

ベナン国
サベ・グラズエ・ダッサズメ市における
水資源利用・給水改善計画
情報収集・確認調査

報 告 書

平成 25 年 10 月
(2013 年)

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部

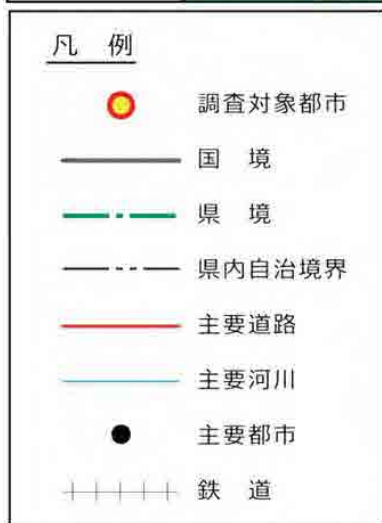
環境
JR
14-017

ベナン国
サベ・グラズエ・ダッサズメ市における
水資源利用・給水改善計画
情報収集・確認調査

報 告 書

平成 25 年 10 月
(2013 年)

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部



調査位置図

給水関連写真集(1/2)



ダッサズメ市、東部の市街地へと続く道。
右手に岩丘がある。



グワズエ市内。道路沿いにあるマーケット。



イロコ湖取水場。湖中央にあるフローティング型の取水から浄水場へ送水している。



ゴベ浄水場。サベ市からおよそ 10km 西方に位置する急速濾過式プラントで、生産量は約 50m³/時。



本送水ポンプでサベ市の配水池へ送水している。



サベ市内配水池。

2 基のうち、2011 年に建設された容量 200m³。



ゴベ浄水場内にある水質試験室。
場長が水質の専門家と直接試験を実施している。



サベ市内にある SONEB 事務所。料金徴収を行っている
(プリントアウトは請求書/領収書)

給水関連写真集 (2/2)



ダッサズメの井戸水源地。
管理棟内に圧力調整弁、流量計等がある。



同水源地の塩素滅菌装置。



ダッサズメ市の高架水槽 75m³×25m



サベ市、ボニ地区の給水実態調査。
この家は各戸給水で蛇口は庭先に設置している。
SONEB の水道が主に利用されている。



サベ市、SONEB の配管が行われている中でも浅井戸利用者がいる。将来は SONEB の水道を利用したいとの事。



グラズエ市グラズエ地区の給水実態調査。SONEB の公共水栓と同時に深さ 6m の浅井戸を使用している。



ダッサズメ市、ダッサ1地区の給水実態調査。
道路沿いに蛇口はあるが、各戸給水栓。
バルブに鍵がかかっており、利用者が保持している。



同左、のすぐ近くにあるハンドポンプ。
各戸給水の利用者が SONEB が
断水時にはこの水を利用する。

地下水開発関連写真集



ダッサズメ市、SONEB の Kpekoute 井戸、過剰揚水により乾季に水位が下がり泥が混じる



ダッサズメ市、SONEB の Arigbokoto 試掘調査井、掘削時の揚水量は 15m³/時を超える



ダッサズメ市、Arigbokoto 試掘調査井から数百 m の地点にある井戸、揚水量は 10m³/時とされる



グラズエ市、SONEB の SF1 井戸、過剰揚水により動水位が下がり、乾季には揚水不能となる



グラズエ市、SONEB の Adjanou 井戸、揚水量 13m³/時で 24 時間運転、乾季でも揚水量は変わらない



グラズエ市、Adjanou 井戸から 3 km 離れた地点にある Kpakpaza 井戸、揚水量は 10m³/時以上



サベ市、Diho 村の村落給水井戸、過剰揚水で動水位が下がり、現在ほとんど稼働していない



サベ市、Djangbe 地下水位観測井、フロート式自記水位計、S Eau 職員が月 1 回データを回収

表流水関連写真集(1/2)



サベ橋からウエメ川上流 2013年8月27日
コトヌーから182km上流
雨が少ない月であったが濁流である。



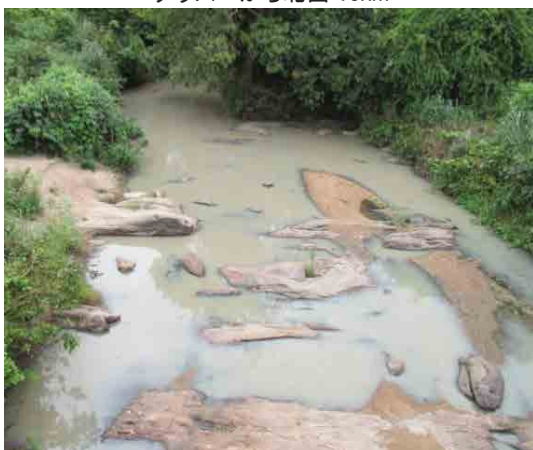
アイジェコ川上流 2013年8月27日
白色系の濁水である。基岩が露出している。



Logozohe 橋から Zou 川上流 2013年9月6日
グラズエから北西 15km



イロコダム余水吐き塔
2013年8月27日



リフォ川上流 2013年8月26日
白色系の濁水である。基岩が露出している。



SUCOBE 揚水ポンプ場 2013年9月4日
4基の揚水ポンプのうち2基は予備

表流水関連写真集 (2/2)



イロコダム
SONEB フロート式取水ポンプ



SONEB コントロールハウス 2013年8月27日
SONEB 職員が常駐して管理している。



ALAFIA ため池 2013年9月5日
周りの土を集めて転圧しただけのアースダム。



AGBADO 堰貯水部 2013年8月28日



KINDO ため池 2013年9月6日
農業省畜産部の管轄で畜産用に使用している。



SOWE ため池 2013年9月4日
貯水量が十分でないため、灌漑には使用できない。

目 次

調査位置図

写真集

目 次

略語表

第1章 調査概要.....	1-1
1-1 調査団派遣の背景と目的	1-1
1-2 調査団の構成	1-2
1-3 調査日程	1-3
1-4 主要面談者	1-3
1-5 団長所感	1-5
第2章 要請内容.....	2-1
2-1 概要	2-1
2-2 補完的 FS.....	2-1
第3章 水セクターの現状.....	3-1
3-1 水セクターの上位計画	3-1
3-1-1 貧困削減戦略（GPRS 2011-2015）	3-1
3-1-2 国家水政策（2008年10月）	3-1
3-1-3 都市給水国家戦略 2000-2015（2007年1月）	3-2
3-1-4 地方自治の推進	3-3
3-2 水セクターの組織	3-3
3-2-1 関連する組織.....	3-3
3-2-2 鉱山・エネルギー・水省（Ministère des Mines de l'Énergie et de l'Eau）：水総局（Direction Générale de l'Eau :DG Eau）	3-3
3-2-3 ベナン国上下水道公社（Société Nationale des Eaux du Bénin :SONEB）	3-4
3-3 他ドナーの状況	3-5
3-3-1 DG Eau 及び SONEB への最近の支援プロジェクト	3-5
3-3-2 対象地域に関連する情報	3-6
3-4 人口及び給水状況	3-7
3-5 対象地域の給水状況、将来の水需要.....	3-9
3-5-1 給水人口	3-9
3-5-2 給水システム	3-10
3-5-3 社会調査・給水実態調査	3-12
3-5-4 水道料金	3-13
3-5-5 無収水の状況	3-13
3-5-6 水質	3-13
3-6 将来水需要の推定	3-14

3-6-1 要請案.....	3-14
3-6-2 本調査による水需要の概算値.....	3-14
第4章 対象地域の自然状況	4-1
4-1 気象水文	4-1
4-1-1 気象.....	4-1
4-1-2 水文.....	4-2
4-2 地形、地質	4-6
4-2-1 地形.....	4-6
4-2-2 地質.....	4-7
4-3 表流水開発の現状と開発可能性	4-8
4-3-1 表流水開発の現状.....	4-8
4-3-2 表流水開発の計画.....	4-14
4-3-3 表流水開発の計画の検討.....	4-17
4-3-4 表流水開発の可能性.....	4-20
4-4 地下水開発の現状と可能性	4-24
4-4-1 地下水開発に関する行政側の体制と法規制	4-24
4-4-2 対象地域での地下水開発の現状と将来計画	4-25
4-4-3 井戸を水源とする給水施設の維持管理.....	4-25
4-4-4 対象地域の水理地質.....	4-26
4-4-5 対象地域における既存の水中ポンプ付き深井戸の問題点	4-26
4-4-6 対象地域の井戸データの整備状況.....	4-27
4-4-7 対象地域での地下水位の観測体制.....	4-27
4-4-8 対象地域の地下水涵養機構と涵養量の検討.....	4-28
4-4-9 対象地域の地下水の既開発量の検討.....	4-30
4-4-10 対象地域のなかで地下水開発ポテンシャルが高いと想定される地域の検討	4-31
4-4-11 対象地域における今後の地下水可能開発量の検討	4-33
4-4-12 対象地域の地下水の水質.....	4-34
4-4-13 地下水開発ポテンシャルが高いと想定された地域での水理地質調査手法	4-35
4-4-14 井戸の成功率や地下水の水質を勘案した必要井戸本数の検討.....	4-35
4-4-15 対象地域における他地域での地下水開発	4-36
第5章 環境社会配慮	5-1
5-1 環境アセスメント (EIA)	5-1
5-2 土地収用	5-2
5-3 環境・文化・民族・地域産業・水因疾病	5-3
5-4 環境社会配慮の検討.....	5-4
第6章 今後の方向性	6-1
6-1 関連する3計画	6-1
6-2 サベ、グラズエ、ダッサズメの給水状況と水需要の予測	6-3

6-3 ダム建設について	6-3
6-4 今後の方針	6-4

添付資料

1. 地下水開発付録1 現地調査記録
2. 地下水開発付録2 QN と回答

略 語 集

略語	欧文表記	日本語・意味
ABE	Agence Béninoise pour l'Environnement	ベナン環境庁
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
ASECNA	The Agency for Aerial Navigation Safety in Africa and Madagascar	アフリカ・マダガスカル航空航法安全機関
D/D	Detailed Design	詳細設計
DG Eau	Direction Generale de l'eau	水総局
DMA	District Meter Area	計量区画
EAC	East African Community	東アフリカ共同体
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
FCFA	CFA franc	セーファーフラン (通貨)
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ調査
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GEF	Global Environmental Facility	地球環境ファシリティ
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
GRDP	Gross Regional Domestic Product	地域内総生産
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
MEEATU	Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Amenagement du Territoire et de l'Urbanisme	水・環境・国土整備・都市計画省
MMEE	Ministère des Mines de l'Energie et de l'Eau	鉱山・エネルギー・水省
MTTPE	Ministère des Transports, des Travaux Publics et de l'Equipement	運輸・公共事業・設備省
MOU	Memorandum Of Understanding	覚書
M/P	Master Plan	マスタープラン
NRW	Non Revenue Water	無収水
O&M	Operation and Maintenance	運転維持管理
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (System)	設定値制御およびデータ収集システム
SDAGE	Realisation du Schema Directeur d'Amenagment et de Gestion des Eaux du Bassin de l'Oueme	ウエメ川流域水資源管理・開発マスタープラン
SONEB	Société Nationale des Eaux du Bénin	ベナン国上下水道公社
SUCOBE	Sucrierie Complant du Benin	ベナン製糖会社
TOR	Terms Of Reference	業務指示書
UEMOA	Union Economique et Monétaire Ouest Africaine	西アフリカ経済通貨同盟
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNICEF	United Nations Children's Fund	国連児童基金
TICAD	Tokyo International Conference on African Development	アフリカ開発会議
WB	World Bank	世界銀行
WHO	World Health Organization	世界保健機構

第1章 調査概要

1-1 調査団派遣の背景と目的

ベナン共和国（以下「ベ」国と記す）政府は、2015年までに安全な水へのアクセス率100%を目標に、新たに4,000か所の給水ポイント設置し、新たに100万人を裨益させることを見込んでいる（水・衛生分野におけるハイレベル会合2012年ワシントン、保健大臣発言）。しかしながら、現状においては「ベ」国の安全な水へのアクセス率は69%（UN）で、飲料水を不衛生な水に頼る住民は水因性疾患に苦しみ、水汲み労働による児童の就学困難や労働力の減少等、保健、教育、経済分野で様々な悪影響を受けている。

同国中南部に位置するコリーヌ県の人口は、県庁の統計によると81万6,000人（2013）、深井戸総数は1,303井、給水率は約52%と算定されている。都市人口約18万人（県庁、2013）のうち、給水人口は約45,000人（県庁、2013）で、都市部では浅井戸、ハンドポンプ付井戸、民間会社の販売水、水売人、雨水貯留槽など多様な給水方法がみられる。まったく井戸のない地域もあり、ウエメ川のたまり水や支流水系の河床を深く人力掘削して生活用水を得ている住民も多い。

コリーヌ県では基盤岩類が地表近くまで分布し、また、基盤岩類上部に風化層が未発達のため、地下水涵養が極めて少ないため、降雨の大半は地下に浸透せず表面流出となる。これまで多額の資金が地下水開発に投資されたが、硬質塊状岩で構成されている水理地質条件から地下水大規模開発には不向きな地域とみなされている。県全体での井戸掘削成功率は50～65%、水質に関しては、硝酸、フッ素の含有量が基準値を超過している井戸がみられる。

コリーヌ県のグラズエ市及びダッサズメ市では、地下水が給水施設の主要な水源となっているが、人口増加による水需要の増加等により地下水位が著しく低下しており、多くの井戸が枯渇し地域住民の生活に支障が出ている。各市の給水事情を以下にまとめる。

【サベ・コミューン】

サベ・コミューン（人口79,109人：「ベ」国統計・経済分析局2006年）の給水率は51.9%（水総局, Direction Generale de l'eau: DG Eau）であった。2007年に作られた都市給水用の深井戸（40～82m）5井は、2008年から2009年にかけて、すべての井戸の水位が低下し揚水が困難となり放棄された。そのためベナン水公社が中国系製糖会社と契約し、同会社が所有しているイロコ貯水ダムの水800m³/日の無償譲与により、ゴベ浄水場（1,200m³/日、給水人口13,000人）を新設しサベ市内に給水する事業を2009年に竣工した。ただし本契約は2012年で満了となり、以降の継続は不透明である。表流水だけがサベ市の主な給水源となっており、雨水貯留槽を設置している住民もみられる。

【グラズエ・コミューン】

グラズエ・コミューン（人口105,616人：2006年）は、商工業交易の中心地として都市化が進み人口増加が顕著である。グラズエ・コミューンの給水率は他の2コミューンに比べて低く35%（水総局）、都市給水水源はすべて地下水に頼っている。主に2000年代初期に建設された6か所の深井戸の給水施設（レベル2）により、地域住民の水因性疾患が減少し衛生環境が改善したといわれているが、現在はうち4か所で水位低下がみられ揚水時間を制限している。

【ダッサズメ・コミューン】

ダッサズメ・コミューン（人口 109,692 人：2006 年）の給水源は地下水に限定され、給水率は 51.4%（水総局）。都市給水深井戸が 6 か所あったが、そのうち 2 か所は水位低下により放棄されている。都市周辺の中規模部落には小規模管路系給水システムがあるが、近距離に複数の深井戸を掘削しているケースがみられ、井戸干渉により空井戸や短命井戸が点在している。ただし、同コミューンには層状帯水層の分布が予想される地域があるため、物理探査を実施し試掘することで地下水開発の可能性が期待できる。

「ベ」国政府は、上記の水需要増加への対応と給水状況を改善するため、2008 年より無償資金協力による新規ダム建設及び浄水場の拡張等を繰り返し要請してきた。同計画は、ウエメ川の支流であるリフォ川に給水用貯水池ダムを建設し、新規の浄水場、配水槽、送配水管を経て、3 市の都市部住民 10 万人（2009 年「ベ」国政府要請書）への給水を目標としている。JICA は 2012 年 11 月及び 2013 年 3 月に現地踏査を行ったが、新規ダムの建設については事業費、技術面・選定されたサイトの妥当性、環境社会配慮の点から実現は困難との考えに至っている。要請内容の十分な検討と代替案による 3 市都市部の給水状況の改善のためには、さらに詳細な調査をする必要があり、まず現地事情に即した調査の範囲、枠組みを決めることを前提に、本件情報収集・確認調査を行うこととした。本調査は、対象地域の水資源賦存状況、既存給水施設の状況、人口の水需要予測を調べた上で、「ベ」政府要請の妥当性の検証、給水改善に向けた代替案の提示及び本体調査を想定した情報収集を行うことを目的として実施された。

1-2 調査団の構成

担当	氏名	所属
総括	村上 敏雄	JICA 国際協力専門員
企画協力	山崎 正則	JICA 地球環境部水資源第二課
給水施設／事業計画	山口 雅弘	(株)建設技研インターナショナル
地下水開発	佐々木 洋介	(株)ソーワコンサルタント
表流水開発	吉川 孝治	個人コンサルタント

AYEDEGULE Luouiste	Project Coordinator
3. DG Eau Dassa BIAOU Timohiee GNAHOUL Lue	Chef du service, Service du l'Eau des Collines Chef Division etu des Reslemntation et trououet, Service du l'Eau des Collines
4. DG Eau Cotonou Prodjinotho J. Rogatien Amaud Bruno Zannou	Chef du Service de l'Eau du Borgpu Program Coordinater of Water Resouces management Program
4. SONEB Dassa DAN William Evariste O.AYEDEGUE KOUWANOU Raymond	Chef, SONEB Dassa Coordinateur suivi projets, SONEB Chef service production Gobe, SONEB
5. Mairie Save TEHONIBARE Gafarou AWO.A.Joseph BACHABI Raimi KOUBS Andire OAJO Maudjidou BIAOU Moudjisaon	Secretaire General, Mairie Save Chef Service Eau, Mairie Save Chef Service Planning, Mairie Save President comite Eau, Mairie Save Service Eau, Mairie save Service Eau, Mairie Save
6. Mairie Glazoue NPOCNA S.K.Félix AHOTON Raluige OTCHOUN Léson AJITEHEDENOU Jean AFFOUKOU Médard	SG, Mairie Glazoue SPRMP, Mairie Glazoue C/ST, Mairie Glazoue E/SEACD, Mairie Glazoue C/SAF, Mairie Glazoue

< 国際援助機関及びドナー >

1. オランダ大使館 George Gooijer	First Secretary, Expert in Water Sector
2. GIZ Michael Brömmel Norbert Hagen	Director Resident, GIZ Benin Program Manager
3. World Bank Sylvain Adokpo Migan	Water and Sanitation Specialist, World Bank Benin
4. Kfw Luise TORVELAINEN	Director of the Office of the KfW in Benin

< 日本側 >

1. 日本大使館 塚原 大貳 渡邊 直之 吉村 溪	特命全権大使 書記官 専門調査員
2. JICA ベナン支所 外川 徹 大野 明子 Vido Armel	支所長 企画調査員 ナショナルスタッフ

1-5 団長所感

(1) 対象地域の都市給水の現況と困窮度

今回の現地踏査は雨季の最中であり、住民の多くは公共の給水施設以外に雨水や家庭の浅井戸を利用しており、水質には問題あるが水量的に困窮している様子は見られなかった。SONEB の水道施設においても最も水販売量が減るのが 8 月となっており、雨季の水需要は半減している。ただし、乾季には降雨が殆ど無いため、生活用水に困窮するものと思われる。対象 3 都市の給水現況を下表に示すが、今後の調査で修正される可能性はある。現在の給水率は 30%程度と思われ、人口が急増していることから、給水施設整備の必要性・緊急性は高いものと判断される。

表 1-5-1 対象地域の都市部の給水概況表

	都市部人口 2010 年	都市部人口 2025 年予測	水生産量 2010 年 (m ³ /day)	水販売量 2010 年 (m ³ /day)	水需要 2025 年 (m ³ /day)	既存給水施設
サベ	39,600	66,250	325	239	1,685	表流水+浄水場
グラズエ	43,400	81,700	202	173	1,934	深井戸 5 本
ダッサズメ	32,000	57,650	427	308	1,371	深井戸 4 本
合計	115,000	205,600	954	720	4,990	

出典：GIZ 提供の 2012 年 9 月作成の 5 箇所の都市給水システムに関する調査報告書

(2) SONEB の運営・維持管理能力

技術的には、サバルーを加えた 4 市の水道施設を視察した限りでは、以下の理由で問題ないものと思われた。

- ・ 急速ろ過方式の浄水場が、サベ市の 2009 年建設のゴベ浄水場だけでなく、サバルー市の 1975 年頃建設の古い浄水場も運転できている。
- ・ 訪問した全ての井戸と浄水場に水量メーターが設置されて生産量が把握されており、全ての各戸接続と公共水栓に水道メーターが設置されており販売量も把握されている。未収水率は、約 25%となっており、途上国としては良好である。
- ・ 表流水だけでなく深井戸の水についても塩素滅菌処理を行っており、水質検査が行われていることから、水質管理が出来ている。

財務的には、今後の調査結果を見なければわからないが、SONEB は全国 69 箇所のコミュニーの都市部の給水を行っており、コトヌーなどの大都市部の収益で地方都市部の多少の赤字はカバーできているものと思われる。ただし、SONEB が運営する都市給水の水道料金は、SONEB 自身が決めることはできず、国が決めた全国一律料金となっているため、計画する給水施設は水処理や送水のコストがあまり高くないよう留意する必要がある。

(3) 地下水開発の可能性

グラズエとダッサズメの水源は深井戸となっており、揚水できる水量が減少しているため、地下水が潤れているとの思い込みがあり、先方はこれ以上の地下水開発を望んでいない。既存の幾つかの報告書でも、コリーヌ県は基盤岩地帯であるため地下水開発が困難とされ、都市給水の水源として表流水を利用する案が示されている。

都市給水の水源として使われている深井戸の多くは、都市給水用に新規に井戸を掘削したもの

ではなく、既存の人力ポンプ設置井戸を転用したものであり、水量が安定している都市給水用の井戸もあることから、井戸の老朽化や施工不良による揚水量の減少が考えられる。

年間降雨量が 1,300mm 程度ある地域で、雨季に河川が殆ど流れていないことから、地下水がある程度は涵養されているものと考えられる。

人口が急増しているため、地下水だけで水需要を満たすことは困難であるが、グラズエとダッサズメに関しては、給水状況を改善（例えば 30%の給水率を 50%に）することは可能と思われる。（あくまで現地視察の印象）

(4) 表流水開発の可能性

要請があったリフォダムについては、今後の調査・解析の結果を見なければならないが、河川流量の観測データが全く無いこと、降雨時には激しい濁流になるものと思われるが雨季でも普段は殆ど流量がないこと、なだらかな地形でダムサイトとしては最適とは言えないこと、建設コストに無償で対応できない可能性が高いこと等から、実現困難と思われる。

サベ市の給水に関しては、既存の給水施設の能力が 50 m³/h あるのに対して、水源ダムからの取水許可量が 800 m³/day となっているので、取水権の交渉が最優先課題と思われる。

(5) オランダ支援によるウエメ川流域水資源管理・開発マスタープラン（SDAGE）との関係

オランダの支援で水総局は「ウエメ川流域水資源管理・開発マスタープラン（Schéma Directeur d'Amenagement et de Gestion des Eaux du Bassin de l'Oueme）」を作成したばかりである（2013年7月ドラフト版提出）。同マスタープランは2014～2025年の短・中・長期計画となっており、総投資額は1兆8,937億FCFAとなっている。主な内容は、ウエメ川本流にBETEROU（7億1000万m³、245億FCFA）、VOSSA（16億6000万m³、630億FCFA）、DOGO bis（16億9600万m³、615億FCFA）の3つの多目的ダムと水力発電所（3箇所で420GW、1,606.5億FCFA）の建設、ウエメ川の4支流に主に農業が目的の27の中小規模ダム（合計54億m³、1,351億FCFA）の建設、75の既存のマイクロダムのリハビリ、既存の2,500haの農地への灌漑、新規の農地整備6,500ha等となっているが、建設されるダムを利用した飲料水の給水計画も含まれている。

マスタープランの活動22として、「基盤岩地域の表流水による飲料水供給緊急対策」が計画されており、サベ、グラズエ、ダッサズメ、サバルーを含む27のコミューンに対して、8つの都市給水システム（160億FCFA）と5,975箇所の村落用点水源施設（298.7億FCFA）を計画している。都市給水の水源ダムは、DONGA、TEME、TOUROUVI、TANDOU、LOBETA、KONKONDJI、PJABATA、VOSSAの8箇所となっている。本件の3市に対する既存のF/Sで示されているリフォダムとアイジェコダムはマスタープランに含まれていない。

(6) ドイツ（GIZ-KfW）支援との重複の可能性

GIZは、「5か所の都市給水システムのための水資源予見調査（ETUDE PROSPECTIVE SUR LES RESSOURCES EN EAU POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE 5 SYSTEMES URBAINS DU BENIN）（2012年9月）を実施し、9都市の5つの給水システム（PORTONOVO、ABOMEY-BOHICON、SAVE-GRAZOUÉ-DASSA-SAVALOU、PARAKOU、NATITINGOU）の給水計画の素案を策定している。サベ、グラズエ、ダッサズメ、サバルーの4都市はウエメ川から

