

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

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

(1) 農業・水利・水産資源省（MAHRH）

プロジェクトの実施機関は、農業・水利・水産資源省（MAHRH : Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques）（以下、「MAHRH」）に属する水資源総局（DGRE : Direction Générale des Ressources en Eau）（以下、「DGRE」）である。2005年度の統計資料によれば MAHRH 職員は 2,412 名である。以下に、MAHRH の組織図を示す（MAHRH に属する組織の内、本プロジェクト関係部分を抜粋した）。

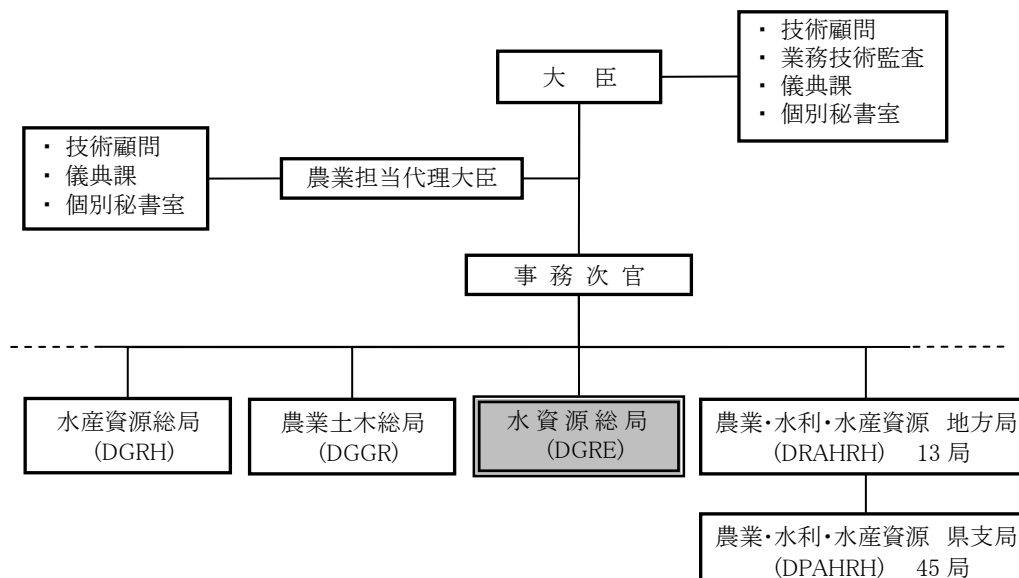


図 2-1 MAHRH 組織図

MAHRH は、全国に 13 の地方局（DRAHRH）と 45 の県支局（DPAHRH）を配置しており、計画対象地域においては 2 つの地方局と 6 つの県支局が関与する。各地方局には、1 名の水利技術者が常駐し、県支局にも所員が常駐し給水衛生分野を担当しているが、農業技術分野との兼務である。地方局は主として計画及びデータベースの管理を業務としている。一方、県支局の役割は、プロジェクト管理、関連地域でのトレーニングや啓蒙活動の支援である。また、県支局に所属する係官として、コミュニ単位技術支援ゾーン（ZAT, Zone d'Appui Technique）に配属される農業技術指導員がおり、農業指導とともに給水衛生に係る分野の支援に関与している。これらの本部と地方局、県支局の実情を十分に理解し、計画対象サイトへの支援を効率的に実施する。

2008年10月の協議において、MAHRH農業土木職員（2名）、地方局専門職員（各地方に2名ずつ）そしてDGRE職員（12名）の計40名の増員が2009年度に予定されていることが報告された。

(2) 水資源総局（DGRE）

DGRE は、首都ワガドゥグに本部事務所があり、水資源の総合管理、飲料水供給と衛生に係る国家政策の立案、実施の調整、フォローアップを任務としている。DGRE の全職員数は約 100 名弱である（2008 年時点）。DGRE の組織は、4 局（①水調査・情報局（DEIE : Direction des Etudes et de l'Information sur l'Eau）、②飲料水供給局（DAEP : Direction de l'Approvisionnement en Eau Potable）（以下、「DAEP」）、③衛生局（DA : Direction de l'Assainissement）（以下、「DA」）、④法務・水資源管理機関フォローアップ局（DLSO : Direction de la Législation et du Suivi des Organismes de Gestion des Ressources en Eau））から構成されている。上記組織の他、プロジェクト毎にプロジェクト・リーダーとエンジニア・チームが活動している。

本計画を主導するのは、DAEP である。DAEP と DA は、もともと飲料水供給・衛生局（DAEPA）という 1 つの局であったが、2007 年 1 月の組織改変で分割された。改変後の DAEP の職員数は 7 名であるが、2009 年より専門職員 3 名の増員されることが決定している。また、DGRE 全体では 12 名の増員となり、本プロジェクトの人的支援強化となる。

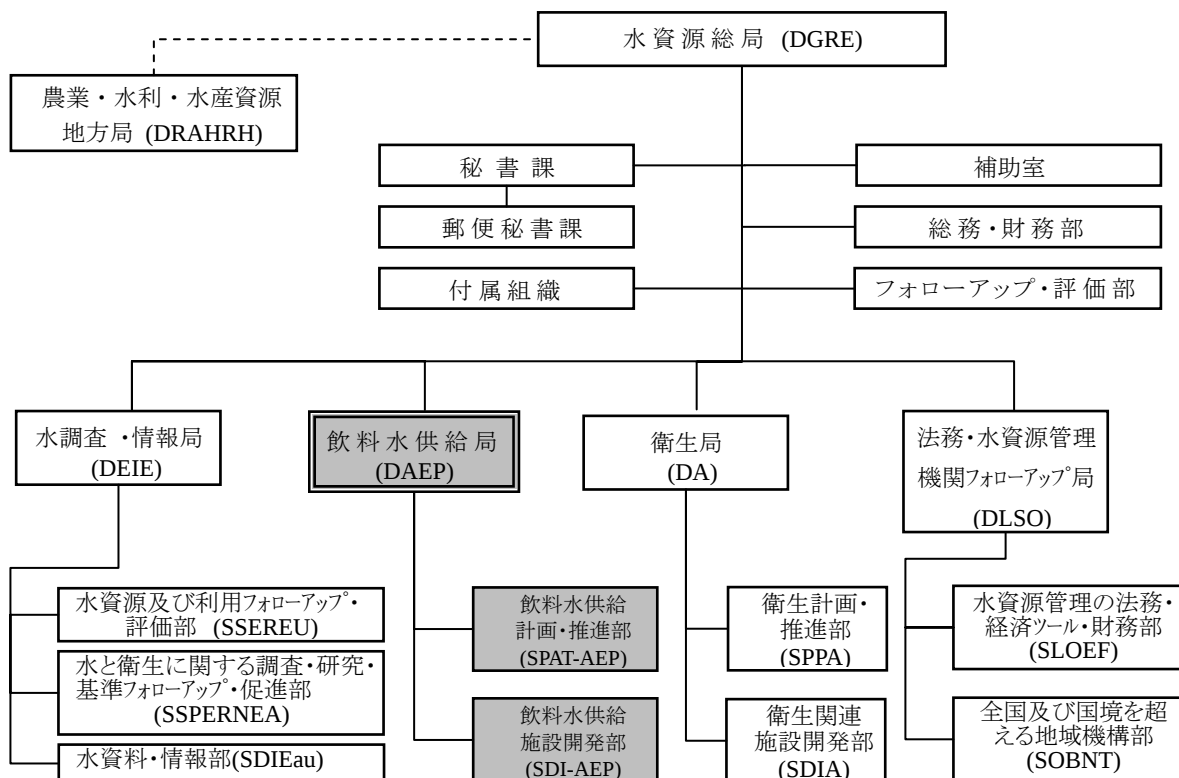


図 2-2 DGRE 組織図(2008)

2-1-2 財政・予算

DGRE の予算申請は前年度 7 月から 8 月に行われており、会計年度は 1 月から 12 月である。下表に、過去 4 年間（2004-2007）の MAHRH と DGRE の予算を示す。

2004 年度から 2007 年度の省総予算の推移は、2005 年度ではやや減少したが、2006 年と 2007 年で倍増傾向にある。2004 年、2005 年の 2 年間と 2006 年、2007 年の 2 年間との予算を比較すると、MAHRH は 2 倍に、DGRE は 3 倍に増額している。これはドナーの支援が増大したためである。一方、2008 年度の予算は大きな変動なく推移している。

表 2-1 最近の MAHRH および DGRE の予算(2004-2007) 単位：百万 FCFA

年度	MAHRH			DGRE		
	年予算 総額	内訳		予算額*	内訳	
		プロジェクト 投資額	活動・人件費		プロジェクト 投資額	活動・人件費
2004	7,556	7,014	542	804	786	18
	100%	92.8%	7.2%	10.6%	10.4%	0.2%
2005	7,076	6,479	597	717	705	12
	100%	91.6%	8.4%	10.1%	10.0%	0.1%
2006	13,813	12,908	905	2,482	2,458	24
	100%	93.4%	6.6%	18.0%	17.8%	0.2%
2007	19,252	17,888	1,364	2,592	2,577	15
	100%	92.9%	7.1%	13.5%	13.4%	0.1%

