

5.3 施設計画

5.3.1 水源施設

1) 水源井の検討

現地調査、地下水探査及び既存井戸資料の分析により水源井を検討した。既存ボア・ホール型井戸の構造を図5-1に、水理地質状況を図5-2に総括した。水理地質的な検討をした結果、既存ボア・ホール型井戸のうち本プロジェクトの水源として利用出来るサイトは以下の5サイトでこれらには整備を施し、他25サイトについては新規井戸を掘さくする必要がある。

既存井を利用するサイト	新設井を掘さくするサイト
N- 2 Fass Omar Sahor	N- 1 Njaba Kunda N- 3 Katchang N- 4 Ndungu Kebbeh N- 5 Saba N- 6 Fass Njaga Choi N- 7 Illiassa N- 8 Munjagen N- 9 Tuba Kolong N-10 Madina Sering Mass
L- 2 Jappine Marko L- 7 Bureng L- 8 Jali	L- 1 Nema L- 3 Dumbulu L- 4 Pakalinding L- 5 Baro Kunda L- 6 Toniataba L- 9 Pakali Ba L-10 Massembe
M- 2 Piniai	M- 1 Mamut Fana M- 3 Brikama Ba M- 4 Madina Umfally M- 5 Saruja M- 6 Dankunku M- 7 Touray Kunda M- 8 Sami Pachonki M- 9 Sukuta M-10 Galleh Manda
計 5 サイト	計 25 サイト

2) 揚水量

各サイトの計画揚水量は、37.5m³/日～224.0m³/日である(表4-2)。これらを、ソーラー発電型、ディーゼル発電型何れの場合も、ガンビアに於けるソーラー

図5-1 調査地域の井戸構造図

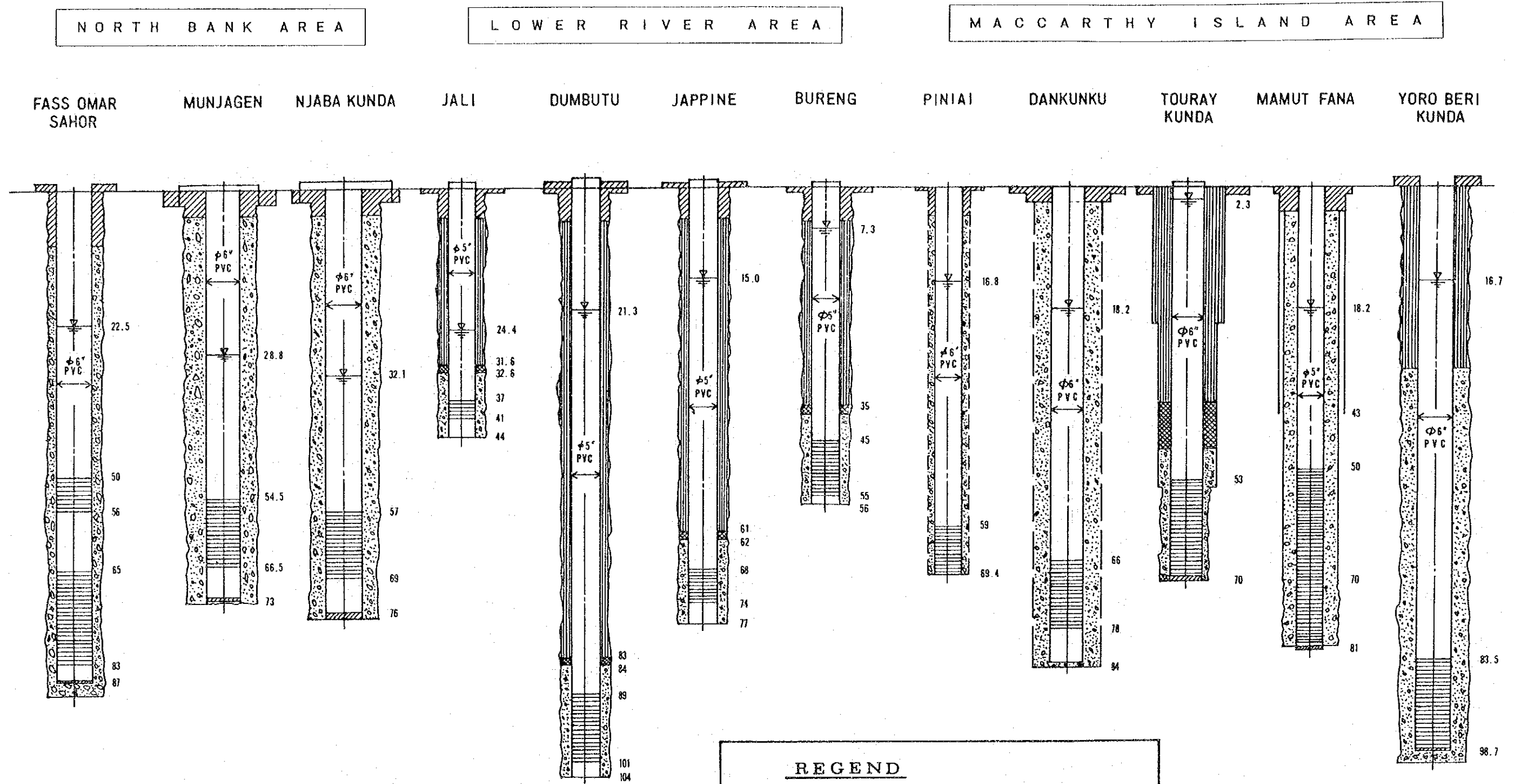


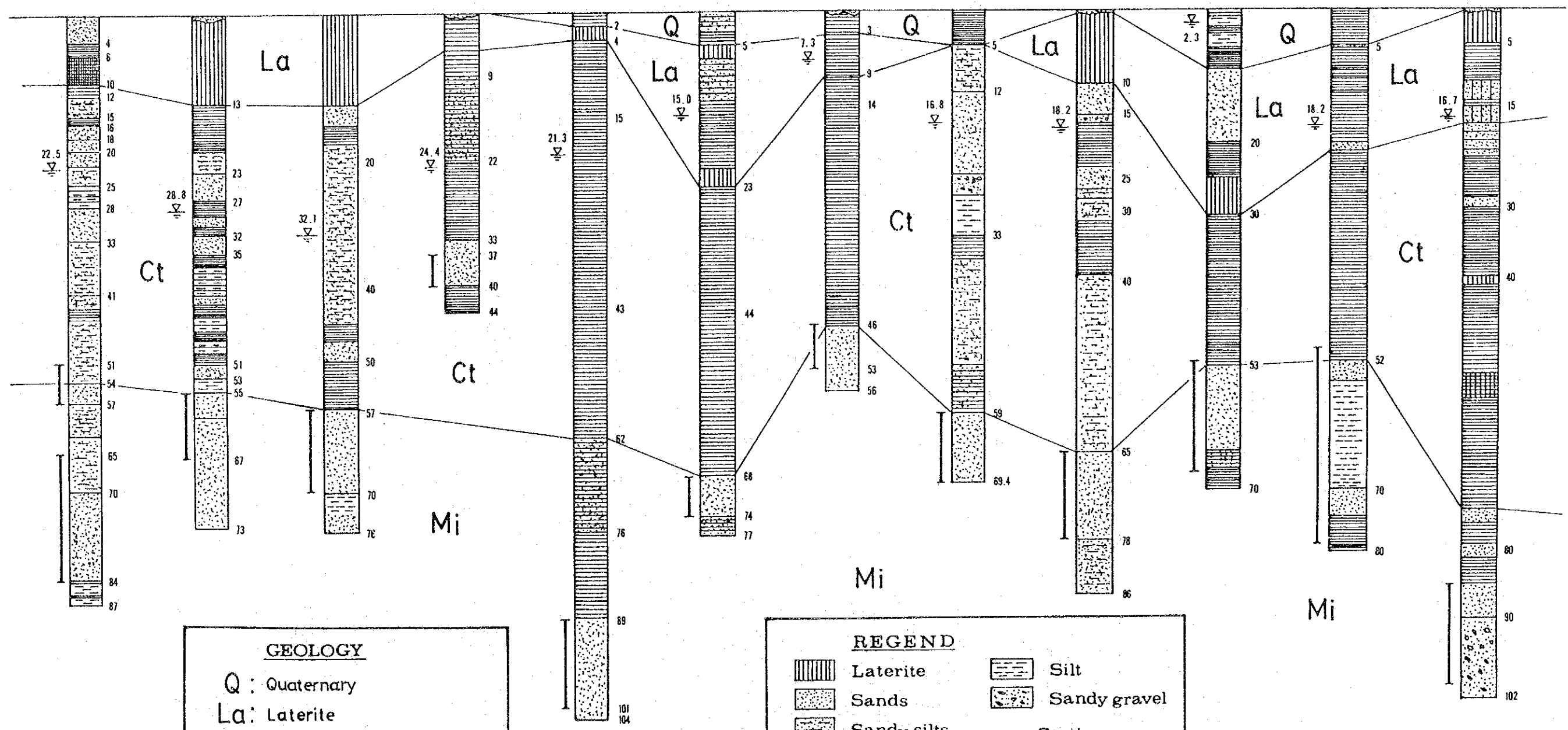
図5-2 調査地域の地質柱状図

NORTH BANK AREA

LOWER RIVER AREA

MACCARTHY ISLAND AREA

FASS OMAR SAHOR MUNJAGEN NJABA KUNDA JALI DUMBUTU JAPPINE BURENG PINIAI DANKUNKU TOURAY KUNDA MAMUT FANA YORO BERI KUNDA



GEOLOGY
 Q : Quaternary
 La: Laterite
 Ct: Continental terminal
 Mi: Miocene

REGEND

Laterite	Silt
Sands	Sandy gravel
Sandy silts	Static Water Level (m)
Sandy clay	Aquifer
Clay	
Sandstone	

の平均稼働時間である8時間で揚水するものとすれば、4.7 m³/時～28.0 m³/時となる。一方、既存井の揚水試験結果より推定される地下水賦存量は、口径φ4"～6" (110～150mm) 井戸で 180.0～677.5 m³/日となり、帯水層は十分なポテンシャルを持っている。本計画対象サイト中で既存ボア・ホール型井戸の井戸情報を表5-1に示す。

3) 井戸構造

新設水源の検討として、代表的地域において電気探査を実施し、既存資料も含めて水理地質の面から検討し、新設井戸の位置を決定した。井戸構造については、既存のボア・ホールの揚水可能量及びポンプ外径を考慮し、口径φ6" (150mm) とする。また、井戸深度に関しては、良質の被圧帯水層を持つ第三紀中新世の砂層を開発目標とし、電気探査、既存データ解析の結果に基づき、下記のように平均深度、平均スクリーンの長さを決定した。

地 域	口 径	平均深度	平均スクリーン長さ
North Bank	φ 6" (150mm)	100m	15m
Lower River	φ 6" (150mm)	100m	15m
MacCarthy Island	φ 6" (150mm)	100m	15m

井戸構造概略図を図5-3に示す。ケーシング、スクリーンの材質は、水質的にpHが4.7～6.5と低いためPVC/FRPとする必要がある。

5.3.2 揚水施設

揚水機に関しては、ガンビアに於ける地方水道・都市水道、いずれも動力化揚水設備として水中モータ・ポンプを多く利用している。

既存井または新設井それぞれのボア・ホール型深井戸利用の場合を考慮してそれらの井戸構造と設置予定のポンプの諸元や、動力の発電方式との関係を充分検討し、揚水量、全揚程及び動力等の要項を定めた。

水中モータ・ポンプの動力源となる電力に関しては、ガンビアの地方電力事情より見

表 5 - 1 既存ボアホール型井戸情報

DIVISION	No.	サイト名	プロジェクト名	掘削年度	井戸径 (mm)	井戸深 (m)	揚水量 m ³ /day	静水位 (m)	水位降下 (m)	動水位 (m)	比湧出量 m ³ /d/m	スクリーン位置 (m)
N O R T H	N-1	Njaba Kunda	UNSO-26	1979	150	76.0	168	32.1	4.9	37.0	34.3	57.0~69.0
	2	Pass Omar Sahor	RWS/R/15	1989	150	87.0	240	22.5	3.0	25.5	80.0	55.0~56.0 65.0~83.0
L O W E R	L-2	Jappine Marko	SSP-44	1987	110	77.0	240	15.0	1.9	16.9	126.3	67.5~73.5
	3	Dumbutu	SSP-67	1987	110	104.0	134	21.3	0.4	21.7	1085.0	89.0~101.0
	8	Jali	SSP-81	1987	110	43.3	130	24.38	2.06	26.44	63.1	37.6~41.1
MACCARTHY	M-1	Mambut Fana	RWS	1986	150	81.1	310	18.2	3.8	22.0	81.6	50.0~81.0
	2	Piniai	RWS	1988	150	69.4	864	16.8	0.5	17.3	36.0	59.0~69.4
I S L A N D	6	Dankunku	CILSS-204	1979	150	86.0	197	18.2	1.0	19.2	196.8	66.0~78.0
	7	Touray Kunda	RWS	1986	150	70.0	314	2.3	0.09	2.39	3488.9	53.0~70.0

(MWRFF, 1990 資料による)

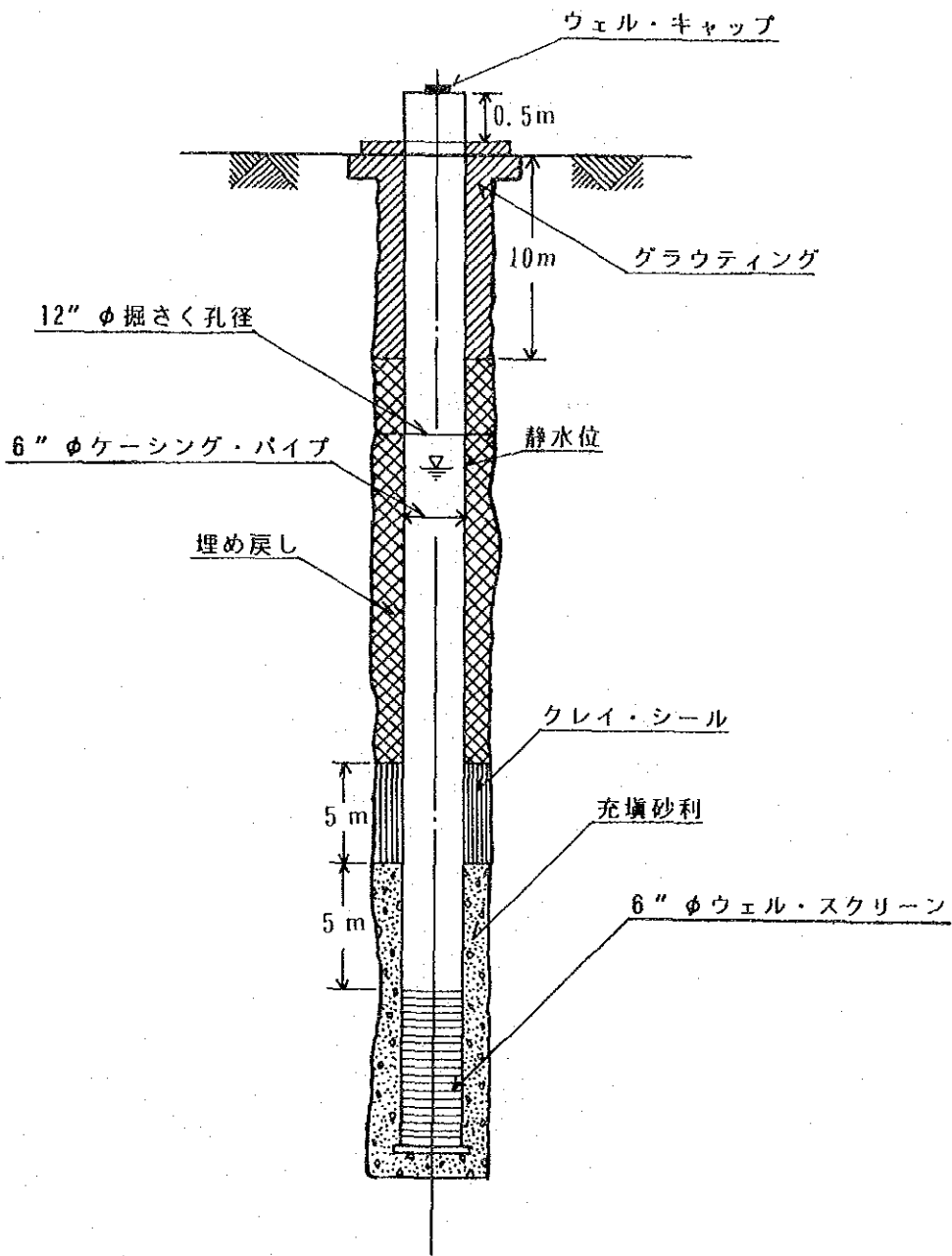


図 5 - 3 ボアホール型井戸構造概略図

て、サイト毎に自家発電設備を備えなければならない。この場合、在来方式のディーゼル・エンジン発電機とフォト・ボルトイック方式によるソーラー発電システムが検討の対象となる。計画サイト毎の発電方式の選択に当たっては、技術・経済両面より妥当性を確認する必要上、各サイトでそれぞれ異なる特性に基づき下記の事項について、ソーラー発電方式とディーゼル発電方式の比較・検討を行った。

- 水源井の構造と特性
- 水中モータ・ポンプの諸元と要項
- 各発電方式の定格出力
- 各発電方式の運転時間
- 在来方式の燃料消費率
- 日照度とソーラー方式出力
- 維持管理の条件と関連費用
- 各発電方式構成ユニット関連事項
- 給水原単位の検討と給水量の調整
- 初期投資額、操業費
- 水価

計画目標年次である10年間を対象として検討した結果、揚水機の定格出力で5.5kwまでの規模の揚水施設に関しては、ソーラー発電方式の導入が技術的にも経済的にも妥当であることが確認され、これを適用範囲と判断した。最終的にはサイト毎の給水量の調整を含めての検討を行い、対象30サイト中の6サイトについて揚水機用動力としてソーラー発電方式を導入することとした。尚、発電方式の選定に関する検討の詳細を資料編7に示す。

5.3.3 管路

本計画の給水施設に含まれる管路は送水及び配水管路の2種類で、配水管は貯水槽から重力による自然流下方式により、各給水施設（公共水栓等）に配水する。計画サイトは砂地であるため、管路を埋設し、硬質塩化ビニール管を採用する。管径は各管路が分担する給水量（時間最大）に対し、経済流速を考慮した上、給水点の公共水栓において過不足ない条件として15ℓ/分/栓の水量が得られるように算定し、φ20Aをはじめφ50A、φ65A、φ75A、φ100A、φ125A、φ150Aまでを採用した。管径の算定に、ヘーゼン・ウィリアムス公式を使用した。

各サイト毎の管路延長は、最短約500m、最長約6,300mである（表4-2）。また、管路と関連して各種弁類を地形・管路線形及び水圧を考慮して適切な箇所に設置する。

5.3.4 貯水槽

貯水槽として本計画では、円筒形鉄筋コンクリート構造で高さ5mの高架型水槽を採用する。この高架型水槽により、集落への自然流下による配水を可能にする。貯水槽容量は設計条件に沿って決定した。

$$(\text{時間最大給水量} \times 2 \text{時間}) + (\text{非常時給水量})$$

貯水槽の容量は、30^m、50^m、65^m、80^m、100^mの5種類を採用、規格化した。各サイトについては(表4-2)に示す。

5.3.5 公共水栓

給水施設として、公共水栓を設置する。公共水栓は、各家庭からの距離500m以内(徒歩往復15分以内)ないし、350人/基となるように集落中心部に配置し、各基当たり2~4栓とした。サイト毎の設置数は(表4-2)に示す。

5.3.6 家畜水飲場

集落住民に係わる家畜用の水飲場を設置する。家畜は、牛、馬、ロバ、羊、山羊等と多様であり、各サイト毎の現地ヒヤリング調査及び中央政府統計により牛頭数換算にて評価し、所要基数を決定した。牛頭換算1,000頭に1基を基準とした(表4-2)。

5.4 機材計画

水源となる深井戸の建設に必要な資機材及び、施設完成後の維持管理業務に必要とされる機材は下記の通りである。

1) さく井機等

(1) さく井機	1 台 ロータリー式、6×6トラック搭載型 能力：φ 150mm× 150m
----------	--

(2) ツールス類	1 式
-----------	-----

(3) コンプレッサー 1 台
ディーゼル・エンジン駆動、可搬式
吐出量：15m³/min.
吐出圧：10 kg/cm²

(4) 現有さく井機用 1 式
ツールズ類及び付属品

2) 車 輦

(1) クレーン付 1 台
貨物トラック
四輪駆動
積載量：6,000kg 以上
エンジン：水冷ディーゼル・エンジン、190 PS以上
クレーン能力：3,000kg/2.5 m 以上

(2) 水タンク・トラック 1 台
四輪駆動
タンク容量：6,000ℓ 以上
エンジン：水冷ディーゼル・エンジン、190 PS以上

(3) ポンプ・ホイスト 1 台
四輪駆動トラック搭載型
エンジン：水冷ディーゼル・エンジン、165 PS以上
ホイスト能力：5,000kg以上
サンド・リール：100m以上

(4) ピックアップ・ 2 台
トラック
四輪駆動、ダブル・キャビン
エンジン：水冷ディーゼル・エンジン、80 PS 以上

(5) ステーションワゴン 1 台
四輪駆動、ロング・ホイールベース
エンジン：水冷ディーゼル・エンジン、80 PS 以上
定 員：9名以上

3) 調査、試験用機器

- | | |
|---------------|---|
| (1) 地表電気探査装置 | 1 式
デジタル式

適用深度：300m以上 |
| (2) 孔内検層器 | 1 式
デジタル式
適用深度：300m以上
検査項目：ノルマル比抵抗 |
| (3) 測定データ処理装置 | 1 式
上記(1)、(2)関連データ解析用 |
| (4) 水質試験器具 | 1 式
携帯型 |
| (5) 揚水試験装置 | 1 式
水中モータ・ポンプ 全揚程：50m
容 量：600ℓ/min.
(ディーゼル・エンジン発電機付) |

4) 整備用機器、その他

- | | |
|---------------|---|
| (1) ガス溶接機器 | 1 式
酸素・アセチレン溶接 |
| (2) 電気溶接機 | 1 式
ディーゼル・エンジン駆動、可搬式
溶接電流範囲：50～270A |
| (3) ワークショップ機材 | 1 式
一般整備機器、車輛整備機器 |
| (4) 給水施設用工具 | 30 式
保守管理用一般工具 |

- | | |
|---------------------|-----------------|
| (5) 野営用資機材 | 1 式 |
| (6) 無線機器 (据置型) | 1 式 |
| | 出力: 50 W |
| | 種類: MHF/HF, SSB |
| (7) 無線機器 (車載型) | 2 式 |
| | 出力: 50 W |
| | 種類: MHF/HF, SSB |
| (8) 予備用揚水機及び
付属品 | 1 式 |
| (9) スペア・パーツ | 1 式 |
| | 機材本体価格の15%相当分 |

5) 井戸用資材

- | | |
|-------------------------------------|---------|
| (1) ケーシング・パイプ
(口径: ϕ 150mm) | 2,340 m |
| (2) ウェル・スクリーン
(口径: ϕ 150mm) | 375 m |
| (3) ウェル・ボトム
(口径: ϕ 150mm) | 30 ケ |
| (4) ウェル・キャップ
(口径: ϕ 150mm) | 30 ケ |
| (5) センタライザー
(口径: ϕ 150mm) | 150 ケ |
| (6) 調泥剤 | 1 式 |

(7) パッキング・グラベル 1 式

(8) ハンド・ポンプ 10 台
(10ℓ/min. ×45m)

* (上記、1)2)3)4)5)何れも期別分けに応じて配分予定)

5.5 資機材管理所

プロジェクトのため工事期間中における資機材集積・作業基地とするデポを建設する。Bunjul週辺に本部デポ、Soma週辺に支部デポを選定して効率的なプロジェクトの運営管理をはかる。

5.6 基本設計図

前述した基本設計方針に基づき決定された計画対象30サイトの給水施設に関する基本設計図を巻末に添付する。

5.7 概算事業費

本基本設計に基づく、地方飲料水整備事業の日本国政府負担となる概算事業費は24.25億円と見積られる。

また、ガンビア共和国政府及び地方自治組織の負担分は、工事用用地の用意、アクセス道路の整備、操業後の維持管理費である。

第 6 章 事業実施計画

第6章 事業実施計画

6.1 事業の実施体制

本事業の実施機関は、水資源森林漁業省水資源局である。そして、同局を地方水道部の井戸掘さく、水理地質、プロジェクト各課がサポートする。実施機関は、両国政府によるE/N締結後、実施設計、施工監理等に関して日本のコンサルタントと契約し、その支援のもとに給水施設の建設、工事及び関連資機材調達等に関する一括入札を実施する。入札及びその評価結果に基づき業者契約が行われるが、無償資金協力システムのガイドラインに従い、主契約者は日本国企業とする。

建設工事に当たって、日本国企業は、コンサルタントの監理のもとで水源井を含めた給水施設の建設を行うと共に関連資機材の供給を行う。

完成した給水施設は、水資源局による検収後、専門的技術を必要とする維持管理については地方水道部が行うが、通常の操業は各集落の自主管理組織に移され、地方住民が担当する。

供与資機材に関しては、水資源局の検収後、プロジェクトを通じて技術移転を受けた各部所により管理運営される。

6.2 事業範囲と分担

本事業計画の範囲と分担を、日本側とガンビア側について要約すると下記の通りである。

6.2.1 日本側の分担

- 1) 3行管区に散在する30集落を対象に、地下水を水源とする給水施設を建設する。
- 2) 水源としてボア・ホール型井戸を使用する事となるが、ガンビア側で既に用意したものがああるサイトはそれを整備、井戸のないサイトではボア・ホール型井戸を新設する。
- 3) 上述の水源建設の必要性もさることながら、従来水資源局（DWR）自らの機構と要員により実施されて来たボア・ホール型井戸の建設活動を強化するとともに、今後水源開発を一層促進させるために必要な現有機材を補強することとなる建設用資機材及び維持管理機材を供与する。

- 4) 本事業実施期間中に実施される施設建設と維持管理に必要な技術移転を行うためのオン・ザ・ジョブ・トレーニングを提供する。
- 5) 上記各項に係わる本計画実施上のコンサルタント業務を行う。

6.2.2 ガンビア側の分担

- 1) 計画実施に当たり、給水施設建設のためのサイト及びデポ用地の確保とそれらへのアクセス道路の整備を行う。
- 2) 免税、通関促進、諸資料の提供既設井の受渡し等、本計画実施上に必要な行政措置を速やかに実施する。
- 3) バンク・コミッション等、日本側からの無償資金協力範囲外の費用を負担する。
- 4) 本事業に伴う供与機材及び完成施設に関して、それ等を有効に機能させるために必要な人事、予算を含む維持管理体制の整備。