取水し（1,500 万 m³の貯水池の記載あり）、ゴベ浄水場から 4 市に送水する計画となっている。コストは、4 市に対して約 6,330 万ユーロ、9 都市全体では約 3 億 9,800 万ユーロとなっている。なお、提言では、今後 F/S が必要とされている。ドイツの都市給水分野の援助と本件は重複する可能性があり、今後本件を進めるにあたっては、GIZ-KfW と調整する必要がある。

(7) 可能な支援

要望されているダム建設は、河川流量のデータが全く無く、規模的にも無償資金協力では対応できない可能性が高いため、今後の調査結果を見なければ判断できないが、可能性は低いものと思われる。代替案として別のサイトでの表流水開発の検討の余地はあろうが、今のところ適地は見いだせていない。マスタープランによる 2014～2025 年のダム計画があるので、長期的には将来ダムが建設されることを想定した将来計画として、当面の緊急対策として地下水開発で、需要は満たせなくても、可能な限り給水状況を改善する方策を検討することになるろう。

対象の 3 市の都市給水は、今後もドイツが支援するとなった場合は、対象コミュニティの村落部への支援を検討することになるろう。

第2章 要請内容

2-1 概要

本要請は2009年8月に作成されたもので、サベ市、グラズエ市、ダッサズメ市の3市への表流水利用による飲料水供給計画である。要請内容の概要は以下のとおりである。

計画年：2024年

計画人口：サベ市、グラズエ市、ダッサズメ市の180,550人（表 2-1-1 参照）

計画給水量：2,732m³/日

表 2-1-1 要請書の人口及び計画給水量

市		2002	2008	2012	2024	増加率
サベ	person	31,906	36,014	39,059	48,298	増加率 1.8%
	(m ³ /day)		784	851	1,058	原単位 22(L/p/d)
グラズエ	person	51,239	58,623	64,129	79,222	増加率 1.8%
	(m ³ /day)		593	650	807	原単位 10(L/p/d)
ダッサズメ	person	35,853	39,867	42,814	53,030	増加率 1.8%
	(m ³ /day)		632	684	868	原単位 16(L/p/d)
計	person	118,998	134,504	146,002	180,550	増加率 1.8%
	(m ³ /day)		2,009	2,185	2,733	原単位 15(L/p/d)

施設は表 2-1-2 に示すとおり、貯水池建設、既存浄水場の拡張、導水・送配水施設を含む。

表 2-1-2 施設概要

工種	施設	建設費 (百万 FCFA)	機材費 (百万 FCFA)	備考
水源	新規貯水池	5,936	15	流域：30 km ² H=17m、B=80m、WL=15m、堤頂長 = 1,220m V=9,000,000 m ³
取水・導水	貯水池-既存浄水場 取水ポンプ場、導水管路	469	34	Q=210 m ³ /hr、30 k W ポンプ×2 基、 D= 300 mm×3.53 km
浄水場	浄水場の拡張	125	26.5	61 m ³ /hr
送配水	送水管 浄水場-グラズエ	3,518	50	250 mm x 19.02 km
	グラズエ配水池			100 m ³
	グラズエ送水ポンプ場			61.6 m ³ /hr 18.5kw ポンプ 2 基
	送水管 グラズエ配水池- ダッサズメ配水池			200 mm×27.2 km
計		10,049	125.5	
予備費	15%	1507		
調査・管理	15%	1507		
価格予備費	5%	502		
総計		13,566	169.4	=13,735 百万 FCFA=約 27 億円

2-2 補完的 FS

上記要請後、SONEB は補完的 F/S 調査を実施している。この F/S 調査では、計画年は2035年とされ、半径 15 km の範囲にある都市部及び村落が対象とされており、2035 年における計画人口は約 40

万人である（表 2-2-1 参照）。

水源を 2 つの貯水池とし、拡張する既存浄水場で浄水した後に 3 市へと送水する計画である（詳細は 4.3.2 表流水開発の計画で記述）。

表 2-2-1 補完的 FS の計画人口（都市部・村落）

コミュニオン	2002	2010	2015	2020	2025	2025	2035
サベ	50,567	65,311	76,640	89,933	105,527	123,824	145,298
グラズエ	60,363	77,965	91,487	107,350	125,962	147,806	173,439
ダッサズメ	30,048	38,812	45,546	53,444	62,714	73,589	86,350
合計	140,978	182,088	213,673	250,727	294,203	345,219	405,087

表 2-2-2 補完的 FS の施設概要

	工種	緒元	価格	
			x 1000	Euro
サベ	Ayedjoko ダムの建設	200 万 m ³		2,550
	浄水施設	220 m ³ /hr		1,100
	ポンプ場関連			1,173
	配水池	500 m ³ 、1,500 m ³		750
	送水管			4,030
	小計			9,603
	予備費			1,447
	計			11,050
グラズエ ダッサズメ	Lifo ダムの建設	1,200 万 m ³		6,664
	浄水施設	630 m ³ /hr		3,000
	ポンプ場関連			1,568
	配水池	1,000 m ³ 、1,500 m ³		1,000
	送水管			8,855
	小計			21,087
	予備費			3,163
	計			24,250
その他相互連結関連				4,530
総計	(1 Euro = ¥130 とし、約 52 億円)			39,830

第3章 水セクターの現状

3-1 水セクターの上位計画

3-1-1 貧困削減戦略（GPRS 2011-2015）

「ベ」国では、水源量は十分あるが、季節的、地域的偏りがあるために、一部地域で水不足となっていると言われている。

地方給水の普及率（service delivery rate）は、2002年の35.2%から、2009年には55.1%まで伸びている。一方、SONEBの契約者は115,352（2004年）から141,883（2008年）と23%の伸びである。主たる課題は以下の4点が挙げられている。

- (i) 水源管理の促進と発展
- (ii) セクター間協調と水に関するグッドガバナンスの導入
- (iii) 国有財産としての水の管理
- (iv) 水に関するリスクの適切な管理とエコシステムの継続的管理

これら課題に対応するために、政府は総合的水資源管理（Integrated Water Resource Management (IWRM)）への移行を目標とし、2011-2015 GPRS に取るべき、次の6つの優先的行動を設定した。

- (i) 需要に基づいて作られたコミュニティの計画を尊重した、地方分権の推進
- (ii) 資金繰り、マネジメント、機材更新、業務モニタリングへのより大きな利用者の関与
- (iii) 浄水場と生産能力の増強
- (iv) 高架水槽と貯水池の建設
- (v) 新しいコミュニティへの給水のための管網の拡張と高密度化
- (vi) 工事、運転、モニタリングおよび社会的仲介活動に対する民間セクターの推進

目標は以下の通り設定された。

表 3-1-1 貧困削減戦略における飲料水給水普及率目標

飲料水給水普及率(%)	2011	2012	2013	2014	2015	責任機関
村落部	60	62.5	65	67.5	69.5	DPP/MEE*
都市部	64.5	67.5	70.5	73.5	75	DPP/MEE

* DPP: Directorate for Programming and Planning
MEE: Ministry of Energy and Water

3-1-2 国家水政策（2008年10月）

「ベ」国の水利用の健全化と水質・水量の確保のために、水利用のための政策とガイドラインを含むものとして作成された。健全な水資源保全のために、水資源の統合管理によるアプローチを用い、その結果として、持続可能な環境、平和な社会、効率的な経済をもたらし、貧困削減戦略に貢献するものである。

次に示す①から④の4つの戦略的方向性が示され、それぞれについての具体的な活動を記載している。

特に①に関しては、統合的水資源管理のアクションプランの策定や水資源開発・管理マスタープラン（SDAGE）の策定・適用が示されている。また②では、給水目標としてMDGを採用し、都市給水率を2005年の50%から2015年の75%に、村落給水率を2006年の44%から2015年の70%にする目標としている。また、村落・準都市給水のコミュニティへの地方分権化、住民参加、民営化などの基本方針が示されている。

- ① 資源のより良い活用のための管理体制の改革
 - ・ 水資源に関する教育と知識の普及
 - ・ 水資源のより良い利用のためのアウトラインの設定
 - ・ 能力強化を確保するための機能的な制度のフレームワークの設定
 - ・ 管理のためのメカニズムとツールの開発、適用、利用
- ② 都市部と地方の飲料水と衛生施設への適切かつ長期的アクセスの確保
 - ・ 給水と衛生施設の確保
 - ・ 各関係者がそれぞれの役割を果たすためのカテゴリー分け
- ③ すべての経済活動の目的のための水質と水量の確保
 - ・ 経済活動の様々な分野の開発と近代化
 - ・ 各方面の水需要を満足させるための計画と調和
- ④ 公衆衛生と水生態系の保全
 - ・ 公衆衛生の保護
 - ・ 自然災害の予防
 - ・ 水生態系保全

3-1-3 都市給水国家戦略 2000-2015（2007年1月）

鉱山・エネルギー・水省の都市部給水戦略運営委員会が2007年1月に作成した。都市給水の戦略的評価および都市部飲料水供給国家戦略の2パートから成る。

内容としては、水セクターのリフォーム、地方分権、貧困削減のための行程とプログラムを示す。戦略的評価のパートでは、強み、弱点、機会、脅威についてそれぞれ分析し、それに基づき次のパートで国家戦略を示している。国家戦略では2015年までの次の3つの達成目標を設定している。

- ・ 貧困削減計画の目標に基づき、都市部の給水率を75%とする
- ・ 都市給水サービスの経済性の実行可能性を確実にする
- ・ 低所得層への普及率を確実にする。

この目標達成のために中央政府、コミュニティ、SONEB および市民社会がそれぞれの役割を果たすことが求められている。

さらに、開発と金融セクター、水資源開発管理、税および法的枠組み、飲料水へのアクセスの促進、その他についてそれぞれの行動計画を示している。

3-1-4 地方自治の推進

「ベ」国では、地方分権化を進めており、給水・衛生分野の実施も 1999 年の法令 No.97-029 号により、77 地方自治体が実施主体となっている。

この法律では、国家機関もしくは民間に技術支援を要請する権利を認めている。また、政府は地方自治体の事業に対して必要な財政を確保する責任を有するとしている。

結果として、都市部の給水は SONEB が契約に基づき事業を実施し、村落及び準都市地域は、鉱山・エネルギー・水省の「General Water Authority (DG Eau)」が管轄し、地方自治体へ技術的指導を行う。

3-2 水セクターの組織

3-2-1 関連する組織

表 3-2-1 に、ベナン国の水セクターに関連する組織とその役割を示す。

表 3-2-1 水セクターの組織

組織	役割
Ministère des Mines de l'Énergie et de l'Eau (MMEE) : Direction Générale de l'Eau (DG Eau)	給水を含む水資源の国家戦略、方針の策定、調整
Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB)	都市部の上下水道
Partenariat Nationale de l'Eau (PNE)	NGO、全国レベルのパートナーシップ
Conseil National de l'Eau (CNE)	水資源に関連する（発電・治水・給水・漁業）省庁等からの代表者で構成する委員会

3-2-2 鉱山・エネルギー・水省（Ministère des Mines de l'Énergie et de l'Eau）：水総局（Direction Générale de l'Eau :DG Eau）

MMEE は、2006 年の条例 2006-461 によって、目的、責務等を規定されており、鉱業、エネルギー、水の分野において、「ベ」国政府として決定及び指導を実施するとともに、同部門の予算を策定する。水総局（Direction Générale de l'eau (DG Eau)）は MMEE の 3 つある技術総局のうちの一つで、国家の水政策、水利用に関わる登録や条例、水分野の環境規制、水利用に関わる環境アセスメント及び飲料水供給のプログラム、水資源情報の管理等、水分野全体の戦略、法規制、実施に対して責任を有する。

図 3-2-1 に水総局の組織図を示す。財務局、給水局、水資源管理局、計画・モニタリング・評価局、水情報局、地方局があり、地方局の下に全国に 10 地方事務所が配置されている。

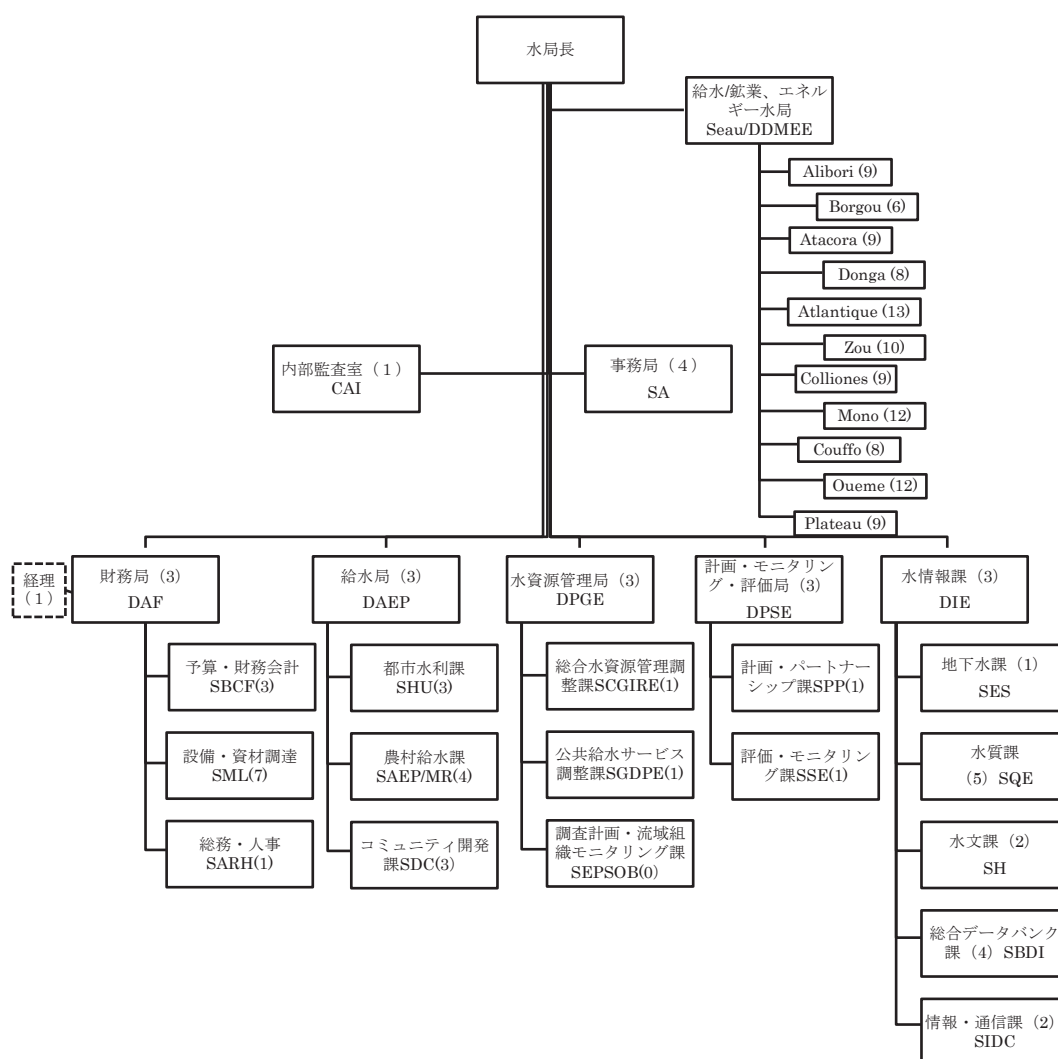


図 3-2-1 水総局の組織図

3-2-3 ベナン国上下水道公社 (Société Nationale des Eaux du Bénin :SONEB)

MMEE による「都市部上水道の開発戦略」(2007 年)によると、SONEB の前身は Société Béninoise d'Electricité et d'Eau (SBEE) であり、全国規模で電力及び上水道事業を実施していたが、2003 年に電力部門と上水部門が分離され、都市部の上水道事業の実施機関として設立された。SONEB は都市部及び都市周辺部の上水道の運営に責任を持つ。図 3-2-2 に SONEB の組織図を示す。SONEB の正規職員は経営部門 128 人、管理部門 51 人、運転部門 542 人、総計で 721 人であり、他に各事業所等の契約によって従業員を雇用している。技術システム部等 8 部署、プロジェクト計画局等 5 局で編成され、中央開発局の下に 5 つの地方局が配置される。

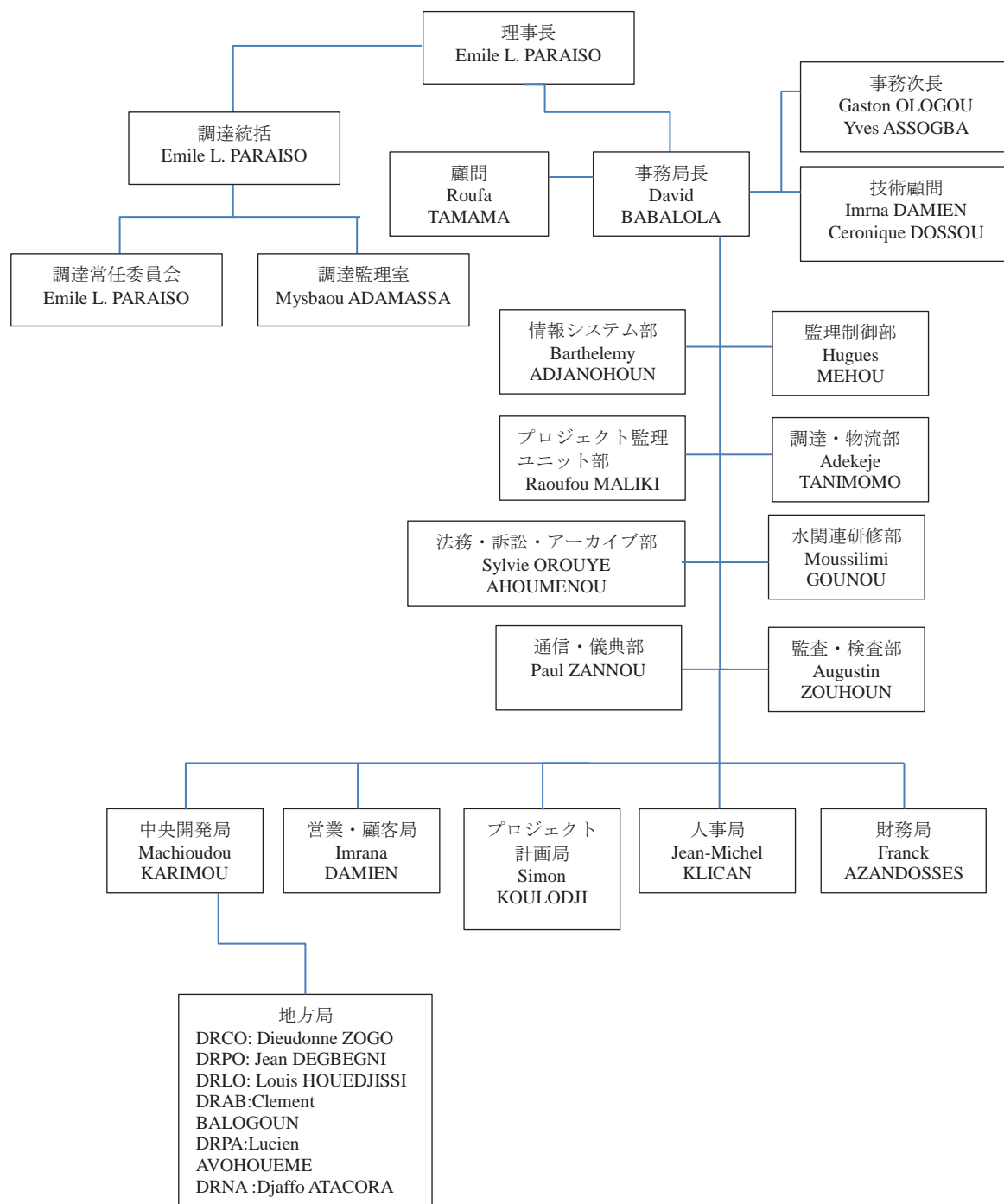


図 3-2-2 SONEB の組織図

3-3 他ドナーの状況

3-3-1 DG Eau 及び SONEB への最近の支援プロジェクト

表 3-3-1 及び表 3-3-2 に、DG Eau 及び SONEB（2012 年時点）におけるの他ドナー支援によるプロジェクトを示す。SONEB の主要な支援ドナーはオランダ及びドイツであり、バスケット・ファンド方式を用いている。SONEB 計画部長によると、すでにオランダは本方式への参加は取りやめてお

り、ドイツ1国が引き続き参加している。また、ドイツは今後の SONEB への支援は衛生部門を主として協力していくとの事であった。

表 3-3-1 DG Eau ドナー支援によるプロジェクト

プロジェクト	予算 (百万 FCFA)	融資元	タイプ	期間	概要	状態
GIZ/KfW	9,200	KfW	無償		100FPM, 20AEV	実施中
JAPON VI	4,900	日本	無償	2009/2011	170FPM, 20AEV	実施済
SAOUDIEN	1,500	サウジアラビア		2010/2012	136FPM	実施済
PPEAII	11,212	オランダ	無償		100FPM, 22AEV	実施中
BAD	6,860	ADB	借款			実施済
UEMOA	5,200	UEMOA	無償		400FPM	実施済
JAPON (PNUD)	3,349	日本	無償	2008/2010	150FPM, 100FPM(修復)、 20AEV	実施済
CHINOS	1,000	中国	無償	2012/2014	100FPM	実施中

FPM= Forage équipé de Pompe à Motricité humaine (モーターポンプ付井戸設備),
AEV : Adduction d'Eau Villageoise (レベル1 給水)

出典 : DG Eau 質問票回答

表 3-3-2 SONEB ドナー支援によるプロジェクト (2012 年 Activity Report)

プロジェクト	予算 (百万 FCFA)	融資元	状態
水道メーター用トレーニングセンタの拡張及びリハビリテーション	244 40 93	CTZ/PEP-CT KfW&オランダ (Busket fund) National	実施済
コトヌー市密集地区給水増強計画 フェーズ II	8,500 11,600 1,700 1,700	EIB EU KfW オランダ	実施中
Come, Grand-popo, Malanville, Ketou, Bante 第2都市給水システム増強プロジェクト	2,250	オランダ	実施中
villes Djougou, Nikki, Bembèrèkè et Banikoara 地下水による給水事業	1,240	オランダ、KfW	実施中

出典 : SONEB2012 年 Activity Report

3-3-2 対象地域に関連する情報

(1) ベナン国5か所の都市給水システムのための水資源予見調査 (2012年9月)

(ETUDE PROSPECTIVE SUR LES RESSOURCES EN EAU POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE 5 SYSTEMES URBAINS DU BENIN RAPPORT)

GIZの資金により水総局と SONEB が2012年9月に策定した、2025年と2050年を目標年とする9か所の都市の水需要をカバーするために必要となる水資源の評価を目的とした調査である。なお、当調査は統合的水資源管理の理念で行われている。

- Abomey, Bohicon
- DSGS (ダッサズメ, サベ, グラズエ, サバルー)
- Natitingou
- Porto Novo

- Synthese

DSGS 編では、2025 年、2050 年の水需要を検討するとともに、ダッサズメ、グラズエ、サベ及びサバルーを含めた地域全体への給水を、新規ダムからの取水と既存ゴベ浄水場の拡張により実施する計画となっている。提案されている給水システムは、ウエメ川流域の貯水池より取水して、ゴベ地点へ送水して浄水した後、サベへポンプによる送水、ダッサズメ、グラズエ及びサバルーへ配水池からポンプ送水するものとなっている。新規ダム水源の所在地はこの中では確定していない。

(2) ウエメ川流域水資源管理・開発マスタープラン

(Realisation du schema directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin de l'oueme (SDAGE))

オランダの支援により DG Eau がウエメ川の流域管理（主として表流水）を進めるために 2013 年 4 月に策定したマスタープランで、流域の降雨・河川流量に基づき、上水、治水、灌漑、漁業への利用のため、ダム建設と利水を検討したもので、最終的に 6 コンポーネント、90 のアクションプランが提案された（図 3-3-1 参照）。DG Eau による今後の水資源管理はこの SDAGE を基本とし、ここで提案されたアクションプランは今後実施に向けて内容が検討される事となる。2013 年 8 月 21～23 日にはダッサズメにて関係者へのワークショップが開催された。各アクションプランは短期（2014～2018 年）、中期（2019～2023 年）、長期（2024～2025 年）に分類されている。

<p>SDAGE: 6 コンポーネント</p> <ul style="list-style-type: none">1. 利水インフラ開発及び水利用の促進 6 アクション2. 組織制度構築 7 アクション3. Oueme 川流域水資源管理の改善 5 アクション4. 給水施設および衛生設備の開発 15 アクション<ul style="list-style-type: none">4.1: 給水施設の改善4.2: 衛生設備の改善4.3: 保健衛生の改善5. 利水インフラ開発及び改善 29 アクション<ul style="list-style-type: none">5.1: 農業開発5.2: 漁業開発5.3: 畜産開発6. 社会経済開発及び環境保全 16 アクション

