

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

2002年に制定された新水法（WA）は、水資源開発・管理と上下水道事業に係る運営機能の全てをMWI（Ministry of Water and Irrigation）から分離して新しい組織に移管することにより、水セクター部門の開発事業の効果・効率性、自立発展性並びに独立性を確保することを目的としている。これによりMWIの役割は水資源開発・管理並びに上下水道事業に係る政策決定、それに係るモニタリングと調整に重点がおかれた。表2-1に水セクター行政関係機関の役割と責任を示す。

表 2-1 水セクター行政関係機関

機関名	役割と責任
水サービス調停機関：Water Appeals Board (WAB)	水に関連する省庁・機関間の紛争・対立の仲裁
水灌漑省：Ministry of Water and Irrigation (MWI)	法律、方針および戦略の策定、水セクターの調整と指導および監視と評価 全般的な水セクターの投資、計画および水資源の運用
水サービス信託基金：Water Services Trust Fund (Poverty Fund、WSTF)	地方および都市部における弱者（貧困層）への上水・衛生施設整備への財政的支援
全国水保全・用水供給公社：National Water Conservation and Pipeline Cooperation (NWCPC)	ダムの建設、深井戸掘削、水道用水供給
水資源管理庁：Water Resource Management Authority (WRMA)	水資源の計画、管理、保護および保全 水資源の配置、配分、評価および監視 取水許可の発行 水利権および許可条件の執行 ・保全および取水構造の規制 ・流域および水質の管理 ・水利用の規制と管理 ・統合水資源管理計画との調整
流域調整委員会：Catchment Area Advisory Committees (CAAC)	流域レベルでの水資源問題に関する WRMA への助言
水資源利用組合：Water Resource User Association (WRUA)	水利用者の特定と登録のための意志決定プロセスにおける関与 水配分および流域管理における協力 資源の監視と情報収集への支援 水資源に関する対立の解決と協力的管理
水サービス規制機関：Water Services Regulatory Boards (WASREB)	水サービス事業の規制と監視 (WSB および WSP) WSB へのライセンス発行とサービス供給契約の承認 水サービスに関する基準の設定とガイドラインの整備 水道料金に関する交渉 比較レポートの発行
水サービス事業者：Water Service Providers (WSP)	WASREB の承認の下 WSB と契約を締結して上下水道事業の運営と施設の運転・維持管理を行う。都市部の水供給サービスは民間の WSP が担当し、地方村落部はコミュニティレベルの組織や地方 NGO が WSP を設立して給水施設の運営・維持管理を行う。しかし、その低収益性や公益性から WSPs 経営は困難な状況であり、住民で構成された水利用者組合と県水事務所の支援による運営・維持管理となっているのが実態である。WSPs の上下水道サービス運営・維持管理事業実施の許可は 5 年もしくは 10 年間。

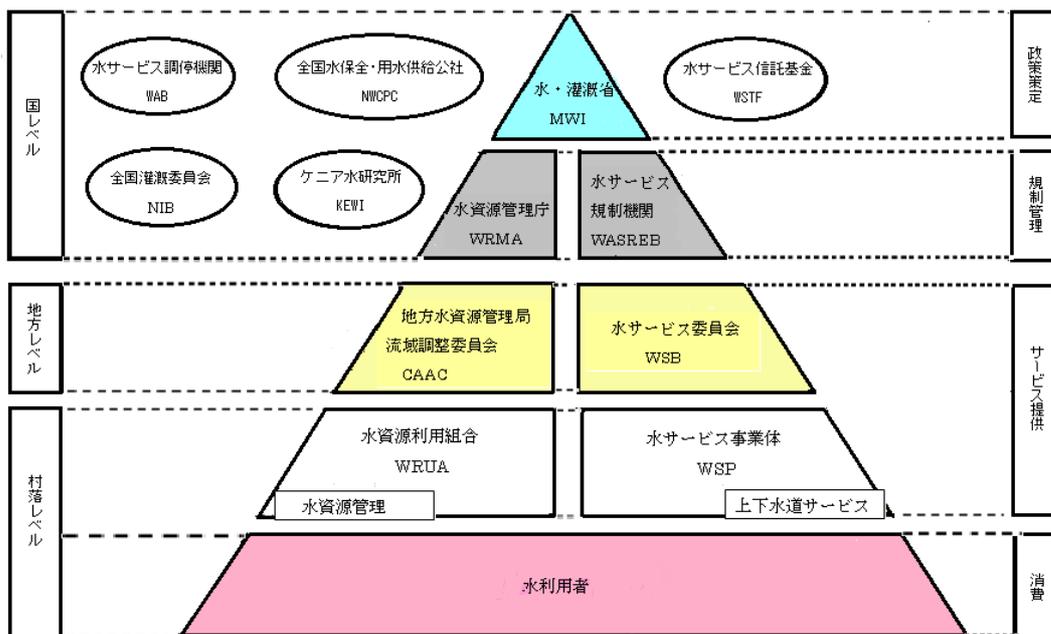


図 2-1 新水法（2002 年）に基づく水セクター組織改編の内容

(1) 水・灌漑省（MWI）

MWI はケニア国水セクター全体を統括する機関であり、水セクターの方針、政策、法規制に責任を持つが、組織改編により実質的に組織規模を縮小している。総合的な組織改編の実施に伴って、MWI はケニア国政府の公共組織改編計画に基づく総合的な人的資源管理戦略（HRMS : Human Resource Management Strategy）を立案した。

この人事政策に基づき、MWI と全国水保全・用水供給公社（NWPC : National Water Conservation and Pipeline Corporation）は 2005 年 7 月から 2006 年 6 月にかけて給水施設の運営、維持管理に関わる本省職員を WSBs に移管している。また、上下水道事業の認可・承認、モニタリング、事業実施目標の設定、WSPs に対する査定・認可等に関わる職員は、2005 年 7 月に水サービス規制委員会（WASREB : Water Service Regulatory Board）、水サービス委員会（WSBs）へ移管されている。

(2) リフトバレー水サービス委員会

本事業の実施機関はリフトバレー水サービス委員会（RV-WSB : Rift Valley Water Services Board）である。RV-WSB は以下の責任を持つ。

- 上下水道施設の建設
- 事業実施目標の設定
- 施設建設への方針や事業計画の策定
- WASREB への許認可申請
- WSPs に対する査定と認可
- 給水事業と料金徴収の実施

RV-WSB の組織図を図 2-2に示す。計画および実施は、水供給プロバイダー部の地域

担当(中央)の下にある各県水事務所が担当する。

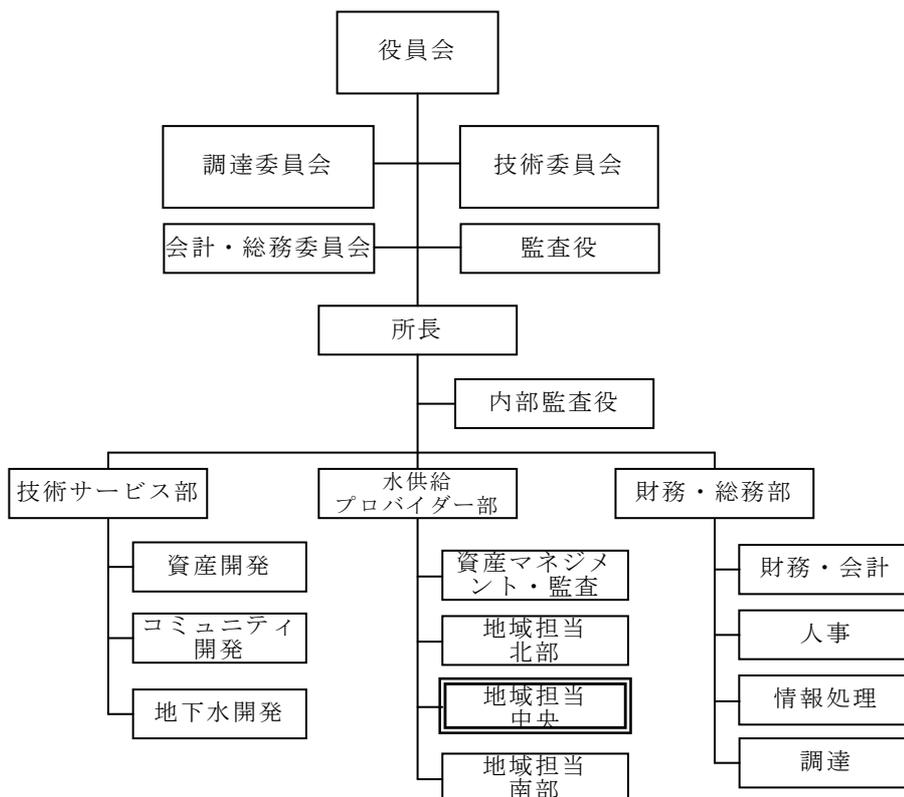


図 2-2 RV-WSB の組織図

(3) 県水事務所

県水事務所は RV-WSB の下部機関として各県に配置されており、都市部、農村部における県全体の給水事業に関する計画、実施、(都市部の)施設運営、村落部への支援を行っている。経常費、開発費ともに水・灌漑省からの予算に拠る。元々のバリンゴ県地域は、一つの県(バリンゴ県)であったが現在は4県に分割された関係から、実質的には中央バリンゴ県が主事務所であり、その下に北バリンゴ事務所、マリガット事務所、東ポコット事務所と中央バリンゴ県水事務所の出先機関として位置付けられている。

バリンゴ地域の RV-WSB 県水事務所の組織図を示す。

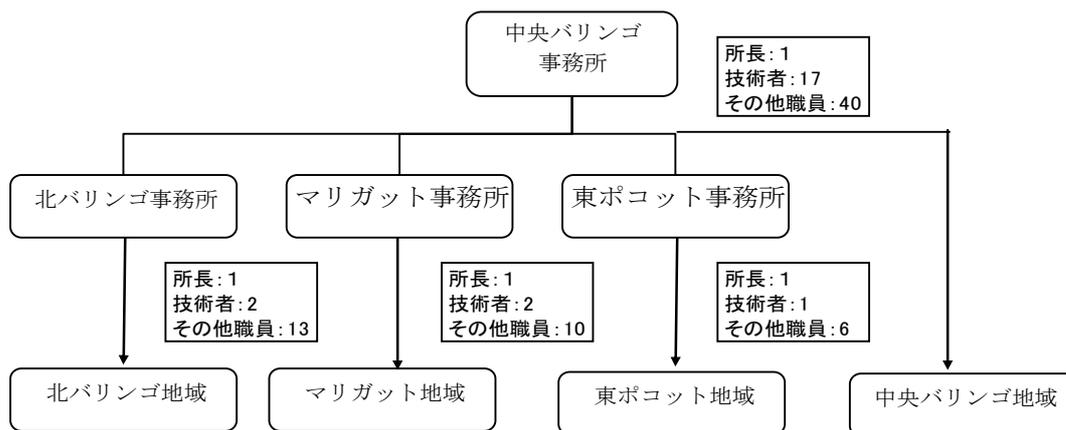


図 2-3 バリンゴ地域の RV-WSB 県水事務所の組織図

2-1-2 財政・予算

2004年度から5カ年の水・灌漑省の予算を表 2-2に示す。開発費は2006年度から2008年度にかけて各年約40%の伸びを示しており、セクターリフォームの推進に対してケニア国政府およびドナーから予算規模の拡大が図られたものと考えられる。RV-WSBへは総予算の約5%が支出されている。また、2008/2009年度の開発費については80%以上が水衛生プロジェクト（上下水道および村落給水）に投入されている。

表 2-2 水・灌漑省年間予算

単位：百万 Ksh

年度	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09
経常費	2,411	2,329	3,014	4,159	4,678
開発費	4,224	8,524	9,325	13,206	18,197
計	6,635	10,853	12,339	17,365	22,875
うち RV-WSB への交付		210.2	211	212	1,156.2

2-1-3 技術水準

主管官庁である水・灌漑省は、これまで我が国の無償資金協力事業を5度（平成11～22年）実施してきた実績および経験を持ち、無償資金協力のシステムを十分に理解している。本プロジェクトの実施監理を行う4つの県事務所の職員数は計95名、そのうち技術者は26名配置しており、他ドナーを含め、多くの地下水開発事業の経験を有している。表 2-3に4県の職員数を示す。

表 2-3 バリンゴ地域水事務所の職員数

		北バリンゴ	中央バリンゴ	マリガット	東ポコット
所長		1	1	1	1
技術職員		2	17	2	1
事務職員		-	2	-	-
ドライバー		1	2	1	1
その他職員	タイピスト	-	1	-	-
	技術職員補佐	3	11	2	-
	電話受付	-	1	-	-
	プラント操作	-	2	-	-
	一般職員	9	21	7	5
計		16	58	13	8

2-1-4 既存施設・機材

中央バリンゴ県水事務所のデータによる各県毎の水源別推定値を示す。対象地域村落の既存施設は手掘り井戸、河川水、湧水、溜池、屋根からの集水である。

表 2-4 バリンゴ地域の水源別人口割合

水源	北バリンゴ県		中央バリンゴ県		マリガット県		東ポコット県		計	
	人口	%	人口	%	人口	%	人口	%	人口	%
各戸給水	5,600	6	26,500	22	2,100	5	4,000	3	38,200	9.8
公共水栓	4,700	5	9,600	8	3,800	9	10,700	8	28,800	7.4
深井戸	14,100	15	4,800	4	3,800	9	5,300	4	28,000	7.2
浅井戸/手掘り井	9,400	10	6,000	5	9,600	23	37,300	28	62,300	16.0
河川水	1,900	2	2,400	2	1,300	3	1,300	1	6,900	1.8
保護付湧水	13,100	14	15,700	13	5,000	12	10,700	8	44,500	11.4
保護無し湧水	18,800	20	26,500	22	7,500	18	22,600	17	75,400	19.4
溜池	13,100	14	7,200	6	8,400	20	40,000	30	68,700	17.6
屋根集水	13,100	14	21,700	18	400	1	1,300	1	36,500	9.4
合計	93,800	100	120,600	100	41,800	100	133,200	100	389,300	100
安全な水へのアクセス	24,400	26	41,000	34	9,600	23	20,000	15	95,000	24.40

出所：中央バリンゴ県水事務所

河川水、湖沼：対象地域西部を流れるケリオ川、バリンゴ湖、バリンゴ湖南部等で一部見られる通年河川が水源として利用されている。村落民と同時に牛、山羊等の家畜も利用しており、衛生的に問題のある場合が多い。バリンゴ湖の水質は基準（1.5mg/L）以上のフッ素（3～5mg/L）を含む。

手掘り井戸：東ポコット県、マリガット県で多く見られ、降雨直後以外は水は流れないワジの河床に1m程度の穴を掘り、水をくみ出す。人と家畜の共用になっており、衛生に問題がある。センサス等では河川水とされている多くはこの手掘り井戸を指すものと考えられる。

湧水：山間地で多く利用されている。尾根近く等の比較的標高の高いゾーンに住居があるため、湧水地点までは高低差があり、水汲み距離が長い。また、湧水地点は保護付とされている場合でも、家畜が入り込む場合が多く、衛生的には問題が多い。

溜池：東ポコット県、マリガット県で多く見られる。傾斜を利用したり、平地を掘り下げて作られている。特にライニング等を行われていない。村落踏査時に観察したところでは概ね濁った水であり、家畜も同時に利用しており衛生上の問題がある。県水事務所では、

取水部を設けて堤外に設置したハンドポンプ付の水槽に繋げているが、砂等の流入で管路が詰まり、利用はされていない。溜池によっては、最乾期の3月でも水溜りは見られた。

屋根からの集水：トタン屋根に設置した樋からタンクに水を溜めている。東ポコット県、マリガット県で多く見られる。

各県水事務所が保有する機材を表 2-5に示す。バリngo地域の各県水事務所の備品は表 2-5に示す。老朽化した車両を長期間利用している状況で故障が頻発し、限界に近い使用状況である。コンピューター等の事務的機材も不足している。

表 2-5 各県事務所が保有する機材

	北バリngo	中央バリngo	マリガット	東ポコット
車両(4wd)	1 (21 years)	1 (16 years)	1 (32 years)	1 (29 years)
モーターバイク	-	-	-	-
コンピューター	-	1(7 years)	-	-

出所：中央バリngo県水事務所

フッ素除去装置

対象地域では現地NGOのChristian Deocene in Nakuru (CDN)が、1995年から対象地域であるバリngo地域などで骨炭によるフッ素除去装置 (BC:Bone Char) の普及を実施している。これまでにバリngo地域では、33カ所で導入されているが、多くはハンドポンプもしくは人力で原水用タンクへ貯留して処理をするタイプで、動力水中ポンプ (給水量が大きい) を利用するケースは1カ所と限られていた (1カ所、記録にはあるが現地への踏査では確認できなかった)。

現地では、ソーラーポンプを利用したLoongeiwoan村落の処理前後のフッ素濃度を水質試験により比較したが、原水に対して処理後は骨炭の利用によりフッ素が除去できていることが確認できた。CDNでは、当初ベルギー国と本装置開発に関わるプロジェクトを実施しており、骨炭の生産体制も十分な量が確保されている。

このLoongeiwoan村落では、2010年10月に除去効果が低減したため、NGOの支援を得て処理装置の追加を行っている。

除去装置用の骨炭フィルターの交換時期は、給水量と原水のフッ素濃度の関係から違いがあり、その判断には定期的な水質モニタリングが必要となる。また、定期的に交換するための費用の貯蓄も必要となる。しかしながら、これまでの調査によると住民自身によって自主的に水質検査や交換が実施された事例は確認されていない。除去装置を継続的に利用していくためには、NGO等からの継続的な支援が必要な状況である。

2-2 プロジェクト村落および周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

バリngo地域へのアクセス路として、ナイロビ方面から北上する舗装幹線道路がマリガット市まで延びている。マリガットから西に30kmほどでバリngo最大のカバルネット市まで舗装路が続く。またマリガットからさらに北に50km程度、状態の悪い舗装が続く。対象村落は、この二つの町の舗装路周辺に集中しているが、これらの舗装道路以外、村までは砂利道やラテライトの状態の悪い未舗装の道路が続く。西部の低地には、状態のよいラテライトの道路が100kmほど北上しており、北部への村落のアクセスを確保できる。

舗装道路はナクル市ーマリガット市（B4 号線）、マリガットーカバルネット間等の一部が舗装されているがその他の多くは未舗装道路である。中央バリング県および北バリング県では雨期になるとスリップしやすい路面状況である。東ポコット県およびマリガット県の道路は轍掘れも多く、橋の無い河川を横断したり、轍を走って村落へ向かうケースが多い。

(2) 電気

電気は、都市部や幹線道路沿いに供給されているが、プロジェクトの対象地域では電気が供給されていない村落も多い。基本的には 24 時間供給であり現地調査時にはあまり停電はなかった。本計画の対象村落では、45 村落で送電線が通っていたが、この 1～2 年に建設されたもので、村落へ電気が供給されているケースは少なかった。

(3) 水道

水道は県庁所在地では県水事務所運営による上水道により給水されているが、その他の地域では、村落レベルで湧水、地下水を利用して給水している。

(4) 通信

電話回線は県庁所在地に接続しているのみである。携帯電話が利用可能であるが、中央バリング県および北バリング県の山間地域ではアンテナの位置によっては通信が困難な場合がある。

2-2-2 社会条件

準備調査その 1 で得られた社会状況に関する情報およびケニア国政府からの要請村落リストに基づいて、全村落における質問表およびフォーカスグループディスカッションを用いた聞き取り調査を実施した。また病院、行政関係者から聞き取り調査を実施した。

(1) 教育

対象地域では、村落内または近隣に小学校があり、寄宿制学校もある。平均の通学児童は 327 人、通学率は約 70%程度となっている。

(2) 衛生状況

対象村落 90 村のうち医療関連施設が無い村落は 75 村である。。下痢、チフス、赤痢、コレラなど水因性のおよび衛生に関連する感染症疾患が頻発している。各郡主要病院における水因性疾患の患者数を表 2-6に示す。

表 2-6 水因性疾病罹患数
水因性疾患の罹患数 中央バリンゴ郡
出典: 中央バリンゴ郡病院

病名	罹患数					
	全患者数			5歳以下患者数		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
下痢	13,261	11,713	7,197	N/A	6,347	3,378
腸チフス	1,411	1,279	1,200	N/A	112	19
赤痢	N/A	448	86	N/A	147	14
アメーバ赤痢	1,743	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

水因性疾患の罹患数 北バリンゴ郡
出典: 北バリンゴ郡病院

病名	罹患数					
	全患者数			5歳以下患者数		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
下痢	4,850	4,885	5,693	N/A	2,540	3,038
腸チフス	447	271	568	N/A	26	20
赤痢	234	168	286	N/A	33	58
アメーバ赤痢	15	35	23	N/A	0	0

水因性疾患の罹患数 マリガット郡
出典: マリガット郡病院

病名	罹患数					
	全患者数			5歳以下患者数		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
下痢	N/A	2,201	763	N/A	1,328	993
腸チフス	N/A	734	664	N/A	427	332
赤痢	N/A	91	89	N/A	52	47
アメーバ赤痢	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

(3) 水料金の支払い状況

対象地域では、乾期では湧水や河川水等の伝統的な水源が干上がり、5km以上離れる場合もあり、民間の水売り業者が20Lあたり10~20kshで売水するケースもあった。社会調査の水に対する支払い意思額は20Lに対して2~30Kshで回答が寄せられている。既存給水施設の料金は、20Lあたりハンドポンプで1ksh、発電機利用で2~3kshであった。

(4) 住民の収入

高地における家計収入は6,000Ksh、中間丘陵地、8,000Ksh、低地灌漑地10,000Ksh、低地牧畜地では8,000Ksh程度と推定されるが、特に低地においては家畜を財形貯蓄の手段とし、必要な時に家畜を販売して現金を得るため、定期月収の概念が薄い。

(5) 水質に関する住民の認識

既存水源についてフッ素を問題と認識している住民の割合は7%と低い。フッ素の高い給水施設になった場合、フッ素除去に対する啓発を含む必要がある。そのほか、硬度、塩分に対する認識がそれぞれ40%、10%と高い傾向にある。

(6) 村落の家畜飼育状況

村落におけるサンプル世帯調査の結果から、各地域別の家畜の平均飼育数を表 2-7

に示す。東ポコット県とマリガット県においては平坦地が多いことから家畜の飼育数が多い傾向にあるが、平均して各家庭 50 頭程度である。

表 2-7 県別一世帯あたりの平均家畜飼育数（頭）

地域	牛	山羊・羊
北バリング	14	24
中央バリング	8	16
マリガット	14	41
東ポコット	17	31

(7) 調査対象村落の水源の状況

調査対象のうち、社会調査を実施した 150 村落（各村落で村長を含めた 5 名からの聞き取りから算出）の水源の種類を表 2-8 に示す。この結果、河川利用が約 80% となっているが、雨期には河川水、乾期には枯れてしまうため河床への手掘り井戸、遠くの湧水等他水源に切り替えるケースが含まれていると想定される。深井戸は 1 村がハンドポンプで利用しており、それ以外は他村の共同水栓や個人宅の水道まで水汲みに行く状況である。

表 2-8 候補村落の給水状況（乾期）（単位：％）

県	村落数	人口（2011 年調査）	河川	湧水	手掘り井戸	深井戸	共同水栓	水道	水売り
北バリング県	40 村	21,670 人	33.2	5.6	0.3	0.3	0.3	0.0	0.3
中央バリング県	38 村	25,056 人	35.0	7.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
マリガット県	39 村	17,447 人	28.8	0.6	2.1	0.3	1.8	0.3	0.0
東ポコット県	33 村	16,124 人	21.9	0.0	9.5	0.0	0.3	0.0	0.6
計	150 村		118.9	13.9	13.1	0.6	2.4	0.3	0.9

(8) 水汲み距離

水汲み距離は既存の水源に対しての距離を聞き取りしている。200m～2km が多く、5km 以上も 3.7% 含まれる（表 2-9）。上述のように雨期には近くの河川水を利用できるが、乾期には他の水源を求めるため距離も遠くなる傾向がある。

表 2-9 候補村落における平均水汲み距離（単位：％）

村落数	200m	201-1000m	1001-2000m	2001-3000m	3001-5000m	5001m 以上
150 村	11.2	34.1	23.2	18.9	8.9	3.7

(9) 水汲み労働

水汲みを実施するのは女性と子供であり、男性は殆ど実施しない。

表 2-10 候補村落における水汲み担当の割合（単位：％）

聞き取り村落数	女性	子供	男性	全員	女性と子供
150	55.6	1.2	1.6	7	34.7

(10) 男女人口の割合

表 2-11 候補村落の男女人口割合

県	村落数	人口（2011 年調査）	男性（％）	女性（％）
中央バリング県	38	25,056	46.7	53.3

北バリngo県	40	21,670	46.3	53.7
マリガット県	39	17,447	49.6	50.4
東ポコット県	33	16,124	46.6	53.4
計	150	80,297	49.2	52.8

2-2-3 自然条件

2-2-3-1 自然

(1) 水文

ケニア国では図 2-4に示すように国土を大きく 5つの流域に分けており、調査地域はこの内の Rift Valley Drainage Area に属する。

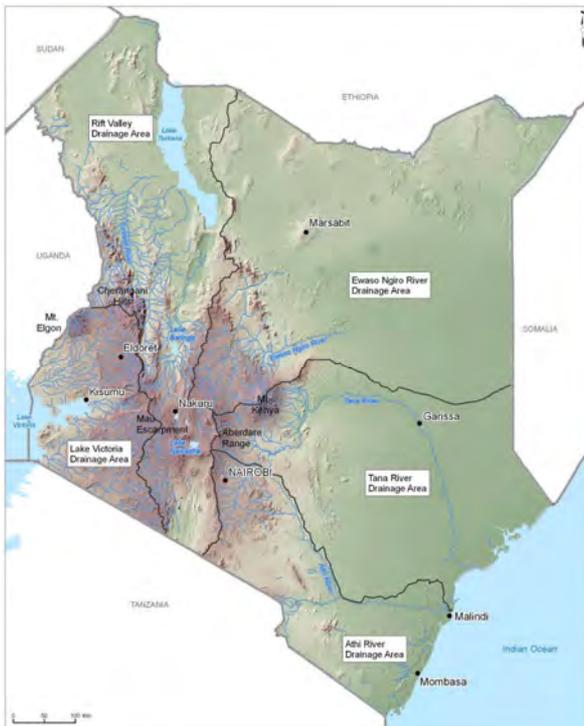


図 2-4 ケニアの流域区分

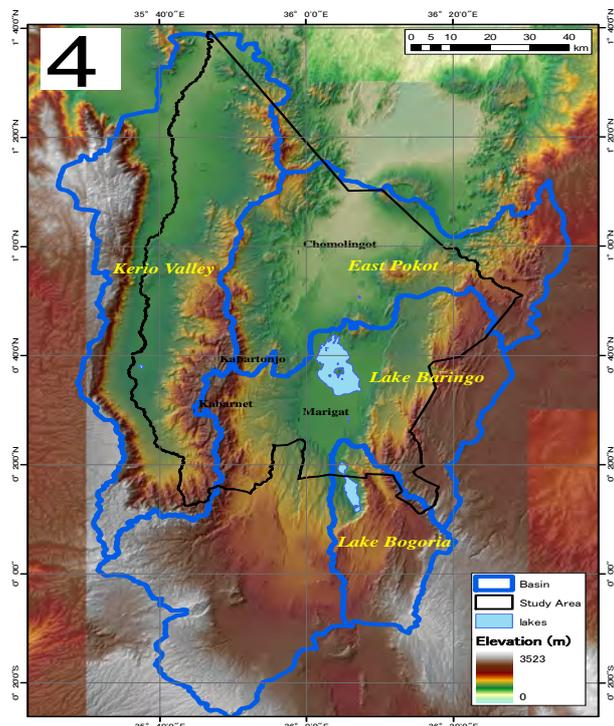


図 2-5 調査地域を含むサブ流域

調査地域は、その中の Turkana 湖を末端とする内部収束流域の源流域から中間部に位置する。図 2-5に示すよう、調査地域はさらに 4つのサブ流域に大別される。すなわち、Kerio 川流域、Bogoria (Hannington) 湖流域、Baringo 湖流域、East Pokot 流域である。このうち、Bogoria 湖流域、Baringo 湖流域はそれ自体が内部収束流域になっている。

調査地域内には数少ない恒常河川がある。Kerio 川流域には Kerio 川、Baringo 湖流域には Molo 川があるが、調査時（2011 年）の乾季には枯れている（水位が河床より下がり伏流している）ところが見られた。

(2) 気象

ケニア国の 80%以上は熱帯の乾燥地域あるいは半乾燥地域に属する。国中央の高地部

は海岸地域よりも涼しい。降雨量の季節変化は、赤道付近に狭い幅で分布する低気圧且つ高降雨量を伴う熱帯収束帯（ITCZ：Inter-Tropical Convergence Zone）の移動に支配されている。ケニア国では、ITCZは10月から12月の間は南方に移動し、3月から5月の間は北方に戻ってくる傾向にある。このITCZの移動がケニア国に年2回の雨季をもたらしている。10月～12月は小雨季、3月～5月は大雨季である。これらの雨季の月雨量は一般に50mm～200mmであり、大きく変化するが、300mm/月を越えるような場所には限られている。ITCZの動きはインド洋の表面温度に敏感である。また、大洋の影響として、El NinoとLa Ninaが挙げられる。すなわち、El Nino現象は小雨季に平均よりも多い降雨量をもたらし、La Ninaは反対により少ない降雨量をもたらす傾向がある。（出典：UNDP Climate Change Country Profile）

調査地域の気象

【降雨量】

ケニア気象局から入手した気象観測所の位置を図2-6左図に、各観測所の月別平均降雨量変化を図2-6に示した。表2-12には収集した雨量観測データの観測年を示した。

また、図2-6右図には、World Resources Instituteのホームページからダウンロードした調査地域の年平均降雨量分布を示した。

（ダウンロードサイト <http://www.wri.org/publication/content/9291#rainfall>）

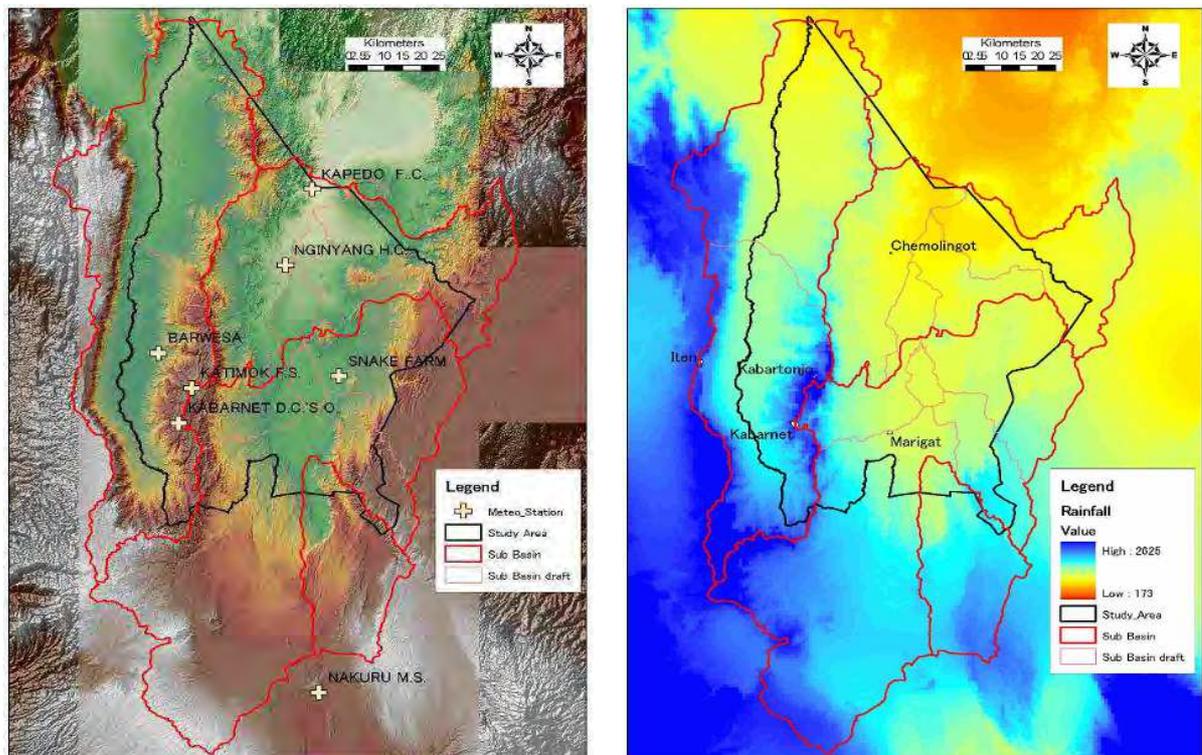


図 2-6 気象観測所位置（左図）および年間降雨量分布（右図）

表 2-12 収集した雨量データの観測年

雨量観測所位置	標高(m)	年平均降雨量(mm)	データ使用年
Katimok	2,286	1415	1983 ~ 2009
Kabarnet	2,042	1340	1995 ~ 2005
Nakuru	1,1001	967	1995 ~ 2010

Barwasa	1,676	884	1983 ~ 2010
Snake farm	975	755	1984 ~ 2010
Nginyang	914	541	1983 ~ 1996
Kapedo	762	497	1983 ~ 2000

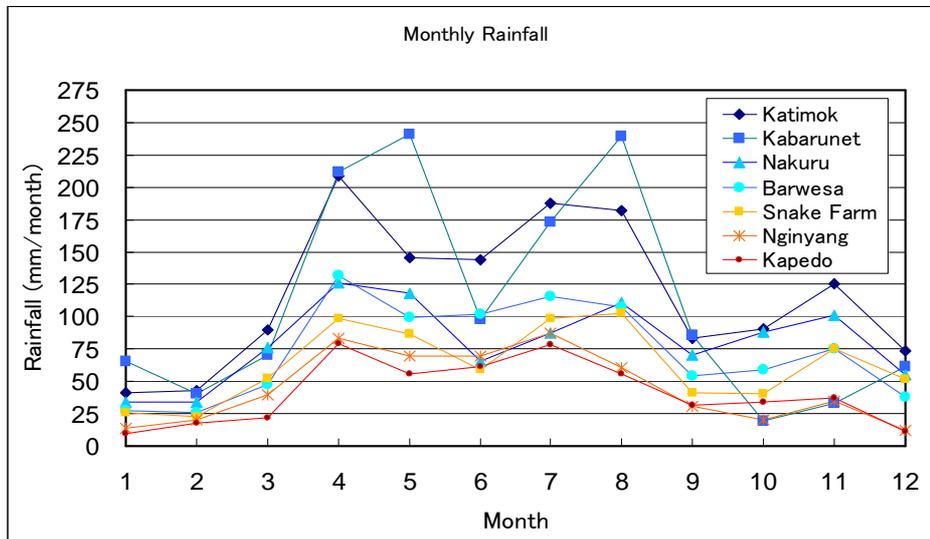


図 2-7 調査地域の月降雨量変化

これらの図表から次の傾向が示される。

月降雨量は4月～8月に多くなり、12月～2月にかけて小さくなる。11月はやや月雨量が多くなる。

年間降雨量は標高の高い地点ほど多い。調査地域では Kabarnet、Kabartonjo 等のある Tugen hill で多く、Marigat、Chemolingot 等のある低地部で少ない。

流域でみると、年間降雨量は南部で多く、北部で少ない。

【気温】

ナクル観測所における 1996 年～2009 年の気温データ（日最高気温、日最低気温）の月別平均値を図 2-8に示す。これによれば、日最高気温の年平均値は約 26℃、日最低気温の年平均値は約 12℃である。日最高気温、日最低気温とも年間を通じて変化は少なく、日最高気温は1月～3月がやや高く7月が低い。また、日最低気温は4月～5月が高く12月～2月が低い。

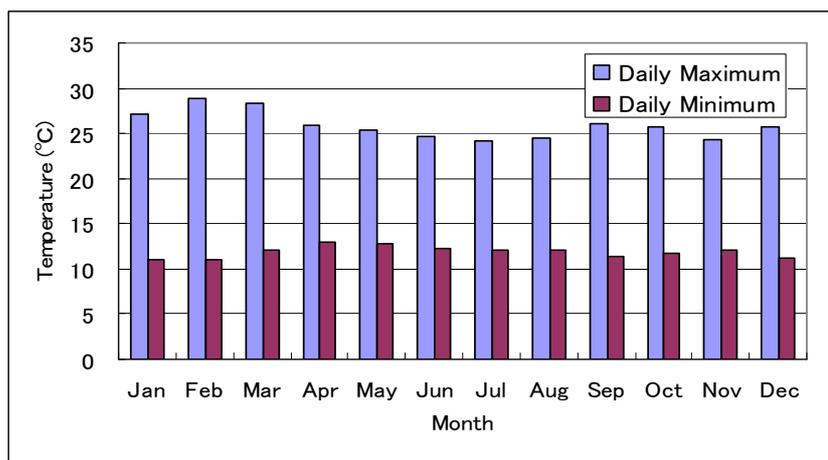


図 2-8 日最高気温および日最低気温の月変化

【日照時間】

ナクル観測所における日毎の日照時間観測データの月平均値（1996年～2009年）を整理して図 2-9に示した。データの欠損している月がかなりある点、注意を要する。

年間を通した平均日照時間は 7.5 時間/日程度である。12月～3月および5月～9月が7時間/日以上日照時間が得られる。一方、11月は6時間以下の日照時間となっている。

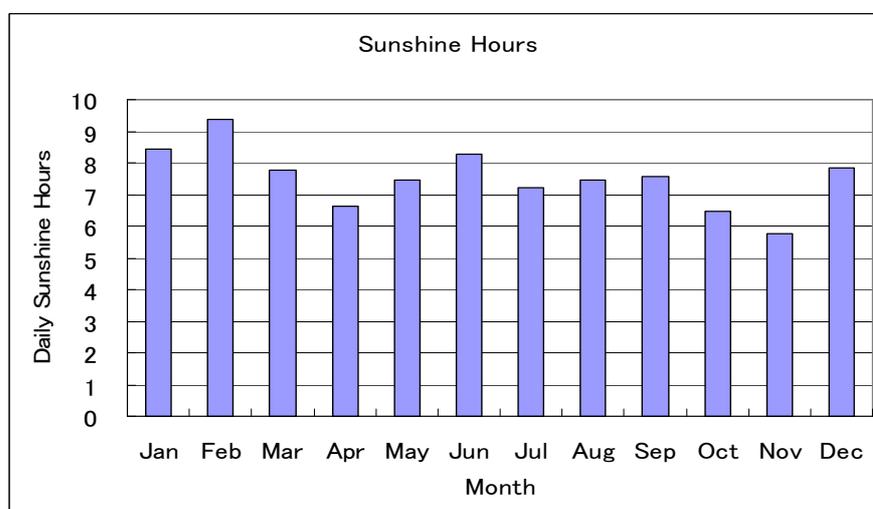


図 2-9 日照時間の月変化

【風速】

ナクル観測所における風速観測データ（1995年～2004年）を月別に整理して図 2-10に示した。年間平均風速は約 3.1m/sec 程度であり、12月～3月にかけてやや強くなるが、年間を通じての変化は少なくそれほど強い風は吹かない。