*比率は本省（MAHRH）の年予算総額に対するものである。

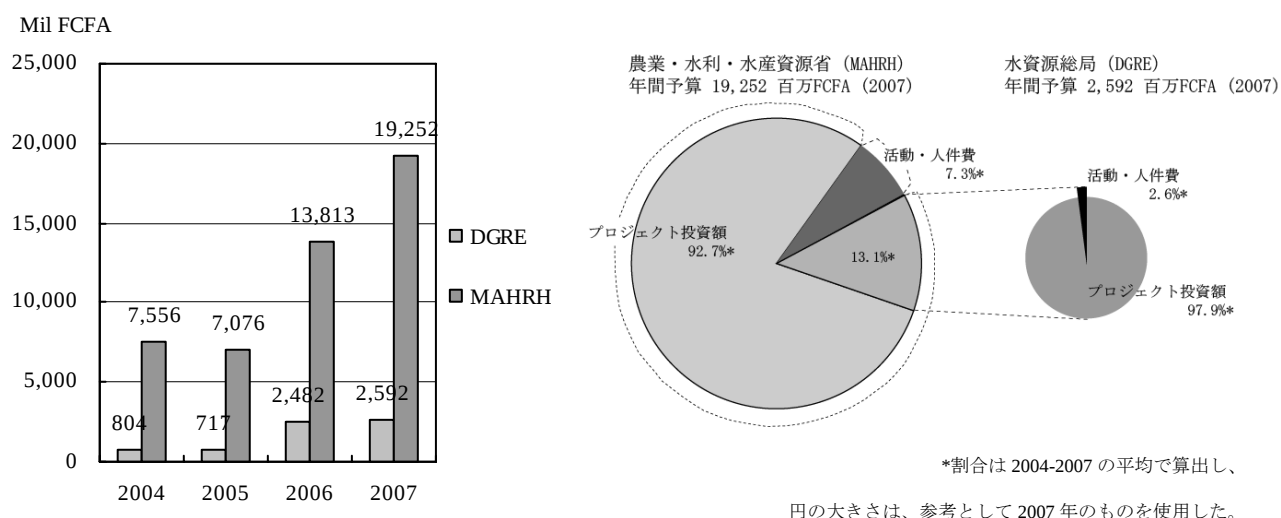


図 2-3 MAHRH と DGRE の予算変動と割合

2-1-3 技術水準

(1) 井戸掘さく技術

DGRE は、過去に井戸掘さく等の工事や管理を行っていたが、井戸掘さく関連部門は、民営化されたため、現在、深井戸建設工事は直接行っていない。また、DGRE の技術レベルは高いが、技術者の人員が限られている。以上のことから、建設と施工監理については、民間企業が実施する必要がある。

(2) 人力ポンプ付深井戸給水施設

試掘調査及び他ドナーによる計画の実施状況から、井戸掘さく、揚水試験、水質分析などに関する民間企業の技術は、本計画に必要となる水準を満足していることが確認された。また、深井戸掘さく工事の施工可能な民間企業は、多数存在し、現場への資機材供給に係る環境も整っている。

ただし、帯水層とスクリーン位置判定のための検層技術に関しては、検層機器を所有していない、または、所有していても検層の経験が不足しており、日本の無償資金協力事業の水準を満たさない。従って、日本の技術レベルで実施するために必要となる機器と技術者を投入する必要がある。

2-1-4 既存施設・機材

(1) 人力ポンプ付深井戸給水施設

現在「ブ」国において、人力ポンプの標準化は行われていない。そのため、計画対象地域には、複数モデルが共存している。また、人力ポンプの付帯施設（エプロン、井戸囲い、浸透枡）についても、各ドナー、各プロジェクトによって、デザインが異なる。

人力ポンプの揚水管については、鋼管が使われることが一般的である。ただし、水質分析の結果から計画対象地域の地下水には腐食性が認められ、そのことが故障の原因になっている。

「ブ」国が実施した 2005 年の村落インベントリー調査によれば、計画対象地域である中央プラトール地方における深井戸給水施設の稼働率は 93%である（2 年以上放棄された人力ポンプ付深井戸を非稼働とする）。既存施設の改修サイト調査の結果、人力ポンプ付深井戸給水施設の故障のうち、一時的に故障しているものを除き、放棄された人力ポンプ付深井戸給水施設の多くは、既に他ドナーによる改修が試みられたが、空井戸であることが確認されて

いたり、故障してから 10 年以上が経過していたりして、技術的に改修不可能である。以下に、改修要請サイトの代表的な事例を示す。

表 2-2 改修サイト調査結果の代表例

	県名	サイト名	人口(2004)	サイト概要図
	Oubritenga	Laongo-Taore	348	
1	➤ 1978 年に建設された井戸は、人力ポンプが 10 年以上前から故障したままで、2007 年に別案件にて実施された揚水試験の結果、改修不可能として放棄されている。 ➤ 1983 年に建設された 2 本目の井戸は、人力ポンプが引き抜かれた状態で放棄されている。			 水質の問題により放棄された深井戸
	県名	サイト名	人口(2004)	サイト概要図
	Kourwéogo	Niapa	543	
2	➤ 20 年以上前に建設され、人力ポンプは 17 年前から故障している。 ➤ 人力ポンプの揚水管が腐食し、現在シリンダーと揚水管を取り外した状態になっている。 ➤ 建設当時、周辺に住んでいた村民が移住したため、現在は放棄されている。			 腐食により放棄された深井戸
	県名	サイト名	人口(2004)	サイト概要図
	Sourgoubila	Bouanga	1,776	
3	➤ 改修対象は 2 井で、1 井は 1981 年建設の ABI ポンプで 10 年前から故障している。 ➤ PNAT プロジェクトが改修を試みたが、揚水試験の結果、水量不足で改修不可能と判断された。 ➤ 第 2 井は 1988 年建設の ABI ポンプで、4 年前から故障している。井戸の内部状況は不明である。			 水量の問題により放棄された深井戸

日本の無償資金協力（1998-2000）により建設された中央プラトー地方の人力ポンプ付深井戸給水施設は、概ね問題なく稼動しており、「ブ」国政府や村落住民から評価されている。

人力ポンプ付深井戸給水施設のうち「ブ」国側の住民負担として計画された井戸囲いと浸透枳に関しては、住民により建設されていなかったり、機能として不十分だったりする例が確認された。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

首都ワガドゥグから放射状に幹線道路が整備されている。未舗装道路については、高路床・碎石敷道路へと改修されているものの、首都や県庁所在地周辺のごく一部を除き整備状況は十分ではない。未舗装道路では、雨季になると冠水箇所が多数発生し、車輛の走行が困難となる。また道路の保全を目的として、大型車両の通行が規制される場合がある。乾季においても、雨季に冠水した箇所が窪地となり高速での車両走行には危険を伴う。幹線道路を外れて、掘さく地点に向かう道路は、未舗装であり、村落内に入れば、耕地を通過しなければならない場合もある。

下表に首都ワガドゥグから計画対象地域（2 地方 6 県）までの距離と車輛移動時間を示した。計画対象地域の中で最も遠い Zoundwéogo までの距離が 145Km で、移動時間は約 4 時間となっている。

表 2-3 対象地域へのアクセス

地方	県	首都からの距離 (Km)	移動時間 (h)
南部中央	Bazéga	41	1.2
	Nahouri	103	3.0
	Zoundwéogo	145	4.2
中央プラトー	Ganzourgou	106	3.0
	Kourwéogo	54	1.5
	Oubritenga	34	1.0

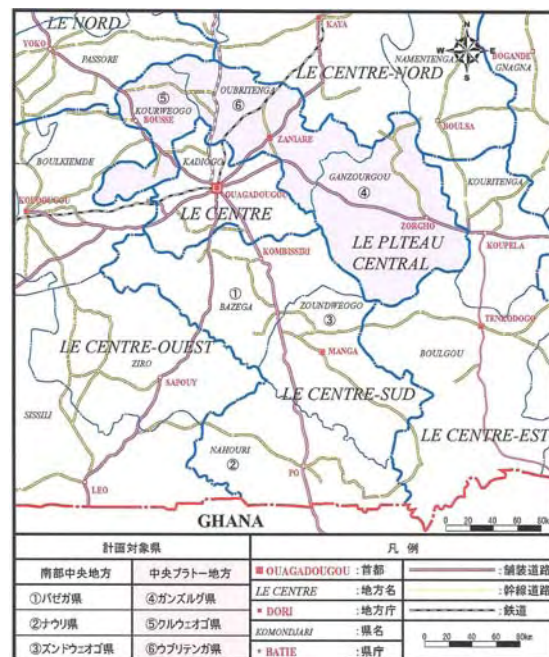


図 2-4 計画対象地域の道路網

(2) 通信

「ブ」国では、プリペイド式の携帯電話が一般に普及している。首都や地方の中心都市を除き固定電話、公衆電話はほとんど見られない。携帯電話の通話エリアに関しては、一部の遠隔地では通話不可能だが、携帯電話の受信可能地域は現在急速に整備が進められている。

計画対象地域においても、県庁所在地、コミューン庁所在地や幹線道路沿いは、通話可能である。

インターネットは首都および県庁所在地等の都市部で利用可能である。2006 年から首都では ADSL のサービスも始まっている。

2-2-2 自然条件

(1) 気候・水文

計画対象地域は、ケッペンの気候区分に従えば、サバンナ気候に区分され、雨季（6 月～9 月）と乾季（10 月～5 月）が明確で、年間平均降水量は中央プラトー地方で 600mm～900mm で、南部中央地方で 900mm～1,100mm である。年間平均気温は、首都ワガドゥグで 28.6 度、乾季の月別平均気温は 33.3 度である。また、1 日の最高気温は 45 度前後に達する。

以下に計画対象地 6 県において 1 日の降水量が 10mm を超える月別日数を示した。計画対象の 6 県の内、Oubritenga 県に関しては、十分な観測結果が得られなかったため、近県の首都ワガドゥグの資料を代用した。月別降水日数（1 日の降水量が 10mm を超える月別日数）からは、乾季と雨季が明瞭に分かれていることが解る。