図 3-3-1 SDAGE の 6 コンポーネント

3-4 人口及び給水状況

「ベ」国では 2013 年にセンサスが実施されており、現在集計中である。統計局で入手した速報値の人口データを表 3-4-1 に示した。2013 年における「ベ」国の総人口は約 998 万人である。コリーヌ県は Quesse、Save、Glazoue、Dassa Zoume、Bante、Savalou の 6 コミューンからなり、2013 年における県人口は約 72 万人である。対象となるサベ、グラズエ、ダッサズメ・コミュニティの総人口はコリーヌ県の約 44%にあたる 32 万人である。

表 3-4-1 コリーヌ県のコミューン別人口（2013 年）

コミューン	2013 年人口 (2013 年センサス結果)			2013 年 予測値	2002 年人口			2002-2013 年人口 増加率	1992 年 人口	1992-2002 年人口 増加率	1979 年 人口	1979-1992 年人口 増加率
	合計	男性	女性		合計	男性	女性					
コリーヌ県	716,558	352,740	363,818	762,931	535,923	261,284	274,639	2.6%	340,284	4.7%	217,075	3.3%
バンテ	106,945	52,358	54,587	117,051	82,129	40,135	41,994	2.4%	46,699	5.8%	28,598	3.6%
ダッサズメ	112,118	54,332	57,786	133,931	93,967	45,190	48,777	1.6%	64,065	3.9%	41,579	3.1%
グラズエ	123,542	60,648	62,894	128,951	90,475	43,558	46,917	2.8%	59,405	4.3%	37,860	3.3%
ウエッス	141,760	71,391	70,369	138,041	96,850	48,280	48,570	3.4%	52,071	6.4%	31,664	3.6%
サバルー	144,814	70,089	74,725	149,299	104,749	50,163	54,586	2.9%	72,641	3.7%	51,257	2.5%
サベ	87,379	43,922	43,457	95,658	67,753	33,958	33,795	2.3%	45,403	4.1%	26,117	4.0%
ベナン全国	9,983,844	4,868,180	5,115,704	9,648,549	6,769,914	3,284,119	3,485,795	3.5%	4,915,555	3.3%	3,331,210	2.8%
コトヌー	678,874	325,284	353,590	947,917	664,560	323,168	341,392	0.2%	536,827	2.2%	320,348	3.8%

出典：ベナン国統計局 2013 年概算データ

表 3-4-2 には 2010 年の WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) による給水状況の調査結果を示す。安全な水へのアクセスは地方部で 68%、都市部で 84%であり、全体としては 75%である。都市部 84%の内訳は水道からの給水が 31%であり、その他は 53%である。

表 3-4-2 JMP2012 年による全国給水状況 (%)

年	都市部					地方部					全体				
	安全な水源			改善されて いない水源		安全な水源			改善されて いない水源		安全な水源			改善されて いない水源	
	合計	水道 接続	その 他	合計	表流 水	合計	水道 接続	その 他	合計	表流 水	合計	水道 接続	その 他	合計	表流 水
1990	72	16	56	19	9	49	0	40	22	29	57	6	51	21	22
2000	78	23	55	17	5	59	2	57	23	18	66	10	56	21	13
2010	84	31	53	14	2	68	4	64	25	7	75	15	60	20	5

出典：Joint Monitoring Program (JMP) 2012 年

一方、ベナン水道公社は、全国にある 77 県庁所在地のうち、69 か所で水道事業を実施しており、2012 年における上水道契約者は約 18 万人で、そのうち約 60%をコトヌー市を含む DRCO (地方局の一つ) で占めている。生産量は約 44 百万 m³で、約 70%にあたる 32 百万 m³が売水されている。

表 3-4-3 SONEB の給水概要

地方局コード	事業所	対象地域	年間生産量 (m ³)	年間売水量 (m ³)	契約戸数	管路総延長 (km)
DRCO	Cotonou	Atlantique	29,503	21,483	110,276	2,167
DRPO	Portonovo	Oume	5,276	3,698	27,532	954
DRLO	Lokosa	Mono	2,041	1,363	9,019	507
DRAB	Abomey	ZOU	3,007	1,870	15,887	717
DRPA	Parakou	Borgou	2,821	2,518	15,407	697
DRNA	Natitingou	Atakora	1,403	1,016	6,090	293
計	—	—	44,051	31,948	184,211	5,335

3-5 対象地域の給水状況、将来の水需要

3-5-1 給水人口

ベナン国の行政区分は2009年に改訂されており、Departement (=県)、Commune (=コミューン：都市部と地方部を含む)、Arrondissement (=区)、Village (=村落部の村) 及び Quartier de villes (都市部の地区) で構成される。このうち、区より小さい区分である村 (Village) 及び地区 (Quartier de ville) の人口については本年にセンサスが実施されたが、現時点では結果が得られなかった。従って、本計画における給水事業を都市部に限定した場合、コミューン中心部から半径7km程度までの範囲を都市部として仮定し、計画対象としては表3-5-1の人口を都市部として想定する。2015年でサベが約3万2千人、グラズエが2万人、ダッサズメが3万1千人である。

表 3-5-1 対象3コミューンの都市部に限定した場合の人口

コミューン	区	村の数	中心地からの距離 (km)	年						
				2002	2010	2015	2020	2025	2030	2035
サベ	Adido	5	0-7	6,256	8,080	9,481	11,124	13,053	15,316	17,973
	Boni	3	0	4,518	5,837	6,850	8,038	9,432	11,068	12,987
	Platoue	8	5-12	9,928	12,824	15,048	17,657	20,720	24,312	28,258
グラズエ	Glazoue	6	0-4	13,326	17,212	20,197	23,700	27,809	32,631	38,290
ダッサズメ	Dassa I	5	0	6,474	8,361	9,812	11,513	13,509	15,851	18,599
	Dassa II	15	0-7	13,920	17,978	21,095	24,754	29,048	34,085	39,996
	計			54,422	70,292	82,483	96,786	113,571	133,263	156,103

出典：ベナン国統計庁センサス人口予測

表3-5-2にサベ、グラズエ、ダッサズメの給水概要を示す。

市役所の水道担当からの聞き取りでは、サベ、グラズエ、ダッサズメ・コミューン全体の給水率は各々65%、52%、80%であり、これにはSONEBによる給水に加えて、コミューンで進めている動力ポンプ付深井戸、ハンドポンプを含めたものである。

コミューン都市部におけるSONEBによる給水率は、サベ、グラズエ、ダッサズメで各々53%、34%、28%となる。ただし、実際には中心部の地区でもコミューン設置によるハンドポンプや防護付き浅井戸も利用されているため、給水率は高くなると考えられる。

2011年センサス(サンプル調査によると推定される)によると、コリーヌ県都市部では、88.5%の給水率とされている(ただし、センサスでは保護付の浅井戸等も安全な水にカウントされる場合が多い)。

表 3-5-2 対象地区の給水状況概要

項目	サベ	グラズエ	ダッサズメ	備考
区数	8	10	10	
村 (Village) の数	38	48	68	
コミュニティ全体の人口	87,379	123,542	112,118	2013年センサスより
コミュニティの給水人口 (都市部・村落部)	56,765	63,710	89,600	コミュニティ水道課より。 SONEB も含む
コミュニティの給水率	65%	52%	78-80%	コミュニティ水道課より。 SONEB、HP 等含む
都市部の人口	31,429	20,197	30,907	市街地の地区人口で想定
SONEB 各戸給水戸数	1,150	890	1,286	1戸当たり6人として推定
SONEB 公共水栓数	39	6	4	公共水栓当たり250人として推定
SONEB による給水人口	16,650	6,840	8,716	
都市部の SONEB による給水率	53%	34%	28%	

3-5-2 給水システム

図 3-5-1 にサベの給水システムのイメージ図及び施設写真を示す。サベでは、既存イロコダムを水源として、ゴベ浄水場で浄水後、市内にある配水池から自然流下により配水している。グラズエ及びダッサズメでは、井戸を水源とし、高架水槽を利用して給水を行っている。

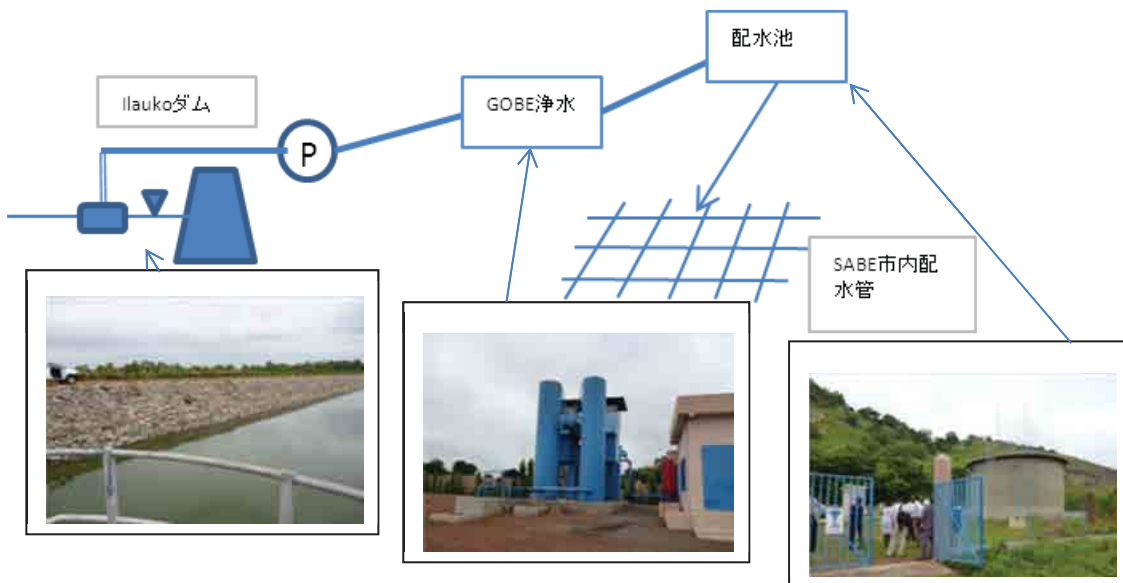


図 3-5-1 サベ給水システムイメージ

図 3-5-2 にグラズエ及びダッサズメの地下水を水源とした給水システムの模式図を示す。

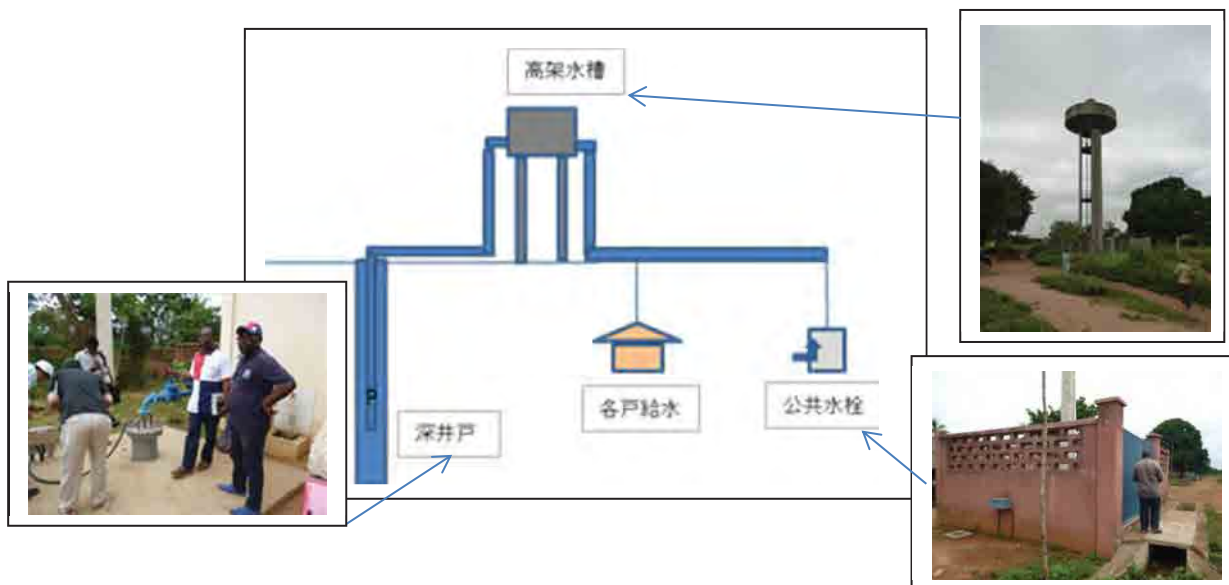


図 3-5-2 グラズエ、ダッサズメ 深井戸水源による給水システムイメージ

表 3-5-3 に各給水施設の概要を示す。サベ市に給水するゴベ浄水場は、急速濾過システムによるもので、水源から導水された水は硫酸アルミニウムが注入された後、円筒型の上向流式凝集装置下部に接続される。沈殿池、ろ過池（自動式逆洗浄）を経た後、送水ポンプによって、市内の配水池へと送られている。

原水の濁度は年間を通じて3～10NTU程度で、ウエメ川における300～400NTUの濁度はイロコダム貯水時に低減されている。浄水後の濁度は約0.5NTUである。表 3-5-4 に2011年8月の水質試験データを示す。

表 3-5-3 給水施設の概要

項目	サベ	グラズエ	ダッサズメ
浄水場	生産能力 (600m ³ /日) x 2基	-	-
深井戸	-	5本：2013年生産量 (303～476 m ³ /日)	4本：2013年生産量 (420～543 m ³ /日)
配水池/高架水槽	容量 200 m ³ x 1基、 容量 250 m ³ x 1基	A 容量 75 m ³ x 高さ 25m x 1基	A 容量 75 m ³ x 高さ 25m x 1基
ポンプ機場	送水量 50 m ³ x 揚程 100m x 2基	-	-
送配水管	φ63-225 mm x 75 km	φ63-110 mm x 32.2 km	φ63-110 mm x 32.6 km

表 3-5-4 ゴベ浄水場 水質試験 (2011年8月)

	単位	NG-	VMP-	原水	ろ過後	送水ポンプ
色度	UCV	-	15	nd	nd	Nd
濁度	NTU	0.4	5	3.62	0.515	0.574
温度	°C	25°C	-	30.3	28.9	29.2
PH	-	6.5<pH<8.5	-	7.49	7.46	7.33
EC	μS/cm	400	2000	150.1	160.1	165.7

3-5-3 社会調査・給水実態調査

給水の実態を把握するため、市街地の地区代表及び SONEB 利用者、ハンドポンプ利用者にインタビュー調査を行った（写真 1）。表 3-5-5 に結果を取り纏める。月収はおよそ FCFA43,000~192,000 で、月収に対する水道料金の割合は平均的には 3~5%の範囲であった。また、市街地で SONEB の配水網がいきわたっているエリアでもハンドポンプ、浅井戸の利用者が多い。また、SONEB の各戸給水及び公共水栓利用者でも、並行してハンドポンプ（写真 2）及び浅井戸（写真 3）を利用している。



写真 1



写真 2



写真 3

地区代表へのインタビューでは、SONEB の水道を利用しない理由として、費用が高い事に加えて、時期的に給水されない事もあるため、安定した水源として信頼されていない事が挙げられた。

市街地では、家も密集している場合が多く、浅井戸やハンドポンプ（掘削深度が浅い場合）では汚水が浸透するケースも考えられるため、市街地においては SONEB の給水率を更に向上させ、実質的に浅井戸・ハンドポンプから SONEB の給水利用に転換する必要があると判断される。

表 3-5-5 社会・給水状況調査

	サンプル	年間収入 (FCFA)	月収入 (FCFA)	月当たりの食費(FCFA)	月当たり水道料金 (FCFA)	水道料金の月収への割合	その他の出費	SONEB	ハンドポンプ	浅井戸
サベ	Adido1	1,050,000	87,500	30,000	1,000	1.1%	10,000		○	○
	Adido2	1,250,000	104,167	30,000	10,000	9.6%	50,000	○	○	
	Adido3	516,000	43,000	60,000	0	0.0%	39,000			○
	Pleatou1	1,400,000	116,667	60,000	3,000	2.6%	54,167	○		○
	Pleatou2	1,920,000	160,000	90,000	3,000	1.9%	65,000	○		○
	Boni1	540,000	45,000	60,000	7,500	16.7%	26,250		○	○
	Boni2	800,000	66,667	90,000	8,000	12.0%	31,250	○		
	平均	1,068,000	89,000	60,000	4,643	5.2%	39,381			
グラズエ	Glazoue1	1,050,000	87,500	80,000	10,000	11.4%	30,000	○		○
	Glazoue2	1,250,000	104,167	30,000	1,500	1.4%	28,000	○	○	
	Glazoue3	516,000	43,000	150,000	2,250	5.2%	25,300		○	○
	Glazoue4	1,500,000	125,000	—	5,000	4.0%	—	○		
	平均	1,079,000	89,917	86,667	4,688	5.2%	27,767			
ダッサズメ	Dassa I 1	800,000	66,667	45,000	4,500	6.8%	1,500	○	○	
	Dassa I 2	1,000,000	83,333	105,000	4,000	4.8%	12,000	○		
	Dassa II 1	600,000	50,000	45,000	1,000	2.0%	50,000	○		
	Dassa II 2	1,300,000	108,333	100,000	2,300	2.1%	12,800	○	○	
	平均	925,000	77,083	83,333	2,950	3.8%	24,933			

3-5-4 水道料金

SONEB の水道料金を表 3-5-6 に示す。SONEB は全国一律の料金体系を使用している。1 世帯 6 人とすると、公共水栓使用時は、原単位 (20L/p/d) を使い月当たり約 FCFA700 (約 140 円)、各戸接続の場合は、原単位 (45L/p/d) で約 FCFA3,700 (約 740 円) と計算される。上記社会調査では、家庭の月収が FCFA40,000~100,000 (約 1 万円~2.5 万円) であり、平均的には、各戸給水の水道料金は月収の約 4% に該当する。一方で、接続時の料金は FCFA100,000 (約 2 万円) が必要と一カ月分の月収相当であるため、このハードルが高いと考えられた。

表 3-5-6 SONEB 水道料金

カテゴリー	単位	コスト(FCFA)
Water Consumption: 0-5m ³ /month	m ³	198
Water Consumption: 6-50 m ³ /month	m ³	453
Water Consumption: more 50 m ³ /month	m ³	658

3-5-5 無取水の状況

表 3-5-7 に 2012 年の対象地区の取水量、浄水量、売水量及び無取水率を示す。無取水率はダッサ、グラズエ、サベで各々 27%、14%、20% である。サベでは浄水施設導入後、2011 年に配水管の更新を行っており、2011 年の無取水率は 36% であったが、2012 年に現在の 20% に改善されている。ダッサズメの値が少々高いものの、この数字から判断する限りでは既存配水管の更新は当面は必要ないと考えられる。

表 3-5-7 2012 年のダッサズメ,グラズエ,サベの無取水率

	ダッサズメ	グラズエ	サベ
取水量(m ³)	192,500	102,845	153,078
浄水量(m ³)	192,500	102,443	134,720
売水量(m ³)	141,021	87,602	108,302
無取水率(%)	27	14	20

3-5-6 水質

収集した水質試験結果では、大腸菌 (Recherche présumptive des coliformes) は不検出だが、一般細菌が検出されたケースが見られた。しかしながら、残留塩素が高い濃度であっても (例えば 0.8mg/L) 検出された場合があるので、試験方法に若干疑問が残る。一方、グラズエの井戸では硝酸イオンが許容値を超えて 120mg/L が検出されている。

窒素化合物である硝酸-亜硝酸-アンモニアは、酸化還元状態の変化でそれぞれ移り変わる。還元状態の地下水では、硝酸がメトヘモグロビン血症の原因となる亜硝酸に還元される可能性があり、高濃度の硝酸を含む水は飲料水としては不適切である。

窒素は地質由来で検出されることは考えにくく、通常は糞便、生活排水、肥料による汚染を原因とする。このため、水質試験室の分析手法、井戸の近傍に汚染源があるか、井戸の構造 (遮水の状況等) 等についても十分調査する必要がある。

3-6 将来水需要の推定

将来水需要量推定値について、以下に要請書案及び本調査による概算値についてまとめる。

3-6-1 要請案

要請書では、都市部以外に村落部への給水も視野に入れた給水人口を用いて計画されている。要請書作成のベースとなった補足 FS では、都市部での原単位を 45 (L/p/d)、村落部で 20 (L/p/d)、人口の増加率を約 3.5%としているが、本要請書では表 3-6-1 に示すように非常に低い数字で設定されていた。

表 3-6-1 要請書の人口及び計画給水量

		2002	2008	2012	2024	2035	増加率
サベ	person	31,906	36,014	39,059	48,298	58,675	増加率 1.8%
	(m ³ /day)		784	851	1,058		原単位 22(L/p/d)
グラズエ	person	51,239	58,623	64,129	79,222	96,159	増加率 1.8%
	(m ³ /day)		593	650	807		原単位 10(L/p/d)
ダッサズメ	person	35,853	39,867	42,814	53,030	64,523	増加率 1.8%
	(m ³ /day)		632	684	868		原単位 16(L/p/d)
計	person	118,998	134,504	146,002	180,550	219,356	増加率 1.8%
	(m ³ /day)		2,009	2,185	2,733		原単位 15(L/p/d)

*2,733m³/日の需要に対して、ダム容量は9百万 m³としている。

3-6-2 本調査による水需要の概算値

給水原単位は、Vision Eau Benin 2025, Dec. 1999, Republica de Benin で計画され、大都市部で 90-100 (L/p/d)、地方都市部で 45-50 (L/p/d)、村落給水は 20 (L/p/d) とされている。表 3-6-3 に 3 コミュニティにおける人口予測、人口増加率を示す。表 3-6-4～表 3-6-6 には各市（コミュニティの都市部）の水需要予測を示す。2002 年センサスの地区人口をベースとして、上記の人口増加率を元に 2035 年までの人口を推定するとともに、補完 F/S で示された接続率（2035 年に 100%）をもとに途中年の接続率を按分して求めた。

この結果によれば、サベ市における 2035 年の給水量は概算として 3,240m³/日と見込まれ、現況の水源及び浄水生産能力では 2020 年以降は水不足が拡大する。グラズエ市では、2035 年には約 2,000m³/日必要であり、2015 年以降に水不足となる。ダッサズメ市では現状ですでに水が不足している状態である。

表 3-6-2 ベナン国の給水原単位 (L/p/d)

	都市部	地方部
1999	35	20
2005	50	30
2010	70	40
2015	90	45
2020	100	50
2025	110	50

出典：Vision Eau Benin 2025, Dec. 1999, Republica de Benin

表 3-6-3 3 コミュニオンにおける人口予測

コミュニティ	1979	1992	2002	2013	2015	2020	2025	2030	2035	2002-2013 人口増加率
サベ	26,117	45,403	67,753	87,379	91,427	102,386	102,386	102,386	102,386	2.29
グラズエ	37,860	59,405	90,475	123,542	130,583	149,990	149,990	149,990	149,990	2.81
ダッサズメ	41,579	64,065	93,967	112,118	115,689	125,122	125,122	125,122	125,122	1.58

表 3-6-4 サベ市の水需要予測

地区		2002	2013	2015	2,020	2025	2030	2035	備考
サベ 人口	Adido	8,183	10,497	10,984	12,300	13,774	15,426	17,275	人口増加率 2.29%
	Boni	7,609	9,761	10,213	11,437	12,808	14,344	16,063	
	Platoue	10,648	13,659	14,292	16,005	17,924	20,072	22,478	
合計		26,440	33,918	35,489	39,743	44,507	49,841	55,816	
SONEB 給水率 (%)			47	50	70	80	90	100	—
SONEB 接続人口			16075	17,744	27,820	35,605	44,857	55,816	—
各戸給水接続率 (%)			0	40	50	60	60	60	—
各戸給水数			1150	1,291	2,529	3,884	4,894	6,089	—
各戸給水数人口			6325	7,098	13,910	21,363	26,914	33,489	—
公共水栓接続率 (%)			1	60	50	40	40	40	—
公共水栓数			39	43	56	57	72	89	—
公共水栓数人口			9750	10,647	13,910	14,242	17,943	22,326	—
各戸給水原単位 (L/日)			45	45	45	50	50	50	—
共同水栓原単位 (L/日)			20	20	20	20	20	20	—
1 日平均使用水量 (L/日)			480	532	904	1,353	1,705	2,121	—
その他の使用水量 (L/日)			48	53	90	135	170	212	—
計			528	586	995	1,488	1,875	2,333	—
計画有効率 (%)			80	80	80	80	80	80	—
計画 1 日平均給水量 (m ³ /日)			659	732	1,243	1,860	2,344	2,916	—
負荷率 (%)			90	90	90	90	90	90	—
計画 1 日最大給水量 (m ³ /日)			733	813	1,381	2,067	2,604	3,240	—
年間給水量 (m ³)			267,458	296,850	504,189	754,486	950,538	1,182,750	—
2013 年 3 月日生産量 (m ³)			577						
浄水場 1 日生産能力 (m ³)			800						50 m ³ /hr×16hr