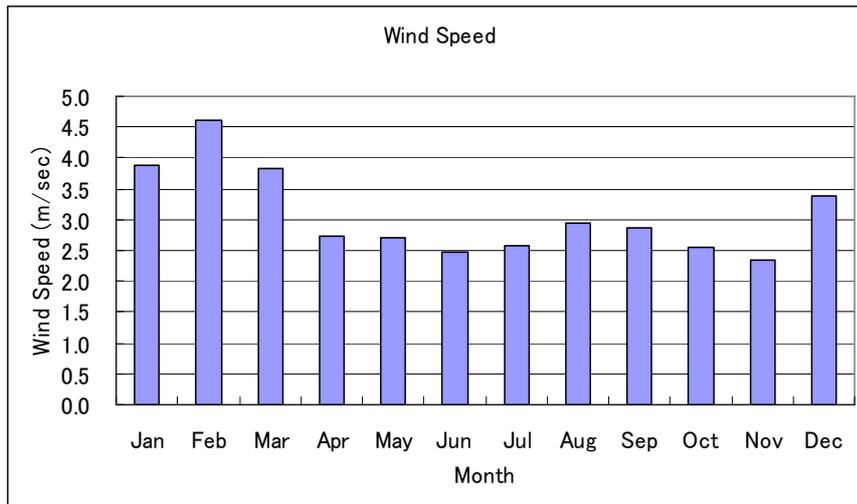


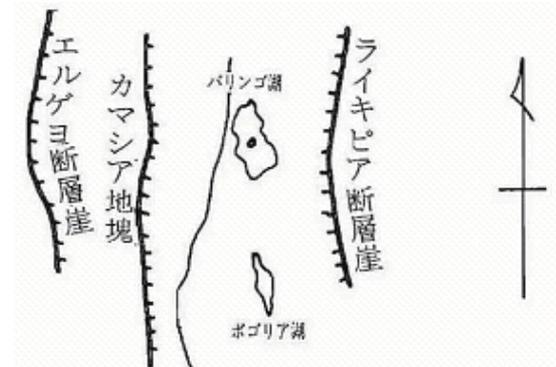
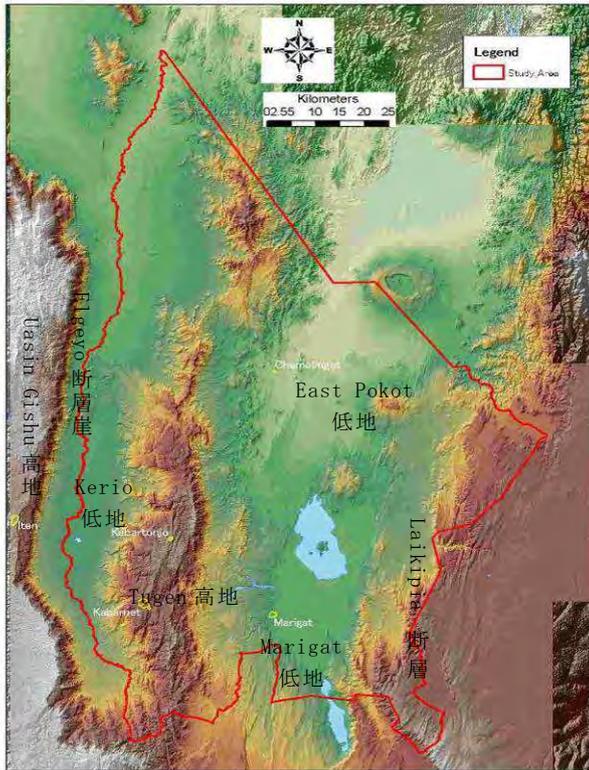
図 2-10 風速の月変化

(3) 地形

ケニア国はアフリカ大陸の東海岸にあり、赤道が国土を横断している。その地形は、氷河作用を受けた高山、断層と火山が多く分布する大地溝帯、なだらかな丘陵地、平坦な砂漠地形、海沿いの海岸地形などからなり、多様である。調査地域は、その中の東大地溝帯中に位置する。

図 2-11に調査地域およびその周辺の地形分布を示す。その地形は南北に伸びる大地溝帯に支配されており、東から、Mochongai(Laikipia)断層崖、Tugen 高地 (Kamasia 地塊)、Elgeyo 断層崖、Uasin Gishu 高地と呼ばれる高地部あるいは斜面部と、その間に分布する Marigat 低地、East Pokot 低地、Kerio 低地と呼ばれる低地部に大別される。

その他の特徴として、Marigat 低地の南側には Bogoria 湖、Marigat 低地には Baringo 湖が分布する。どちらも水文的には内部収束構造を持つ湖である。また、調査地域中心部から北方の East Pokot 低地には Korosi、Paka、Silali という 3つの火山が分布しており、いずれの火山も第四紀に形成された新しい火山のため、地熱利用への期待がある。



(出典：ケニア・リフトバレー (2) 佐藤博之、地質ニュース 354 号 38 頁)

図 2-11 調査地域の地形

(4) 地質

ケニア国の地質は、大きくは先カンブリア界、古生界、中世界、新生代の 4 種類からなる。先カンブリア界はモザンビーク変成帯に属し、ケニアの中央部から西部の大部分および北東部の一部を占める。古いものから Nyanzian-Kavirondian 系、Basement 系、Bukoban 系の 3 系に大別されるが、ケニア国における先カンブリア界の大部分は Basement 系が占めている。Basement 系は、かつてケニアにおける基盤と考えられていたが、1966 年後半に Nyanzian 系や Kavirondian 系よりも新期のものと判明した。

古生界および中生界は、ケニアの北東部および南東部の 2 カ所に分布する。これらは、古生代後期から中生代初期にかけて堆積した Karoo 系と呼ばれる特異な陸成堆積層に対比されるものと、ジュラ紀から白亜紀に堆積した石灰岩や砂岩などを主とする海成堆積層からなる。

新生代の地質は、大地溝帯を中心として分布する火山岩類と、東側の海岸に続く帯および北西部トルカナ湖周辺に主として分布する堆積岩類からなる。

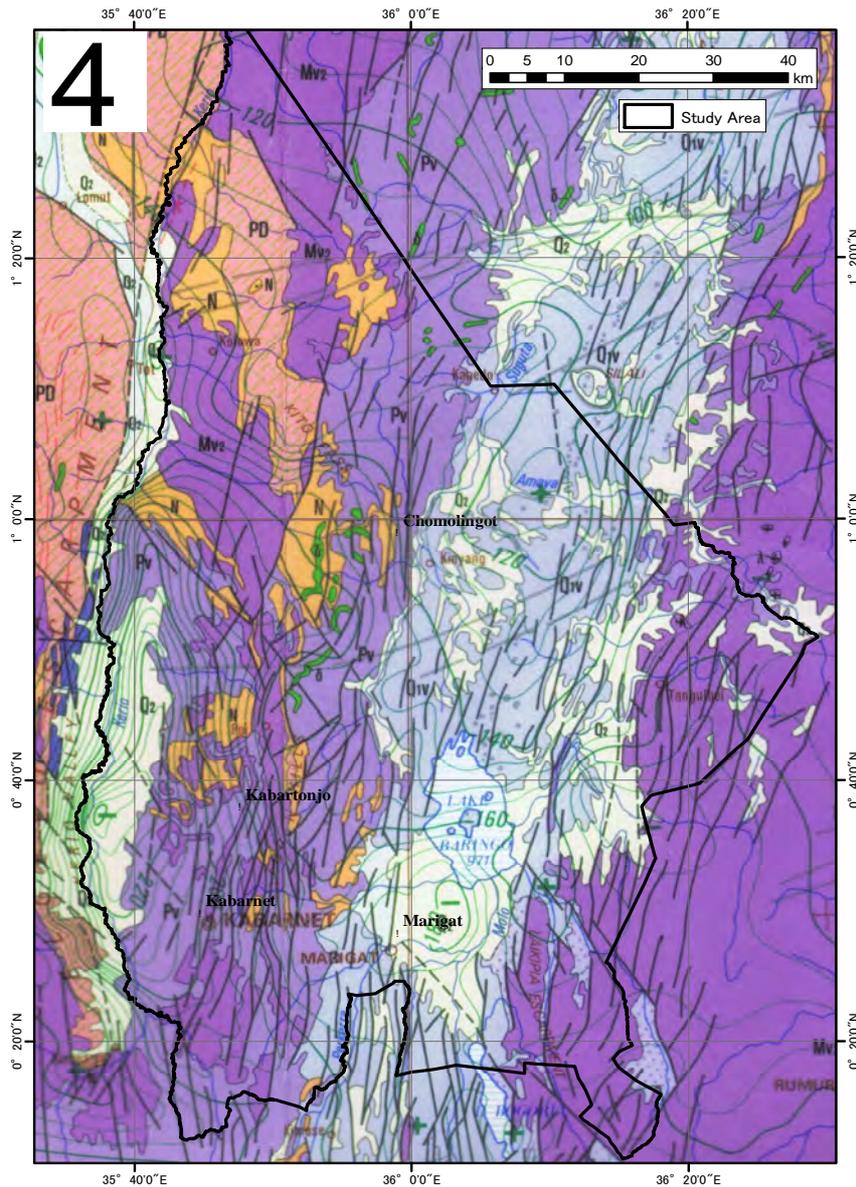


図 2-12 調査地域の地質図

貫入岩類は酸性岩から超塩基性岩におよび、岩質は多様である。貫入岩の多くは、先造山時～造山時の火成活動の産物で、多かれ少なかれ変成作用を受けている。一方、変成作用の影響を殆ど受けておらず、造山運動の末期から後造山時の活動によると考えられる貫入岩も分布する。これらの貫入岩類は岩床、小岩株あるいは岩脈として産し、底盤のような大規模なものは認められていない。

火山岩類は主に大地溝帯の活動に伴い形成されたものであり、ケニアでは中新世以降の玄武岩の活動に始まり、霞岩の噴火活動、カーボナタイトの噴火活動を伴った。また、中新世後期には大規模な割れ目噴火によるフォノライトの溶岩台地が形成されるとともに、粗面岩質の溶結凝灰岩の形成があった。第四紀以降にもカルデラを伴う火山活動が継続している。

堆積岩類は、東側では第三紀の海成の砂岩と第四紀の砂岩・珊瑚礁からなり、トルカナ湖周辺では、後期中新世から鮮新世の湖成堆積物からなる(出典：金属鉱業事業団、

1984)。

表 2-13 調査地域の地質層序

地質時代		地質記号	岩相／層相
新 生 代	第四紀	完新世 Q ₂	崩積土、赤土、湖成堆積物、氾濫堆積物 低地に分布する。Kerio 川沿いには赤土、Loboi 低地には湖成堆積物が分布する他、丘陵地末端には崩積土が、川沿いには氾濫堆積物が分布する。
		更新世 Q _{1v}	トラカイト、バサルト、火山碎屑物 代表的なものは Barigo トラカイト、Baringo バサルトと呼ばれ、Baringo 湖の西方に見られる。
	新第三紀	δ	貫入岩
		鮮新世 Pv	トラカイト、フォノライト、バサルト、 堆積岩（火成岩に挟まれている） 代表的なものは Kabarnet トラカイトと呼ばれるもので、Kabarnet 周辺で見られる。
	中新世 Mv	トラカイト、フォノライト、バサルト、 堆積岩（火成岩に挟まれている） 代表的なものは Samburu バサルトと呼ばれるもので、Laikipia や Tugen 高地周辺に広く分布する。	
先カンブリア代		PD	モザンビーク変成帯（Basement 系）。砂岩・泥岩・石灰岩などを原岩とし、それらが片麻岩・片岩・大理石などに変成している。

2-2-3-2 水理地質

(1) 湧水分布

既存の湧水点位置を図 2-13 (左図)、年間降水量分布図上(右図)にそれぞれ示した。

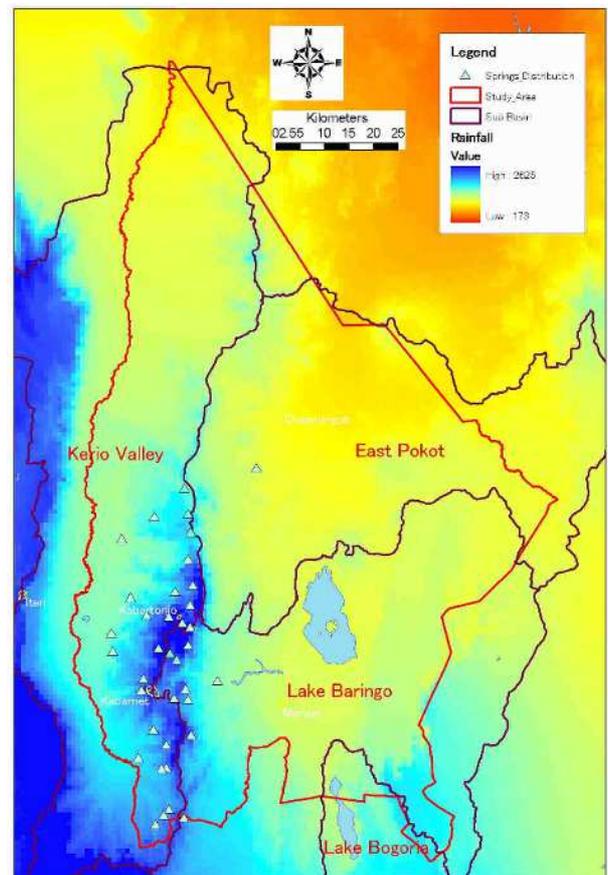


図 2-13 湧水地点の分布

湧水地点は大半が年間降雨量の多い Tugen hills 周辺に分布しており、且つ、その大半が Tugen hills の西側斜面に分布していることが判る。これは、Tugen hills では大局的に地質の層が西側に傾斜しているため、地下に浸透した雨水は地層の傾斜に沿って西側に流れるため、と考えられる。

(2) 既存井戸の揚水量と深度（地形との関連）

既存井戸の揚水量（左図）および深さ（右図）を整理し、地形図上にそれぞれ示した。

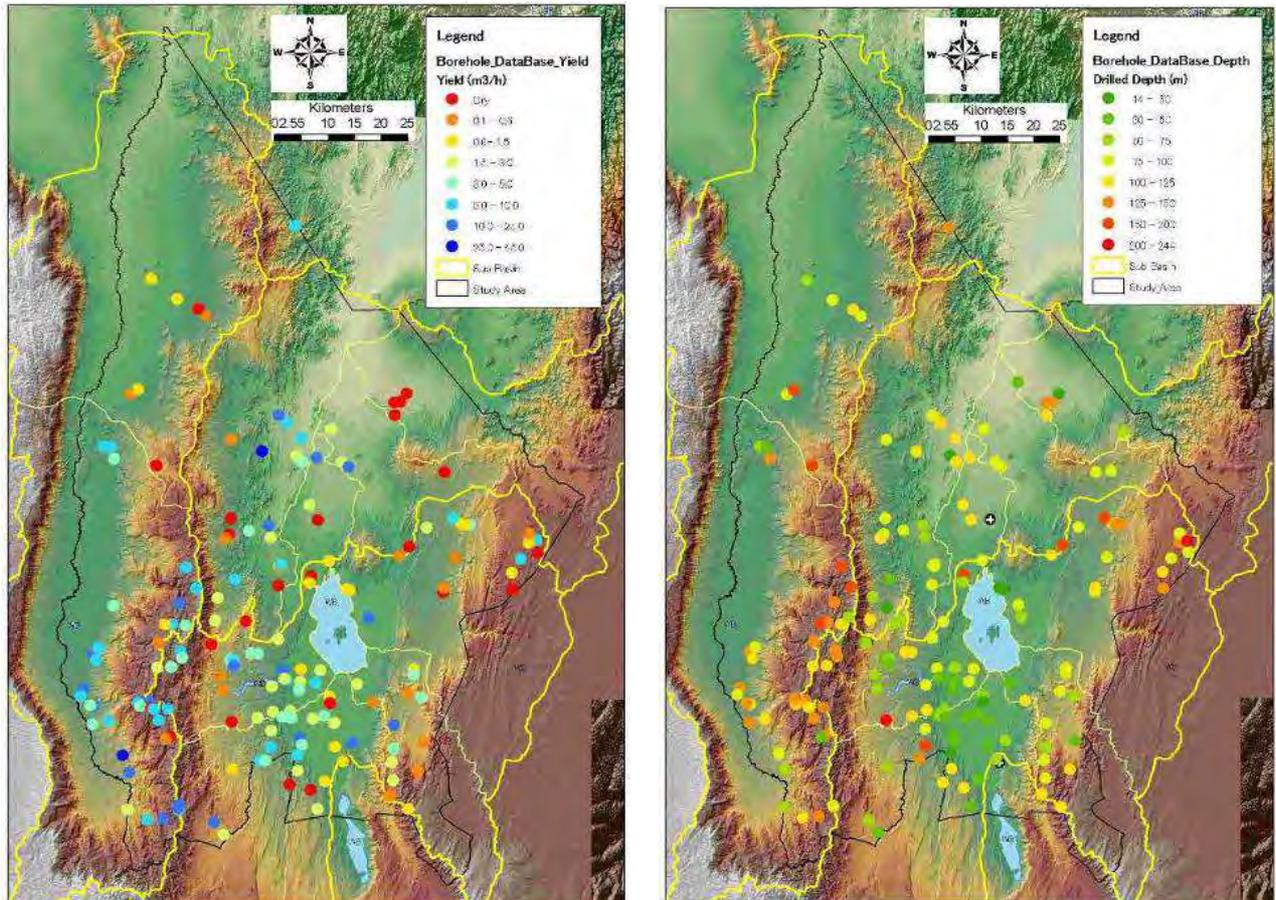


図 2-14 既存井戸の揚水量（左図）および深度分布（右図）（地形図上）

これらのデータから揚水量と井戸深度を表 2-14にまとめた。

表 2-14 地域別見込み揚水量と井戸深度

地域	揚水量見込み	井戸深度	概況
Kerio 谷低地の南部	3 m ³ /hour 以上期待できる。水の集まりやすい地形を背後に有している井戸のなかには 15 m ³ /hour 以上の揚水量を有するものがある。	100 ～ 150m 程度	地下水開発は比較的容易であろう。
Kerio 谷低地北部	1.5m ³ /hour 以下の揚水量しか期待できない。	75 ～ 150m 程度	
Tugen hills 尾根筋～西側斜面	2.5～20m ³ /hour 程度の揚水量があるが井戸によるバラつきが大きい。空井戸もあり、地下水開発には注意を要する。	100 ～ 200m 程度	地下水開発の可能性は中程度あるが井戸地点選定次第では、必ずしも要請村落内に適地があるとは限らない。
Tugen hills 東側斜面			非常に急峻であり、既存井戸はほとんど分布しない。

Tugen hills の東側丘陵地・台地・扇状地（南部サブ流域）	Tugen hills の東側急斜面に近い地域には空井戸あるいは 0.6m ³ /hour 以下の井戸が分布する。	56 ～ 200m 程度	
Marigat 低地に近い丘陵地・扇状地	1～3m ³ /hour 程度の井戸が多い。	35 ～ 120m 程度	台地部分の井戸深さが深い傾向にある。
	条件の良いところでは 5～15m ³ /hour 程度の揚水量を有する井戸がある。	40 ～ 155m 程度	
Tugen hills の東側丘陵地（北部サブ流域）	Tugen hills 東側の急峻な斜面に近い丘陵地では、0.6～2.7 m ³ /hour あるいは空井戸が分布する。	50 ～ 110m 程度	この地域では雨水の流出が早く地下水として涵養されていない可能性がある。
Tugen hills の東側丘陵地よりもさらに東側の地域には南北方向に伸びた低平な地域	5～10m ³ /hour 程度。	80 ～ 120m 程度	Tugen hills 東側斜面を流下した水が集まる地形になっている。
Marigat 低地（堆積層分布地域：低平地）	0.7～4m ³ /hour 程度	20 ～ 60m 程度	Baringo 湖南部および東部の地域で表層には堆積層が分布する地域。
	地下水の集まりやすい条件と思われるところでは、9m ³ /hour 以上の井戸も見られる。	40 ～ 70m 程度	
Marigat 低地周辺の台地	揚水量はゼロあるいは地下水があっても 0.5m ³ /hour 以下のものが多い。	100 ～ 120m 程度	主に第四紀の火成岩が台地状に分布する地域。
East Pokot 低地	ほとんどが空井戸。	100 ～ 145m 程度	Baringo 湖北部の第四紀の火山（Korosi、Paka、Silali）および火山が形成した地質が分布する地域。
	幸運に恵まれたところで 2 m ³ /hour 程度得られている。	100 ～ 120m 程度	
Mochongai 高地・断層崖	0～0.95m ³ /hour 程度	75 ～ 150m 程度	分水界が間近に迫っており、水を得にくい地域。
	一部の井戸では 2.5～6m ³ /hour 程度得られている。	45 ～ 85m 程度	

(3) 既存井戸の揚水量と深度（地質との関連）

既存井戸の揚水量（左図）および深さ（右図）、地質図上にそれぞれ示した。

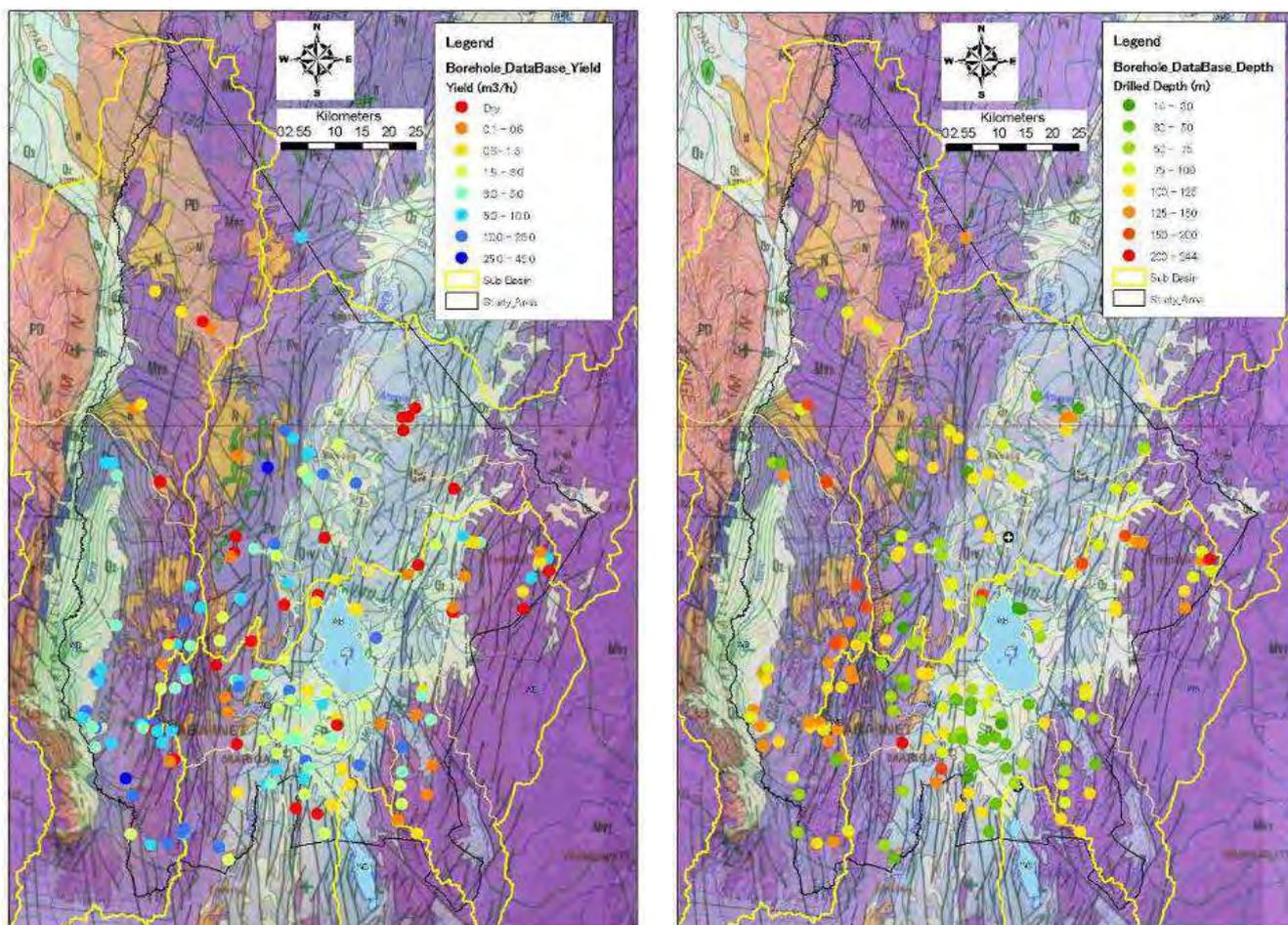


図 2-15 既存井戸の揚水量（左図）および深度分布（右図）（地質図上）

岩盤分布地域では、断層破碎帯、火山碎屑物および地層境界部に発達する割れ目中に賦存する地下水が開発対象となる。未固結堆積層が分布する地域では、堆積層中の砂質土、礫質土、およびその下位に分布する岩盤中の劣化水が地下水開発対象となる。

全体的には、調査地の井戸揚水量の違いは、地質との関連よりも地形（雨量分布）との関連の方が強い傾向が見られる。しかしながら、第四紀の火山により形成された地質が分布する低地部では、他と比べて揚水量がかなり少ない傾向が読み取れる。

各地域の地下水開発対象帯水層はその分布する地質から以下のように推定される。

- Kerio 谷低地 : 堆積層、堆積層の下位に分布する岩盤中の断層破碎帯・割れ目
- Tugen hills 尾根筋～西側斜面 : 断層破碎帯、岩盤中の割れ目（特に地層境界部に発達する割れ目）、火山碎屑物
- Tugen hills 東側斜面 : 断層破碎帯、岩盤中の割れ目（特に地層境界部に発達する割れ目）、火山碎屑物
- Tugen hills の東側丘陵地・台地・扇状地（南部サブ流域） : 崩積土、扇状地堆積物、断層破碎帯、岩盤中の割れ目（特に地層境界部に発達する割れ目）、火山碎屑物

- Tugen hills の東側丘陵地（北部サブ流域） : Tugen hills 東側の急峻な斜面に近い丘陵地では、断層破碎帯、岩盤中の割れ目（特に地層境界部に発達する割れ目）、火山碎屑物。一方、上記の丘陵地よりもさらに東側の地域の南北方向に伸びた低平な地域では、断層破碎帯、岩盤中の割れ目（特に地層境界部に発達する割れ目）、火山碎屑物。堆積層。
- Marigat 低地（堆積層分布地域：低平地） : 堆積層、崩積土、堆積層下に分布する岩盤の割れ目、火山碎屑物。
- Marigat 低地周辺の台地 : 断層破碎帯、岩盤中の割れ目、火山碎屑物。
- East Pokot 低地 : 断層破碎帯、岩盤中の割れ目、火山碎屑物。一部の地域では堆積層。
- Mochongai 高地・断層崖 : 断層破碎帯、岩盤中の割れ目（特に地層境界部に発達する割れ目）、火山碎屑物

(4) 地下水位分布

既存井戸の地下水位を地形図上（左図）、地質図上（右図）にそれぞれ示した。

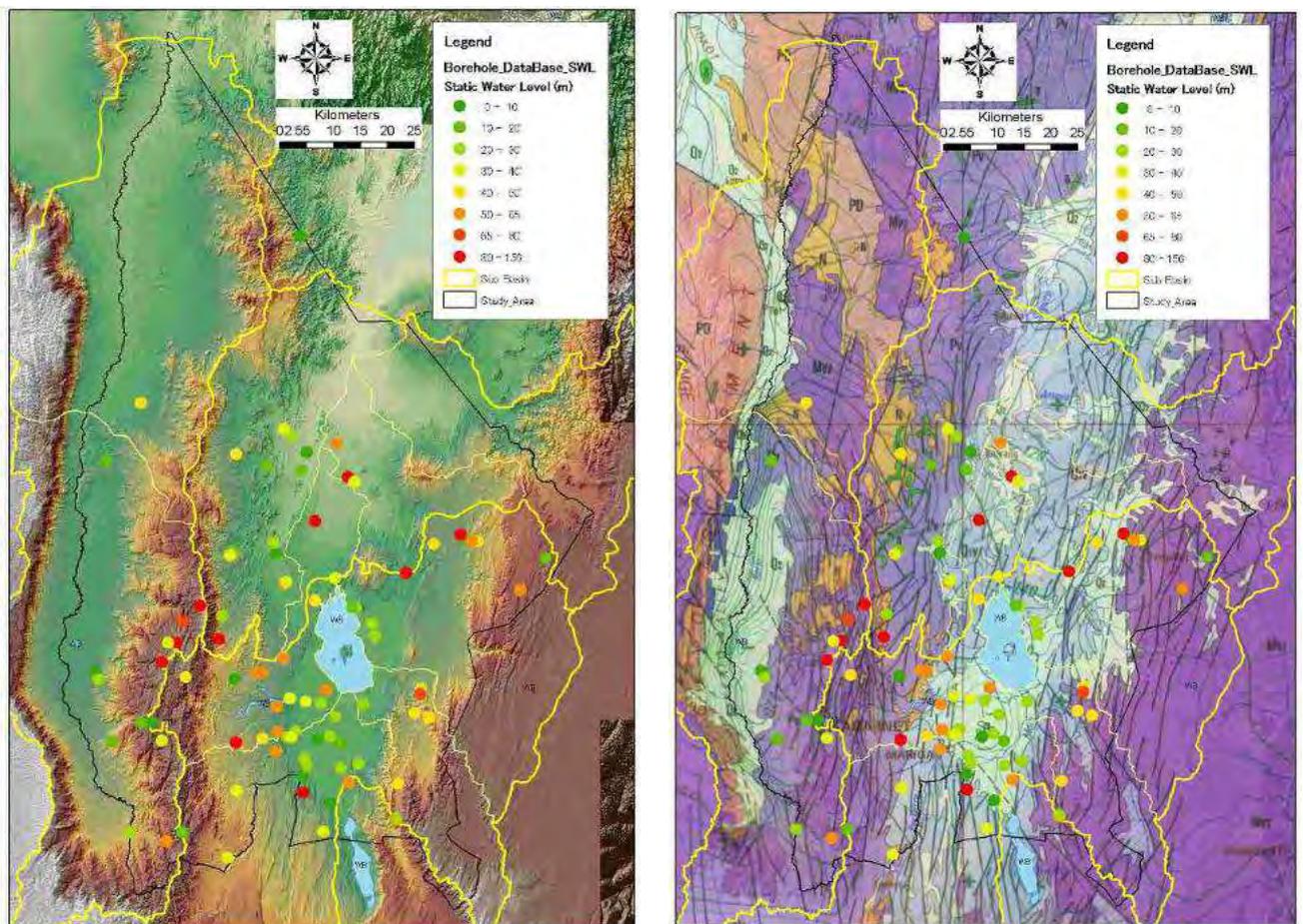


図 2-16 既存井戸の地下水位（深さ）分布

これらの図から各地域の地下水深度は以下の程度と推定される。

Kerio谷低地：30m～40m程度。

Tugen hills尾根筋～西側斜面：30m～125m程度。バラつきが大きい。

Tugen hills東側斜面：既存井戸はほとんど分布しないため地下水位は不明。

Tugen hillsの東側丘陵地・台地・扇状地（南部サブ流域）：50m～60m程度。

Tugen hillsの東側丘陵地（北部サブ流域）：20m～80m程度。バラつきが大きい。

Marigat低地（堆積層分布地域：低平地）：20m～35m程度。

Marigat低地周辺の台地：35m～95m程度。バラつきが大きい。

East Pokot低地：60m～110m程度。低地にも係わらず地下水位は深い。

Mochongai高地・断層崖：1点ある既存緯度データでは55m程度。

2-2-3-3 水質

(1) 水質基準

ケニア国の飲料水基準には、DRINKING WATER QUALITY AND EFFLUENT MONITORING GUIDELINE (Water Service Regulatory Board)に記載されているものと、PRACTICE MANUAL FOR WATER SUPPLY SERVICES IN KENYAに記載されているものの2種類がある。これをWHOガイドラインとともにまとめると表2-15の通りである。ケニア国基準においては、水質項目によっては「望ましい」水質基準値だけでなく「許容される」基準値も設定されているものが見られる。

表 2-15 ケニア国水質基準とWHOガイドラインとの比較

	Water Quality Analysis Items	Unit	Kenyan Standard		WHO (2004)	
			Guideline	Manual		
				Desirable		Permissible
1	Colour	TCU	15	50	---	
2	Taste and odour	---	Shall not be offensive to consumers		---	
3	Suspended matter	---	Nil		---	
4	Turbidity	NTU	5	25	---	
5	TDS	mg/L	1500		1000 (1984)	
6	Hardness as CaCO ₃		500		---	
7	Aluminum as Al		0.1		0.2 (1984)	
8	Chloride as Cl ⁻		250	600	250 (1984)	
9	Copper as Cu		0.1	1.5	2	
10	Iron	mg/L	0.3	1.0	0.3 (1984)	
11	Manganese	mg/L	0.1	0.5	0.4	
12	Sodium as Na	mg/L	200		200 (1984)	
13	Sulphate as SO ₄	mg/L	400		500 (recommended)	
14	Zinc as Zn	mg/L	5	15	5 (1984)	
15	PH		6.5 - 8.5	6.5 - 9.2	---	
16	Magnesium as Mg	mg/L	100		---	
17	Chlorine concentration	mg/L	0.2 - 0.5		5	
18	Calcium as Ca	mg/L	250		---	
19	Ammonia (N)	mg/L	0.5		---	
20	Fluoride	mg/L	3.0 (1.5)	1.5	1.5	
21	Arsenic	mg/L	0.05		0.01	
22	Cadmium as Cd	mg/L	0.005		0.003	
23	Lead as Pb	mg/L	0.05		0.01	
24	Mercury (total Hg)	mg/L	0.001		0.006	
25	Selenium as Se	mg/L	0.01		0.01	
26	Chromium as Cr	mg/L	0.05		0.05	
27	Cyanide as CN	mg/L	0.01		0.07	
28	Phenolic substances	mg/L	0.002		---	

29	Barium as Ba	mg/L	1.0	0.7
30	Nitrate as NO3	mg/L	10	50

： WHO よりも緩い基準値項目

： 複数の基準値があり今回採用しようとする値

WHO の(1984)と記載のものは、健康影響項目に該当しないため 2004 年版以降はガイドライン値として設定されていない。また、DRINKING WATER QUALITY AND EFFLUENT MONITORING GUIDELINE ではフッ素の基準値に関して注釈がついており、「地域的・気候的な条件からフッ素濃度 1.5mg/L を超える水を採用する場合がある。例外的なケースとして、ケニア国では 3mg/L の濃度まで受容することができる。」との記載がある。

本案件は地方給水案件であり、且つ地域的・気候的な条件からケニア国内の中でも地下水開発の難しい地域に相当することから、「許容される (permissible)」基準値の設定されている水質項目についてはこれを採用することとすると、表中の水色のものが今回適用される水質許容値となる。

(2) 全溶存物質

図に収集整理した既存井戸の全溶存物質 (TDS) の分布を示した。これによれば、Baringo 湖周辺で 2 カ所、Marigat 低地で 6 カ所、Marigat 低地の南側の台地で 1 カ所、および East Pokot の 2 カ所の井戸でケニア国の飲料水水質基準値 (1500 mg/L) を超えている。

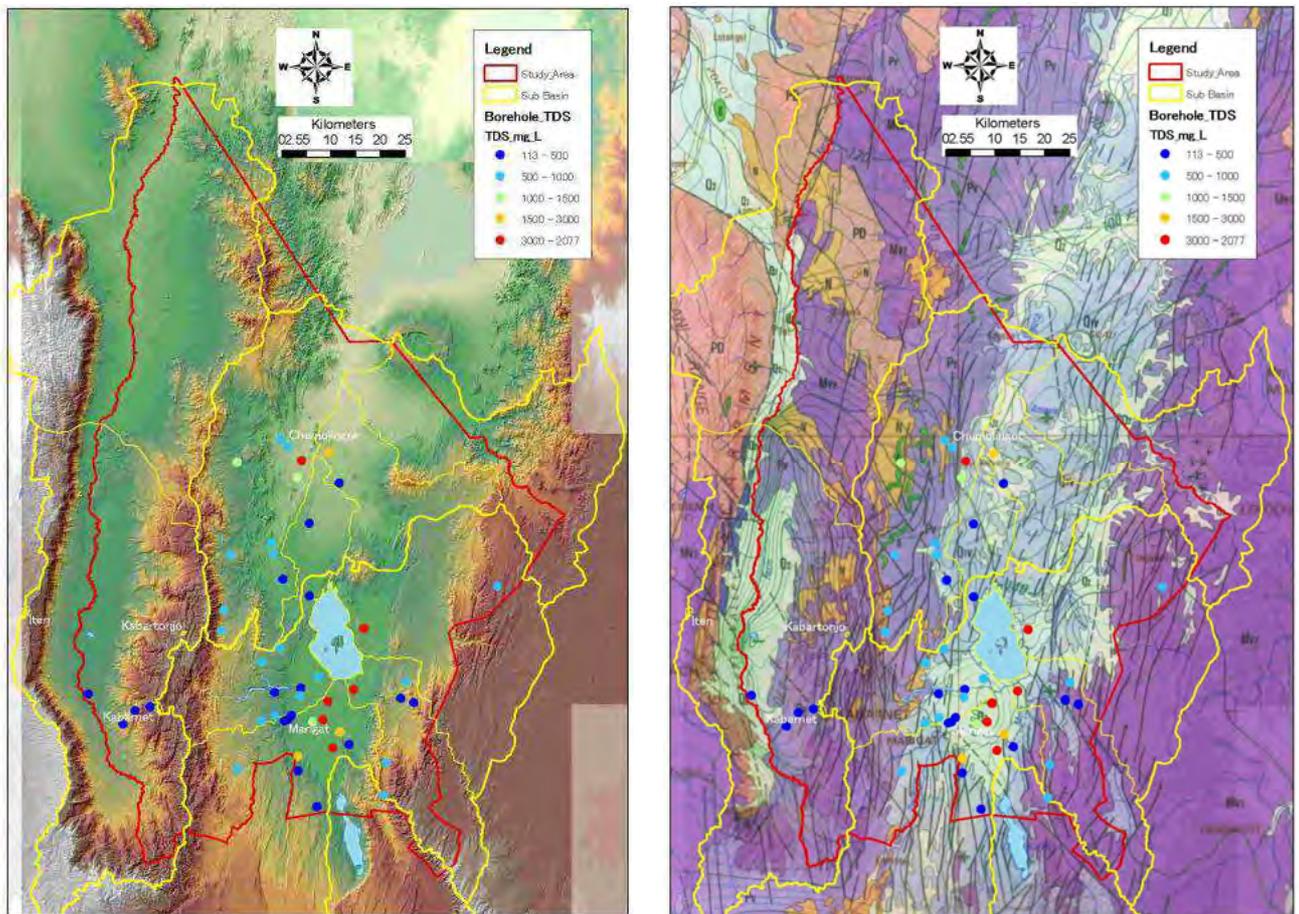


図 2-17 既存井戸地下水の全溶存物質 (TDS) 濃度

Baringo 湖周辺および Marigat 低地は陥没地帯であり、内部収束構造を持つサブ流域

の最下流部にあたり堆積層の主要部は湖成堆積層である。半乾燥地帯にあるこのような地域では蒸発量が多いため地表水中にミネラルが集積しやすい。そのため、Baringo 湖周辺および Marigat 低地の湖成層中の地下水はミネラルに富んでいると想定され、TDS 濃度が高いと推察される。

Marigat 低地の西側の丘陵地に近い低地部では基準値を満足している。これはサブ流域内（特に雨量の多い高地部）に降った雨が短時間で地下水として到達している可能性が考えられる。

一方、Marigat 低地の南側の丘陵地や East Pokot において基準値を超えている井戸については上記のような原因は該当しない。他の要因としては、第四紀の火山活動(Paka 火山等)の影響がひとつ挙げられる。

このような視点に立つと Baringo 湖は塩湖のはずであるが、実際にはフッ素濃度は高いものの淡水湖である。この原因としては、Baringo 湖の形成が地質年代として新しいこと、湖水が地下水として下流域に抜けている、などの原因が考えられる。

(3) フッ素

図に収集整理した既存井戸のフッ素濃度の分布を示した。ケニア国基準におけるフッ素の例外規定を適用すると 3 mg/L の濃度まで許容される。この場合、Baringo 湖周辺および Marigat 低地の一部、および East Pokot の丘陵地・低地で基準値を超えている。

