に資することとする。また、「イ」国側が提供する深井戸掘削機材について、状況を確認する。

1.5ヶ月の現地調査に引き続き、国内作業で詳細設計を仕上げ、入札図書を作成し、契約後3ヶ月目後半に現地にて入札図書の承認をうける。それをうけて、入札に係る諸手続きを開始し、契約後4.5ヶ月後に入札を行う。

##### (2) 施工監理業務内容

施工監理は、既述の施工方針に即した体制で臨むこととし、その体制づくりにおいては、現地コンサルタントを施工監理補助技術者として活用することを考えることとする。

施工管理体制としては、日本人現場責任者のもと、現地コンサルタントの土木技術者2名で上記施工計画に合わせ、北スラウェシとNTT州スンバの施工と、南東スラウェシとNTT州フローレスの施工を分担監理する。現場責任者は、工事全体の統括監理のため現地コンサルタントが担当する各地区およびジャカルタへ定期的に行き、DGWRD、JICA及び大使館ならびに東京本社との連絡、報告、交渉、調整などを行うと同時に、各地区にてPATに協力してWUAの設立を支援することとする。

#### 4-1-5 資機材調達計画

セメント、骨材、木材、鉄筋等の一般土木資材については、すべての計画対象地区において近傍のマーケットで入手可能である。近傍のマーケットで入手できない資機材は、井戸建設工事に使用するバーチカルポンプ、ディーゼルエンジン、ケーシングパイプ（強化ファイバーグラス管）、また灌漑施設工事に使用する硬質塩化ビニル管、空気弁、仕切弁、アルファアルファバルブである。

既存井戸施設に設置されているバーチカルポンプは、一般に日本製あるいはアメリカ製が使用されている。アメリカ製については、我が国の単年度無償資金協力の条件下で、納期内に確実に調達することに問題があることから、日本調達とする。ディーゼルエンジンについては日本製とドイツ製が流通しているが、ドイツ製についてもアメリカ製のポンプと同様限られた期間内での安定的な調達に問題があることから、日本調達とする。ケーシングパイプ（強化ファイバーグラス管）については現地生産品がなく、第三国調達品もないことから日本調達とする。調達に要する期間については、バーチカルポンプ、ディーゼルエンジンについては6.5ヶ月（受注から製品完成まで4.5ヶ月、対象地区までの輸送2ヶ月）、ケーシングパイプについては3ヶ月（受注から製品完成まで1ヶ月、対象地区までの輸送2ヶ月）を見込む必要がある。

また、灌漑施設工事に使用する硬質塩化ビニル管、空気弁、仕切弁、アルファアルファバルブについては、ジャカルタおよびスラバヤに数社のメーカーはあり、どちらでも構造上、あるいは調達上問題がないことからスラバヤより調達する計画とする。

#### 4-1-6 実施工程

##### (1) 実施設計期間

本計画のE/N調印後の工事契約までのスケジュールは次のとおりである。

・設計・施工監理契約	約1ヶ月
・詳細設計現地調査	約1.5ヶ月
・詳細設計・入札図書作成	約1ヶ月
・入札図書承認	約0.5ヶ月
・入札手続・入札・工事請負契約	約1.5ヶ月