6.3 施工監理計画

本プロジェクトは、無償資金協力事業として実施設計から操業指導に至るまで日本国企業により実施される。工事実施に当たっては、地下水開発及び地方給水施設建設に係わるプロジェクトであるため、この種、乾燥、半乾燥地域における両分野について技術的認識を持った企業が求められる。また、施工に関しては数少ない現地専門企業や近隣諸国よりの企業による協力が不可欠であり、しかるべきコンサルティングと工事マネジメントを得れば、合理的な工期及び費用によって事業を実施し得る。コンサルティング業務は、無償資金協力制度のもとで日本側コンサルタントにより、実施設計を始めとして、入札、契約関連業務、工事監理及び操業指導に到る業務が、次のような手順で行われる。

- | | | |
|-------|---|---|
| 工事前段階 | { | <ol style="list-style-type: none"> (1) 実施設計 (2) 入札図書作成 (3) 入札代行 (4) 入札結果評価 (5) 契約補助 |
| 工事段階 | { | <ol style="list-style-type: none"> (6) 工事監理 (7) オン・ザ・ジョブ・トレーニング
プログラムの作成 (8) 検査、操業指導 (9) 報告書作成等 |

両国政府による本事業計画に関するB/N調印後、工事前段階として、コンサルタントにより現地調査作業を含む事業実施に必要な詳細設計が各計画対象地区について行われるとともに、供与される機材類及び施設建設工事の仕様が定められ、入札図書が作成される。さらに、コンサルタントは入札業務のプログラムを作成し、入札を実施、入札結果を評価、実施機関と対象企業との契約業務を補助する。

工事段階においては、プロジェクトに必要な各機関との整合性、品質管理、工程監理を行う。また、工事期間中に実施される技術移転のためのトレーニング・プログラムを作成し、井戸建設、給水施設建設に係わる技術トレーニングを実施する。

井戸掘さく、給水施設の完成期においては、供与施設、設備機器の受入れ検査、点検、及び操業と保守に関する指導を実施する。竣工に際しては完成報告書を作成する。

6.4 資機材調達計画

本建設工事に使用される諸資機材の内、水、砂、砂利等の基本的な資材は、現地調達とする。建材等の資材は、本来現地調達が可能であるが、現在、ガンビア共和国において慢性的な供給不足が生じており、本建設工事に必要な量の資材を限られた期間内に調達する事は、価格面を含め、極めて困難である。従って、これらの資機材は近隣諸国をはじめ、日本より購入するものとする。

6.5 運営管理計画

6.5.1 給水施設に関する体制

本事業で設置される30サイトの給水施設は、施設完成後、竣工検査を経て、水資源局地方水道部より各地区自治組織に引渡され、運営管理される。通常の維持管理については、自治組織が指名した運転管理者により自主的に行われる。一方、水資源局地方水道部は運転技術者のトレーニング、また、自治管理組織では処理出来ない給水施設のトラブル、修理等の技術的支援を行う。

6.5.2 井戸工事用資機材に関する体制

水資源局地方水道部は、長期にわたるUNDPによる協力のもと、既にボア・ホール型井戸建設の実績を有し、現在もその事業を実施中である。このため本プロジェクト実施期間中を通じて地下水開発のための地下水探査に始まり、ボア・ホール井戸建設に至るまで、必要な技術移転を受け、本計画終了後も供与された機材を使用して地下水開発、ボア・ホール型井戸さく井に当たる。このため適切な人材を部内より起用し、組織の技術的

強化をはかる必要がある。

6.5.3 維持管理費

本計画では、ソーラー・システムによる施設と在来型のディーゼル発電による施設があり、維持管理費関連項目は下記の通りである。（それぞれの発電方式に関する項目毎の比較は、巻末の資料編 7.1及び 2を参照。）

- 1) 操作運転要員費
- 2) エンジン／発電機運転に必要な燃料費（在来型システム）
- 3) 予備品購入等

6.6 実施スケジュール

本プロジェクトの実施は、我が国の無償資金協力事業の制度や、先方国側の組織、事業効率、資機材調達に要する時間及び現地の気候条件を考慮して、4期程度の期分けが可能である。この場合、本プロジェクトの性格からそれぞれが自己完結し、期分けによる事業実施上の不都合は生じない。

工程は各期別のコンサルタント業務開始より、雨期も考慮の上、12ヶ月をもって完成、操業に入る工程とする。期毎の工程を表 6-1 に示す。

表6-1 工程表

月次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
全体	○交換公文 ○コンサルタント契約						○業者契約					事業完了○
	実施設計				入札	事業実施						
日本国政府	○コンサルタント契約認証					○業者契約認証						
ガンビア国政府	—コンサルタント契約交渉				詳細設計協議	入札審査						検査及び試運転
コンサルタント	—コンサルタント契約交渉 ○コンサルタント契約	現地調査		詳細設計 詳細設計協議	入札及び入札結果審査	○業者契約						検査及び試運転 引渡○
請負業者						○業者契約						工事施工監理 機械設置及び検査
							資機材供給及び工事					

第 7 章 事業評価

第7章 事業評価

本事業が、重要、且つ緊急を要するものであることは、ガンビア国政府の各種経済開発政策の中に於いても、また、我が国への要請に当たっての地方給水計画の高い位置づけからみても明らかである。特にこうした給水計画は、同国政府の推進する農業政策の担い手である地方住民へ寄与する意味が大きく、国連をはじめ、EC、西独、サウジアラビア等もこの分野に積極的な支援を行い、その意義を評価している。本計画により裨益する人口は約7.5万人であり、同国地方農村人口の約10%を占め、牛頭換算家畜頭数で約3.7万頭の家畜用水が併せて給水される事となる。特に、本計画地域の住民が直面している劣悪な水質に起因する保健衛生上の問題解決への貢献度は高い。また、同地域に於ける国家開発計画の一環として進められている農業復興計画を補完する意義は大きく、地域社会経済の向上に資することとなる。本計画の実施により組織される地下水開発に関する体制は、事業実施期間中に行われる技術移転に伴い、従来に増して、この国の水理地質学的体制を強化することとなり、同時に水資源開発と保全の問題解決への寄与等、波及効果が期待出来る。

本事業の実施機関である水資源局は従来より、国際機関及び二国間援助による多くの事業を進めて来ており、維持管理運営上、機構及び要員の面でも積極的な活動を行っている。ガンビアにおける地方集落への給水事業については従来、料金の徴収は行なわれていない。

このため、ガンビア政府は地方住民に、自治管理体を組織させ、維持管理作業への参加等、自助努力による費用負担を求めると共に、保健衛生環境整備に対する意識の向上を図っている。地方給水事業推進の中心にあり、資金需要の多い水資源局は、必ずしも財政上強固な立場になく、永年提唱されながら、地下水開発を軸とした省資源型ソーラー・システム導入等組織的な事業着手が出来ない状況にあった。しかしながら本計画によるそうした事業の具現化はガンビア給水事業の新しい期を画することとなり、本事業の無償資金協力事業としての実施は極めて有意義な事と評価できる。

第 8 章 結論と提言

第8章 結論と提言

8.1 結論

ガンビア共和国政府は、地方住民に対して清浄で安全な水の供給を行うために、多くの地方給水施設を整備する必要に迫られており、国際機関をはじめとする各国援助の下にその促進に努力している。

本事業の実施によって、住民が飲料水確保に困窮する地方部農村地域において、ボア・ホール型井戸による地下水利用給水施設の建設が行われる。また、同時にボア・ホール型井戸建設用の機材や維持管理機材が供与され、今後、独力で給水事業を実施しようとする水資源局の体制強化が図られる。さらに、先方の要望するソーラー・システムの導入についても、技術的、経済的両面から十分検討し、その具現化を計った。

本事業の実施は対象地域地方住民の生活レベルの向上や地域経済に対し、大きな貢献を果たすと考えられる。また、本計画地域で進められている農業復興、開発事業等を補完する意味で、地方住民からの要望の強かった家畜用水についても、水飲場を設置することで、総合給水事業を可能とする。本事業の実施機関である水資源局地方水道部は、1981年より、UNDPの援助により技術と組織の強化が図られており、現在地方水道事業に関する組織運営上の条件は整っている。

上記より、本件無償資金協力を実施することは有意義であり、且つ、妥当性があると判断される。

8.2 提言

本計画の実施は上述のように、対象地域の衛生環境、生活基盤の整備と地域振興に多大な貢献を果たすことが期待される。ただし将来、供与機材や完成施設が有効に稼動し、安定した生活基盤が維持されるためには、以下の点に留意する必要がある。

- 1) 給水施設が良好に運営されるためには、ガンビア国政府及び地方自治組織より、現在にも増して維持管理に関する努力が求められる。
- 2) 将来の施設新設、改修、運転計画等を立案する際の基礎資料として、パソコンを利用した工事記録、観測記録、運転記録等を蓄積し、整理、保管する体制が整備されつつあるが、本計画の実施を機にこれ等の運営管理に対するより一層の整備が求められる。

- 3) 地方住民に対して、安全かつ安定した生活用水供給の意味を啓蒙するとともに、適正かつ有効な水利用に基づく良好な衛生環境維持の重要性に対する地方住民の意識の向上に努めることが必要である。
- 4) 動力揚水・省資源型地方給水システムを全国規模で展開するため、水資源局の技術的維持管理体制の強化と地方運転管理者への定期的トレーニング・システムの強化が必要となる。
- 5) ガンビア国は周辺国に比べ、恵まれた地下水資源を有しており、有効な開発と環境保全を両立させる立場より、将来の水収支を含む水質問題を考慮した地域モニタリング・システムの確立と水資源管理計画の策定が必要である。
- 6) ガンビア国に対する国際機関及び二国間援助の動向から見て、地方農村部のインフラ整備、特に地方飲料水供給計画について、規模の大小に拘わらず日本のような強力な援助国による継続的な支援が重要であり、先方政府もそれを強く望んでいる。

資料編

資-1 合 意 議 事 錄

MINUTS OF DISCUSSIONS
ON
INTEGRATED WATER USE PROJECT
IN
THE REPUBLIC OF THE GAMBIA

In response to the request of the Government of the Gambia, the Government of Japan decided to conduct a basic design study on the Integrated Water Use Project and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (JICA). JICA sent to the Republic of the Gambia the study team headed by Mr. Nagatoshi Makita, Director, Konan Division, Waterworks Bureau, Yokohama Municipal Government.

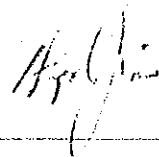
The team had a series of discussions on the Project with the officials concerned of the Government of the Gambia and conducted a field survey.

As a result of the study, both parties agreed to recommend to their respective Governments that the major points of understanding reached between them, attached herewith, should be examined towards the realization of the project.

Banjul, 8th of February, 1990



Nagatoshi Makita
Team Leader
JICA Study Team
Japan



A. K. Njie
Permanent Secretary
Ministry of Water Resources,
Forestry and Fisheries
The Republic of the Gambia

A T T A C H M E N T

1. The object of the Project is to construct water wells and water supply facilities and to provide the necessary equipment and materials for the construction of the wells and operation and maintenance of the water supply facilities for the people of the rural area in the North Bank, MacCarthy Island and Lower River Divisions where development of drinking water is urgently needed.

2. The scope of work of the Project is:
 - (a) to construct water supply systems which include construction of water supply facilities such as water wells, pumping units, storage tanks, pipelines and supply equipment and materials such as well drilling machineries, vehicles, materials, and work shop systems required for proper operation and maintenance of the facilities and equipment.

 - (b) to provide on-the-job training under the program of technology transfer utilizing equipment and materials donated by the government of Japan during the construction period.

3. The Department of Water Resources (DWR) of the Ministry of Water Resources, Forestry and Fisheries (MWRFF) is responsible for the land acquisition, implementation, operation and maintenance of the Project.

4. Before the Japanese Grant Aid is extended to the Government of the Gambia, the Government will take the measures listed out in the Appendix.

5. Both Parties confirmed that the study team explained the scheme of the Japanese grant aid program and the Gambia side has understood it.

MA

11/2

A P P E N D I X

The necessary measures to be undertaken by the Government of the Gambia for the Project are as follows:

1. To provide data and information necessary for the Project works.
2. To provide, secure, clear and level land at each construction site prior to the commencement of construction of water supply facilities (water wells, water supply facilities, etc.).
3. To provide and secure land to serve as base for workshop as well as storage of materials, equipment and other construction items both in Banjul and at the project sites. This land should be cleared and levelled before the start of construction.
4. To prepare access roads to the site before the start of construction.
5. Clearance is necessary for the implementation of the Japanese water supply construction works on existing well structures, well before the commencement of this particular project.
6. To bear commissions to the Japanese foreign exchange bank for the banking arrangement and the "Authorization to pay".
7. To ensure prompt unloading, tax exemption, customs clearance of the products at the port of disembarkation in Banjul and prompt internal transportation therein of the products and related equipment under the grant.
8. To exempt Japanese nationals from custom duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the Gambia with respect to the supply of the products and the services under the verified contracts.
9. To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contracts, such formalities as may be necessary for their entry into the Gambia and stay therein for the performance of their work.

N.A.

11

10. To bear all expenses, other than those to be borne by the grant aid, necessary for execution of the project.

11. To organize necessary counterpart staff in the Department of Water Resources of the Ministry of Water Resources, forestry and fisheries for the execution (siting, well drilling, installation of water supply systems etc.) and coordination prior to the commencement of the project.

12. To take necessary measures for acquisition of essential local items necessary for the execution of the project.

13. To maintain and use properly and effectively the facilities constructed as well as the equipment and machinery provided under the grant.

* * * * *

N.M.

*h
A/*

資-2 調査日程

日 順	月/日	曜日	調 査 地	行 程	調 査 業 務 の 概 要
1	1 / 29	月	機 内	東京発 パリ着	旅 程 (AF 275)
2	1 / 30	火	機 内	パリ発 ダカール着	旅 程 (AF 303)
3	1 / 31	水	Dakar	表 敬 会 議	在ダカール日本大使館 及び J I C A 事務所
4	2 / 1	木	Banjul	ダカール発 バンジュール着	旅 程 (HS - 7)
5	2 / 2	金	Banjul	表 敬 会 議 資 料 収 集	水資源森林漁業省、経済計画工業 開発省及び外務省を表敬訪問 水資源局との第1回目の協議
6	2 / 3	土	Banjul W. D.	会 議 調 査	水資源局との第2回目の協議 既存水施設現地調査
7	2 / 4	日	L. R. D	調 査	現 地 調 査
8	2 / 5	月	N. B. D	調 査	現 地 調 査
9	2 / 6	火	Banjul	会 議 議事録協議	水資源局との第3回目の協議 及び議事録協議、資料収集
10	2 / 7	水	Banjul	議事録協議	議事録協議
11	2 / 8	木	Banjul	議事録署名 調 査	議事録署名 資機材工場 (デポ) 調査
12	2 / 9	金	Banjul	資 料 収 集 調 査 準 備	牧田団長/永井副団長 バンジュール発 (帰国) 水資源局にて資料収集 現地調査準備

日 順	月/日	曜日	調 査 地	行 程	調 査 業 務 の 概 要
13	2 / 10	土	Banjul	会 議 資 料 収 集	水資源局にて会議 資料収集
14	2 / 11	日	Banjul	資 料 整 理	団内討議/資料整理 水質分析
15	2 / 12	月	L. R. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
16	2 / 13	火	M. I. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
17	2 / 14	水	M. I. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
18	2 / 15	木	U. R. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
19	2 / 16	金	M. I. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
20	2 / 17	土	N. B. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
21	2 / 18	日	L. R. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
22	2 / 19	月	Banjul	資 料 整 理	団内討議/水質分析/資料整理
23	2 / 20	火	M. I. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
24	2 / 21	水	L. R. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)

日 順	月 / 日	曜 日	調 査 地	行 程	調 査 業 務 の 概 要
25	2 / 22	木	N. B. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
26	2 / 23	金	N. B. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
27	2 / 24	土	L. R. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
28	2 / 25	日	L. R. D	調 査	サイト調査 (地下水調査・ 地形計測・人文調査)
29	2 / 26	月	Banjul	会 議 資 料 収 集	厚生環境労働省・経済計画工業開 発省にて会議・資料収集
30	2 / 27	火	Banjul	会 議	経済計画工業開発省・水資源局に て会議
31	2 / 28	水	Banjul Dakar	会 議 バンジュール発 ダカール着	ガンビア新エネルギーセンター・ 水資源局にて会議 (GO - 003)
32	3 / 1	木	Dakar 機 内	表 敬 ダカール発	在ダカール日本大使館 及び J I C A 事務所表敬 ダカール発 (AF - 310)
33	3 / 2	金	Paris	パ リ 着	旅 程 (AF - 310)
34	3 / 3	日	機 内	パ リ 発	旅 程 (AF - 270)
35	3 / 4	日	東 京	成 田 着	帰 国

注) W. D. ; Western Division
N. B. D. ; North Bank Division
L. R. D. ; Lower River Division
M. I. D. ; MacCarthy Island Division
U. R. D. ; Upper River Division

資-3 調査団メンバーリスト

担 当 業 務	名 前	所 属
団 長	牧 田 修 俊	横浜市水道局港南営業所・所長
副 団 長	永 井 南	国際協力事業団
給 水 計 画	高 松 幹 二	日本テクノ株式会社
水道施設設計	香 川 重 善	日本テクノ株式会社
機 材 計 画	浜 中 良 隆	日本テクノ株式会社
地 下 水 探 査	佐 藤 昭	日本テクノ株式会社

資-4 面談者リスト

水資源森林漁業省 (Ministry of Water Resources, Forestry and Fisheries)

次官 (Permanent Secretary) Mr. A. K. Njie

水資源局 (Department of Water Resources)

局長 (Director) Mr. Momadou M. Sahor

局次長兼地方水道部長 (Asstant Director/Head of Rural Supply Division)

Mr. Sigmnd Johnson

地方水道部 (Rural Water Supply Division)

上級計画官 (Senior Programme Officer) Mr. Saihou Omar Ceesay

技師 (Principal Technical Officer) Mr. Momodou S. Ceesay

機材主任 (Rural Water Supply Project, Yondum) Mr. Badou Sey

機材主任 (Rural Water Supply Project, Basse) Mr. Robert Duff

井戸掘さく主任 (Water Foreman) Mr. Yusupha Balagh

国連開発計画 地方水道プロジェクト (UNDP Rural Water Supply Project)

プロジェクトマネージャー (Project Manager) Mr. Joseph de Bats

経済計画工業開発省 (Ministry of Economic Planning & Industrial Development)

次官 (Permanent Secretary) Mr. Alieu M. N'Gum

主席計画官 (Principal Planner) Mr. Ousman Jammeh

計画官 (Planner) Mr. Sanneh

ガンビア新エネルギーセンター (GREC: Gambia Renewable Energy Center)

所長 (Co-ordinator) Mr. Saihou Omar Sallah

外務省 (Ministry of Foreign Affairs)

次官補 (Assistant) Mr. N'jey

厚生環境労働省 (Ministry of Health, the Environment Labour and Social Welfare)

医療保険局 (Medical and Health Department) 次長 Dr. Cham, MK

水資源森林漁業省 JICA 専門家 (漁業) 有馬氏

日本大使館（在ダカール）

村田光平 大使
藤原 定 参事官
南 博之 三等書記官
藤塚哲郎 三等書記官

JICA事務所（在ダカール）

辰巳石夫 所長
月井芳文 調整員

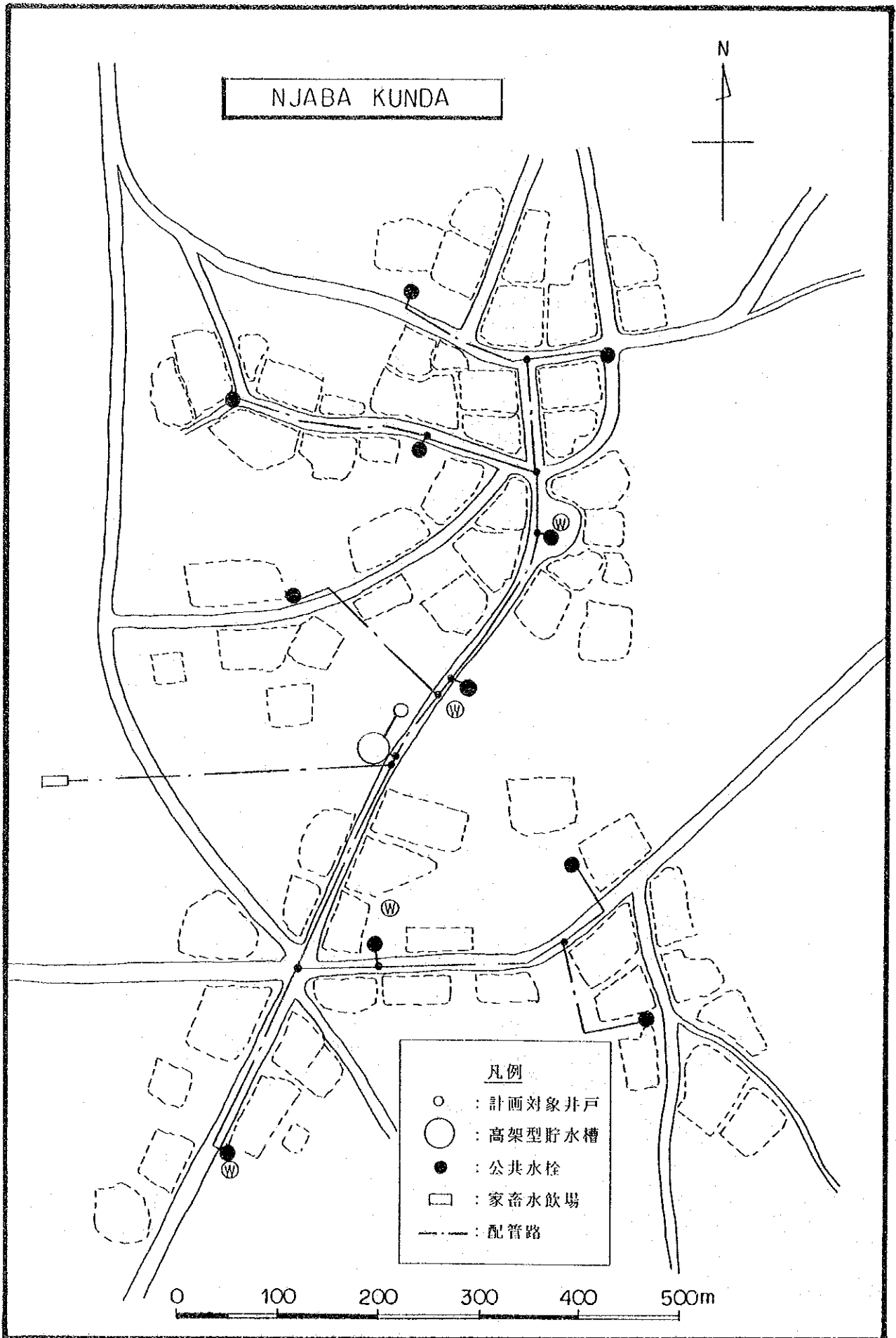
資-5 基本設計図

(1) 配置図

(2) 施設図

(1) 配置図

NJABA KUNDA
FASS OMAR SAHOR
KATCHANG
NDUNGU KEBBEH
SABA
FASS NJAGA CHOI
ILLIASSA
MUNJAGEN
TUBA KOLONG
MADINA SERING MASS
NEMA
JAPPINE MARKO
DUMBUTU
PAKALINDING
BARO KUNDA
TONIATABA
BURENG
JALI
PAKALI BA
MASSEMBE
MAMUT FANA
PINIAI
BRIKAMA BA
MADINA UMFALLY
SARUJA
DANKUNKU
TOURAY KUNDA
SAMI PACHONKI
SUKUTA
GALLEH MANDA