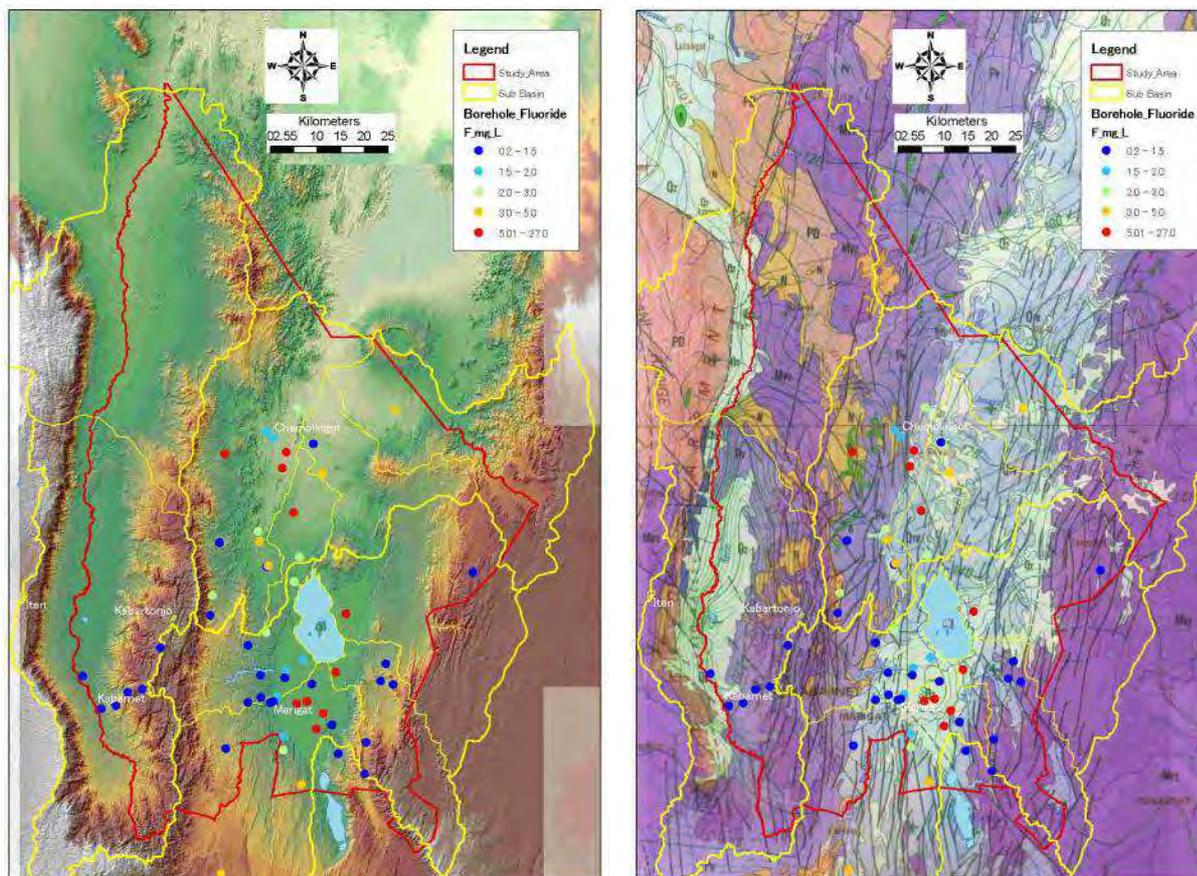


図 2-18 既存井戸地下水のフッ素濃度

TDS の考察で記したように、Baringo 湖周辺および Marigat 低地はミネラルが集積し

やすい条件下にあり、その結果として湖成層中の地下水のフッ素濃度が高いことはありえる。しかし、Baringo 湖の水が淡水であるにも係わらずフッ素に富んでいることを考えると、地質との関連も疑う必要がある。East Pokot まで含めて考えると、フッ素の起源が貫入岩に起因すると思われる 1 井戸を除き、岩盤地帯に位置する井戸はすべて第四紀の火山活動に起因するトラカイト、トラキフォノライト、バサルトが分布する地域にある。Kukwa 島 (Baringo 湖中央に浮かぶ島) も第四紀に形成された火山島である。つまり、このような地質が分布する地域ではフッ素濃度が基準値を越す可能性が考えられる。

(4) 鉄分の分布

図に収集整理した既存井戸の鉄分濃度の分布を示した。これによれば、Baringo 湖周辺の丘陵地・低地で 7 カ所、East Pokot の低地 (岩) で 1 カ所、Tugen hills 南部の丘陵地で 2 カ所、Mochongai (Laikipia) 断層崖下部で 1 カ所、上部で 1 カ所、ケニア国の飲料水水質許容値 (1.0 mg/L) を超えている井戸が見られる。

鉄分は地殻中に広く分布する成分であり、地下水中にも通常含まれる成分である。そのため地質との関連付けは困難である。

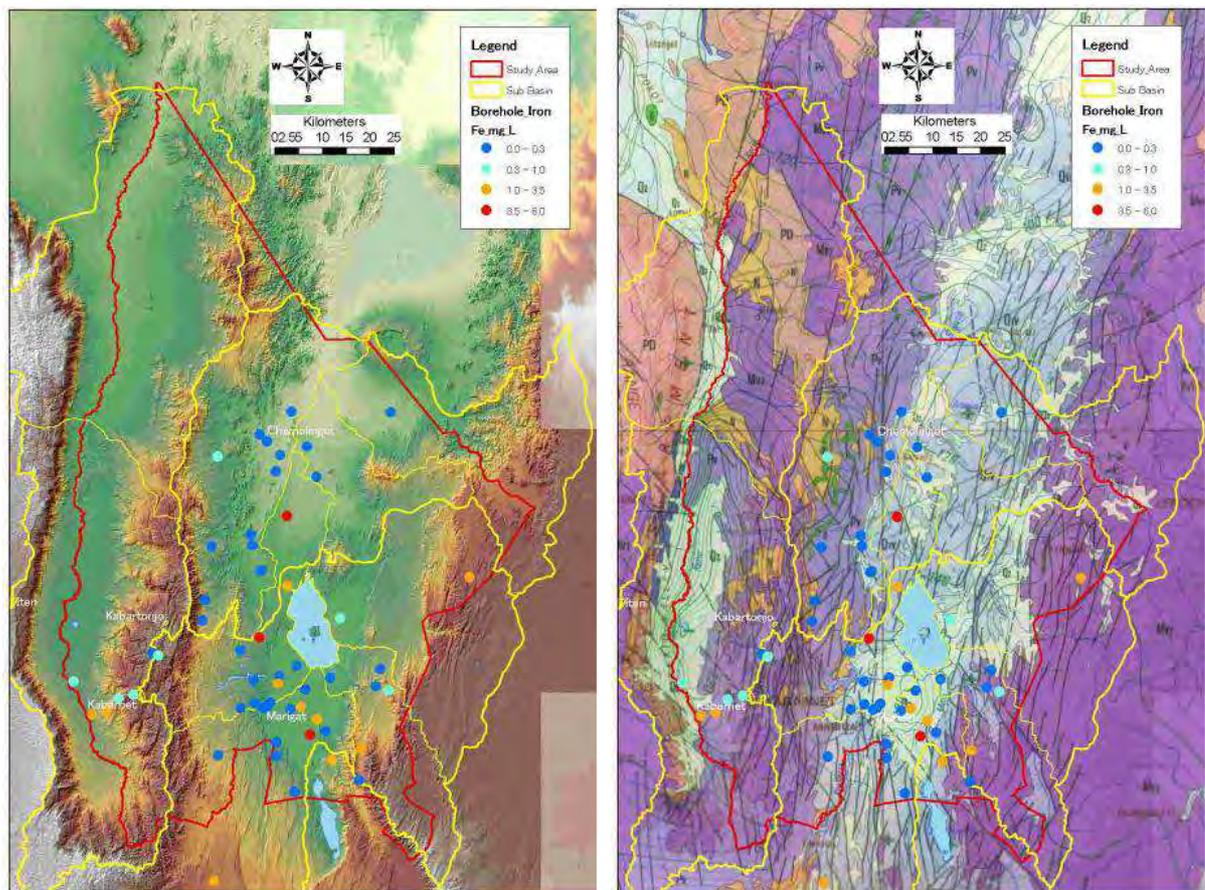


図 2-19 既存井戸地下水の鉄分濃度

(5) マンガンの分布

図に収集整理した既存井戸のマンガン濃度の分布を示した。これによれば、Baringo 湖南部の低地で 3 カ所、ケニア国の飲料水水質許容値 (0.5 mg/L) を超えている井戸が見られる。この結果は、WHO ガイドライン値 (マンガンの場合 0.4 mg/L) を適用しても

変わらない。

マンガンは鉄と同様に地殻中および地下水中に広く分布する物質である。また鉄とマンガンは元素周期律表で隣り合っている遷移元素でもあるため、マンガンは鉄と共存していることが多い。そのため、一見、許容値を超えるマンガンの分布は Marigat 低地に限定されているようにも見えるが、鉄同様、地質との関連は見出しがたいと考える方が妥当であろう。

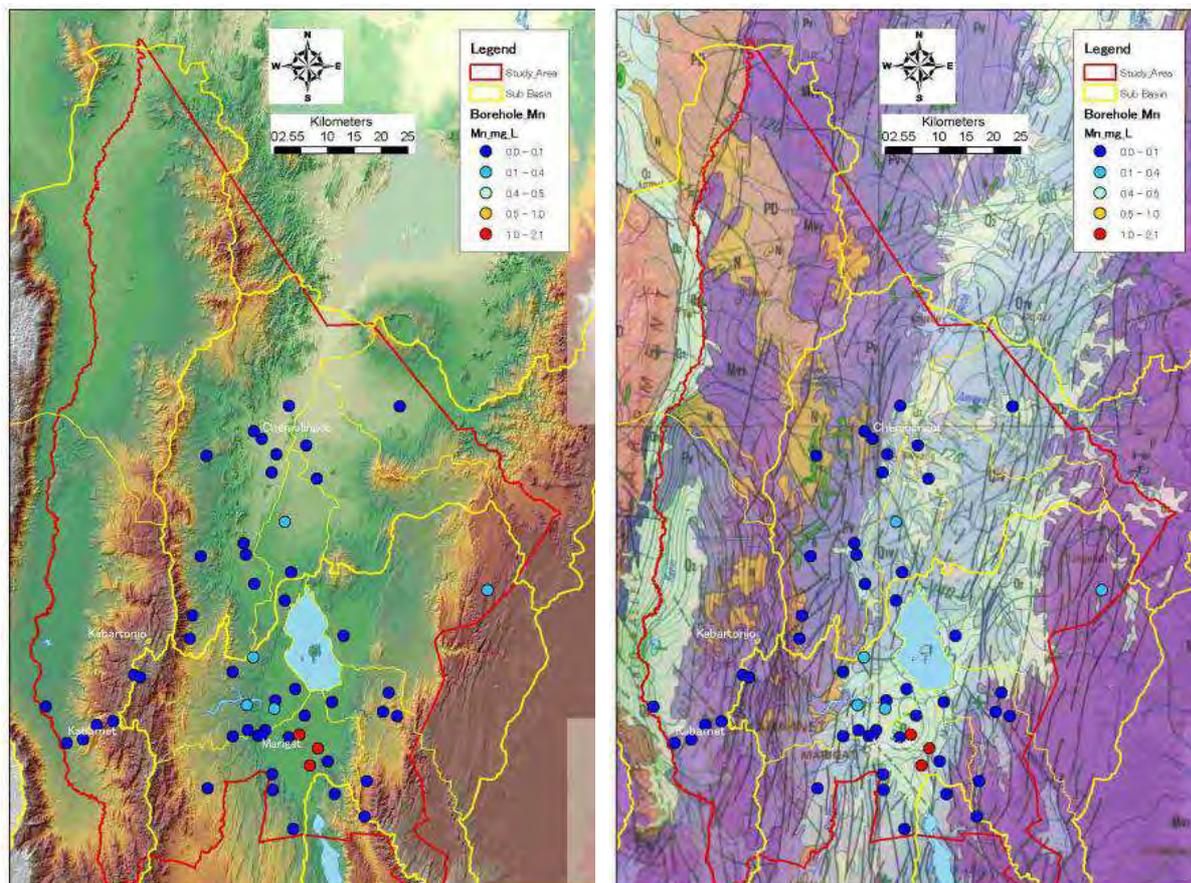


図 2-20 既存井戸地下水のマンガン濃度

2-2-3-4 物理探査

物理探査は、「試掘地点の決定」と、「井戸設計のための水理地質構造の把握」の2つの目的で実施した。

(1) 試掘地点決定のための物理探査

既存の地形地質資料、井戸資料、対象村落の位置・対象人口情報を整理し、既存井戸等情報が不足している地域の中から10対象村落を抽出し、試掘地点決定のための物理探査を実施した。その際、できるだけ施設規模が大きくなると予想される対象村落を選定するよう配慮した。ただし、低地部においてフッ素の帯水層別濃度の違い把握もその調査目的に含む場合、施設規模が大きくなると予想される対象村落がその地域内に無かったところがあり、その際はやむを得ず、施設規模が小さいと予想される対象村落を選定している。

試掘地点決定のための物理探査は、対象帯水層が断層破碎帯の場合と堆積層の場合の2ケースに分けて考えた。どちらも初めに現地踏査を行い、できるだけ地下水開発ポテ

ンシヤルの大きな地点を選定した上で、物理探査を実施した。

【対象帯水層が断層破碎帯の場合】

有望地点でまず水平電気探査を実施して断層破碎帯位置を把握し、得られた有望地点で垂直電気探査を実施してその深度方向の情報を得るよう計画・実施した。

【対象帯水層が堆積層の場合】

対象村落内で有望な 3 地点を選定し、垂直電気探査を実施した。

【調査方法】

1) 水平電気探査

手 法 ウェンナー法

測定数 原則として選定された対象村落で 2 測線

探査深度 30m

測線長 200m程度

2) 垂直電気探査

手 法 シュランベルジャー法

測定数 原則として選定された対象村落で 3 点

探査深度 200m

【調査結果】

選定した対象 10 村落の位置を図に示す。物理探査は各対象村落で表に示す数量を実施した。

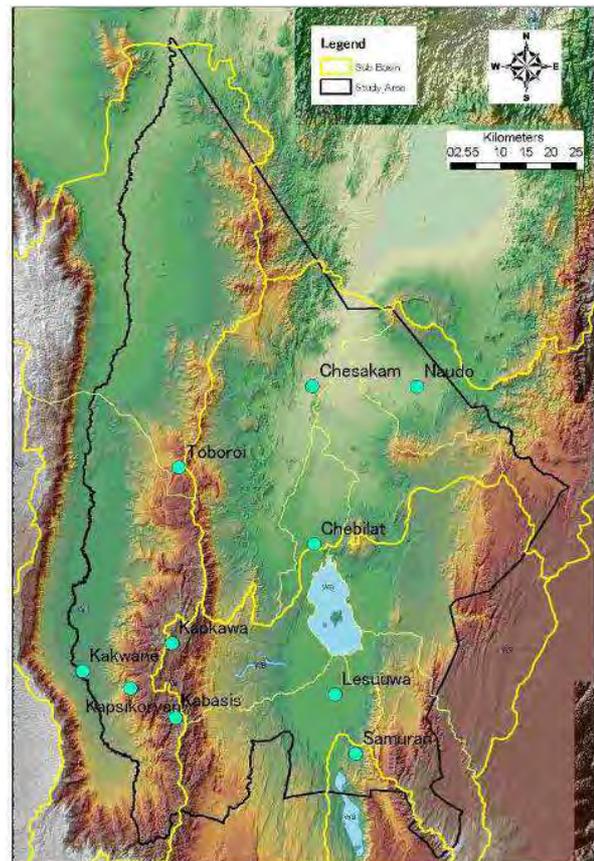


図 2-21 対象 10 村落の位置

表 2-16 試掘対象村落別物理探査実施数

Code	選定村落	Location	Division	水平探査数	垂直探査数
24	Toboroi	Kinyach	Bartabwa	2	3
110	Kapsikoryan	Kiboino	Salawa	2	2
131	Kabasis	Kabasis	Sacho	2	3
137	Kapkawa	Ewalel	Kabarnet	2	3
67	Lesuuwa	Ng'ambo	Marigat	0	3
86	Samuran	Sandai	Marigat	0	3
103	Kakwane	Lelmen	Salawa	0	3
153	Chebilat	Loruk	Mondi	1	3
185	Chesakam	Ribko	Nginyang	0	3
155	Naudo	Naudo	Mondi	0	1
合計				9	27

最終的に選定した試掘予定地点の垂直電気探査結果より推定した帯水層の深さ、その

比抵抗値、およびその結果から計画した試掘予定深度を表に示す。なお、各選定村落での詳細調査結果は巻末資料に示した。

表 2-17 物理探査結果より推定した試掘選定地点の帯水層情報

Code	選定村落	帯水層	比抵抗 (Ohm-m)	帯水層深度 (m)	
				上面	下面
24	Toboroi	Trachyphonolites、 Basalts	20	46	---
110	Kapsikoryan	Trachyphonolites	120	8.3	130
131	Kabasis	Trachyphonolites、 Basalts	38	15	200
137	Kapkawa	Trachyphonolites、Basalts	26	54	---
67	Lesuuwa	Basalts	12	11	45 - 70
86	Samuran	Sediments、Basalts	40	65	---
103	Kakwane	Sediments、Basalts	22	16	231
153	Chebilat	Pyroclastic rocks	18	140	---
185	Chesakam	Pyroclastics、 basalts	20	61	---
155	Naudo	Basalts	50	94	---

(2) 井戸設計および水理地質構造把握のための物理探査

対象村落 150 カ所のうち、先に記した試掘地点対象村落 10 カ所を除いた 140 村落の中から 112 村落を選定し、井戸設計および水理地質構造把握のための物理探査（垂直電気探査）を実施した。この際、空間的位置が近く、地質条件・帯水層条件が同様とみなせる複数の対象村落については、その中で 1 カ所の垂直電気を実施し、効率化を図った。なお、先に記した試掘地点選定のための物理探査も当然この目的にも資するものである。

【調査方法】

垂直電気探査

手 法 シュランベルジャー法

測定数 原則として選定された対象村落で1点

探査深度 200m

ただし、対象村落 Lomyek に関しては試掘地点候補となる可能性があったため、水平電気探査1測線、垂直電気探査2点の調査を実施している。

【調査結果】

先に記した試掘対象村落を除いた112地点の垂直電気探査実施位置を図に示した。個々の調査結果は、巻末にまとめて示した。

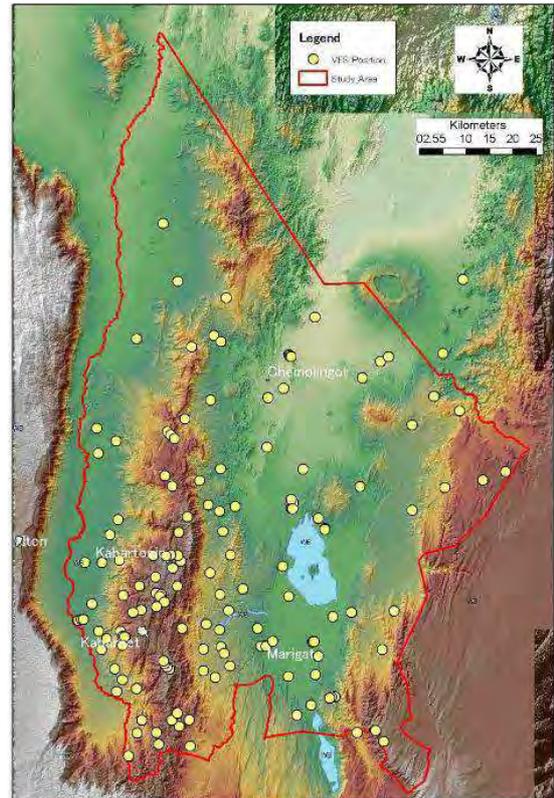


図 2-22 井戸設計および水理地質構造把握のための物理探査実施位置

2-2-3-5 試掘

既存の地形地質資料、井戸資料、対象村落の位置・対象人口情報を整理し、既存井戸等情報が不足している地域の中から10対象村落を抽出した。その際、できるだけ施設規模が大きくなると予想される対象村落を選定するよう配慮した。ただし、低地部においてフッ素の帯水層別濃度の把握のためにやむを得ず、施設規模が小さい対象村落も選定している。

試掘結果を以下にまとめた。

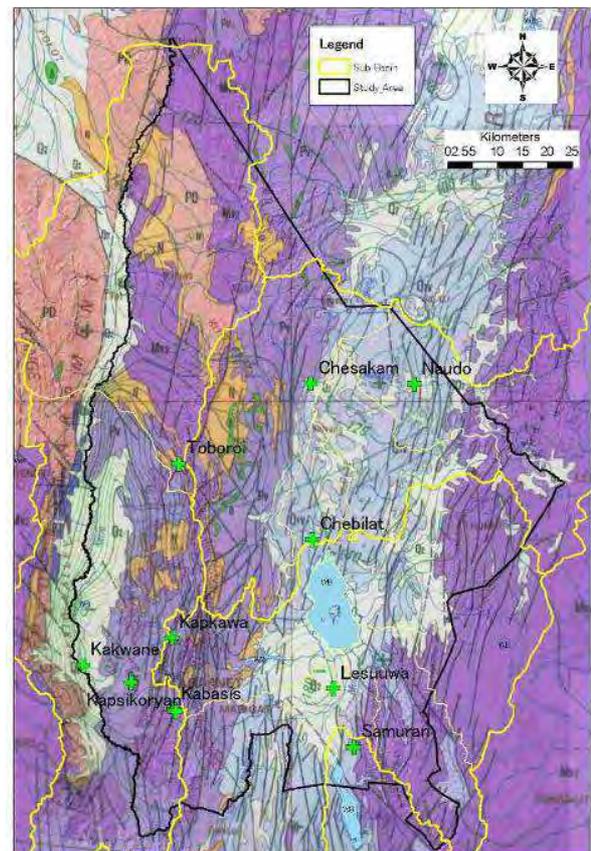


図 2-23 試掘地点位置図

表 2-18 試掘調査結果

Code	Village	Zone	Provisional Depth (m)	Drilled Depth (m)	Safe Yield (m ³ /h)	Static Water Level (m)	EC (mS/m)	F (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Remarks
24	Toboroi	Highland	200	204							Dry
110	Kapsikoryan	Highland	150	132	4.16	56.80	26.0	0.47	0.42	<0.1	
131	Kabasis	Highland	200	230							Dry
137	Kapkawa	Highland	200	204	19.39	47.10	20.0	0.0	0.74	0.0	
67	Lesuuwa	Lowland	70	100	3.00	18.30	641	48.6	4.1	<0.1	Blackish water
86	Samuran	Lowland	100	100			40.0	0.67	1.9	<0.1	Very Little
103	Kakwane	Lowland	100	86	5.60	39.55	57.0	0.72	0.6	0.1	
153	Chebilat	Lowland	160	180			72.0	2.69	7.5	<0.1	Very Little
185	Chesakam	Lowland	100	86	23.80	10.55	76.0	2.4	0.1	<0.1	
155	Naudo	Lowland	130	154	7.06	112.3	15100	4.3	0.1	<0.1	Hot! (45°C)
Total			1400	1476							

また、低地部における帯水層別の水質把握を目的にして、低地部試掘井において深度別採水器を用いて採水し、水質試験を実施した。その結果を次表に示す。

表 2-19 低地部試掘井の深度別水質試験結果

試掘サイト	深度 (m)	フッ素 (mg/L)	鉄 (mg/L)	マンガン (mg/L)	EC (μ S/cm)	pH
Chesakam	30	2.4	0.1	0.1 以下	760	7.9
	45	2.4	0.1	0.1 以下	750	7.9
	58	2.4	0.1	0.1 以下	750	7.9
Naudo	120	4.3	0.1	0.1 以下	1,540	7.9
	140	4.3	0.1	0.1 以下	1,530	7.8
Kakuwane	65	0.8	0.6	0.1 以下	560	7.5
	75	0.8	0.6	0.1 以下	560	7.4
Lessuwa	50	27.0	3.7	0.1 以下	5,660	8.0
	78	21.6	2.4	0.1 以下	5,410	7.8
	88	18.1	2.0	0.1 以下	5,170	7.5

深度別の水質試験結果に違いが出たのは試掘サイトLessuwa (Marigat低地) のみであった。Lessuwaでは深くなるほど、水質が良くなる傾向が見られる。しかし、いずれにしてもフッ素、鉄はケニア国の飲料水の水質許容値を大幅に超えている。また、電気伝導度が5,000 μ S/cmを超えていることから、非常に塩分濃度が高いこともわかる。

以上の結果から、既存の井戸水質がケニア国水質許容値を満足していない低地部で、水質の良い帯水層を探して開発しようとする試みは困難である、と判断される。

2-2-4 環境社会配慮

2-2-4-1 環境関連の法律・制度

ケニア国では、森林保全、野生生物保護、水域・海域保全、公衆衛生、農業・漁業保全、水資源保全等の分野で、環境関連のさまざまな法規制がある。環境保全そのもののベースとなる法律は、「環境管理・調整法」(EMCA: Environmental Management and Co-ordination Act、1999) であり、同法に基づき2003年に「環境影響評価・環境監査規則」(EIAAR: Environmental (Impact Assessment and Audit) Regulations) が制定された。

(1) 環境管理・調整法 (EMCA)

環境関連の基本となる法律はEMCAであり、国家の環境政策の基本となるものである。

その構成は以下の 14 章よりなる。

表 2-20 環境管理・調整法の構成

章番号	内 容
第 1 章	緒言
第 2 章	一般的原則
第 3 章	環境機構
第 4 章	環境計画
第 5 章	環境の保護・保全
第 6 章	環境影響評価
第 7 章	環境監査およびモニタリング
第 8 章	環境基準の設定
第 9 章	環境修復命令、環境保全命令、環境用益権
第 10 章	環境保全に関する検査、解析、データ保存等
第 11 章	国際条約・協定・合意
第 12 章	国家環境裁判所の設置
第 13 章	違反行為の罰則
第 14 章	本法に係る個別の規則等
附則 1	国家環境審議会の構成メンバーとなる省庁（次官）
附則 2	環境影響評価の対象となる事業・プロジェクト
附則 3	国家環境行動計画委員会の構成メンバー

出典：Environmental Management and Co-ordination Act, 1999

また、EMCA-附則 2 によると、事業実施に先立って環境認可 (Environmental License) 取得が必要な事業は、以下のようなものがあげられている。この中には、事業の規模や想定される影響の度合いによるカテゴリ分類（たとえば、JICA ガイドラインのカテゴリ A、B、C）に相当するものはない。

- ① 全般的事項：地域の現況と著しく異なる事業活動・構造物・土地利用等が想定されるプロジェクト
- ② 都市開発事業：新市街地開発、工業団地、レクリエーション村落の新增設、ショッピングセンター等
- ③ 交通網整備：主幹線道路、景勝地・森林地域・山岳地域・湿地帯の道路整備、鉄道、空港、石油・ガスパイプライン、水運等
- ④ ダム、河川開発、水資源開発：貯水用ダム、河川の流域変更、集水域間の水の移転、洪水制御、地下水開発等
- ⑤ 農薬等の空中散布
- ⑥ 各種鉱山開発、採石場、土取り場等
- ⑦ 森林開発：木材伐採、植林等
- ⑧ 農業開発：大規模農業、肥料・農薬利用、新種の作物・動物の導入、灌漑等
- ⑨ 工業開発：鉱石精錬、鑄造、レンガ、セメント、肥料、石油精製、化学製造、なめし皮、食品製造、自動車、機械、その他の製造
- ⑩ 電力開発
- ⑪ 天然ガス、可燃性・爆発性ガスの管理
- ⑫ 下水、各種排水、排ガス、廃棄物等の処理・処分
- ⑬ 自然環境保護・保全地域での開発：国立公園、狩猟区、野生動物保護区の開発、

森林管理、集水域管理、生態系管理等

⑭ 原子力開発

⑮ 生物工学的開発：遺伝子組み換え技術・生物等の導入

本案件と事業内容が関連する項目としては、上記 15 項目のうち ④、⑦ および ⑬ が
あると想定されるため、環境許可の取得が必要と考えられる。

(2) 環境影響評価・環境監査規則 (EIAAR)

環境社会配慮に関しては上記 EMCA をもとに、EIAAR が制定され、EIA の許可手続き、
関連主体の役割が規定されている。

表 2-21 環境影響評価・環境監査規則 (EIAAR) の構成

章番号	内容
第 1 章	緒論
第 2 章	プロジェクトレポート
第 3 章	本格的 EIA 調査報告書
第 4 章	環境影響評価 (本格的 EIA) 調査報告書
第 5 章	環境監査およびモニタリング
第 6 章	(戦略的環境アセスメント、罰則等)
細則	
附則 1	各種書類の様式 (申請書類、認証等)
附則 2	環境影響評価で配慮すべき環境項目
附則 3	EIA 調査報告書の構成
附則 4	EIA 専門家の認証基準
附則 5	環境許可に係る費用負担

出典：Environmental (Impact Assessment and Audit) Regulations, 2003

また、EIAAR に並行して 2002 年に国家環境管理庁 (NEMA : National Environmental Management Agency) により EIA ガイドライン (Environment Impact Assessment Guideline and Administrative Procedure, Draft) が作成されている。給水セクターに関しても、「DMWS」の Part D において EIA のガイドラインおよびマニュアルが作成済みであり、これに沿って手続きが行われることになる。

2-2-4-2 環境許可の手順と期間

環境許可手順は EIAAR に基づき、以下の (1)、(2) に示すような 2 種ステップがある。

(1) ステップ-1：プロジェクトレポートの作成だけで許可が得られる事業

- ① 手続き：プロジェクトレポート提出後、NEMA が審査し、環境への影響が軽微もしくはほとんどないと判断した場合は、環境許可 (Environmental License) が与えられる。
- ② 審査期間：一般的にプロジェクトレポート受理後 45 日以内 (土日休日を含む) となっている。
- ③ その他：本件の実施にあたっては、対象村落位置が決定後、速やかにプロジェクトレポートを提出し、審査の結果、「許可」あるいは「本格的 EIA 調査の実施」が決定される。

(2) ステップ-2：本格的な EIA 調査 (Full EIA Study) および EIA 調査報告書の作成が要求される事業

- ① 手続き：NEMA がプロジェクトレポートを審査し、環境への影響が著しいかあるいは少なからず想定されると判断した場合は、本格的 EIA レベルの調査が要求され、EIA 調査報告書を作成して、あらためて NEMA の審査を受ける。
- ② 審査期間：NEMA が EIA 調査報告書を受理してから 3 ヶ月以内（土日休日を含む）となっている。
- ③ その他：この作業の中には、スクリーニングにより配慮すべき環境社会配慮事項を明確にし、EIA 調査に必要な環境専門家の選定/承認を得て、公聴会や EIA 調査を実施し、EIA レポートを作成/提出する。審査の結果により「不許可」と判断された場合は、事業の見直しが必要となる。

プロジェクトレポートおよび EIA の記載内容

プロジェクトレポートに記載する事項は、下記の項目である。

- ① 起案者名、PIN 番号、住所、担当者、電話番号、Fax 番号、メールアドレス
- ② 事業名
- ③ 事業の目的および範囲
- ④ 事業内容
- ⑤ 対象地域
- ⑥ 建設時および供用時の開発行為の環境項目
- ⑦ 設計内容
- ⑧ 建設時に使用する資材、その生産物および副産物の概要、ならびに発生する廃棄物とその処理・処分方法
- ⑨ 事業の実施時および実施後にとられる防止・軽減策
- ⑩ 事業実施に伴って発生する恐れのある事故の防止および管理行動計画
- ⑪ 作業員および近隣住民に対する健康・安全管理計画
- ⑫ 地域社会および国レベルでの経済的並びに影響
- ⑬ 事業費
- ⑭ 事業における公共性
- ⑮ 事業全体の環境管理計画

また、EIA に記載する事項は、下記の項目である。

- ① 対象地域
- ② 事業に関連する各種法規制、基礎データおよびその他の関連情報
- ③ 事業の目的
- ④ 事業の実施時に適用される技術および工程等

- ⑤ 事業の実施時に使用される資材等
- ⑥ 事業に伴って発生する生産物、副産物および廃棄物等
- ⑦ 影響が想定される環境の内容
- ⑧ 事業実施で想定される環境影響（社会的および文化的影響、直接・間接的影響、蓄積的影響、長期的および短期的影響等）
- ⑨ 可能な代替案（技術、プロセス等）およびその選定理由
- ⑩ 事業による環境影響を回避、最小化あるいは軽減する方策を提示する環境管理計画並びにそれに要する費用、期間、責任体制等
- ⑪ 建設時および供用時を通じて想定される事故の防止対策や危険な作業管理等に関する活動計画の提示
- ⑫ 従業員や作業員の健康や安全対策および緊急時の管理に対する対策
- ⑬ 環境に関する情報不足と予測した影響予測手法のギャップの認識
- ⑭ 事業の経済分析
- ⑮ 他事例に於ける環境影響と可能な回避策および軽減策の確認
- ⑯ 以上に加え、NEMA から要求があった項目、内容

上記、環境許可の手続きは、ケニア国側で行うことを確認した。基本的には、給水施設の設置地点が森林保護区に入らない限りプロジェクトレポートで許可が得られるとの認識であり、村落を位置や自然条件で分類し、分類ごとにレポートを作成する方向である。

プロジェクトレポートは、本調査の村落選定が確定した後、RV-WSB が NEMA に正式に登録された環境コンサルタントを雇用して作成する予定である。

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

地方給水事業における上位計画は、2030年までの長期国家開発戦略である「Vision 2030」であり、2030年までに地方部における給水率70%が目標とされている。また、新水法（WA：Water Act 2002）の条項に従い、新しく水セクターの基本戦略を示した国家水サービス戦略（NWSS：National Water Services Strategy 2007 - 2015）では、2015年を目標として2005/2006年における給水率57%（都市部で60%、地方部で40%）を都市部で80%、地方部で59%に引き上げること、また、地方部における公共水栓を利用した給水の場合、住居から最も近い公共水栓までの水汲み距離を2km以下に減少させることを目標としている。

本プロジェクトは、上記目標を受けて、給水率の低いバリngo地域において独立式深井戸給水施設を90カ所建設し、給水率を現状の24%（2010年）から37%（2015年）へ引き上げること为目标としている。また、建設された施設を効果的、持続的に利用するため運営・維持管理に関わる機材（車両等）の調達を行うとともに、ソフトコンポーネントにより県水事務所および水利用者組合への施設の運営・維持管理能力の向上に資する技術指導を行う。以下に、本プロジェクトの概要を示す。

表 3-1 プロジェクトの概要

項目	内容	概要
施設建設	独立式給水施設の建設	90カ所（深井戸掘削、揚水施設、貯水タンク、公共水栓、水栓までの配管、家畜の水桶）
機材調達	運営維持管理用の機材調達	ピックアップダブルキャビン（4WD）1台、バイク（175cc）2台、コンピューター1台およびA3プリンター
ソフトコンポーネント	給水施設の維持管理能力向上	県水事務所職員および村落水利用者組合への研修、訓練

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

(1) 協力対象範囲

要請内容の検討結果に基づき、対象とするバリngo地域（中央バリngo県、北バリngo県、マリガット県、東ポコット県）の190村落から優先度の高い村落を対象として、深井戸を水源とする給水施設を建設する。

また、運営・維持管理に関わる機材を調達するとともに、プロジェクトによる給水施設が持続して使用されるよう、対象村落の水利用者組合の設立、訓練に関わるソフトコンポーネントを実施する。

(2) 対象村落の選定

対象村落への掘削機のアクセス性、人口規模、地下水開発の可能性、運営・維持管理

能力等の条件を検討して優先順位付け、対象村落の選定を行った。

地下水開発の可能性は自然条件調査による物理探査、試掘および既存の水理地質情報の検討の結果に基づき、対象地域を地形および地質の特性から地域区分して評価し、調査村落毎に井戸深度、水位、成功率を想定した。水質は、主にフッ素が高濃度、塩類濃度が高い、温泉水(蒸気)の可能性を想定した。

運営・維持管理能力は社会調査の結果および調査団による踏査結果を踏まえて、プロジェクトの受け入れ意思、運転・維持管理費への支払い能力を評価した。

また、井戸成功率を考慮し、必要な予備的村落(代替村落)を確保した。

(3) フッ素の処理

低地では、フッ素濃度がケニア国基準(3mg/L)を越えるケースが想定される。対象地域では、NGOにより骨炭を利用したフッ素除去が行われており、技術的には導入可能と判断される。一方、継続的に除去のためのフィルター材を利用するためには定期的に交換する必要があり、NGOによる支援で行われているが、村落が自らモニタリング、更新するには至っていない。また、無償資金協力のスキームでは中～長期的に村落によるフッ素処理の維持管理支援をすることは困難である。以上から、本プロジェクトにおいては骨炭法によるフッ素除去装置の設置はしないこととした。しかしながら、対象村落は既存給水施設がなく(給水率ゼロ)、水の困窮度が極めて高い地域であり、また、家畜への給水も求められている。このため、本プロジェクトでは水量が満足するが、フッ素濃度がケニア国水質基準を満足しない場合は不成功井とするが、原水のままで飲料しない事を条件として、井戸をケニア国側に引き渡す事とした。

(4) 給水施設の仕様

対象地域の集落形態から深井戸によるポイント給水とし、動力を利用した揚水設備、井戸元で高架水槽、管理棟兼水販売所を設置して給水を行う点水源式深井戸給水施設(レベル1.5)を計画した。

動力源は現地の条件により、商用電力、ソーラーシステム、発電機から最適なものを選択した。また、対象村落の地形条件によっては高地部で井戸が尾根部道路沿いから下がった位置に選定された場合は、住民の利便を考慮し、水槽および管理棟兼水販売所は道路付近に設け、その地点まで送水する計画とした。

(5) 給水施設設計に関わる方針

(a) 施設設計の方法

給水施設設計は、本準備調査による水理地質調査および分析結果に基づき、各サイトにおける想定井戸深度、想定地下水位および想定揚水量等の井戸の設計諸元を設定した上で、施設設計を行った。なお、合理的な設計および施工とするため井戸や上部構造物

を水理地質区分や人口規模によって分類し、数パターンの施設仕様による標準設計を行った。また、想定揚水量では給水量が不足する村落、人口が大きい村落においては、一村落下内に2カ所建設する計画とした。

(b) 対象サイトにおける井戸掘削本数

対象サイトにおける井戸掘削本数は2本までとした。本体工事時において1本目の井戸掘削が失敗した場合、詳細設計時に選定した第2掘削候補地点において2本目の井戸掘削を実施する。2本目も失敗した場合は、当該サイトを事業対象サイトから除外し、予備の村落に移動し井戸掘削を行う計画とした。

(c) 井戸成功基準および失敗井の取扱い

水質基準は、ケニア国給水設計実践マニュアルを採用した。水量基準は各サイトで水需要量や動力源が異なることから、井戸掘削の結果およびサイト状況（水の困窮度等）を考慮し、ケニア国側と協議し決定する計画とした。ただし、最低揚水量は1m³/時間とした。なお、成功基準を満足しなかった失敗井は埋め戻すことを原則とするが、水量基準は満足するが水質基準を満足しない失敗井については当該サイトの給水事情等を勘案した上でケニア国側と協議し、原水で飲料しないことを条件として引き渡す計画とした。

(d) 給水施設の設計方針

- ・ 給水施設の動力源は、対象サイトにおいて3相415V以上の送電線があり、給水施設と送電線の距離が600m未満の場合は商用電力を採用した。それ以外のサイトはソーラーシステムを基本として計画したが、想定される揚程および計画給水量が大きくソーラーシステムでは給水が不足する場合は発電機を採用した。
- ・ 揚水ポンプ用のバルブ類・流量計は井戸用ピットを設けて設置するが、接続される送水管の径に大きな差異がないため同じ寸法とする。
- ・ 送・配水管の敷設方式は、地表部の土質状況を考慮して計画した。材質は亜鉛めっき鋼管とし管径20mm～75mmとした。
- ・ 貯水槽（配水池）は高架水槽を基本としたが、付近に高台がある場合は地上型とした。水槽の材質は、強度、耐蝕性、耐候性、耐久性と必要な水槽容量を考慮し、近年ケニア国で標準的に採用されているプラスチック製水槽とした。
- ・ 給水方法は、バケツごとに支払いが行われるため維持管理費用の回収率が高く、ケニア国地方給水において標準としている水販売所方式（キヨスク方式）を採用した。
- ・ 水販売所棟の構造は特に耐久性、機能性を考慮した。発電機がある場合は水販売所棟に隣接して発電機室を併設した。