表 3-6-5 グラズエ市の水需要予測

	2002	2013	2015	2,020	2025	2030	2035	備考
グラズエ人口	12,822	17,392	18,383	21,115	24,253	27,858	31,998	人口増加率 2.81%
合計	12,822	17,392	18,383	21,115	24,253	27,858	31,998	
SONEB 給水率 (%)		37	40	60	80	90	100	
SONEB 接続人口		6,395	7,353	12,669	19,403	25,072	31,998	
各戸給水接続率 (%)		1	75	70	70	70	70	
各戸給水数		890	1,003	1,612	2,469	3,191	4,072	
各戸給水数人口		4,895	5,515	8,868	13,582	17,550	22,399	
公共水栓接続率 (%)		0	25	30	30	30	30	
公共水栓数		6	7	15	23	30	38	
公共水栓数人口		1,500	1,838	3,801	5,821	7,522	9,599	
各戸給水原単位 (L/日)		45	45	45	50	50	50	
共同水栓原単位 (L/日)		20	20	20	20	20	20	
1日平均使用水量 (L/日)		250	285	475	796	1,028	1,312	
その他の使用水量 (L/日)		25	28	48	80	103	131	
計		275	313	523	875	1,131	1,443	
計画有効率 (%)		80	80	80	80	80	80	
計画1日平均給水量 (m ³ /日)		344	392	653	1,094	1,413	1,804	
負荷率 (%)		90	90	90	90	90	90	
計画1日最大給水量 (m ³ /日)		382	435	726	1,215	1,570	2,004	
年間給水量 (m ³)		139,563	158,891	264,928	443,604	573,225	731,576	
2013年3月生産量		13,335						
2013年3月・日生産量 (m ³ /日)		445						

表 3-6-6 ダッサズメ市の水需要予測

地区		2002	2013	2015	2,020	2025	2030	2035	備考
ダッサズメ	Dassa I	8,401	9,982	10,300	11,140	12,048	13,030	14,093	人口増加率 1.58
	Dassa II	14,644	17,400	17,954	19,418	21,001	22,714	24,566	
合計		23,045	27,382	28,254	30,558	33,050	35,744	38,659	
SONEB 給水率 (%)			29	40	60	80	90	100	
SONEB 接続人口			8,073	11,302	18,335	26,440	32,170	38,659	
各戸給水接続率 (%)			1	85	80	80	80	80	
各戸給水数			1,286	1,747	2,667	3,846	4,679	5,623	
各戸給水数人口			7,073	9,606	14,668	21,152	25,736	30,927	
公共水栓接続率 (%)			0	15	20	20	20	20	
公共水栓数			4	7	15	21	26	31	
公共水栓数人口			1,000	1,695	3,667	5,288	6,434	7,732	
各戸給水原単位 (L/日)			45	45	45	50	50	50	
共同水栓原単位 (L/日)			20	20	20	20	20	20	
1日平均使用水量 (L/日)			338	466	733	1,163	1,415	1,701	
その他の使用水量 (L/日)			34	47	73	116	142	170	
計			372	513	807	1,280	1,557	1,871	
計画有効率 (%)			80	80	80	80	80	80	
計画1日平均給水量 (m ³ /日)			465	641	1,008	1,600	1,946	2,339	
負荷率 (%)			90	90	90	90	90	90	
計画1日最大給水量 (m ³ /日)			517	712	1,120	1,777	2,163	2,599	
年間給水量 (m ³)			188,641	259,968	408,967	648,726	789,323	948,535	
2013年3月生産量 (m ³ /月)			14,785						
2013年3月・日生産量 (m ³ /日)			493						

第4章 対象地域の自然状況

4-1 気象水文

4-1-1 気象

「ベ」国の気候帯は南より①亜赤道型気候帯、②亜熱帯性気候帯、③アタコラ気候帯、④サバンナ気候帯の4つに区分できる。本調査対象のコリーヌ県はサハラ砂漠からの気流の影響を強く受けた亜熱帯性気候帯に属している。

内陸部の亜熱帯性気候帯は、サハラ砂漠からの気流の影響を強く受け、気象の地域的及び年変化が激しく、年間降雨量が少なくなり、大雨期、小雨期の区別も不明瞭になる傾向にある。

表 4-1-1 サベ気象観測所における 1998 年から 2007 年の平均月間雨量

	(mm)												
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
サベ(1998-2007年平均雨量)	13	16	43	138	131	156	160	153	184	125	11	0	1135

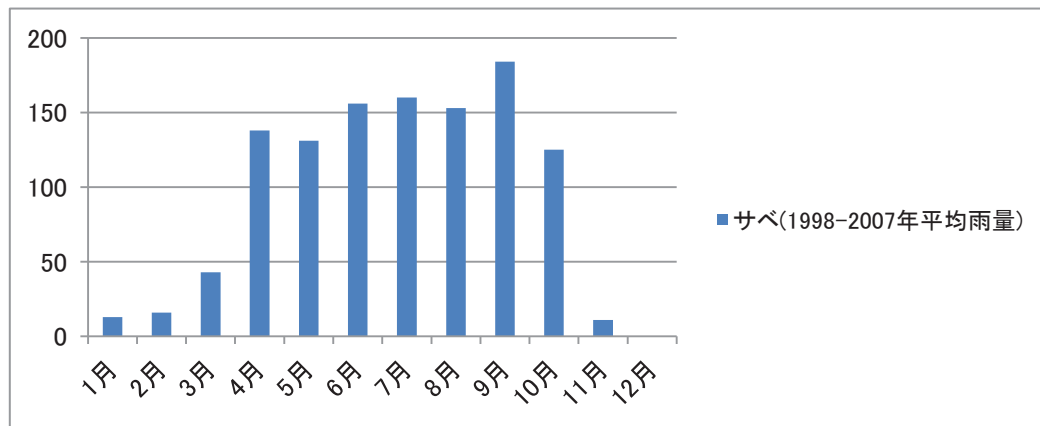


図 4-1-1 サベ気象観測所における 1998 年から 2007 年の平均月間雨量

コリーヌ県サベ市では 100mm/月以上の降雨が 4 月から 10 月まで続く傾向にある。乾期は 11、12、1、2 月の 4 カ月間、年間降水量は約 1,100 mm と推定される。

表 4-1-2 サベ気象観測所における 1998 年から 2007 年の平均月間最高・最低気温

	(°C)											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
サベ最高気温(1998-2007年平均値)	35	37	36	34	33	31	30	29	30	32	34	34
サベ最低気温(1998-2007年平均値)	22	24	24	23	23	22	22	22	22	22	23	22

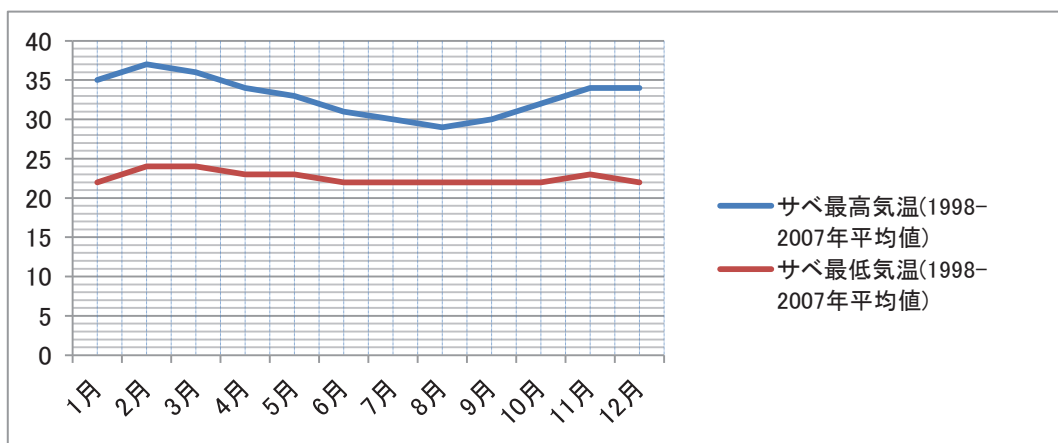


図 4-1-2 サベ気象観測所における1998年から2007年の平均月間最高・最低気温

内陸部のコリーヌ県サベ市では12月～3月は、サハラ砂漠からの風が最も強くなり、低湿かつ夜間の気温が22～23℃程度まで低下する。しかし、昼間の気温は2、3月が最も高く35℃以上となる。

「ベ」国にはASECNA（The Agency for Aerial Navigation Safety in Africa and Madagascar）が運営管理している6ヶ所の気象観測所（コトヌー空港、ボヒコン、サベ、パラクー、カンディ、ナティティゴン）があり、コリーヌ県内にはサベ観測所（市役所近く。8°1'51.28"N、2°29'7.21"E）がある。1942年より「ベ」国政府で観測を始めているが、現在はASECNAで管理運営されている。毎日定期的に無線により本部（コトヌー空港近く。6°21'10.97"N、2°23'11.97"E）とデータ交信している。項目は晴天日、気温、湿度、気圧、時間雨量、月間雨量、風向、風速、蒸発量、日照時間、日射量を測定している。

ASECNAは1974年10月25日のダカール条約に基づき、気象の予測を含む航空活動の管理を9加盟国（ベナン、ブルキナファソ、中央アフリカ共和国、ガボン、赤道ギニア、マリ、ニジェール、セネガル、チャド）から委託されている組織である。

ASECNAではPCに保存されている各気象データを販売しているが、データブックはない。各データを購入すると高額となるが、運輸省気象部（Direction Nationale de la meteorology：コトヌー空港近く。6°21'14.60"N、2°23'20.32"E）に政府プロジェクトで使用する旨のレターを提出すれば、無料でデータ取得が可能である。

4-1-2 水文

「ベ」国の主要河川は、トーゴから流入するMono川、Couffo川、及び調査地を南北に縦断して下流域に広大な沖積平地を形成するウエメ川である。いずれも南流してギニア湾に注ぐ。中でもウエメ川は「ベ」国最大の河川である。これらの河川は乾期に流量が無くなる季節河川である。また、北側のニジェールとの国境沿いは、Niger川が流れており、ベナン北部地域の河川はNiger川に注ぐ。



図 4-1-3 ベナン国主要河川図

ウエメ川流域

ウエメ川支流 Okpara 川はベナンとナイジェリアの国境沿いを流れ、流域がナイジェリアにかかっている。ウエメ川支流 Zou 川は、一部の流域がトーゴにかかっている。ウエメ川本流はコトヌー市近隣の Nokoue 湖からギニア湾に流れる。また、一部は Nokoue 湖からナイジェリアのギニア湾沿いを流れ、ナイジェリアの Yewa 川と合流し、ギニア湾に流れ出ている。

ウエメ川流域はウエメ川と支流の ZOU、HLAN、OKPALA、YEWA 川の流域で、「ベ」国内のウエメ川流域面積は 47,218 km² である。ウエメ川流域は、近隣トーゴとナイジェリアにかかっているため、ウエメ川は国際河川となる。



図 4-1-4 各河川流域図

出典：Atlas hydrographique du Bénin 2008 年 9 月

流量観測所は、DG Eau の水情報部（DIE : Direction de l'information sur l'eau)内の水文課（Service de l'hydrologie）で管理されている。2008 年 9 月に作成された「ANNALES HYDROLOGIQUES DES ANNEES 2003 A 2007」では、「ベ」国内の主要河川に設置された流量観測所の流量データを公表している。ウエメ川本流では、サベから上流約 130km の BETEROU、ATCHAKPA（サベ）、サベから下流約 90km の AHLAN（Zangnanado）及び ONOU の 4 箇所の流量観測所が稼働している。1951 年頃からの水位、流量データが記録されているが、水位計の故障による欠測期間も含む。尚、ウエメ川支流の 9 箇所でも流量観測所が設置されている。

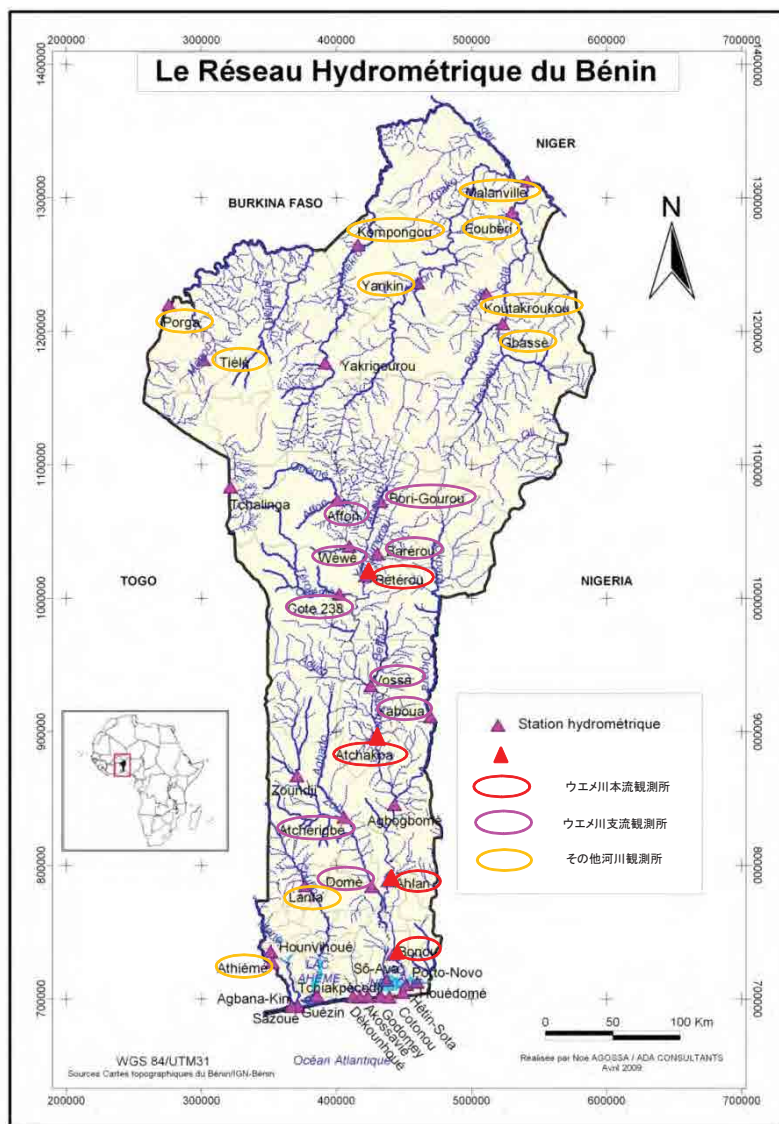


図 4-1-5 流量観測所の位置図

出典 : ANNALES HYDROLOGIQUES DES ANNEES 2003 A 2007

Atchakpa（サベ）流量観測所では、8 月より 10 月の期間に流量のピークが見られ、1 月から 4 月までの 4 ヶ月間はほとんど流量がない。小規模の支流に関するデータは無いが、本流と同様な状態と推測される。尚、2010 年 9 月 15 日が過去 50 年間の最高記録で水位 12.5m、流量 2,220 m³/秒が観測されている。

表 4-1-3 サベ流量観測所における 2003 年から 2007 年の平均月間流量

Atchakpa(SAVE) 月平均流量													単位 m ³ /s	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
2003年	0.361	0	0	0	0	27.8	208	786	838	569	72.9	6.58		
2004年	2.49	1.34	1.57	1.6	12	12.3	172	406	425	211	31	3.29		
2005年	1.41	1.17	1.6	2.976	2.842	9.57	185	172	218	230	29.6	5.32		
2006年	1.6	1.6	1.6	1.6	6.83	4.74	9.83	68.5	436	246	29	2.24		
2007年	1.57	1.54	1.57	2.37	11.2	20.8	37.4	244	903	232	29	3.11		

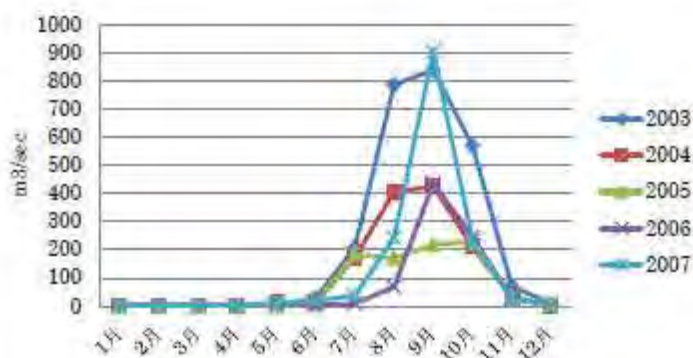


図 4-1-6 サベ流量観測所における 2003 年から 2007 年の平均月間流量

ウエメ川の水質検査データを DG Eau の水情報部水質試験課から取得したが Abomey-Calavi 大学で実施された「Evaluation of water quality in the Oueme River (Benin) 2011」報告書の水質検査結果と同じデータであった。DG Eau では、定期的な水質検査は実施していない。

上記報告書では、ウエメ川本流の 4 地点（北から Beterou、Save、Zagnanado、Bonou）における、2004 年から 2008 年の、雨期 3 回、乾期 3 回の水質調査結果が示されている。

表 4-1-4 ウエメ川水質試験結果

項目	単位	WHO基準	Beterou		Save		Zagnanado		Bonou		
			Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	
物理的要素											
Color	色度	(uc)	15	500	220	360	100	400	110	400	220
pH	pH		6.5~9.5	7	7.2	7.2	7.7	7.2	7	7.1	7.3
Turbidity	濁度	(NTU)	5	70	30	40	30	42	25	45	40
Total Hardness	硬度	(mg/l)	500	40	45	35	55	30	15	30	25
化学的要素											
NO ₂ ⁻	亜硝酸塩	(mg/l)	0.1	0.06	0.04	0.03	0.08	0.02	0.02	0.01	0.01
NO ₃ ⁻	硝酸塩	(mg/l)	50	4.5	7	2	3	3	6	4	2
PO ₄ ³⁻	りん酸	(mg/l)	5	0.5	0.45	0.55	0.5	0.55	0.25	0.5	0.25
NH ₄ ⁺	アンモニア	(mg/l)	0.5	0.8	0.2	0.5	0.4	0.6	0.4	1.0	1.0
Mg ²⁺	マグネシウム	(mg/l)		4.5	6	4	3.5	2.5	1	3	1

この結果を見ると、色度、濁度が雨期、乾期とも非常に高い。水質は、軟水で中性から弱アルカリ性である。アンモニアが高い原因としては、下水、尿尿、生活排水などに由来する有機性汚濁が疑われる。

上記報告書では水質悪化の要因として、①農地の浸食、②農地での肥料の使用、③乾期の化学物質の濃縮、④汚泥・排水処理施設がなく、川に直接垂れ流しであることを挙げている。「補完的 F/S 調査 (2011 年)」においても、アンモニアが高いとの報告がある。更に鉄分が基準値の 0.2mg/L を大きく上回り 0.2~2.42mg/L との報告がある。

尚、本調査において、ウエメ川本流は、常に濁度 50 以上ある茶色の濁流であり、支流（リフォ、アイジェコ）は白みがかった外見で、濁度 30 以上と推定された。

4-2 地形、地質

4-2-1 地形

(1) ダッサズメ市

ダッサズメ市は南北に南流するウエメ川の右岸に位置し、標高 200m から 300m のなだらかな丘陵地が広がる。ダッサズメ市の東側では、基盤岩の残丘が南北に延びている。

(2) グラズエ市

グラズエ市は南北に南流するウエメ川の右岸に位置し、ダッサズメ市と同様に標高 200m から 300m のなだらかな丘陵地が広がる。小規模な残丘が点在するが、対象 3 市の中では地形の緩やかな地域である。

(3) サベ市

サベ市は南北に南流するウエメ川の左岸に位置し、ダッサズメ市やグラズエ市と同様になだらかな丘陵地が広がるが、多少起伏に富んでいる。サベ市の標高は 170m から 200m であり、サベ市の市街地の北方には標高 400m を超す残丘がそびえている。

4-2-2 地質

対象地域付近の地質図を、図 4-2-1 に示す。

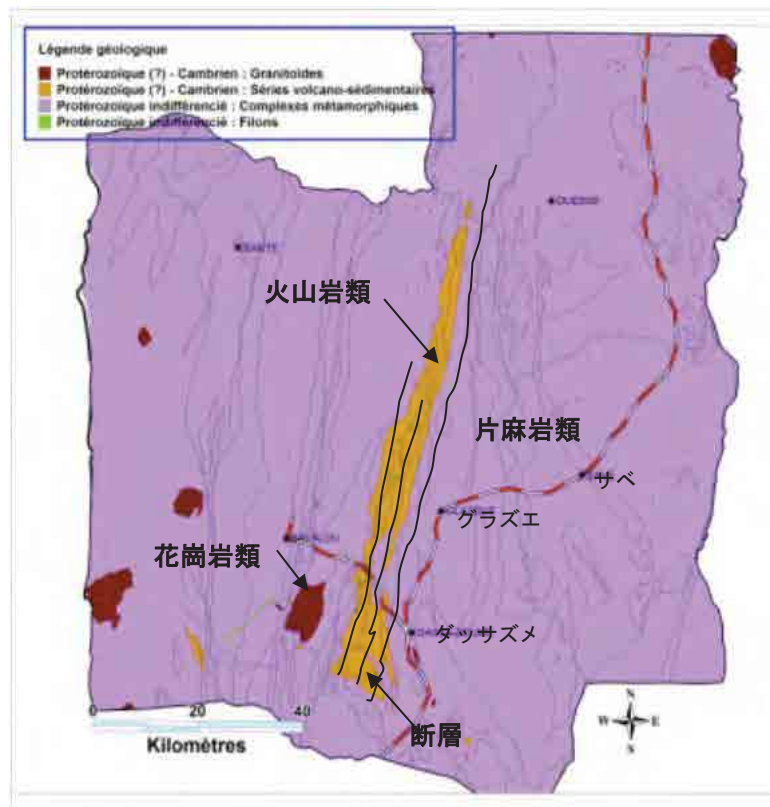


図 4-2-1 対象地域付近の地質図

出典：APPUI DE L'AFD AU BUDGET-PROGRAMME DE L'HYDRAULIQUE RURALE DU BENIN, 2006

(1) ダッサズメ市

ダッサズメ市の地質は図 4-2-1 に示すように、主に先カンブリア時代の片麻岩類からなり、西側にはカンブリア紀から先カンブリア時代の、幅約 5 km の火山岩類が南北に分布している。ダッサズメ市内には存在しないが、市の西側には花崗岩類が点在する。片麻岩類と火山岩類は、ベナン国の 1/50 万水理地質図によると、断層で接している。

平坦な丘陵地では岩盤の風化が進み、表層には数メートルの土壌化した風化帯が形成され、植生に覆われている。残丘では、新鮮な岩盤が露出している。

(2) グラズエ市

グラズエ市の地質の構成は、ダッサズメ市とほぼ同じであり、主に片麻岩類が広く分布し、市の西側の断層を境とし火山岩類が南北に延びている。岩盤の風化状況も、ダッサズメ市とほぼ同じである。

(3) サベ市

サベ市の地質は、ほぼすべて片麻岩類から構成され、火山岩類や花崗岩類はみられない。また、大きな断層も水理地質図には示されていない。岩盤の風化状況は、ダッサズメ市やグラズエ市と

ほぼ同じである。

4-3 表流水開発の現状と開発可能性

4-3-1 表流水開発の現状

(1) サベ市の取水状況

現在、SONEB はサベ市においてイロコダムより、800m³/日 を無償で取水しているが、イロコダムは、中国系のベナン製糖会社（SUCOBE : Sucrerie Complant du Benin）が使用権を持っている。SONEB は SUCOBE との間で共同使用合意書を取り交わして、取水を行っているが、この合意書は 2012 年 12 月 31 日までのもので、既に期限は切れており、SONEB は合意書の更新をしないまま、現在もイロコダムより取水を続けている。SUCOBE では新たにバイオエタノールの工場を建設中であり、水の利用を増やし耕作地（現在 55.7km²=5,570ha と推定される。図 4-3-1 参照）を拡大する計画を持っている。SONEB は合意書更新の用意はしているとのことであるが、かかる状況下で、契約更新のタイミングを計っている状態である。

現状ではイロコダム内のフロート式取水施設から取水し、貯水池岸に取送水ポンプハウスを設置、商用電力（予備としてディーゼル発電機を設置）を利用して 50 m³/時でゴベゴベ浄水場に導水されている。

SUCOBE と SONEB の契約水量は 800 m³/日であるが、渇水期には超過取水する日もある。尚、SONEB は動力源である取水ポンプの電気代のみを支払っている。

イロコダム (SUCOBE ダム)



図 4-3-1 イロコダム図

イロコダムは 1980 年にベナンーナイジェリア合弁会社が国家予算 25 百万 US\$ でサトウキビ灌漑用に建設した中央コア型ロックフィルダム（堤頂長:1,200m、総貯水容量 24 百万 m³、有効貯水容量 16 百万 m³、蒸発量 5 百万 m³）で、2003 年に SUCOBE が使用権の譲与を受け、貯水池の水を利用して 55.7 km² のサトウキビ畑で大規模スプリンクラー灌漑を行い砂糖の生産を行っている。

土地所有権、構造物の所有権は、ベナン・ナイジェリア合弁会社にある。ダム流域の保全、管理は SUCOBE が行っている。水利権の法的な制度は「ベ」国には存在せず、取水については制限がない。