表 2-4 月別降水日数（2000-2004 の 5 年平均）

地方	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
	観測所名													
中央 プラトー	Boussé	0	0	0	0	0	8	12	14	9	0	0	0	43
	Ouagadougou	0	0	0	0	0	0	15	16	11	0	0	0	42
	Zorgho	0	0	0	0	6	7	13	12	8	3	0	0	49
南部中央	Kombissiri	0	0	0	2	4	4	10	8	6	2	0	0	36
	Manga	0	0	0	0	6	0	13	15	11	4	0	0	49
	Pô	0	0	0	0	0	11	14	17	14	0	0	0	56

次に、首都ワガドゥグと Pô（ポー）の月別平均気温と降水量を示した。Pô はガーナと国境を接する Nahouri 県の県庁所在地で、首都ワガドゥグからおおよそ 120Km 南にある。

気温については、首都ワガドゥグと Pô の間に違いは認められない。一方、降水量については、首都ワガドゥグに比べて Pô の方が大きな値を示している。「ブ」国は、南に行くに従って降水量が多くなるという特徴をもっており（図 2-6）、月別平均降水量のグラフにもその特徴が表れている。

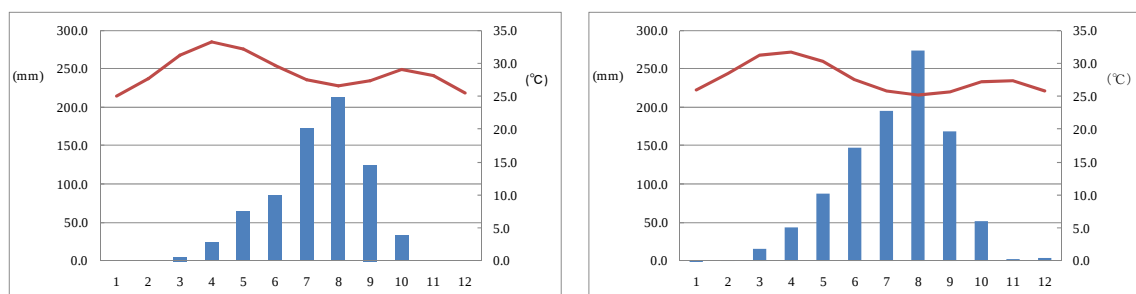


図 2-5 首都ワガドゥグ（左図）及び P6（右図）の月別平均気温と降水量（1985-2004）

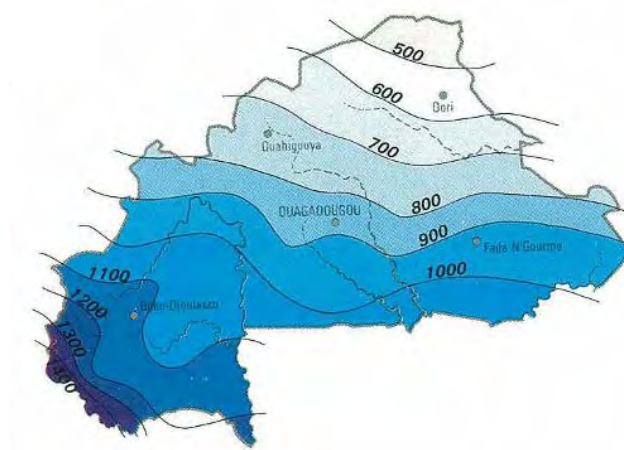
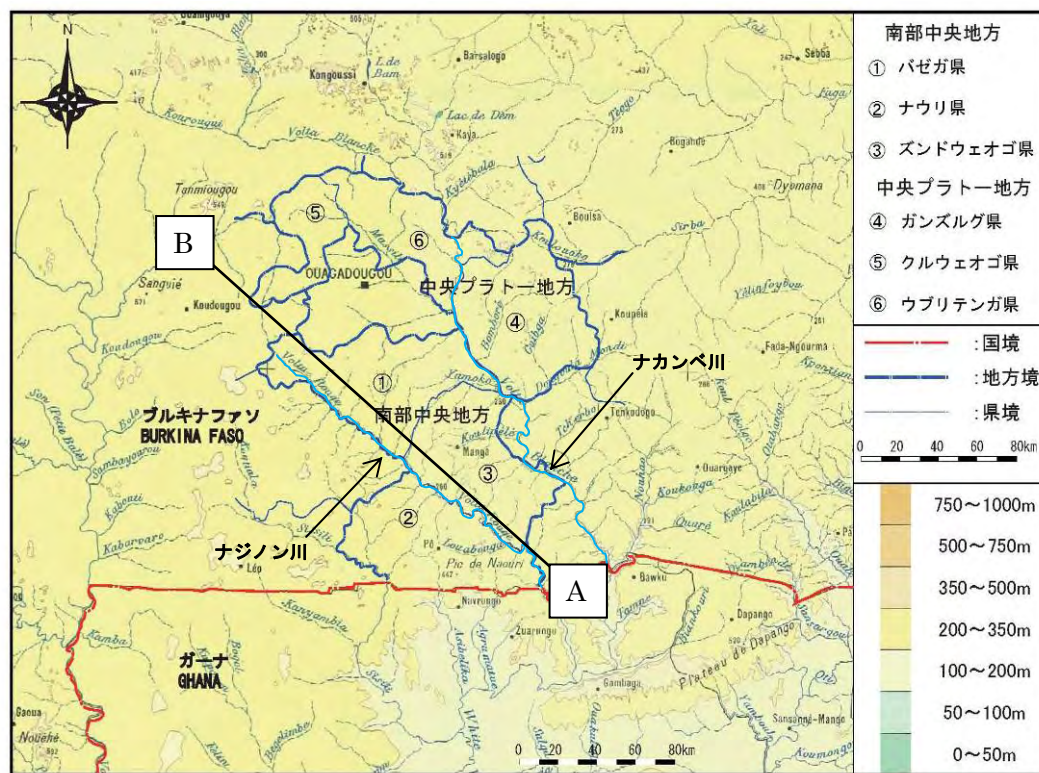


図 2-6 年間等降水量線図

(2) 地形

計画対象地域は、主として標高 200～350m の平坦な台地（プラトー）状の準平原と標高 350～520m の台地状残丘から構成されている。下図の地形図と地形断面図に示す通り、計画対象地域の地形勾配は 1/2,000 で、水平距離約 200km に対して標高差 100m 程度と非常になだらかで平坦な地域である。対象地域にはナカンベ（白ボルタ）川とナジノン川の 2 大河川が、北西－南東方向に流下し、隣国ガーナに注ぎ込んでいる。この主要河川以外の川は、乾季（11 月～4 月）にはほとんど流水がなく枯れ川となっている。



(m) 南東 →

← 北西

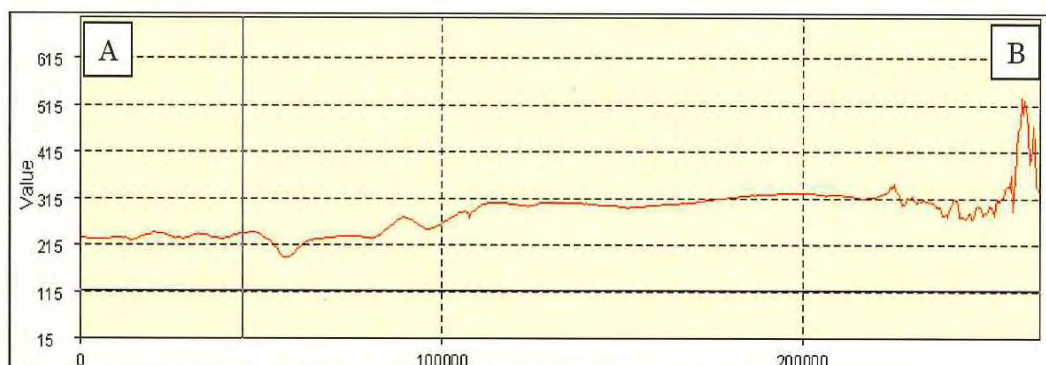
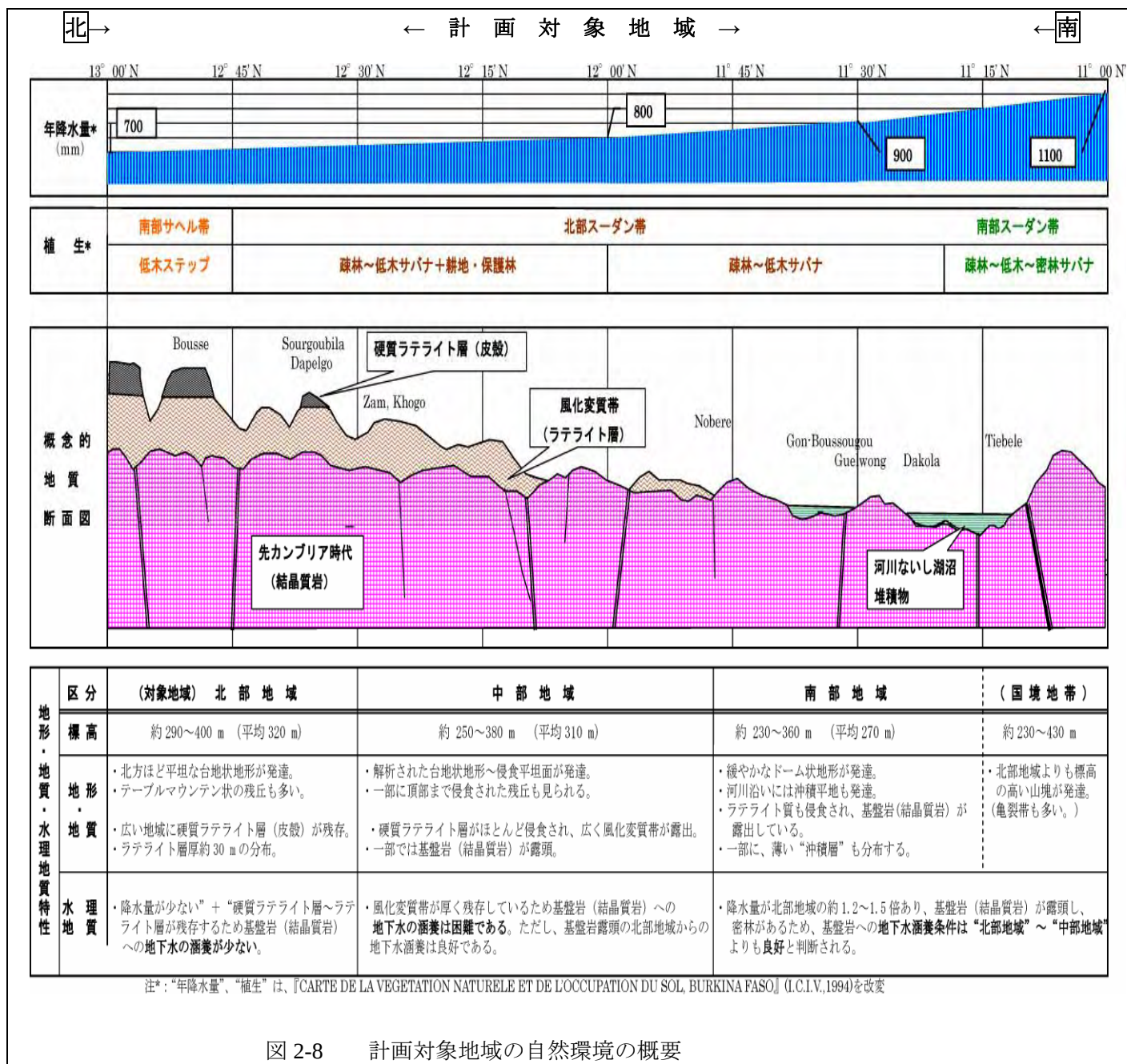