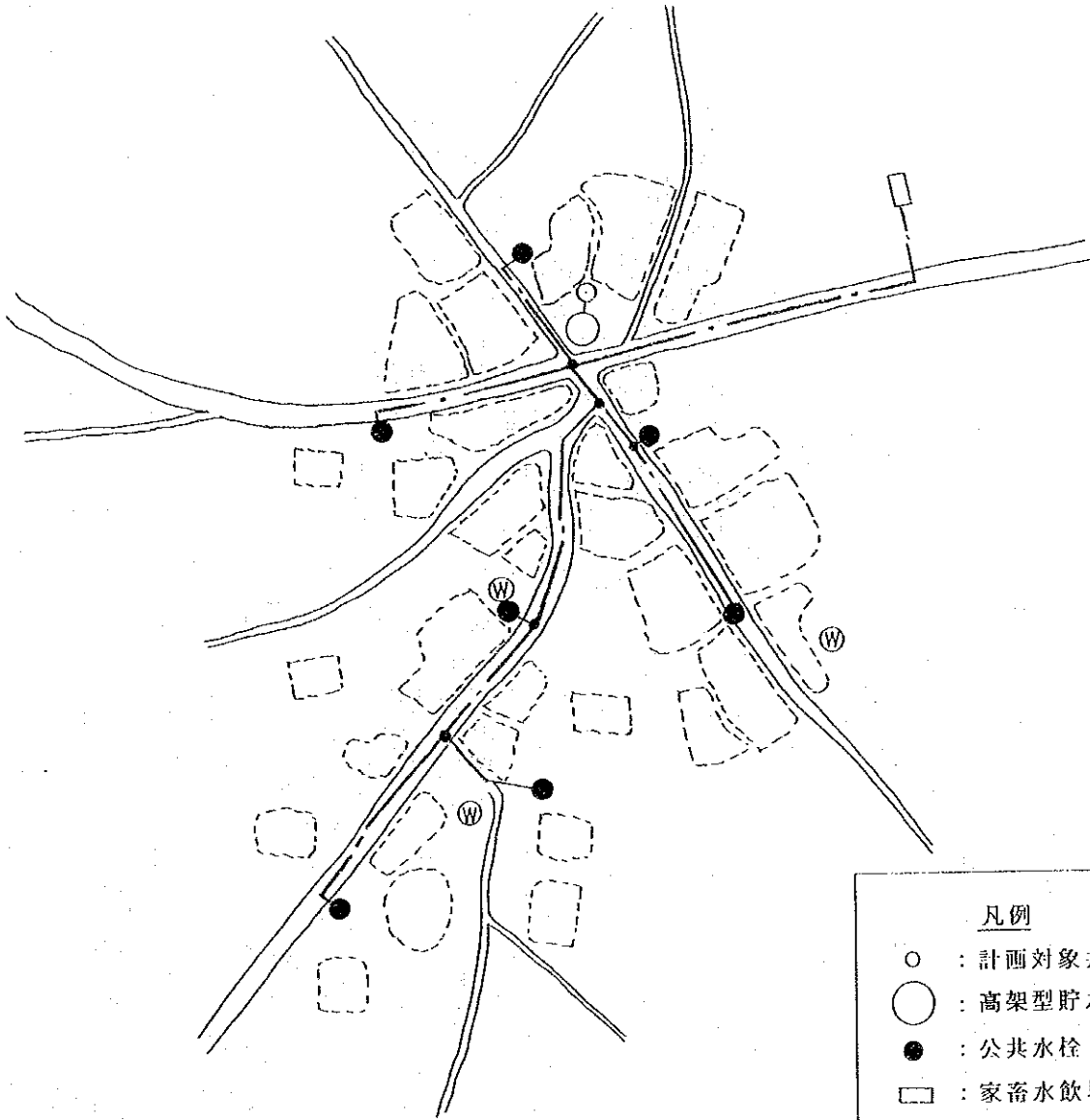
NJABA KUNDA



- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路

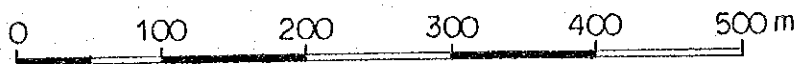
0 100 200 300 400 500m

FASS OMAR SAHOR



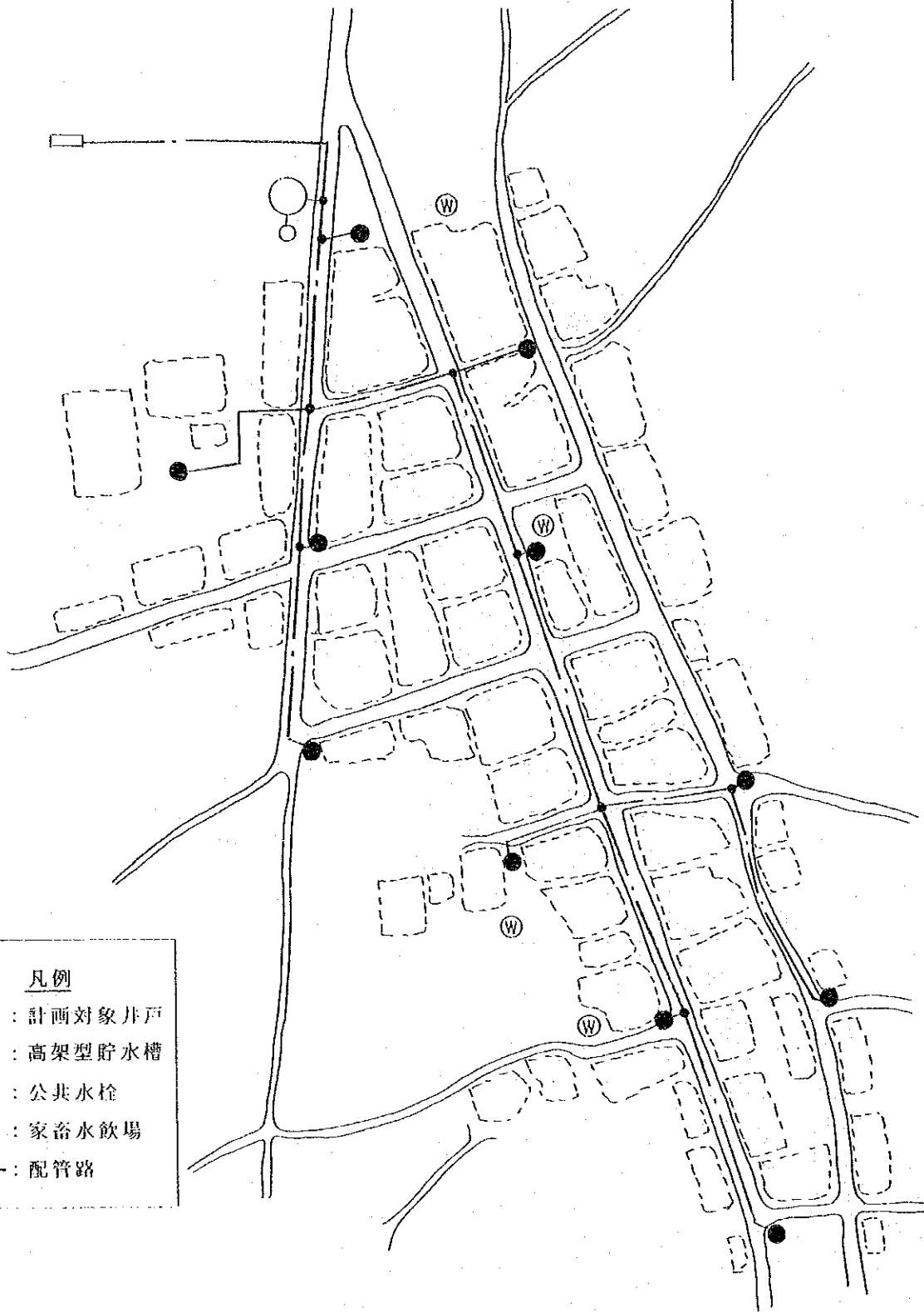
凡例

- : 計画対象井戸
- : 高架型貯水槽
- : 公共水栓
- : 家畜水飲場
- : 配管路



KATCHANG

N

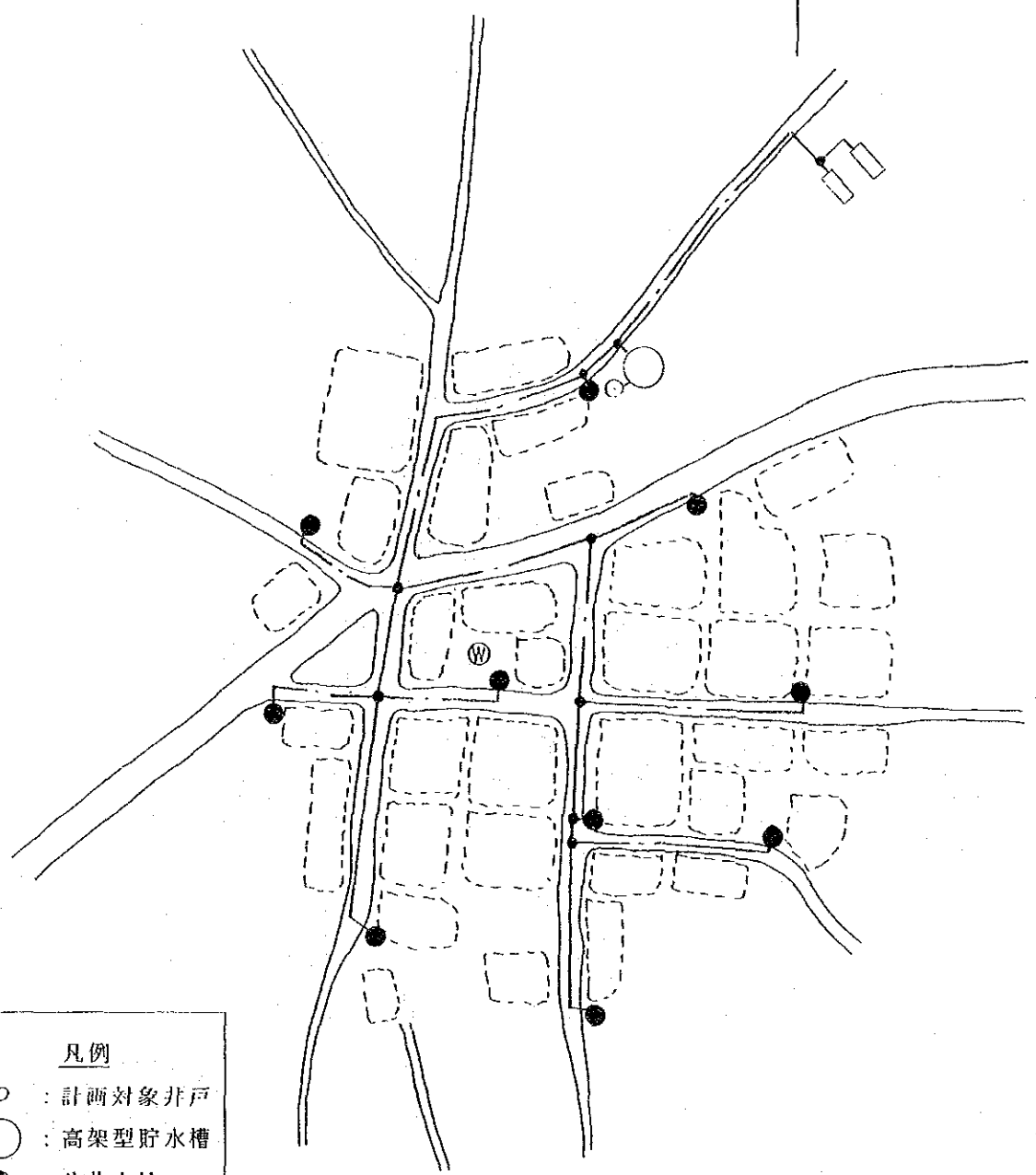


凡例

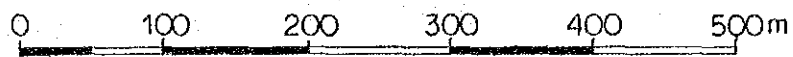
- : 計画対象井戸
- : 高架型貯水槽
- : 公共水栓
- : 家畜水飲場
- : 配管路

0 100 200 300 400 500m

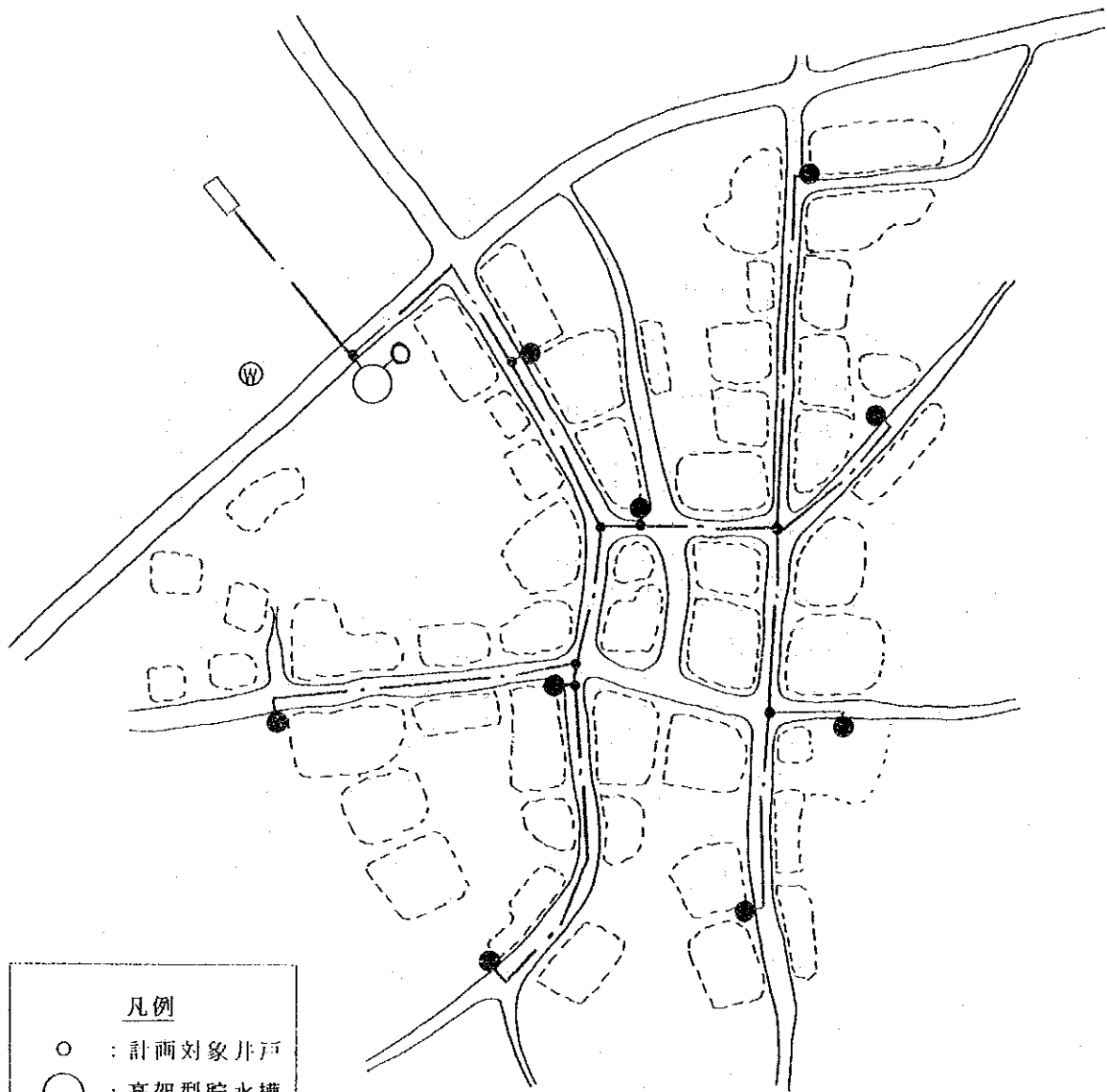
NDUNGU KEBBEH



- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路



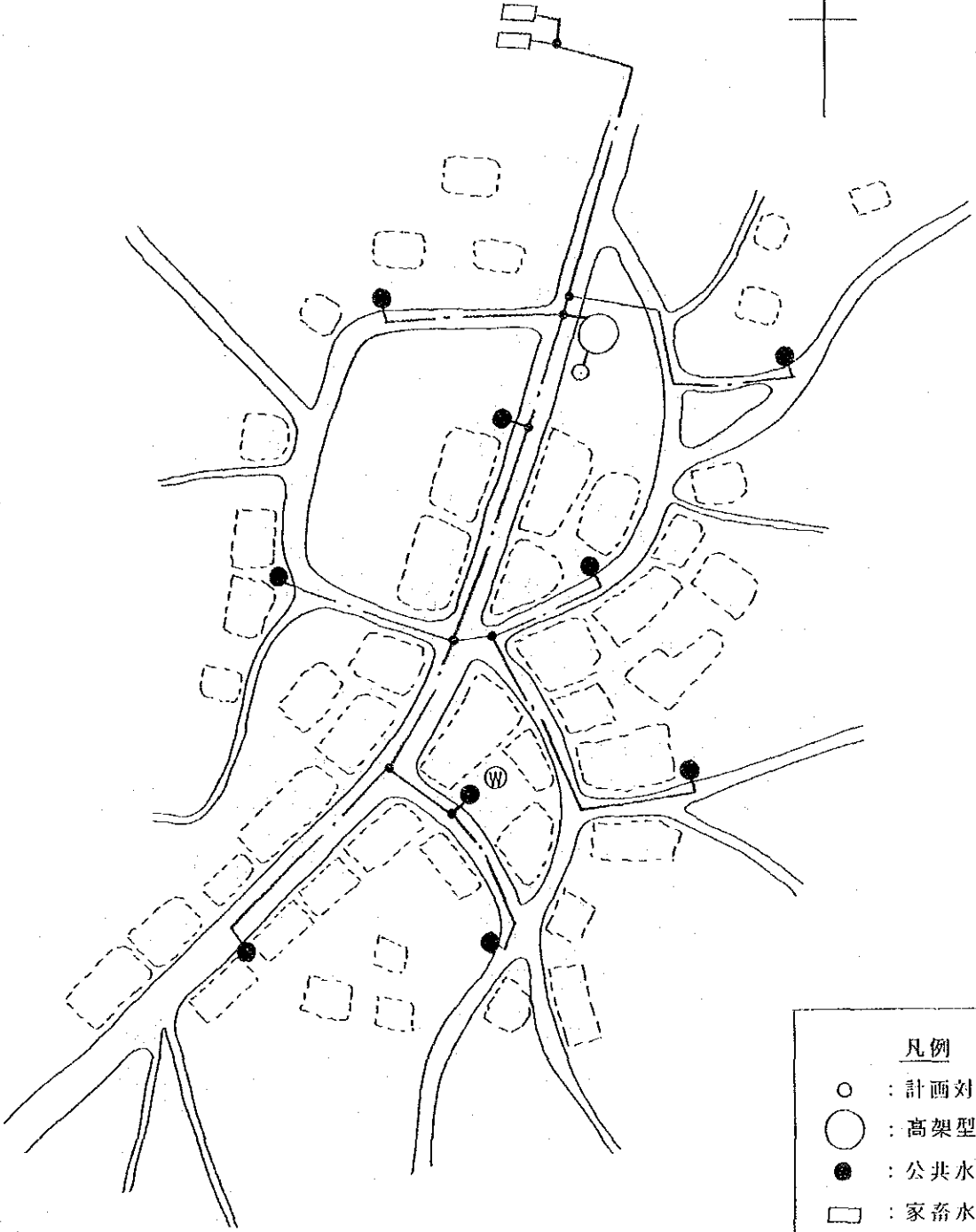
SABA



- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路

0 100 200 300 400 500m

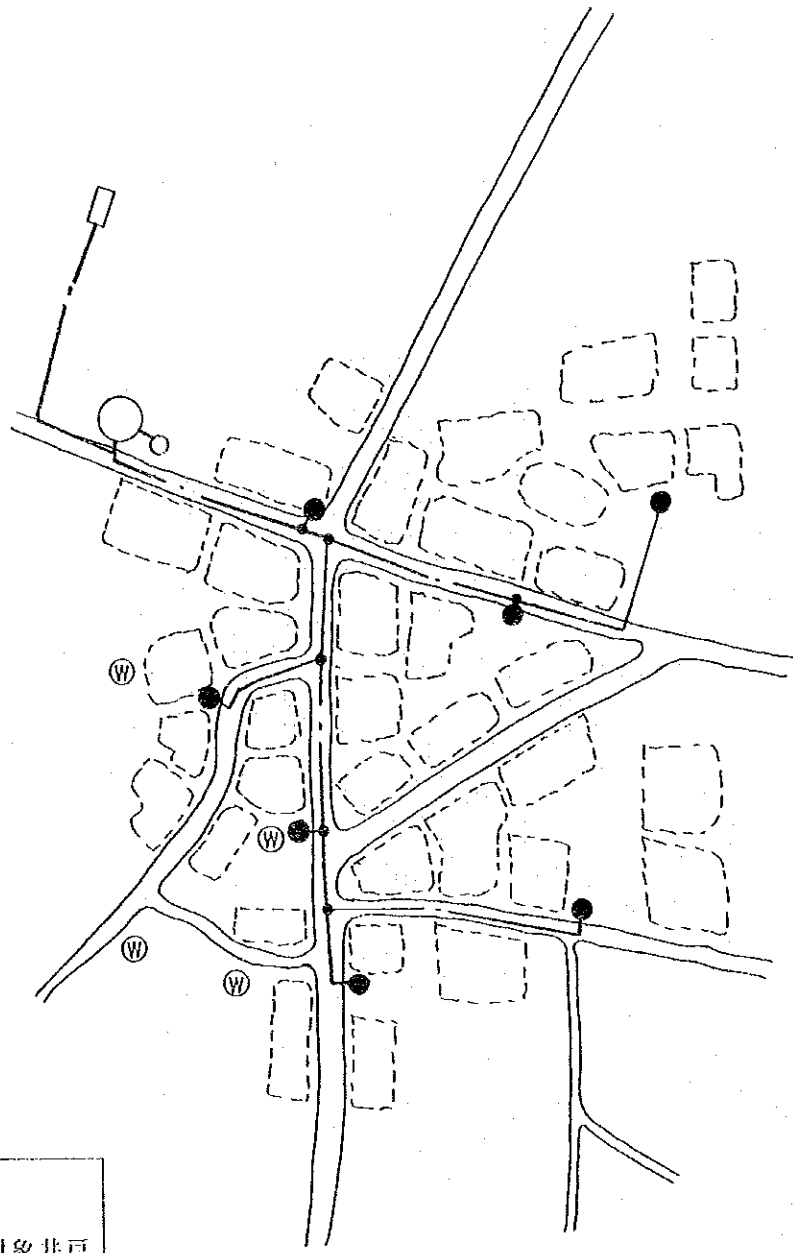
FASS NJAGA CHOI



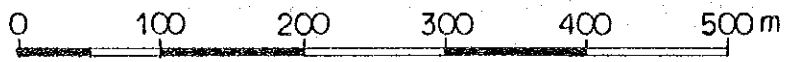
- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - — : 配管路