- ・対象地域は牧畜業が主要な産業であることから家畜用水桶を計画した。なお、家畜給水は計画給水量に加味されたものではなく、深井戸の揚水量に余裕があった場合に家畜へ給水されるものである。
- ・対象地域において普及が進んでいるソーラーシステムのモジュール（パネル）の盗難被害が報告されていることから、盗難防止柵および鍵等の防犯施設を設置することとした。なお、盗難防止柵は家畜が施設内に侵入しないよう衛生保全の目的も果たす。盗難防止柵の材質は、鋼製パイプの支柱とし、標準高さを1.2mとし、0.3m高毎に支柱間を有刺鉄線で接続する。

3-2-1-2 自然条件に対する方針

(1) 気象条件

計画対象地域では、4月～8月にかけて雨期であり、降雨が集中する。一方、道路は主要道路のナクル市～マリガット間、マリガット～カバルネット間等を除いては舗装されていない。高地では降雨を受けて掘削機が滑りやすくなる地域、低地では河川を渡るなど、道路ではなく轍を用いるアクセスも多く、雨期の対象村落へのアクセス条件は悪化する。従って、気象条件を考慮に入れた実施工程を策定した。また、維持管理用車両の選定に当たっては、雨季の走行性、使用性や耐久性に十分配慮した。

(2) 地形・地質条件に対する設計方針

調査対象地域は南北に伸びる大地溝帯に位置し、高地、高地斜面部、低地で構成され、ケニア国の中でも地質的、水質的に地下水開発の難しい地域に相当する。このため、井戸掘削成功率を向上させるため、詳細設計段階で垂直および水平方向の電気探査を実施する計画とした。

3-2-1-3 社会条件に対する方針

対象地域の人口規模、人口構成、既存水源、既存給水施設の状況、必要生活用水量、水運搬距離、運搬時間、アクセス状況、給水状況に対する住民の問題意識、村落衛生水利用者組合および給水点委員会の設立の意思、維持管理活動への参加意思、維持管理費の負担に対する意識等を十分に考慮し、対象村落を選定する。計画人口は2011年の調査人口をベースに人口増加率（約1.6%）を加味した。

3-2-1-4 建設事情／調達事情等に対する方針

ケニア国においては、井戸掘削業者を含めて多くの建設業者が存在することから、現地建設業者を有効に活用する。水・灌漑省に登録済の井戸掘削業者は55社あり、本準備調査の試掘はこれらの中の1社を選定して実施した。明らかとなった現地井戸掘削業者の課題として①準備段階の遅延、完了遅延などの工程管理、②揚水試験等の各種試験における不十分な実施内容、③不十分な掘さく資機材等の調達監理があった。そのため、これら一般土木工事を含めて邦人管理を念頭に計画した。また、資機材の調達については、それらの多くが現地調達可能となるが、一部の資機材については現地調達が困難となる可能性があるため、第三国調達または日本国調達も可能とした。

3-2-1-5 運営・維持管理に対する対応方針

施設完成後の運営・維持管理については住民による水利用者組合による実施が基本となるが、これまでに給水施設の運営・維持管理の経験やノウハウがないことから、行政による住民支援を前提とした運営・維持管理体制の構築を計画した。現在、住民支援を行うバリンゴ地域の県水事務所の職員は26名おり、そのうち研修や村落活動を実施できる職員は5名程度である。このため、今後人材が不足すると考えられるため、ソフトコンポーネント計画においては、若手職員を数名技術指導に起用し支援体制の強化を図る計画とした。

さらにソフトコンポーネント計画においては建設工事前・建設中・完成時の3段階において、各県の行政単位（ロケーション、サブロケーション）の組織と協調し、村落の運営・維持管理能力の強化を図る計画とした。

3-2-1-6 機材計画に係る方針

住民支援を行う県水事務所はモニタリング用車両が不足し（各事務所に1台のみ）、また、老朽化（平均25年間使用）により維持管理支援に支障を来している。このため、建設する給水施設の持続性を確保するため、施設建設と合わせて給水施設モニタリング用機材として要請どおり、住民支援を担当する県水事務所に車両1台、モーターバイク2台、コンピュータおよびプリンター1台を調達する計画とした。

3-2-1-7 工法／調達方法、工期に係る方針

現地業者の活用を念頭に置き、井戸掘削口径やケーシング口径などの仕様は現地建設業者が対応可能な工法を極力採用した。また、建設用資機材は低コストとなるよう、極力現地または近隣国から調達可能なものを想定して仕様を決定した。

井戸掘削は4、5月および11月の雨期にはサイトへのアクセスが悪くなることを踏まえ、3班体制による実施とした。施設建設は井戸掘削後の揚水試験および水質分析の結果、成功井と判定された後に開始する。商用電力接続予定村落を優先的に着工し、ケニア側負担により電力接続に関する諸手続きを速やかに実施し、全体工期内の竣工を目標とする。太陽光利用揚水システム、発電機利用揚水システムの村落については、商用電力利用村落の施工後の着工を標準施工計画とした。

3-2-2 基本計画（施設計画/機材計画）

3-2-2-1 基本計画諸元

(1) プロジェクトの計画年

プロジェクトの計画年はケニア国の国家水サービス戦略の目標年であり、また、MDGsの目標年でもある2015年を計画年とした。

(2) 給水範囲、計画給水人口

国家水サービス戦略（NWSS）では、地方村落の給水へのアクセス2kmが目標とされている。現地対象村落の踏査および社会調査の結果では、既存の水源は河川水、河床への手掘り井戸、湧水が多く、雨期は比較的近傍の0.2～1km以内で取水しているが、乾期になると東ポコットやマリガット県で5kmを越える場合も多い。要請リスト中の対象村

落は、衛星写真データを利用して確認すると、概ね水源から 2km～3km 以内で家屋が確認されたため、基本的には約 2km を水源からの給水範囲とした。

計画給水人口は 2011 年の調査人口に、最新のセンサス結果から想定される 1.6% の人口増加率を加味した。また、対象村落の計画給水人口は本調査で実施した社会調査結果を基本とするが、多くの村落で井戸要請地点の近傍で一般の小学校、寄宿舎制の中学校が確認されたため、生徒数も給水人口に加えた。

(3) 給水原単位

ケニア国水・灌漑省給水施設設計マニュアル（以下、給水施設設計マニュアル）では、各地域の降水量に大きな差異があるため、地下水のポテンシャルを踏まえて年間降雨量に基づき原単位が示されている。対象地域の降雨量データを元に検討を行った結果、県別に表 3-2 の給水原単位を適用する事とした。

表 3-2 給水原単位

平均年間降水量	給水原単位	適応する県
1000 mm 以上	20 L/人/日	中央バリンゴ県、 北バリンゴ県
500mm 以上、1000mm 未満	15 L/人/日	東ボコット県、 マリガット県
500mm 未満	10 L/人/日	—

学校への給水原単位は同マニュアルによると、Day School では 5 L/人/日であり、寄宿舎制学校では 50 L/人/日であるが、本プロジェクトが 1.5 レベルである事を考慮し、以下の給水原単位を適用した。

表 3-3 学校での給水原単位

学校	施設基準	プロジェクト
Day School	5 L/人/日	2 L/人/日
寄宿舎制中学校	50 L/人/日	15/20 L/人/日 (対象県に拠る)

(4) 地下水開発の可能性の評価

対象地域を図 3-1のように、13 地域に分けて地下水開発可能性を評価した。この結果に基づき、対象村落毎に井戸建設の可能性を評価した。検討結果を示す。

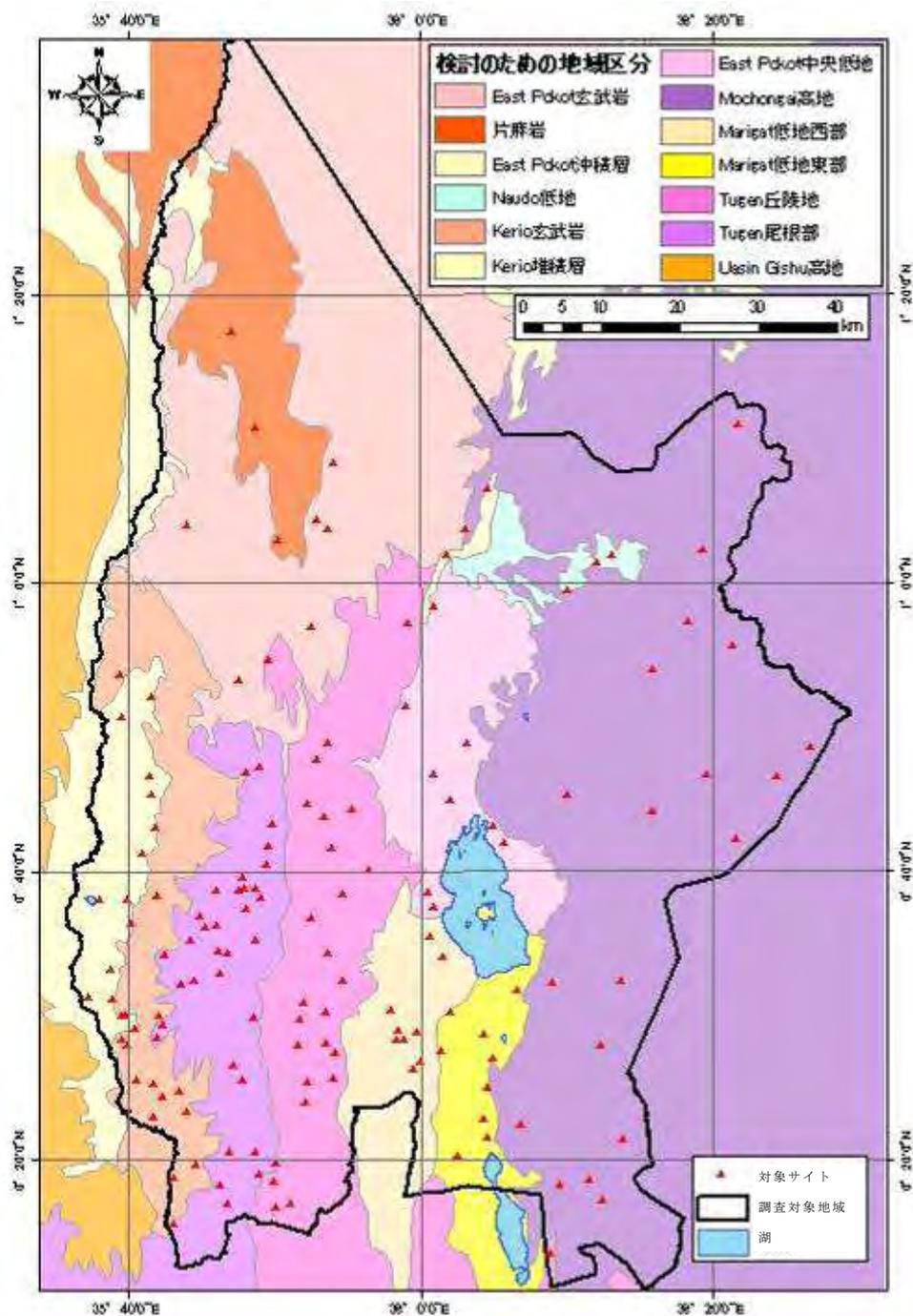


図 3-1 地下水開発可能性検討のための地域区分

表 3-4 地域ごとの地下水開発可能性の検討

対象地域	水理地質状況		地下水開発の可能性
Kerio 低地	地下水涵養	標高 2000m を越す高地に周囲を囲まれており、その集水域に多雨地帯を含む。その涵養された水が集まる地形をしている。	高い。
	帯水層	低地の堆積物(砂質土)、堆積層の下位に分布する岩盤中の断層破砕帯・割れ目	
	水質	地下水の滞留時間は短いと想定されるため水質も良好と判断される。ただし、鉄が検出される場合がある。	
Kerio 玄武岩	地下水涵養	降雨の多い Tugen 高地からの涵養が期待できる。	比較的高い。
	帯水層	玄武岩の中の亀裂、空隙の多いところ	
	水質	地下水の滞留時間は短いと想定されるため水質も良好と判断される。ただし、鉄が検出される場合がある。	
Tugen 高地の尾根部	地下水涵養	Tugen 高地では地層が東から西に傾斜しており地下に浸透した雨水は Kerio 谷に向かって流下しやすい構造となっている。Tugen 高地は調査地の中でも雨量に恵まれた地域であるため、地下水涵養量としても恵まれている。	中程度
	帯水層	断層破砕帯、岩盤中の亀裂(特に地層境界部に発達する亀裂)、火山砕屑物 対象サイトの中には東西方向に深く切れ込んだ谷地形の尾根部に位置しているものも多くあり、地下水位が非常に深い可能性あり。	
	水質	地下水の滞留時間は短いと想定されるため水質も良好と判断される。ただし、鉄が検出される場合がある。	
Tugen 高地の東側丘陵地	地下水涵養	Tugen 高地斜面に降った雨が集まりやすい構造になっている地域がある。	中程度
	帯水層	崩積土、扇状地堆積物、断層破砕帯、岩盤中の亀裂(特に地層境界部に発達する割れ目)、火山砕屑物、	
	水質	水質問題は少ない。貫入岩の分布する地域および下流部ではフッ素の検出されている井戸がある。	
Marigat 低地西部	地下水涵養	集水範囲は高地部を含み、涵養量は期待できる。	比較的高い。
	帯水層	堆積層(礫・砂)・崩積土、堆積層下に分布する岩盤の割れ目、火山砕屑物	
	水質	既存井戸は場所によりフッ素濃度が高い。	
Marigat 低地東部	地下水涵養	流域の末端(バリゴ湖とボゴリア湖)に当たり、涵養量は多い。	非常に低い
	帯水層	堆積層(礫・砂)	
	水質	フッ素濃度が高い。	
East Pokot 中央低地	地下水涵養	低平であるが、岩の出現が浅く、上流域から流入する水が表層に薄く広がってしまうような地形をしている。	低い
	帯水層	断層破砕帯、岩盤中の亀裂、火山砕屑物	
	水質	フッ素濃度の高いところが多い。	
East Pokot 沖積層	地下水涵養	Tugen 高地からの涵養が期待できる。	高い
	帯水層	堆積層(礫・砂)。	
	水質	一部にフッ素濃度の高いところがある。	
East Pokot 玄武岩	地下水涵養	半乾燥地帯の中にあり、地下水涵養量は乏しい。	低い
	帯水層	断層破砕帯、岩盤中の亀裂、火山砕屑物。一部の地域では堆積層	
	水質	新しい時代の火山岩が分布するため、フッ素濃度の高いことが懸念される。	
Naudo 低地	地下水涵養	低平であるが岩の出現が浅く、さらに非常に乾燥しているため、涵養量は期待できない。	非常に低い
	帯水層	断層破砕帯、岩盤中の亀裂	
	水質	温度が高い。フッ素濃度が高い。	
片麻岩地域	地下水涵養	降雨量が少なく、涵養される量が非常に少ない。	非常に低い
	帯水層	断層破砕帯、岩盤中の亀裂。しかし、岩盤内の連続した亀裂は少ない。	
	水質	水質問題は少ない。	
Mochongai 高地	地下水涵養	Mochongai (Laikipia)断層崖からの涵養が期待できるところがある。	中程度
	帯水層	断層破砕帯、岩盤中の割れ目(特に地層境界部に発達する割れ目)、火山砕屑物	
	水質	集水域の上流に近い問題が少ないと考えられるが既存データが乏しいため不明。鉄分が高い可能性がある	

(5) 水理地質条件と削井工事の成功率

収集した井戸データをデータベースとしてまとめ、図 3-1に示した地域区分ごとに既存井戸データを分類し、掘削深度、揚水量、静水位などを統計処理した。収集した既存井戸のデータは 197 本である。その中で、掘削深度が記載されているものは 194 本、揚水量が記載されているものは 170 本、静水位が記載されているものは 96 本であった。水質に関して記載されているものはさらに少なくなり、TDS は 52 本、フッ素は 56 本、鉄は 55 本しか記載されたものがない。また、データベースにあるその他の有用な情報として、「放棄された井戸か使用中の井戸か」の区別が記載されているものが見られた。上記のデータベースを用いて地域区分毎に、各整理項目の収集既存データ個数、平均値および分布範囲を整理した。整理結果を井戸情報と水質に分け、それぞれ表 3-5および表 3-6に示す。なお、このデータベースには本調査で実施した試掘のデータも含めて整理した。

表 3-5 収集既存井戸データの分析結果（井戸情報）

	全 本 数	掘削深度 (m)			揚水量 (m ³ /h)			静水位 (m)		
		本 数	平 均	範 围	本 数	平 均	範 围	本 数	平 均	範 围
Kerio 低地	5	5	110.0	80.0 ~ 150.0	5	9.4	3.6 ~ 18.0	1	39.6	39.6 ~ 39.6
Kerio 玄武岩	9	9	105.6	40.0 ~ 143.0	8	7.5	3.8 ~ 11.1	5	16.5	4.0 ~ 27.0
Tugen 高地の尾根部	37	35	133.7	42.0 ~ 230.0	30	8.5	0.4 ~ 22.0	15	53.0	4.6 ~ 122.0
Tugen 高地の東側丘陵地	29	29	84.9	30.0 ~ 244.0	26	5.0	0.0 ~ 45.0	14	44.7	9.8 ~ 156.0
Marigat 低地西部	23	23	78.1	14.0 ~ 155.0	22	4.8	0.0 ~ 18.0	14	40.2	8.9 ~ 81.9
Marigat 低地東部	17	16	61.6	25.0 ~ 122.0	15	2.2	0.0 ~ 10.8	12	24.7	0.0 ~ 60.9
East Pokot 中央低地	24	24	89.4	20.0 ~ 188.0	21	4.5	0.0 ~ 14.8	17	37.9	0.0 ~ 85.8
East Pokot 沖積層	1	1	84.0	84.0 ~ 84.0	1	23.8	23.8 ~ 23.8	1	10.6	10.6 ~ 10.6
East Pokot 玄武岩	6	6	140.5	75.0 ~ 204.0	3	0.7	0.3 ~ 1.0	1	50.0	50.0 ~ 50.0
Naudo 低地	6	6	103.2	22.0 ~ 154.0	5	1.5	0.0 ~ 7.4	1	112.3	112.3 ~ 112.3
片麻岩地域	3	3	103.6	90.9 ~ 120.0	3	0.4	0.0 ~ 0.8	0	-	- ~ -
Mochongoi 高地	37	37	107.0	40.1 ~ 225.0	31	2.3	0.0 ~ 12.0	15	52.2	18.6 ~ 110.0
Total	197	94	99.9	14.0 ~ 244.0	170	4.9	0.0 ~ 45.0	96	41.7	0.0 ~ 156.0

表 3-6 収集既存井戸データの分析結果（水質）

	全 本 数	TDS			Fluoride (mg/L)			Iron (mg/L)		
		本 数	平 均	範 围	本 数	平 均	範 围	本 数	平 均	範 围
Kerio 低地	5	1	270	270 ~ 270	1	0.7	0.7 ~ 0.7	1	0.6	0.6 ~ 0.6
Kerio 玄武岩	9	1	113	113 ~ 113	2	0.4	0.3 ~ 0.6	2	2.45	1.4 ~ 3.5
Tugen 高地の尾根部	37	3	125	100 ~ 145	4	0.4	0.0 ~ 0.7	4	0.43	0.1 ~ 0.7
Tugen 高地の東側丘陵地	29	8	667	523 ~ 1,036	8	2.1	0.5 ~ 7.1	8	0.19	0 ~ 1
Marigat 低地西部	23	11	573	176 ~ 1,699	11	1.4	0.5 ~ 2.4	11	0.67	0 ~ 4.2
Marigat 低地東部	17	9	5,568	426 ~ 20,770	10	9.8	0.3 ~ 27.0	10	1.29	0 ~ 5
East Pokot 中央低地	24	12	1,697	200 ~ 7,087	12	6.3	0.3 ~ 22.5	12	1.21	0 ~ 6
East Pokot 沖積層	1	0	-	0 ~ -	1	2.4	2.4 ~ 2.4	0	-	- ~ -
East Pokot 玄武岩	6	0	-	0 ~ -	0	-	- ~ -	0	-	- ~ -
Naudo 低地	6	1	780	780 ~ 780	1	2.1	2.1 ~ 2.1	1	0.12	0.1 ~ 0.1
片麻岩地域	3	0	-	- ~ -	0	-	- ~ -	0	-	- ~ -
Mochongoi 高地	37	6	587	354 ~ 728	6	0.7	0.4 ~ 1.0	6	0.94	0.1 ~ 3.1
Total	197	52	1,676	100 ~ 20,770	56	3.9	0.0 ~ 27.0	55	0.9	0 ~ 6

上記の情報から、表 3-7に地域毎の揚水量による成功率と水質による成功率を抽出し、揚水量および水質の成功率を掛け合わせたものを総合的な成功率として示した。揚水量に関しては 1.0 m³/h 未満の井戸を失敗井とみなし、それ以外を成功井戸と判断した。また水質は TDS とフッ素、鉄に関してケニア国の水質許容値を越えるものを不成功とした。なお、水質データは記載されているものが少ないため、現在使用されているものは水質に問題ないものと判断して成功井とした。

表 3-7 既存井戸による地域毎の井戸成功率

	本数	水量成功率			水質成功率			成功率
		本数	成功	成功率	本数	成功	成功率	
Kerio 低地	5	5	5	100.0	5	5	100.0	100.0
Kerio 玄武岩	9	8	8	100.0	2	0	0.0	0.0
Tugen 高地の尾根部	37	37	29	78.4	33	26	78.8	61.8
Tugen 高地の東側丘陵地	29	29	18	62.1	20	18	90.0	55.9
Marigat 低地西部	23	23	21	91.3	20	12	60.0	54.8
Marigat 低地東部	17	16	10	62.5	10	1	10.0	6.3
East Pokot 中央低地	24	24	16	66.7	19	6	31.6	21.1
East Pokot 沖積層	1	1	1	100.0	1	1	100.0	100.0
East Pokot 玄武岩	6	6	0	0.0	-	-	-	0.0
Naudo 低地	6	6	1	16.7	1	1	100.0	16.7
片麻岩地域	3	3	0	0.0	3	3	100.0	0.0
Mochongoi 高地	37	36	16	44.4	24	19	79.2	35.2
Total	197	194	125	64.4	138	92	66.7	43.0

本体工事における掘削深度、想定する揚水量、静水位および井戸成功率は、これらのデータを基に各村落の地形・地質の踏査、GIS による解析結果、村落毎の電気探査の結果および試掘調査の検討結果を勘案して決定した。この結果、井戸深度は 100m、150m、200m、250m の 4 段階で、静水位は 10m～110m の範囲で設定した。井戸成功率は、水量および水質の観点から評価しており、設定した地域内でも想定した掘削地点によって各値は変化する。そのため、プロジェクト対象および予備村落として選定された 118 サイトのそれぞれについて井戸成功率を評価した(表 3-13 参照)。

掘削深度毎の水量・水質、総合の成功率平均値は表 3-8 に示すとおりであり、全体の成功率平均値は 56%となる。

表 3-8 プロジェクト対象サイトおよび予備サイトの井戸成功率

掘削深度(m)	本数	水量成功率(%)	水質成功率(%)	成功率(%)
250	23	65	81	53
200	28	67	80	54
150	57	74	78	58
100	10	84	77	65
計	118	72	79	56

(6) 計画対象村落および予備村落の選定

概略設計では要請リストの 190 村落に対して、深井戸給水施設の必要性、工事の可能性等の観点から、協力対象事業の計画対象村落の絞り込みおよび優先順位付けを行った。

対象村落の絞り込みは、最初に 190 村落から本準備調査の対象となる 150 村落を絞り込み、その後、プロジェクトの対象村落および予備村落の絞り込みと、2 段階で実施した(図 3-2参照)。

段階 1： 候補 190 村落から現地調査対象とする 150 村落への選定は、県水事務所との聞き取り結果から、以下の項目により選定した。

(a) アクセス

掘削機による道路アクセスに問題があると想定される村落を除外した。

(b) 治安状況

北部村落で土地や水問題で対立する村落があるため、これらの村落は調査の安全性を確保するため除外した。

(c) 他プロジェクトとの重複

ケニア国側、若しくは他ドナーによるプロジェクトが実施されている村落は除外した。

段階 2： 150 村落に対して、自然条件調査(試掘調査、電気探査)を含めた水理地質調査・解析、村落別アンケートによる社会調査および村落踏査を実施し、図 3-2のフローに基づいて、事業対象村落の絞り込みを行った。選定の評価項目は表 3-9に示すとおりである。

表 3-9 第 2 段階村落選定の評価項目と条件

項目	条件
対象村落へのアクセス	掘削機のアクセスが可能か
水の困窮度	既存給水施設の有無
他ドナーのプロジェクト	村落への質問で他プロジェクトが計画、進行中であるか
地下水開発の可能性	2-1-1-3 地下水開発の可能性評価に基づく条件で、想定井戸成功率が 40%未満か
給水施設維持管理能力、支払い意思	① 村落の人口が動力ポンプ利用の最低規模として設定した 350 人以下であるか ② 社会調査から、村落側に水利用者組合の結成・運営および住民の支払い意思に問題があるか
水質	フッ素濃度、塩類濃度がケニア国基準を超える、また、火山の影響を受けた温泉水(温度、蒸気)と想定されるか

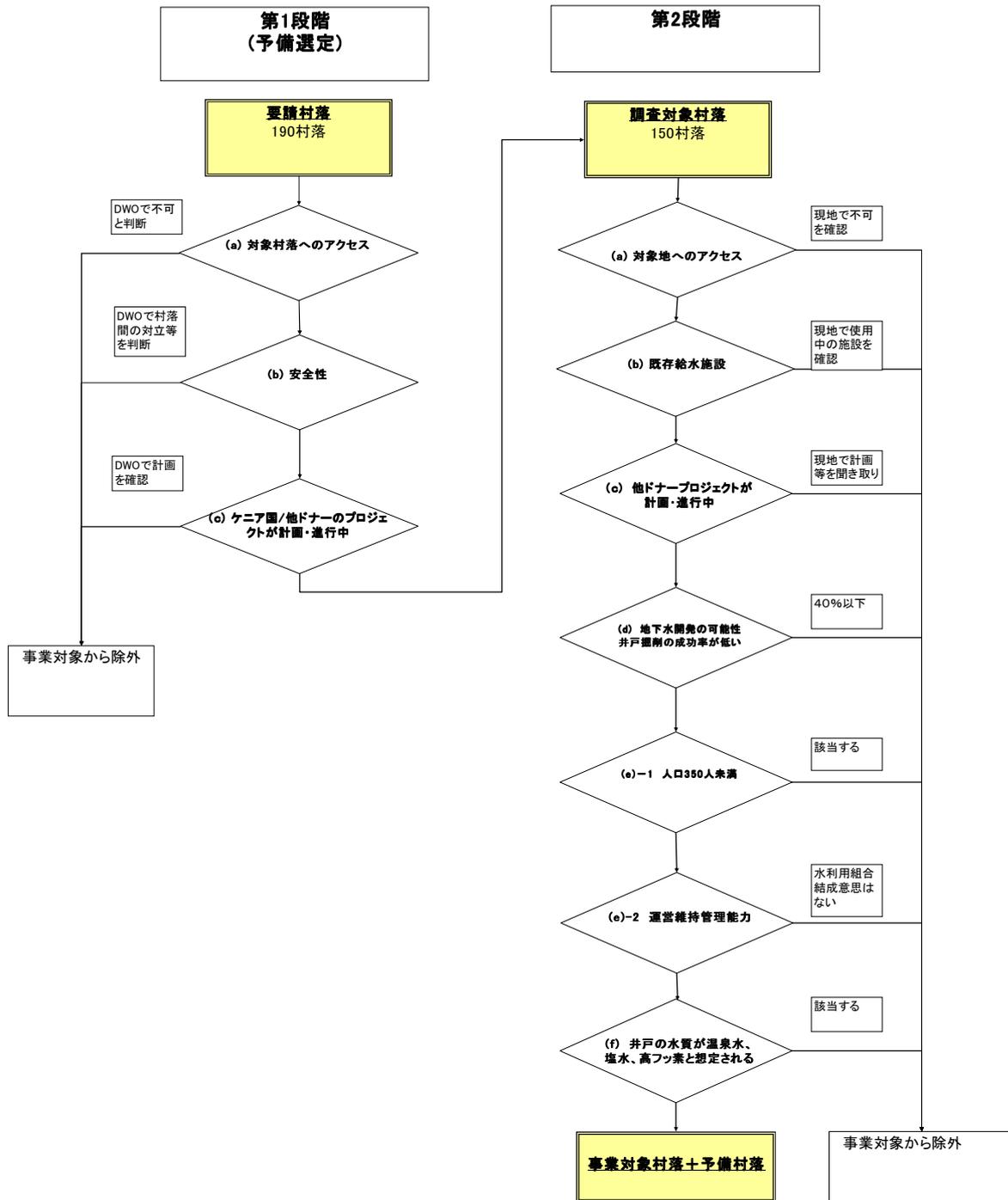


図 3-2 対象村落選定フロー

表 3-10 事業対象から除外される村落数

(単位：村落数)

県	アクセス	既存給水施設	他ドナーの案件	衛星写真で家屋が十分に確認できない	水量および水質による成功率が40%未満	人口350人以下	運営維持管理	計
北バリンゴ県	4	0	0	0	1	2	0	7
中央バリンゴ県	1	0	0	0	1	3	0	5
マリガット県	1	1	0	2	10	2	0	16
東ポコット県	1	0	0	1	14	3	0	19
合計	7	1	0	3	26	10	0	47

対象村落へのアクセスは、掘削機の搬入が可能かを村落踏査によって判断したが、調査用の4WDでも進入不可能な村落が存在したため、7村落を対象外とした。

既存給水施設は1村落で2カ所のハンドポンプを有し、対象人口に対して十分な水量を持ち、継続して利用されていることを確認したため対象外とした。地下水開発の可能性では、想定される井戸成功率が40%未満の26村落を対象外とした。

人口規模では、動力ポンプ利用は費用対効果や維持管理費用から概ね350人以上とした。また、ハンドポンプの適用については、対象地域は地下水位が深いことが想定されたため、本プロジェクトの対象外とした。

給水施設維持管理能力および支払い可能性については、社会調査から対象地域の1戸あたりの月収は農業従事者で6,000ksh程度、農業・牧畜業で8,000ksh程度、牧畜業で10,000ksh程度と推定された。収入の5%程度を水料金の支払い可能額とすると、1世帯・1日当たり農業従事者で約10ksh、農業・牧畜業で13.3ksh、牧畜業で16.7kshである。対象地域では、ほぼ農業・牧畜の兼業か牧畜専業であり、農業が食料を自足している事を考えると1家族5人として20L当たり3kshが支払い可能な範囲と想定される。

現地踏査の結果では、既存給水施設を持つ村落では、現在、沢水や湧水をパイプで配水している村落で月当たり150～500ksh程度、深井戸を水源として発電機を利用する場合に20L当たり2～4kshが水道料金として設定されていた。また、対象地域で近くに水源のない村落では民間の水売り業者が活動しているが、近傍の水源から水を運び、20Lあたり10-30kshが支払われていた。

また、社会調査の支払い可能金額に対する回答は20Lあたり2ksh～30kshの範囲であり、平均は8.9kshであった。持続的な支払い可能金額としては、上記の月収をベースにした場合、20Lあたり3ksh程度と想定された。

本プロジェクトで建設する給水施設の水道料金は動力の種類、人口規模によって20L当たりおよそ2～3ksh程度と算定され、前述の月収をベースにした支払能力から問題な

いと判断される。また、村民の維持管理能力は、給水施設導入に際して水利用者組合の結成に積極的な参加意思を持っていること、給水施設が無いにも関わらず多くの村落で水利用者組合が設立され、組織化や組織運営に慣れており、既存の伝統的水源に対して水利用の組織的な活動がなされていることから問題ないと判断される。以上から、対象村落における運営・維持管理能力に関して除外する村落はないと判断した。

以上から、表 3-10に示すとおり 48 サイトを除外し、103 村落をプロジェクト対象および予備村落として選定した。

(7) 複数井戸の計画および対象

選定した 103 村落について、次のすべての条件を満たす村落については複数井戸（1 村落に 2 井）を計画した。①計画給水量が想定井戸揚水量より大きい村落、②対象人口が 1000 人以上の村落、③必要揚水量が大きいがために井戸成功率が低い村落、③集落が分散し、複数の給水ポイントを設置した方が望ましい村落であること。

表 3-11 複数井戸を計画した村落

県	複数井戸村落
北バリンゴ県	Barwesa(36), Kapchepkor(42), Kaptere(43), Ossen Forest Station(47)
中央バリンゴ県	Kakwane(103), Salawa Primaly(105), Salawa Hospital(109), Mogorwa(120), Tabarin(124), Timboiywo(130), Kapkawa(137), Salawa Hospital(104), Gwalel(136)
マリガット県	-
東ポコット県	Donga(183), Katakmuwo(184),

(8) プロジェクト対象サイトの決定

予備サイトを含むプロジェクト対象サイトは 118 サイト(103 村落)となった(表 3-13 参照)。

プロジェクト対象および予備サイトとして選定された 118 サイトは人口規模別に 500 人規模が 48 サイト、750 人規模が 42 サイト、1000 人規模が 17 サイト、1500 人規模が 11 サイトとなる。

本プロジェクトを日本の無償資金協力事業のスキームで実施することを考慮すると、①費用対効果の高い人口規模（一人当たりの事業費が低い）、②井戸掘削における高い成功率であることが求められる。前述したプロジェクト対象および予備サイトの合計 118 サイトに対して、計画人口および井戸の成功率を用いて優先順位付けを行った。表 3-12に各項目の点数を示す。なお、同じ程度の順位を有する場合は、絞り込みを行った

時点でマリガット県および東ポコット県から対象から外れる数が多いため両県の村落を優先した。

表 3-12 優先付け項目点数

項目	条件
対象村落の人口	1000人以上：3点 500人～999人：2点 500人以下：1点
想定する成功率	70%以上：4点 60%～：3点 50%～：2点 40%～：1点

加えて、以下の条件を持つ村落は優先順位を低く設定した。

- ・選定したサイトが同じ地域に集まっている場合、給水範囲が重なっているサイト
- ・想定れる揚水量が計画給水量より大幅に低いサイト

一方、プロジェクト実施を確実にするためには井戸建設が不成功であった場合の予備サイトを確保することが必要となる。118サイトの井戸建設成功率が56%である場合、各サイトでは2回掘削を行うため、1サイトあたりの井戸成功率は以下のとおりである。

1サイト2回掘削した場合の1サイトあたりの井戸成功率

$$=1-0.44 \times 0.44 = 0.80 \quad (80\%)$$

要請村落から自然条件および社会条件から選定された候補サイト数は118サイトであることから、プロジェクト対象および予備サイト数は以下のとおりとなる。

候補サイト数	118
建設サイト数	$118 \times 80\% = 94 \div 90$
予備サイト数	$118 - 90 = 28$

計算上、建設サイト数は94サイトとなるが、対象地域における技術的な地下水開発の難しさの中、動力付き深井戸給水施設の建設で一定の湧出量を伴った生産井の確保が求められることから、事業実施の確実性に配慮し90サイト（施設）とした。