##### (2) 施工期間

本計画の工事は、既述のとおり前4地域を大きく2グループに分けることで、単年度の無償資金協力で実施できる。各工種ごとの所要期間は、下記のとおりである。

・準備工	約1ヶ月
・機材調達（井戸ケーシング類）	約3ヶ月



・機材調達（ポンプ、エンジン）	約6.5ヶ月
・井戸掘削	約5ヶ月
・ポンプ設備据付・試運転	約2ヶ月
・灌漑施設・ポンプハウス建設	約7ヶ月

以上を組み合わせると、全工事期間は工事契約認証から約10ヶ月となる。これをバーチャートで示すと図4-1のとおりとなる。

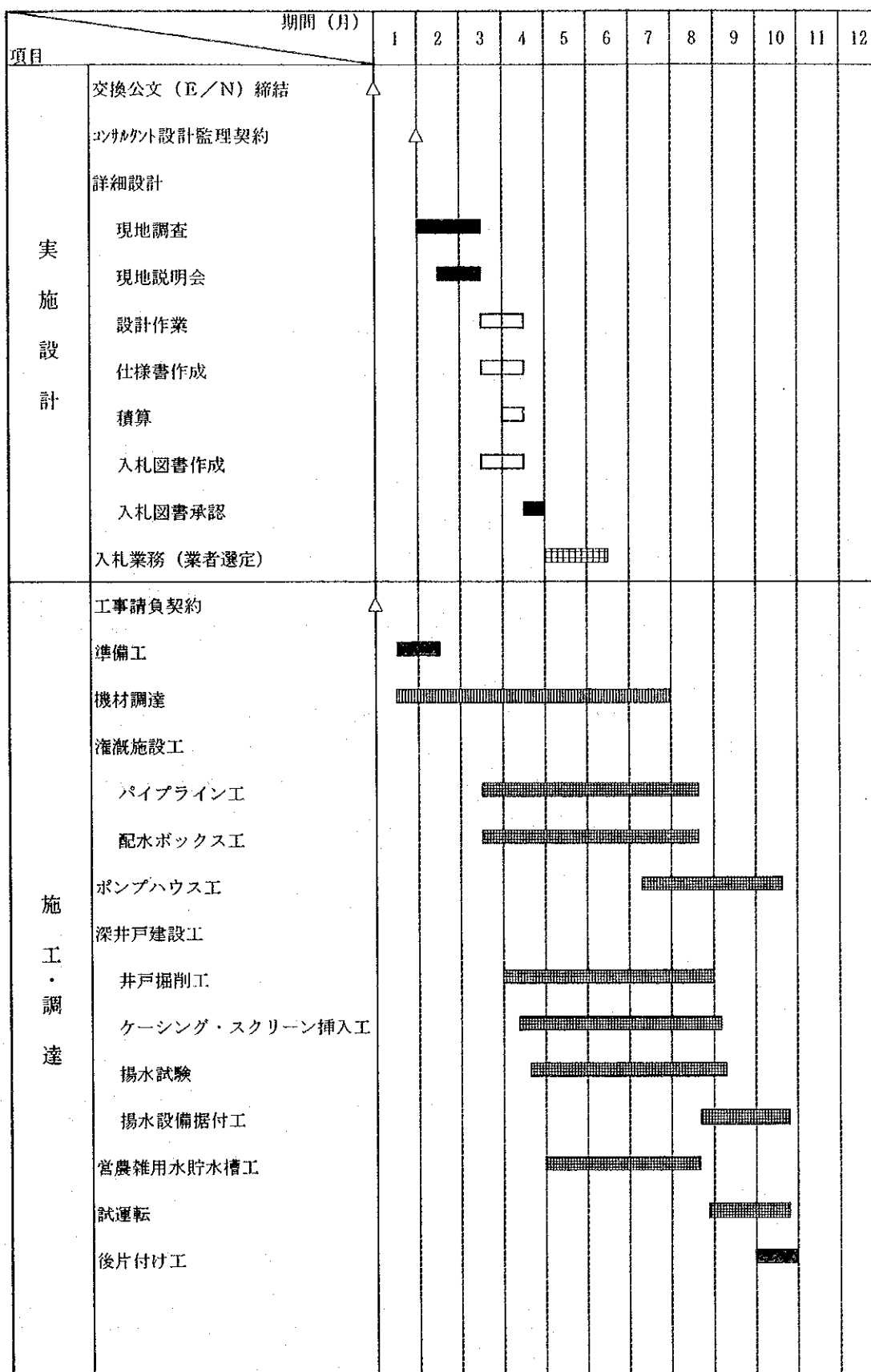


図 4-1 業務実施工程表

#### 4-1-7 相手国負担事項

ミニッツにより「イ」国側の負担工事以外の負担事項として確認された項目は以下のとおりである。

- プロジェクトに必要な資料と情報の提供
- プロジェクト実施に必要な用地確保
- 工事開始に先立ち用地の伐開（必要な場合）
- 工事開始に先立ち、資機材の内陸輸送のための道路および橋の通行の確保（必要な場合）
- 「支払い授權書」の通知手数料と称される、銀行取り決めに基づいて供与される日本国内の外国為替公認銀行への手数料の負担
- 無償資金協力に基づいてプロジェクトのために購入した資機材のインドネシア共和国の港における通関、免税措置、陸揚げおよび国内輸送が速やかに実施されることの確保
- 認証された契約のもとで実施される資機材とサービスの供与に関し、被援助国において賦課される関税、国内税及び国庫税の日本人に対する免除
- 認証された契約のもとで実施される資機材とサービスの供与に従事する日本人に対し、業務遂行に必要な資機材を被援助国へ持ち込む場合や滞在時に賦課される諸税に対する免税措置の実施
- プロジェクト実施上必要な許可、免許およびその他官許の発給
- プロジェクトで建設された施設の適切かつ有効なる使用と維持管理
- プロジェクト実施期間中にプロジェクト地域において、プロジェクトに関連して発生する住民あるいは第三者のあらゆる問題の調整とその解決