図 2-7 計画対象地域の地形図と地形断面図

(3) 地質・水理地質

計画対象地域の対象村落は、主として標高 200～350mの平坦な準平原に位置する。伝統的手掘り浅井戸は存在するものの、乾季において水位は減退し取水が困難となる。一方、人力ポンプ付深井戸施設は年間を通じて安定した水源であるが、村落を構成するそれぞれのカルティエではなく、数 km 以上離れた深井戸からの水運びが婦女子の日常の仕事となっている。

計画対象地域の自然環境を構成する降水量、植生、地形、地質、水理地質特性などを模式断面図に示す。



図に示す通り、計画対象地域の年間降水量は北部では 700mm/年の乾燥地域サバンナ気候で降水量は少なく、南部に行くに従い 1,100mm/年と多くなり植生も増大する。

地質的には、先カンブリア時代の基盤岩である結晶質花崗岩類が広く分布し、主として北東から南西方向の主要断層と構造線に沿って部分的に火山岩、堆積岩、結晶片岩類が露頭する。地表は厚いラテライト層及び風化帯に覆われており、北部では約 30m 層厚で南部に向かって 20m から 10m 以下に薄くなる傾向を示す。そして、基盤岩の露頭は山頂や小崖などの 1 部に限られている。このため、地下水涵養は南部地域においては良好であるが、北部ほど少なく地下水開発も難度が高くなる傾向にある。

計画対象地域の水理地質状況と地下水の賦存状況を下表に示す。また、調査結果から想定される計画対象地域における地下水開発対象層は以下の通りである。

- ① 沖積層の自由地下水(半被圧地下水)：ほとんど期待できない。
- ② 中生代貫入岩体の被圧地下水：亀裂帯の安定した地下水である。
- ③ 先カンブリア時代の被圧地下水：亀裂帯の安定した地下水である。

表 2-5 対象地域の地質と地下水の賦存状況

地質時代		地層名	岩相	地下水賦存	評価
第四紀		現世(沖積層)	砂礫、河成粘土、シルト	自由～半被圧地下水	△
中生代		貫入岩体	粗粒玄武岩	亀裂地下水(被圧)	○
先カンブリア時代	C	エブルニアン系	(アフリカ造山運動) 花崗岩、流紋岩、花崗斑岩、片岩、火山砕屑岩、火山岩、砂岩、礫岩	亀裂地下水(被圧)	○
	D	ビルリミアン系	(不整合) 片岩、花崗岩、片麻岩、ミグマイト	亀裂地下水(被圧)	○

○：良好、△：存在している

下表 2-6 に、計画対象地域北部の中央プラトー地方 3 県における無償資金協力プロジェクトの実績を示す。

表 2-6 「ギニア・ウォーム撲滅対策飲料水供給計画」(1999-2000)資料の分析

調査対象県	井戸掘さく数	成功井戸	成功率(%)	深度(m)	揚水量区分毎の割合(%)				静水位(m)	風化層(m)
					～0.7 m ³ /h	0.7～3 m ³ /h	3～5 m ³ /h	5～ m ³ /h		
1.Ganzourgou	34	21	62	40～79	38	59	3	0	5～49	22
2.Kourwéogo	16	11	69	40～89	31	64	5	0	5～39	27
3. Oubritenga	22	13	59	40～95	41	59	0	0	5～29	27
平均	72	45	63	64.4	37	60	3	0	5～49	25

計画は人力ポンプ付深井戸給水施設建設を目的としたもので、井戸の成功率は、72 本の掘さくに対して 45 本の成功で 63%（計画は 80%）であった。地下水は被圧地下水で、井戸深度は 40m～95m（計画は平均深度 64.4m）、静水位は 5m～49m、上部風化帯の厚さは 22m～27m であった。

井戸 1 井当りの揚水量は、0.7 m³/h 以下が 37%、0.7～3 m³/h 以下が 60%、3～5 m³/h 以下が 3%と非常に少なく、5 m³/h 以上（簡易給水施設の基準）については皆無である。このため、計画対象地域は、地下水開発の難度の高い地域と判定される。

図 2-9 に「ブ」国の地質構造図(BRGM 2003)、図 2-10 に成功井と失敗井の全国分布図(DGRE 2003)を示す。地質構造図には北東－南西方向の主要構造線が見られるが、井戸の成功井分布図と対比すると、北東－南西方向に斜交する北西－南東方向に成功井の分布傾向が強く見られる。これらの傾向を考慮した地下水開発を検討する。

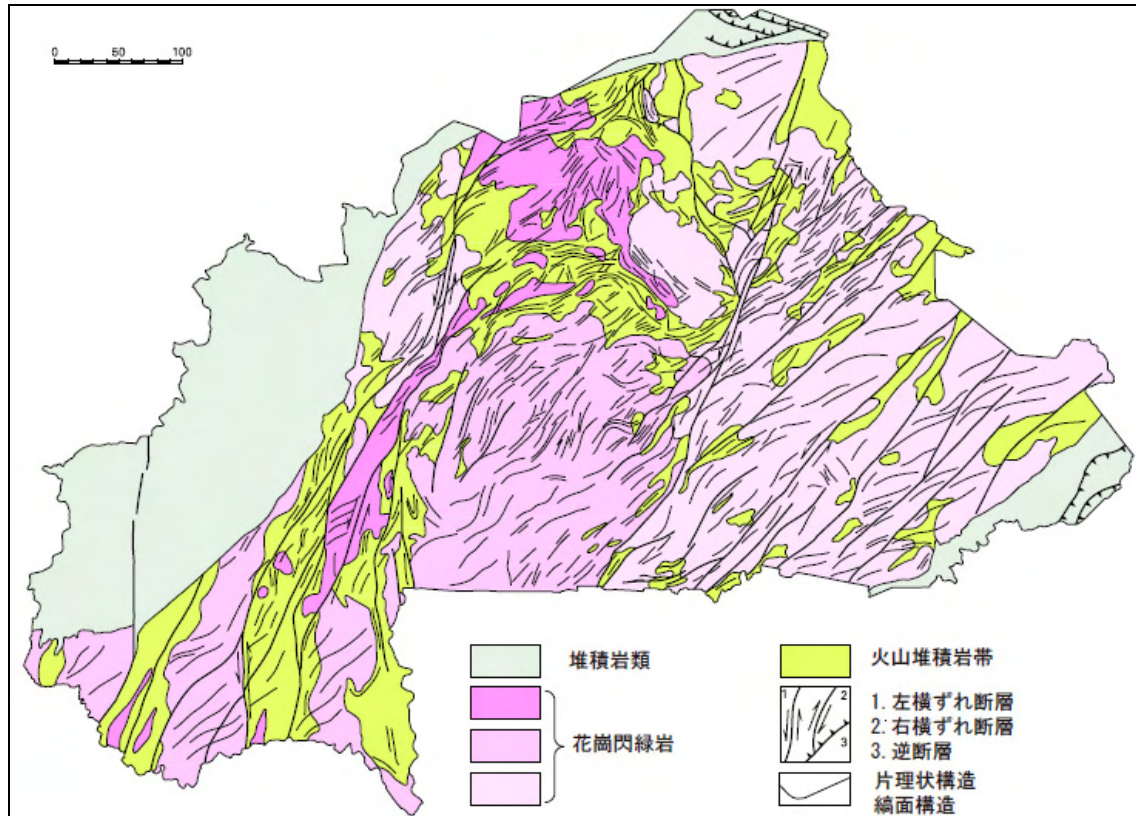


図 2-9 地質構造図 (出典：BRGM 地質・鉱物資源図(第 3 版) 2003)