なお、準備調査(その2)の試掘井の成功した5サイト（本）はプロジェクトに利用可能なため、建設する井戸の本数は85本となる。

図 3-3に対象サイトの位置図、表 3-13に対象サイトおよび予備サイトリストを示す。

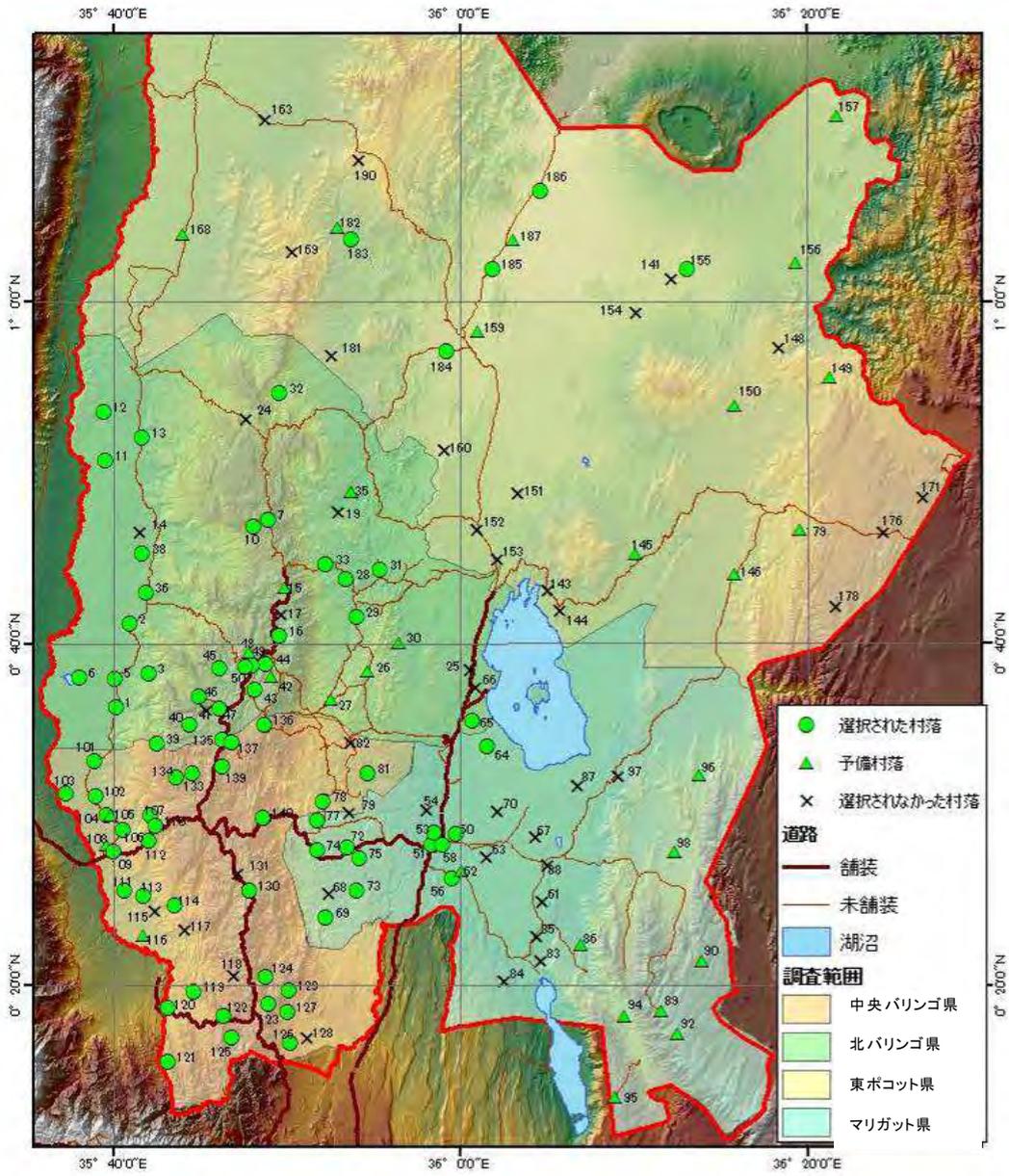


図 3-3 プロジェクト対象サイト位置図

表 3-13 プロジェクト候補サイト（対象サイト、予備サイト、除外サイト）のリスト

NO	Province	Division	Location	Site/Village Name	計画給水人口 (2015)	実計画給水量 (m3/day)	アクセス			地形地質区分	地質	井戸深度 (m)	想定静水位(m)	揚水量 (m3/h)	動水位 (m)	水質	水量成功率 (%)	水質成功率 (%)	成功率 (%)	人口<350 & SWL>40	必要本数(揚水量/計画給水量/8)×3	判定 1.実施 2.予備 3.除外 4.除外	順位付け			順位	予備の判定 備考	予備・除外の理由
							選定条件①	選定条件②	選定条件③														人口	成功率	評価計			
							選定条件④	選定条件⑤	選定条件⑥																			
137.1	Baringo	Kabarnet	Ewalel	Kapkawa-1	1,290	61.9				Tugen Ridge	Sediment, Basalt	200	60	10	100		85	85	100.0		0.9	1	3	4	7	1	試掘成功井	
38	Baringo North	Barwessa	Barwessa	Likwon	640	12.8				Kerio Sediments	Sediment	150	40	5	75		87	85	74.0		0.5	1	2	4	6	2		
103.1	Baringo	Salawa	Lelmen	Kakwane1	630	12.6				Kerio Sediments	Sediments	150	40	5	75		87	86	100.0		0.5	1	2	4	6	3	試掘成功井	
103.2	Baringo	Salawa	Lelmen	Kakwane2	800	16				Kerio Sediments	Sediments	150	40	5	75		87	86	74.8		0.5	1	2	4	6	4		
106	Baringo	Salawa	Kabarnet Soi	Eron Primary	750	15				Kerio Sediments	Sediments, Basalt	150	40	5	75		87	86	74.8		0.4	1	2	4	6	5		
109.1	Baringo	Salawa	Kiboino	Oinobmoi centre1	1,430	28.6				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		85	75	63.8		0.8	1	3	3	6	6	DD	掘さく
110	Baringo	Salawa	Kiboino	Kapsikoryan	960	19.2				Tugen Ridge	Basalt	150	70	2	100		82	85	100.0		1.0	1	2	4	6	7	試掘成功井	
137.2	Baringo	Kabarnet	Ewalel	Kapkawa-2	500	10				Tugen Ridge	Sediment, Basalt	200	60	10	100		85	85	72.3		0.2	1	2	4	6	8		
155	East Pokot	Mondi	Naudo	Naudo	750	11.3				Naudo Lowland	Sediment, Basalt	150	110	1	125		40	50	100.0		0.2	1	2	4	6	9	試掘成功井 湧泉用ポンプ	
185	East Pokot	Nginyany	Ribko	Chesakam	560	8.4				East Pokot Sediments	Sediments	150	30	6	50		85	82	100.0		0.3	1	2	4	6	10	試掘成功井	
6	Baringo North	Barwessa	Kabutiei	Kapnarok	400	8				Kerio Sediments	Sediments	150	40	5	75		87	86	74.8		0.4	1	1	4	5	11		
16	Baringo North	Kipsaraman	Kapteberewo	Kapkombe	1,070	21.4				Tugen Ridge	Phonolite	200	60	6	100		70	80	56.0		0.6	1	3	2	5	13	DD	掘さく
40	Baringo North	Kabartonjo	Katorin	Kapkirwok	1,250	25				Tugen Ridge	Trachyte	200	60	4	100		70	80	56.0		1.0	1	3	2	5	14	DD	掘さく
45	Baringo North	Kabartonjo	Ossen	Tiriondonin	1,000	20				Tugen Ridge	Trachyte	250	60	6	100		70	80	56.0		0.4	1	3	2	5	15	DD	掘さく
46	Baringo North	Kabartonjo	Ossen	Kaptum	1,230	24.6				Tugen Ridge	Trachyte	200	60	6	100		70	80	56.0		0.6	1	3	2	5	16	DD	掘さく
49	Baringo North	Kabartonjo	Kelvo	Kureschun	1,600	32				Tugen Ridge	Trachyte, Phonolite	250	100	4	150		70	80	56.0		1.0	1	3	2	5	17	DD	掘さく
50	Baringo North	Kabartonjo	Kelvo	Kipkokom	1,070	21.4				Tugen Ridge	Basalt	250	100	4	150		70	80	56.0		1.0	1	3	2	5	18	DD	掘さく
51	Marigat	Marigat	Marigat	Kamagonge	960	14.4				Marigat Lowland	Sediments	100	50	4	75		85	76	64.6		0.5	1	2	3	5	19		
53	Marigat	Marigat	Marigat	Kapsamson	520	7.8				Marigat Lowland	Sediments	100	50	4	75		85	76	64.6		0.5	1	2	3	5	20		
64	Marigat	Marigat	Salabani	Longiron	520	7.8				Marigat Lowland	Sediments	100	50	2	75		80	75	60.0		1.0	1	2	3	5	21		
65	Marigat	Marigat	Salabani	Marti	530	8				Marigat Lowland	Sediments	100	50	2	75		80	75	60.0		1.0	1	2	3	5	22		
104.1	Baringo	Salawa	Salawa	Salawa Hospital1	630	12.6				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		85	75	63.8		0.4	1	2	3	5	23		
104.2	Baringo	Salawa	Salawa	Salawa Hospital2	630	12.6				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		85	75	63.8		0.4	1	2	3	5	24		
107	Baringo	Salawa	Kabarnet Soi	Kimoso	580	11.6				Kerio Basalt	Basalt	150	50	5	75		85	75	63.8		0.5	1	2	3	5	25		
109.2	Baringo	Salawa	Kiboino	Oinobmoi centre2	560	11.2				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		85	75	63.8		0.5	1	2	3	5	26		
111	Baringo	Salawa	Kiboino	Kurumbopsop	850	17				Kerio Basalt	Basalt	150	50	5	75		85	75	63.8		0.7	1	2	3	5	27		
122	Baringo	Tenges	Ochii	Ochii Primary	690	13.8				Tugen Ridge	Sediment, Basalt	200	60	5	100		80	80	64.0		0.4	1	2	3	5	28		
123	Baringo	Tenges	Siginwo	Tenges	1,050	21				Tugen Ridge	Phonolite, Basalt	200	60	6	100		70	80	56.0		0.6	1	3	2	5	29	DD	掘さく
136.1	Baringo	Kabarnet	Ewalel	Gwalel(Talai?)-1	1,590	31.8				Tugen Ridge	Basalt, Phonolite	200	60	6	100		70	80	56.0		0.6	1	3	2	5	30	DD	掘さく
136.2	Baringo	Kabarnet	Ewalel	Gwalel(Talai?)-2	1,390	27.8				Tugen Ridge	Basalt, Phonolite	200	60	6	100		70	80	56.0		0.6	1	3	2	5	31	DD	掘さく
1	Baringo North	Barwessa	Lawan	Katiborok	510	10.2				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		79	70	55.3		0.1	1	2	2	4	32		
5	Baringo North	Barwessa	Kabutiei	Kibuliak	760	15.2				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		79	70	55.3		0.5	1	2	2	4	33		
7	Baringo North	Kipsaraman	Kaboskel	Chemondoi	930	18.6				Tugen Ridge	Basalt	250	60	6	100		70	80	56.0		0.4	1	2	2	4	34		
32	Baringo North	Bartabwa	Ng'orora	Kapturo	530	10.6				Tugen East Hilly Area	Basalt, Trachyte	150	50	2.5	75		68	85	57.8		1.1	1	2	2	4	35		
36.1	Baringo North	Barwessa	Barwessa	Barwessa-1	580	11.6				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		79	70	55.3		0.4	1	2	2	4	36		
43.1	Baringo North	Kabartonjo	Saimo Mosop	Kaptere1	720	14.4				Tugen Ridge	Trachyte	250	80	4	125		70	80	56.0		0.5	1	2	2	4	37		
43.2	Baringo North	Kabartonjo	Saimo Mosop	Kaptere2	680	13.6				Tugen Ridge	Trachyte	250	80	4	125		70	80	56.0		0.5	1	2	2	4	38		
47.1	Baringo North	Kabartonjo	Ossen	Ossen Forest station	750	15				Tugen Ridge	Trachyte	200	100	4	150		70	80	56.0		0.5	1	2	2	4	39		
47.2	Baringo North	Kabartonjo	Ossen	Ossen Forest station	810	16.2				Tugen Ridge	Trachyte	200	100	4	150		70	80	56.0		0.6	1	2	2	4	40		
56	Marigat	Marigat	Marigat	Kamimba	480	7.2				Marigat Lowland	Sediments	100	50	4	75		85	76	64.6		0.2	1	1	3	4	41		
58	Marigat	Marigat	Marigat	Catholic	430	6.5				Marigat Lowland	Sediments	100	50	4	75		85	76	64.6		0.2	1	1	3	4	42		
60	Marigat	Marigat	Marigat	Ndambul	470	7.1				Marigat Lowland	Sediments	100	50	4	75		85	76	64.6		0.4	1	1	3	4	43		
81	Marigat	Marigat	Ewalel Soi	Kabusa	640	9.6				Tugen East Hilly Area	Basalt, Sediments	150	50	4	75		70	85	59.5		0.5	1	2	2	4	44		
101	Baringo	Salawa	Lelmen	Kaptara	640	12.8				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		79	70	55.3		0.4	1	2	2	4	45		
102	Baringo	Salawa	Lelmen	Kipsot Primary	570	11.4				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		79	70	55.3		0.4	1	2	2	4	46		
112	Baringo	Salawa	Kiboino	Sironoi	530	10.6				Tugen Ridge	Basalt	250	60	6	100		70	80	56.0		0.5	1	2	2	4	47		
113	Baringo	Salawa	Kapropita Soi	Kasitet	860	17.2				Kerio Basalt	Basalt	150	50	5	75		79	70	55.3		0.7	1	2	2	4	48		
121	Baringo	Tenges	Kisonoi	Kisonoi Primary	450	9				Tugen Ridge	Sediment, Basalt	250	60	5	100		80	80	64.0		0.2	1	1	3	4	49		
124.1	Baringo	Tenges	Tenges	Tabarin1	740	14.8				Tugen Ridge	Phonolite, Basalt	200	60	6	100		70	80	56.0		0.3	1	2	2	4	50		
124.2	Baringo	Tenges	Tenges	Tabarin2	670	13.4				Tugen Ridge	Phonolite, Basalt	200	60	6	100		70	80	56.0		0.3	1	2	2	4	51		

NO	Province	Division	Location	Site/Village Name	計画給水人口 (2015)	実計画給水量 (m ³ /day)	アクセス	既存施設	人口の確認	地形地質区分	地質	井戸深度 (m)	想定静水位 (m)	揚水量 (m ³ /h)	動水位 (m)	水質	水量成功率 (%)	水質成功率 (%)	成功率 (%)	人口<350 & SWL>40	必要本数(揚水量/計画給水量/8)<3	判定 1実施 2予備 3除外 4除外	順位付け			順位	予備の判定 備考	予備・除外 の理由			
																							選定条件 (1)	選定条件 (2)	選定条件 (3)				人口	成功率	評価計
																							—	選定条件 (4)	選定条件 (5)				—	選定条件 (6)	選定条件 (7)
125	Baringo	Tenges	Tuluongoi	Tuluongoi	980	19.6				Tugen Ridge	Sediment, Basalt	200	60	6	100		70	80	56.0		0.4	1	2	2	4	52					
126	Baringo	Tenges	Tuluongoi	Tebei	880	17.6				Tugen East Hilly Area	Sediment, Basalt	150	50	4	75		70	85	59.5		0.9	1	2	2	4	53					
129	Baringo	Tenges	Bekibon	Tinomoi	940	18.8				Tugen East Hilly Area	Sediment, Basalt	250	70	4	100		65	85	55.3		0.6	1	2	2	4	54					
130.1	Baringo	Sacho	Kabasis	Timboiywo1	680	13.6				Tugen Ridge	Sediment, Basalt	200	60	6	100		70	80	56.0		0.3	1	2	2	4	55					
130.2	Baringo	Sacho	Kabasis	Timboiywo2	750	15				Tugen Ridge	Sediment, Basalt	200	60	6	100		70	80	56.0		0.3	1	2	2	4	56					
133	Baringo	Kabarnet	Orokwo	Kapchomuswo Sec	590	11.8				Tugen Ridge	Sediment, Basalt	200	60	6	100		70	80	56.0		0.3	1	2	2	4	57					
139	Baringo	Kabarnet	Riwo	Serei	510	10.2				Tugen Ridge	Basalt, Phonolite	200	60	6	100		70	80	56.0		0.5	1	2	2	4	58					
183.1	East Pokot	Nginyany	Nginyan West	Donge	580	8.7				East Pokot Basalt	Basalt, Tuff	150	60	1.5	75		70	75	52.5		1.3	1	2	2	4	59					
183.2	East Pokot	Nginyany	Nginyan West	Donge	850	12.8				East Pokot Basalt	Basalt, Tuff	150	60	1.5	75		70	75	52.5		1.3	1	2	2	4	60					
184.1	East Pokot	Nginyany	Kositei	Katukumwo1	670	10.1				Tugen East Hilly Area	Trachyte	150	50	4	75		70	85	59.5		0.5	1	2	2	4	61					
184.2	East Pokot	Nginyany	Kositei	Katukumwo2	670	10.1				Tugen East Hilly Area	Trachyte	150	50	4	75		70	85	59.5		0.5	1	2	2	4	62					
186	East Pokot	Nginyany	Ribko	Chesitet	440	6.6				East Pokot Sediments	Sediments, Trachyte	150	30	6	50		80	82	65.6		0.2	1	1	3	4	63					
2	Baringo North	Barwessa	Lawan	Kono	480	9.6				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		79	70	55.3		0.2	1	1	2	3	64					
3	Baringo North	Barwessa	Lawan	Kormor	350	7				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		79	70	55.3		0.4	1	1	2	3	65					
10	Baringo North	Kipsaraman	Kaboskei	Moigutwo	420	8.4				Tugen Ridge	Tuff, Shale	200	60	6	100		70	80	56.0		0.3	1	1	2	3	66					
12	Baringo North	Barwessa	Kaboskei Kerio	Ayatia	380	7.6				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		79	70	55.3		0.4	1	1	2	3	67					
13	Baringo North	Barwessa	Kaboskei Kerio	Kaboskei Kerio/Marigut	480	9.6				Kerio Basalt	Basalt	150	30	5	50		79	70	55.3		0.2	1	1	2	3	68					
28	Baringo North	Kipsaraman	Sibilo	Kolongotwo	450	9				Tugen East Hilly Area	Basalt	150	40	4	75		70	85	59.5		0.5	1	1	2	3	69					
29	Baringo North	Kipsaraman	Sibilo	Koibaware	430	8.6				Tugen East Hilly Area	Basalt	150	40	4	75		70	85	59.5		0.5	1	1	2	3	70					
31	Baringo North	Kipsaraman	Sibilo	Chemorongion	370	7.4				Tugen East Hilly Area	Basalt, Trachyte	150	50	4	75		70	85	59.5		0.5	1	1	2	3	71					
33	Baringo North	Bartabwa	Ng'orora	Rondinir	450	9				Tugen East Hilly Area	Basalt, Tuff	150	50	4	75		70	85	59.5		0.5	1	1	2	3	72					
36.2	Baringo North	Barwessa	Barwessa	Barwessa-2	430	8.6				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		79	70	55.3		0.4	1	1	2	3	73					
39	Baringo North	Kabartonjo	Katorin	Seremwo	430	8.6				Tugen Ridge	Trachyte	250	60	3	100		70	80	56.0		0.6	1	1	2	3	74					
69	Marigat	Marigat	Kimalael	Kapkechii	360	5.4				Tugen East Hilly Area	Basalt	150	50	4	75		70	85	59.5		0.4	1	1	2	3	76					
72	Marigat	Marigat	Kimalael	Kimalael Hospital	400	6				Tugen East Hilly Area	Basalt	250	50	2	75		70	85	59.5		0.5	1	1	2	3	77					
74	Marigat	Marigat	Kimalael	Lokoiwopsonchun	400	6				Tugen East Hilly Area	Basalt	150	50	2	75		70	85	59.5		0.5	1	1	2	3	79					
75	Marigat	Marigat	Kimalael	Kinyach	360	5.4				Tugen East Hilly Area	Phonolite	250	50	2	75		70	85	59.5		0.7	1	1	2	3	80					
77	Marigat	Marigat	Kimondis	Timg'ongwonin	370	5.6				Tugen East Hilly Area	Basalt	150	50	2	75		65	85	55.3		0.7	1	1	2	3	81					
78	Marigat	Marigat	Kimondis	Kibingor	480	7.2				Tugen East Hilly Area	Basalt	150	50	2	75		65	85	55.3		0.7	1	1	2	3	82					
114	Baringo	Salawa	Kapropita Soi	Sichei	370	7.4				Kerio Basalt	Basalt	150	50	5	75		79	70	55.3		0.4	1	1	2	3	83					
119	Baringo	Sacho	Chepkero	Chepkero Primary	480	9.6				Kerio Basalt	Sediment, Basalt	150	70	5	100		79	70	55.3		0.4	1	1	2	3	84					
120.1	Baringo	Tenges	Kisonei	Mogorwa	410	8.2				Kerio Basalt	Sediment, Basalt	150	50	2.5	75		79	70	55.3		0.5	1	1	2	3	85					
120.2	Baringo	Tenges	Kisonei	Mogorwa	410	8.2				Kerio Basalt	Sediment, Basalt	150	50	2.5	75		79	70	55.3		0.7	1	1	2	3	86					
127	Baringo	Tenges	Tuluongoi	Ilyakat	400	8				Tugen East Hilly Area	Phonolite, Basalt	150	50	4	75		70	85	59.5		0.5	1	1	2	3	87					
134	Baringo	Kabarnet	Orokwo	Kiwanja Ndege	490	9.8				Tugen Ridge	Sediment, Basalt	200	60	6	100		70	80	56.0		0.3	1	1	2	3	88					
135	Baringo	Kabarnet	Orokwo	Pemwai centre	460	9.2				Tugen Ridge	Basalt, Phonolite	200	60	6	100		70	80	56.0		0.2	1	1	2	3	89					
140	Baringo	Kabarnet	Kituro	Turupkir	390	7.8				Tugen Ridge	Phonolite, Basalt	200	60	4	100		70	80	56.0		0.3	1	1	2	3	90					
187	East Pokot	Nginyany	Ribko	Kasakaram	600	9				East Pokot Basalt	Trachyte	150	60	0.6	75		70	75	52.5		3.3	1	2	2	4	92					
182	East Pokot	Nginyany	Ribko	Chepanda	430	6.5				East Pokot Basalt	Basalt, Tuff	150	60	1	75		70	75	52.5		1.4	1	1	2	3	93					
179	East Pokot	Churo	Kaptuya	Lomerimeri	380	5.7				Mochingai Highland	Phonolite	250	60	2	100		63	80	50.4		0.7	1	1	2	3	95					

対象村落

NO	Province	Division	Location	Site/Village Name	計画給水人口 (2015)	実計画給水量 (m3/day)	アクセス 選定条件①	既存施設 選定条件②	人口の 確認 選定条件③	地形地質 区分	地質	井戸深度 (m)	想定静水 位(m)	揚水量 (m3/h)	動水位 (m)	水質	水量 成功率 (%)	水質 成功率 (%)	成功率 (%)	人口<350 & SWL>40 必要本数(揚 水量/計画給 水量/8)<3	判定 1:実施 2:予備 3:除外 4:除外	順位付け			順位	予備の判定 ・ 備考	予備・除外 の理由	
																						人口	成功率	評価 計				
予備村落	44	Baringo North	Kabartonjo	Saimo Mosop	Boin	430	8.6				Tugen Ridge	Trachyte	250	80	4	125		70	80	56.0		2予備	1	2	3	75	予備	地域配慮
	116	Baringo	Sacho	Kapkelewa	Katunoi	430	8.6				Kerio Basalt	Sediment, Basalt	150	50	5	75		79	70	55.3	0.4	2予備	1	2	3	91	予備	地域配慮
	35	Baringo North	Bartabwa	Ng'orora	Chemoe	480	9.6				Tugen East Hilly Area	Trachyte	150	50	2.5	75		60	85	51.0	0.7	2予備	1	2	3	94	予備	DD試験失敗時 の優先予備
	159	East Pokot	Mondi	Silale	Cheptunoyo	390	5.9				East Pokot Central Lowland	Basalt, Welded tuff	150	50	3	75		60	70	42.0	0.3	2予備	1	2	3	96	予備	成功率
	90	Marigat	Mochongoi	Mochongoi	Kapkechir	730	11				Mochingai Highland	Phonolite	250	80	2	125		50	80	40.0	0.7	2予備	2	2	4	97	予備	成功率
	92	Marigat	Mochongoi	Mochongoi	Kipkandule	550	8.3				Mochingai Highland	Phonolite	250	80	2	125		50	80	40.0	0.7	2予備	2	2	4	98	予備	成功率
	95	Marigat	Mochongoi	Chebinyiny	Nyalibuch	760	11.4				Mochingai Highland	Sediments, Basalt	200	60	2	100		50	80	40.0	1.0	2予備	2	2	4	99	予備	成功率
	98	Marigat	Mochongoi	Arabal	Menmeno	610	9.2				Mochingai Highland	Sediments, Basalt	150	60	2	100		50	80	40.0	1.0	2予備	2	2	4	100	予備	成功率
	150	East Pokot	Tangulbei	Kokwototo	Katungura	530	8				Mochingai Highland	Sediment, Basalt	200	60	2	100		50	80	40.0	1.0	2予備	2	2	4	101	予備	成功率
	86	Marigat	Marigat	Sandai	Samuran	480	7.2				Mochingai Highland	Basalt	150	60	4	100		50	80	40.0	0.4	2予備	1	2	3	102	予備	成功率
	89	Marigat	Mochongoi	Mochongoi	Mochongoi centre	450	6.8				Mochingai Highland	Phonolite	250	80	2	125		50	80	40.0	0.5	2予備	1	2	3	103	予備	成功率
	94	Marigat	Mochongoi	Chebinyiny	Sambaka	490	7.4				Mochingai Highland	Sediments, Basalt	250	60	2	100		50	80	40.0	0.7	2予備	1	2	3	104	予備	成功率
	96	Marigat	Mochongoi	Arabal	Sokonin	390	5.9				Mochingai Highland	Basalt	150	60	2	100		50	80	40.0	0.7	2予備	1	2	3	105	予備	成功率
	145	East Pokot	Tangulbei	Korosi	Nakolete	380	5.7				Mochingai Highland	Sediment, Basalt	250	60	2	100		50	80	40.0	0.7	2予備	1	2	3	106	予備	成功率
	146	East Pokot	Tangulbei	Tangulbei	Kalapata	350	5.3				Mochingai Highland	Sediment, Basalt	200	60	2	100		50	80	40.0	0.7	2予備	1	2	3	107	予備	成功率
	149	East Pokot	Tangulbei	Orus	Siria	370	5.6				Mochingai Highland	Trachyte, Welded tuff	200	60	1	100		50	80	40.0	1.4	2予備	1	2	3	108	予備	成功率 想定水量不足
	156	East Pokot	Mondi	Nauo	Akwichatis	1,000	15				Mochingai Highland	Sediment, Basalt	250	60	2	100		50	80	40.0	1.4	2予備	3	2	5	109	予備	成功率 想定水量不足
	157	East Pokot	Mondi	Nauo	Nasorot	1,000	15				Mochingai Highland	Sediment, Basalt	200	60	2	100		50	80	40.0	1.4	2予備	3	2	5	110	予備	成功率 想定水量不足
	26	Baringo North	Kabartonjo	Bartum	Barkilach	430	8.6				Tugen East Hilly Area	Basalt	150	50	1	75		60	85	51.0	1.8	2予備	1	2	3	111	予備	想定水量不足
	27	Baringo North	Kabartonjo	Bartum	Usuonin	380	7.6				Tugen East Hilly Area	Basalt	150	50	1	75		60	85	51.0	1.8	2予備	1	2	3	112	予備	想定水量不足
	30	Baringo North	Kipsaraman	Sibilo	Chepkewel	380	7.6				Tugen East Hilly Area	Basalt	150	50	1	75		62	85	52.7	1.8	2予備	1	2	3	113	予備	想定水量不足
	15	Baringo North	Kipsaraman	Kapteberewo	Kapamin	750	15				Tugen Ridges	Phonolite	250	60	1	100		70	80	56.0	1.9	2予備	2	2	4	114	予備	想定水量不足
	42.1	Baringo North	Kabartonjo	Saimo Mosop	Kapchepkor1	660	13.2				Tugen Ridge	Trachyte	250	80	4	125		70	80	56.0	0.5	2予備	2	2	4	117	予備(43.1の予 備)	他の候補サイトと 範囲が重なる
	42.2	Baringo North	Kabartonjo	Saimo Mosop	Kapchepkor2	790	15.8				Tugen Ridge	Trachyte	250	80	4	125		70	80	56.0	0.6	2予備	2	2	4	118	予備(43.2の予 備)	他の候補サイトと 範囲が重なる
48	Baringo North	Kabartonjo	Kelyo	Kaptumin	1,280	25.6				Tugen Ridge	Trachyte	200	100	4	150		60	80	48.0	1.0	2予備	3	2	5	119	予備(49.50の 予備)	2km以内で他の候 補サイト、成功率	
105.1	Baringo	Salawa	Salawa	Salawa Primary1	970	19.4				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		85	75	63.8	0.5	2予備	2	3	5	120	予備(104.1の 予備)	他の候補サイトと 範囲が重なる	
105.2	Baringo	Salawa	Salawa	Salawa Primary2	890	17.8				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		85	75	63.8	0.5	2予備	2	3	5	121	予備(104.2の 予備)	他の候補サイトと 範囲が重なる	
108	Baringo	Salawa	Kabarnet Soi	Saonin	530	10.6				Kerio Basalt	Basalt	150	40	5	75		85	75	63.8	0.5	2予備	2	3	5	122	予備(109の予 備)	他の候補サイトと 範囲が重なる	
除外村落	11	Baringo North	Barwessa	Kaboskei Kerio	Katikit	300	6				Kerio Sediments	Sediments	120	40	5	75		87	85	74.0		3除外	1	4	5	12		人口少
	73	Marigat	Marigat	Kimalel	Kisamisonchun	320	4.8				Tugen East Hilly Area	Basalt	120	40	1	50		70	85	59.5		3除外	1	2	3	78		人口少
	62	Marigat	Marigat	Eldume	Ilchurai	290	4.4				Marigat Lowland	Sediments	100	40	4	75		85	76	64.6	0.3	3除外	1	3	4	115		人口少
	168	East Pokot	Kolowa	Loiwat	Chepelion	260	3.9				East Pokot Basalt	Basalt	120	40	0.6	75		70	60	42.0	0.7	3除外	1	2	3	116		成功率
	63	Marigat	Marigat	Eldume	Eldume centre	710	10.7				Marigat East Lowland	Sediments	100	30	4	50	処理	80	25	20.0	0.4	3除外	2	0	2	123		水処理
	84	Marigat	Marigat	Loboi	Chelaba	510	7.7				Marigat East Lowland	Basalt	100	40	4	75	処理	80	25	20.0		3除外	2	0	2	124		水処理
	88	Marigat	Mukutani	Kiserian	Logumgum	960	14.4				Marigat East Lowland	Sediments	50	30	2	50	処理	80	25	20.0	1.4	3除外	2	0	2	125		水処理
	154	East Pokot	Mondi	Nauo	Riongo	640	9.6				Nauo Lowland	Sediment, Basalt, Welded tuff	150	110	1	125	不可	40	50	20.0		3除外	2	0	2	126		フッ素強
	61	Marigat	Marigat	Eldume	Abori	420	6.3				Marigat East Lowland	Sediments	50	30	2	50	処理	80	25	20.0		3除外	1	0	1	127		水処理
	67	Marigat	Marigat	Ng'ambo	Lesuuwa	370	5.6				Marigat East Lowland	Sediments	50	30	2	50	不可	80	25	20.0		3除外	1	0	1	128		フッ素強
	70	Marigat	Marigat	Kimalel	Loropil	430	6.5				Marigat East Lowland	Sediments	50	30	1	50	不可	80	25	20.0		3除外	1	0	1	129		フッ素強
	83	Marigat	Marigat	Loboi	Kiwanja Ndege	360	5.4				Marigat East Lowland	Sediments	50	30	2	50	不可	80	25	20.0		3除外	1	0	1	130		フッ素強

NO	Province	Division	Location	Site/Village Name	計画給水人口 (2015)	実計画給水量 (m3/day)	アクセス			人口の確認	地形地質区分	地質	井戸深度 (m)	想定静水位 (m)	揚水量 (m3/h)	動水位 (m)	水質	水量成功率 (%)	水質成功率 (%)	成功率 (%)	人口<350 & SWL>40	必要本数(揚水量/計画給水量/8)<3	判定 1.実施 2.予備 3.除外 4.除外	順位付け			予備の判定・備考	予備・除外の理由	
							選定条件①	選定条件②	選定条件③															人口	成功率	評価計			
							選定条件④	選定条件⑤	選定条件⑥																				選定条件⑦
85	Marigat	Marigat	Sandai	Chepkotoiyan	400	6				Marigat East Lowland	Sediments	50	30	2	50	不可	80	25	20.0			3除外	1	0	1	131		フッ素強	
87	Marigat	Mikutani	Kiserian	Mosuro	380	5.7				Marigat East Lowland	Sediments	50	30	2	50	不可	80	25	20.0			3除外	1	0	1	132		フッ素強	
141	East Pokot	Tangulbei	Orus	Lalwasoyen	300	4.5				Naudo Lowland	Sediment, Basalt	150	110	1	125	不可	40	50	20.0	除外		3除外	1	0	1	133		フッ素強	
165	East Pokot	Kolowa	Ng'oron	Ngoron	810	12.2				Precambrian Gneiss	Gneiss	150	40	0.5	75		30	75	22.5			3除外	2	0	2	134		成功率	
163	East Pokot	Kolowa	Kolowa	Chepturu	370	5.6				Precambrian Gneiss	Gneiss	150	40	0.6	75		30	75	22.5			3除外	1	0	1	135		成功率	
169	East Pokot	Kolowa	Kipnai	Kreilon	360	5.4				Precambrian Gneiss	Gneiss	150	50	0.5	75		30	75	22.5			3除外	1	0	1	136		成功率	
190	East Pokot	Nginyany	Ribko	Maron	370	5.6				Precambrian Gneiss	Phonolite, Gneiss	250	40	0.5	75		30	75	22.5			3除外	1	0	1	137		成功率	
66	Marigat	Marigat	Salabani	Kampi ya Samaki	1,390	20.9				Marigat Lowland	Trachyte, Tuff	100	50	4	75	処理	50	60	30.0			3除外	3	0	3	138		水処理	
24.1	Baringo North	Bartabwa	Kinyach	Toboroi	620	12.4				East Pokot Basalt	Phonolite	200	50	2	75		40	75	30.0		1.0	3除外	2	0	2	139		成功率	
24.2	Baringo North	Bartabwa	Kinyach	Toboroi	620	12.4				East Pokot Basalt	Phonolite	200	50	2	75		40	75	30.0		1.0	3除外	2	0	2	140		成功率	
25	Baringo North	Kabartonjo	Bartum	Lingok	300	6				Tugen East Hilly Area	Trachyte	120	60	4	75		50	60	30.0	除外		3除外	1	0	1	141		人口少・HP不可	
144	East Pokot	Tangulbei	Tangulbei	Lomuyek	400	6				East Pokot Central Lowland	Basalt	120	50	0.5	100	不可	50	60	30.0			3除外	1	0	1	142		フッ素強	
181	East Pokot	Nginyany	Kositei	Katikit	1,120	16.8				East Pokot Basalt	Tuff	120	60	1	75		70	50	35.0			3除外	3	0	3	143		水処理	
151	East Pokot	Mondi	Loruk	Tuwo	560	8.4				East Pokot Central Lowland	Sediment, Basalt	150	70	3	100	不可	60	60	36.0			3除外	2	0	2	144		フッ素強	
152	East Pokot	Mondi	Loruk	Lemuyek	750	11.3				East Pokot Central Lowland	Basalt	150	70	3	100	不可	60	60	36.0			3除外	2	0	2	145		フッ素強	
153	East Pokot	Mondi	Loruk	Chebilat	750	11.3				East Pokot Central Lowland	Sediment, Basalt	180	70	3	100	不可	60	60	36.0			3除外	2	0	2	146		フッ素強	
160	East Pokot	Mondi	Loyamorok	Kosiokon	750	11.3				East Pokot Sediments	Sediment, Trachyphonolite	120	30	6	50		60	60	36.0		0.3	3除外	2	0	2	147		成功率	
171	East Pokot	Churo	Churo	Naminito	550	8.3				Mochingai Highland	Phonolite	180	60	1	100		45	80	36.0			3除外	2	0	2	148		成功率	
143	East Pokot	Tangulbei	Tangulbei	Kiliwok	440	6.6				East Pokot Central Lowland	Basalt	120	50	3	100	不可	65	60	39.0			3除外	1	0	1	149		フッ素強	
148	East Pokot	Tangulbei	Orus	Orus	390	5.9				Mochingai Highland	Basalt, Welded tuff	180	60	2	100		50	80	40.0			3除外	1	2	3	150		戸数少	
131	Baringo	Sacho	Kabasis	Kabasis	1,650	33				Tugen Ridge	Sediment, Basalt	200	60	6	100		55	80	44.0			3除外	3	2	5	151		試掘失敗成功率	
176	East Pokot	Churo	Churo	Komolwo	280	4.2				Mochingai Highland	Phonolite	180	60	2	100		63	80	50.4	除外		3除外	1	2	3	152		人口少・HP不可	
79	Marigat	Marigat	Kimondis	Wokerben	480	7.2				Tugen East Hilly Area	Basalt	120	50	2	75		65	85	55.3		0.7	3除外	1	2	3	153		戸数少	
115	Baringo	Salawa	Kapropita Soi	Kisok	270	5.4				Kenio Basalt	Basalt	130	50	5	75		79	70	55.3	除外		3除外	1	2	3	154		人口少・HP不可	
117	Baringo	Sacho	Kapkelewa	Saimet	320	6.4				Kenio Basalt	Basalt	150	60	5	100		79	70	55.3	除外		3除外	1	2	3	155		人口少・HP不可	
82	Marigat	Marigat	Ewalel Soi	Barsemoi	530	8		有り		Tugen East Hilly Area	Basalt	120	50	4	75		70	85	59.5			3除外	2	2	4	156		既存施設有	
68	Marigat	Marigat	Kimalel	Kipchemei	400	6				Tugen East Hilly Area	Basalt	120	50	4	75		70	85	59.5		0.4	3除外	1	2	3	157		戸数少	
128	Baringo	Tenges	Tuluongoi	Katkamuma	220	4.4				Tugen East Hilly Area	Basalt	120	50	4	75		70	85	59.5	除外		3除外	1	2	3	158		人口少・HP不可	
54	Marigat	Marigat	Marigat	Sirinyo	360	5.4				Marigat Lowland	Sediments	100	50	4	75		85	76	64.6		0.4	3除外	1	3	4	159		戸数少	
97	Marigat	Mochongoi	Arabal	Partalo	520	7.8	不可			Mochingai Highland	Basalt	150	60	2	100		50	80	40.0			4除外	2	2	4	160		アクセス不可 村落不明	
17	Baringo North	Kipsaraman	Kapteberewo	Chambal Primary	690	13.8	不可				Phonolite	200	80	0			-	-	-			4除外	2			161		アクセス不可	
14	Baringo North	Barwessa	Kaboskei Kerio	Chesangich	370	7.4	不可						0	0			-	-	-			4除外	1			162		アクセス不可	
19	Baringo North	Kipsaraman	Kipkata	Barketeu Primary	430	8.6	不可						0	0			-	-	-			4除外	1			163		アクセス不可	
41	Baringo North	Kabartonjo	Kaliorin	Kapkomol	320	6.4	不可						0	0			-	-	-			4除外	1			164		アクセス不可	
118	Baringo	Sacho	Chepkerio	Kwamkeiyon	370	7.4	不可						0	0			-	-	-			4除外	1			165		アクセス不可	
178	East Pokot	Churo	Kaptuya	Lolkos	280	4.2	不可						0	0			-	-	-			4除外	1			166		アクセス不可	
全体					98,170																								
対象00件					59,580	60.7%	0	1	0								12	73.4	77.3	58.7	6		1=90						DD値さく=10
予備サイト数 (118件)					76,460												70	78	58				118-5						

(9) プロジェクトの効果

1) 裨益人口

下表のとおり、本プロジェクト実施により、バリンゴ地域全体で給水人口は約5万9千人増加し、給水率は2011年の24%から2015年の計画年次には約37%に増加する。

表 3-14 給水人口および給水率

県名	北バリンゴ県	マリガット県	中央バリンゴ県	東ポコット県	バリンゴ地域	ケニア地方部
2011年調査人口	96,800	43,100	124,500	137,500	401,900	28,841,000
2011年推定給水人口	25,200	9,900	42,300	20,600	98,000	11,536,400
給水率(%)	26%	23%	34%	15%	24%	40%
2015年人口	103,200	46,000	132,600	146,500	428,300	-
プロジェクトによる増加	19,200	6,920	27,530	5,930	59,580	-
2015年給水人口	44,400	16,820	69,830	26,530	157,580	-
2015年給水率(%)	43%	37%	53%	18%	37%	-
2017年計画人口	106,500	47,400	136,900	151,200	442,000	-
2017年推定給水人口	44,400	16,820	69,830	26,530	157,580	-
2017年給水率(%)	42%	35%	51%	18%	36%	-

注：2015年、2017年人口は2009年センサスを基に1.6%の増加率で算定した。ケニア地方部は1.9%の増加率を用いた。また、ケニア地方部の給水率は水・灌漑省「Ministerial Strategic Plan 2009-2012, 2008」において40%とされている。2017年給水率は、給水人口は2015年と同等として算定した。

2) その他の効果

① 水因性罹患数の減少

対象地域では下痢の罹患率が高く、社会調査の結果年平均人口比24%だった。また各県の病院データによると、その半数は5歳以下の乳幼児である。これらの調査対象村落には深井戸式給水施設がなく、不衛生な河川や浅井戸などを水源として利用している。深井戸による衛生的で安全な水の供給により、下痢の罹患率は大幅に下がると期待される。

② 水汲み労働と衛生環境の改善

水汲みの仕事は、社会調査の結果からも女性と子供の仕事となっている。既存水源への水汲み距離は乾期で2~5kmと遠く、近隣村落の深井戸等へは5km以上離れており、水汲み労働の負担は大きい。本プロジェクト実施により村落の近傍で安全な水源が確保されることにより、2015年時点で約49.6%の女性約212,400人および約49.8%を占める14歳以下の子供約213,260人の労働時間や労働負担の削減が期待される。

3-2-2-2 深井戸給水施設計画

深井戸給水施設は3-2-1-1基本方針に基づき、村落毎の計画給水量に拠り施設を設計するのではなく、人口規模による数パターンの標準設計とした。

(1) 給水施設の人口規模

対象地域の計画人口は約 500 人～約 2,500 人であるが、人口が大きい村落は複数井戸を検討し、また、現況の集落形態や水源位置を考慮し計画人口を再構成した結果、人口規模ごとの事業対象サイト数は以下のとおりとなった。

- 500 人 (351～500 人) : 34 サイト (予備サイトは 14)
- 750 人 (501～750 人) : 33 サイト (予備サイトは 7)
- 1000 人 (751～1000 人) : 13 サイト (予備サイトは 6)
- 1500 人 (1001 以上) : 10 サイト (予備サイトは 1)

(2) 井戸の成功基準

1) 水量基準

本プロジェクトはレベル 1.5 (動力ポンプ利用による点水源) の建設を計画しており、対象人口も 500 人～1500 人の規模となるため、それを満足する生産井の能力 (揚水量) が求められる。なお、動力ポンプを利用する井戸であるため湧出量は基本的に 1 m³/hr 以上を確保する事とする。

本プロジェクトでは 1 サイトで 2 回まで掘削を実施する予定であり、基本的には各サイトの計画給水量に見合った湧出量を確保する必要がある。しかしながら、対象地域は地形、地質が複雑であり断層破碎帯や岩盤中の亀裂の帯水層を狙う場合も多く、十分な地下水量を確保できないリスクもある。

以上から、水量の成功基準としては、以下の点を考慮した。

a) 商用電力および発電機の場合は、日運転時間の延長が可能であることから、仮に可能揚水量が計画給水量に対して不足した場合でも運転時間を増やすことで、必要な給水量を確保することは可能である。

b) ソーラーについては、日照量が少なくなる時期 (雨季に該当) を基準に稼働時間を 5.5 時間と設定している。一方、乾期にはこれよりも多い稼働時間を期待出来る。また、雨季には飲料用外の生活用水は雨水利用が可能であるため必要な揚水量は減少する。

よって、水量的な成功基準は 1m³/hr を確保するとともに、地形・地質条件や動力の種類を含めたサイト状況および詳細設計における試掘の結果を踏まえて、計画給水量の 60～90% 程度の範囲で設定する。

成功井の取り扱いについては、建設段階で必要な設備がなされるまでケニア側が保護・管理する。

なお、成功基準を満足しなかった失敗井は埋め戻すことを原則とするが、水量基準は満足するが水質基準を満足しない失敗井については当該サイトの給水事情等を勘案

した上でケニア国側と協議し、原水で飲料しないことを条件として引き渡す計画とした。

2) 水質

水質基準については「2-2-3-3 水質」の記述の通り、ケニア国基準を適用し、この基準値を超える場合は失敗井とする。

表 3-15 主要項目におけるケニア国水質基準と WHO ガイドラインとの比較

水質分析項目	単位	ケニア基準	WHO (2004)
ヒ素	mg/L	0.05	0.01
フッ素	mg/L	3.0(1.5)	1.5
マンガン	mg/L	0.5	0.4
鉄	mg/L	1.0	0.3(1984)
全溶存物質	mg/L	1500	1000(1984)