## 4-2 概算事業費

### 4-2-1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は約 5.76 億円となり、先に述べた日本と「イ」国側との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件により、次のように見積もられる。

#### (1) 日本側負担経費

事業費区分	事業費
(1) 建設費	278百万円
ア. 直接工事費	183百万円
イ. 共通仮設費	13百万円
ウ. 現場経費	61百万円
エ. 一般管理費等	21百万円
(2) 機材費	176百万円
(3) 設計・監理費	73百万円
合 計	527百万円

#### (2) インドネシア国側負担経費 : 合計 2,967 百万ルピア (約 49 百万円)

1. フェンス設置工事費 64 百万ルピア (約 1 百万円)
2. 深井戸掘削機材提供費 2,903 百万ルピア (約 48 百万円)
3. ポンプ場用地取得費 (受益農家が提供するため計上せず)

#### (3) 積算条件

1. 積算時点 : 平成 11 年 8 月
2. 為替交換レート : 1 US \$ = 119 円  
100 ルピア = 1 円 66 銭
3. 施工期間 : 施工工程に示したとおり
4. その他 : 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

#### 4-2-2 運営・維持管理費

施設の運営は、建設後2年間は政府の補助が受けられるが、その後は全て受益農家で組織する水利組合の責任下で自主運営される。そしてその運営維持管理費用は受益農民自身が水利費として負担しなければならない。したがって、受益農家が必要なる水利費を負担できるということが、プロジェクトの持続性を確保する最も基本的要件となる。

そこでここでは代表的な地区について運営維持管理費を算定するとともに、3-3-2の(2)で算定したプロジェクトの収支を確認し、農家経済の面から算定した維持管理費を評価し、プロジェクトの持続性について検討した。また、施設供用開始3年目から完全自主運営となることから、3年目における収支についても検討した。代表的地区としては、3-3-2の(2)で選定した北スラウェシのボンゴIとボンゴIII、南東スラウェシのラノメト、NTTスンバのカレンブカハおよびNTTフローレスのナワングワの計5地区である。