貯水池の流域面積は 100 万分の 1 の地図から推定すると約 8.8 km²、湛水面積（有効水位）4.45 km²、年間降水量 1.1m、流出係数 0.2 とすると、年間降雨による貯水量は次式で計算され、約 585 万 m³ である。

$$4,450,000 \text{ m}^2 \times 1.1\text{m} + (8,800,000 \text{ m}^2 - 4,450,000 \text{ m}^2) \times 1.1\text{m} \times 0.2 = 5,852,000 \text{ m}^3$$

しかし、年間蒸発量が 492 万 m³ であり、降雨量の約 84% が失われ、ダムに溜まる水量は 93.2 万 m³ となる。このことから、イロコダムでは、降雨による貯水は期待できない。

豊水時（5 月から 12 月）の 8 カ月間で 2 台の大型揚水ポンプ（1.5～2.2 m³/秒/台）を 24 時間稼働させてウエメ川から取水し、管路と水路を経て貯水池に導水している。尚、1 月から 4 月の 4 カ月間はウエメ川には水が流れておらず取水はできない。

貯水池の堤体形式は、中央コア型ロックフィルダムで、貯水側の表面は近年、堤体補強目的でロックを加えて被覆している。取水塔が設置されており、満水時には余水を吐水するシステムになっている。また、堤体内に容量の小さい洪水吐きが設置されている。図 4-3-2 にダム周辺の耕作図を示す。黄色の部分が SUCOBE のプランテーションを示す。

イロコダムの諸元

建設年：	1980 年
有効水位：	19m
堤高：	19.7m
最大貯水量：	27,000,000 m ³
有効貯水量：	23,700,000 m ³
死容量：	500,000 m ³
湛水面積(有効水位)	445ha=4.45 km ²
湛水面積(最大水位)	490ha=4.90 km ²
浸透による損失量	36,500 m ³ /年
蒸発による損失量	4,921,478 m ³ /年(3.03mm/日)
堆積量	2,753 m ³ /年

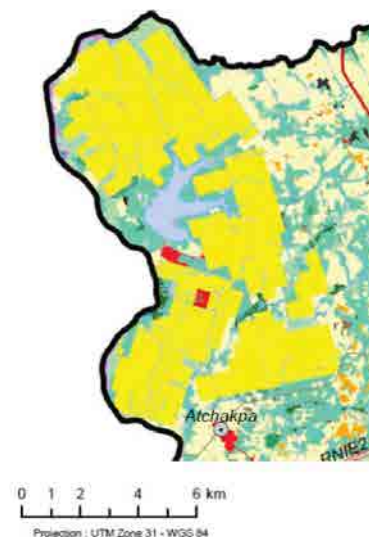


図 4-3-2 SUCOBE 耕作図

出典：SDAC in Save

SUCOBE の年間必要水量

「F/S 報告書（2007 年）」を基に、SUCOBE の年間必要水量を推定する。

耕作地：55,700,000 m² × 260 日/年 × 0.002m/日 = 28,964,000 m³

砂糖工場：12,000 m³/日 × 120 日 = 1,440,000 m³

日常生活：2,400 m³/日は過剰であるため計算に入れない。

よって、年間 30,404,000 m³ 以上の水を使用する。

ウエメ川からの揚水はポンプ 1 基当たり 0.768 m³/秒の能力で、ポンプ 2 台が 8 カ月間、24 時間稼働すると、次式から、

$$0.768 \text{ m}^3/\text{秒}/\text{基} \times 2 \text{ 基} \times 86,400 \text{ 秒}/\text{日} \times 240 \text{ 日} = 31,850,000 \text{ m}^3$$

結果、SUCOBE の年間ポンプ取水量と年間水使用量は、ポンプ稼働期間が河川流量（気象）で影響を受け変動することを考慮すると、ほぼ一致していると言える。

一方、SONEB の取水量は $800 \text{ m}^3/\text{日}$ で、

$$800 \text{ m}^3/\text{日} \times 365 \text{ 日} = 292,000 \text{ m}^3/\text{年}$$

年間約 $292,000 \text{ m}^3$ 、SUCOBE の年間ポンプ揚水量に対して

$$292,000 \text{ m}^3 / 31,850,000 \text{ m}^3 = 0.009$$

であり、現時点では 1% 以下である。

しかし、サベ市の 2035 年水需要予測を 200 万 m^3 と考えると、6% 以上となり SUCOBE 側には無視できない量となる。

尚、降雨時期が 1 カ月減少すると、SUCOBE の取水量は $3,980,000 \text{ m}^3$ 減少し、年間ポンプ揚水量が $27,870,000 \text{ m}^3/\text{年}$ となり、SUCOBE の年間水使用量 $30,404,000 \text{ m}^3$ を下回り生産能力、耕作物に被害が生じることがわかる。

(2) サバルー市の取水状況

サバルー市は、AGBADO 川に建設された AGBADO 堰より取水門を通り、水中ポンプで取水して隣接した浄水場に導水、急速ろ過で処理した後、市内配水池に送水される。尚、AGBADO 川は Zou 川の上流部分で、Zou 川はウエメ川の支流にあたる。



図 4-3-3 サバルー施設図

AGBADO 川は 12 月から 4 月までの 5 カ月間水が枯れるため、AGBADO 堰の上流 4.7km 地点にある GATETE 堰から貯水を少しずつ放流して AGBADO 堰に送り、取水している。両堰とも水位標が設置されているが、観測データはない。また、流量計測も行われていない。

GATETE 堰： 1975 年頃建設、「ベ」政府資金で建設。

堤長：約 70m、堤高：約 5m、貯水量：約 10,000 m³

(サバルー市街から北東約 5.2km。7°57'49.19"N、2° 0'33.08"E)



図 4-3-4 GATETE 堰図

AGBADO 堰： 1975 年頃建設、ベナン政府資金で建設。

堤長：約 15m、堤高：約 3m、貯水量：約 1,000 m³

(サバルー市街から東南東約 2.6km。7°55'18.20"N、1°59'58.81"E)



図 4-3-5 AGBADO 堰図

(3) ウエメ川流域の状況

・治水

ウエメ川流域の洪水・濁水・河川氾濫・土砂崩れ等の災害報告書の情報はなく、ウエメ川流域の治水計画もない。SDAGE においてウエメ川流域全体の治水計画が明確になることが期待される。

毎年、ウエメ川本流では 9、10 月に水位が 5 から 10m 程度上昇する。また、支流であるアイジェコ、リフォ川でも毎年、橋の両脇の低い部分から越流している。

近年では、2010 年 9 月中旬から 10 月初めにウエメ川と Mono 川が氾濫して大洪水が発生している。この時は激しいスコールが継続的に起こり、国土の 3 分の 2 に及ぶ大規模な洪水が発生し、10 万人近くが住む場所を追われた。また、コレラが発生し死亡者もでた。ウエメ川本流では、水位がサバーグラズエ市間に架かるサベ橋の橋脚上部まで達している。この橋から約 30km 下流の

トトワシミ村（ウエメ川沿いの漁村）では家が流され、村民が 5m以上高い高台に避難した。また、SUCOBE ポンプ場も浸水して 2, 3 カ月利用できなくなった。特に被害が大きかった地域は、ウエメ川下流に当たるコトヌー、ポートノボ市周辺の都市で、床上浸水、耕作地の浸水等が発生、「ベ」国政府は、全世界に緊急援助を要請した。

・利水

都市・地方給水、工業用水、河川からの水汲み、農業、漁業、発電に関する利水計画、利水状況図はなく、DG Eau においても把握されていない。SDAGE においてウエメ川流域全体の利水計画が明確になることが期待される。

コリーヌ県内でのウエメ川本流からの取水は SUCOBE だけである。また、サバルー市水供給のため、ウエメ川の支流 Zou 川の上流である ABBADO 川の堰から取水が行われている。

・慣行水利権又は水利権

慣行水利権又は水利権について法的な仕組みはない。「水はベナン国民のものであり、権利を主張することは間違いである。」という文化的考えに基づいており、水に関する紛争も起きていない。即ち、取水したものが勝ちなっている。しかしながら、今後、ダム建設等大規模取水が発生すると、水利権問題が起こることも予想され、法的整備が必要である。

(4) その他表流水活用状況（ため池等）

DG Eau の水情報部から「ETAT DES LIEUX DES POINTS D'EAU A BUT AGROPASTORAL ET ETABLISSEMENT DE LA CARTE DE REPARTITION DESDITS POINTS D'EAU 2008,11」の報告書を得た。これには、各コミューンのダム又はため池の情報が記載されており、対象地について以下にまとめる。なお、今回調査できた箇所については太字で示している。

- サベ： 5 箇所のダム (SAVE-CENTRE、ATCHAKPA、FOUN-FOUN、ATAO、DIHO)
5 箇所の池 (OUOGHI 1、OUOGHI 2、GOGORO、KABOUA、ALAFIA)
- グラズエ： 3 箇所のダム (OKE AGOTCHAKALOKE-CAMATE、TCHACHEGOUN、SOWE)
7 箇所の池 (TCHAKALOKECAMATE、TANKOSSI、TAGALAFU、GRADE、AKOUEGBA、KPAKO 1、KPAKO 2)
- ダッサズメ： 5 箇所のダム (DASSA-ZOUME-CENTRE、ODO-OTCHERE、BETECOUCOU 1、KINDO、IGOHO)
1 箇所の池 (AKOFFODJOULE)
- サバルー： 7 箇所のダム(KLOU、AGBLAKINDJI、KPAKPASSA、AGBADO 1、AGBADO 2、ABEO-KOUTA、DOUME)
1 箇所の池 (MINIKI)

1) サベ

サベには、農業省管理のため池が 2 基あるが、その内 1 基は崩壊している。その他、ため池が 7 基あるとの情報をサベ市役所から得ている。しかし、管理が行き届いていないため、アクセスが悪く、雑草等が生い茂り、現場調査は不可能であるとのことであった。

比較的アクセスの良い、ALAFIA 村（サベ市街から北東約 25km。8°12'14.35"N、2°38'27.62"E）

のため池を調査した。

1992年に中国が農道整備の折、村が資金を集めて道路建設会社に依頼して建設された。構造は周りの土を集めて転圧しただけのアースダムである。堤長：約100m、堤高：約3m、貯水量：約10,000 m³である。堤体の傷みがひどく、貯水側の法面が一部崩れている。現在、主に家畜用に使用されているが、乾期にはバケツで水を汲み、飲料水に使用されている。ため池の水が完全に枯れたことはないとのことである。



図 4-3-6 ALAFIA ため池図

2) グラズエ

グラズエには、2003年頃に西アフリカ開発銀行からの10億FCFAの資金で農業灌漑用に建設したSOWEコンクリートダム（グラズエ市街から北西約7km。7°59'56.72"N、2°10'49.61"E）がある。十分な貯水量を得られず、使用されていない。現在は、家畜用となっている。堤長：約50m、堤高：約3m、計画貯水量：約10,000 m³である。市では、ため池建設を推進したい意向であった。



図 4-3-7 SOWE ため池図

3) ダッサズメ

ダッサズメには、2003年頃に国際農業開発基金（IFAD）により灌漑用に建設したOdo-Cthererロックフィルダム（ダッサズメ市街から北西約7km。7°49'44.54"N、2°8'21.82"E）がある。現在も灌漑、家畜用に使用されている。堤長：約250m、堤高：約5m、貯水量：約70,000 m³である。完全に水が枯れたことはなく、市で管理している。



図 4-3-8 Odo-Ctherer ため池図

また、Akofodjoule-Betekoukou 間では、農業省畜産部が 10,000ha の畜産業を、2 基の畜産用ため池を使用して行っている。Betekoukou ロックフィルダム（ダッサズメ市街から西約 27km。7°46'14.04"N、2°25'2.45"E）と kendo ロックフィルダム（ダッサズメ市街から西約 22km。7°49'44.54"N、2°22'58.69"E）である。

Betekoukou ロックフィルダムは、2004 年に「ベ」国政府とアフリカ開発銀行で建設され、堤長：約 150m、堤高：約 5m、貯水量：約 60,000 m³である。



図 4-3-9 Betekoukou ため池図

kindo ロックフィルダムは、1973 年に「ベ」国政府とフランス開発公社で建設され、堤長：約 40m、堤高：約 5m、貯水量：約 13,000 m³である。



図 4-3-10 kindo ため池図

4-3-2 表流水開発の計画

(1) 政府要請書の内容

「ベ」国政府の要請内容は、SONEB が IGIP（英独仏多国籍企業）コンサルタント-GFI Umwelt

(独) に委託して実施した「サベ市, グラズエ市, ダッサズメ市を対象とした給水 F/S 調査 (2007 年)」に基づいたものである。主な工事内容を下記に示す。

1. 新規貯水池 (1 か所) の建設
2. 未処理水送水施設 (複数) の建設
3. 浄水場の拡張およびグラズエ市向け送水
4. グラズエ市でのタンクおよび揚水施設の建設

建設費は 138 億 FCFA (約 27.6 億円) である。

しかし、SONEB は、「補完的 F/S 調査 (2011 年) STUDI International – SETEM-BENIN JV」を実施し、下記のように内容を修正している。

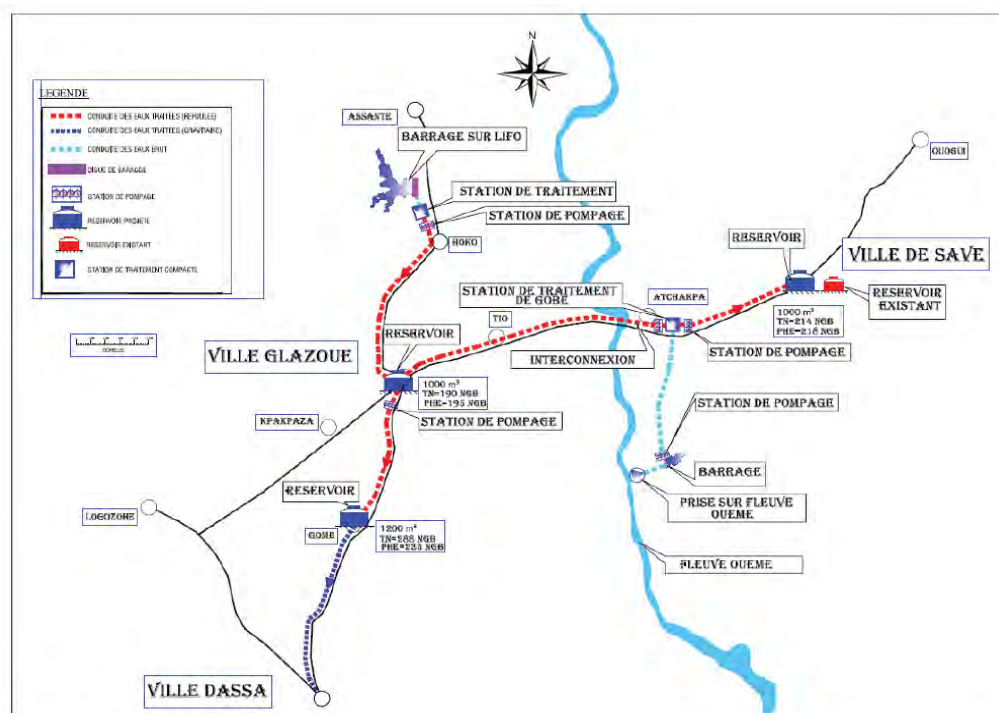


図 4-3-11 「補完的 F/S 調査 (2011 年)」計画図

計画では、サベ市給水施設として、ゴベ浄水場南方向約 9.6km に位置するアイジェコ川を中央コア型ロックフィルダムでせき止め河川水を貯留する。規模は堤頂高:15m、堤長:約 780m (図面不明瞭)、堤体積: 19.05 万 m³、貯水容量 200 万 m³ である。ゴベ浄水場 (新規増設計画) で浄水処理した後、約 9.8km 東北東方向のサベ配水池 (V=1,000 m³ 新規増設計画) に送水する。また、グラズエ及びダッサズメ市給水施設としては、グラズエ市街より北方 15.1km に位置するリフォ川を中央コア型ロックフィルダムでせき止め貯水する。規模は堤頂高:13.5m、堤長:約 2,000m (図面不明瞭)、堤体積: 19.04 万 m³、貯水容量 1,200 万 m³ である。貯水池周辺に新規浄水場を建設し、グラズエ配水池 (V=1,000 m³) に送水、更に Gome 配水池 (V=1,200 m³) に送水する。3 つの配水池から 3 市に配水する計画で、裨益人口は 2035 年に稼働するとして約 40 万人と算定され、総事業費は 261 億 FCFA (約 52 億円) とされている。

(2) ウエメ川流域水資源管理・開発マスタープラン (SDAGE) の内容

2011年8月31日にウエメ川流域水資源管理・開発マスタープラン (SDAGE) の創設に関する政令 (DECRET No.2011-573) が策定された。そして、2013年8月20日からSDAGEに関する具体的投資計画の Programme d'Investissement Sequenrie (PIS) が公表された。その詳細内容については、オランダから9月7日にコピーを受領した。内容は、ウエメ川本流に水力発電を主な目的とした3基の大型ダム (BETEROU; 貯水量7億1000万 m^3 , VOSSA; 貯水量16億6000万 m^3 , DOGO bis; 貯水量16億9600万 m^3) を建設する。さらに、27基の灌漑、飲料水、小水力発電、家畜等を目的とした中小規模ダムを建設する。実施期間は2014年から2025年までとなっている。

3市 (サベ、グラズエ、ダッサズメ市) とサバルー市も PIS の Action No 22 「表流水による緊急水供給対策」 の27市の中に入っている。

サベ市

サベ市街から南東約20kmのDjabata付近を流れるBesse川を堰き止め、灌漑、飲料水、家畜等を考慮したダムを建設 (貯水量1900万 m^3 。その内、水供給分が2025年で159万 m^3 と試算) して、サベ市に水を供給する。実施期間は2016-2020年と示されている。

グラズエ市

グラズエ市街から北北東約60kmのウエメ川本流を堰き止め、主に水力発電所を目的としたVOSSAダム (貯水量16億6000 m^3 。その内、水供給分が他の2市 (OUESSE/BANTE) と合わせて2025年で650万 m^3 と試算) より取水して、グラズエ市に送水する計画となっている。実施期間は2025年終了と示されている。

ダッサズメ市

ダッサズメ市街から東に約40kmのウエメ川本流を堰き止め、主に水力発電所を目的としたDOGO bisダム (貯水量16億6000万 m^3 。その内、水供給分が他の1市 (KETOU) と合わせて2025年で448万 m^3 と試算) より取水して、ダッサズメ市に送水する計画となっている。トルコが支援することが決定されている。

サバルー市

サバルー市街から南に12.5kmのAGBADO川を堰き止め、灌漑、飲料水、家畜等を考慮したGobadaダムを建設 (貯水量3200万 m^3 。その内、水供給分が2025年で225万 m^3 と試算) して、サバルー市に水を供給する。実施期間は2016-2020年と示されている。

(3) ベナン国5か所の都市給水システムのための水資源予見調査の内容 (GIZ)

ベナン国5か所の都市給水システムのための水資源予見調査 (ETUDE PROSPECTIVE SUR LES RESSOURCES EN EAU POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE 5 SYSTEMES URBAINS DU BENIN) は2012年9月にGIZによって報告書が作成された。①PORTO NOVO、②ABOMEY-BOHICON、③DASSA・SAVALOU・GLAZOUE・SAVE、④PARAKOU、⑤NATITINGOUの5か所で、2025年と2050年を計画目標年次としている。本調査に係るダッサズメ・サバルー・グラズエ・サベの4市の2025年水需要を3.03百万 m^3 、2050年水需要を14.73百万 m^3 と予測している。

表流水から取水してゴベの浄水場に導水する。浄水場からサベ市配水池に送水、またグラズエ市配水池に送水後、サバルーとダッサズメ市配水池に送水する計画である。表流水の取水方法について明記されていない。建設費は2025年で53百万ユーロ（約69億円）、2050年では209百万ユーロ（約272億円）の投資が必要とされている。

4-3-3 表流水開発の計画の検討

(1) 政府要請書の内容の検討

アイジェコダムとリフォダムについて、「F/S 計画調査 (2007年)」、「補完的 F/S 調査 (2011年)」のデータを元に検討する。

アイジェコダムとリフォダムの諸元

・アイジェコダム

ゴベ浄水場から南方向約9.6kmに位置するアイジェコ川をせき止め、河川水を貯留。

中央コア型ロックフィルダム。

堤頂高：15m、堤長：約780m（図面不明瞭）、堤堆積：19.05万m³、貯水容量：200万m³、湛水面積：約0.85km²、流域面積：約38km²。

・リフォダム

グラズエ市街より北方15.1kmに位置するリフォ川をせき止め、河川水を貯留。

中央コア型ロックフィルダム。

堤頂高：13.5m、堤長：約2,000m（図面不明瞭）、堤堆積：19.04万m³、貯水容量：1,200万m³、湛水面積：約9.2km²、流域面積：約128km²。

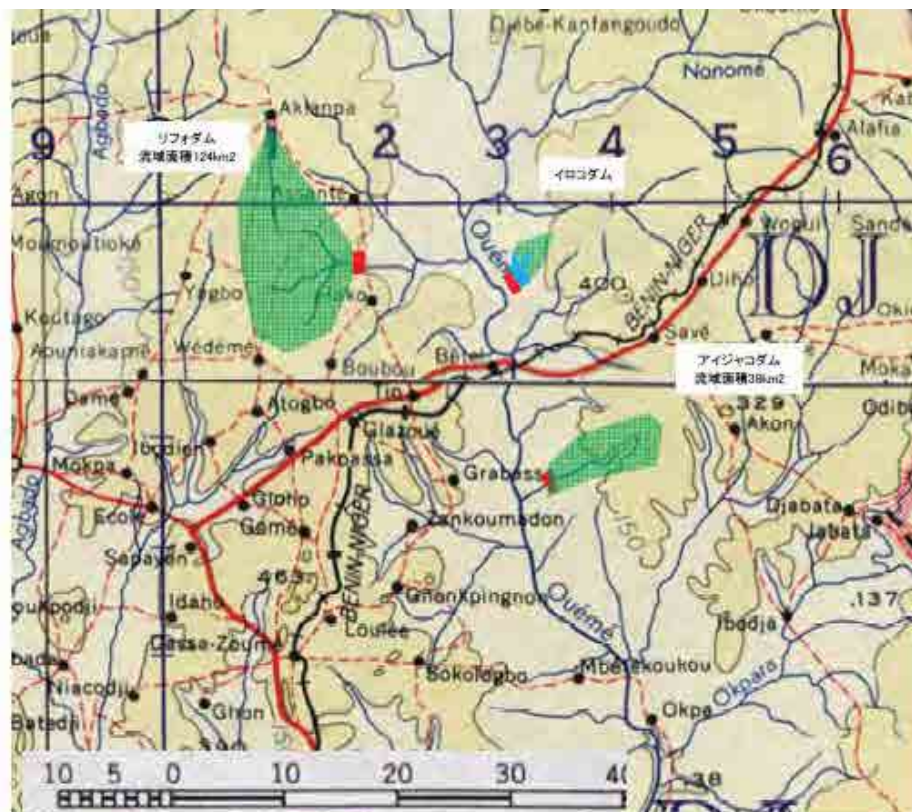


図 4-3-12 ダム位置図

ダム建設候補地の検討

・位置

維持管理、経済性（水供給地点までの距離）と排水汚染の点から考えると計画水源となる両支流の選定は的確と思われる。

ダム堤体の底部がウエメ川によって浸食されないように、ダム底の高さが雨期の洪水時（近年最大の洪水は2010年9月中旬から10月初め）の水位と交わらないように設置する必要がある。特にアイジェコダムにおいては注意を要する。

・地形

IGN (Institut Géographique Nationale) で20万分の1と5万分の1（等高線20m間隔）の地形図が購入できる。製作は1950年代と古く、紛失した部分もある。電子化はされていない。

100万分の1、または5万分の1の地形図等からでは、正確に把握できないが、地形から締切り部（堤体）の位置が経済的（堤体の高さ、延長が小さく、貯水容量が大きい地点）であると判断する。

・地質

ダム基礎となる地質は花崗岩または変麻岩であることから地盤の強度は大きく問題はない。風化、亀裂等によるダム底部からの漏水が考えられるため地質調査は必要であるが、ため池の状況から考えると亀裂、風化による漏水の可能性は低い。

また、ダム貯水池内、又は上流側での崩壊の危険性について調査が必要である。

・水量と水質

アイジェコとリフォ川は乾期（12～4月）に流量が無くなる季節河川である。流量・気象観測所（水位、流量、水質、雨量、気温、蒸発量等観測）を設置し、詳細なデータを取得する必要がある。

年間有効流出量を流出係数0.2、有効降雨量を780mm（5～9月の5カ月間）と仮定して計算すると、貯水可能量は以下のように計算される。

アイジェコ： $0.2 \times 0.78 \text{m} \times 38,000,000 \text{ m}^2 = 5,928,000 \text{ m}^3 = \text{約 } 6 \text{ 百万 m}^3$