注) WHO の()の記載のものは、健康影響項目に該当しないため
2004年版以降はガイドライン値として設定されていない。

(3) 井戸掘削深度および井戸掘削本数

本プロジェクトにおける想定井戸掘削深度は、既存井戸資料および地質・地形の状況、電気探査の解析結果に基づいて、表 3-16のとおり、100m、150m、200m および 250m と設定した。

表 3-16 県別の想定井戸掘削深度および井戸建設数

県名	井戸深度					小計
	50m	100m	150m	200m	250m	
北バリンゴ県	0	0	15	6	7	<u>30</u>
中央バリンゴ県	0	5(2)	17	17(1)	3	<u>38</u>
マリガット県	0	7	5	0	2	<u>15</u>
東ポコット県	0	1	10(2)	1	0	<u>7</u>
小計	<u>0</u>	<u>12(2)</u>	<u>47(2)</u>	<u>23(1)</u>	<u>13</u>	<u>90(5)</u>

()内は概略設計調査時において生産井が確保された井戸数

(4) 不成功井への対応

上述の成功基準を満たさない場合の対処は以下のとおりである。

- 対象サイト内で水理地質条件を検討して代替地点を選定し、水利用組合の了解の下、別地点で再掘削を行う。
- 同対象サイト内での再掘削は1本まで、つまり同サイト内の掘削は2本を限度とする。
- 不成功井戸に対する代替サイトは予備サイトから選定する（表 3-12 参照）

(5) 深井戸施設の仕様

調査対象地域の地質は主に先カンブリア界の Basement 系、新生代新第三紀中新世および鮮新世のフォノライト・トラカイト・バサルト、新生代第四紀更新世のトラカイト・バサルト・火山砕屑物、完新世の崩積土・氾濫源堆積物である。現地での標準的な井戸掘さく工法と仕上げ口径はDTH (Down The Hole Hammer)、6 インチ鋼製ケーシングである。以下に井戸掘さくに関する主要項目について記す。

1) ケーシング・スクリーン

対象地域で採用されているケニア国の標準的な鋼製ケーシングおよびスクリーンの仕様は、口径 6 インチ、定尺は 6m であり、現地業者の活用を念頭とした場合、これらを採用することが妥当である。スクリーンはケーシング材にスリットを長手方向に加工したもので、スリット幅は 2mm 程度、開口率は 4%以上、接続方法は溶接とする。

2) 掘削口径

掘さく口径は 0-12m までの口元掘削は 12 インチ、予定深度まで 10 インチとする。

3) 砂利充填、セメンティング

ケニア国では砂利充填用として袋詰めされた商品が揃っている。粒径は 2.5-5mm を用いる。セメンティングは井戸ケーシング挿入、砂利充填後に口元掘さくを施した 12 インチの掘さく孔のグランドレベルまで施工し、地表部からの浸透水を遮断する。

4) 揚水試験

揚水試験はケーシング挿入後、揚水試験用ポンプを設置、仮設用発電機から電力を得て段階揚水試験、連続揚水試験、水位回復試験を順次実施する。各揚水試験は以下手順で実施する。

a) 段階揚水試験 (1 時間/各段 × 5 段階)

b) 連続揚水試験 (18 時間以上)

c) 水位回復試験 (6 時間以上)

5) 水質分析

揚水試験段階で採水を行い、指定の水質分析項目に従って実施する。試験所は試薬の入手・在庫状況、機器類の装備状況を考慮し、ナイロビの水・灌漑小管轄の水質試験所 (Central Water Testing Laboratory) を利用して行う。

3-2-2-3 給水施設上部工

(1) 給水施設の揚水方式の選定

1) 揚水方式の種類

対象となる動力源の種類は以下のとおりである。

① ソーラーポンプ

ソーラーポンプはソーラーパネルからの直流電力を直接利用するタイプとイ

ンバーターによって交流に変換するタイプの2種類がある。交流式の場合、蓄電が可能となり、昼夜を問わず施設稼働できる大きなメリットがある。しかし、現地では直流式が利用され、交流式の実績は未だ少ないこと、インバーターは故障の原因となる例が報告されていることから本プロジェクトでは直流式を採用した。

② 商用電力利用と水中モーターポンプ

対象村落に600mの範囲内に三相400V以上の送電線がある場合は商用電力を利用する。運転および維持管理の観点から商用電力利用が最も望ましい。

③ 発電機と水中モーターポンプ

発電機を利用発電機の場合は、燃料の定期的な購入が必要となるが村落から給油所までかなりの距離があれば村民自身により調達が困難となる。また、昨今、燃料が高騰していることもあり運転費用が高くなるため、一定以上の水収入（人口規模）を必要とする。

2) 各方式の概算建設費の比較

各方式について、1人あたりの概算建設費は表3-17に示すとおりである。なお、参考としてハンドポンプおよびソーラーポンプ350人（適用できる最低規模と想定）も含めて比較した。発電機の場合は、ソーラーや商用電力に比べると比較的成本が高くなる。また、500人規模のソーラーポンプは250人規模のハンドポンプよりも1人当たりの建設費は経済的となる。

表 3-17 揚水方式による概算建設費の比較

ケース	単位	ハンドポンプ (参考)	ソーラーポンプ				ディーゼル+水中モーターポンプ			商用電力+水中モーターポンプ		
			350	500	750		500	750	1,000	500	750	1,000
給水人口	人	250	350	500	750	500	750	1,000	500	750	1,000	
人口の適用範囲	人	150-250	300-350	351-500	501-750	251-500	501-750	751-1000	251-500	501-750	751-1000	
給水量	m ³ /day	5	7	10	15	10	15	20	10	15	20	
給水量	L/hr	0	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
全揚程	m	40	75	75	75	140	141	141	140	141	141	
ポンプ参考	タイプ	Afridev HP	SQFlex D	SQFlex E	SQFlex E	SP3A-25	SP3A-33	SP3A-33	SP3A-33	SP3A-33	SP3A-33	
発電機参考	kVA					5.3	7.7	7.7				
施設項目		概算										
井戸	千ksh	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	
ハンドポンプ	千ksh	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ソーラーポンプ	千ksh	0	1,200	1,333	1,524	0	0	0	0	0	0	
水中モーターポンプ	千ksh	0	0	0	0	700	800	860	700	800	860	
発電機	千ksh	0	0	0	0	780	935	935	0	0	0	
電気引き込み工事	千ksh	0	0	0	0	0	0	0	650	650	650	
プラットフォーム	千ksh	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
井戸用管理棟 キオスク兼用(家畜桶、配管等含む)	千ksh	0	780	780	780	0	0	0	780	780	780	
井戸用管理棟 キオスク兼用 発電機据付け(家畜桶、配管等含む)	千ksh	0	0	0	0	1,080	1,080	1,080	0	0	0	
高架水槽(水槽PVC)	千ksh	0	700	700	700	700	700	700	700	700	700	
合計	千ksh	2,200	4,680	4,813	5,004	5,260	5,515	5,575	4,830	4,930	4,990	
1人当たり建設費	千ksh	8.80	13.37	9.63	6.67	10.52	7.35	5.58	9.66	6.57	4.99	

3) 運転・維持管理費用

施設の人口規模を 250 人(ハンドポンプのケース)、350 人、500 人、750 人、1000 人、1 人 1 日当たり給水量を 20L として運転・維持管理費用の検討を行った。運転費とは燃料代および電気代とし、維持管理費用は設備の修理および更新に要する費用を対象としている。(表 3-18参照)。

表 3-18 運転・維持管理費比較

揚水施設	単位	ハンドポンプ (参考)	ソーラーポンプ				発電機+ 水中モーターポンプ			商用電力+ 水中モーターポンプ		
			350	500	750	500	750	1000	500	750	1000	
人口規模	人	250	350	500	750	500	750	1000	500	750	1000	
1 日当たり 給水量	m ³	5.0	7.0	100	15.0	100	15.0	20.0	100	15.0	20.0	
全揚程	m	40	75	75	110	110	110	110	110	110	110	
動力費	Ksh/20L	0	0	0	0	2.2	1.6	1.2	0.2	0.2	0.2	
維持管理 費	Ksh/20L	0.6	2.1	1.5	1.0	1.6	1.2	1.0	1.1	0.9	0.6	
計	Ksh/20L	0.6	2.1	1.5	1.0	3.8	2.8	2.2	1.3	1.1	0.8	

運転・維持管理費用では、商用電力利用が優位であり、わずかの差でソーラーシステムが続く。発電機は両システムに比較すると 20L 当たりの単価も大きくなる。

4) 各方式のメリット・デメリット

表 3-19 各揚水方式のメリット・デメリット

揚水方式	メリット	デメリット
ソーラーポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 配電網がなくても利用可能である。 自然エネルギーで環境に優しい。 運転費用がかからない。 メンテナンスフリーである。 	<ul style="list-style-type: none"> 運転時間が日照時間に制約される。 直流式ポンプでは水位・揚水量の制約を受ける。
商用電力+水中 モーターポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 比較的運転費用(電気代)が経済的である。 維持管理が簡易である。 	<ul style="list-style-type: none"> 利用できる村落は限られる。 トランス、引込み線の設置に別途費用がかかるとともに、工事に日程を要する可能性がある。
発電機+水中モ ーターポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 配電網がなくても利用可能である。 出力が大きく(揚水量大)、水位の制約を受けにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料の入手・運搬が必要。 運転・維持管理費用が比較的高い。 建設コストが比較的高い
ハンドポンプ (参考)	<ul style="list-style-type: none"> 建設費、運転・維持管理費が安い。 維持管理が簡易である。 	<ul style="list-style-type: none"> 揚水量が少ない。 水位が深いと使用できない。

5) ソーラーシステムの検討

対象地域の日射量は観測されていない。NASA の衛星データによる対象地域(緯度 0-1 度、経度 35-36 度)の月平均水平面日射量は表 3-20に示す。

本データは 22 年間(1983 年~2004 年)の平均値であり、緯度 1 度および経度 1 度を 1 メッシュとして代表値を計算したものである。対象地域では年間を通じて 5~6 (kWh/m²/day) と十分な日射量が確保されるため、ソーラーポンプ利用には適地だと判断される。

表 3-20 ケニア国北半球側の月平均水平面日射量 (kWh/m²/day)

月	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
平均	6.24	6.71	6.59	5.94	5.68	5.33	5.09	5.33	6.19	5.97	5.62	6.05	5.89

出所: JICA アフリカ地域未電化村における再生可能エネルギー活用促進プログラム(公共施設電化)準備調査

一方、ソーラーポンプの導入にあたっては、地域内での特性を考慮する必要がある。上記のデータは対象地域の高地～低地を含めた代表値であるが、実際には高地では低地に比べると降雨も多いため、日照時間は少なくなると考えられる。

対象地域の気象観測所では降雨量しか測定されていないため、対象地域外で日照時間が観測されているナクル市と比較して検討する。ナクル市の月別平均日照時間は5.8～9.4時間であり、全体の平均は約8時間となる（図 3-4参照）。

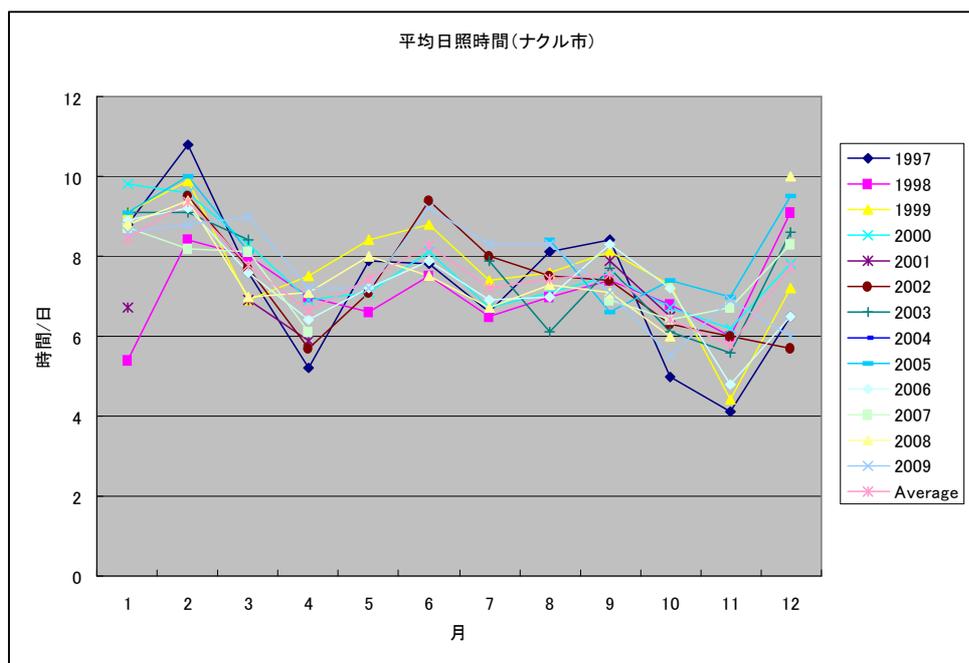


図 3-4 ナクル市の1日当たり日照時間

ナクル市の年間降雨量は970mmであり、1997年～2009年において、月間降雨量が150～200mmになる4月および11月の日照時間は4～6時間である。一方、対象地域の高地や中間地では年間降雨量は1,300mm～1,400mmであり、4月～5月、7月～8月には月間降雨量が200mm～250mmであり、日照時間の条件はナクル市と同程度若しくはもう少し厳しくなると推定される。以上から、一般の水中モーターポンプの稼働時間を8時間、ソーラーポンプの稼働時間を5.5時間として検討した。

ソーラーポンプも含めて、水中モーターポンプの出力は以下の式で表される。

$$P = 0.163 \cdot Q \cdot H / \eta$$

P : 原動機出力 (kW)

Q : ポンプの吐き出し量 (m³/min)

H : ポンプの全揚程 (m)

η : ポンプ効率 (%)

このため、ソーラーポンプの利用範囲は現地で利用可能なポンプの性能曲線に基づき、

揚水量と全揚程（ポンプ運転時の動水位と貯水槽の標高差）を用いて検討した。ソーラーポンプはモジュールの枚数によって出力を大きく変えることができ、最大 1400W 時に揚程 130m、揚水量 2.3m³/時間が可能である。

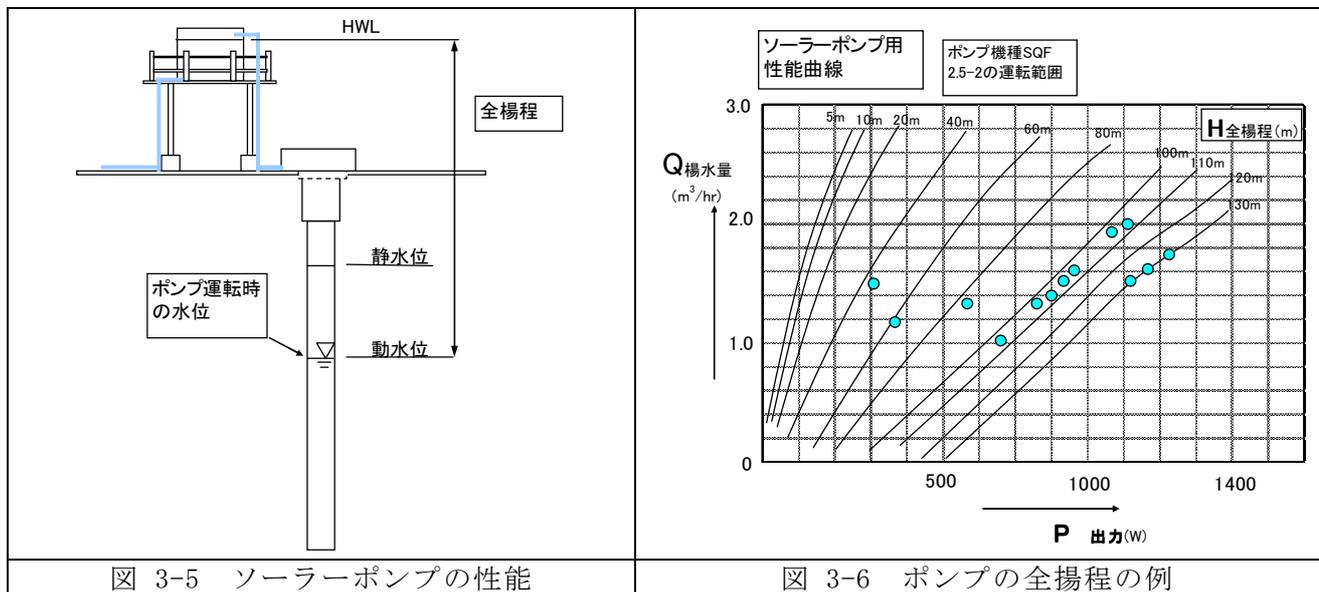


図 3-5 ソーラーポンプの性能

図 3-6 ポンプの全揚程の例

6) 動力源の選定

これまでの検討内容を踏まえ、図 3-7の動力選定フローに基づき、選定した。ポンプの選定のフローに基づき、対象サイトを検討した結果、表 3-21に示すように、ソーラーポンプ利用が 43 サイト、商用電力利用が 37 サイト、発電機利用が 10 サイトとなる。

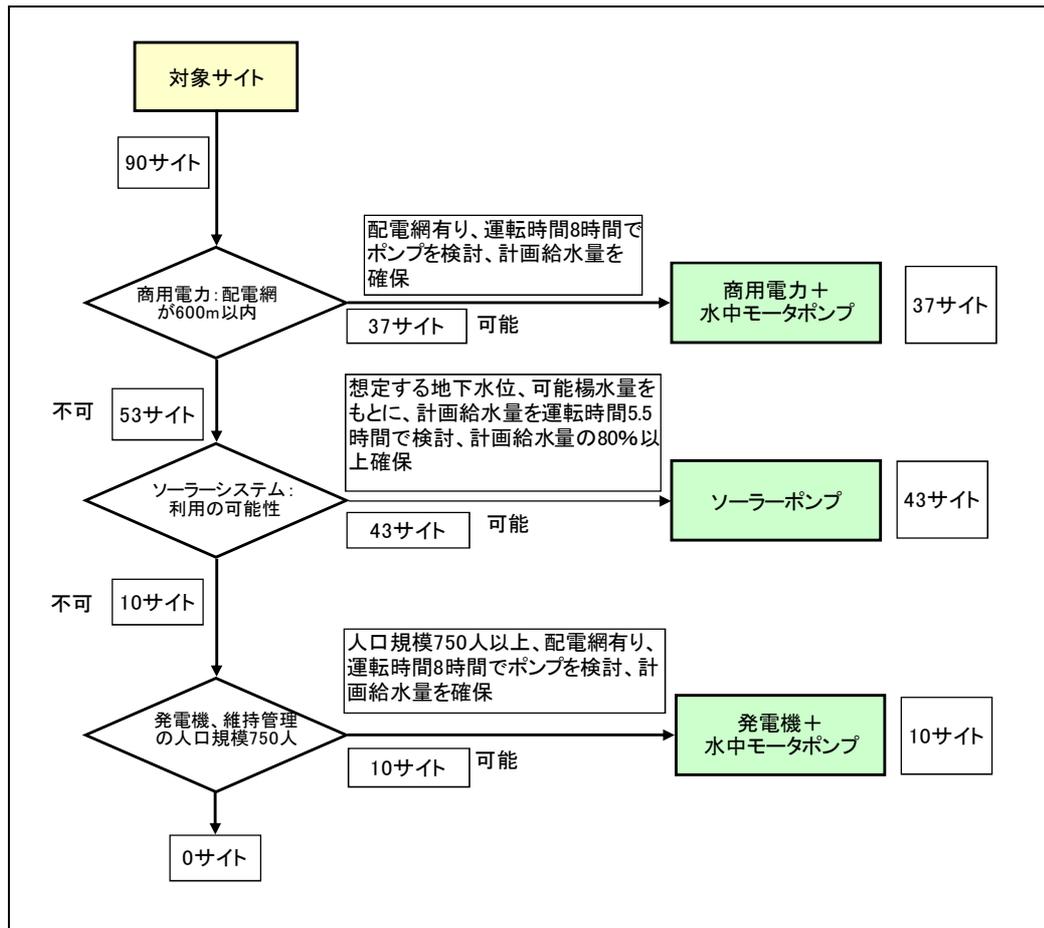


図 3-7 動力選定フロー

選定条件は下記のとおり。

- ① 商用電力
 - ・配電網が水源から 600m 以内であること。
 - ・運転時間 8 時間で基本計画を作成
- ② ソーラーシステム
 - ・地下水位が地表から 110m 以内であること
 - ・平均日運転時間 5.5 時間とした場合、計画給水量の 80% 以上が確保できること。
 - ・商用電力網が使用できず、燃料の調達が困難な地域であること
- ③ 発電機
 - ・商用電力がなく、上記②に示した条件を超える場合。
 - ・人口は運営・維持管理が持続的に可能であるため、750 人以上とする

表 3-21 県別の動力形式数

県名	太陽光利用	商用電力	発電機	合計
北バリンゴ県	12	14	2	28
マリガット県	9	5	0	14
中央バリンゴ県	14	18	6	38
東ポコット県	8	0	2	10
合計	43	37	10	90

(2) 給水施設の設計

本計画では給水施設の設計は、揚水方式、給水規模（350人、500人、750人、1000人、1500人規模）および地下水位別に汎用品を活用したタイプ別標準設計を行った。

表 3-22 給水システム別施設構成表

システム名	施設構成						
	深井戸施設 井戸ピット	太陽光 利用	商用 電力	発電機	高架 水槽	給水棟 (水販売所)	盗難防護 柵
太陽光利用 揚水システム	●	●	—	—	●	●	●
商用電力利用 揚水システム	●	—	●	—	●	●	●
発電機利用 揚水システム	●	—	—	●	●	●	●

施設概略

各施設のイメージを図 3-8に示す。

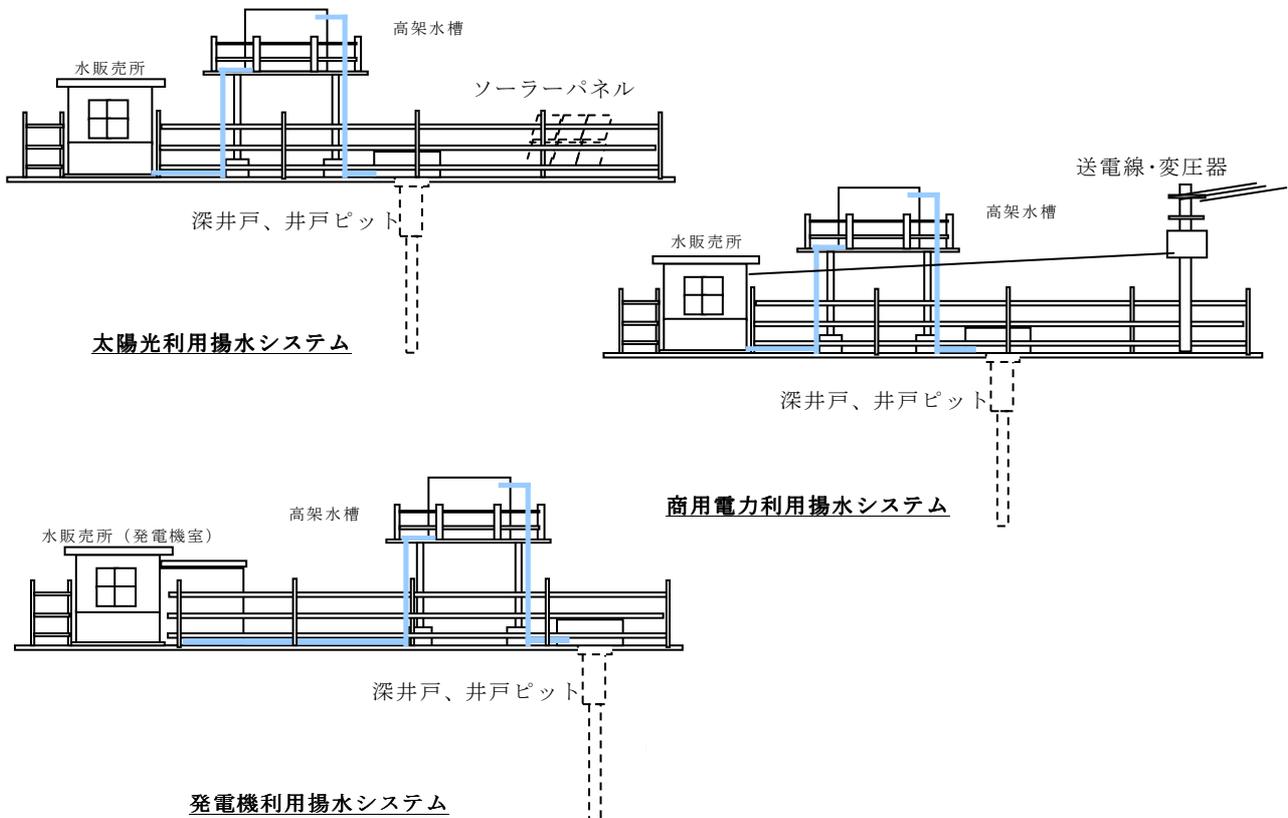


図 3-8 施設概略図

給水施設の動力、規模別の概略仕様は表 3-23に示すとおりである。

表 3-23 動力、規模別の概略仕様

項目		ソーラー		商用電力			発電機利用			計	
村落人口		500	750	500	750	1000	1500	750	1000	1500	
人口の範囲		351~500	501~750	351~500	501~750	751~1000	1001~1500	501~750	751~1000	1001~1500	
サイト数		24	19	10	14	6	7	3	6	1	90
深井戸 (深度別サイト数)	深度100m	2	4	2	0	2	0	0	0	0	10
	深度150m	17	12	4	7	1	1	1	2	0	45
	深度200m	2	2	2	5	3	4	2	1	1	22
	深度250m	3	1	2	2	0	2	0	3	0	13
揚水ポンプ 概略仕様	日揚水量 (m ³ /d)	1.0-1.8	1.4-2.7	0.8-1.2	1.3-1.9	1.8-2.5	2.7-5.5	1.3-1.9	2.1-2.5	2.6-3.5	
	揚程 (m)	85-130	65-130	80-180	80-180	80-180	105-180	85-135	105-130	130	
	ポンプ出力 (kW)	0.7-1.5	0.7-1.5	1.1-1.5	1.1-4.0	1.5-4.0	2.2-4.0	1.1-4.0	1.5-2.2	4	
	備考						試掘成功井 No. 137 Kapkawa: 7.7 m ³ /d x 105m x 5.5kW				
発電機	出力	-						5, 12 kVA			
	始動方式	-						スターデルタ方式			
高架水槽	容量(m ³)	10			16			10	16		
	高さ	3									
	材質	鋼製高架、プラスチック製タンク									
送水管	管径	40									
	延長距離(m) 高地 & 低地(学校内)/低地	30/200									
	材質	亜鉛めっき鋼管									
管理棟	寸法(平面m ²)	8						13			
	材質	コンクリート柱、壁ブロック、屋根トタン									
家畜桶	寸法	0.7x5.0x0.55:									
	材質	コンクリートブロック/レンガ製									

以下、設備、施設ごとに概要を示す。

揚水設備

揚水用ポンプは太陽光仕様のソーラーポンプ、商用電力利用および発電機利用の深井戸用水中モーターポンプである。

各サイトの井戸毎に動水位を想定し、計画給水量からポンプ性能曲線により適用する揚水用ポンプ規格を選定した。

ソーラーポンプは、①水位および揚水量の変動に対応、②維持管理上、同一機種が望ましいことから1機種とし43サイトに設置する。ただし、モジュールの枚数は、全揚程および揚水量によって変動が生じる。一般水中モーターポンプは表に示す7機種を選定した(表 3-24参照)。

ポンプの制御は、ソーラーポンプは水槽満水位によるON-OFF運転とするが、商用電力および発電機は基本的にマニュアル運転とし、水槽満水時は自動停止とする。また全ポンプで空井戸運転の防止を行う。

表 3-24 揚水量・揚程

全揚程(m)	揚水量 (m ³ /hr)	数量(台)	備考
110	8.0	1	OD 試掘井 (Kapkawa) 使用予定
180	4.0	12	
130	2.8	3	
155	1.8	12	
110	2.2	7	
160	1.2	3	
110	1.3	9	
計		47	

発電機

発電機の据付は全部で10サイトある。始動方式はスターデルタ方式とし、各サイトの揚水ポンプの出力の約3倍程度の容量から、5.5KVAおよび10KVAの2種を選定した(表 3-25参照)。

表 3-25 発電機の容量

容量 (kVA)	台数	始動方式
5.5	1	スターデルタ
10	9	スターデルタ
計	10	

高架水槽

既存の水槽はスチール製、コンクリート製、プラスチック製が多く採用されている。スチール製の水槽の多くは水槽部分の腐食で漏水が激しく使用できなくなっている。コンクリート製は地上型が多く、いずれも老朽化が進んでいる。プラスチック製は近年多用されており、給水規模に対する水槽容量は満足できる標準品が整っている。表 3-26

に実績、値段、維持管理を比較する。

表 3-26 既存水槽の比較

種類	実績	値段	維持管理
スチール製水槽	○	○	△
コンクリート製水槽	○	○	○
プラスチック製水槽	◎	◎	◎

本計画では高架水槽脚部を鋼製とし、上部水槽はプラスチック製水槽を固定して使用する計画とした。

対象村落で既存配水池があるのは Salawa HOSPITAL(104-1)と Kapkawa(137-1)の2カ所である。両サイトとも水源は湧水を利用していたが乾期に干上がる状況のため対象サイトとして選定されている。Salawa HOSPITAL(104-1)では配水池が病院よりも高い位置にあるため、有効利用が可能である。Kapkawa(137-1)（準備調査(その2)試掘が成功)では新たに水槽建設、水販売棟建設をするが既存配水池への接続も含める。

高架水槽の貯留量は村落給水である事を考慮して、給水施設設計マニュアルに基づき、日給水量の50～100%の範囲で選定した。水槽の容量は、500人以上750人未満で10m³、750人以上1500人未満で16m³の2種類を用いた。高架高は既存効果水槽と同じく、高架水槽と同位置に建設する水販売棟地点で村落給水に必要な水圧を確保できる3mとした。

表 3-27 高架水槽の容量と台数

容量 (m ³)	台数	備考
10	55	
16	34	
計	89	1カ所は既存配水池を利用

水販売棟

水販売棟は内部にポンプコントロールパネルを併設し、商用電力の場合は受電盤も併設する。全サイト共通で既存水販売棟を参考とするとともに、内部での管理記録、ポンプスペアパーツ、燃料の保管を考慮して、標準床面積は約8.0m²(2.3m x 3.5m)とした。発電機を採用する場合は、水販売棟の外部に発電機室(壁は鋼製ネット、床面積5.0m²)が増設する。また水栓数は一律4栓式とし水販売の効率化を図る。

送水管

送水管は井戸ポンプから高架水槽まで設置する。高地・中間地では、井戸位置を水販売棟(尾根部)よりも低い位置に設置するケースが多いため、管敷設延長(送水距離)は平均200mとした。

低地の場合は基本的に井戸と高架水槽および水販売棟は同じ敷地内であるため管敷設延長は 30mとした。ただし、学校内に井戸を建設するケースでは、水販売所を学校の外に向けて、かつ住民の使用勝手を考慮して設置する必要があり、校舎や校庭を迂回する必要があるため、上記高地部と同様に平均 200m として計画した。

管水路の流量公式は以下のヘーゼン・ウィリアムズ公式で計算される。

$$H=10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

H:摩擦損失水頭 (m)

C:流速係数

D:管内径 (m)

Q:流量(m³/sec)

L:延長距離 (m)

流量が 1 m³/sec~3 m³/sec の範囲で損失水頭が過大にならない範囲で選定すると、管径が 40mm が適当となる。また、送水管の材質は地盤に岩が露出した地区が多いため、地上敷設を基本とし亜鉛めっき鋼管を採用する。

表 3-28 送水管の概要

区分	管径	管種	送水管延長	備考
高地、中間地、低地(学校内)	40mm	亜鉛めっき鋼管	平均 200m	井戸位置は尾根道路部よりも低位置が選定される。低地は学校施設内で建設するケース。
低地	同上	同上	平均 30m	井戸、高架水槽、水販売棟が同一地点のケース。

家畜用水桶

対象地域では、ほとんどの村落で山羊、羊等の家畜を飼っており牧畜業が盛んであり、家畜給水の要望が大きい。しかし、設計としては人への給水を最優先し、家畜給水として計画給水量に考慮していない。このため、井戸の揚水量に余裕がある場合に家畜用として利用できるよう、標準施設仕様として家畜水桶を計画した。衛生の観点から給水施設設置用地外に家畜用水桶を設置する。既存の家畜用水桶はコンクリートもしくは木製が利用されているが、木製は耐久性に問題があるため、コンクリートブロック/レンガ、モルタル仕上げとする。寸法は現地施設を参考として標準 0.55m×0.7m×5.0m とした。

盗難防止柵

ソーラーパネルの盗難被害が報告されていることから、鋼製ポールおよび鉄条網による盗難防止策を計画した。なお、盗難防止柵は家畜や野生動物の侵入防止機能も併せもつ。

(3) 給水施設計画

表 3-29に給水施設計画表を示す。

表 3-29 給水施設計画表

番号	サイト名	県	人口				学校			給水人口			給水源単位	日計画給水量 2015年 (m ³ /d)	優先順位	規模	システムタイプ	商用電力までの距離 (m)	井戸深度 (m)	成功率 (水量)	成功率 (水質)	成功率 (%)	静水位 (m)	動水位 (m)	全揚程 (m)	想定揚水量 (m ³ /h)	送水管		水槽			水脈壳棟	発電機室付	備考
			2011年	普通	寄宿制	人口換算	普通	寄宿制	人口換算	2015年計画	補正後(人)	2017年参考															管径	流速	容量	高さ	フッ素除去水			
			(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	(L/d・人)															(mm)	(m/sec)	(m ³)	(m)				
1	Katiborok	Baringo North	450	520		30	510	750	530	20	10.2	31	3	3Phases	50	150	79	70	55.3	40	75	85	16.0	40	0.3	H	10	3		1	DD掘さく			
2	Konoo	Baringo North	450	252		3	480	500	500	20	9.6	64	2	3Phases	50	150	79	70	55.3	40	75	85	5.0	40	0.3	H	10	3		1				
3	Kormor	Baringo North	310	350		20	350	500	360	20	7.0	65	2	Solar		150	79	70	55.3	40	75	105	5.0	40	0.3	H	10	3		1				
5	Kibuliak	Baringo North	670	772		44	760	1,000	790	20	15.2	32	4	3Phases	30	150	79	70	55.3	40	75	85	5.0	40	0.4	H	16	3		1				
6	Kapnarok	Baringo North	360	360		18	400	500	420	20	8.0	11	2	Solar		150	87	86	74.8	40	75	105	5.0	40	0.3	H	10	3		1				
7	Chemondoi	Baringo North	860	567		14	930	1,000	960	20	18.6	33	4	発電機	250	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.5	H	16	3		1	1				
10	Moigutwo	Baringo North	340	740		57	420	500	440	20	8.4	66	2	Solar		200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.3	H	10	3		1				
12	Ayatia	Baringo North	340	300		13	380	500	390	20	7.6	67	2	Solar		150	79	70	55.3	40	75	105	5.0	40	0.3	H	10	3		1				
13	Marigut	Baringo North	430	463		25	480	500	500	20	9.6	68	2	3Phases	50	150	79	70	55.3	30	50	80	5.0	40	0.3	H	10	3		1				
16	Kapkombe	Baringo North	1,000	280			1,070	1,000	1,100	20	21.4	12	5	3Phases	50	200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.6	H	16	3		1	DD掘さく			
28	Kolongotwo	Baringo North	420				450	500	460	20	9.0	69	2	Solar		150	70	85	59.5	40	75	105	4.0	40	0.4	H	10	3		1				
29	Koibaware	Baringo North	310	1,090		94	430	500	440	20	8.6	70	2	Solar		150	70	85	59.5	40	75	105	4.0	40	0.3	H	10	3		1				
31	Kipchemoi	Baringo North	350	600		43	370	500	380	20	7.4	71	2	Solar		150	70	85	59.5	50	75	85	4.0	40	0.3	H	10	3		1				
32	Kapturo	Baringo North	460	600		37	530	750	550	20	10.6	34	3	Solar		150	68	85	57.8	50	75	105	2.5	40	0.4	H	10	3		1				
33	Chepkessin	Baringo North	400	400		20	450	500	460	20	9.0	72	2	Solar		150	70	85	59.5	50	75	105	4.0	40	0.4	H	10	3		1				
36.1	Barwessa-1	Baringo North	400	630	100	143	580	750	600	20	11.6	35	3	3Phases	100	150	79	70	55.3	40	75	105	5.0	40	0.3	H	10	3		1				
36.2	Barwessa-2	Baringo North	400				430	500	440	20	8.6	73	2	Solar		150	79	70	55.3	40	75	105	5.0	40	0.3	H	10	3		1				
38	Likwon	Baringo North	470	340	120	131	640	750	660	20	12.8	2	3	Solar		150	87	85	74	40	75	105	5.0	40	0.5	H	16	3		1				
39	Seremwo	Baringo North	400	220		2	430	500	440	20	8.6	74	2	Solar	250	70	80	56	60	100	130	3.0	40	0.3	H	10	3		1					
40	Kapkirwok	Baringo North	600	350	570	575	1,250	1,500	1,290	20	25.0	13	5	3Phases	200	200	70	80	56	60	100	130	4.0	40	0.7	H	16	3		1	DD掘さく			
43.1	Kaptere1	Baringo North	160	1,050	420	517	720	750	740	20	14.4	36	3	3Phases	150	250	70	80	56	80	125	155	4.0	40	0.4	H	16	3		1				
43.2	Kaptere2	Baringo North	640				680	750	700	20	13.6	37	3	3Phases	150	250	70	80	56	80	125	155	4.0	40	0.4	H	16	3		1				
45	Tiriondonin	Baringo North	450	560	450	484	1,000	1,000	1,030	20	20.0	14	4	発電機	250	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.6	H	16	3		1	1				
46	Kaptum	Baringo North	620	1,130	450	532	1,230	1,500	1,270	20	24.6	15	5	3Phases	200	200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.7	H	16	3		1	DD掘さく			
47.1	Ossen Forest station1	Baringo North	134	1,240	450	567	750	750	770	20	15.0	38	3	3Phases	200	200	70	80	56	100	150	180	4.0	40	0.4	H	16	3		1				
47.2	Ossen Forest station2	Baringo North	757				810	1,000	830	20	16.2	39	4	3Phases	200	200	70	80	56	100	150	180	4.0	40	0.4	H	16	3		1				
49	Kureschun	Baringo North	1,500	280			1,600	1,500	1,650	20	32.0	16	5	3Phases	100	250	70	80	56	100	150	180	4.0	40	0.9	H	16	3		1	DD掘さく			
50	Kipkokom	Baringo North	1,000	400			1,070	1,500	1,100	20	21.4	17	5	3Phases	300	250	70	80	56	100	150	180	4.0	40	0.6	H	16	3		1	DD掘さく			
51	Kamagonge	Marigat	450		450	450	980	1,000	990	15	14.4	18	4	3Phases	300	100	85	76	64.6	50	75	105	4.0	40	0.4	H	16	3		1	DD掘さく			
53	Kapsamson	Marigat	450	640		42	520	750	540	15	7.8	19	3	Solar		100	85	76	64.6	50	75	105	4.0	40	0.3	H	10	3		1				
56	Kamimba	Marigat	450	81			480	500	490	15	7.2	40	2	3Phases	200	100	85	76	64.6	50	75	85	4.0	40	0.2	H	10	3		1				
58	Catholic	Marigat	390	296		10	430	500	440	15	6.5	41	2	3Phases	200	100	85	76	64.6	50	75	105	4.0	40	0.2	H	10	3		1				
60	Ndambul	Marigat	380	770		58	470	500	480	15	7.1	42	2	Solar		100	85	76	64.6	50	75	105	4.0	40	0.3	H	10	3		1				
64	Longiron	Marigat	490	224			520	750	540	15	7.8	20	3	Solar		100	80	75	60	50	75	85	2.0	40	0.3	H	10	3		1				
65	Marti	Marigat	460	612		38	530	750	550	15	8.0	21	3	Solar		100	80	75	60	50	75	85	2.0	40	0.3	H	10	3		1				
69	Kapkechii	Marigat	315	395		24	380	500	370	15	5.4	75	2	Solar		150	70	85	59.5	50	75	105	4.0	40	0.2	H	10	3		1				
72	Kimalel Hospital	Marigat	380				400	500	420	15	6.0	76	2	3Phases	100	250	70	85	59.5	50	75	105	2.0	40	0.2	H	10	15		1				
74	Lokoiwopsonchun	Marigat	370	200		2	400	500	410	15	6.0	77	2	3Phases	100	150	70	85	59.5	50	75	105	2.0	40	0.2	H	10	3		1				
75	Kinyach	Marigat	320	356		20	380	500	370	15	5.4	78	2	Solar		250	70	85	59.5	50	75	105	2.0	40	0.2	H	10	3		1				
77	Tirng'ongwonin	Marigat	350	125			370	500	380	15	5.6	79	2	Solar		150	65	85	55.3	50	75	105	2.0	40	0.2	H	10	3		1				
78	Kibingor	Marigat	450	240		2	480	500	500	15	7.2	80	2	Solar		150	65	85	55.3	50	75	105	2.0	40	0.3	H	10	3		1				
81	Kabusa	Marigat	600	279			640	750	660	15	9.6	43	3	Solar		150	70	85	59.5	50	75	105	4.0	40	0.4	H	10	3		1				