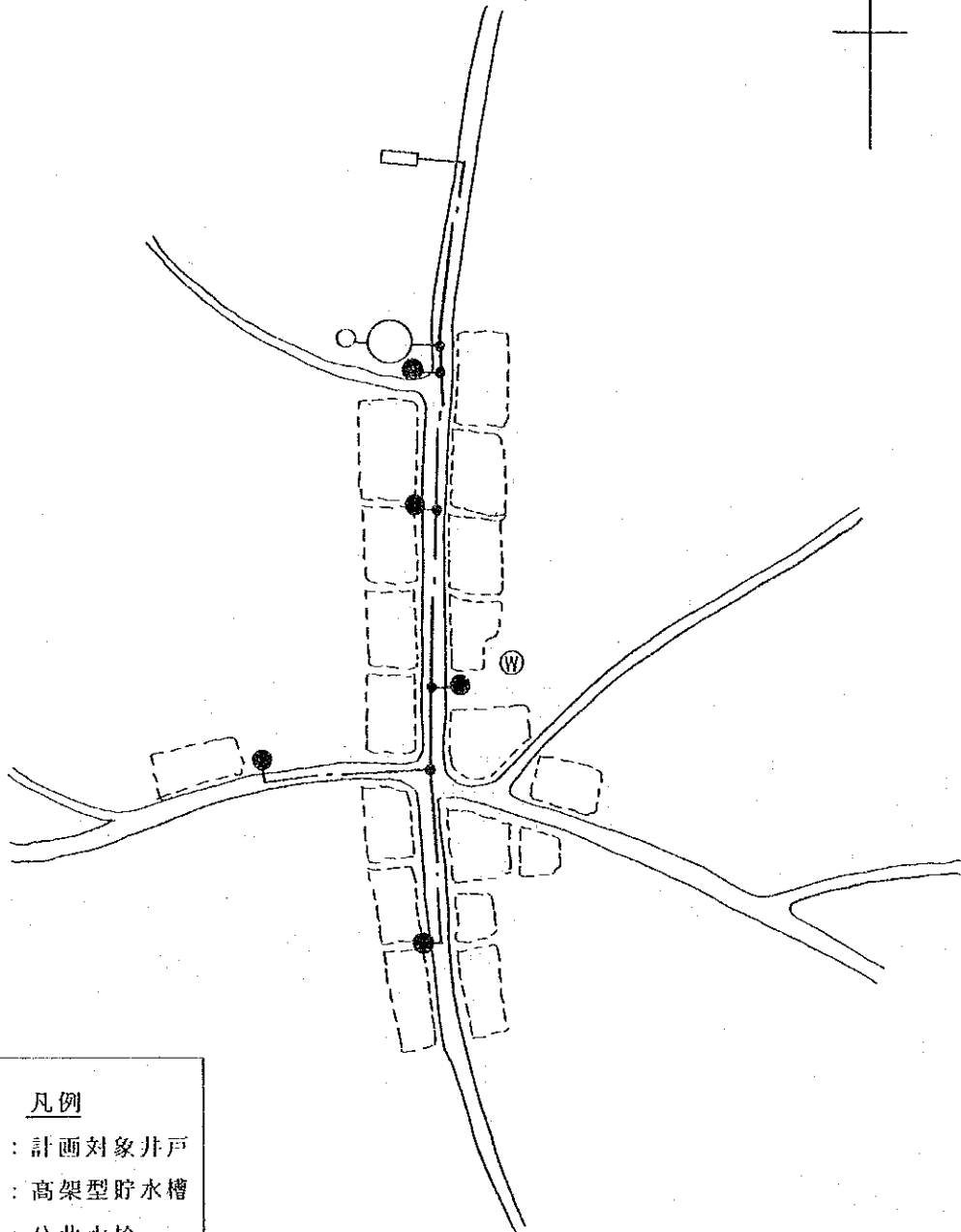
ILLIASSA



- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路

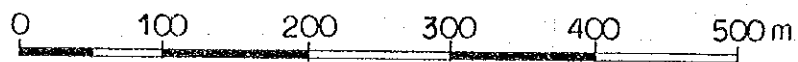


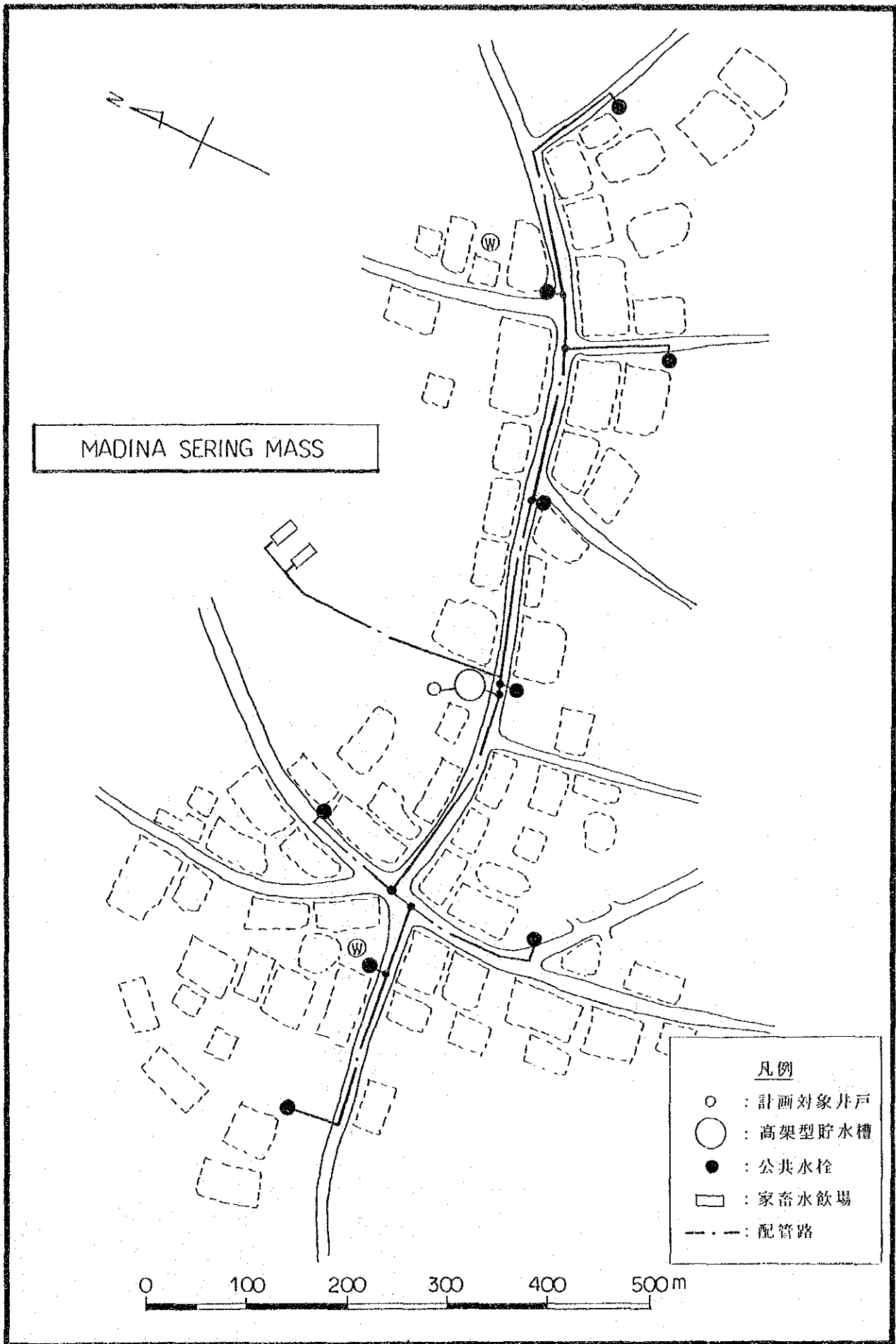
TUBA KOLONG



凡例

- : 計画対象井戸
- : 高架型貯水槽
- : 公共水栓
- : 家畜水飲場
- : 配管路



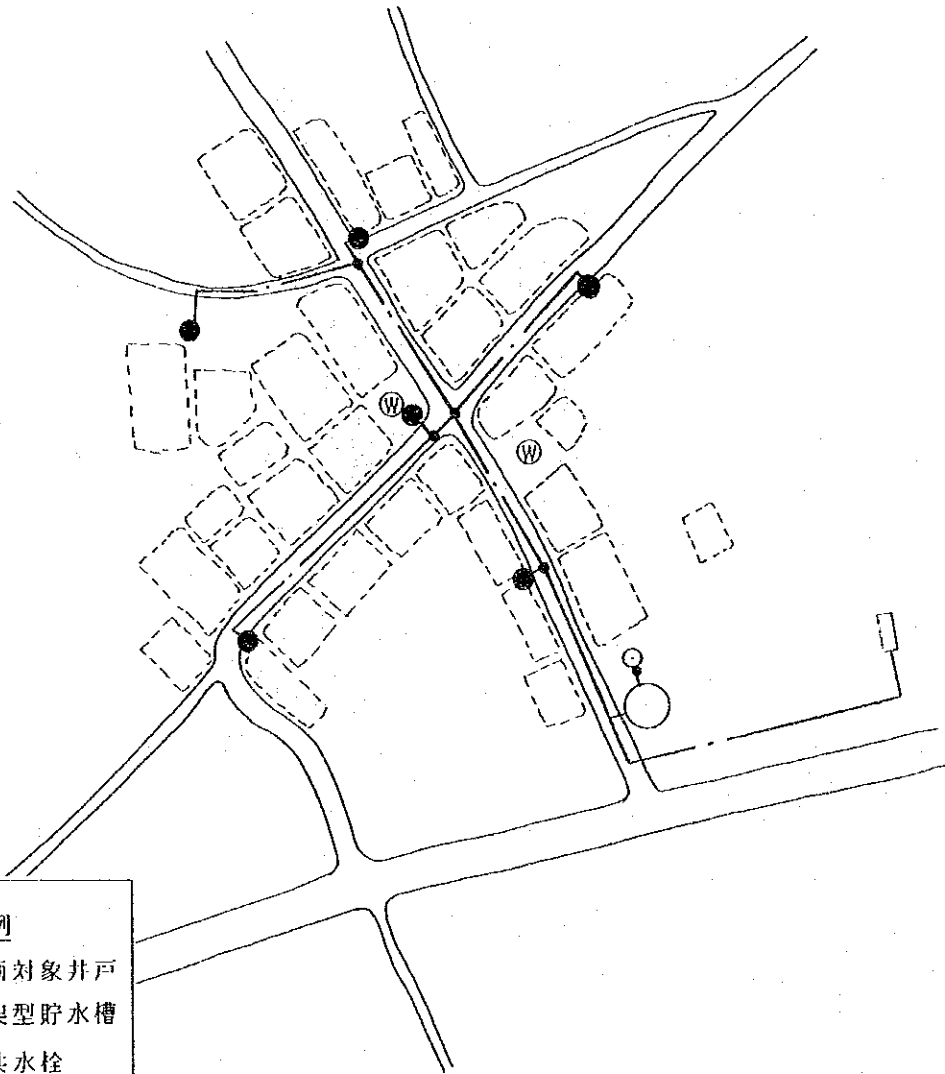
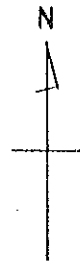


MADINA SERING MASS

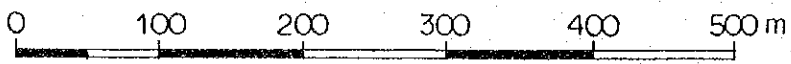
- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - - - : 配管路

0 100 200 300 400 500m

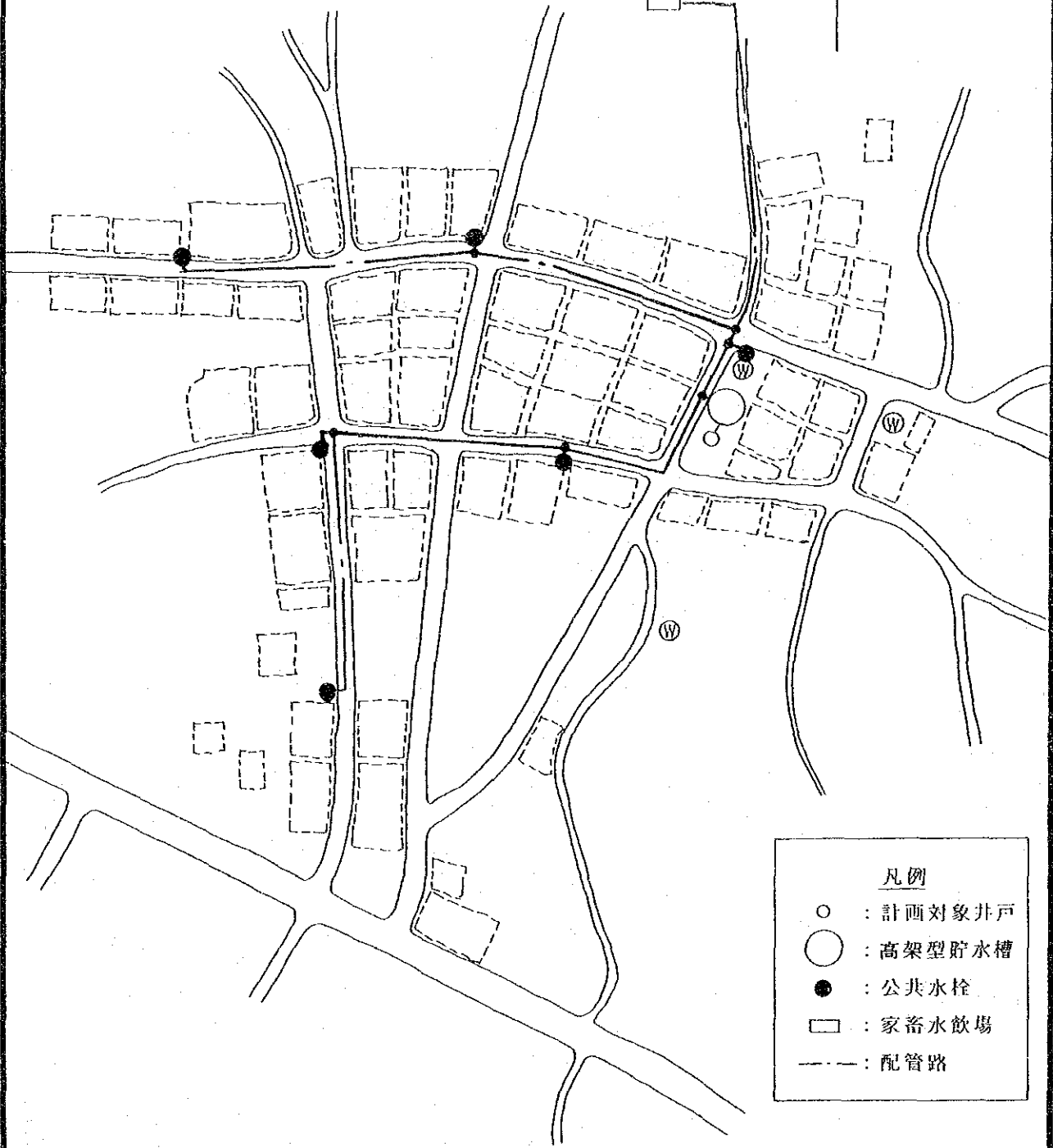
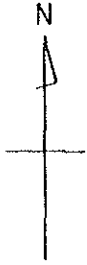
NEMA



- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路



JAPPINE MARKO

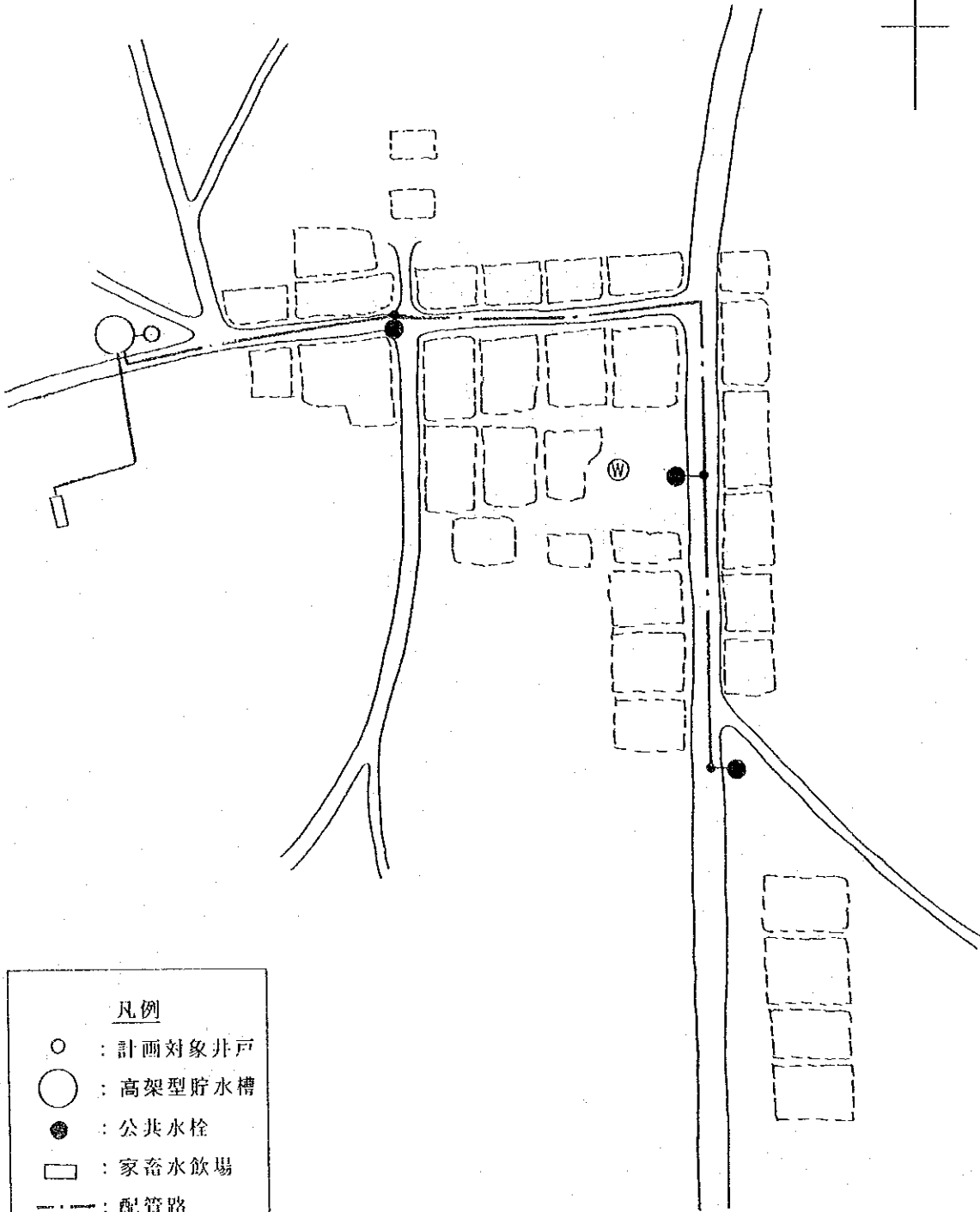
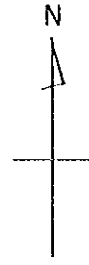


凡例

- : 計画対象井戸
- : 高架型貯水槽
- : 公共水栓
- : 家畜水飲場
- : 配管路

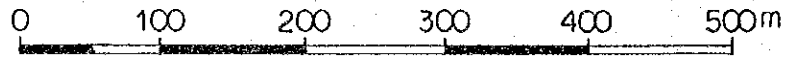


DUMBUTU

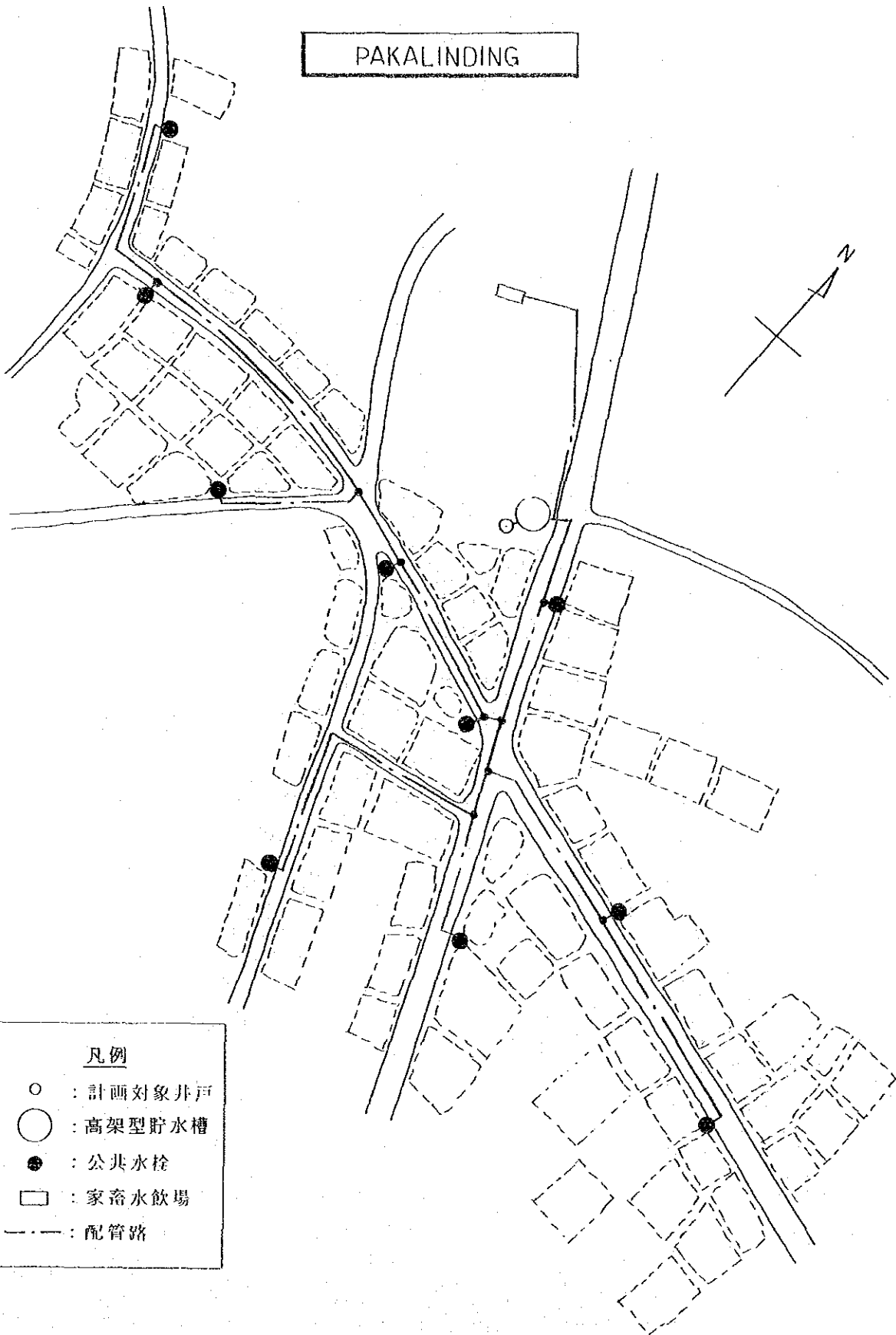


凡例

- : 計画対象井戸
- : 高架型貯水槽
- : 公共水栓
- : 家畜水飲場
- - - : 配管路



PAKALINDING

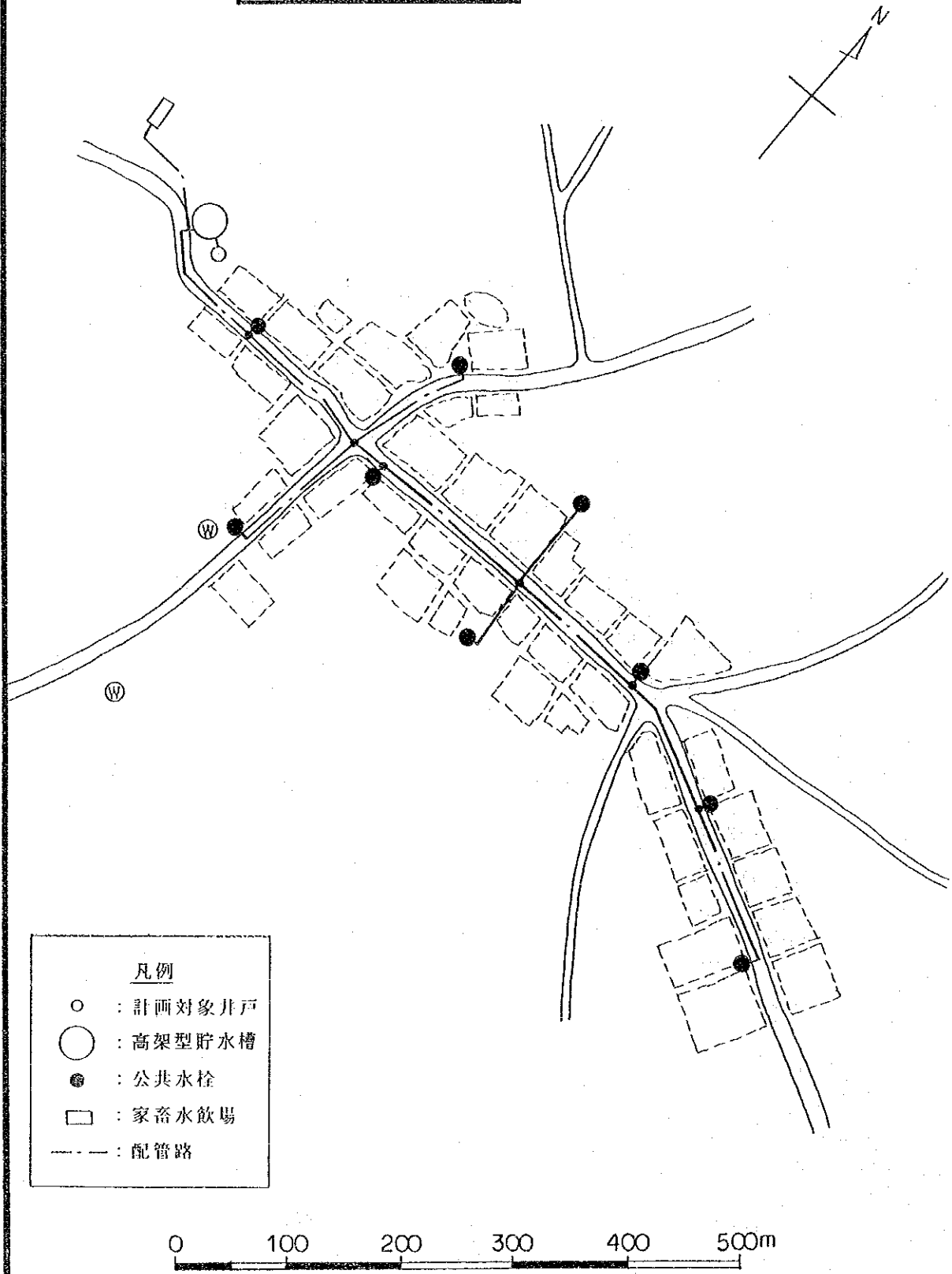


凡例

- : 計画対象井戸
- : 高架型貯水槽
- : 公共水栓
- : 家畜水飲場
- : 配管路

0 100 200 300 400 500 m

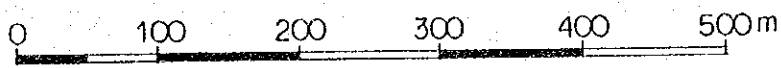
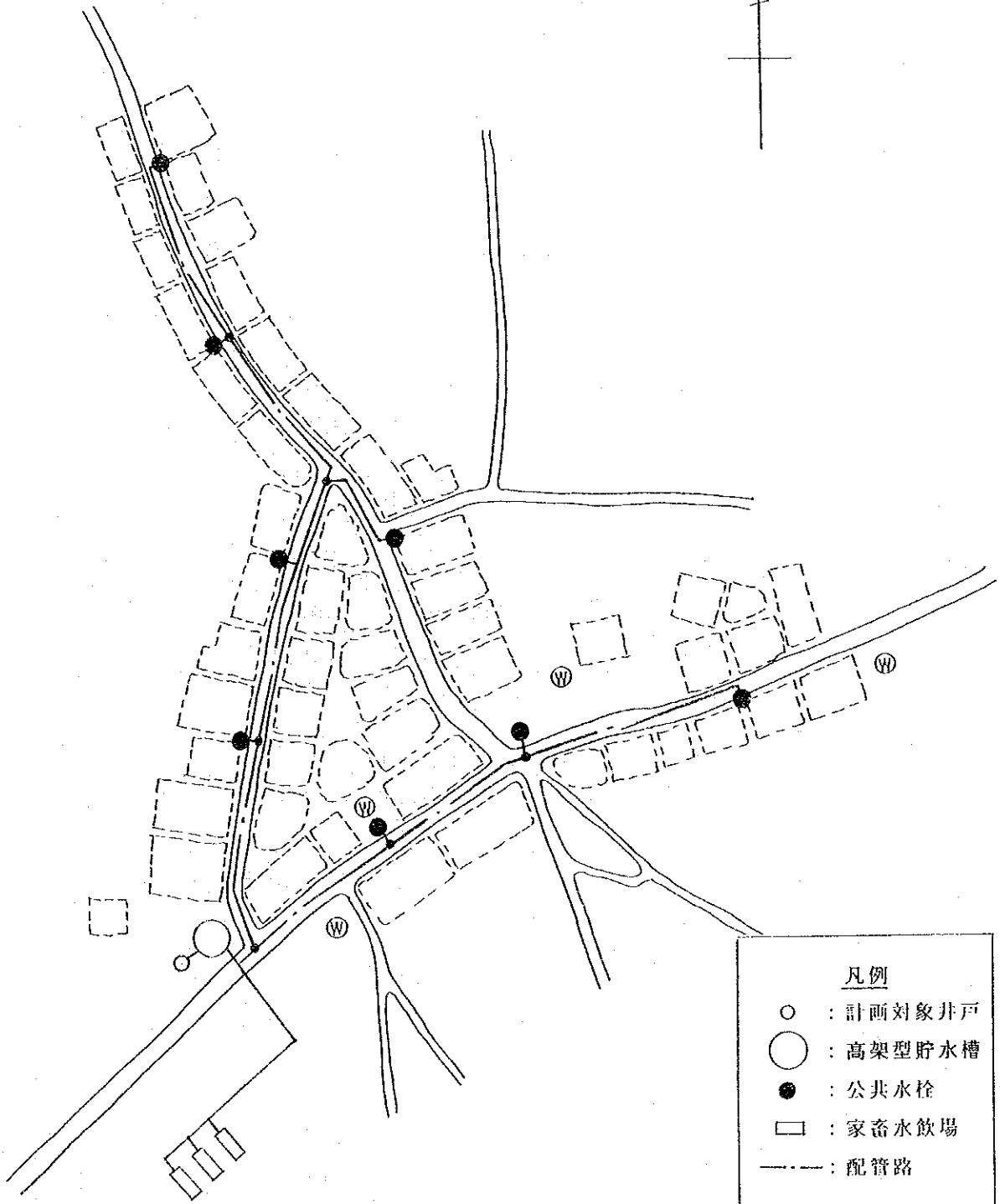
BARO KUNDA