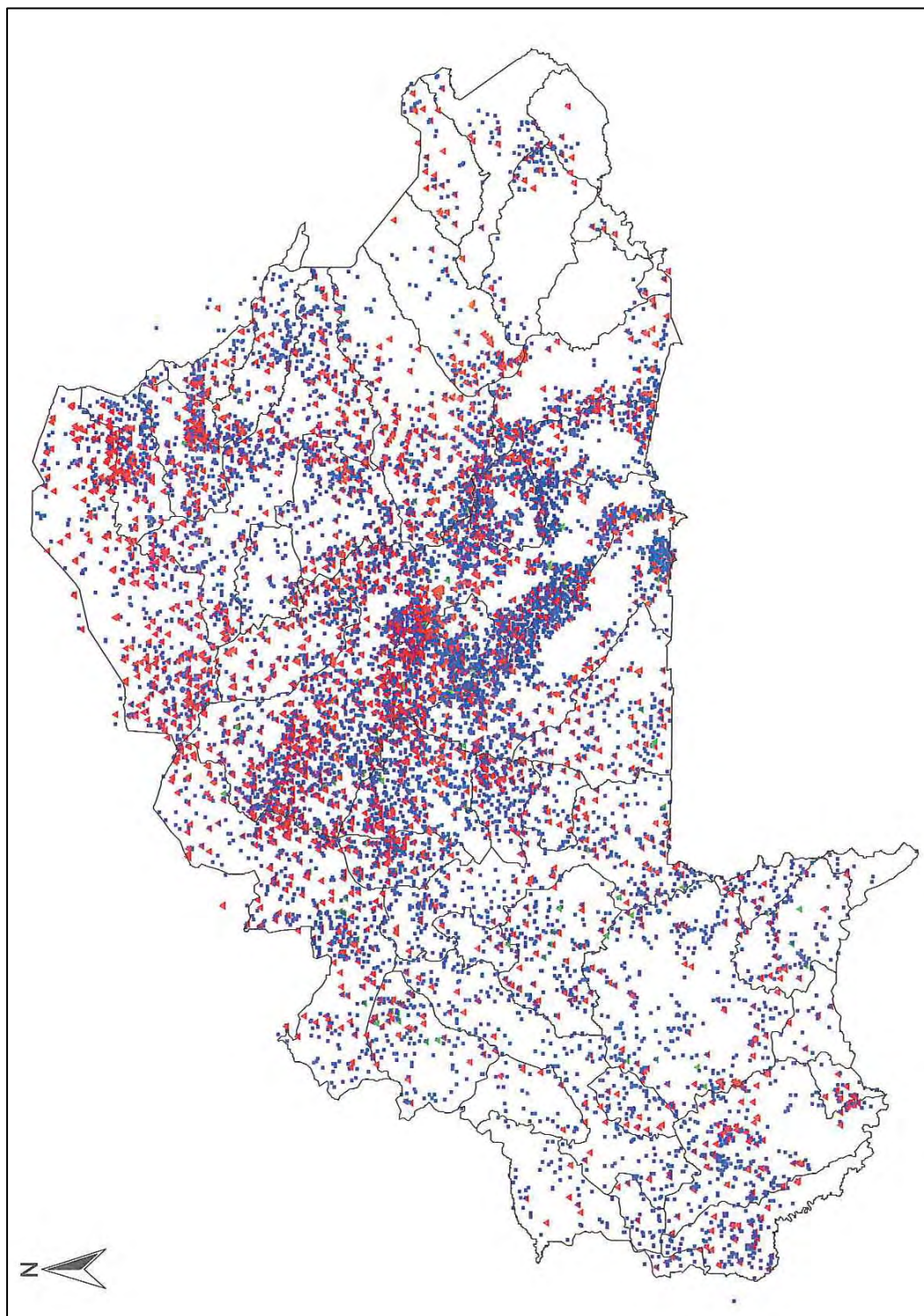


図 2-10 成功井(青色)と失敗井(赤色)の分布図 (DGRE 2003)

地下水は、基盤岩上部の風化帯と基盤岩の不整合面および基盤岩中の亀裂帯に存在する。現状の地質、水理地質条件から、地下水賦存状況は良好であるが、地表を硬質のラテライト層ないし 20m 以上の基盤岩の軟弱風化層が覆っており、安全で安定した被圧地下水を得るためには井戸の深度を 60m 以上とすることが必要である。また、深部の基盤岩中の亀裂が主な帯水層であるため、井戸位置選定には水平探査と垂直探査から構成される電気探査が不可欠である。

(4) 自然条件調査の結果

本計画対象地域において、人力ポンプ付深井戸給水施設の計画に係わる地下水賦存状況や地質構造を明らかにすることを目的として、自然条件調査（衛星画像解析、空中写真解析、物理探査、試掘調査）を実施した。

1) 衛星画像解析

計画対象地域の地形、地質構造、水理地質条件を明らかにするために、衛星画像解析を調査手法の 1 部として実施した。提案理由及び調査経緯は、以下の通りである。

- ① 調査対象地域の基図(地形図：1/5 万)が 1 部分しか存在しない。
- ② 調査対象範囲が広範囲（200km×200km）であり、調査対象村落 400 箇所以上が散在し特定に時間を要する。
- ③ 既存の地形図(縮尺 1/20 万)が存在するが、対象地域全域をカバーしていない。
- ④ 縮尺 1/20 万及び縮尺 1/100 万の地質図、水理地質図、既存井戸データ(500 箇所以上の井戸建設年、深度、静水位、揚水量、ポンプ型式、据付深度など)等の多様な既存データが存在する。
- ⑤ 基本設計調査の現地調査(約 1.5 ヶ月)において、調査対象村落 400 箇所中 200 箇所の物理探査と試掘調査(10 箇所)が含まれている。
- ⑥ 以上のような現地事情に鑑み、衛星画像データの解析により計画対象村落の特定、地下水開発のための地形、地質構造、水理地質条件を衛星画像上で整理、同一座標で評価することにより、基本設計調査の目的、井戸掘さく地点の選定と迅速な現地調査が可能であるとして、これを実施した。

調査の実施過程は以下の通りである。

- ⑦ 上記、調査目的の達成のため、衛星画像データ Landsat ETM データ(解像度 30m と解像度 15m 相当)を調達し、基本となる衛星画像（フォルスカラー出力）を作成した。
- ⑧ 数値標高データは、SRTM(解像度 90m)を選定し、上記衛星画像と標高データを合成し、斜度算出プログラムにより地形陰影図を作成した。
- ⑨ 地形陰影図をベースとしてリニアメントの判読やリニアメントと地質構造との関連を検討した。また、水文解析プログラムを使用し、流路網を算出し水系の解析や集水域の自動抽出を行い、水系図と集水域図を作成した。

- ⑩ さらに、衛星画像及び地形陰影図をベースとして、既存地形道路マップ(DCW : Digital Chart of World)、地質図、水理地質図など、縮尺 1/20 万、1/40 万及び縮尺 1/100 万の既存地図とのオーバーラップ図を作成した。また、既存井戸データ(500 箇所以上の井戸座標、静水位、揚水量区分など)、と調査対象村落 400 箇所以上の座標、また、地質図、道路、行政区分などのオーバーラップ解析を行い、現地調査用地図として現地で利用した。
- ⑪ 現地調査では、これらの衛星画像解析図を参照して、調査対象村落の特定と物理探査や試掘調査の井戸位置選定のために利用した。
- ⑫ 帰国後、調査対象村落 400 箇所の村落・世帯調査の分析結果を踏まえて、計画対象 190 箇所と補助サイト 115 箇所、試掘地点 10 箇所、物理探査実施サイト 30 箇所を衛星画像上に表示した。
- ⑬ 従来の地下水開発においては、基本設計調査の限られた期間に物理探査を実施し、井戸位置の選定を行ってきた。特に、本調査では広域の地下水ポテンシャル調査として、人力ポンプ付深井戸給水施設建設のための物理探査(30 サイト)と揚水量 $5\text{m}^3/\text{h}$ 以上を必要とする簡易給水施設の水源選定のための試掘調査が 10 サイトであり、衛星画像解析図を有効に利用できた。試掘調査では、揚水量 $5\text{m}^3/\text{h}$ 以上の成功率の当初予想 30%を上回る成果を得た。調査対象 10 サイト中 7 サイトの水源が確定し、サイト別では 70%の成功井を現地調査期間 1.5 ヶ月で確認した。
- ⑭ このため、対象地域が広範囲で調査地点が多い場合、調査地域の広域地下水ポテンシャル調査に衛星画像解析図の利用は効果的であると思料される。
- ⑮ 下記に衛星画像の代表的な図面を示す。

図 2-11 の線形（リニアメント）は、地形の立体視から判読したものである。線の太さによってリニアメント構造の大きさを示している。赤い線形は比較的古い地質時代のリニアメントを示しており、一方黄色い線形は比較的新しい地質時代のリニアメントを示している。

図 2-12 地下水ポテンシャルと揚水量は、地形陰影図を基図として計画対象サイト約 300 箇所の分布と基本設計調査で実施した試掘地点(10 箇所)、物理探査地点(30 箇所)と既存井戸データ(500 箇所以上)を図上に示している。既存井戸の揚水量については表示を 3 区分($1\text{m}^3/\text{h}$ 以下、 $1\text{--}5\text{m}^3/\text{h}$ 、 $5\text{m}^3/\text{h}$ 以上)とし、リニアメント（断層等、断裂を反映している可能性がある線状地形）との関係を判読可能なように作成している。また既存井戸の静水位の分布についても表示し、計画対象サイトの水理地質条件を判定して、物理探査作業に迅速に利用可能な図面としている。

図 2-13 は、地質と揚水量を衛星画像の地形陰影図に重ね合わせたものである。計画対象サイト約 300 箇所の分布、既存井戸データ(500 箇所以上)の水量区分と地質の関係が読み取れるように作成している。