番号	サイト名	県	人口				学校			給水人口			給水 源単位	日計画給 水量 2015年 (m ³ /d)	優先 順位	規模	システム タイプ	商用電力 までの 距離 (m)	井戸 深度 (m)	成 功 率 (水量)	成 功 率 (水質)	成 功 率 (%)	静水位 (m)	動水位 (m)	全揚程 (m)	想定 揚水量 (m ³ /h)	送水管		水槽			水販 売機 付	発電機 室付	備考
			2011年	普通	寄宿制	人口換算	2015年計画		2017年参考	管径	流速	タイプ															容量	高さ	フッ素 除去 水槽					
			(人)	(人)	(人)	(人)	(人)	補正後(人)	(人)	(mm)	(m/sec)																(m ³)	(m)						
101	Kaptara	Baringo	600	288			640	750	660	20	12.8	44	3	3Phases	50	150	79	70	55.3	40	75	105	5.0	40	0.4	H	16	3	1					
102	Kipsoit Primary	Baringo	500	598		35	570	750	590	20	11.4	45	3	3Phases	50	150	79	70	55.3	40	75	105	5.0	40	0.3	H	10	3	1					
103.1	Kakwane	Baringo	550	128	41	41	630	750	650	20	12.6	3	3	Solar		100	100	100	100	40	60	70	5.0	40	0.5	H	16	3	1	OD時置削済み				
103.2	Kakwane	Baringo	750				800	1,000	820	20	16.0	4	4	3Phases		100	87	86	74.8	40	75	85	5.0	40	0.4	H	16	3	1					
104.1	Salawa Hospital1	Baringo	590				630	750	650	20	12.6	22	3	3Phases	100	150	85	75	63.8	40	75	135	5.0	40	0.3	EX-G	70		1					
104.2	Salawa Hospital2	Baringo	590				630	750	650	20	12.6	23	3	3Phases	100	150	85	75	63.8	40	75	135	5.0	40	0.3	H	16		1					
106	Eron Primary	Baringo	700	210			750	750	770	20	15.0	5	3	3Phases	150	150	87	86	74.8	40	75	105	5.0	40	0.4	H	16	3	1					
107	Kimoso	Baringo	540	205			580	750	590	20	11.6	24	3	Solar		150	85	75	63.8	50	75	105	5.0	40	0.5	H	10	3	1					
109.1	Oinobmoi centre1	Baringo	1,343				1,430	1,500	1,480	20	28.6	6	5	3Phases	200	150	85	75	63.8	40	75	105	5.0	40	0.8	H	16	3	1	DD掘さく				
109.2	Oinobmoi centre2	Baringo		562	470	526	580	750	580	20	11.2	25	3	Solar		150	85	75	63.8	40	75	105	5.0	40	0.4	H	10	3	1					
110	Kapsikoryan	Baringo	900	185			980	1,000	990	20	19.2	7	4	発電機		150	100	100	100	60	90	120	2.5	40	0.5	H	16	3	1	1	OD時置削済み			
111	Kurumbopsoo	Baringo	800	240			850	1,000	880	20	17.0	26	4	Solar		150	85	75	63.8	50	75	105	5.0	40	0.6	H	16	3	1					
112	Sironoi	Baringo	500	175			530	750	550	20	10.6	46	3	Solar		250	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.4	H	10	3	1					
113	Kasitet	Baringo	810	240			880	1,000	890	20	17.2	47	4	Solar		150	79	70	55.3	50	75	105	5.0	40	0.6	H	16	3	1					
114	Sichei	Baringo	350				370	500	380	20	7.4	81	2	Solar		150	79	70	55.3	50	75	105	5.0	40	0.3	H	10	3	1					
119	Chepkeru Primary	Baringo	450	200			480	500	490	20	9.6	82	2	Solar		150	79	70	55.3	70	100	130	5.0	40	0.4	H	10	3	1					
120.1	Mogorwa-1	Baringo	180	138	200	205	410	500	420	20	8.2	83	2	3Phases	300	150	79	70	55.3	50	75	105	2.5	40	0.2	H	10	3	1					
120.2	Mogorwa-2	Baringo	180	138	200	205	410	500	420	20	8.2	84	2	Solar		150	79	70	55.3	50	75	105	2.5	40	0.3	H	10	3	1					
121	Kisonoi Primary	Baringo	400	473		27	450	500	470	20	9.0	48	2	3Phases	200	250	80	80	64	60	100	130	5.0	40	0.2	H	10	3	1					
122	Ochii Primary	Baringo	650	316			690	750	710	20	13.8	27	3	発電機		200	80	80	64	60	100	130	5.0	40	0.4	H	16	3	1	1				
123	Signwo	Baringo	990	190			1,050	1,000	1,090	20	21.0	28	5	発電機		200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.6	H	16	3	1	1	DD掘さく			
124.1	Tabarin1	Baringo	70		620	620	740	750	760	20	14.8	49	3	3Phases	200	200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.4	H	16	3	1					
124.2	Tabarin2	Baringo	630	212			670	750	690	20	13.4	50	3	発電機	200	200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.4	H	16	3	1	1				
125	Tuluongoi	Baringo	724	350	200	200	980	1,000	1,020	20	19.6	51	4	3Phases	300	200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.5	H	16	3	1					
126	Tebel	Baringo	829	400			880	1,000	910	20	17.6	52	4	Solar		150	70	85	59.5	50	75	105	4.0	40	0.6	H	16	3	1					
127	Ilyakat	Baringo	376	150			400	500	410	20	8.0	85	2	Solar		150	70	85	59.5	50	75	105	4.0	40	0.3	H	10	3	1					
129	Timomoi	Baringo	886	142			940	1,000	970	20	18.8	53	4	発電機		250	65	85	55.3	70	100	130	4.0	40	0.5	H	16	3	1	1				
130.1	Timboiywo1	Baringo	598	689		39	680	750	700	20	13.6	54	3	3Phases	100	200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.4	H	16	3	1					
130.2	Timboiywo2	Baringo	702				750	750	770	20	15.0	55	3	3Phases	100	200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.4	H	16	3	1					
133	Kapchomuswo Sec	Baringo	300	1,300	140	255	590	750	610	20	11.8	56	3	3Phases	200	200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.3	H	10	3	1					
134	Kiwanja Ndege	Baringo	450	300		8	490	500	500	20	9.8	86	2	Solar		200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.4	H	10	3	1					
135	Pemwai centre	Baringo	436				460	500	480	20	9.2	87	2	3Phases	200	200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.3	H	10	3	1					
136.1	Talai-1	Baringo		500	1,440	1,490	1,590	1,500	1,640	20	31.8	29	5	3Phases	200	200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.9	H	16	3	1	DD掘さく				
136.2	Talai-2	Baringo	1,300				1,390	1,500	1,430	20	27.8	30	5	発電機		200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.8	H	16	3	1	1	DD掘さく			
137.1	Kapkawa-1	Baringo	960		250	250	1,290	1,500	1,330	48	61.9	1	5	3Phases	30	200	100	100	100	50	75	105	10.0	75	0.5	H-EX-G	10-200	3-2	1	1	OD時置削済み			
137.2	Kapkawa-2	Baringo	320	1,660		150	500	500	520	20	10.0	8	2	Solar		200	85	85	72.3	60	100	130	10.0	40	0.4	H	10	3	1					
139	Serei	Baringo	400	980		78	510	750	530	20	10.2	57	3	Solar		200	70	80	56	60	100	130	6.0	40	0.4	H	10	3	1					
140	Turupkir	Baringo	350	354		18	390	500	400	20	7.8	88	2	3Phases	300	200	70	80	56	60	100	130	4.0	40	0.2	H	10	3	1					
155	Naudo	East Pokot	700	300			750	750	770	15	11.3	9	3	発電機		150	100	100	100	110	125	135	6.0	40	0.3	H	10	3	1	1	OD時置削済み			
179	Lomerimeri	East Pokot	360	72			380	500	400	15	5.7	89	2	Solar		250	63	80	50.4	60	100	130	2.0	40	0.2	H	10	3	1					
182	Chepanda	East Pokot	401				430	500	440	15	6.5	90	2	Solar		150	70	75	52.5	60	75	105	1.0	40	0.3	H	10	3	1					
183.1	Donge-1	East Pokot	240		300	300	580	750	590	15	8.7	58	3	Solar		150	70	75	52.5	60	75	105	1.5	40	0.4	H	10	3	1					
183.2	Donge-2	East Pokot		153	785	800	850	1,000	880	15	12.8	59	4	発電機		150	70	75	52.5	60	75	105	1.5	40	0.4	H	16	3	1	1				
184.1	Katukumwo1	East Pokot	625				670	750	690	15	10.1	60	3	Solar		150	70	85	59.5	50	75	105	4.0	40	0.4	H	10	3	1					
184.2	Katukumwo2	East Pokot	625				670	750	690	15	10.1	61	3	Solar		150	70	85	59.5	50	75	105	4.0	40	0.4	H	10	3	1					
185	Chesakam	East Pokot	337	130	184	184	580	750	570	15	8.4	10	3	Solar		100	100	100	100	10	35	65	6.0	40	0.3	H	10	3	1	1	OD時置削済み			
186	Chesitet	East Pokot	400	350		15	440	500	460	15	6.6	62	2	Solar		150	80	82	65.6	30	50	80	6.0	40	0.3	H	10	3	1					
187	Kasakaram	East Pokot	560	165			600	750	620	15	11.3	63	3	Solar		150	70	75	52.5	60	75	85	0.6	40	0.4	H	10	3	1					
合計	77村落 90箇所		46,488	30,205	7,840	9,461	59,580	68,750	61,450					<350:0 500:34 750:33 1000:13 1500:10	Solar:43 3Phases:37 発電機:10 ハンドポンプ:0	平均:154	実施時 掘さく総 m数 12600			平均:56 100m:65 150m:57 200m:54 250m:52								H(高架水槽):89 10m3:55 16m3:34	90	10	DD掘さく:12			

番号	サイト名	県	学校				給水人口			給水源単位	日計画給水量 (m ³ /d)	優先順位	規模	システムタイプ	商用電力までの距離 (m)	井戸深度 (m)	成功率 (水量)	成功率 (水質)	成功率 (%)	静水位 (m)	動水位 (m)	全揚程 (m)	想定揚水量 (m ³ /h)	送水管		水槽			水販売株		備考		
			2011年 (人)	普通 (人)	寄宿制 (人)	人口換算 (人)	2015年計画		2017年参考 (人)															管径 (mm)	流速 (m/sec)	タイプ	容量 (m ³)	高さ (m)	フッ素除去 水槽	4栓		発電機 室付	
							補正後(人)	(人)																									(mm)
15	Kapamin	Baringo North	690	515		17	750	750	780	20	15.0	94	3	発電機	250	70	80	56	60	100	130	1.0	40	0.4	H	16	3		1	1			
26	Barkilach	Baringo North	400				430	500	440	20	8.6	100	2	Solar	150	60	85	51	50	75	85	1.0	40	0.3	H	10	3		1				
27	Usuonin	Baringo North	300	670		52	380	500	390	20	7.6	101	2	Solar	150	60	85	51	50	75	105	1.0	40	0.3	H	10	3		1				
30	Chepkewel	Baringo North	350	200		3	380	500	390	20	7.6	99	2	Solar	150	62	85	52.7	50	75	105	1.0	40	0.3	H	10	3		1				
35	Chemoe	Baringo North	450	125			480	500	490	20	9.6	102	2	Solar	150	60	85	51	50	75	105	2.5	40	0.4	H	10	3		1				
42.1	Kapchepkor1	Baringo North	186	680	370	429	660	750	680	20	13.2	95	3	3Phases	200	250	70	80	56	80	125	155	4.0	40	0.4	H	16	3		1			
42.2	Kapchepkor2	Baringo North	744				790	1,000	820	20	15.8	96	4	3Phases	200	250	70	80	56	80	125	155	4.0	40	0.4	H	16	3		1			
44	Boin	Baringo North	400	200			430	500	440	20	8.6	97	2	3Phases	200	250	70	80	56	80	125	155	4.0	40	0.2	H	10	3		1			
48	Kaptumin	Baringo North	1,200	350			1,280	1,500	1,320	20	25.6	103	5	3Phases	300	200	60	80	48	100	150	180	4.0	40	0.7	H	16	3		1			
86	Samuran	Marigat	450	140			480	500	490	15	7.2	112	2	Solar	150	50	80	40	60	100	130	4.0	40	0.3	H	10	3		1				
89	Mochongoi centre	Marigat	402	432		23	450	500	470	15	6.8	113	2	3Phases	200	250	50	80	40	80	125	155	2.0	40	0.2	H	10	3		1			
90	Kapkechir	Marigat	640	773		45	730	750	750	15	11.0	107	3	発電機	250	50	80	40	80	125	155	2.0	40	0.3	H	10	3		1	1			
92	Kipkandule	Marigat	500	420		17	550	750	570	15	8.3	108	3	発電機	250	50	80	40	80	125	155	2.0	40	0.2	H	10	3		1	1			
94	Sambaka	Marigat	450	287		6	490	500	500	15	7.4	114	2	Solar	250	50	80	40	60	100	130	2.0	40	0.3	H	10	3		1				
95	Nyalilbuch	Marigat	518	219	195	195	760	1,000	780	15	11.4	109	4	発電機	200	50	80	40	60	100	130	2.0	40	0.3	H	10	3		1	1			
96	Sokonin	Marigat	320	612		45	390	500	400	15	5.9	115	2	Solar	150	50	80	40	60	100	130	2.0	40	0.2	H	10	3		1				
98	Menmeno	Marigat	570	176			610	750	630	15	9.2	110	3	Solar	150	50	80	40	60	100	130	2.0	40	0.4	H	10	3		1				
105.1	Salawa Primary1	Baringo	93		821	821	970	1,000	1,010	20	19.4	91	4	3Phases	100	150	85	75	63.8	40	75	105	5.0	40	0.5	EX-G				1			
105.2	Salawa Primary2	Baringo	837				890	1,000	920	20	17.8	92	4	3Phases	100	150	85	75	63.8	40	75	105	5.0	40	0.5	H	16	3		1			
108	Saonin	Baringo	500				530	750	550	20	10.6	93	3	Solar	150	85	75	63.8	40	75	105	5.0	40	0.4	H	10	3		1				
116	Katunoi	Baringo	400	187			430	500	440	20	8.6	98	2	Solar	150	79	70	55.3	50	75	105	5.0	40	0.3	H	10	3		1				
145	Nakolete	East Pokot	355				380	500	390	15	5.7	116	2	Solar	250	50	80	40	60	100	130	2.0	40	0.2	H	10	3		1				
146	Kalapata	East Pokot	200	200	120	130	350	500	360	15	5.3	117	2	Solar	200	50	80	40	60	100	110	2.0	40	0.2	H	10	3		1				
149	Siria	East Pokot	330	310		15	370	500	380	15	5.6	118	2	Solar	200	50	80	40	60	100	110	1.0	40	0.2	H	10	3		1				
150	Katungura	East Pokot	500	180			530	750	550	15	8.0	111	3	Solar	200	50	80	40	60	100	110	2.0	40	0.3	H	10	3		1				
156	Akwichatis	East Pokot	1,050	155			1,000	1,000	1,150	15	15.0	105	5	発電機	250	50	80	40	60	100	130	2.0	40	0.5	H	16	3		1	1			
157	Nasorot	East Pokot	980	319			1,000	1,000	1,080	15	15.0	106	5	発電機	200	50	80	40	60	100	130	2.0	40	0.4	H	16	3		1	1			
159	Cheptunoyo	East Pokot	260	1,229		110	390	500	410	15	5.9	104	2	3Phases	100	150	60	70	42	50	75	85	3.0	40	0.2	H	10	3		1			
合計	26村落 28箇所		14,075	8,379	1,506	1,908	16,880	19,750	17,580					<350:0 500:14 750:7 1000:4 1500:3	Solar:13 3Phases:8 発電機:7 ハドホング:0	平均:175														H(高架水槽):27 10m3:20 16m3:7 24m3:0	28	6	

3-2-2-4 調達機材

表 2-5のとおり、バリngo地域の県水事務所の保有している車両は長期間の利用により老朽化し、故障が頻発し業務に支障を来している状況である。加えて、ハンドポンプを含む給水施設に関する情報管理はコンピューターの不足により不十分な状況である。

一方で、対象村落の住民は給水施設の運営・維持管理の経験やノウハウがないため、本プロジェクトによる施設建設後は県水事務所の住民支援・指導がさらに求められる。

このため、県水事務所による住民支援能力の強化を図るため、モニタリング用機材として車両、バイクおよびコンピューターを調達する。コンピューターは給水施設のデータの一元管理、住民の運営・維持管理状況等の記録に使用する。なお、機材の調達先事務所は中中心的役割を担っている中央バリngo県水事務所とした。

機材の調達数量および仕様は以下のとおりである。

- ① 運営・維持管理用車両 (1 台) : 資機材の運搬も可能な4WDダブルキャビンピックアップアップ
- ② モーターバイク (2 台) : 排気量は標準的な175cc
- ③ コンピューター (1 台) : デスクトップタイプで、一般的な業務ソフトおよびプリンターを含む。

3-2-3 概略設計図

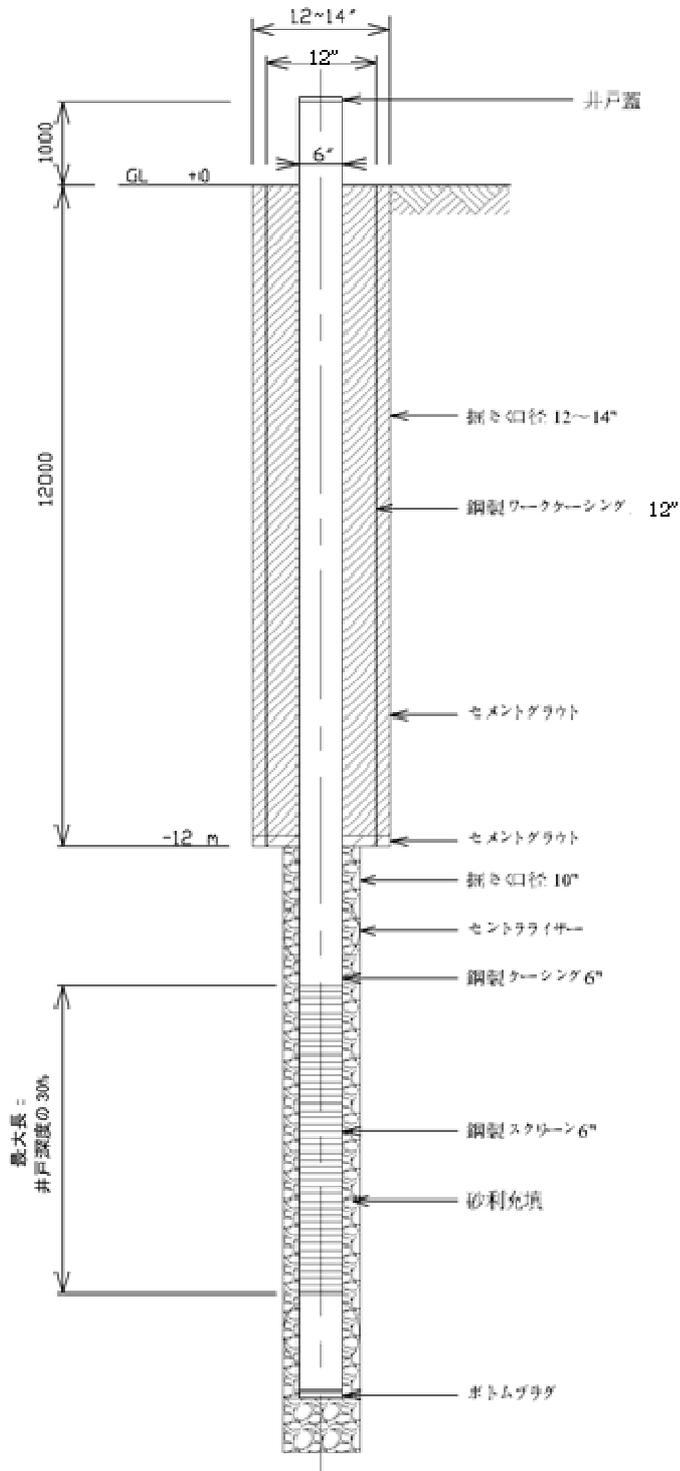
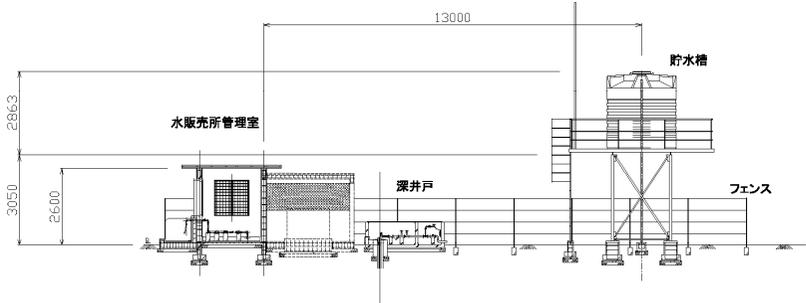
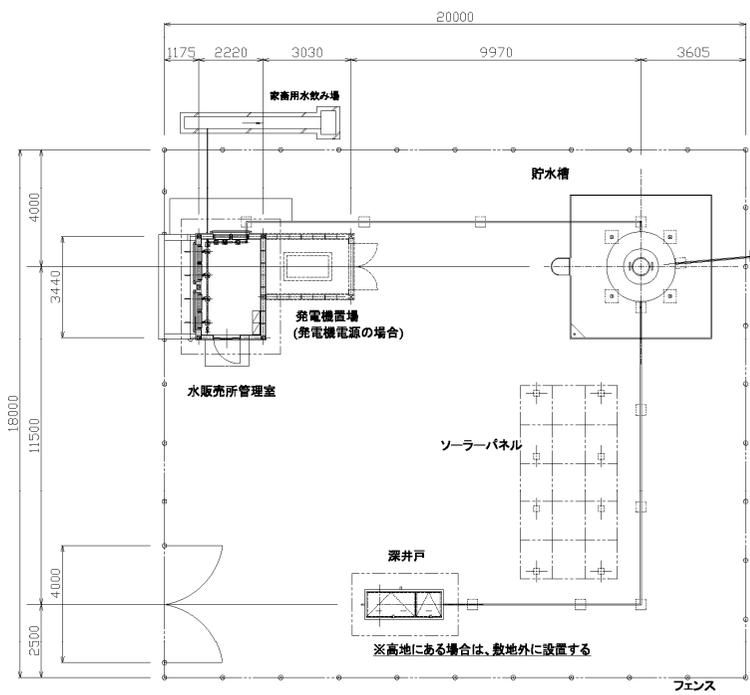


図 3-9 深井戸構造図

施設配置図



3					
2					
1					
REV. NO.	DATE	NAME OF REVISION	BY	CHECKED	APPROVED
PROJECT NAME:					
ケープ島和道 大/サレンゴ島村給水計画					
DRAWING TITLE:					
一般配置図					
DWG. NO.	DR. C-001	SHEET		OF	
APPROVED BY:		DESIGNED BY:			
CONSULTANT / CIVIL ENGINEER					
APPROVED BY:		CHECKED & SUBMITTED BY:			
CLIENT / SOCIETY DIRECTOR / CHIEF ENGINEER					
CONSULTANT / PROJECT MANAGER					
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. TOYOKO, JAPAN					

図 3-10 施設配置図

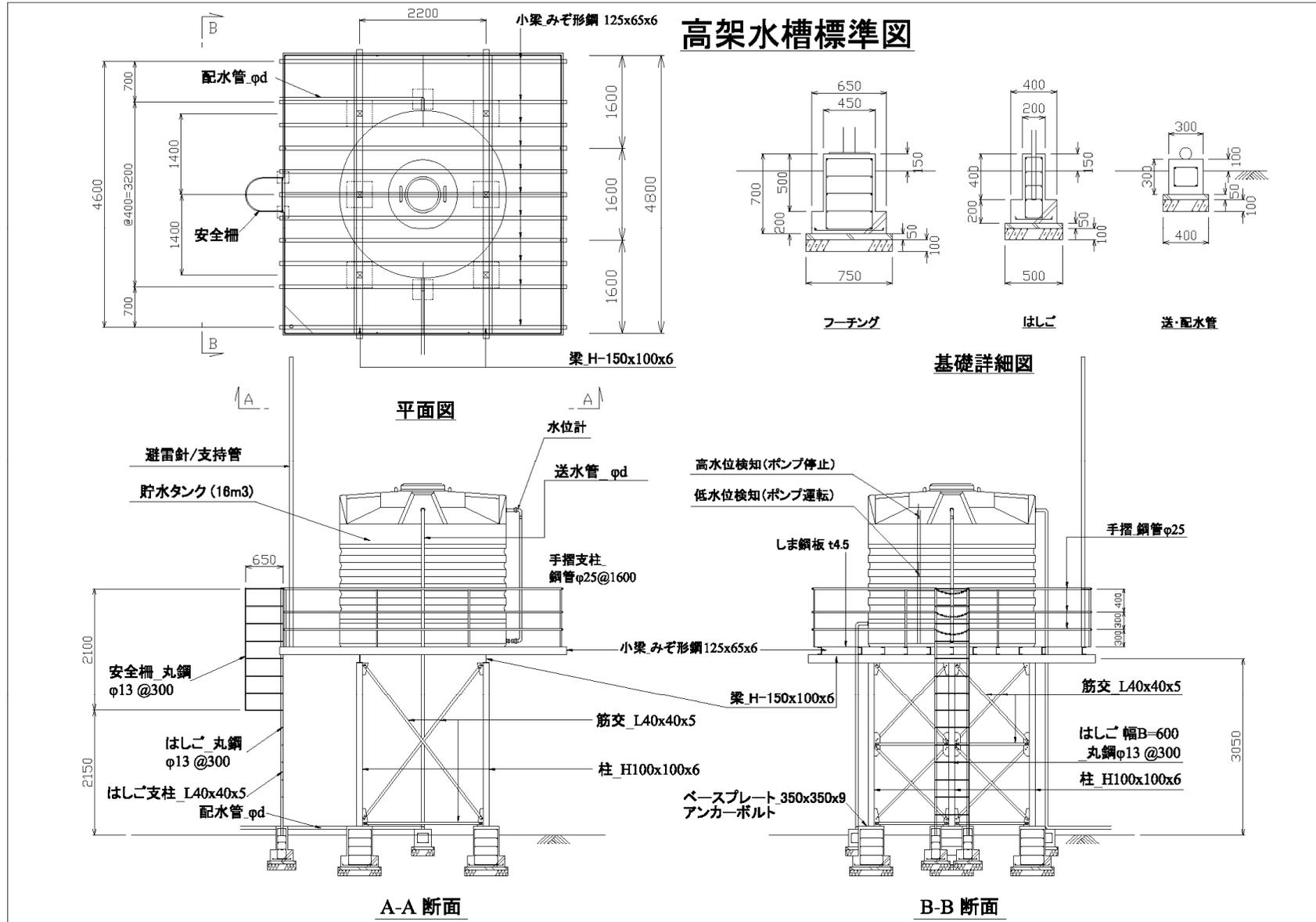


図 3-11 高架水槽標準図

ソーラーシステム標準図

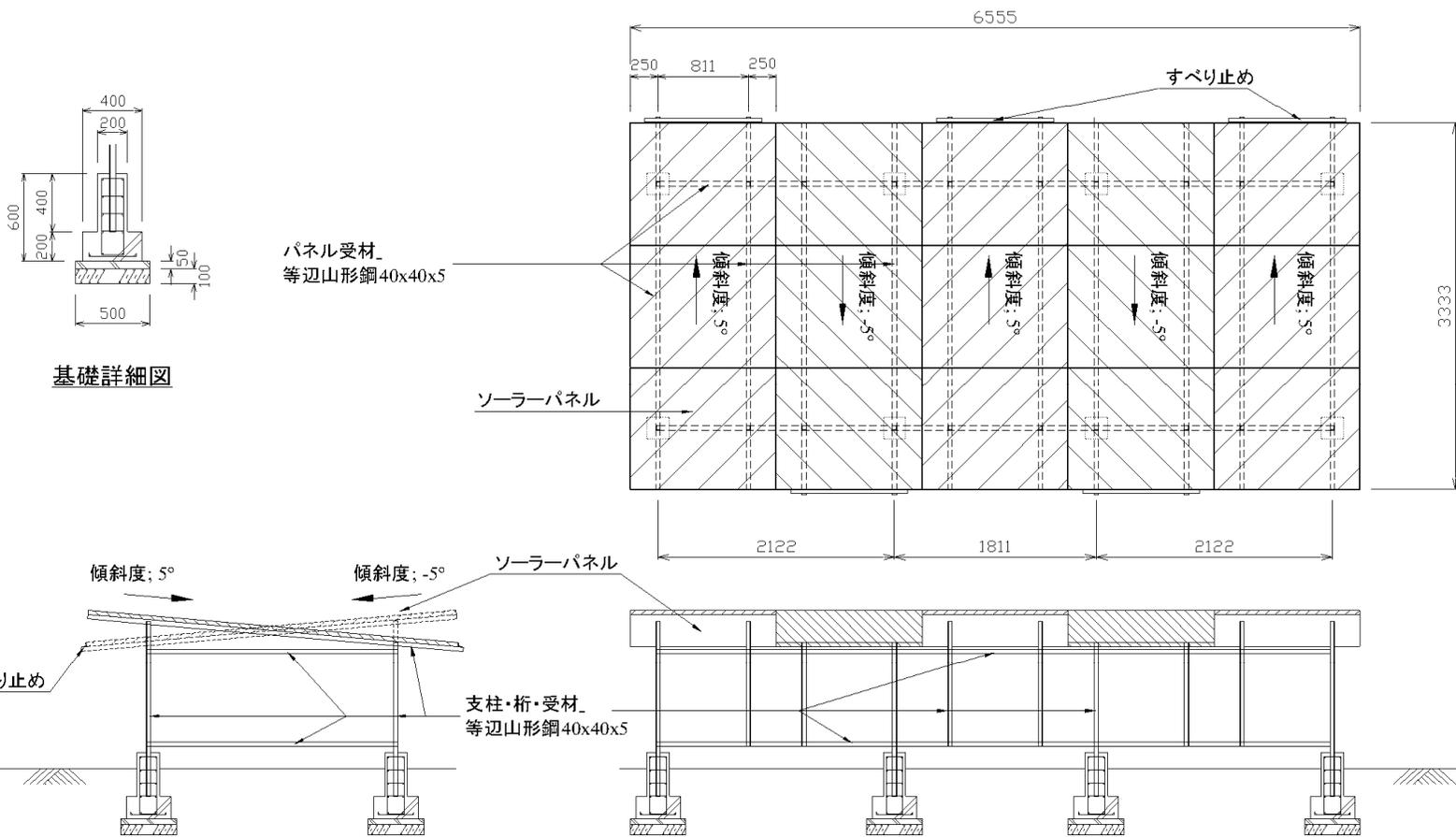


図 3-12 ソーラーシステム標準図

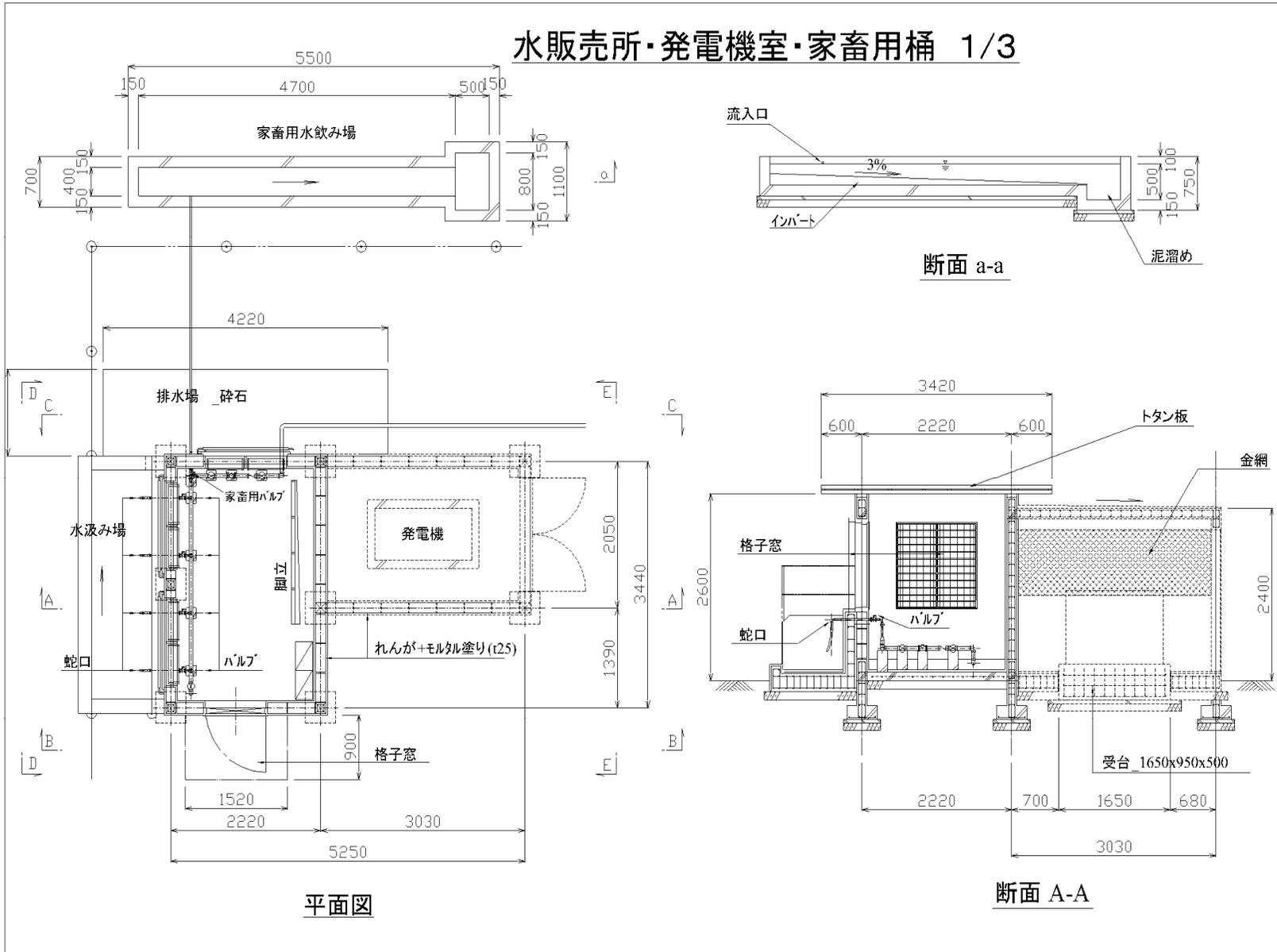


図 3-13 水販売所、発電機棟、家畜用桶標準図

水販売所・発電機室・家畜用桶 2/3

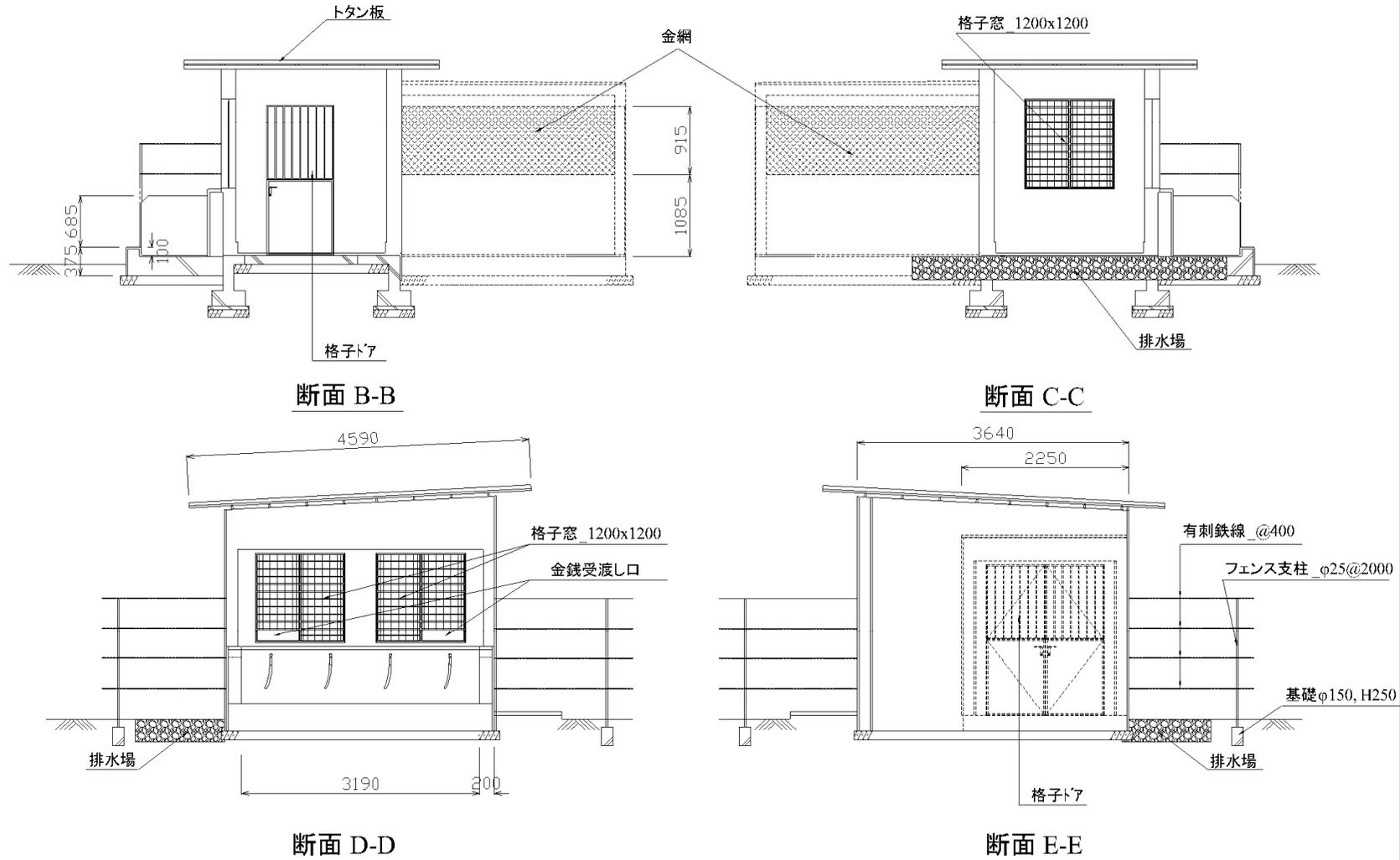
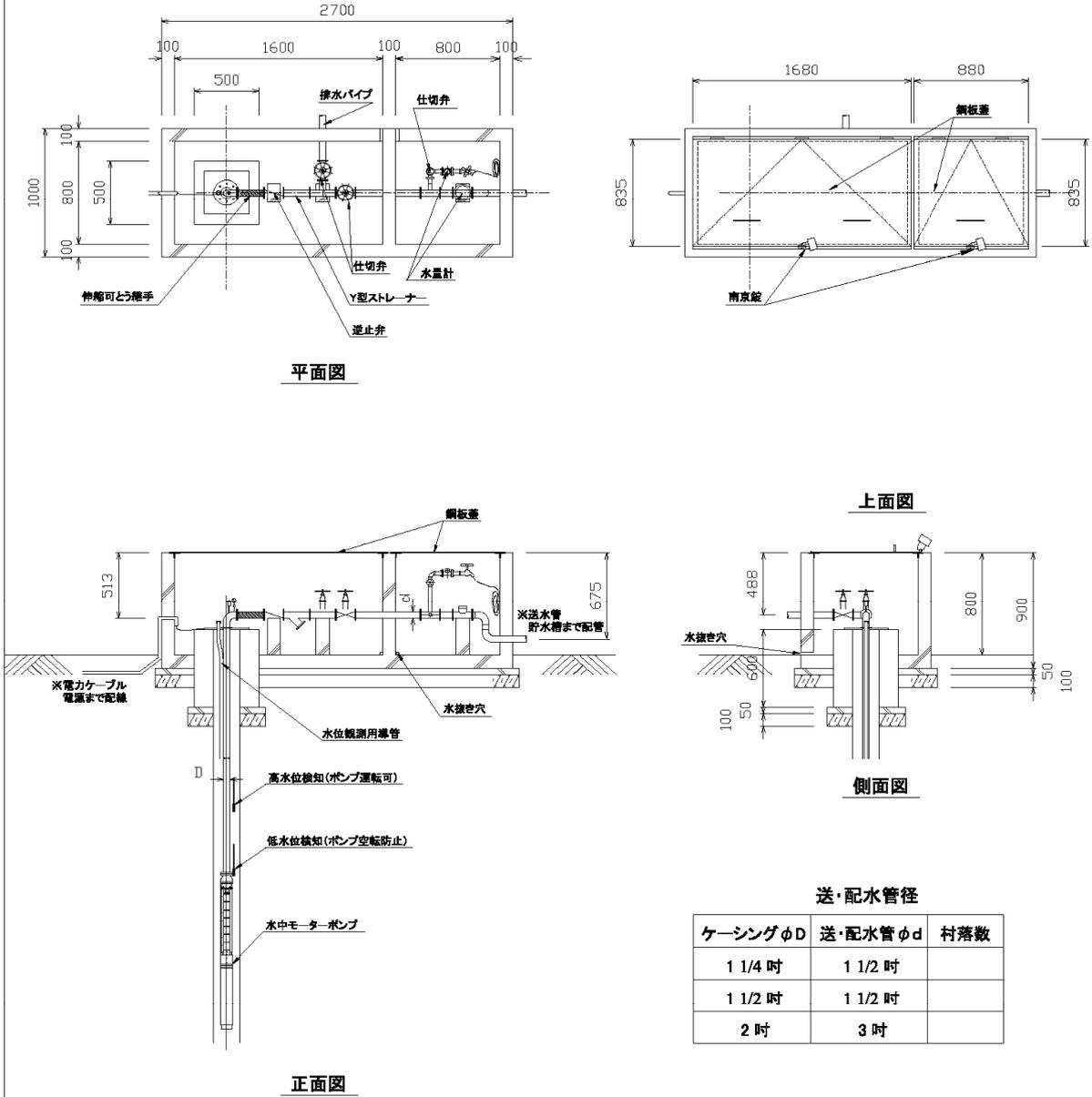