リフォ： $0.2 \times 0.78 \text{m} \times 124,000,000 \text{ m}^2 = 19,344,000 \text{ m}^3 = \text{約 } 19 \text{ 百万 m}^3$

ダムの計画貯水量がアイジェコ2百万 m^3 、リフォ12百万 m^3 であり、降雨による貯水は十分可能である。

両支流とも水質は濁度が高いと推測されるが、ダムに貯水され泥等が沈下するため、イロコダムの同等の水質になることが予想されるため問題はない。

また、ダム建設候補の流域面積（アジャコ：38 km^2 、リフォ：124 km^2 ）は、ウエメ川全体流域面積（47,218 km^2 ）の0.34%であることから、ウエメ川本流に及ぼす影響はほとんどないと考えられる。

・環境（民族、自然、文化等）

アイジェコ付近はIddaatchaとFon族が住んでいる。リフォ付近はMahi族が住んでいる。これら周辺での民族間の紛争はない。

アイジェコ川に隣接してBoukou国有林があるが、ダム建設は国家プロジェクトに位置するため使用許可が下りるとのことである。

ウエメ川本流にはワニ、カバが生息するので、生態について調査が必要である。

詳細については第5章に記述する。

・土地利用・土地収用

両ダム計画の湛水域内では耕作地があるが、家屋は見受けられない。再度、現地踏査する必要がある。

詳細については第5章に記述する。

ダム建設候補地の検討結果

ダム建設候補地として環境と土地収用以外の技術的問題点は見受けられない。しかし、リフォダムの貯水量は、3市の2035年水需要予測600万 m^3 を大きく上回る1200万 m^3 の貯水量であることから、アイジェコダム（200万 m^3 ）建設は不要である。

また、リフォダムの貯水量は十分で、流域面積内の降雨量も十分な量ではあるが、年間降雨量の少ない場合を考慮して、雨期にウエメ川から取水できる施設の設置を検討する必要がある。

「補完的F/S調査（2011年）」での工事金額は261億FCFA（50億円）であるが、現地側の試算額はかなり安価に試算されているため、無償で実施すると100億円程度の用意は必要と考えられる。また、円借では80億円程度の用意が必要と考えられる。

(2) ウエメ川流域水資源管理・開発マスタープラン（SDAGE）内容の検討

電力を近隣諸国に依存しており、3基の大型ダム（BETEROU、VOSSA、DOGO bis）による水力発電を主としてSDAGEが計画されている。それに付随して、飲料水、灌漑用水が計画されている。大型ダム3基と小規模ダム27基が主として建設される。

ダムの計算

水需要の計算は2025年を目標年次として、都市と都市周辺において計算されている。また、地域産業は水需要の10%としている。灌漑においては、約1.48 $\text{mm}/\text{m}^2/\text{年}$ の使用として計算されている。また、年間有効流出量の計算として、流域面積を決定して雨期の有効降雨量を算定、流出係数を設定して計算されている。

例：サベ市のDjabataダム

飲料水：1.59百万 m^3 （都市1.1百万 m^3 、都市周辺0.49百万 m^3 ）

産業：0.159百万 m^3 （水需要の10%）

灌漑：14.3百万 m^3 （新規耕作地：968ha）

必要貯水容量は約16.1百万 m^3 である。

よって、Djabataダムの計画貯水容量は余裕を考慮して19百万 m^3 で計画されている。

年間有効流出量は、流域面積：322.5 km^2 、雨期（6月から10月）の有効的降水量：704.9 mm 、

流出係数：0.228として、

流出雨量：704.9 $\text{mm} \times 0.228 = 161\text{mm}$

年間有効流出量：322,500,000 $\text{m}^2 \times 0.161\text{m} = 51,922,500\text{m}^3 = 52$ 百万 m^3

Djabataダムの計画貯水容量は19百万 m^3 であり、降雨による貯水は十分可能である。

よって、マスタープランでのダムの概略計算として、SDAGEの内容は十分信頼性があると判断する。

ダムからの導水・送水

SDAGE では、ダムから浄水場への導水、又は各市配水池への送水について明記されていない。各市とダムの位置関係を下記に示す。

サベ市

Djabata ダムからサベ市街までは約 16.4km ある。高低差は約 40m (190m-150m) 上りである。現在稼働中のゴベ浄水場（サベ市街から西へ約 9.7km）とはサベ市を挟んで反対側になり、ゴベ浄水場の使用はできない。新規浄水場の建設が必要である。

グラズエ市

VOSSA ダムからグラズエ市街までは約 51.5km ある。高低差は約 70m (180m-110m) 上りである。距離が離れすぎで高低差も大きく不経済であり、現実的計画とは言えない。

ダッサズメ市

DOGO bis ダムからダッサズメ市街までは約 37.0km ある。高低差は約 120m (160m-40m) 上りである。距離が離れすぎで高低差も大きく不経済であり、現実的計画とは言えない。

サバルー市

Gobada ダムからサバルー市街までは約 12.5km ある。高低差は約 50m (150m-100m) の上りである。現在稼働中の AGBADO 浄水場を使用でき大きな問題は無い。

VOSSA ダムからグラズエ市に送水する計画と DOGO bis ダムからダッサズメ市に送水する計画は送水距離が長く高低差が大きいことから不経済であり、サバルー市の Gobada ダムから 2 市に送水する計画に変更した方が効率的である。

(3) ベナン国 5 か所の都市給水システムのための水資源予見調査 (GIZ) 内容の検討

取水施設について明記されていないため検討はできないが、4 市で 2025 年の水需要は 3.03 百万 m³、2050 年の水需要は 14.73 百万 m³であることから下記のように「補完的 F/S 調査 (2011 年)」に沿って推測する。

- ・ 2025 年次目標では、アイジェコダムの堤高を 2、3m かさ上げして 17、18m とし、貯水容量を 3 百万 m³として建設、ゴベ浄水場を増設して 4 市に供給する。
- ・ 2050 年次目標では、リフォダム建設して、ダム付近に浄水場を建設、4 市に供給する。

上記のダム建設案は水文、技術的には問題ない。

建設費は 2025 年で 53 百万ユーロ (約 69 億円)、2050 年では 209 百万ユーロ (約 272 億円) であり、妥当な金額と推測する。

4-3-4 表流水開発の可能性

(1) 政府要請書 (サベ、グラズエ、ダッサズメ市給水計画) の可能性

サベ、グラズエ、ダッサズメ市給水計画の位置づけ

SONEB に確認した結果、サベ、グラズエ、ダッサズメ市給水計画の位置づけは、①SONEB 内の戦略での給水率のアップ、②現実的に井戸だけでは取水量が少なく、今後の人口増加に対応で

きないこと、③要請した時期（2007年、2011年）には水省も確認していること、④F/S調査では、資金が水省から出ていることが挙げられる。しかし、確かな政策的な根拠はない。

尚、SONEBは資金がないので、DG Eauがドナーから資金を調達し、SONEBが外務省、財務省等に連絡をとり資金を得る仕組みとなっている。

要請内容のリフォ、アイジェコダム建設の代替案

要請内容に挙げられているリフォ、アイジェコダム建設の代替案として、下記について検討したが、結果として、ダムに変わる代替案は見つかっていない。

- ① 河川からの直接取水
季節河川であるため4カ月間水が流れていないため不可能。
- ② 河川伏流水からの取水
季節河川であることと、河川沿いは片麻岩が露出していて十分な堆積層がない。
- ③ 遊水地を利用した取水
遊水地となる十分な場所がない、掘削するのも岩であり工事費が高くなる。大洪水時には泥で埋まってしまう。

この結果、SONEBの「補完的F/S調査（2011年）」のダム建設案が効果的と考えられる。リフォダム（貯水量1200万 m^3 ）を建設して付近に浄水場を建設、3市の2035年水需要予測600万 m^3 を3市に送水することが可能である。

無償資金協力の範囲内での対策

グラズエ、ダッサズメ市においては、地下水である程度対応する。サベ市においては表流水での対策を考える。

- ④ イロコダムの使用を継続

サベ市に供給する分のウエメ川からイロコダムに揚水するポンプ施設を増設、またダム容量を増やすため、ダム内に堆積した土砂の浚渫を行う。更に、増設した揚水ポンプ施設の電気料金等の維持運営管理を行う条件で、イロコダムの使用を継続する。

SUCOBEでは事業拡大を計画しており、十分な水量が必要であること、またベナンーナイジェリア合弁会社とSUCOBE間での契約内容が不透明であり合意できるかは不明である。特に2007年2月26日に交わされたイロコダム共同利用合意書の第二段階[終了期]では“新しいダム建設によりSUCOBEのイロコダムから切り離す”ことが明記されている。即ち、新規ダムが建設される2012年末までの間において、800 m^3 /日の水使用が合意されたことを意味する。今回、合意書更新にあたって、前合意書内に記載された新規ダム建設が実行されないにも関わらず、無期限でイロコダムの共同利用を継続するという合意に至る可能性は低い。

2025年水需要想定は75万 m^3 /年で揚水量はその1.3倍として約98万 m^3 /年である。8カ月、24時間稼働するとして、1時間当たりの揚水量は170 m^3 /時（0.472 m^3 /秒）である。新規ポンプを据え付けた場合、SUCOBEが使用しているウエメ川からの揚水ポンプ（0.768 m^3 /秒）の約0.6倍の能力を持ったポンプを設置、予備1台を加え2台据え付けることとなる。

また、現在イロコダム有効貯水量2400万 m^3 に対する、SONEBの取水量292,000 m^3 /年の比率は1.2%、2025年では4.1%となる。即ち、ダム全体の4.1%を使用することとなる。

- ⑤ SUCOBE と同じ方式で、雨期の間にウエメ川より揚水して、乾期 4 カ月の水需要分を沈砂池に貯水する。

乾期でも水がたまる川底岩部に堅固な井筒を設置して、泥水用ポンプを設置、沈砂池、調整池に導水する。送水ポンプを経て、ゴベ浄水場に送水する。

5 月から 12 月の 8 カ月間は通常の水需要分をウエメ川から揚水する。沈砂池容量は 1 月から 4 月までの 4 カ月間の水需要を満たす貯水容量（2025 年想定で 4 カ月分の水需要 $24.8 \text{ 万 m}^3 \times 1.3 = 32.2 \text{ 万 m}^3$ ）が必要で、乾期の間は沈砂池に貯水された水を使用する。尚、井筒は雨季に水没するため、アンカーを打ちこんだ堅固な構造とする。

下記は一つの取水における計画案である。更なる調査により最適な取水方法を検討する必要がある。

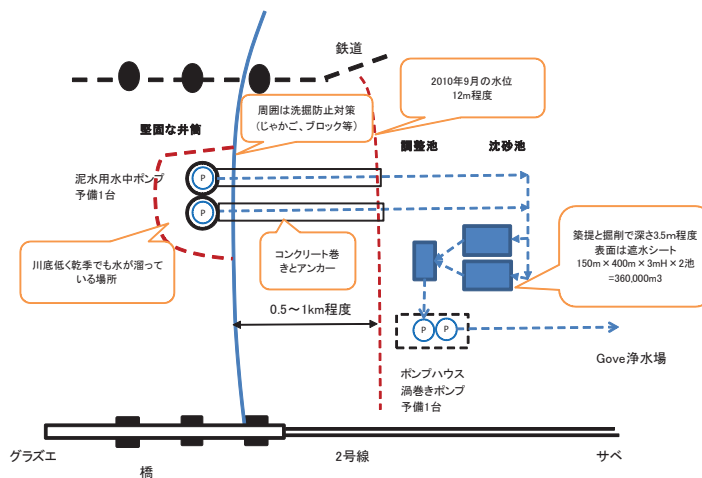


図 4-3-13 ウエメ川より揚水、沈砂池に導水する案

- ⑥ 規模を小さくしたアイジェコダムで、乾期 4 カ月の水需要分を貯水する。

要請内のアイジェコダム規模は堤頂高:15m(有効水位 13.5m)、堤長:約 780m(図面不明瞭)、堤体積:19.05 万 m^3 、貯水容量 200 万 m^3 であるが、4 カ月間の水需要を満たす貯水容量を 32.2 万 m^3 とすると、堤頂高:9m(有効水位 7.5m)、堤長:約 440m、堤体積:6.6 万 m^3 と推定される。

尚、5 月から 12 月の 8 カ月間は通常の水需要分をウエメ川から揚水する。貯水池は沈殿池の役割も担うため効果的である。

- ⑦ ゴベ浄水場から 2.6km 地点の支川にダムを建設して、乾期 4 カ月の水需要分を貯水する。

アイジェコダムはゴベ浄水場から直線距離 8.8km であるのに対し、2.6km 地点の支流に 4 カ月間の水需要を満たす貯水容量 32.2 万 m^3 のダムを建設する。堤頂高:7.5m(有効水位 6m)、堤長:約 240m と推定される。尚、雨期の 8 カ月間は通常の水需要分をウエメ川から揚水する。貯水池は沈殿池の役割も担うため効果的である。



図 4-3-14 アイジェコダムと新規ダム候補地

(2) ウエメ川流域水資源管理・開発マスタープラン（SDAGE）の可能性

SDAGE は法的にも容認された計画である。ダム建設計画について鉱山・エネルギー・水省（Ministry of Energy, Mining, & Water Resources）が主管となり推進していくため、財政支援するドナーが決定されれば計画は推進する。

最初に進められる計画は、電力事情を考慮すると、3基の大型ダムが優先される。その後、Action No22 の 27 市への緊急水供給計画で、6基の小規模ダムで 13 市、3基の大型ダムからの送水で 7 市、ウエメ川からの直接取水（詳細計画不明）で 7 市となる。しかし、6基の小規模ダムは飲料水と灌漑が目的であり、鉱山・エネルギー・水省と農業省の連携が重要である。また、Action No23, 24 の緊急首都圏水供給計画でベナン南部の 193 本の深井戸も優先されると考える。

灌漑用ダム（一部小水力発電含む）の 21 基の小規模ダムは、農業省が主管となるため不明である。

どの計画も高額であり、ドナーからの財政支援次第であるため、現実化可能性について明確に述べることはできない。また、建設時期についても同様である。更に、ダムの正確な位置、構造等が決定されていないため、金額についても SDAGE での予定金額以上の精緻な計算は不可能である。

(3) 5か所の都市給水システムのための水資源予見調査（GIZ）の可能性

サバレーにおいても水不足が深刻であることから、サバレーを含めた 4 コミュニティの計画としたことは評価できる。しかし、DG Eau、SONEB が本計画を認識していないこと、SDAGE の計画があることから、実現するためには各関係省庁との調整が必要である。建設費（2025 年：約 69

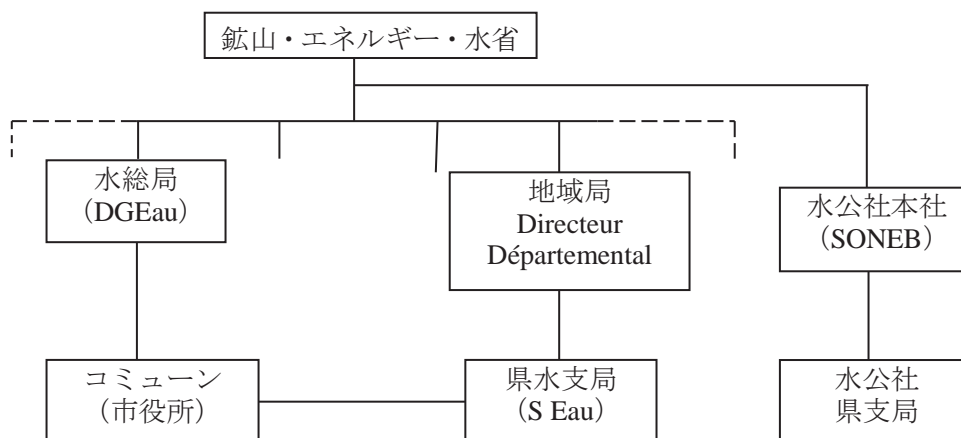
億円、2050年：約272億円）も高額であり、更にダム建設とした場合、環境と土地収用問題の解決に多くの時間と労力が必要であることから実現の可能性は低い。

4-4 地下水開発の現状と可能性

4-4-1 地下水開発に関する行政側の体制と法規制

(1) 地下水開発に関する行政側の体制

県水支局 S Eau からの聞き取りによる、ベナン国の地下水開発に関する行政側の体制は以下の組織図に示すとおりである。



注) 組織上は DG Eau と S Eau には直接の関係はない、S Eau はもっぱら地域局の指導・管理に従う

図 4-4-1 地下水開発に関する行政組織図

出典：S Eau からの聞き取りによる

上記の地下水開発にかかる各行政機関の役割、責任は以下のとおりである。

- － 鉱山・エネルギー・水省は地下水開発にかかる国家方針を策定し、法律を制定する
- － 水総局はコミューンに対し村落給水に係る予算を配分する
- － コミューンは水総局から配分された予算を使い、井戸掘削を含む村落給水事業を行う
- － 地域局は鉱山・エネルギー・水省の直轄組織であり、県支局を管理・監督する（全国に6つの地域局がある）、コリーヌ県を管轄する地域局は Bohicon にあり、コリーヌ県とズー県の2県を管轄する、地域局は水資源開発だけではなく、エネルギー（電力）や鉱山開発も担当する部局がある
- － 県水支局はコミューンが行う村落給水事業に対し技術支援を行う
- － 水公社は人口1万人以上の都市部の給水事業を行う、この事業には井戸掘削、水理地質調査など地下水開発に関する事業も含まれる
- － 水公社県支局は、料金徴収をはじめとする給水施設の運営・維持管理を行う

しかし実態は、県水総局（S Eau）はいまだに水総局（DG Eau）との関係（報告や指示）を続けており、責任体制が不明確な状態となっている（アシスタントの報告書より）。

(2) 地下水開発に関する法規制

「ベ」国において地下水開発を行う場合は、事業者は S Eau に申請し許可を取らなければならない。しかし、この法律は全く守られていないのが実情であり、SONEB さえも S Eau に井戸建設の申請を行っていない。

4-4-2 対象地域での地下水開発の現状と将来計画

コリーヌ県の SONEB によれば、対象地域において地下水開発を行う計画はないとのことであった。ダッサズメの村落給水担当者によれば、2014 年まで新規の村落給水用井戸を建設する予定はないとのことであった。グラズエの村落給水担当者によれば、2015 年の MDG 達成のため、村落給水率を 65% から 75% にあげる努力をしているとのことであったが、具体的な計画は示されなかった。

サベの村落給水担当者によれば、次のような村落給水プロジェクトを現在計画しているとのことである。

プロジェクトの内容：

- 管路給水施設の建設；Kpabay 村、Dani 村、Igbodja 村、Alafia 村の 4 村に管路式給水施設の建設（揚水井戸＋給水塔＋共同水栓）、すでに調査・設計は済んでいる
- 人力ポンプ付き井戸の建設；30 本
- 人力ハンドポンプ付き井戸のリハビリ；32 本

予算：

- 4 村の管路式給水施設建設費用；FCFA200 百万
- 30 本的人力ポンプ付き井戸建設費用；FCFA 325 百万
- 32 本的人力ハンドポンプ付き井戸のリハビリ；FCFA 96 百万
- 合計；FCFA621 百万（€950,000）

予算確保の状況：現在ドナーを探している

4-4-3 井戸を水源とする給水施設の維持管理

(1) 水中ポンプ付き深井戸を水源とする管路給水施設

法律で水中ポンプ付き深井戸を水源とする管路給水施設の所有権は、村ではなくコミューンに帰属することになっており、コリーヌ県の水中ポンプ付き深井戸を水源とする村落の管路給水事業の運営・維持管理は民営化されている。このため、水委員会は存在しない。運営・維持管理はコミューンと契約した民間が行うことになっている。民間の会社が市と管路給水施設の維持管理契約を結び、民間の会社は共同水栓管理人を雇い、水栓の直接料金を徴収するとともに、施設の維持管理を行う。公共水栓の管理人は、売り上げの 15% を得ることができる。民間の会社は、市との契約に従い、定められた金額をコミューンに支払い、故障が生じた場合はこの資金で市が修理する。市はスペアパーツの販売網を構築し、水中ポンプメーカーに修理人の研修を委託している。

(2) 人力ポンプ付き深井戸

法律で人力ポンプの所有権は村ではなく、コミューンに帰属することになっている。運営・維持管理はコミューンと契約した民間が行うことになっているため、水委員会は存在しない。しかし、完

全に民営化されているわけではなく、コリーヌ県の人力ポンプ付き井戸の維持管理の民営化率は70%から80%であり、一部村の水委員会が維持管理を行っているものの、近い将来100%民営化される見通しである。ちなみに、民間の会社あるいは個人がコミューンと人力ポンプ付き井戸の維持管理契約を結び、井戸管理人を雇い、人力ポンプ付き井戸の場所で水料金を徴収する。民間の会社あるいは個人は、コミューンに月FCFA5,000を支払い、故障が生じた場合はこの資金でコミューンが修理する。コミューンはスペアパーツの販売網を構築し、ポンプメーカーに修理人の研修を委託している。なお、人力ポンプ付き深井戸の水料金はFCFA10/25Lで、全国的に統一されている。

4-4-4 対象地域の水理地質

対象地域の地質は、図4-2-1に示したように、主に先カンブリア時代の片麻岩類から形成され、西側には先カンブリア時代からカンブリア紀とされる火山岩類が南北に分布する。火山岩類と片麻岩類は、断層で接する。片麻岩類や火山岩類は堅い岩盤であり、地下水は片麻岩類や火山岩類の表層の風化帯や、断層などの裂隙にのみ胚胎される。

地下水の涵養源は降水のみであり、不圧地下水となっている。一般的に、このような岩盤地域では、地下水が胚胎される地域が限られるとともに透水性も低く、地下水ポテンシャルは低いとされる。

基盤岩の風化帯の厚さは30mから40mであり、井戸の平均的な深度は55mから65mである。水中ポンプ付き深井戸の揚水量は、5m³/時から10m³/時である。既設井戸の揚水量と動水位から想定される比湧出量（揚水量/水位降下量）は20m²/日から30m²/日であり、砂礫層の比湧出量が数百m²/日であるのに比べ、かなり小さな値であるといえ、このことから対象地域の地下水ポテンシャルは、一般的な砂礫帯水層に比べ高くはないと判断される。

対象地域に分布する崖錐堆積物のような堆積物からなる帯水層は、電気探査の結果などから、その厚さは20m以下であり、ほとんど期待できないとされている（S Eauからの聞き取りによる）。また、対象地域の西側に南北に延びて分布する火山岩類は、時代が非常に古いために（カンブリア時代から先カンブリア紀）完全に固結しており、井戸の揚水量は片麻岩類と同様に低いとされる（サベ・グラズエ・ダッサズメおよび周辺地域飲料水供給事情向上のための補完的フィージビリティ調査、2011）。

4-4-5 対象地域における既存の水中ポンプ付き深井戸の問題点

現地では井戸を視察した結果、多くの井戸で乾季に孔内の水位（動水位）が下がり、揚水量が著しく減少する状況が確認された。また、ダッサズメ市のSONEB水源井戸（Kpekoute井戸）では、乾季の動水位低下以外に泥の排出の問題も認められる。

今回視察を行った水中ポンプ付き深井戸のうち、未稼働のものを除いて、24本中13本でこのような問題が認められた。SONEBの都市給水用井戸に限ると、サベ市の5本の廃棄井戸を含め、14本中10本の井戸でこの問題が認められた。このような問題を背景として、地下水開発ポテンシャルが一般に低いとされる岩盤帯水層が分布する対象地域は、地下水開発に適していないとされてきた^{注)}。

注):「水理地質学的には、ダッサズメ、グラズエ、サベのいずれも、雨季・乾季を問わず、大量の水利用に適した深井戸の開発には不適切であった。……いずれにせよ、地下水源を3コミューンの都市部の住民に永続的に供給する案を主な解決策として支持することにはリスクが伴う。（サベ・グラズエ・ダッサズメおよび周辺地域飲料水供給事情向上のための補完的フィージビリティ調査、

2011 より)』

しかしこの問題の原因は、4-4-8 で述べるように広域的な地下水位の低下傾向が認められないことから、地下水の過剰開発による広域的な地下水位の低下ではなく、個々の井戸で適正揚水量を超えた量で揚水しているためと判断される。

後述するように、対象地域、特にダッサズメとグラズエでは、乾季と雨期の地下水位の差が 10m にも及ぶ年がある。岩盤の帯水層は表層の風化帯であり、その厚さは 30m から 40m 程度にすぎない。このため、乾季では雨期に比べ帯水層の厚さが 30% 以上も薄くなり、これに伴い透水量係数が 30% 以上も減少する。透水量係数が減少すると、当然のことながら、井戸の可能揚水量も減少する。

現在、乾季に動水位が大幅に低下し、揚水量の減少や泥の排出、ひいては揚水不能となる問題を起こしている井戸は、雨季の揚水量で乾季でも揚水しているため、乾季に過剰揚水となっていることが原因であり、地下水位が最低となる乾季における適正揚水量を把握しなければならない。このため、このような問題を起こしている井戸について、乾季に揚水試験（段階揚水試験）を行い、適正揚水量を変える（減らす）ことが対策として考えられる。また、新規に建設する井戸についても、乾季に揚水試験を行う必要がある。