運営維持管理費用については、今回調査で既存のWUAで集めた情報によると、現在地下水灌漑施設を持つ受益農家が支払っている水利費の額はポンプの運転費用を賄う程度のものであり、施設を更新するための積み立て金は含まれていない。現在受益農民達は、基幹施設は政府が更新してくれるものと理解しているが、3-3-2の(5)「運営維持管理計画」で述べたとおり、政府はこの規模の施設の運営・維持管理については完全に受益農家が組織するWUAに責任と権限を与える方針を打ち出していることから、本計画で建設される地下水灌漑施設の更新時期には、基幹施設の更新もWUAが負担しなければならないと考えなければならない。その更新時に資金がなければ、借金をするか灌漑農業を断念しなければならないと考えられる。したがってここでは、運営維持管理費には、通常の運転維持管理費に加え、施設の更新費用を含ませることとした。日常の運転維持管理費用には、ポンプを運転するための燃料代、オイル代、オペレーターの給料、WUA役員の手当、潤滑油・フィルター類・事務用品などの消耗品、スペアパーツ、軽微な修理代などを含む。施設の更新費用の算定は、世銀の地下水開発プロジェクトで採択している方法と同様、ポンプとエンジンを15年後に更新するとし、その他の施設（ポンプハウス、灌漑施設など）は毎年の維持管理で対応することとし更新の対象外とした。本計画の場合、各地区の条件が異なるため、運転維持管理費用および施設更新費用の算定は、上記代表5地区について行った。

収益の算定は、作付け計画に基づいて、生産コストと生産による収入を算出し、収入から生産コストを差し引いた額を収益とした。(3-3-2の(2)参照)

以上の検討結果をまとめたものが、表4-2-1である。

表 4-2-1 運営維持管理費 (1ha 当)

地区名	作付率 (%)	時間当運転費 (Rp/hr)	年間運転時間 (h r)	年間運転費 (千 Rp)	年間更新費 (千 Rp)	年間維持管理費 (千 Rp)	年間収益 (千 Rp)	維持管理費/収益 (%)
ボンゴ I	250	1,731	111	193	352	545	8,160	6.7
ボンゴ III	250	2,489	111	277	384	661	8,044	8.2
ラノメト	250	1,315	87	114	417	531	8,568	6.2
カレンブカ	250	1,864	150	280	867	1,147	7,425	15.5
ナワングワ	200	668	185	124	733	857	4,064	21.1
供用開始3年目								
ボンゴ I	225	1,731	99	171	352	523	4,820	10.9
ボンゴ III	225	2,489	99	246	384	630	4,714	13.4
ラノメト	175	1,315	62	81	417	498	3,899	12.8
カレンブカ	225	1,864	152	284	867	1,150	3,240	35.5
ナワングワ	150	668	139	93	733	826	1,757	47.0

註) 運転時間は、灌漑計画・用水計算より算出

収益の算定は、3-3-2 の(2)を参照

収益は、収入から生産費(労賃を含む)を差し引いた額

以上の検討結果を総括すると、地区の受益面積および地下水の条件により各地区の運営維持管理費には大きな差があるが、収益との比率で見ると、最も大きい地区で約21%であり、世銀が1994年～1998年に実施した地下水開発プロジェクト(Loan No. 3588-IND)のためのアプレイザルでの同比率が深井戸の場合で18%から36%の範囲にあることからみても、妥当な費用であると判断される。また、生産費には自家労賃も含まれており、実際にはその分の支出は発生しないので、農家が感じる負担度は上記割合より小さいものと考えられる。補助金なしで全ての管理をWUAが始める年である供用開始3年目における維持管理費を収益との比率で見ると、カレンブカハとナワングワが大きな比率となっている。しかし、その運営維持管理費を差し引いた純収益は現況のそれぞれ250%、200%が見込めることと(3-3-2の(2)参照)、過渡期は初期2年間で蓄えるストックファンドの活用により対応できることから判断して、両地区の維持管理費も農家の負担できる範囲であると考えられる。

運営維持管理費は、水利費としてWUAの組合員(受益農家)から徴収するのであるが、その金額と徴収方法は、WUAの組合員の総意で決めるのであるが、考えられる徴収方法としては;

- ポンプの運転実績に基づいた時間ベースによる方法。
- 作付けごとの作付け面積ベースによる方法。
- 上記の方法をミックスした方法。