図 3-14 水販売所、発電機棟、家畜用桶標準図

深井戸ピット



送・配水管径

ケーシングφD	送・配水管φd	村落数
1 1/4 吋	1 1/2 吋	
1 1/2 吋	1 1/2 吋	
2 吋	3 吋	

図 3-15 井戸用ピット標準図

3-2-4 施工計画/調達計画

3-2-4-1 施工方針/調達方針

(1) 基本事項

ケニア国および日本の両国政府間で交換公文 (Exchange of Notes) および贈与契約 (GA) が締結された後、ケニア国政府は日本法人のコンサルタントと施設設計、機材調達および施工監理に係る契約を締結し、これにより施設建設、調達機材に関する実施設計が開始される。実施設計完了後、ケニア国政府代表者立会いのもとに入札が行われ、日本法人の請負業者が選定され、機材の調達、施設建設を行うこととする。施設建設および機材調達にあたっては、以下に示す施工方針に則り業務遂行を図るものとする。

- (a) 本プロジェクトは、日本国の無償資金協力のシステムに従い、ケニア国の水・灌漑省が責任機関、リフトバレー水サービス委員会が事業実施機関となり実施される。
- (b) 本計画対象地域での施工班は現地の気象および地形条件、また、日本側の施工体制を考慮し、十分な品質管理を行うためには3班による施工が適切と判断される。井戸掘削は現地民間業者への再委託により実施する。

(2) 施工体制と工程計画

(a) 井戸掘削の実施手順

本プロジェクトでは、本準備調査の試掘で成功した5本を除く85本が深井戸建設の対象となる。なお、詳細設計段階において施設規模の大きい1000人および1500人規模のサイトにおいて試掘を実施し10本の水源を特定し設計精度を高め、本工事における設計変更のリスクを減ずる。

井戸掘削の実施手順は以下のとおりである。

- 深井戸建設数 (OD時の試掘成功井5本を除く) 計85本

(深度 100m×8、150m×43、200m×22、250m×12)

- 成功率：平均 56% (100m：65%、150m：58%、200m：54%、250m：53%)

- 深井戸掘削本数 152本

$85/0.56=152$ 本 (うち想定不成功井は67本)

- 詳細設計時：掘削数 $10/0.54=19$ 本 (平均深度 210m)

(成功井 10本、水質による不成功井3本、水量による不成功井6本)

- 本体工事時：掘削数 $75/0.56=133$ 本

(成功井 75本、水質による不成功井20本、水量による不成功井38本)

(b) 工期設定

工事の全所用期間は、3 班体制で、以下のとおりとなる。

EN および G/A に約 1 ヶ月、詳細設計は現地調査に 4.0 ヶ月、国内作業（国内解析および入札図書の準備）2.5 ヶ月、入札図書承認に 0.5 ヶ月、P Q、入札、契約に 3.0 ヶ月を要すると合計 10.0 ヶ月を要する。

井戸掘削成功および水質による不成功井戸に要する日数を 8 日、水量による不成功の場合は掘削機の移動と掘削のみで 6 日間とする。祝日、降雨を考慮した作業休止係数を 1.35 とすると、工事期間は表 3-30 に示すとおり、24 ヶ月となる。よって、E/N 以降に必要な期間は約 35.5 ヶ月となる。また、井戸 1 本当たりの施工日数は図 3-16 のとおり。

表 3-30 工事全体の工事期間

工種		期間	備考
準備工		2.5 ヶ月	
さく井工事	成功井	34.20 ヶ月	8 日 / 1 井戸 x 95 井戸 × 1.35 = 34.20 ヶ月
	不成功井	10.26 ヶ月	6 日 / 1 井戸 x 38 井戸 × 1.35 = 10.26 ヶ月
	計	15 ヶ月 / 1 班	上記合計 = 44.46 ヶ月、 44.46 ヶ月 / 3 班 = 14.82 = 15
揚水試験・水質試験、給水施設工事および、ポンプ据付および試運転		6.5 ヶ月	
合計		24 ヶ月	さく井工事と給水施設工事は並行して実施

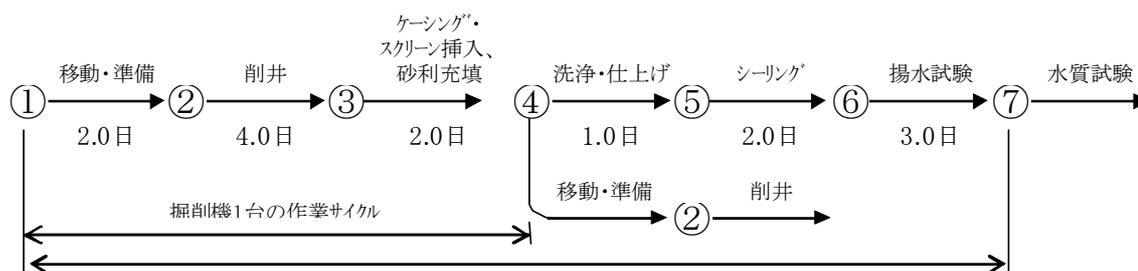


図 3-16 井戸 1 本当たりの施工日数

(c) 施工体制

図 3-17 に施工体制を示す。現地事務所長のもと、事務・会計担当、土木技術者、さく井技術者がローカル技師とともに工事を管理する。

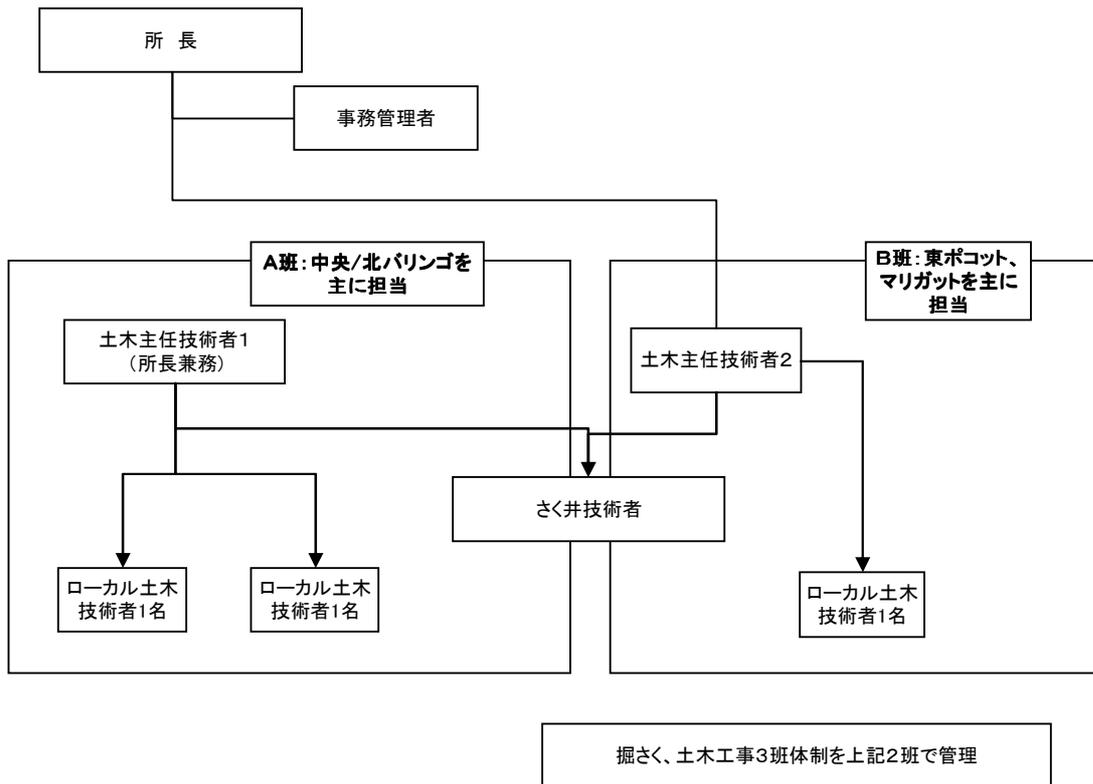


図 3-17 施工体制

3-2-4-2 施工上/調達上の留意事項

(1) 村落のアクセシビリティ

乾季における対象村落へのアクセスは問題ないが、雨期には道路状態が悪化するので、場所によってはアクセス困難となることが予想される。村落ごとにアクセシビリティを十分検討の上、工事工程を計画する必要がある。

施工対象地域はバリンゴ地域の4県に点在する90サイト(77村落)である。対象地域では、舗装道路がナクル市からのB4号線、マリガットとカバルネットの分岐点から北へはバリンゴ湖と平行してほぼ湖の北縁まで、西へはカバルネットまでと一部の分岐が舗装されているのみで、それ以外は未舗装である。

高地側では、一部の未舗装道路は降雨時にスリップしやすくなり、傾斜がある場合は掘削機の運行は困難になる。マリガット県および東ポコット県では途中でワジ河川を横断する場合があり、降雨時およびその後しばらくの間は通行が不可能になる。

対象地域の雨期は4~6月および10~11月の2回あり、この期間、村落によっては掘さく機等重量車輛のアクセスは困難となる。このため、舗装道路や比較的状態の良い道路を選別して井戸工事を進める必要がある。

(2) 工所用仮設ヤード

対象地域が南北約200km×東西100kmにわたる地域であるが、山岳~丘陵地で道路事

情が良くないため、ナイロビ、ナクルからの玄関口であるマリガット市（マリガット県）および本計画の本拠地として計画するカバルネット市（中央バリンゴ県）に資機材のストックヤード等の工事中仮設ヤードを設置する。

(3) 品質管理

対象地域周辺にはコンクリートの圧縮強度試験を行える場所がないので、カバルネット事務所の工事中仮設ヤードにコンクリート供試体の養生用水槽を設置し、ナクル市の道路省試験室等において実施する。

水質分析試は簡易型によって掘削工事時に確認するとともに、ナクル市の RV-WSB 試験室もしくはナイロビ市のケニヤッタ大学水質試験室等にて分析する。

(4) EIA の申請および許可

ケニア国の環境法によると本プロジェクトは地下水開発に当たるため、EIA の申請および許可の取得が必要となる。本プロジェクトの場合は井戸位置が森林保護区に入らないため、比較的簡易なプロジェクトレポートの作成で許可の取得が可能と考えられる。なお、レポート提出後、45 日間で審査が終了する予定である。プロジェクトレポートの構成は、最終的な対象村落および井戸位置、プロジェクト概要、村落の環境条件、村民へのヒアリング等で、国家環境管理庁に登録されたコンサルタントによって作成される。

(5) 井戸掘削申請および許可

ケニアでは、井戸掘削工事は水資源管理庁(WRWA)への申請および許可が必要である。申請から許可までは標準として最低3ヵ月を要する（なお、本準備調査における試掘ではカウンターパートの協力を得て例外的に2週間で掘削許可を得ている）。申請の際は、専用紙に指定事項を記入し電磁探査結果および周辺井戸データや水質分析データ等を添付することが義務付けられている。プロジェクト実施に当たっては、詳細設計時に必要なデータを準備することとし、井戸掘削工事開始前に許可取得する。申請手続きはリフトバレー水サービス委員会が実施する。

(6) 電気

プロジェクトの対象地域では、幹線道路沿いに送電線が設置されているが、多くの村落ではまだ電気が供給されていない。本プロジェクトで深井戸揚水施設用に電気を確保する必要があるが、工事中電力として利用するには工程的に困難である。そのため仮設電力は移動可能な小型発電機を確保する必要がある。

また、商用電力をポンプの動力源として採用する場合、ケニア電力会社へ電力引き込みの申請が必須となる。電力会社は申請日から28日で見積りを作成、更に費用負担後45日間で施工が義務付けられている。工程計画を作成する上では、商用電力を採用す

る村落が多いことから、電力引き込み工事は余裕を持った期間を設定する。

(7) 水道

水道は県庁所在地では上水道により給水されているが、もともと水が不足している地域なので、試掘で得られた地下水を仮設用として使用する。仮設用ポンプは試掘井の適正揚水量の50%を上限として使用する。なお、さく井工事完了後に土木工事を開始することで、各所における工事用水の確保をするものとする。

(8) 通信

電話回線は県庁所在地に接続しているのみである。携帯電話が利用可能であるが、一部の地域では通信が困難となる。必要に応じ、事業実施のための連絡体制のためには、無線設備や衛星電話が必要となる。

(9) 日本人宿泊施設

カバルネット市、マリガット市、バリング湖西部および東ポコットには何れも宿泊は可能であり、東ポコットの工事に際しては、工事用仮設ヤード内に宿泊施設を建設する必要がある。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本計画が我が国の無償資金協力により実施される場合、ケニア国側と日本側の施工区分／調達・据付区分は以下に示すとおりである。

また、プロジェクトの事業主体はケニア国水・灌漑省であり、現地における事業実施体制の最高責任者となり、本プロジェクトは遂行される。本プロジェクトが我が国無償資金協力に則して実施されなければならない。このため事業遂行上、各段階において必要となる事項についてそれぞれの部署が遅滞なく処置する必要がある。その責任範囲は以下に示すとおりである。

- ① 交換公文に基づく GA の締結
- ② 交換公文、GA に基づく日本法人コンサルタントとの契約
- ③ 交換公文に基づく日本法人業者との契約
- ④ 上記契約者に対する契約金支払いのため、日本の外国為替取引銀行に対して A/P を契約締結後直ちに開設する。
- ⑤ 銀行間取り決めに従い、上記日本の銀行に対し手数料の支払い（A/P 開設後直ちに）
- ⑥ 施工監理上必要となる事務所の開設および要員の配置
- ⑦ 業務遂行上、ケニア国に入国する日本人コンサルタントおよび日本法人業者日本人職員に対する入国許可および長期滞在許可の発行およびその費用の支払い（必要に応じ速やかに）

- ⑧ 日本法人コンサルタントおよび日本法人業者の業者登録・技術者登録およびその費用の支払い（必要に応じ速やかに）
- ⑨ 施設建設に必要な土地の取得（契約締結後直ちに）
- ⑩ 建設用アクセスの整備
- ⑪ 資機材調達に係る免税措置
- ⑫ 日本国または第三国から輸入される資機材の迅速な通関引渡し手続きおよび通関費用の支払い
- ⑬ 施設・機材の検査立会い（コンサルタントから要請があった場合直ちに）
- ⑭ コンサルタントおよび業者への支払いのための証明書の発行
- ⑮ 施設引渡し後の村落への運営・維持管理の指導および必要な支援

3-2-4-4 施工監理計画/調達監理計画

施工監理は実施設計段階と施工監理段階の二つに分けられる。実施設計段階における主な業務は、概略設計により策定された施設建設計画および機材調達計画に基づく、以下の項目である。

- ① 詳細設計図の作成
- ② 施設建設および機材調達に係る仕様書の作成
- ③ 入札図書の作成
- ④ 入札予定金額の算出
- ⑤ 入札業務の代行

また、実施設計段階における現地調査の内容は以下のとおりである。

- ① 井戸掘削地点決定のための地質踏査と物理探査（深井戸 152 井掘削に対する垂直・水平探査）
- ② 上記解析結果に基づく井戸掘削地点の決定(各サイト 2 地点くい打ちまで)
- ③ 井戸掘削の実施(生産井 10 井確保のため不成功井を含めて 19 サイトでの掘削)
- ④ 建設予定サイトの給水施設に関わる調査、設計(簡易測量および簡易土質調査を含む)
- ⑤ 本体工事、ソフトコンポーネント等の実施にあたって関係機関への説明、調整
- ⑥ 施工計画および資機材調達計画の確認
- ⑦ 積算のための市場調査

⑧ その他詳細設計のための補足調査

施工監理段階における業務は以下に示すとおりである。

- ① 施工計画、施工図および材料の検査および承認
- ② ケニア国側分担事業の実施確認
- ③ 工事進捗状況の監理
- ④ 施設建設工事の監理
- ⑤ 両国関係機関への工事進捗状況の報告
- ⑥ 調達機材の納入進捗状況監理
- ⑦ 同、引渡し前検査
- ⑧ 竣工検査
- ⑨ 支払い承認等、諸手続きの協力業務

以上の業務に対応するため各段階において必要な技術者は次に示すとおりである。

A. 詳細設計段階

業務主任	1名	総括
水理地質 1 技師	1名	地質踏査、物理探査地点の指示・監理、結果の分析、掘削地点および予備地点の検討・決定
水理地質 2 技師	1名	同上（85 サイトを 2 名で分担）
掘削監理技師	1名	掘削監理、井戸構造設計
副主任/施設設計技師	1名	給水施設設計/施設維持管理
施工調達計画／積算	1名	施工計画、調達計画および積算
施設設計技師 2	1名	業務調整、給水施設設計、入札図書作成

B. 施工監理段階

業務主任	1名	着工時、竣工時
給水施設設計	1名	給水施設建設開始時、（瑕疵検査）
水理地質	1名	中間時
常駐監理	1名	施設建設工事期間（機材引渡し兼務）

C. ソフトコンポーネント段階

運営維持管理指導	1名	維持管理組織／衛生教育
----------	----	-------------

3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントは、深井戸掘削工事に関連して請負業者に対して、以下の項目の分析、試験を実施し、品質管理を実施する。

深井戸工事

- ◆ 揚水試験（段階揚水試験、連続揚水試験）：井戸毎
- ◆ 水質分析（給水施設設計マニュアル）：井戸毎
- ◆ グラベルパッキング（粒度分析）：搬入毎

給水施設上部工

- ◆ コンクリート試験練（骨材粒度分析、圧縮強度試験）：配合毎
- ◆ 現場打設（スランプ試験、圧縮強度）：5回/カ所
- ◆ 鉄筋：ミルシート：搬入毎

ソーラーポンプ、発電機、水中モーターポンプ

- ◆ 概観検査：搬入毎
- ◆ 試運転：設置毎

3-2-4-6 資機材等調達計画

セメント、レンガ、骨材、鉄筋などのその他建設用資機材については、コストダウンを図るために現地調達とする。泥剤は、掘削工事に必要な消耗品であり、輸入品が流通しているため、現地調達とする。

井戸ケーシング、スクリーン、ポンプ揚水管は現地調達とする。

ソーラーポンプ、水中モーターポンプ、発電機、ハンドポンプは現地に販売代理店があり、維持管理を考慮して現地調達とする。

運営・維持管理用ピックアップトラックは現地に代理店が複数あり、経済性および維持管理を考慮し、現地調達とする。

表 3-31 資機材の調達先

No.	項目	現地	第三国	日本
1	ケーシング	○		
2	スクリーン	○		
3	骨材	○		
4	セメント、鉄筋	○		
5	配管材	○		
6	ポンプ	○		
7	ソーラーポンプ	○		
8	発電機	○		
9	ダブルキャビン ピックアップトラック	○		
10	モーターバイク	○		
11	コンピューター類	○		

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

施設の運転操作、日常のメンテナンス方法については、工事終了時に水利用者組合の担当者が工事業者から指導を受ける。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

本プロジェクトで建設される深井戸給水施設が、利用者によって効率的に、かつ持続的に利用されるような体制を整備するため、運営・維持管理の能力強化を内容とする以下のソフトコンポーネントを実施する。

1) 背景

本プロジェクトの対象村落には給水施設がなく、住民は給水施設の運営や維持管理に関する知識や経験はもっていない。また、村落給水の維持管理支援を行う県水事務所の体制および職員の能力等は不十分な状況にある。このため、建設した給水施設の運営が円滑に開始され、施設が持続的に利用されるためには、住民による自立的な運営・維持管理能力の向上、併せて県水事務所による住民支援体制の強化が必要不可欠となる。

2) 目標

ソフトコンポーネントの目標は、「住民が水利用者組合を形成し、村落レベルで給水施設の運営・維持管理を実施し、持続的に給水施設が利用されること」、また併せて、県水事務所では住民支援に係る職員の経験が不足しているため、「県水事務所の住民支援能力の強化を図る」ことを目標とする。

3) 活動

県水事務所カウンターパートに対して住民への支援方針、ハンドブック等作成に関わるワークショップを実施する。その後、県関係者、村長、村関係者へ給水施設の維持管理体制の説明を行い、対象とする90サイトにおいて住民による水利用者組合を設立する。そして水利用者組合員に対する研修および住民研修を実施し、水利用者組合の役員へ給水施設の日常点検・修理を含めた維持管理、水料金徴収等に関する研修や村民全員へ衛生教育を実施する。

なお、実施リソースは、現地カウンターパートの協力を得ながら、本邦コンサルタントと現地コンサルタントによって実施する。

表 3-32 ソフトコンポーネントの内容

活動	活動内容	実施時期
1-1 住民支援体制についてのワークショップ	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 維持管理・水利用者組合の支援内容協議 ◇ 住民支援体制の協議 ◇ 水利用者組合研修の内容の協議 	工事開始前
1-2 水利用者組合ハンドブック・衛生教育教材作成ワークショップ	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 衛生教育教材の内容を検討・作成 ◇ 水利用者組合のハンドブックの検討・作成 	工事開始前
2-1 県行政に対する維持管理体制活動への協力依頼	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 維持管理体制の説明 ◇ 水利用者組合設立の説明 ◇ 維持管理体制支援活動への協力依頼 	工事開始前
2-2 村長に対する運営維	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 維持管理体制の説明・WUAの役割の確認 	工事開始時

持管理の説明と協力依頼	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 水利用者組合による運営維持管理体制の説明・協議 ◇ 水利用者組合の設立書作成依頼 ◇ 委員選定の協力依頼 	
2-3 水利用者組合役員に対する研修	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 維持管理体制、水利用者組合の役割、業務の確認 ◇ 水利用者組合の規約作成（任期、給水時間、出納帳、給水施設使用上の注意、掃除、お金の保管方法など） ◇ 水料金の設定（村民用および村民以外用、家畜用の料金設定） ◇ 家畜給水のルール策定（給水方法、取水量の制限） ◇ 施設の盗難、防犯対策 ◇ 住民への施設運営維持および衛生教育の啓発活動内容の検討 ◇ ソーラーおよび発電機施設等の日常の操業、点検、修理手続内容 ◇ 給水施設周辺の整備・管理方法 	工事開始時～工事中
2-4 水利用者組合による住民研修の実施	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 水利用者組合の紹介、活動説明 ◇ 給水施設の運営・維持管理方法および使用上の注意事項の説明 ◇ 集金の必要性、料金および集金方法の周知 ◇ 故障時の対応 	施設利用開始時
2-5 運営・維持管理状況モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 施設利用・維持管理状況モニタリング ◇ 各種活動成果のインタビュー調査 ◇ 補足指導 	工事終了後
3-1 衛生教育の実施	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 村落で衛生教育研修の準備 ◇ 衛生教育研修の実施 ◇ 家畜の給水桶周辺の清掃指導 	工事終了時

3-2-5 実施工程

交換公文（E/N）および贈与契約（G/A）調印後、水・灌漑省は日本国籍のコンサルタントと本計画の実施設計に係わる契約を締結する。コンサルタントは契約後、現地調査を実施し、入札図書を作成する。現地調査では規模の大きい村落で試掘調査を実施して、設計内容の精度を高める（10井の生産井を確認する計画で、成功率56%を想定するため最大19本の掘削実施予定）。入札は、コンサルタントが水・灌漑省を支援して行い、落札業者決定後、日本国籍を有する建設業者との契約交渉を経て業者契約が結ばれる。

施工については、深井戸建設工事を開始する前に準備工事としてベースキャンプの設営を行う。その後、施工業者の管理下で現地井戸建設業者による75本の井戸建設、加えて90カ所の給水施設上部工の工事を行う。工事期間は約25ヵ月である。以上の計画にそって工程を検討した結果を下記に示す。

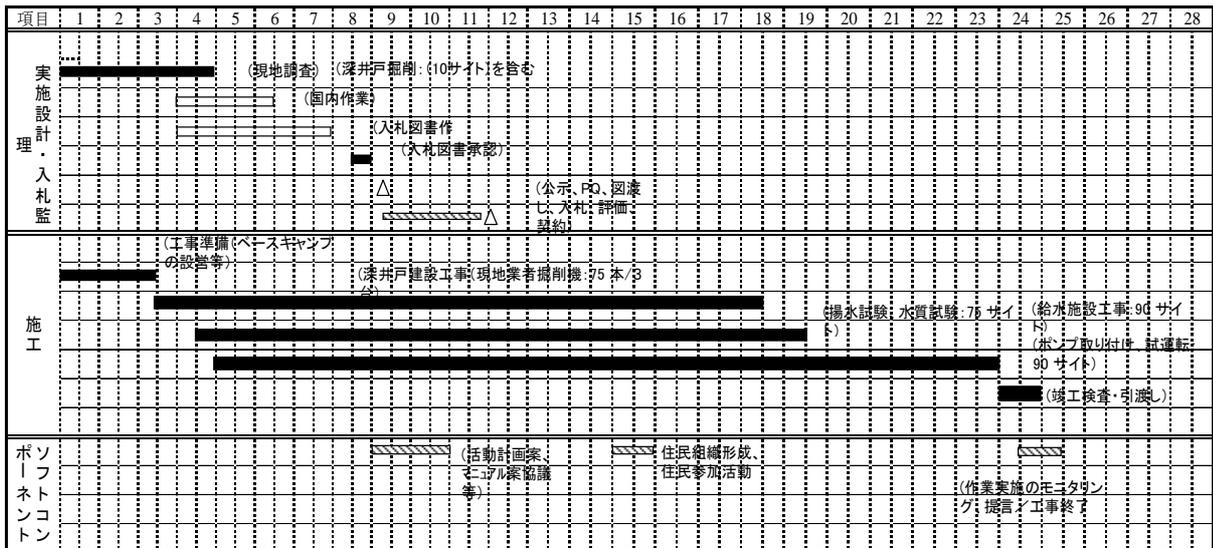


図 3-18 業務実施工程

3-3 相手国側分担事業の概要

プロジェクト実施に当たって、ケニア国政府が分担すべき事業は以下のとおりである。

(1) 井戸掘削用地の確保と整備

最終的な深井戸建設の位置は、水・灌漑省担当者同行のもと、対象村落との協議および電気探査の結果を通して決定される。そして、水利用者組合および村民によって整備される予定である。

(2) 工食用アクセス道路の確保

工食用アクセス道路は最低限の整備がなされているが、工食用車両の通行において何らかの障害がある場合は、住民により整備・復旧がなされる必要がある。

(3) 現場事務所、倉庫、ヤード用の用地準備

ベースキャンプ用地として、工事中に必要な資材の仮設倉庫、セメント・骨材の仮置き場、燃料タンクの設置、工事車両の保管に必要な用地が提供される必要がある。

(4) 商用電力線の引き込み

商用電力を利用する給水施設 37 カ所においては、早い段階から商用電力を引き込むための必要な手続きを進め、井戸建設位置が決まった段階で速やかに電力線を引き込む必要がある。

(5) プロジェクト要員の確保と予算措置

本プロジェクト実施においては、県水事務所、RV-WSB からは、プロジェクト全体を担当する職員が選任され、また、プロジェクト運営に係わる人件費等（日当、交通費等含む）は、施工開始前に予算措置される必要がある。

(6) 井戸掘削許可、EIA 等プロジェクト実施に関わる手続き

水資源管理庁（WRMA）に対する井戸掘削許可申請、また、国家環境管理庁への EIA 申請を速やかに実施し、プロジェクト実施前に必要な許可を取得する必要がある。

(7) 他のドナー、NGO、関連機関との連絡、調整

水・灌漑省は他ドナー、NGO 等の給水プロジェクトが本計画の対象村落と重複しないよう調整する必要がある。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 運営・維持管理体制

本プロジェクト実施後の運営・維持管理計画は、1) 住民組織の主体的参加に基づく運営・維持管理、2) 行政機関による住民支援を基本的な枠組みとする。本計画において想定する体制は3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画に示すとおりである。

3-4-2 運営・維持管理計画

(1) 運営・維持管理の基本方針

ケニア国地方村落部での給水施設の運営・維持管理は、地域住民組織の主体的参加による運営・維持管理および行政機関による住民支援サービスにより実施されている。

2002 年の Water Act 施行に伴うセクターリフォームにより、給水事業は独立法人である水サービス委員会（WSB）へ移管され、WSB と業務委託契約を締結する NGO、民間セクター、住民組織等からなる水サービス事業体（WSP）が運営することとなっている。

バリngo地域では、カバルネット市の都市給水について WSP が運営しているが、村落給水については、住民による水利用者組合による運営と県水事務所の支援という仕組みで続いている。

先方実施機関とは現状と同様に、村落参加型による運営・維持管理を基本に行うことを確認しており、建設する施設の持続性を確保するため水利用者組合の運営・維持管理能力の強化および県水事務所による村落支援能力の強化が必要である。

(2) 運営・維持管理計画

1) 地方行政組織による住民支援

施設の持続性を確保していくために住民の運営・維持管理能力の向上が不可欠であり、能力向上を目的とした地方行政による継続したトレーニングやモニタリング等が必要である。

県水事務所に求められる役割は以下のとおりである。

- ① 水利用者組合の設立支援
- ② 給水施設の運転、村落レベルで可能な維持管理の技術指導
- ③ 水料金の決定、徴収に関わる指導
- ④ 会計、資金管理に関わる指導
- ⑤ 給水施設の修理、更新に関わる支援
- ⑥ モニタリング

本計画では、県水事務所と関係する地方行政が十分な連携を図り、対象村落での参加型運営・維持管理体制づくりのための支援を行う。

2) 対象村落住民の参加意識向上

参加型運営・維持管理体制を作るためには、対象村落住民のオーナーシップの醸成、利用者負担原則に沿った運営・維持管理が重要である。本施設建設実施に当たっては、井戸位置決定時点から村落側の参加を求め、施設建設地の提供や必要に応じてアクセス道路の整備を求める。

3) 対象村落における施設の運営・維持管理能力の向上

ソフトコンポーネントによる支援により水利用者組合の設立支援、組織強化も実施される。しかし、教育を受けた水利用者組合の役員の変更もあり得るため、ソフトコンポーネントを通して県水事務所とともに作成される水利用者組合用運営・維持管理ハンドブック等を有効に利用し、行政側からの継続的トレーニングが実施されることが肝要である。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要なケニア国負担額は下記のとおり。交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) ケニア国側負担

総計 約 30.09 百万 ksh (約 31.6 百万円)

単位： Ksh

	負担内容	概要	数量	単位	単価	価格	備考
1	ベースキャンプ用地の整備費						
	Kabarnet	50mx50m	2500	m ²	100	250,000	公共用地、平坦地クリーニング
	Marigat	50mx50m	2500	m ²	100	250,000	公共用地、平坦地クリーニング
2	電力線の引き込み		37	サイト	643,405	23,806,000	
3	EIA ライセンスの取得費	EIA レポートの作成、手続き	12	式	70,000	840,000	村落を地域ごとに分類して EIA レポ

							ート提出
4	井戸掘削許可	WRMA	40	サイト	1,000	40,000	10 m ³ 以下/日
		WRMA	50	サイト	5,000	250,000	10 m ³ 以上/日
5	プロジェクト C/P 活動費						
	カウンターパート日当等		500	人・日	3,000	1,500,000	2人 x 10日/月 x 25月
	車両維持管理	車両1台燃料	15000	L	120	1,800,000	30L/日 x 20日 x 25月 (運営維持管理支援は別途計上)
		上記維持管理費	25	月	15,000	375,000	本体価格の1%/月
		モーターバイク2台燃料	2500	L	120	300,000	5L/日 x 20日 x 25月 (運営維持管理支援は別途計上)
		上記維持管理費	20	月	2,900	58,000	本体価格の1%/月
6	銀行負担			式		625,000	
	計					30,094,000	

(2) 積算条件

- ① 積算時点 平成 23 年 6 月
- ② 為替交換レート 1US\$ = ¥83.480 1Ksh = ¥1.050
- ③ 施工・調達期間 : 詳細設計、工事、機材調達の期間は施工工程に示したとおり。
- ④ その他 : 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行う事とする。

3-5-2 運営・維持管理費

運営・維持管理費は施設仕様で異なり、1~3Ksh/20Lの範囲となる。一方、社会条件調査による住民平均所得額から、一人一日当たりの水代支払い可能額は3ksh/20L/日と推測されている。

表 3-33より、施設の運営・維持管理費に必要な水料金は、社会条件調査に基づく水代支払可能額を下回っており、住民自身による持続的な運営・維持管理が可能と判断できる。

表 3-33 各動力方式における年間の運営・維持管理費の概算 (単位: ksh/年)

項目	ソーラー	発電機	商用電力
規模(750人)			
燃料費(発電機: 110ksh/L)	0	449,000	58,000
揚水施設消耗品交換、更新(ソーラーパネル 17年、ポンプ・発電機類 10年)	180,600	231,300	131,300
水売り管理者	18,000	18,000	18,000
オペレーター	72,000	72,000	72,000
その他(交通費、文房具) 1式	6,000	6,000	6,000
合計(ksh/年)	276,600	776,300	285,300
施設の運営・維持管理に必要な一人一日当たりの水料金	1.0	2.8	1.0

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

本プロジェクトの対象地域では、湖水、河川水、湧水、手掘り井戸等から飲料水を得ているが、これらの水源は下水や家畜の糞尿等に汚染されている場合も多く、また、乾期になると水量も減少、若しくは完全に枯渇するなど、水質・水量共に問題をかかえている。

本プロジェクトは、90カ所の深井戸を水源とする給水施設の建設を実施し、併せて建設した施設の持続性を確保するため、運営・維持管理用の車両およびコンピューターを機材調達を行う。また、ソフトコンポーネントによる県水事務所の住民支援能力の強化および水利用者組合の運営・維持管理能力の強化を図ることとしている。本プロジェクト実施のための前提条件は、以下のとおりである。

- 1) 給水施設建設用地の確保
- 2) 工事中アクセス道路の整備
- 3) 現場事務所、倉庫、ヤード用の用地準備
- 4) プロジェクト要員の確保と予算処置
- 5) 井戸掘さく許可、EIA ライセンスの取得
- 6) 免税措置

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

プロジェクトの効果を発現・持続するためケニア国側が取り組むべき事項は下記のとおりである。

- 1) 県水事務所の人件費、輸送等のロジスティック予算を確保する。
- 2) 県水事務所が対象村落の運営・維持管理状況をモニタリングおよび指導を行う。
- 3) 県水事務所が水利用者組合による自立的な施設運営ができるよう支援を行う。

4-3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続するための外部条件は下記のとおりである。

- 1) 物価高騰が起こらず、資機材が安定的に調達できる。
- 2) ケニア国政府の関連政策が大きく変更されない。
- 3) 気象条件により、道路事情が急激に悪化しない。
- 4) 治安状況が悪化しない。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

本プロジェクトの対象地域では、湖水、河川水、湧水、河床手掘り井戸等が主要な水源として利用されており、これらの在来水源は未処理で飲料水として利用されている。結果として水因性疾病の割合も高く、水源の安全性は大きな問題となっており、対象地域の給水サービスの改善は急務とされている。

本プロジェクトで建設される独立式深井戸給水施設は、村落毎に設置される水利用者組合によって運営・維持管理が行われる。施設の修理・更新をするため水料金は約2～3Ksh/20%と算定され、社会状況調査結果による水料金の範囲内にあり、住民による自立的な運営・維持管理は可能である。

ケニア国における地方給水事業の上位計画は、国家開発計画（Vision2030）において全国民が水資源と衛生へのアクセスを達成することを掲げ、ミレニアム開発目標の中期計画において現在の給水率平均40%から59%にまで改善することが目標としている。対象村落の給水率は24%と乏しいため、本プロジェクト実施により約37%までに向上させることで、上位計画の目標達成に貢献する。

本プロジェクトはJICA環境社会配慮カテゴリCに区分され、環境に影響を及ぼしやすいセクター・特性および影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は最小限と判断されている。

4-4-2 有効性

(1) 定量的効果

表 4-1 事業の定量的効果

成果指標 (バリング地域の4県)	基準値 (2011年)	目標値 (2017年) [事業完成3年後]
給水率(%)	24.4	35.7
給水人口(人)	98,000	157,580

(2) 定性的効果

- ① バリング地域において、安全で安定した飲料水が供給されることにより、衛生状況が改善され下痢、赤痢等の水因性疾病が減少することが期待される。
- ② バリング地域において、水汲み距離の縮減により、女性や子供の水汲み労働が軽減され、就学、就労率が向上することが期待される。
- ③ ソフトコンポーネントにより、バリング地域の90サイトにおいて水利用者組合が設立され、また、住民の水利用者組合への協力意識および施設のオーナーシップ意識の醸成が期待される。