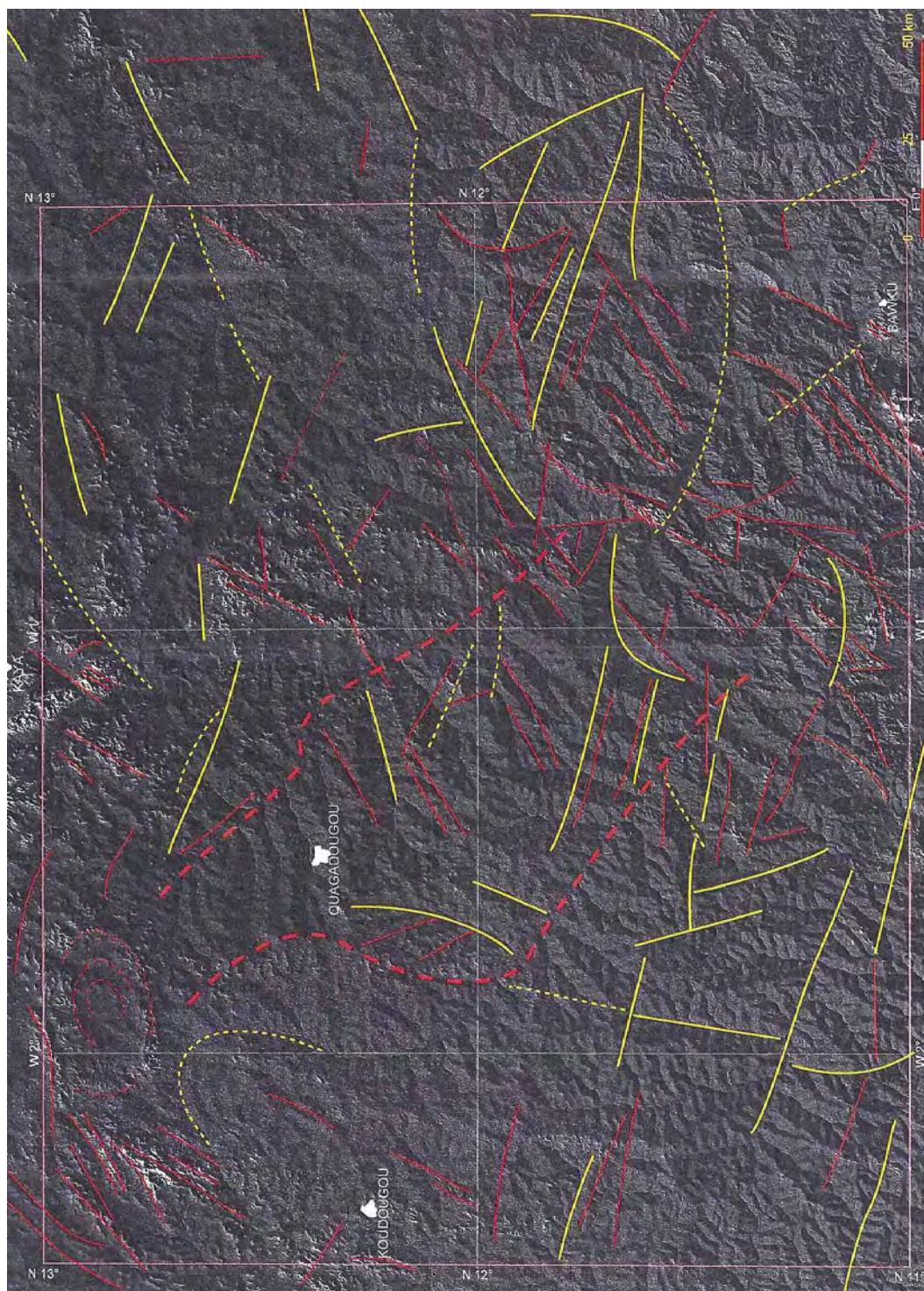


図 2-11 計画対象地域で判読したリニアメントを地形陰影図上に表示

2) 空中写真解析

水源調査のための電気探査に先立って、空中写真解析を行った。「ブ」国の国土地理院（I.G.B.）から入手した空中写真（縮尺 1/50,000、白黒写真）からリニアメント及び地形概況を判読して、空中写真判読図（縮尺 1/25,000～1/50,000）を作成した。

南部中央地方においては、風化変質層が削剥されており薄いことから、リニアメントの抽出は比較的容易であった。また、この地方には縮尺 1/50,000 の地形図が存在するため、比較的精度の高い空中写真判読図を作成することが出来た。一方、中央プラトー地方においては、風化変質帯が非常に厚いことから明瞭なリニアメントを判読することが難しかった。また、地形図（縮尺 1/50,000）が存在しなかったため、南部中央地方で作成した空中写真判読図に比べて中央プラトー地方のものは精度がやや低い。

上記の空中写真判読図と衛星画像解析図の併用により、リニアメントの分布位置・方向性を判読して、比較的大規模な断裂が想定される箇所に電気探査の測線を設定して計測を行った。

3) 物理探査

試掘調査に先だって、井戸位置と井戸深度の判定のため、物理探査を実施した。亀裂帯の判定のために水平探査を行い、確実な亀裂地点に垂直探査をかけた。水平探査と垂直探査の仕様は、以下の通りである。

表 2-7 物理探査の仕様（人力ポンプ付深井戸給水施設建設対象サイト）

	手法	測線・測点数	探査測線長・深度	探査箇所数
水平探査	ウェンナー法	2 測線	500m（線長）	30 サイト
垂直探査	ウェンナー法	2 測点	100m（深度）	30 サイト

表 2-8 物理探査の仕様（試掘調査対象サイト）

	手法	測線・測点数	探査測線長・深度	探査箇所数
水平探査	ウェンナー法	4 測線	300m（線長）	10 サイト
垂直探査	ウェンナー法	4 測点	100m（深度）	10 サイト

4) 試掘調査

試掘調査では、人力ポンプ付深井戸給水施設の水源の条件を満たす井戸は、18 本の掘さくの内、14 本の成功井を得た。一方、7 サイトでは大揚水量（5m³/h 以上）の成功井を得た。以下に結果の概要を示す。

表 2-9 試掘調査結果の概略

対象サイト名	試掘結果		揚水試験	
	掘さく深度 (m)	洗浄時湧水量 (m ³ /h)	5m ³ /h 以上	0.7m ³ /h 以上
Sourgoubila	57.85	7.0	○	○
Boussé	70.00	2.3		○
	63.04	1.5		○
Dapélogo	63.06	0.5		
	70.00	0.2		
Khogo	70.00	0.0		
	70.00	6.0	○	○
Zam	80.00	2.5		○
	70.00	2.3		○
	75.70	8.0	○	○
Nobéré	75.76	2.1		○
	69.74	1.0		○
Gombousgou	69.81	15.6	○	○
Tiébélé	99.80	2.5		○
	60.81	12.0	○	○
Guelwongo	81.81	6.2	○	○
Dakola	70.00	0.0		
	69.83	9.0	○	○

以上、自然条件調査からの教訓として、中央プラトー地方の風化変質層は厚く容易に亀裂帯を判定することが出来ないため、水平探査と垂直探査を併用した調査が必須であると思料される。今後の深井戸建設のための物理探査にこの教訓を活かすことが望まれる。

表 2-10 試掘調査結果

	中央プラトー地方	南部中央地方
試掘サイト数	5	5
掘さく本数	9	8

内訳

大揚水量 成功井(5m ³ /h 以上)	1	4
成功井 (5m ³ /h～0.7 m ³ /h)	5	3
空井戸	3	1

試掘における成功率

大揚水量 成功率(5m ³ /h 以上)	11%	50%
総合 成功率 (0.7 m ³ /h 以上)	67%	88%

揚水試験ほか試掘井の井戸評価、柱状図他を資料編に示す。

(5) 水質分析

試掘調査では、水質分析もあわせて行った。既存資料から、計画対象地域における水質問題として、硝酸、亜硝酸、鉄、亜鉛などの問題が確認されている。一方、試掘井（2 地方 5 県 11 試掘井の水質 27 項目）の水質分析結果からは、計画対象地域の地下水は、アルカリ度が低く、ランゲリア指数も負の値を示していることから、鉄類の腐食問題が想定されることが分かった。結果を下表に示す。

Nobéré においてはヒ素が確認されたため放棄した。また、Dakola と Khogo については大腸菌が確認された。一般的に、深井戸から大腸菌が確認されることはないことから、サンプル採取に問題があったと考えられる。