4-4-6 対象地域の井戸データの整備状況

コリーヌ県の井戸のデータベースは 2008 年に AFD の支援により構築され、現在コリーヌ県 S Eau で管理されている。このデータベースに入力されている井戸の本数は 1,303 本であり、コミューンが管理・所有する村落給水用井戸だけのデータが入力されている。SONEB が掘削した井戸や民間の掘削した井戸のデータは入っていない。

この井戸データベースの基本ソフトは、GIS 対応の MapInfo である。基本的な構成は、井戸の詳細な情報を収めた表と、その表の値に応じて衛星画像上に井戸の位置、深度、揚水量、水質などの情報が視覚化される GIS からなっている（現地調査記録参照）。

一方、SONEB の井戸データは、ほとんど散逸している。

4-4-7 対象地域での地下水位の観測体制

地下水位の観測井は各コミューンに 1 か所ずつ設置され、2006 年から観測が開始されている。観測機器はフロート式自記水位計で 4 時間ごとに地下水位を記録し、県水支局（S Eau）職員が月に 1 回記録を回収している。

3 コミューンの地下水位観測井データを見ると、年によって変動幅が変動するものの、地下水位の低下傾向は認められない（4-4-8 参照）。地下水位観測井の位置を図 4-4-2 に示す。

しかし、3 コミューンとも面積が 2,000 km² 以上であり、このような広い地域においては地域により地下水位の変動は大きく異なり、1 点だけの観測では広域的な地下水位の変動は把握できず、今後観測井を増やす必要があると思われる。

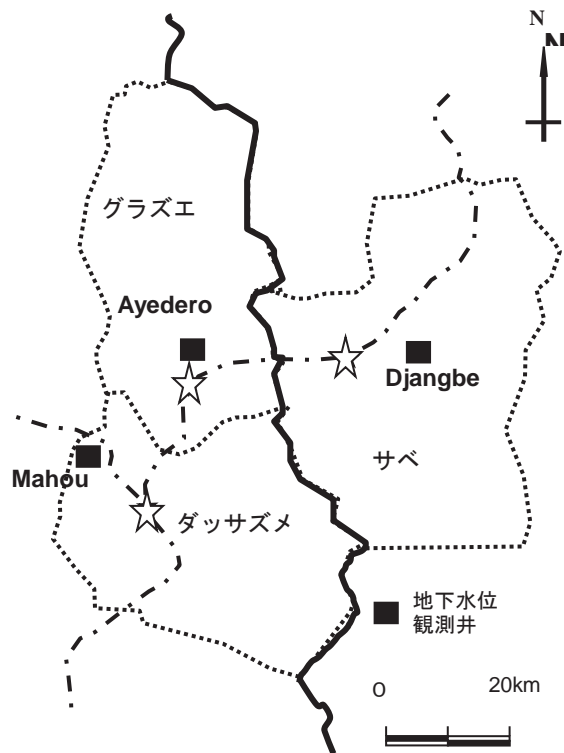


図 4-4-2 地下水位観測井の位置

4-4-8 対象地域の地下水涵養機構と涵養量の検討

地下水の涵養量の推定は、近年の年間の平均的水位変動幅を地下水の涵養増分とみなして、これに面積と帯水層の有効間隙率を乗じて行った。この簡易手法では、雨季の地下水の流出量が考慮されないため、涵養量が少なめに算定されるが、現段階での予備的な検討では、大きな問題は無いと考える。図 4-4-3～図 4-4-5 に、3 コミューンの地下水位変動記録を示す。

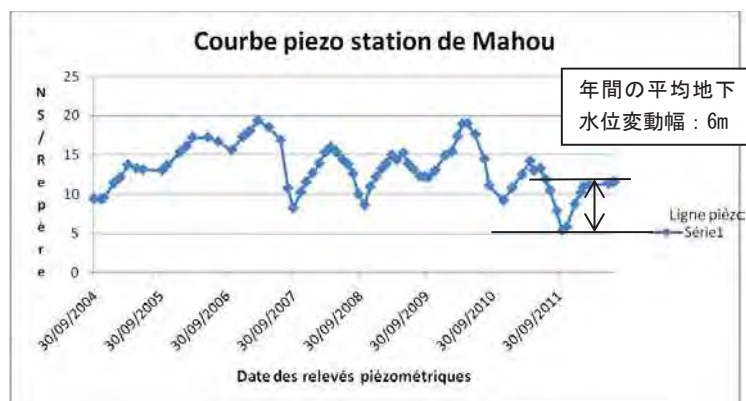


図 4-4-3 ダッサズメ Mahou 地下水位観測井の観測データ

出典：RAPPORT DU SUIVI DES PIEZOMETRES DANS LE DEPARTMENT DES COLLIES, 2012

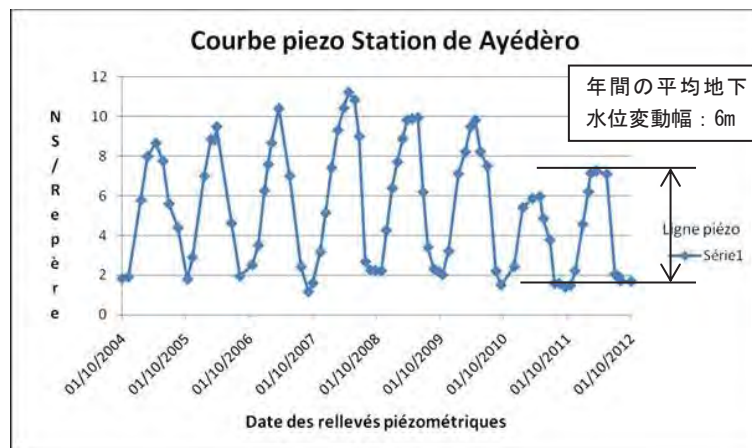


図 4-4-4 グラズエ Ayedero 地下水位観測井の観測データ

出典：RAPPORT DU SUIVI DES PIEZOMETRES DANS LE DEPARTMENT DES COLLIES, 2012

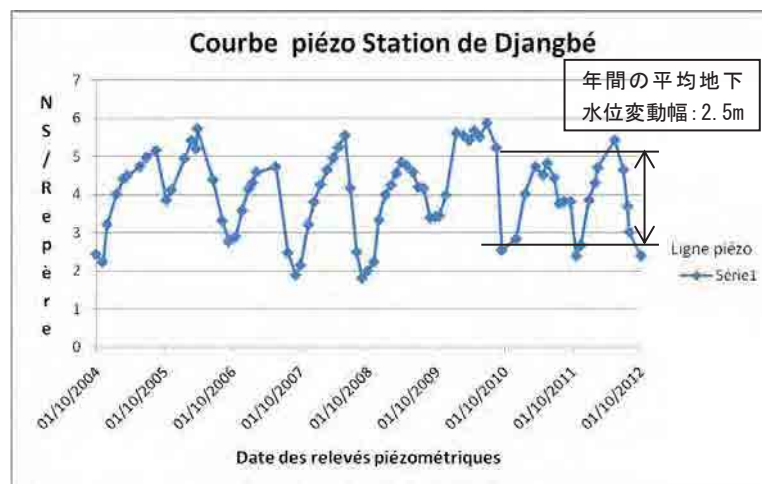


図 4-4-5 サベ Djangbe 地下水位観測井の観測データ

出典：RAPPORT DU SUIVI DES PIEZOMETRES DANS LE DEPARTMENT DES COLLIES, 2012

岩盤帯水層の有効空隙率は、既存報告書に従い 0.7%とした（APPUI DE L'AFD AU BUDGET-PROGRAMME DE L'HYDRAULIQUE RURALE DU BENIN, 2006）。

以上の手法で推定した各コミューンの地下水涵養量を、表 4-4-1 に示す。この表に示されるように、サベの地下水涵養量が少ないが、これは地下水位の変動幅が 2.5m と他の 2 コミューンに比べ小さいためである。地下水位の変動幅は地域によって変わるものであり、前述したように、面積が 2,000 km²以上の地域で 1 点だけの観測では正確な値とは言えず、ここで示す数値はあくまでも参考値である。

表 4-4-1 に示すように、降水の地下浸透率は、ダッサズメとグラズエともに 4%程度となっており、透水性の低い硬い基盤岩の雨水浸透率としては妥当な値と考えられる。一方、サベの雨水浸透率は 1%と、基盤岩にしても低い値となっているが、これは地下水の変動幅が小さいためであり、上述の理由からあくまでも参考値としてとらえるべきである。

表 4-4-1 対象地域の推定地下水涵養量

コミュニティ	面積(km ²)	年間地下水位変動幅(m)	有効空隙率(%)	年間地下水涵養量(m ³ /年)	年間降水量(m ³ /年)	総降水量に対する地下水涵養量の比率(%)
ダッサズメ	1,700	6.0	0.7	71,400,000	2,040,000,000	4
グラズエ	1,760	6.0	0.7	73,920,000	2,112,000,000	4
サベ	2,253	2.5	0.7	39,427,500	2,703,600,000	1

4-4-9 対象地域の地下水の既開発量の検討

SONEB が管理する地下水揚水量は、実際に井戸の現場で聞き取りした揚水量と揚水時間から算定した（現地調査記録参照）。この結果を表 4-4-2 に示す。

表 4-4-2 対象地域の SONEB の都市給水用井戸の年間揚水量

	井戸名	雨季揚水量(m ³)	乾季揚水量(m ³)	年間揚水量(m ³)
ダッサズメ	Kpekoute	25,000	17,000	42,000
	Agbakossare	25,000	19,000	44,000
	Loule (DZ22)	15,000	14,000	29,000
	Ayedero	44,000	44,000	88,000
	合計	109,000	94,000	203,000
グラズエ	Goudako	35,000	9,000	44,000
	SF1	3,000	0	3,000
	SF4	5,500	2,500	8,000
	FN5	35,000	12,000	47,000
	Adjanou	57,000	57,000	114,000
	合計	135,500	80,500	216,000
サベ	—	0	0	0
3 コミューン合計		244,500	174,500	419,000

出典：現地での SONEB 井戸管理人からの聞き取りによる

コミュニティが管理する村落給水井戸の揚水量については、S Eau から提供された村落給水施設を蛇口数に換算したデータに基づき算定した。蛇口数への換算は、井戸人力ポンプ付き深井戸と保護された手掘り浅井戸：1 蛇口、管路給水の共同水栓：2 蛇口、簡易型公共水栓給水施設（水中ポンプ付き深井戸を水源として高架水槽と近傍の公共水栓 1 基からなる、いわゆるレベル 1.5 施設）：4 蛇口、として換算されている。1 蛇口あたりの給水人口は 250 人、給水原単位は 25L/日/人として地下水揚水量を計算した。この結果を、表 4-4-3 に示す。

表 4-4-3 対象地域の村落給水用井戸の年間揚水量

コミュニティ	人力ポンプ付き深井戸数	保護された手掘り浅井戸数	管路給水施設数	管路給水施設の共同水栓数	簡易型公共水栓数	換算した蛇口数	地下水の年間揚水量(m ³)
ダッサズメ	329	34	7	76	4	531	1,211,000
グラズエ	334	23	4	54	4	481	1,097,000
サベ	164	13	6	57	6	315	719,000
合計	827	70	17	187	14	1,327	3,027,000

出典：S Eau からの提供データによる

SONEB の給水用井戸の年間揚水量と、市（コミューン）が管理する村落給水用井戸の年間揚水量を合計し、表 4-4-1 に示した各コミューンの年間の想定地下水涵養量と比較した結果を表 4-4-4 に示す。

表 4-4-4 対象地域の地下水既開発量

コミューン	都市給水用地下水揚水量(m ³ /年)	村落給水用地下水揚水量(m ³ /年)	想定地下水揚水量合計(m ³ /年)	地下水涵養量に対する総揚水量の割合 (%)
ダッサズメ	203,000	1,211,000	1,414,000	2
グラズエ	216,000	1,097,000	1,313,000	2
サベ	0	719,000	719,000	2

表 4-4-4 に示すように、地下水涵養量に対する既地下水開発量は、3 コミューンとも 2%程度と推定され、3 コミューンの全域を対象とした場合、地下水開発ポテンシャルは、まだ十分に残存していると判断される。ただし、サベについては、上述の理由から地下水涵養量に対する既地下水開発量が、さらに低くなることが想定される。

4-4-10 対象地域のなかで地下水開発ポテンシャルが高いと想定される地域の検討

GIS 上で 1,300 本以上の村落給水井戸の中から、揚水量の多い井戸が多く分布する地域を、S Eau の職員とともに探査し、このような地域を地下水開発ポテンシャルの高い地域とした。その結果、ダッサズメで 1 地域、グラズエで 1 地域が確認された。

(1) ダッサズメ

SONEB が 2004 年に、ダッサズメ市街地の北西に位置する Arigbokoto 村で行った水理地質調査で、揚水量が 40m³/時にもおよぶ試掘調査井が掘削されたとされる（SONEB コリヌ県支局の説明による）。しかし、SONEB から提供されたこの井試掘調査井の段階揚水試験データを見ると、揚水量－水位降下曲線には変曲点は認められないものの（3 段階の揚水量ではあるが）、最大で 15m³/時までしか揚水量を上げていない。Arigbokoto 試掘調査井の段階揚水試験の結果を、図 4-4-6 に示す。

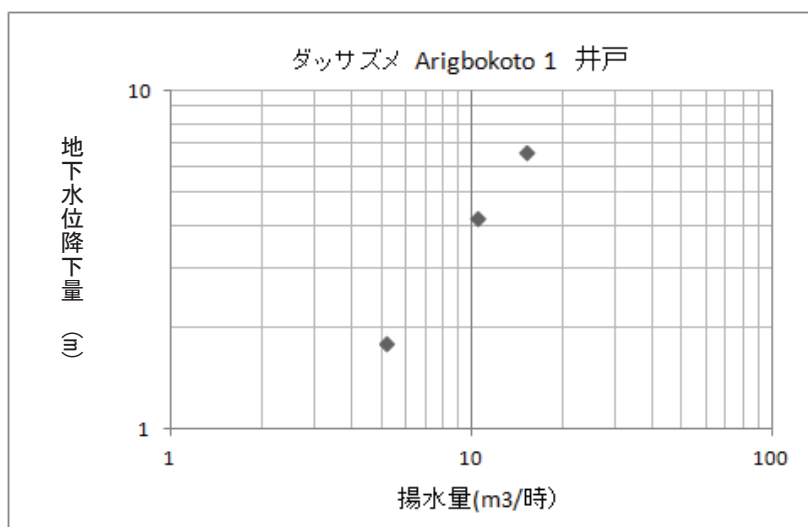


図 4-4-6 SONEB が掘削した Arigbokoto 村試掘調査井の段階揚水試験結果

出典：SONEB の提供データによる

SONEB によると、井戸仕上げ時のエアリフト揚水で $60\text{m}^3/\text{時}$ の揚水量があったため、 $40\text{m}^3/\text{時}$ 程度の揚水は可能と判断したとのことである。このように、この試掘井の可能揚水量が $40\text{m}^3/\text{時}$ であるという説明は、技術的な根拠に欠けるが、段階揚水試験結果からは、 $15\text{m}^3/\text{時}$ 程度の揚水量ならば可能ではないかと想定される。いずれにせよ、この試掘調査井での再揚水試験が必要であると考えられる。なおこの試掘調査井は、ダッサズメ市街地から 10 km 以上離れているため、水源として使用されていない。S Eau の GIS 井戸データベースによると、この試掘調査井から数百メートル離れた地点に、揚水量が $10\text{m}^3/\text{時}$ から $20\text{m}^3/\text{時}$ とされる、人力ポンプ付き井戸が 2 本存在する。このことから、S Eau は Arigbokoto 村周辺が、ダッサズメにおける地下水ポテンシャルの高い地域ではないかと考えている。

(2) グラズエ

グラズエ市街地から南西 7 km ほどのところに Kpakpaza 村が位置するが、この村の水源として使用される予定の Kpakpaza 井戸の揚水量は $10\text{m}^3/\text{時}$ と高いとされる。また GIS 井戸データベースによると、この Kpakpaza 井戸の周辺には（数百メートル離れている）、揚水量が $10\text{ m}^3/\text{時}$ 程度の揚水量の多いとされる人力ポンプ付き深井戸が 5 本存在する。このうちの 1 本の Ayede 村の井戸の段階揚水試験結果をみると、揚水量－水位降下曲線には変曲点は認められないものの（3 段階の揚水量ではあるが）、最大で $12\text{m}^3/\text{時}$ まで揚水量を上げている。Ayede 井戸の段階揚水試験の結果を、図 4-4-7 に示す。

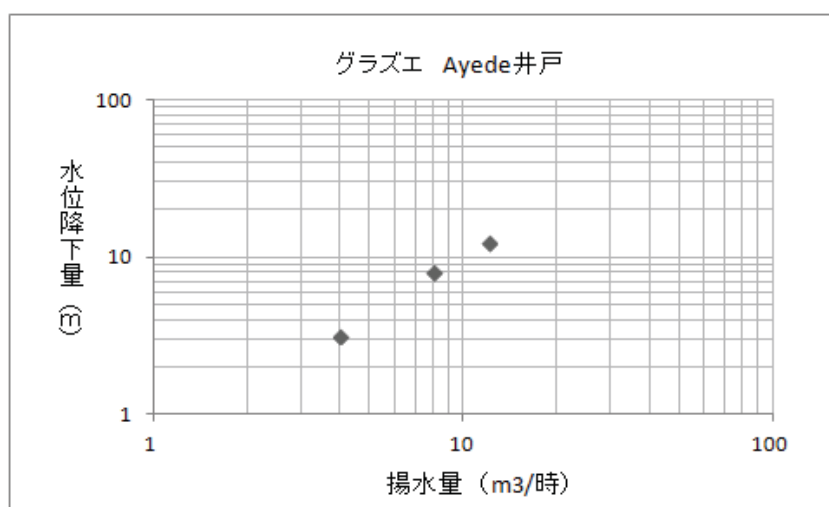


図 4-4-7 Ayede 村井戸の段階揚水試験結果

出典：S Eau の提供データによる

また、SONEB のグラズエ都市給水用井戸の中で、特に揚水量の多い井戸である Adjanou 井戸は（ $13\text{m}^3/\text{時}$ で 24 時間運転、乾季でも動水位がほとんど下がらない）、Kpakpaza 井戸から 3 km 東の地点に位置する。このため、S Eau は Kpakpaza 村から Adjanou 村にかけての地域が、グラズエにおける地下水ポテンシャルの高い地域ではないかと考えている。

(3) サベ

GIS データベースによると、日本の援助で建設したアフリディブポンプ付きの Zakpota 井戸や、

サベ市街地に位置する Kingou 井戸など、揚水量が $10\text{m}^3/\text{時}$ を超えるとされる井戸がいくつか散見されるものの、地域的にまとまって分布していない。このため S Eau は、サベには地下水開発ポテンシャルの高い地域は存在しないものと考えている。

(4) 対象地域における地下水開発ポテンシャルが高いと想定される地域の状況

前述したように、S Eau の村落給水用井戸のデータベースから、対象地域において地下水開発ポテンシャルが高そうであると予測される地域が、ダッサズメで 1 地域、グラズエで 1 地域が確認された。コリーヌ県の村落給水井戸の分布図と、地下水開発ポテンシャルの高いと想定される地域の位置を図 4-4-8 に示す。

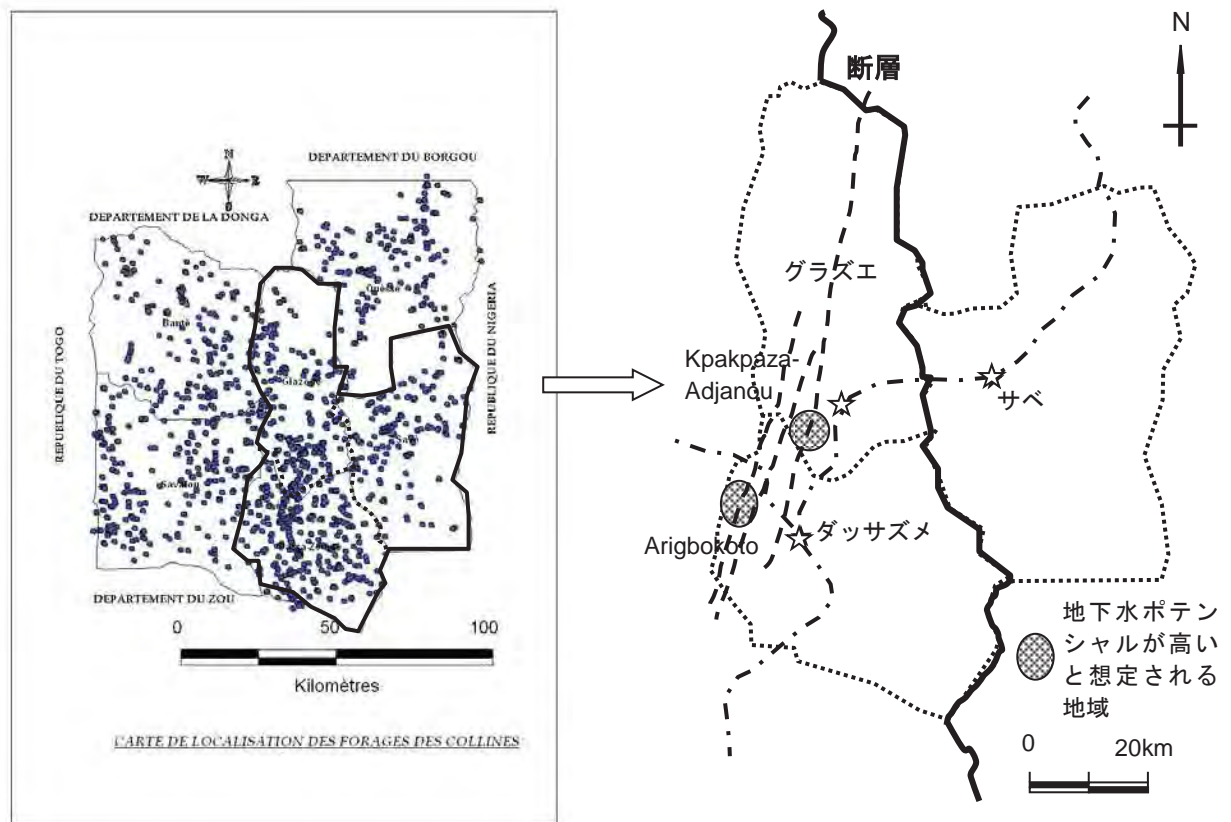


図 4-4-8 対象地域で地下水開発ポテンシャルが高いと想定される地域

出典：S Eau のデータベースによる、断層の位置は図 4-2-1 参照

図 4-4-8 に示すように、地下水開発ポテンシャルが高いと想定される地域は、片麻岩類と火山岩類とを画する断層上に分布するようであり（図 4-2-1 参照）、この地域には割れ目の多い岩盤が分布する可能性がある。

4-4-11 対象地域における今後の地下水可能開発量の検討

(1) 検討条件の設定

地下水開発ポテンシャルが高いと想定される地域での、地下水開発可能量の概算にあたって、次のような条件を想定した。

- ① Arigbokoto 地域と Kpakpaza-Adjanou 地域の広さを 5km×5km と想定する
- ② 透水性の低い岩盤帯水層なので、地域外の遠方からの地下水流入は考慮しない
- ③ 対象地域の降水量を 1,200mm/年¹⁾と想定する
- ④ 対象地域の雨水の地下浸透率を年間降水量の 4%²⁾と想定する
 - 1) ダッサ、グラズエ、ニッキ、カンディ、アゾヴェ-アブラウエ、タンギエタ、サケテ市街における飲料水供給強化のための F/S 調査、SONEB、2007
 - 2) 表 4-4-5 参照

(2) 地下水開発ポテンシャルが高いと想定される 2 地域の地下水涵養量の概算

降水量 1,200 mm/年と、雨水の地下浸透率 4%から概算される、2 地域での年間地下水涵養量を表 4-4-5 に示す。

表 4-4-5 地下水開発ポテンシャルが高いと想定される 2 地域の年間地下水涵養量の概算結果

コミューン	地域	面積(km ²)	降水量 (mm/年)	雨水地下浸透率 (%)	想定地下水涵養量 (m ³ /年)
ダッサズメ	Arigbokoto	25	1,200	4	1,200,000
グラズエ	Kpakpaza-Adjanou	25	1,200	4	1,200,000

(3) 地下水開発ポテンシャルが高いと想定される 2 地域での地下水開発可能量の概算

透水性が低く異方性の強い岩盤中の地下水の開発であることを考慮すると、地下水涵養量に対する開発可能量の割合は、地下水開発ポテンシャルの高い地域といえども、20%程度であろうと想定される。