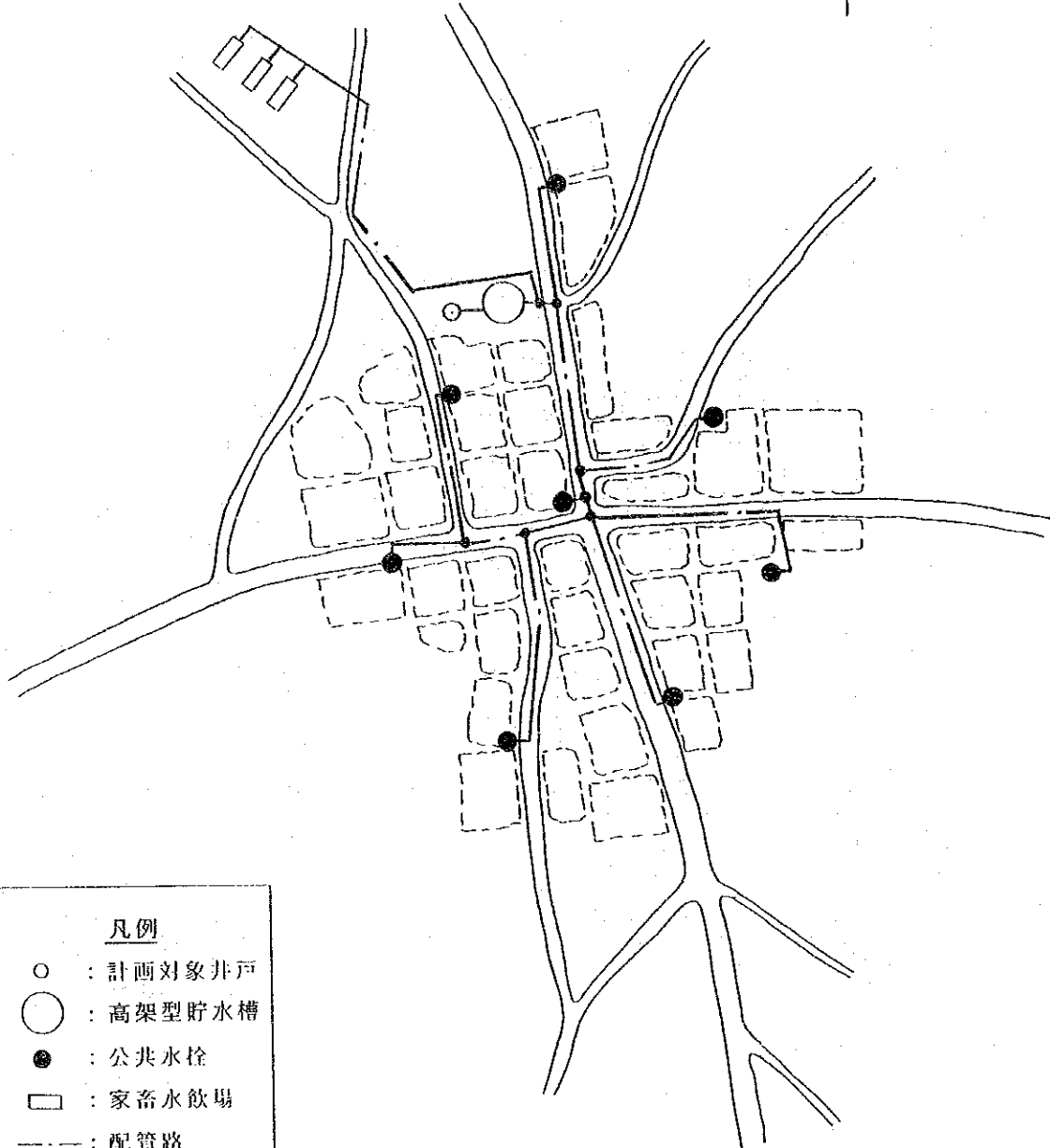
凡例

- : 計画対象井戸
- : 高架型貯水槽
- : 公共水栓
- : 家畜水飲場
- : 配管路

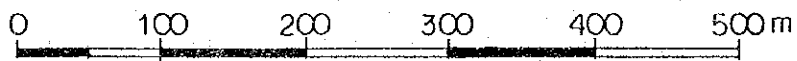
TONIATABA



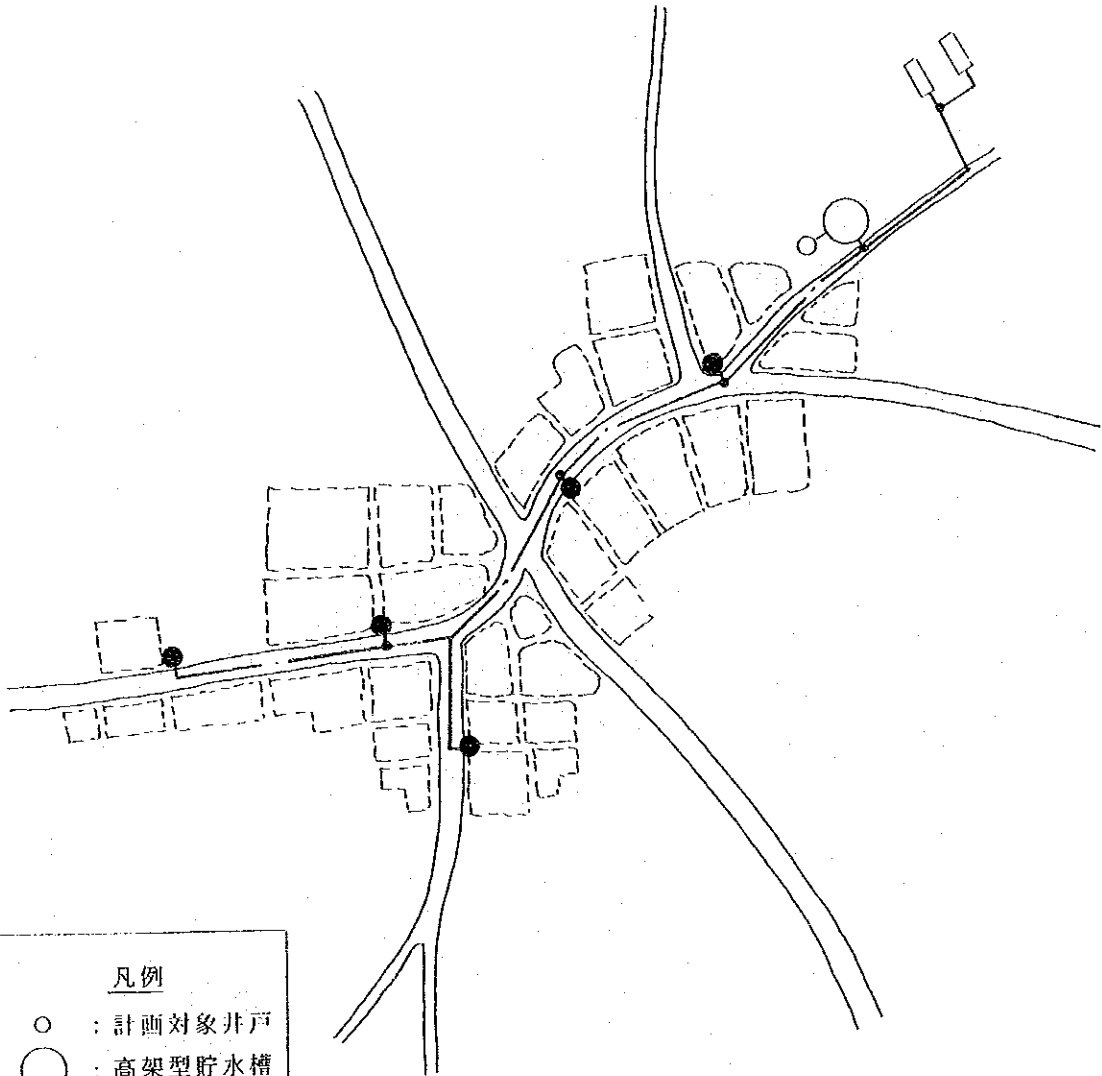
BURENG



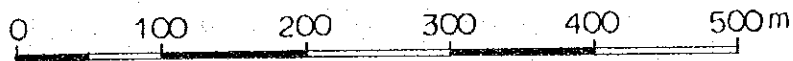
- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路



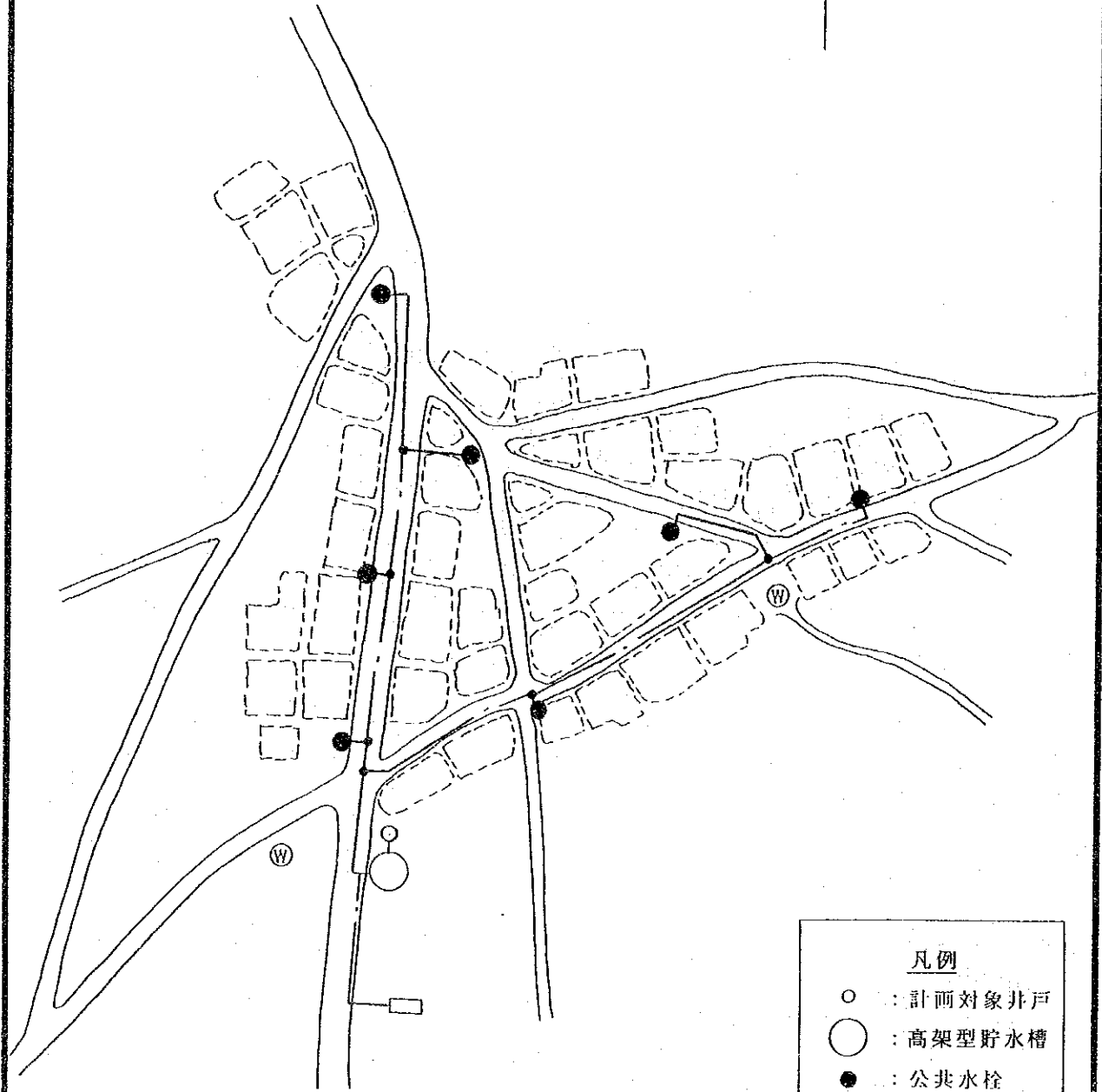
JALI



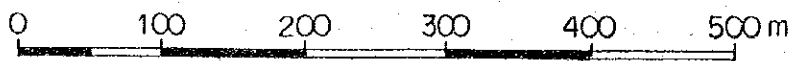
- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路



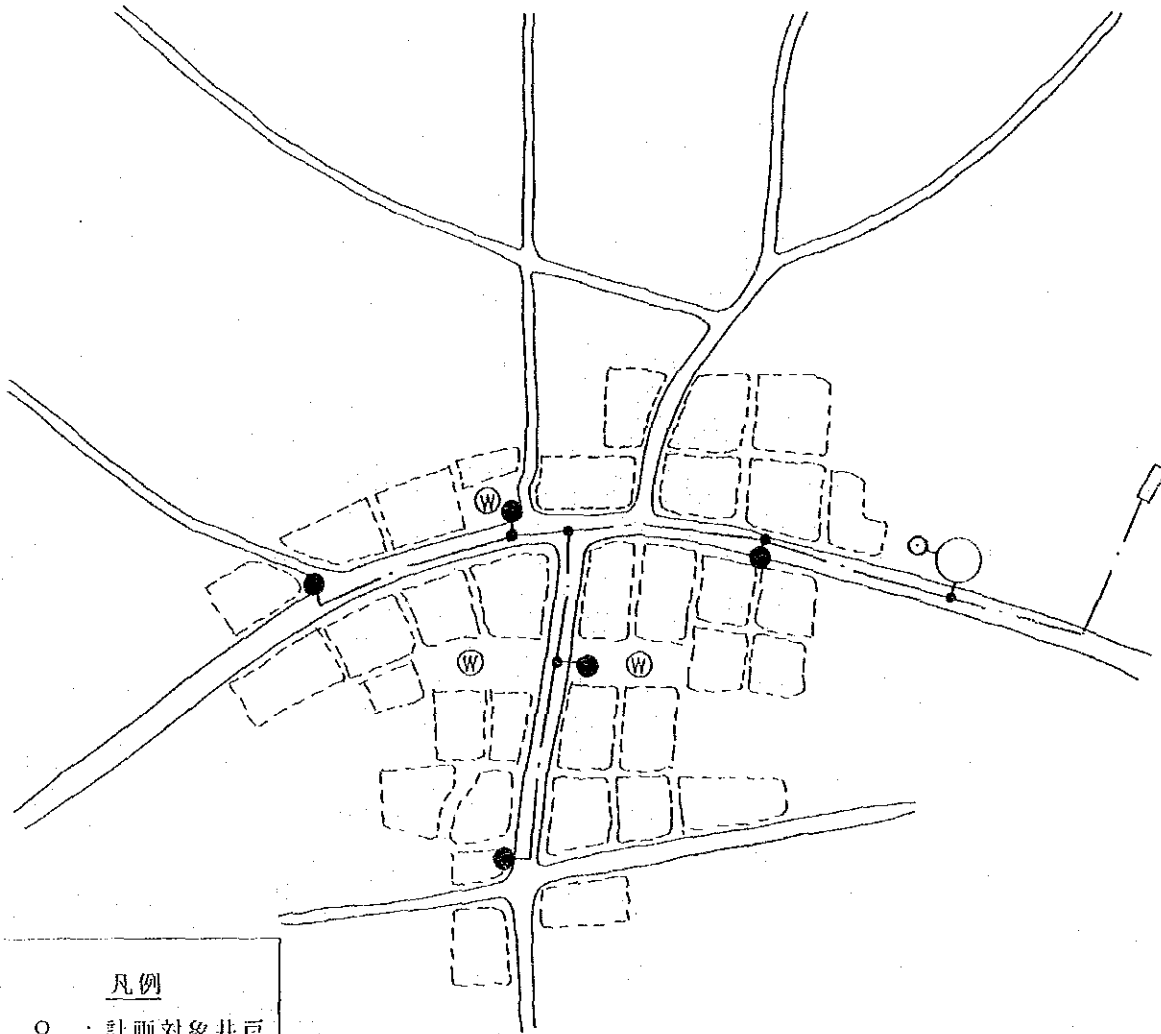
PAKALI BA



- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路

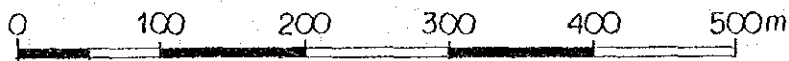


MASSEMBE

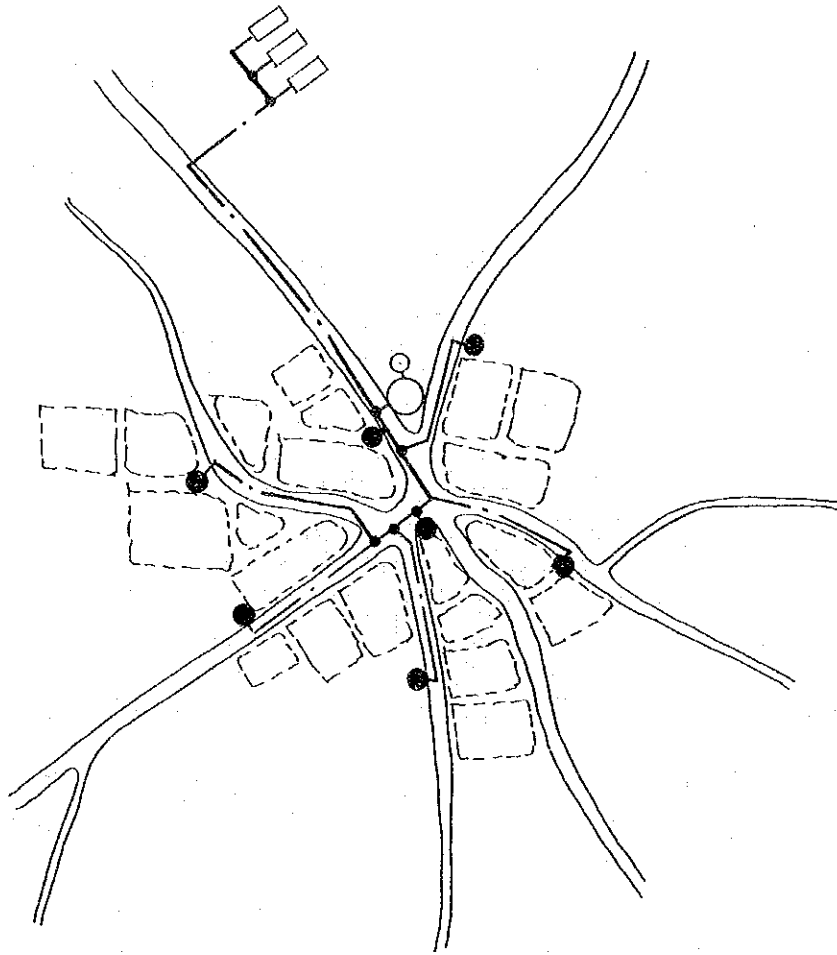
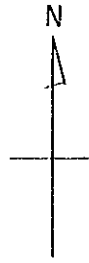


凡例

- : 計画対象井戸
- : 高架型貯水槽
- : 公共水栓
- : 家畜水飲場
- : 配管路



MAMUT FANA

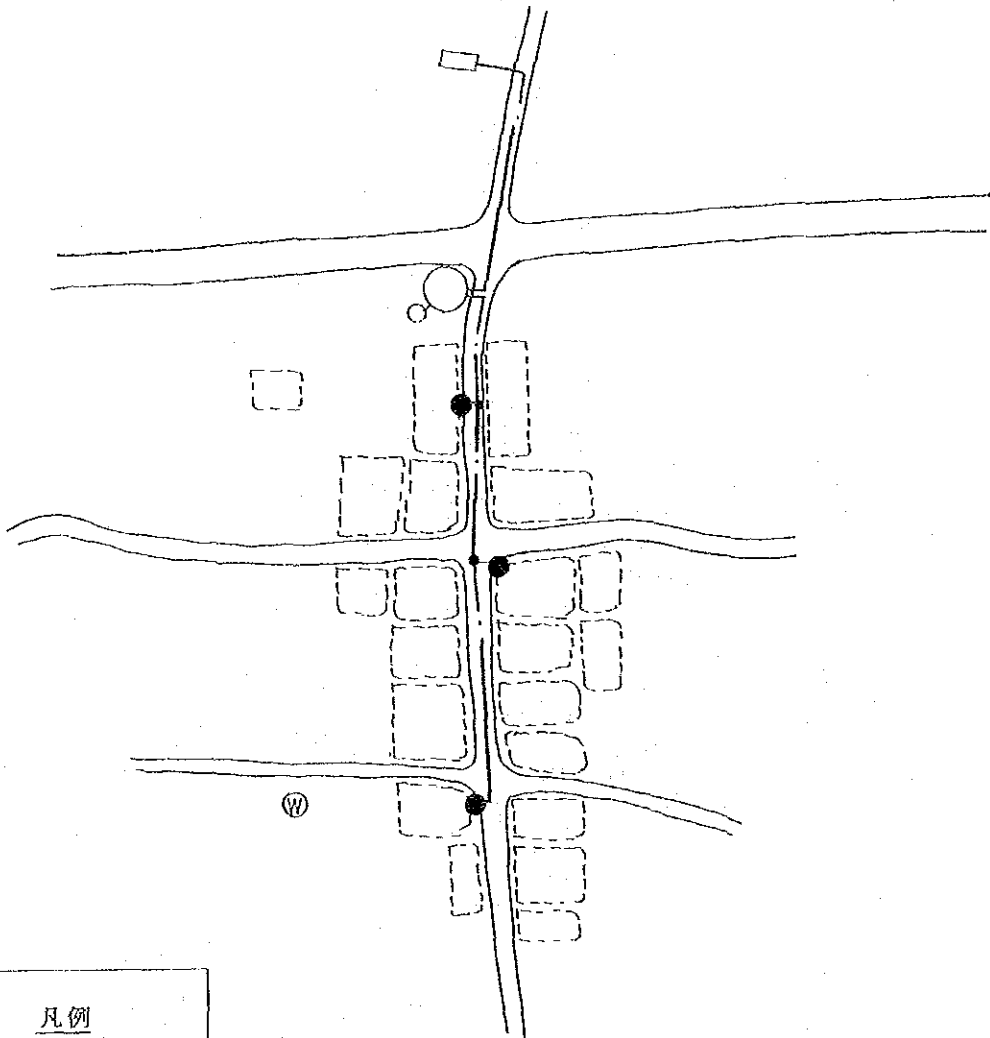
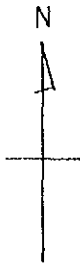


凡例

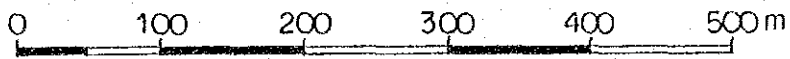
- : 計画対象井戸
- : 高架型貯水槽
- : 公共水栓
- : 家畜水飲場
- : 配管路

0 100 200 300 400 500m

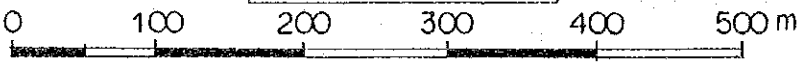
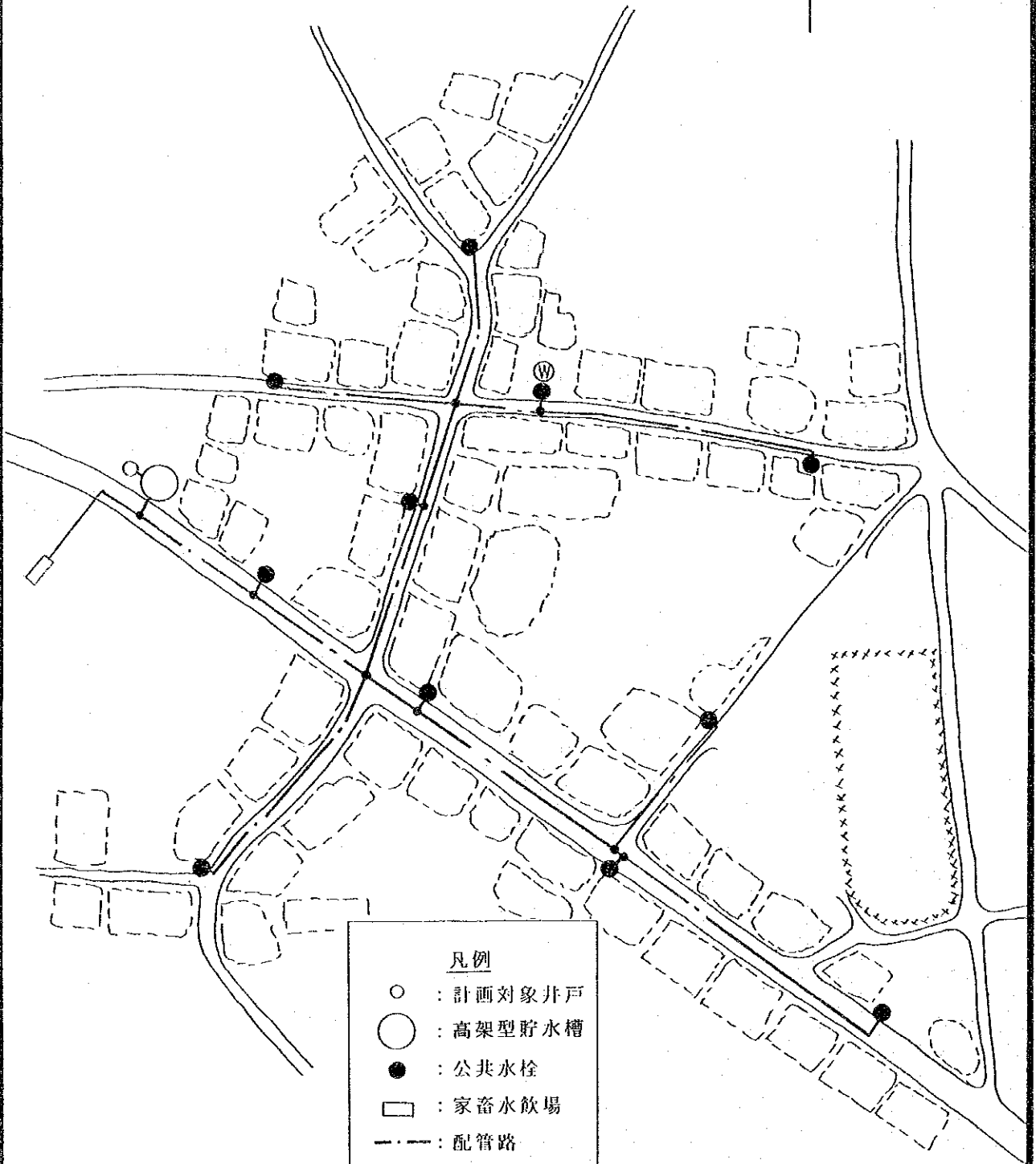
PINIAI



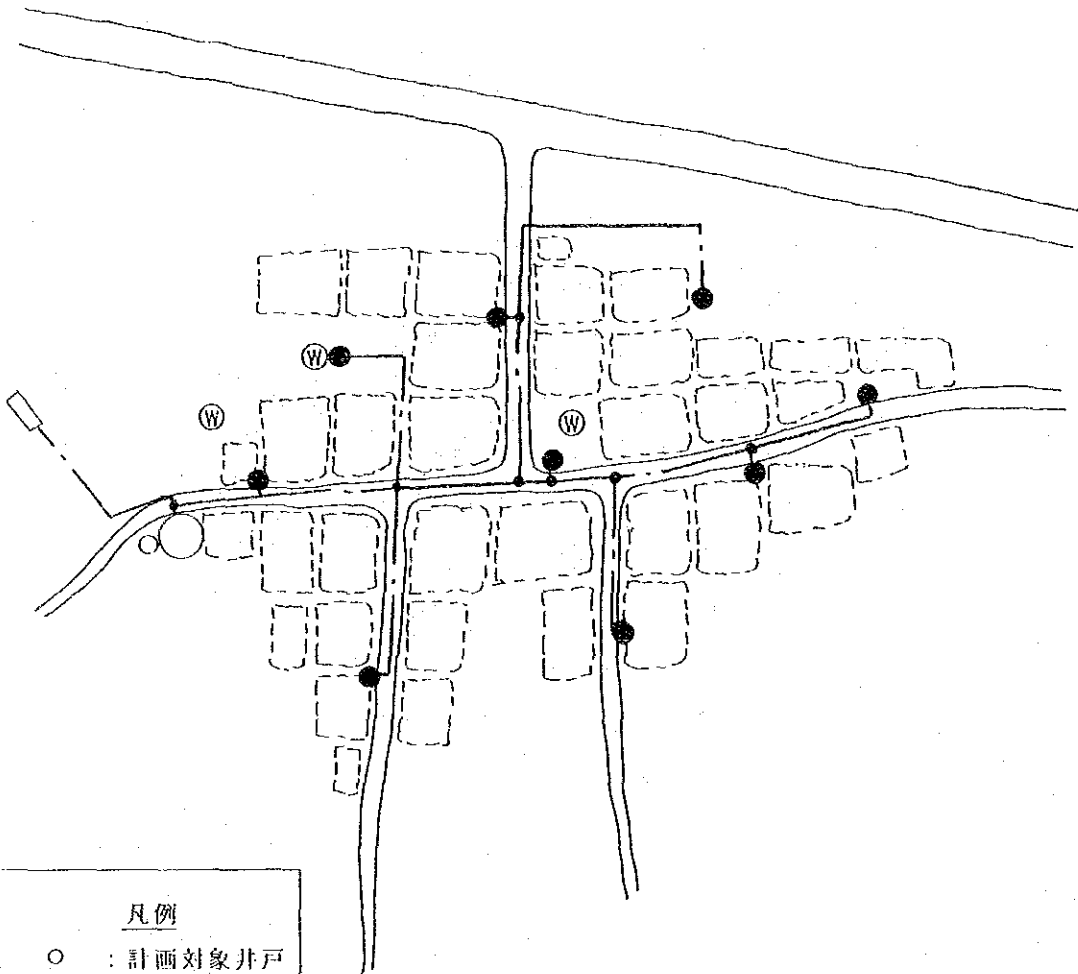
- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路