表 2-11 水質分析結果

分析項目	WHO ガイドライン	単位	NAHPO5	NAHTIES	NAHZIO7	ZUNGOMS	ZUNNOB14	GANKOG3-1	GANKOG3-2	ZANZAM35-1	ZANZAM35-2	KOKUSOU16	KOUBOUS
			Dakola	Tiébélé	Guelwongo	Gombousgou	Nobéré	Khogo	Khogo	Zan	Zan	Sourgoubila	Boussé
Temperature		温度	27.4	28.9	29.4	28.58	31.7	30.2	28.7	30.3	28.4	27.6	29.9
pH	6.5-8.5	pH	7.35	6.45	7.02	7.93	7.63	8.25	7.13	7.63	6.95	6.66	6.67
EC		電気伝導度	624	135	342	412	286	711	588	454	265	222	210
Turbidity	5.00	濁度	0.20	0.56	0.45	0.46	2.41	0.70	0.35	0.60	0.72	0.26	0.84
TDS	1000 ^a	蒸発残留物	411.8	89.1	225.7	271.9	187.8	469.2	388.0	299.6	174.9	146.5	138.6
Titre alcali metrique		Pアルカリ度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Titre alcali metrique complet		Mアルカリ度	35.9	6.3	16.4	24.2	12.7	17.2	28.3	20.6	10.3	11.0	8.9
Total Hardness	50 ^a	総硬度	29.8	5.3	15.0	20.5	11.2	30.7	30.4	18.5	10.0	9.7	7.9
Calcium		カルシウム	61.6	10.8	30.0	42.0	22.4	67.2	65.2	38.0	20.8	20.4	16.0
Magnesium		マグネシウム	35	6.4	18.1	24.2	13.5	33.7	34.2	21.7	11.5	11.1	9.5
Sodium		ナトリウム	23.3	8.65	12.86	16.29	11.67	20.88	31.11	13.33	9.16	10.86	9.28
Potassium		カリウム	3.33	0.33	1.66	1.66	0.66	2.5	3.33	2.08	0.66	0.66	0.66
Iron	0.3 ^a	鉄	0.06	0.34	0.02	0.03	0.15	0.22	0.02	0.24	0.02	0.00	0.02
Manganese	0.1 ^a	マンガン	0.0	0.018	0.012	0.014	0.013	0.086	0.034	0.022	0.008	0	0.002
Ammonia	1.5 ^a	アンモニア	0.07	0.05	0.14	0.03	0.14	0.08	0.09	0.10	0.02	0.03	0.06
Arsenic	0.0	ヒ素	0	0	0	0	370.0	0	0	0	0	0	0
Carbonates		炭酸イオン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bicarbonates		重炭酸イオン	438.0	77.0	200.1	294.9	154.9	210.3	345.3	251.3	126.0	134.2	108.3
Chloride	250 ^a	塩化物	7.64	1.70	2.45	1.70	2.64	5.40	15.45	3.55	2.44	2.55	2.95
Sulfate	250 ^a	硫酸塩	1.0	1.0	7.0	2.0	4.0	210.0	85.0	5.0	1.0	2.0	0
Nitrite as NO2-	3.0	亜硝酸塩	0.066	0.017	0.112	0.010	0.021	0.059	0.296	0.119	0.027	0.007	0.053
Nitrate as NO3-	50	硝酸塩	3.08	5.28	2.20	5.72	6.16	11.00	10.34	2.64	4.10	4.84	15.40
Fluoride	1.5	フッ素	0.16	0.14	0.16	0.10	0.08	0.70	0.22	0.15	0.48	0.03	0.16
Zinc	3 ^a	亜鉛	0.05	0.08	0.12	0.08	0	0.27	0.12	0.31	0.33	0.06	0.09
Total Coliform	ND	一般細菌	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
Thermotolerant Coliform	ND	糞便性大腸菌	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
Streptococcus	ND	糞便性連鎖球菌	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Langelier Index (LI)		ランゲリア指数	-1.5	-3.5	-2.5	-1.3	-2.2	-0.9	-1.8	-1.7	-3.0	-3.2	-3.2

2-2-3 社会経済条件

基本設計調査(2007)と事業化調査(2008)において、人力ポンプ付深井戸給水施設建設候補サイトで「村落調査」と地方都市(コミューン)を対象に「世帯調査」を実施した。調査結果を以下に整理した。

(1) 経済状況

1) 主な収入源

村落調査結果によると、対象地域住民の主な収入源の内訳は、①農業、②家畜、③商業活動の順であり、農業が主な収入源となっている。地方都市(コミューンの中心)の世帯調査の結果では、主な収入源は①農業活動(79.1%)、②給与(13.7%)、③商業活動(3.6%)であり、人力ポンプ付深井戸施設の建設対象村落より比較的大きなコミューンの中心の村落住民においても、農業が大きな収入源となっている。

栽培作物としては穀物類が主体で、その他に油脂作物、豆類が多く栽培されている。特に南部中央地方を中心に主要な現金収入源である綿花が栽培されている。また、牛、ヤギ、家禽類の順で家畜が飼育されている。一方、村落においては農業加工品としてバター、ピーナッツ油、スンバラ(調味料の一種)等が作られている。

なお、世帯調査によれば、年間の世帯収入の分布は下図 2-14 の通りであり、平均値は 217,906FCFA/世帯、中央値は 103,500FCFA/世帯である。

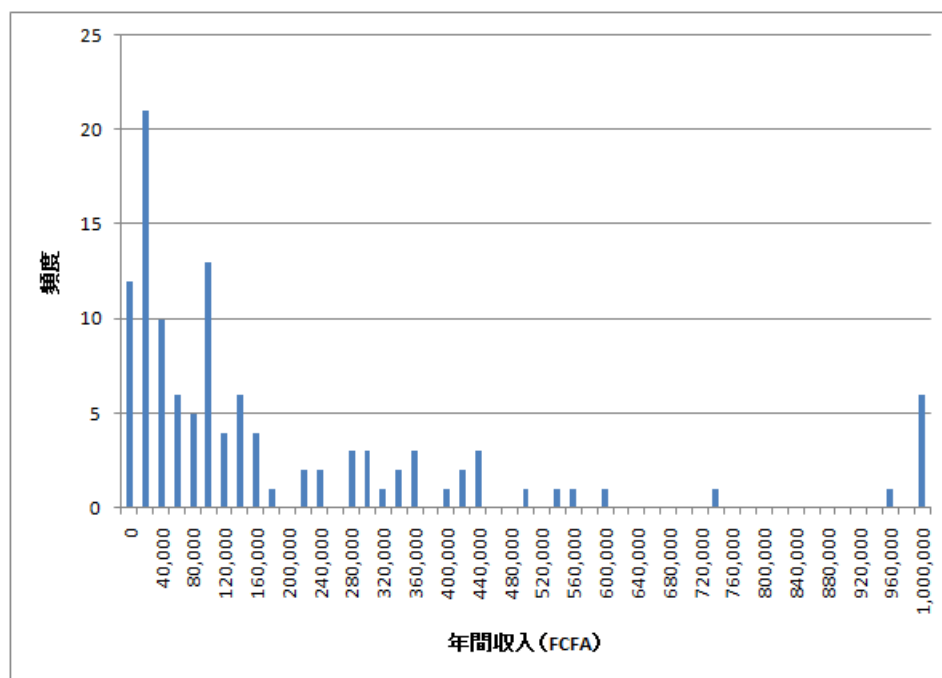


図 2-14 対象地域の世帯別収入(年間)の頻度分布(世帯調査結果, 2007)

2) 支出

村落調査結果によれば、各世帯の支出項目の内訳は①保健・医療、②食料品、③教育の順で、この他娯楽・衣類などの回答が多かった。一方、世帯調査結果によれば、年間の平均支出額は約 124,000FCFA/年/世帯である。その内訳は、食費 45.8%、衣服 18.3%、教育費 17.6%となっている。なお、飲料水への支出は世帯調査の平均値は約 4,255FCFA/世帯となっているが、中央値は 1,500FCFA/世帯であり、村落調査による水料金の平均値とほぼ一致する。

(2) 保健衛生

1) 疾病状況

村落調査では、村落の代表者に対して、「下痢症」、「血便性下痢症」、「寄生虫症」、「皮膚病」及び「マラリア」について、それぞれの村落において「多い」か「それほど多くない」の選択肢方式で調査した。調査結果を下表に示す。計画対象地域のほとんどの村落は、「マラリア」が最も多いと回答しており、特に子供が多く罹患している。一方、下痢症については、大人は 25%と比較的少ないが、子供は 70%の村落で「多い」と答えていることから、子供の衛生環境が良くないと判断される。なお、各疾病にかかわる傾向は 2 地方ともほぼ同様であったが、やや南部中央地方の方が多く、衛生環境が悪い判定結果となった。

表 2-12 各疾病にかかる人が「多い」と回答した村落の割合

地方	下痢症 (%)		血便性下痢症 (%)		寄生虫症 (%)		皮膚病 (%)		マラリア (%)	
	子供	大人	子供	大人	子供	大人	子供	大人	子供	大人
中央プラトー	69.5	22.9	56.2	17.1	41.9	31.4	33.3	21.9	99.0	95.2
南部中央	70.6	26.5	55.5	23.3	47.3	38.4	41.6	30.2	97.1	90.6
2 地方	70.3	25.4	55.7	21.4	45.7	36.3	39.1	27.7	97.7	92.0

2) トイレの状況

村落調査によれば、各対象村落の公共施設のトイレの設置状況は下記のとおりであり、学校でさえもトイレのない場合が全体で 50%を上回っている(図 2-15)。

表 2-13 村落の公共施設のトイレの設置状況

地方	学校(%)	公民館(%)	保健所(%)	市場(%)
中央プラトー	59.0	24.8	21.0	11.4
南部中央	48.6	18.4	20.0	9.0
2 地方	51.7	20.3	20.3	9.7

一方、世帯調査では、各世帯のトイレの状況についても調査した。コミュニーの中心などの比較的規模の大きい地方村落においても大半(68%)が家庭にトイレを有していない。下