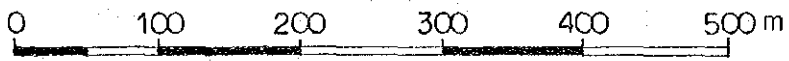
BRIKAMA BA



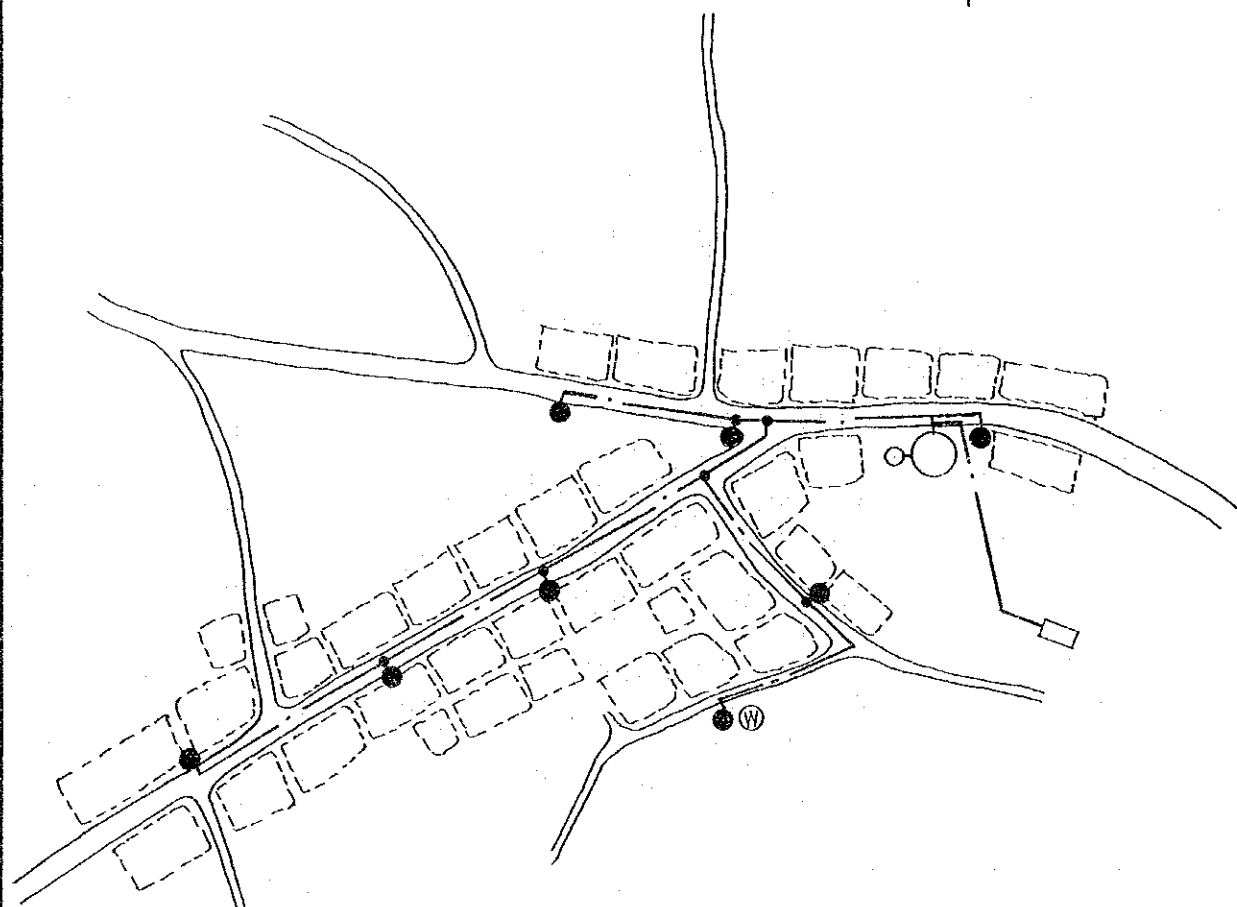
MADINA UMFALLY



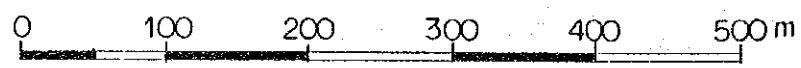
- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路



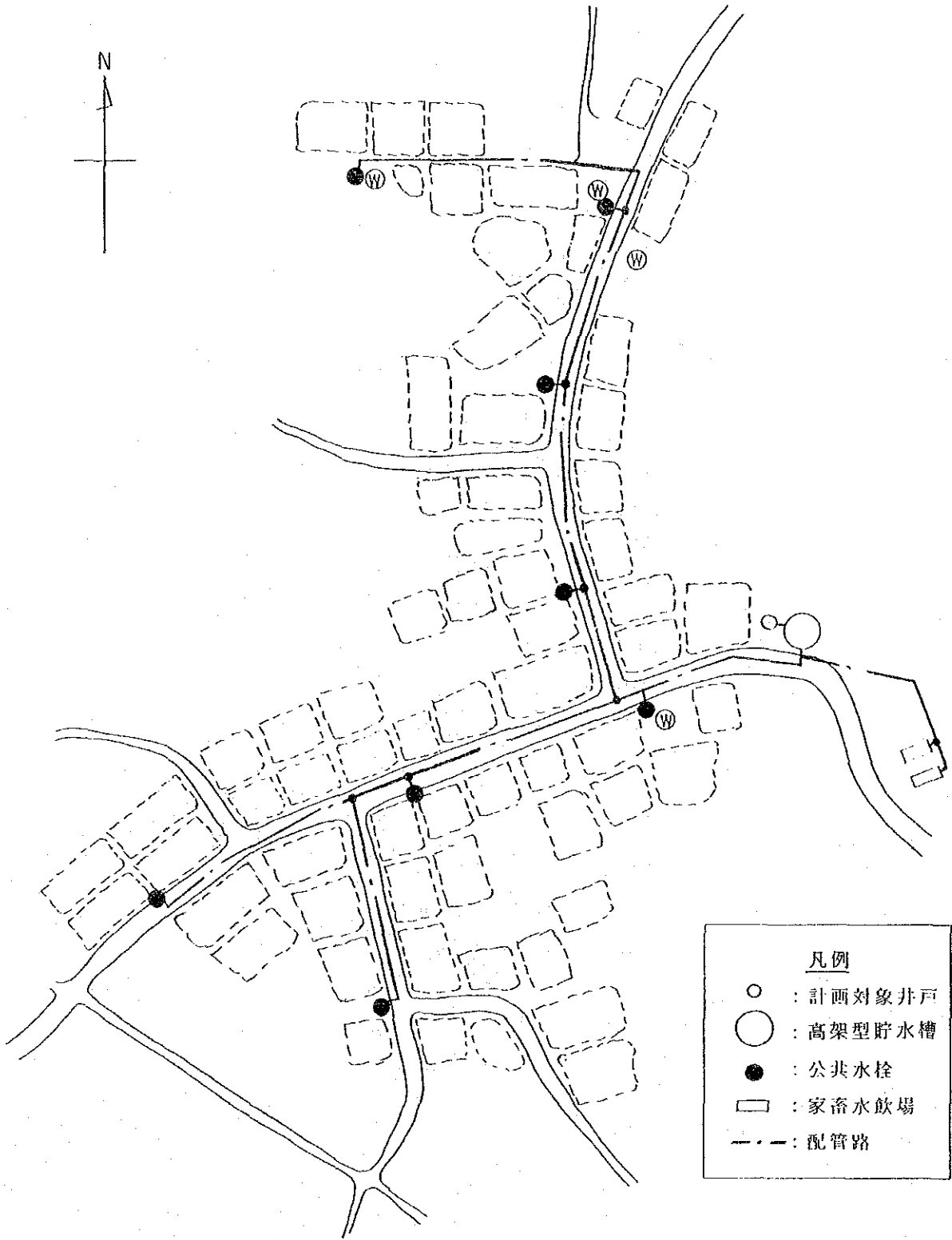
SARUJA



- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - - - : 配管路



DANKUNKU

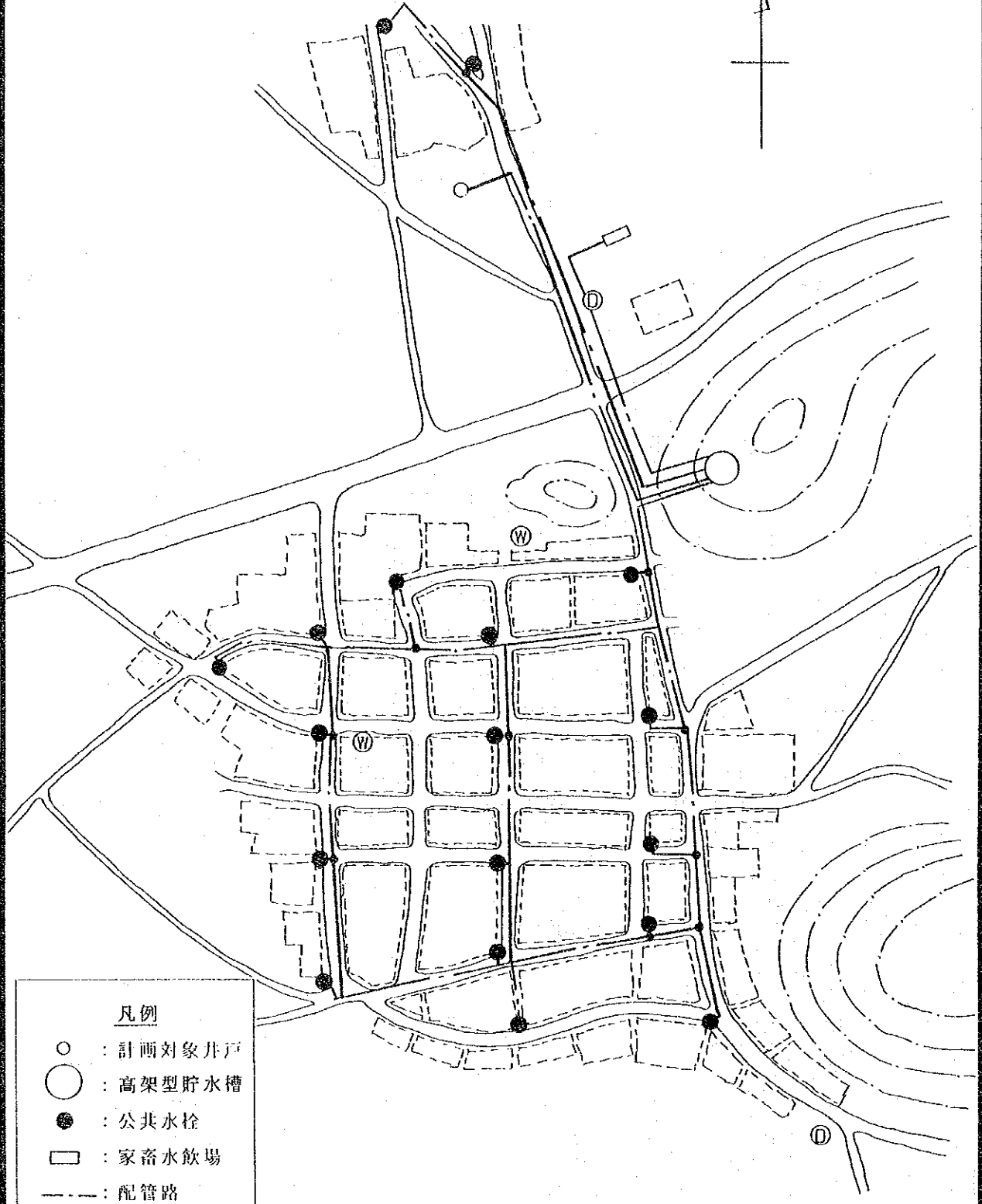


凡例

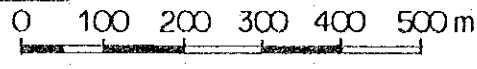
- : 計画対象井戸
- : 高架型貯水槽
- : 公共水栓
- : 家畜水飲場
- - - : 配管路

0 100 200 300 400 500m

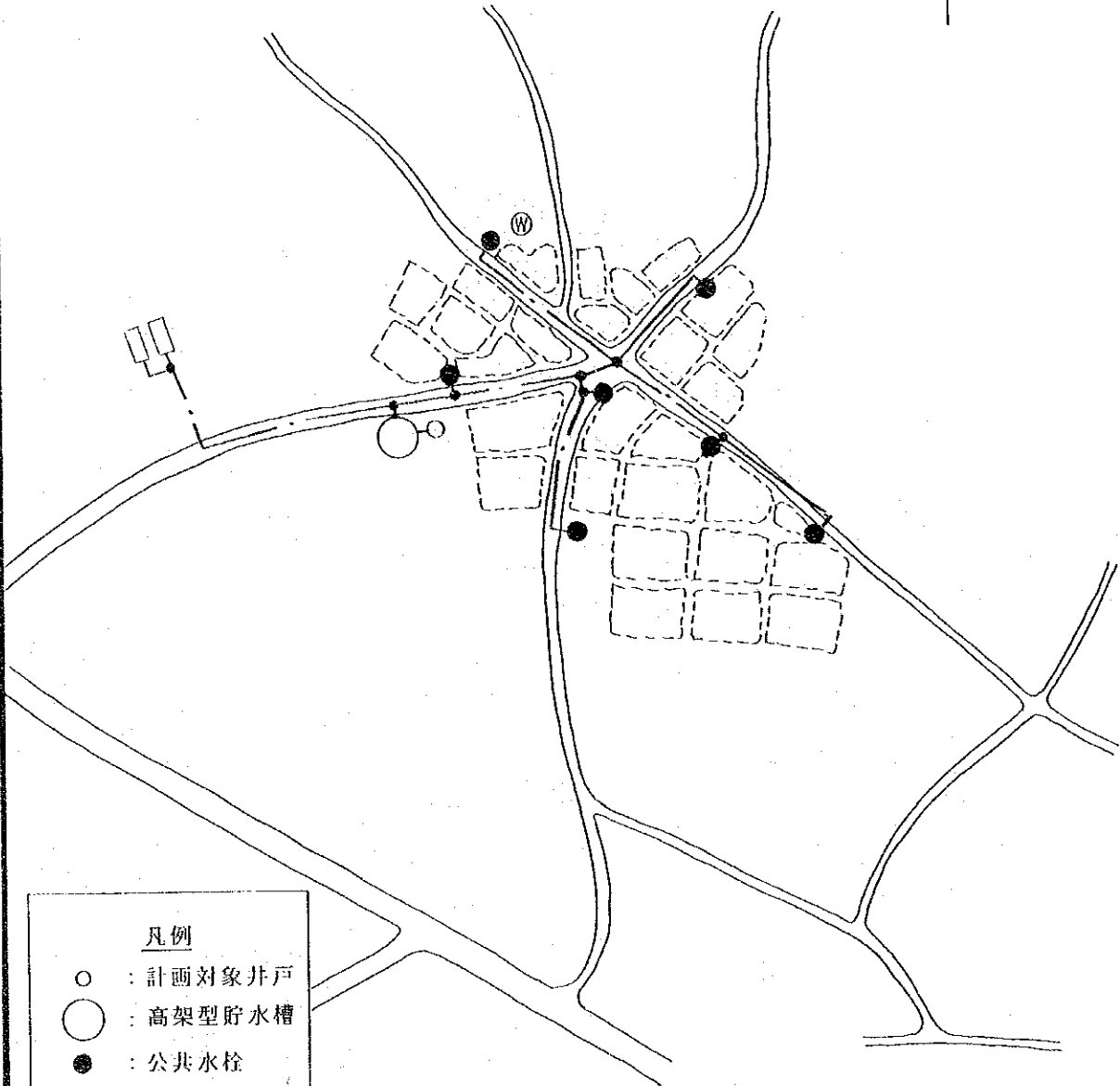
TOURAY KUNDA



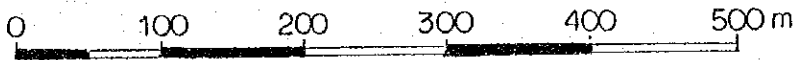
- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路



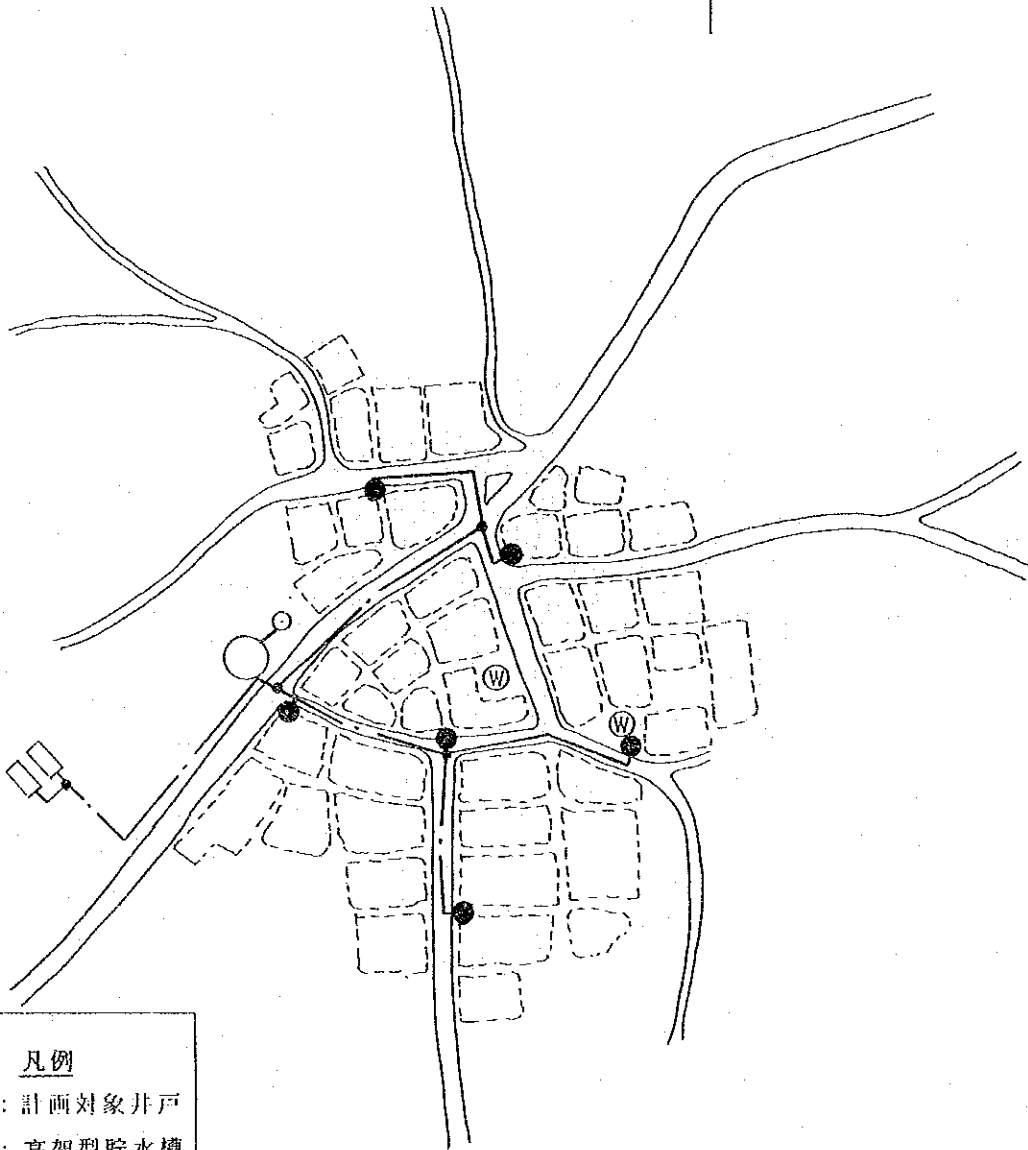
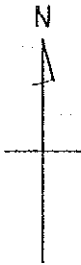
SAMI PACHONKI



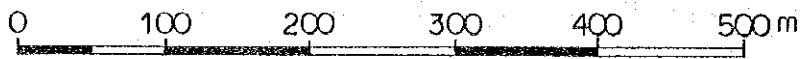
- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路



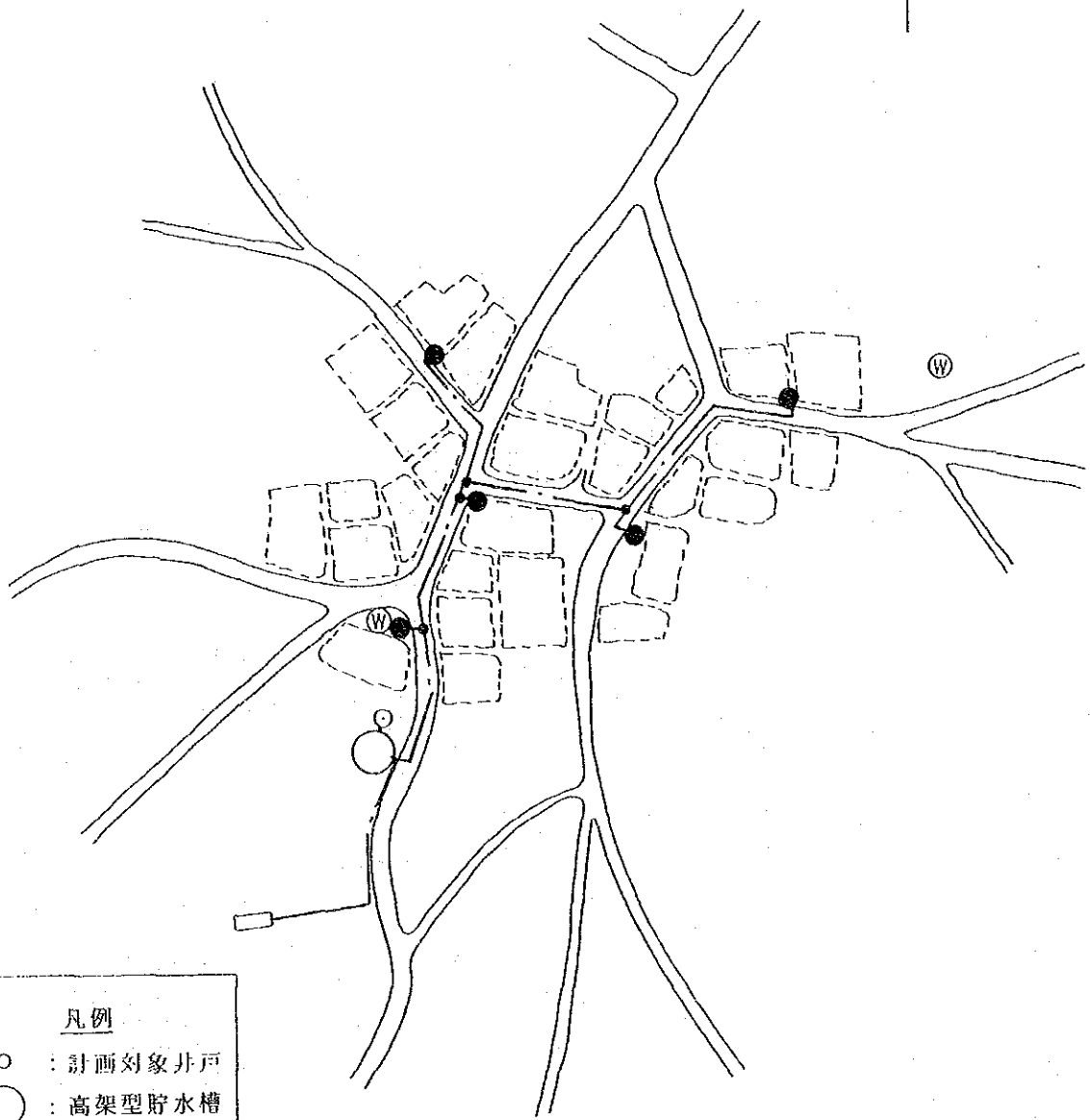
SUKUTA



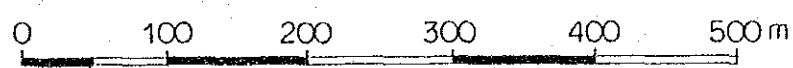
- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路



GALLEH MANDA



- 凡例
- : 計画対象井戸
 - : 高架型貯水槽
 - : 公共水栓
 - : 家畜水飲場
 - : 配管路



(2) 施設図

機械室

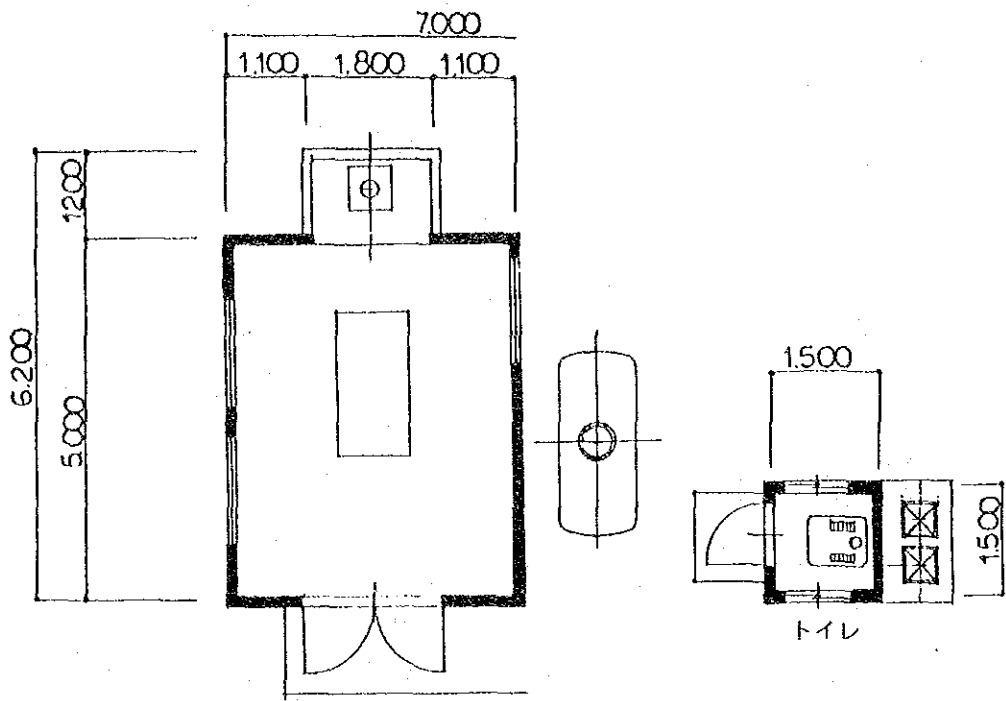
高架貯水槽

公共水栓・家畜水飲場

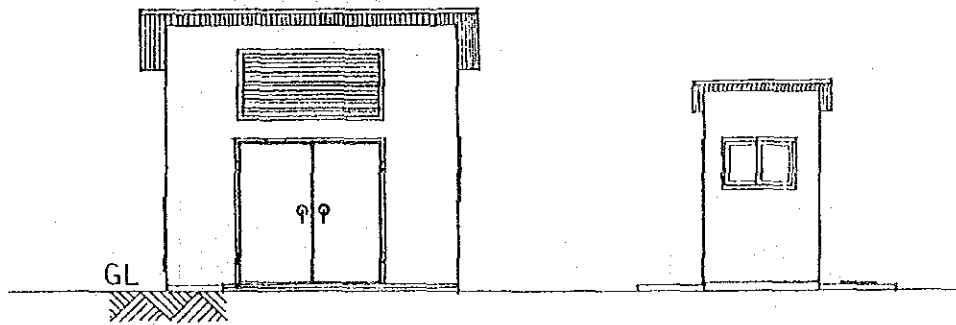
バルブ・ボックス

浸透枳

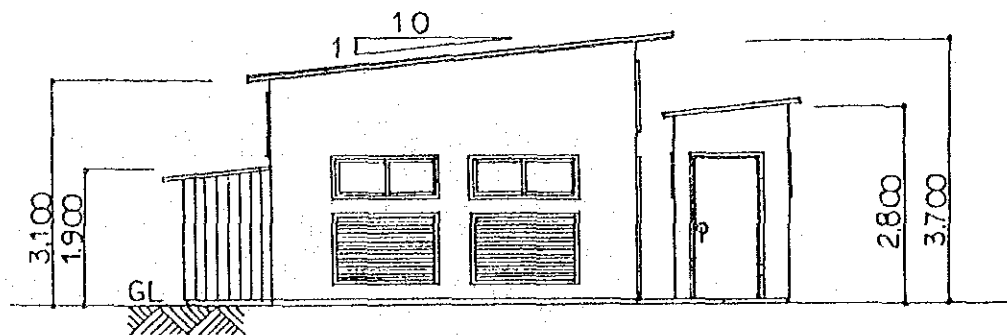
井戸構造図



平面図

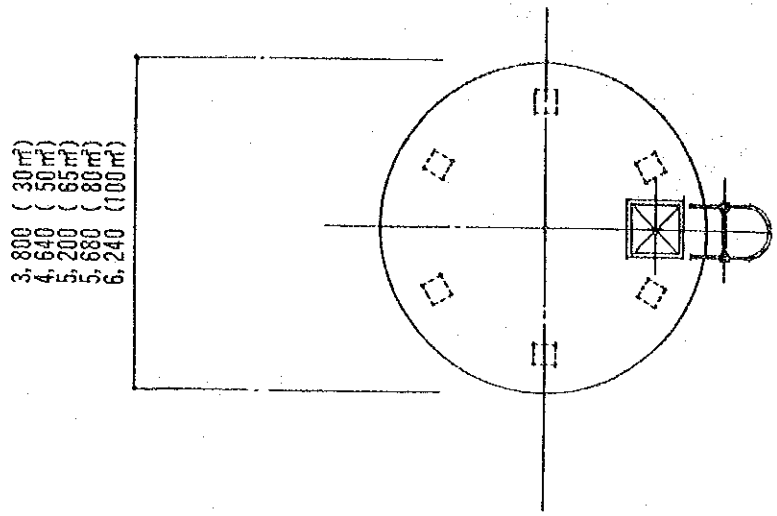


側面図

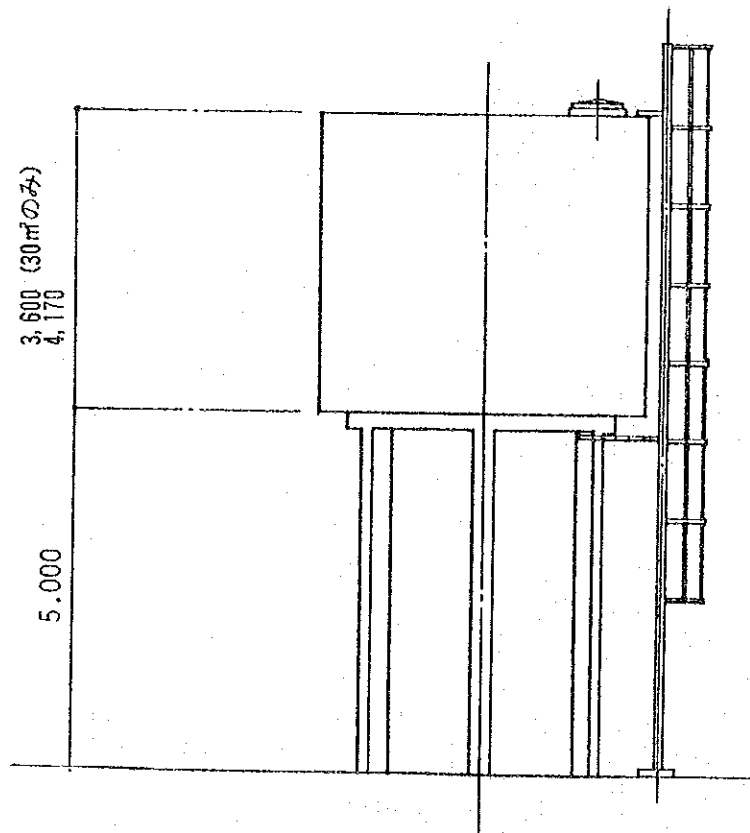


立面図

機械室

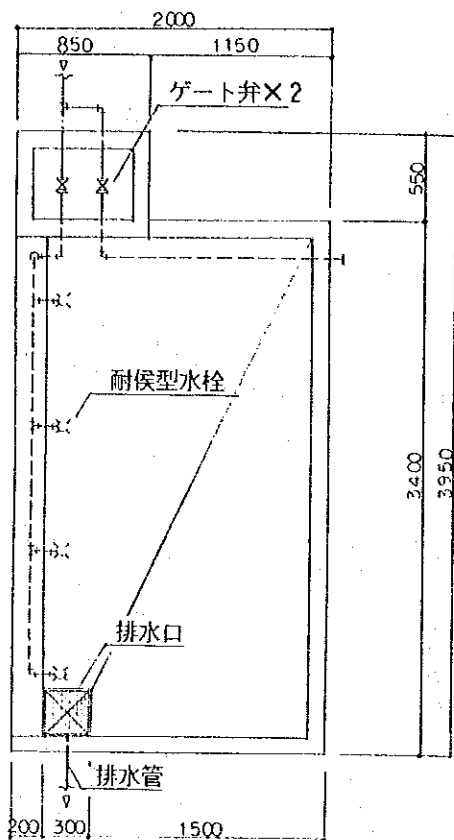


平面図

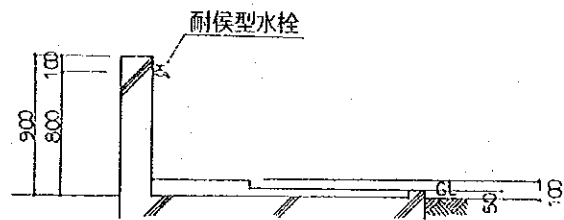


断面図

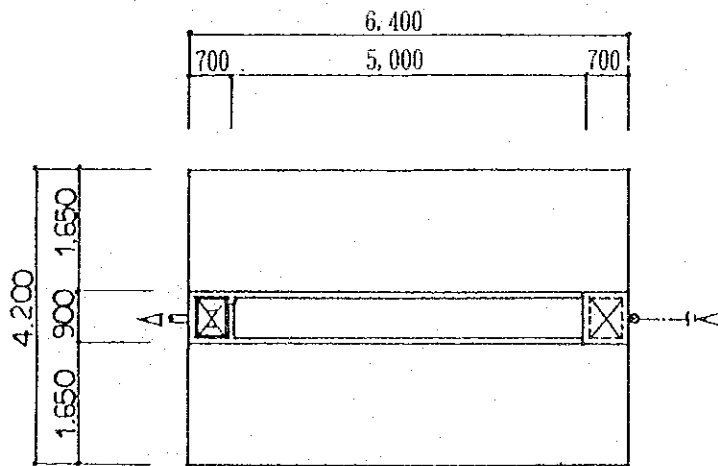
高架貯水槽



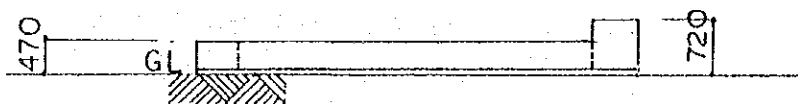
公共水栓



断面図

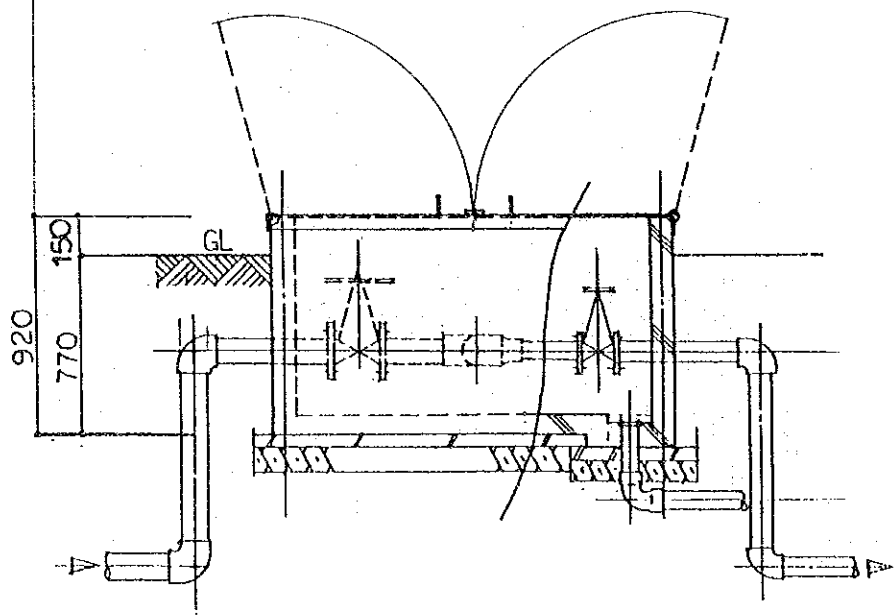
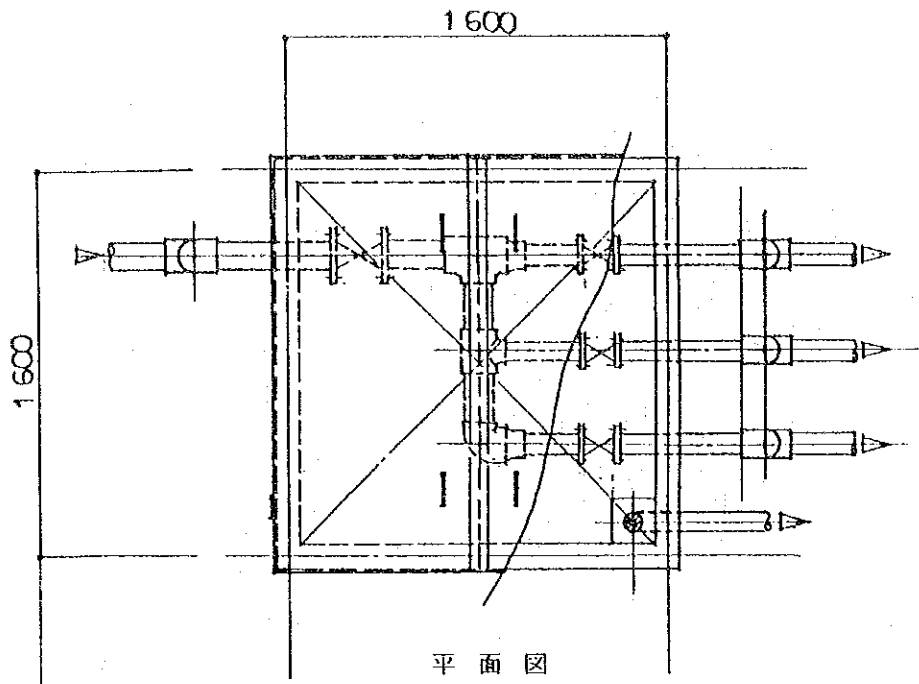


平面図

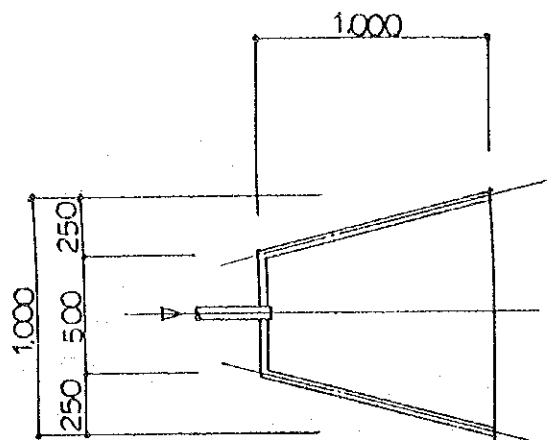


断面図

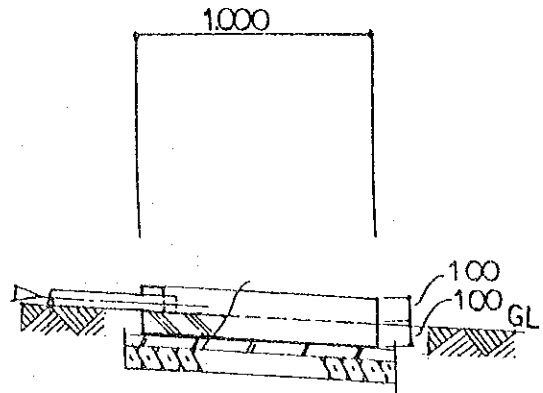
家畜水飲場



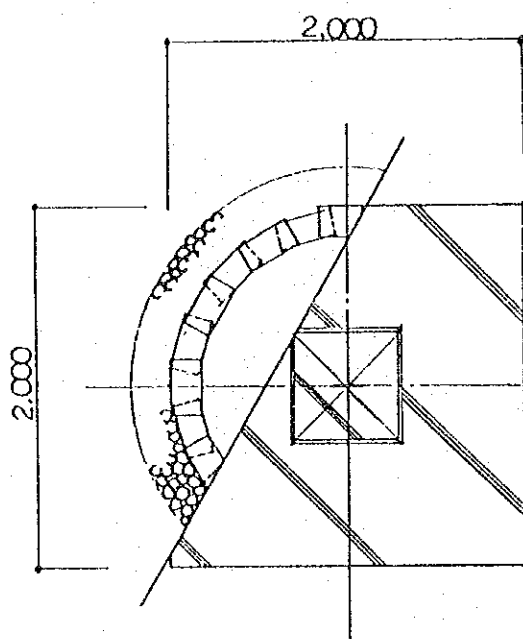
バルブ・ボックス



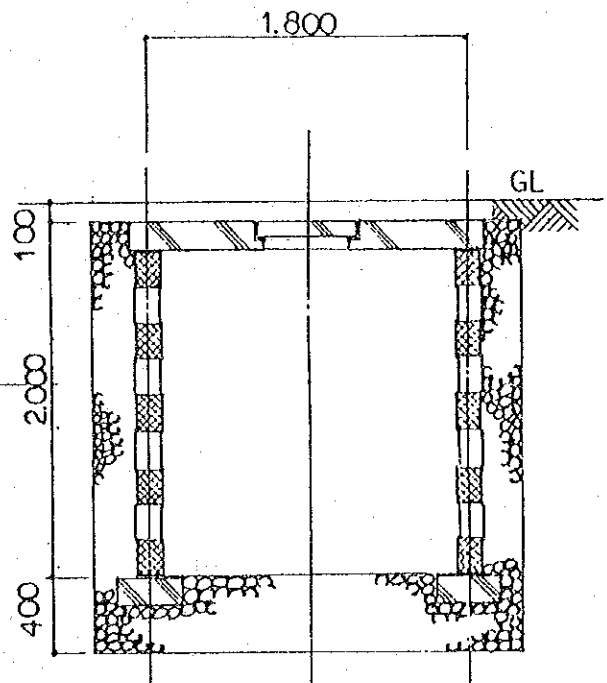
平面图



断面图

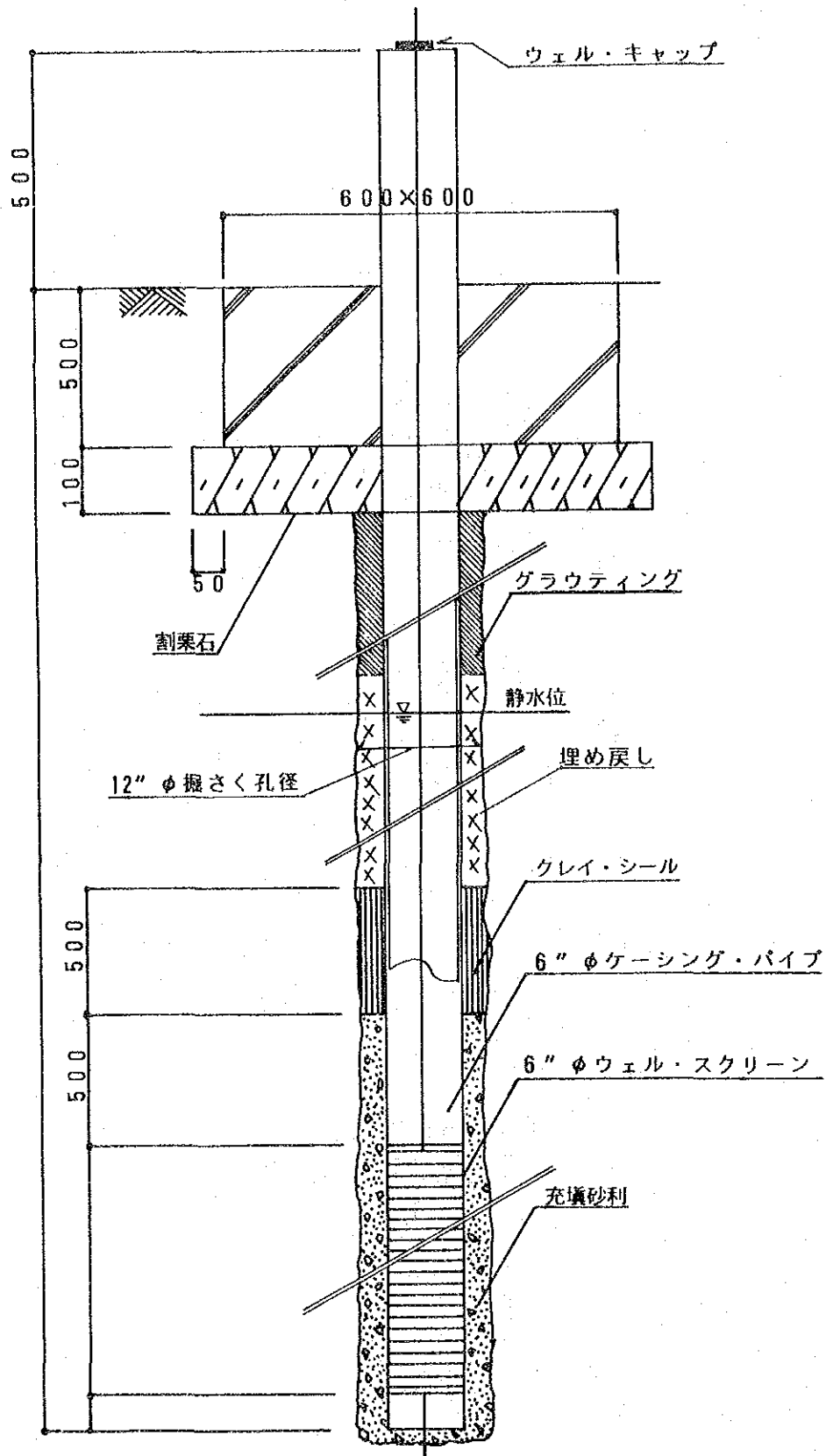


平面图



断面图

漫透枱



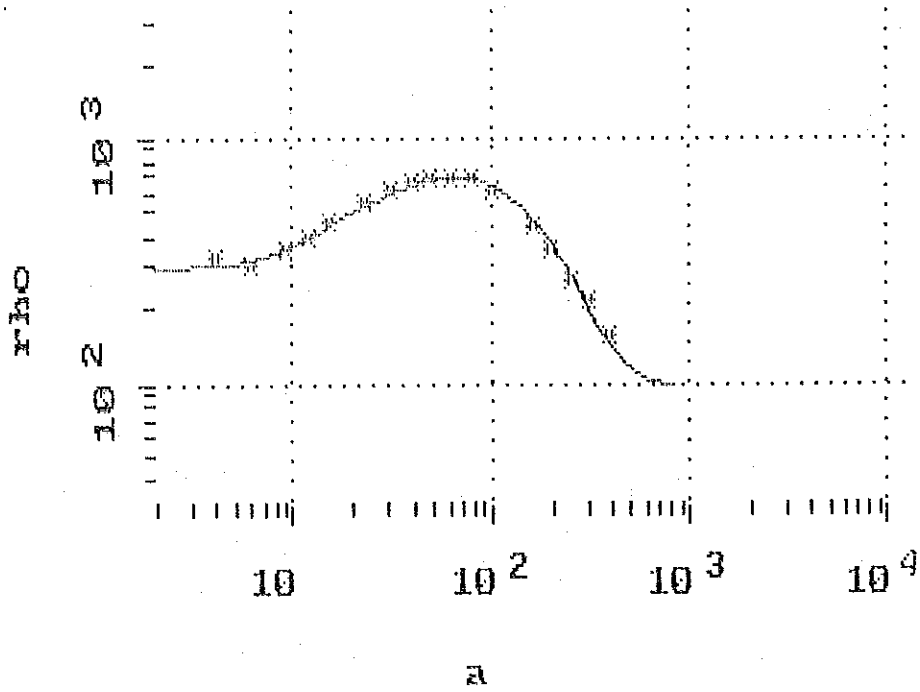
井戸構造図

非分の1

資-6 電氣探查解析圖

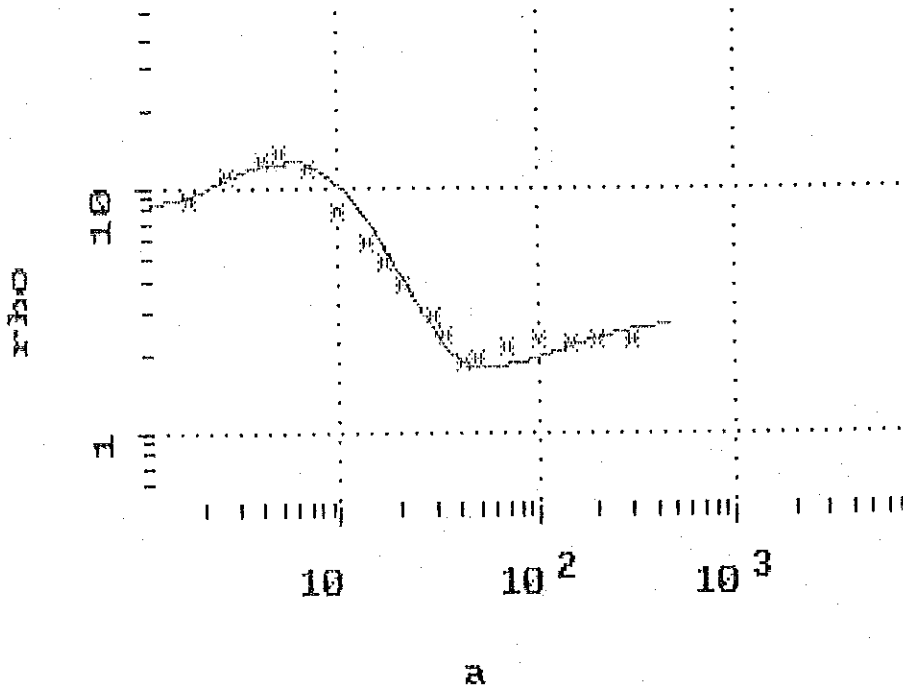
Fass Umar Sahor Area

	Resistivity (ohm, m)	depth (m)
1	-----	0.000
2	300.000	9.000
3	800.000	25.000
4	1000.000	80.000
5	300.000	150.000
	80.000	



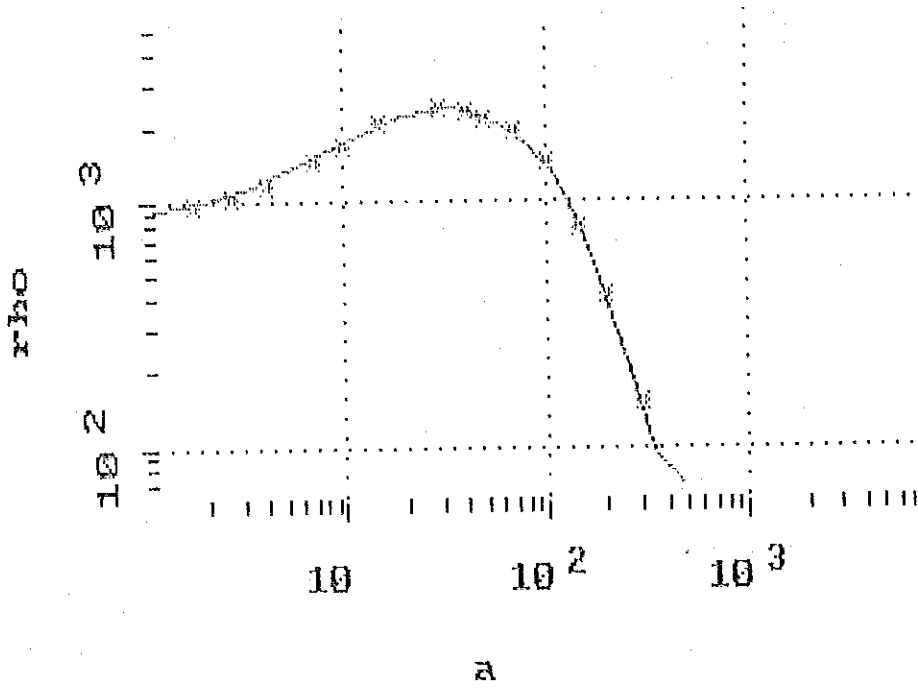
Jali Area

	Resistivity (ohm, m)	depth (m)
1	-----	0.000
2	9.000	2.000
3	15.000	5.500
4	0.600	40.000
	3.500	