図の通り、計画対象地域においては、トイレの普及度は低く、今後の保健・衛生改善が必要であることを示している。

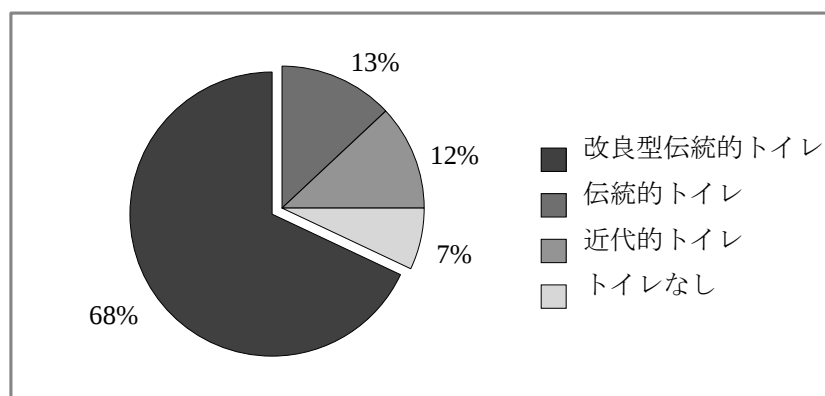


図 2-15 衛生施設の状況

(3) 社会条件

1) 民族・宗教・文化

対象地域の民族構成は、基本的に「ブ」国の主要民族であるモシ族が大半を占めているが、南部のナウリ県のみ、カセナ族が主流となっている。民族間には特に大きな対立はなく、カセナ族が主流のナウリ県の最南部の **Dakola** においても、モシ族が点在して居住し、地域内に十分に溶け込んでいる状況が確認されている。

宗教は、特に民族による傾向はないが、ほぼ半数がイスラム教徒で、10%程度がキリスト教徒であると言われている。また、土着宗教も根強く信仰されており、村落部ほど伝統的な習慣が残っている。宗教的な対立は見られず、同一村落内にモスクと教会が混在している村落も多く見受けられる。

文化的には、上記のように土着文化が根強く残っており、ナーバ(Naba)と呼ばれる伝統的な村落長が各村落に存在し、村落の中心的な役割を果たし、井戸位置や施設配置などの重要な決定は、ナーバが深くかかわっている。

2) 行政

対象地域は2 地方(Région)、6 県(Province)で構成されている。この下に郡(Département)が存在しているが、地方分権化により郡は廃止される予定で、新たな地方自治体としてコミューン(Commune)が誕生している。コミューンは2006年4月の選挙によって選ばれたコミューン長(Maire)とコミューン議会議員により行政組織が構成されている。コミューン制度はまだ緒に就いたばかりであり、職員数もわずかである。このため、現在でも旧来の郡組織と共存しており、実質的な行政は旧来の組織・人員に頼っている部分もある。新たに制定された地方分権法においては、コミューンは給水に関連し、その維持管理や建設などにかかる決定権を有するが、そのための人材が質的・量的に不足しており、今後の拡充が望

まれる。

なお、村落(Village)については地方行政予算・組織を持たないが、上記で述べたように、伝統的なナーバが実質的な権力を握っていることから、集落の重要な単位として存在している。また、村落の下位の集落単位として、カルティエ（街区）がある。カルティエは基本的には親類・縁者を中心とした集落である。井戸の配置などはカルティエの井戸の有無をベースに考えることが重要である。ただし、カルティエは多分に流動的な要素があり、消失したり分離独立したりする場合も多く、計画実施に当たっては十分に留意する必要がある。

(4) 給水状況

1) 給水源の状況

対象地域内のほとんどの村落には人力ポンプ付深井戸給水施設が存在しており、村落調査によれば、対象村落の平均井戸数は 5.6 基である。ただし、人力ポンプ付深井戸給水施設が存在しない村落は 4 サイト、井戸が 1 基のみの村落は 43 サイトであった。これらの村落では基本的に井戸が不足しており、住民は伝統的な浅井戸もしくは河川・沼などの非衛生的な水源に頼らざるを得ない状況にある。

2) 維持管理状況

現在、人力ポンプ付深井戸給水施設は原則的に水場委員会（CPE）と呼ばれる、深井戸の周辺住民が選定した組織によって管理されている。村落調査結果によれば、調査された 1,151 基の人力ポンプ付深井戸のうち、85.8%に CPE が存在し、組織率は非常に高い。各 CPE は、基本的に、委員長・書記・会計・維持管理担当・衛生担当などで構成されており、必要に応じて所有権担当などが置かれている。比較的女性の参加割合も高く、特に衛生担当のほとんどは女性である(下表参照)。なお、一つの事例として、地方都市 Boussé では、女性のみで構成された CPE があり、維持管理から会計まですべてを従量制(10FCFA/200)で管理している。

表 2-14 CPE の男女別割合(調査対象数：987 ヶ所)

性別	委員長	書記	会計	維持管理担当	衛生担当
男	96.3%	87.9%	75.5%	65.0%	6.5%
女	3.7%	12.1%	24.5%	35.0%	93.5%

修理の際には、修理工(以下、「AR」)を近隣村落から呼び寄せる。コミューンには、2～3 人程度の AR が存在するが、組織だって活動していない。村落調査において、各 CPE が AR とメンテナンス契約を締結しているかを調査したが、現状のどの CPE も対応は取られていない。これらの人力ポンプ付深井戸は定期的なメンテナンスも実行されていない場合が多く、故障時に初めて AR を依頼する場合はほとんどである。

水料金の支払制度は、下図の通り、全体の 3/4 の人力ポンプ付深井戸給水施設が世帯ごとに年額、もしくは月額で定期的に支払われる定額制を採用している。従量制は全体の 3%しか採用されていない。また、故障時に修理代をまとめて支払う方法で管理している CPE は全体の 22%である。これは、住民のほとんどが農業を主な収入源としており、まとまった現金収入が収穫期にしかないことから、従量制のように毎日現金で水料金を支払うことが困難な環境であることが原因と思われる。

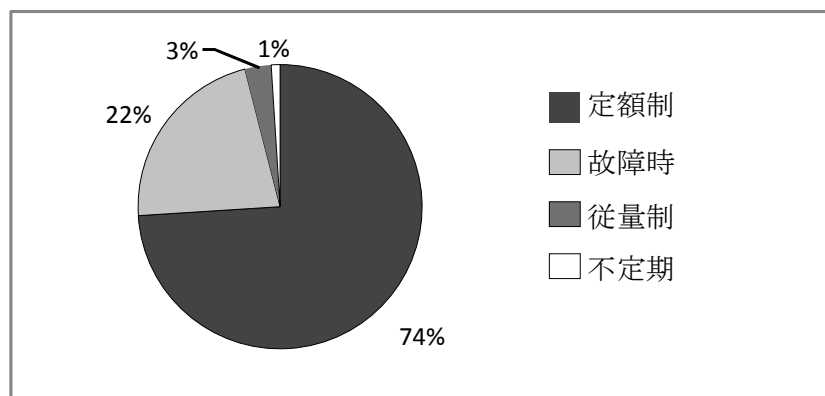


図 2-16 料金支払制度

定額制における水料金は、各世帯当たり平均年間 2,000FCFA/年/世帯、未婚男性からは年間 1,400FCFA、未婚女性からは 800FCFA である。これは世帯調査で得られた年間収入の中央値である 100,000FCFA の約 2%に相当する。なお、平均世帯人数は世帯調査によれば 8.3 人で、夫婦と子供が 6.8 人、独身男性が 0.5 人、独身女性が 1 人である。

また、CPE の口座残高の調査結果によれば、全 CPE のうち現金で管理している CPE が 61.8%あり、その平均残額は 33,301FCFA、銀行口座で管理している CPE が 19.7%あり、平均残額は 54,977FCFA であった。このように、ほとんどの CPE はわずかな残高しかもたない。したがって、上記のように定額制を採用していても、定期点検や消耗品など、維持管理に必要な費用が生じた場合にはその度に会議を開いて特別徴収している。このため、多くの村落では、故障するまでポンプを使用し続けているが、故障しても集金ができない場合は放置される。

2-2-4 環境社会配慮

「ブ」国の EIA/IEE 制度については、1997 年法令第 5 号、「ブルキナファソ国環境法」(Code de l'environnement au Burkina Faso)及び同法の適用政令である大統領令 2001 年 342 号の「環境影響調査・略述の適用範囲・内容・手続きに関する政令(DECRET No2001-342 PRES/PM/EE portant champ d'application, contenu et procédure de l'étude et de la notice d'impact sur l'environnement)」で規定されている。そのなかで、飲料水供給にかかるカテゴリー分類は

都市部が EIA 相当のカテゴリーA、準都市部が IEE 相当のカテゴリーB、村落部がいずれも必要ないカテゴリーC に分類されている。本プロジェクトにおいては、人力ポンプ付深井戸給水施設はすべて村落部に建設されるため、環境影響評価の実施は必要ない。

2-3 その他(ジェンダー配慮・援助の潮流)

(1)ジェンダー配慮

本計画に示した給水施設が居住地域の近くに建設されることにより、現在、水汲み作業を行っている女性や子供たちの水汲みに係る時間は短縮され、それによって得た余暇時間を経済活動・教育活動等にあてることができる。これにより住民の生活環境が改善することが見込まれている。

さらに、実施されるソフトコンポーネント活動の中で、出来るだけ女性の意見を反映し、構築される CPE の女性のメンバー数を増やす等、村落内の女性が置かれている地位の向上に配慮する。

(2)援助の潮流

アフリカ諸国で地方分権化が進んでおり、「ブ」国もその例外ではない。その中で、給水施設に関しても地方自治体(コミューン)に権限を与える流れが進んでいる。フランス開発庁(以下、「AFD」)は、その改革システムを実施に移すパイロットプロジェクト(「村落、準都市部の飲料水供給施設管理システム改革適用プログラム」)(以下、「PAR」)を北部の 5 地方で実施している。実施機関も、今後「ブ」国で建設される全ての給水施設に対し、PAR に基づいたコミューンを主体とする維持管理体制が構築されることを望んでいる。

本計画のソフトコンポーネントでは、日本国の無償資金協力の援助範囲から、全ての対象村落に対して PAR に基づいたシステムを構築することは出来ないものの、新システムの導入が容易に行えるように PAR に基づいた維持管理体制の動向についてワークショップを通じて説明を行うこととしている。