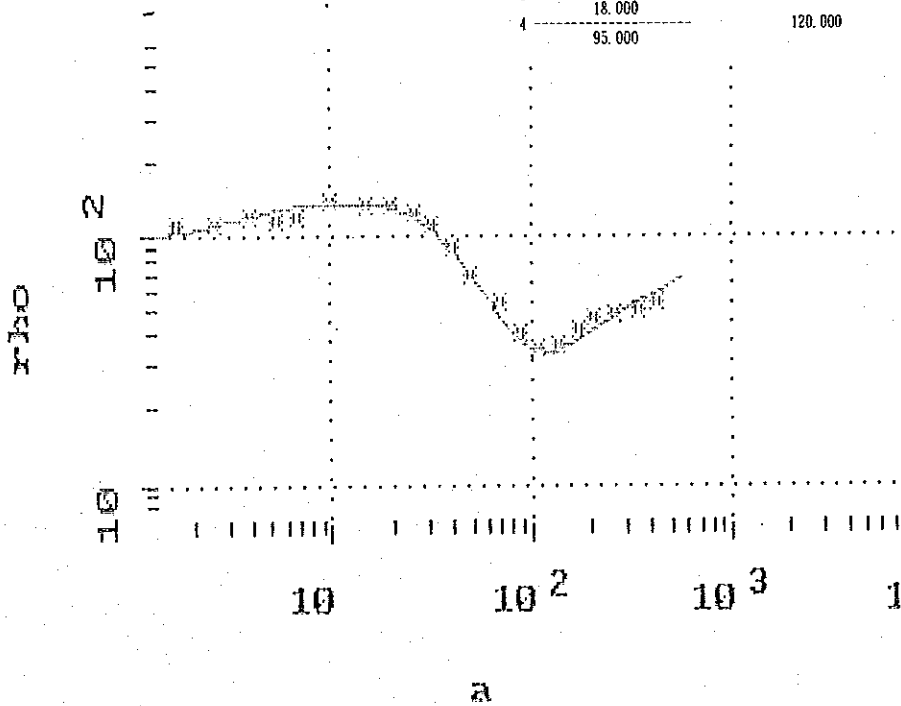
Nema Area

	Resistivity (ohm, m)	depth (m)
1	-----	0.000
2	900.000	5.000
3	2500.000	35.000
4	1600.000	100.000
	20.000	



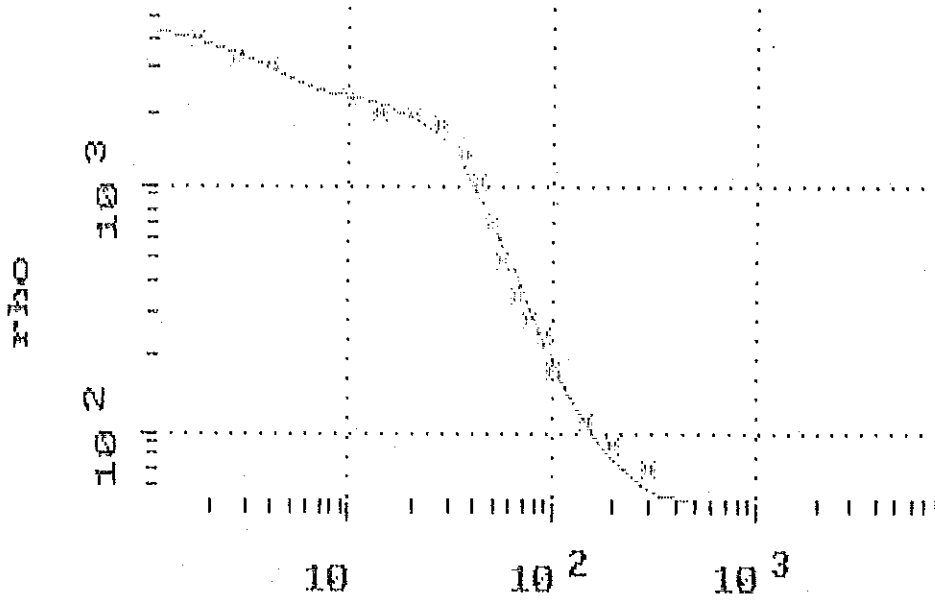
Bureng Area

	Resistivity (ohm, m)	depth (m)
1	-----	0.000
2	100.000	5.000
3	150.000	25.000
4	18.000	120.000
	95.000	



Baro Kunda Area

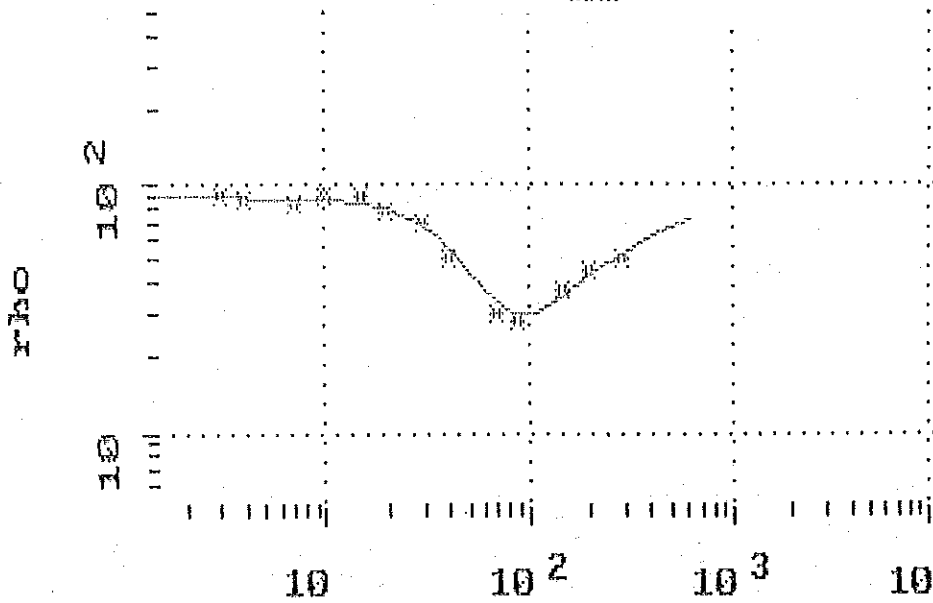
Resistivity (ohm, m)	depth (m)
4400.000	0.000
2200.000	2.000
2400.000	6.000
200.000	25.000
70.000	90.000



a

Mamut Fana Area

Resistivity (ohm, m)	depth (m)
90.000	0.000
80.600	25.000
30.000	30.000
100.000	40.000



a

資-7 発電方式の選定に関する検討

資-7.1 ソーラー発電方式導入に関する技術面の検討

本報告書の第4章で述べたように、本計画では給水施設中の揚水機用動力源として、可能な範囲でソーラー発電方式の導入を図ることがガンビア国政府より要請された。同国では既に実績のあるソーラー発電方式であるが、在来型としてより多くの実績のあるディーゼル発電方式との比較により、その導入に関し適正技術としての妥当性が検討された。ソーラー発電方式の種類としては、普及率が高く、ガンビアで現在稼働中のものにも採用されているフォト・ボルトイック方式を検討の対象とした。

先ず在来方式、ソーラー方式それぞれの基本的な特色を把握すべく、両者の一般的な比較を以下に示す。

	在来発電方式 (ディーゼル発電機)	ソーラー発電方式 (フォト・ボルトイック)
1. 機械的特色		
1. 発電方式	ディーゼル・エンジンの駆動による動的な発電。	セルが太陽エネルギーに反応することによる静的な発電。
2. 燃料	軽油	なし
3. 機構上の特色	原動機部分と発電機部分より成る機構である。	回転部、可動部がなく単一な構造である。
4. 制御方式	緊急時の自動制御以外は人力により始動・停止を行う。	日照により始動・停止は自動的に行われる。
5. 対象ポンプ容量	大規模の揚水量×揚程に対応が可能。	現状では揚水量×揚程の規模に制限がある。 (標準品の定格出力で 6.6kw)
6. 据付・基礎	適当な基礎を必要とする。	軽微なもので可。
7. 使用環境条件による特性への影響	機械室を必要とするが周囲の環境条件が装置の特性に与える影響は小さい。	日射量が発電量に大きく影響を及ぼす。
8. 環境への影響	運転に伴い騒音、排気を発生。	環境への悪影響は全くない。
9. 実績	実用化され多年を経ている。	在来型に比べ開発後の日は浅い。

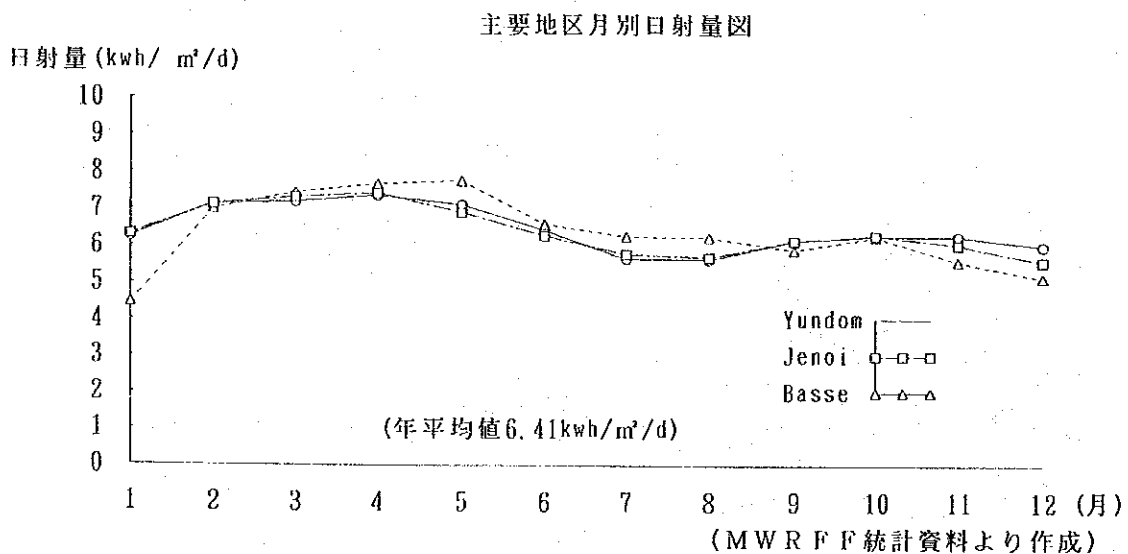
(次頁に続く)

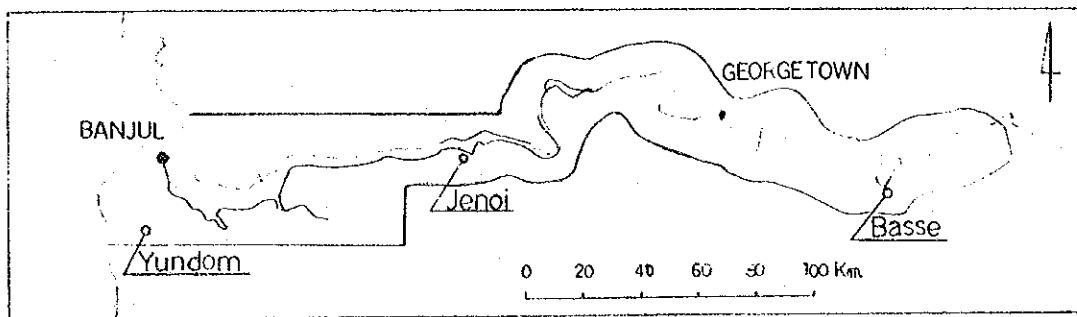
	在来発電方式 (ディーゼル発電機)	ソーラー発電方式 (フォト・ボルタイック)
II. 費用比較		
1. 建設費	ディーゼル発電機、水中モータ・ポンプ、機械室を必要するが費用は比較的小さい。	ソーラー・アレー、インバーター、水中モータ・ポンプを必要とし、費用は比較的大きい。
2. 維持管理費		
1) 操作運転要員費	始動・停止を含め日常管理を行える訓練を受けた管理者が常時勤務することが必要である。	自動運転が可能であり、日常の運転要員は必要としない。
2) 燃料費等	燃料の軽油及び潤滑用のオイルが継続的に必要とされ、長期的には最も大きな費用となる。	不要
3) 予備品購入費	ディーゼル発電機、水中モータ・ポンプ等の交換部品の購入。	インバーター、水中モータ・ポンプ等の交換部品の購入。

資-7.1.1 使用環境条件の影響

ディーゼル発電方式が殆ど使用環境条件の影響を受けないのに対し、日射量が直接的に発電量を左右するソーラー方式の場合は、その利用を計画する上で最も重要であり、最初に考慮されるべき要素が対象となる地域の日射量である。

ガンビアに於ける日射量を下図に示す。





観測点である3地点は地図で示されるように、ガンビアの全域を代表していると考えられる。上記の月別日射量図より、①3地点はほぼ同じ日射量の変化を示すこと、②年間の変化量が比較的少ないこと、③年間平均値は $6.4\text{kwh/m}^2/\text{d}$ と高いことから、同国はソーラー発電の導入には非常に恵まれた環境にあると判断される。

使用環境による発電設備への悪影響として、亜熱帯性サバナ気候の同国では、極端に高い気温や雨期の集中的な降雨、落雷等が想定されるが、在来方式、ソーラー方式何れの場合も、機器の設置方法等に関する適切な設計・施工が行われている限り問題はない。また、サヘル地域特有の降砂によるソーラー・モジュール表面の汚れもある程度予想されるが、日々の清掃作業により容易に解決され、ソーラー方式の導入に対する使用環境条件からの制約は全くないと考えられる。

資-7.1.2 維持管理面の検討

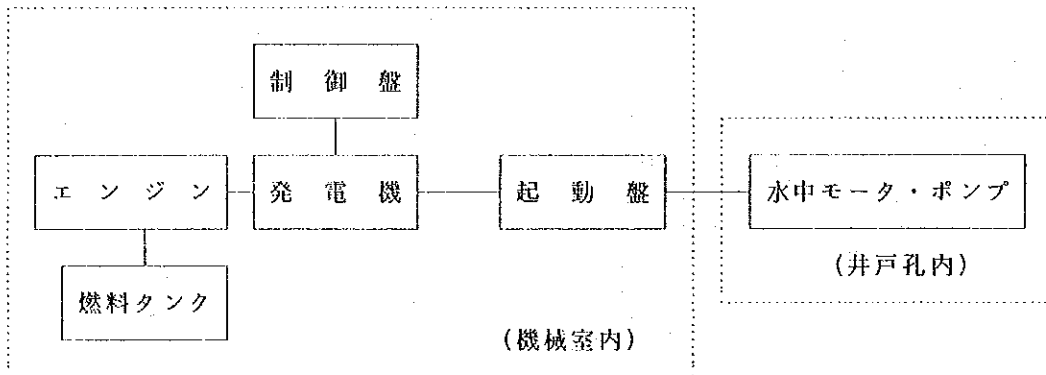
本計画にとって、ソーラー発電方式が適正な技術レベルのものであると判断するには、現地での維持管理が十分可能であることの確認が不可欠である。維持管理上必要とされる業務内容とそれに関する現地の対応についての検討を行った。

1) 各発電システムの概要

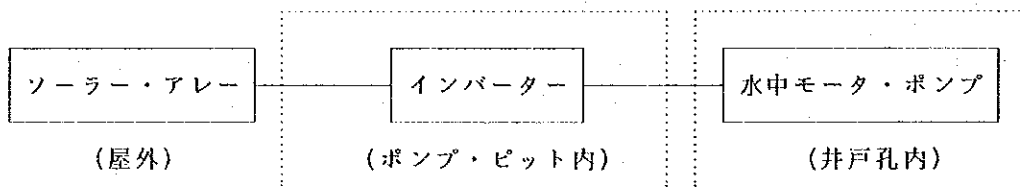
在来方式、ソーラー方式各発電システムの概念図を下記に示す。

下図の如く水中モータ・ポンプ部分については、両発電方式に共通する部分であるため、ここでは両方式の対比の意味で発電部に関する維持管理について記述する。

ディーゼル発電方式



ソーラー発電方式



2) 運転及び点検作業

発電方式毎に、最低限必要な管理業務と必要な要員の一覧を示す。

発電方式	運転業務	日常点検作業		要員	定期点検作業	要員
ディーゼル 発電方式	始動・停止	エンジン	燃料補給 正常な運転状態の確認	訓練を受けた サイト 住民	オイル交換 フィルター類交換 バッテリー交換 ベルト交換 ラジエター清掃 ノズル清掃	実施機 巡回 技術者
		発電機	日常点検不要	—	ブラシ交換	同上
		制御盤 起動盤	日常点検不要	—	特に異常がない限り 点検の必要なし	—
ソーラー 発電方式	不要（始動・停止は基本的に日照による自動運転が可能）	ソーラー アレー	日常点検不要	—	表面清掃 (ホコリ落とし)	サイト 住民
		インバーター	日常点検不要	—	特に異常がない限り 点検の必要なし	—

① 管理業務内容

上記の如く、二つの方式を比較すると、在来方式が始動・停止操作のための管理要員を必要とするのに対し、ソーラー方式の場合は、日照により自動的に始動、停止を行うため管理要員を必要としない。また、点検業務についても、動的な発電形態をとる在

来方式の方が消耗品の交換等の作業が多く、静的な発電を特徴とするソーラー方式は、
 在来方式に比べ日常の運転・管理がより容易なシステムであることが理解される。

② 従事者の技術水準

上述の如く在来方式の場合のみ毎日の運転業務が必要であるが、その従事者はディーゼル発電機の基本操作についての知識を有していれば十分であり、短期間での技術移転が可能である。ソーラー方式は発電部分については自動運転が可能である。日常点検作業に関しては、何れの発電方式の場合も極めて簡単な指導のみで誰もが従事できるものと考えられる。在来方式で必要となる定期点検作業は年間1～2回を標準とし、内容は少し高度になるため実施機関の技術者による巡回業務として含むことが望ましい。その場合の技術者レベルは、車輛整備が可能で十分な水準であれば十分とされる。

3) 故障と修理

操業後に想定される発電設備の故障の一覧を以下に示す。

発電方式	構成要素	想定される主な故障		対 策
ディーゼル 発電方式	エンジン	機械的 故障	・回転部、可動部の破損 ・ノズルの目詰まり	部品交換 部品交換
		電氣的 故障	・セルモーターの焼損	部品交換
	発電機	機械的 故障	・回転部、軸受部の破損	部品交換
		電氣的 故障	・コイル焼損 ・エナメル溶解による 短絡	部品交換 部品交換
	制御盤 起動盤	電氣的 故障	・接点の焼損 ・電子部品のパンク ・接触不良	部品交換 部品交換 ハンダ付、部品交換
	ソーラー 発電方式	ソーラー アレー	機械的 故障	・外力による機械的破損 以外はない
インバーター		電氣的 故障	・接点の焼損 ・電子部品のパンク ・接触不良	部品交換 部品交換 ハンダ付、部品交換

① 故障と修理の内容

上記に示される如く、ディーゼル方式の場合は、機械的な故障と電氣的な故障の両方の発生が考えられるが、ソーラー方式の場合は、インバーターに発生する電氣的な故障のみである。何れの方式に関しても想定される故障の殆どは、機材本体と共に供与さ

れる予備部品との交換及び軽微な修理作業により復旧できるものである。現場での修理が困難な場合は、故障した機材をバンジュールのワークショップまで運んでの修理となるが、故障した機材の撤去後、予備用の機材を設置することにより、給水システム全体が長期間にわたり機能しなくなることを避けられる。

② 従事者の技術水準

在来方式については既に豊富な実績を有するため、実施機関が現有する技術者のレベルで十分対応して来ており、本件実施に当たって特別な技術移転を図る必要はない。一方ソーラー方式では唯一故障が起こり得る個所とされるインバーターの修理も、マニュアルを基に現地技術者により十分実施できるものと考えられる。特に実施機関が既にソーラー発電を利用した給水施設の管理実績を有し、またソーラー発電に精通した技術者を擁するGREC（ガンビア新エネルギーセンター）によるバック・アップ体制が得られる本計画に於いては、これに関する問題はない。

以上のように、本計画で導入される発電方式に関しては、在来方式は勿論、ソーラー方式についても、現地の自助努力による十分な維持管理が期待でき、導入される技術のレベルとして適正なものであると判断された。

資-7.2 ソーラー発電方式導入に関する費用面の検討

ソーラー発電方式導入の妥当性を最終的に判断するためには、ソーラー方式が費用面からも在来方式に比べて不利でないことを確認する必要がある。

通常ソーラー発電施設は、同規模の在来発電施設に比べ建設費が大きく、建設時点のコストのみで在来方式と比較すると、高価であるが、燃料を全く必要としないために在来方式に比べ操業に伴う維持管理費は極めて小さくなる。従って、本計画では建設費及び維持管理費からなる費用総額について両発電方式のコスト比較を行った。具体的には、ソーラー方式、在来方式それぞれに関し、建設費と計画目標年次10年間の維持管理費の合計及び、それに基づく水価を計画対象サイト毎に算出し、それ等の比較を行った。

建設費は揚水施設部分のみのもので、発電設備と水中モータ・ポンプ及びそれらに関連する構造物に関するものを含む。維持管理費は、1)操作運転要員費、2)燃料費、3)予備品購入費に分けられるが、操作運転要員費は、次の理由により算定の対象としていない。第一に、本計画に於いては、ソーラー、在来方式、何れの場合でも操作運転に高度の技術を必要としないため、運転管理者はCooperativeと呼ばれるサイト毎の自治組織により住民の中から選任され、これに伴って発生する人件費は自助努力の一環として自治組織内部で支払われるため、他の費用のような外部への支出とはならない。更に、何れの発電方式の場合でも給水施設全体の管理に関する業務内容に大きな差異はなく、人件費は同等となるため、両発電方式の費用を比較する上では重要な要素とはならないと考えられる。

サイト毎の費用比較を行った結果、揚水機の定格出力 5.5 kw を境として、それより小さなものを設置するサイトについては、ソーラー方式による費用総額及び水価が、在来方式の数値よりも小さくなり、それを越す出力の揚水機を使用する場合は、在来方式より上回ったソーラー方式の建設費超過分を10年間の維持管理費の差額分ではカバーできなくなることが確認された。具体的には計画対象30サイト中の6サイトに関して、上記定格出力の範囲で揚水機が選定されており、それらについてはソーラー方式導入が在来方式よりも費用面から有利であると判断された。それぞれの発電方式によるサイト毎の費用比較を下表に示す。尚、下記6サイト中、L-1、L-2の2サイトについては、出力5.5 kwの揚水機の給水量では、設計条件に沿った計画給水量を若干下回るが（標準の83%及び82%）、先方政府とも協議の上、給水量が多少少なくとも、ソーラー発電方式導入によるリカレント・コスト低下を図ることが、長期的には裨益住民のために望ましいとの判断から検討対象として含むこととした。

在来発電方式とソーラー発電方式に関する費用面の比較

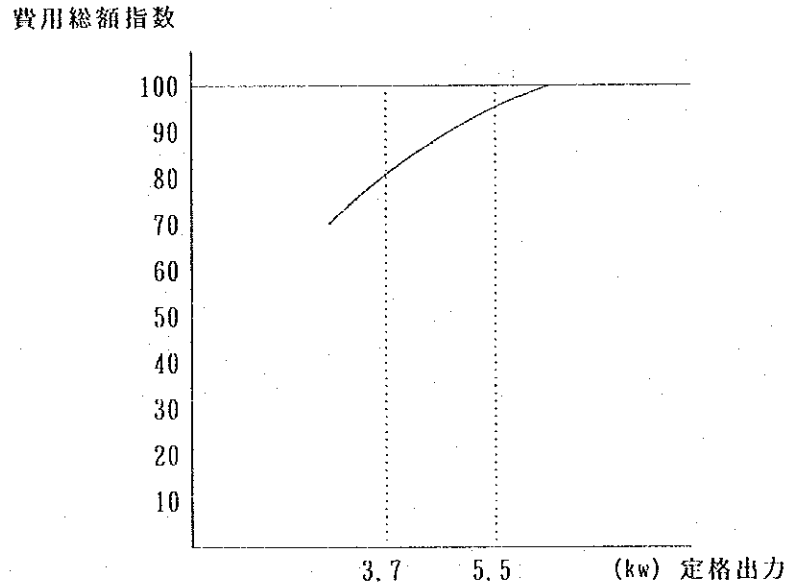
* 在来方式に関する数値を100として、ソーラー方式について指数で表示

* 計画目標年次：10年間

サイト NO.		M-2	M-10	L-1	L-2	L-3	N-9	
給水量 (千m ³)		136.88	263.17	236.30	277.78	226.30	229.95	
揚水機定格出力 (kw)		3.7	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	
揚水施設建設費	在来方式	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	ソーラー方式	153.5	182.1	180.6	186.1	180.6	180.6	
維持管理費	操作運転	—	—	—	—	—	—	
	要員費	—	—	—	—	—	—	
	燃料費	在来方式	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		ソーラー方式	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	予備品購入費	在来方式	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		ソーラー方式	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7
小計	在来方式	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	ソーラー方式	4.0	4.2	4.6	3.9	3.9	3.7	
費用総額	在来方式	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	ソーラー方式	79.2	99.2	96.0	95.9	94.3	92.4	
水 価	在来方式	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	ソーラー方式	79.2	99.2	96.0	95.9	94.3	92.4	

在来方式に対するソーラー方式の費用総額指数と定格出力の関係を下図に示す。

ソーラー発電方式の費用総額指数と定格出力の関係
(対在来発電方式)



上記グラフは、定格出力が5～6 kwまではソーラー方式の在来方式に対する費用面での有利性が保たれ、低出力になるに従いそれが増すことを示している。

以上のような検討結果から、本計画に含まれる揚水機用動力の発電方式に関しては、前述の6サイトに於いてソーラー発電方式を導入することの妥当性が、技術、経済両面から確認された。

JICA