この条件で想定される両地域の地下水開発可能量は、次のように概算される。

- ーダッサズメ Arigbokoto 地域：20 万 m³/年から 30 万 m³/年
- ーグラズエ Kpakpaza-Adjanou 地域：20 万 m³/年から 30 万 m³/年

両地域での地下水開発可能量は日量に換算すると、550m³/日から 800m³/日と概算される。

4-4-12 対象地域の地下水の水質

市街地では硝酸濃度が飲料水基準を超える井戸があり、S Eau によると硝酸の主な発生源はトイレである。S Eau によると、市街地から離れた村落部の深井戸では、硝酸の問題はほとんどないとのことである。

フッ素濃度が飲料水基準 (1.5mg/L) を超える井戸もあるが、フッ素濃度の高い地域は面的な広がりがなく、スポット状に分布する。フッ素の発生源は、花崗岩や片麻岩に含まれる含フッ素鉱物 (たとえば白雲母) などが考えられる。ダッサズメ・コミューンには 329 本の稼働している人力ポンプ付き深井戸があるが (フッ素の問題なし)、25 本の井戸がフッ素濃度が基準値を超えているため廃棄された。グラズエの稼働中の人力ポンプ付き深井戸の本数は 334 本で、5 本の井戸がフッ素濃度が高く廃棄された。サベの稼働中の人力ポンプ付き深井戸の本数は 164 本で、6 本がフッ素濃度が高く廃棄された。飲料水基準を超えるフッ素の出現率を、表 4-4-6 に示す。

表 4-4-6 対象地域における飲料水基準を超えるフッ素の出現率

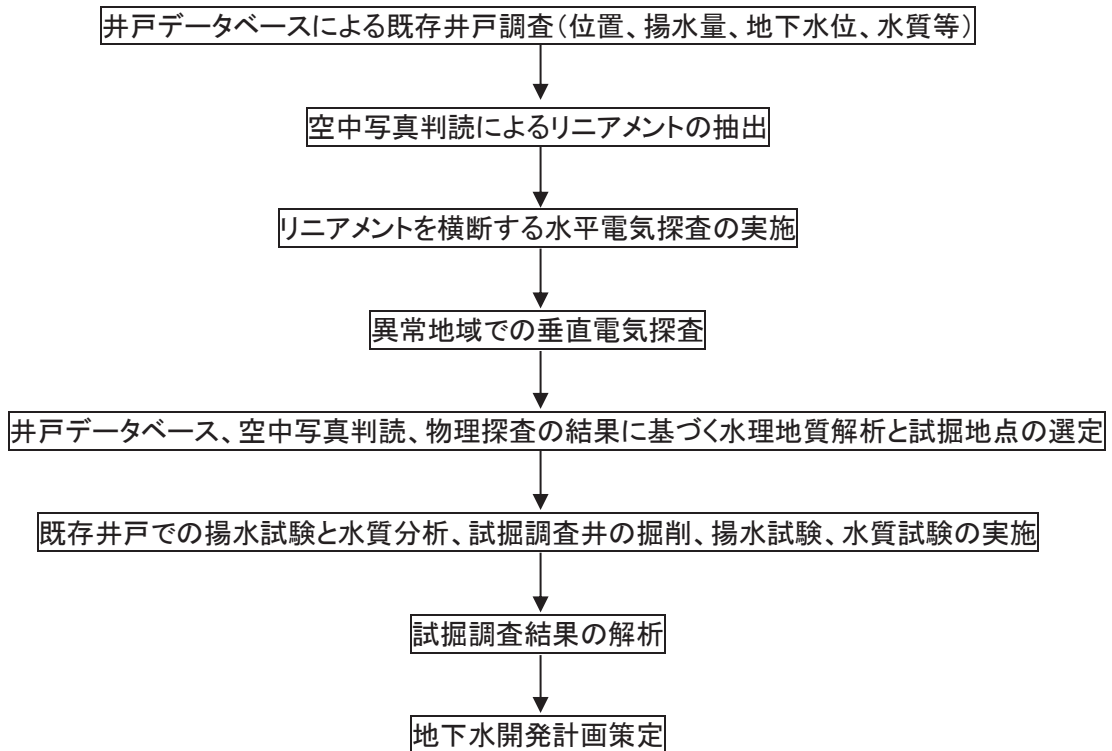
コミューン	稼働中の人力ポンプ付き深井戸の本数 ^a	フッ素濃度が高く廃棄された井戸の本数 ^b	飲料水基準を超えるフッ素濃度井戸の出現率(%) $((a/(a+b))*100)$
ダッサズメ	329	25	7%
グラズエ	334	5	1%
サベ	164	6	4%

出典：APPUI DE L'AFD AU BUDGET-PROGRAMME DE L'HYDRAULIQUE RURALE DU BENIN, 2006

表 4-4-6 によれば、飲料水基準を超えるフッ素濃度の井戸の出現率は、ダッサズメが高い。

4-4-13 地下水開発ポテンシャルが高いと想定された地域での水理地質調査手法

前述したように、地下水開発ポテンシャルが高いと想定される地域は、火山岩類と片麻岩類を画する断層付近に位置するものと思われるので、水理地質調査の主眼は断層や裂隙帯の探査となる。このような地下水の探査は、通常以下のような手順となる。



地下水開発ポテンシャルが高いと想定されるダッサズメ Arigbokoto 地域及びグラズエ Kpakpaza-Adjanou 地域をカバーする 1/50,000 モノクロ空中写真は、ベナン国国土地理院で入手可能である（現地調査記録参照）。また、ベナン国のコトヌーには、複数の井戸掘削会社と物理探査会社が存在する（現地調査記録参照）。水質分析は、コトヌーの SONEB 本部にある分析室で行うことができる。

4-4-14 井戸の成功率や地下水の水質を勘案した必要井戸本数の検討

今後水理地質調査の結果、2 地域で地下水開発ポテンシャルが高いと判定された場合、どの程度の井戸の掘削が必要か検討する。管路給水施設の水源井戸の場合、 $5\text{m}^3/\text{時}$ 以上の揚水量が求められ、既

存報告書や S Eau の担当者によれば、対象地域においてこの程度の揚水量の井戸の成功率はわずか 20%程度と低い。コリーヌ県で掘削された井戸の成功率を、表 4-4-7 に示す。

表 4-4-7 コリーヌ県で掘削された井戸の揚水量とその割合

揚水量	0.5m ³ /時以下	0.5-2m ³ /時	2-5m ³ /時	5m ³ /時以上	合計
井戸本数	193	205	168	159	725
割合(%)	26.6	28.3	23.1	21.9	100

出典：APPUI DE L'AFD AU BUDGET-PROGRAMME DE L'HYDRAULIQUE RURALE DU BENIN, 2006

表 4-4-7 に示すように、これまでにコリーヌ県で掘削された 725 本の井戸うち、管路給水施設の水源となりうる 5m³/時以上の井戸の成功率は 21.9%である。水理地質調査により井戸の成功率が向上するとしても、その成功率は 30%程度であろうと予測される。

日量 600m³ の地下水を 1 地域で開発するとした場合、井戸の揚水量を 5m³/時、1 日の運転時間を 20 時間とすると、井戸 1 本当たりの 1 日の揚水量は 100m³ となるので、6 本の井戸が必要となる。井戸の成功率を 30%とすると、1 地域あたり 20 本の井戸を掘削する必要があり、2 地域では 40 本程度の井戸掘削が必要となる。

また、4-4-12 で述べたように、飲料水基準を超える濃度のフッ素の出現率は、ダッサズメで 7%、グラズエで 1%なので、5%程度の井戸でフッ素濃度が飲料水基準を上回る可能性がある。地下水の水質（フッ素濃度）のことを勘案すると、6 本の成功井を確保するには、45 本程度の井戸掘削が必要となるのではと予測される。

しかし、地下水開発ポテンシャルが高いと想定された 2 地域は、GIS のコンピューター画面上で揚水量が多い井戸が多く分布する地域から選定されたものであり、詳しい調査に基づき特定されたものではない。また、ここで概算した推定地下水可能量は、4-4-11 で仮定した条件のもとに算定されたものである。したがって、今後水理地質調査を行ったとしても、ここで想定された量の地下水が得られるとの結果が出るとは限らない。

4-4-15 対象地域における他地域での地下水開発

前述したように、ダッサズメ、グラズエ、サベとも、地下水の総揚水量は想定される地下水涵養量の 2%に過ぎず、コミューン全域として見た場合は地下水開発ポテンシャルは残存している。

しかし、他の地下水開発ポテンシャルの高い地域を見出すには、非常に広い地域（対象 3 コミューンの合計面積は 5,700km²）で水理地質調査を行わなければならない、調査に多大な時間と費用を要する。また、そのような地域が発見されたとしても、その地域が都市域に近いという保証もない。このことから、他の地域での地下水開発は困難であると思われる。

第5章 環境社会配慮

5-1 環境アセスメント (EIA)

EIA は環境法 (Loi No 98-030 du 12 fevrier 1999 Loi-Cadre sur L'environnement) の第 5 章 87 条から 102 条に述べられている。環境省傘下の ABE (Agence Béninoise pour l'Environnement) が環境評価関係の実行手続きの責任を負う。手続きを下表に示す。

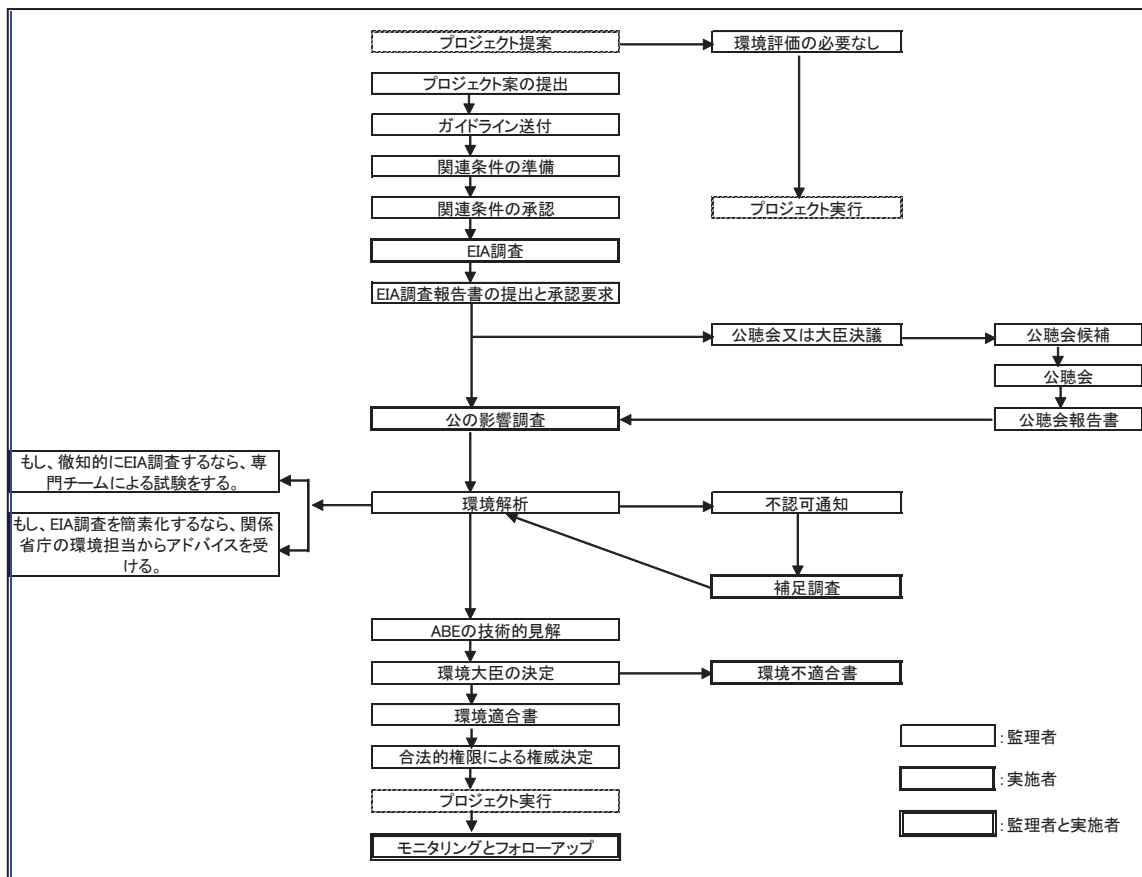


図 5-1-1 EIA フローチャート

ABE が発行している EIA に関する一般、森林と大気の保護、水道、ダム等の各ガイドラインがあり、環境チェック項目が記載されている。

SONEB においては、何かプロジェクトが計画された時、EIA に対する調査を入札にかける。その調査報告書を ABE に提出し審査を受け、判断を受ける。

要請内容の計画について、「F/S 調査 (2007 年)」では、水処理後に発生する汚泥の処理について環境に影響があると報告している。また、「補完的 F/S 調査 (2011 年)」では、環境調査の実施が業務指示書に記載されているにも関わらず実施されていない。尚、要請書では、環境影響評価 (EIA) が必要であると記載されているだけである。

SDAGE の Action No,22 のダム建設における EIA では、自然大気、河川流量、地下水に間接的影響があり、自然の洪水、生物・化学的水質、沈殿物に直接的影響があるとされている。詳細については明らかでない。

5-2 土地収用

ダム堤体と水没地域、浄水場、配水池が土地収用の対象となる。

政府によるプロジェクト計画は、政府、知事、市長と市議会との順で承認される。政府プロジェクト計画で、土地収用が必要な場合、各市内の規則に基づき市の地方監理官（Local Administration）が土地所有者を集めて新移転地について交渉する。もし、移転に掛かる補償金が必要な場合、政府又はドナーが支払う。

土地に関することは、コミューンで実施される。

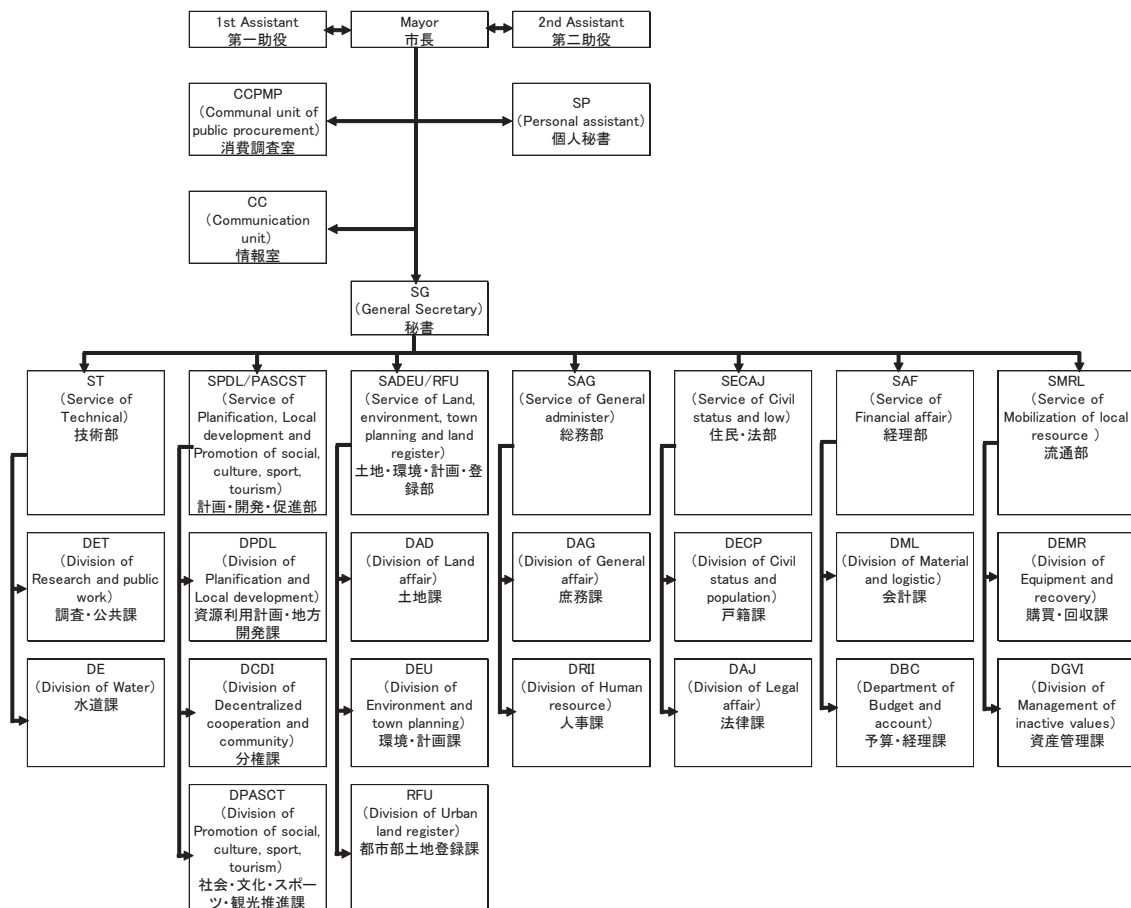


図 5-2-1 ダッサズメ・コミューン（地方行政機関）組織図

一般的土地購入における手続きは、土地所有者と購入者で交渉される。交渉成立後、市で登録される。

現在の土地区画図（公図）はない。しかし、都市整備計画図が一部分あり、その図には、区画図が記載されていた。土地所有者間で土地境界線の問題で衝突が起こっている状況下では、公図の作成は

非常に難しい。

「ベ」国の土地管理法（Law No 2007-03 Of October 16, 2007）のうち、水資源に関係した条項を下記に示す。

第1章3項 水資源と漁業管理の原則 23 から 28 条

第2章 地方土地開発と管理 71 から 79 条

第3章2項 農業施設と整備

5-3 環境・文化・民族・地域産業・水因疾病

3 コミューンとも SDAC（Schéma Directeur d'Aménagement Communal 2010）を基として開発計画（PDM：PLAN DE DEVELOPPEMENT COMMUNAL 2011-2015）を作成している。

SDAC には各コミューンにおける環境、文化、民族、地域産業等が記載され、各コミューンの地形図、地質図、土壌図、植生図も記載されている。

環境

サベには Boukou 国有林（アイジェコダムに隣接）、ダッサズメには、Logozohe と Dassa 国有林がある。3 コミューンとも、保護区、国定公園等、原生林、熱帯の自然林の生息地、水生生物、貴重な動植物の生息地、遡河性魚類、野生生物の繁殖の場や餌場となる特定の場所はない。

ウエメ川本流にはカバ、ワニが生息し、小魚をとる漁業、洪水による肥沃な土地での農業により収入を得ている住民も多い。

文化

宗教的に貴重な遺産として、各部族の王宮がある。ダッサズメには Iddaatcha 族の岩山頂上を王宮がある。他地域には考古学的、歴史的、文化的、史跡、国家的重要文化財は特別なものは存在しない。

民族

サベは Nago 族が大多数を占める。ダッサズメは、Iddaatcha 族が大多数を占める。グラズエは Mahi と Iddaatcha 族が大多数を占める。民族間の紛争はない。

地域産業

サベは SUCOBE の製糖工場とサトウキビのプランテーションが主な産業である。グラズエは SODECO の綿のプランテーションと小規模な米と肥料工場である。ダッサズメには特別な産業はないが、交通の要として発達している。

水因疾病

2012 年の水因疾病（下痢、チフス、コレラ、住血吸虫症等）とマラリア患者数のデータをゾーン保健所から入手、下表に示す。

3 コミューンともマラリア患者が多い。特にサベでは約 50% を占め、2 人に 1 人の割合で発生している。3 コミューンともウエメ川本流に接しているが、サベと他 2 コミューンの違いは、イロコダムがあることである。イロコダムがマラリア発生の大きな要因になっているものと推測する。

表 5-3-1 2012 年水因疾病とマラリア患者数

サベコミュン(2013年国勢人口87,379人)

	乳児		1-5歳		6-10歳		10歳以上		患者数合計	人口に対する割合(%)
	患者数	患者合計に対する割合(%)	患者数	患者合計に対する割合(%)	患者数	患者合計に対する割合(%)	患者数	患者合計に対する割合(%)		
下痢	511	29%	724	41%	131	7%	399	23%	1,765	2.02%
コレラ	0	0%	0	0%	0	0%	1	100%	1	0.00%
赤痢	97	24%	145	35%	47	11%	123	30%	412	0.47%
チフス	0	0%	20	11%	36	20%	125	69%	181	0.21%
住血吸虫	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0.00%
マラリア	4,976	12%	14,214	35%	5,973	15%	15,610	38%	40,773	46.66%

(サベーオウエッセ ゾーン保健所より)

グラズエコミュン(2013年国勢人口123,542人)

	乳児		1-4歳		5-14歳		15歳以上		患者数合計	人口に対する割合(%)
	患者数	患者合計に対する割合(%)	患者数	患者合計に対する割合(%)	患者数	患者合計に対する割合(%)	患者数	患者合計に対する割合(%)		
脱水と下痢	16	18%	28	31%	16	18%	30	33%	90	0.07%
コレラ	0	0%	0	0%	0	0%	3	100%	3	0.00%
赤痢	0	0%	0	0%	0	0%	3	100%	3	0.00%
チフス	80	33%	80	33%	30	13%	50	21%	240	0.19%
住血吸虫	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
マラリア	1,573	11%	6,188	42%	3,008	20%	3,938	27%	14,707	11.90%

ダッサーズメコミュン(2013年国勢人口112,118人)

	乳児		1-4歳		5-14歳		15歳以上		患者数合計	人口に対する割合(%)
	患者数	患者合計に対する割合(%)	患者数	患者合計に対する割合(%)	患者数	患者合計に対する割合(%)	患者数	患者合計に対する割合(%)		
脱水と下痢	77	28%	81	29%	25	9%	93	34%	276	0.25%
コレラ	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0.00%
赤痢	0	0%	0	0%	0	0%	4	100%	4	0.00%
チフス	83	31%	72	27%	35	13%	78	29%	268	0.24%
住血吸虫	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
マラリア	1,827	13%	5,311	39%	2,670	20%	3,768	28%	13,576	12.11%

(ダッサーグラズエ ゾーン保健所より)

5-4 環境社会配慮の検討

「新 JICA 環境社会配慮ガイドライン」(2010 年 4 月) をベースに、「環境チェックリスト ダム・貯水池、河川、上水道、林業、農業編」を参考にしてチェックリストを別表のように作成した。ダムに変わる効果的な代替案がないため、ダム、地下水、取水以外の水道施設の現地調査後の仮評価を行い、その結果を表 5-4-1 に示す。尚、ダムにおいては、アイジェコとリフォダムを想定した。

表 5-4-1 の現地調査後の仮評価のまとめたものを表 5-4-2 に示す。

表 5-4-2 「現地調査後の仮評価」のまとめ

評価	ダム	地下水	取水以外の水道 施設
A			
B	8		
U	13	1	3

評価分類：

Aー 環境や社会への重大で望ましくない影響がある。

Bー 環境や社会への多少の影響が見込まれる。(検討の必要あり。調査の進捗に併せて影響が明らかになるが、「A」となる可能性は少なくともある。)

Uー 影響の度合いは不明。(検討の必要あり。調査の進捗に併せて影響が明らかになるが、「B」となる可能性もある。)

Cー 環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいはほとんどない。

尚、施設設計により問題解決が可能な項目の評価は「C」とした。

ダム

「B」と評価している8項目は、生態系、住民移転、生活・生計への配慮である。

- ① プロジェクトによる取水ダムが地表水、地下水の流れに悪影響を及ぼすか。
- ② 住民移転が生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。
- ③ 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。
- ④ 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。
- ⑤ 下流水の流量の変化、下流の水利用や土地利用に影響は生じるか。
- ⑥ 河川等において漁業権、水利権が阻害されることはあるか。
- ⑦ 農耕、牧畜、狩猟等の第一次産業を生計手段としていた住民の生活に配慮されているか。
- ⑧ 水に関係する疾病(住血虫症、マラリア、糸状虫症等)は発生する恐れはあるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。

①、⑤、⑥、⑦は、気象と流量観測所を設置して水文調査を実施して水文データを取得、また聴き取り調査、自然環境調査から詳細な情報を取得、ダム建設によって生じる支流、本流の状況を解析して各項目に対する影響について想定する。本流の流量が十分に多く、それに対するダム候補地の支流流量の割合が小さい場合、影響はほとんどなくなる。

②、③、④は、住民移転についてであるが、今回は耕作地が対象となる。事前説明を行って、代替地を提供して、代替期間の補償費を支払う必要がある。

⑧は、周辺地域のマラリア発生率は非常に多い。更に、ダム建設によって発生率が上昇することが予想される。ダムにおいては、水の循環をして対応するしかない。住民のマラリア発生状況を常に監視して、衛生面での教育、蚊帳の支給、診療所の設置、又は住民移転について配慮する必要がある。

よって「B」と評価しているものの中で、カテゴリ「A」となる可能性が大きいのは②、③、④、⑧である。ダム建設する場合は、環境アセスメント報告書を作成して協議していくしかない。

また、「U」と評価している 16 項目は、河川水減少による生態系への影響 3 項目、ダム建設による上流、下流に及ぼす土壌・地形変化 2 項目、用地確保により地域社会の分断等の悪影響 1 項目、住民生活への悪影響 2 項目、下流における水利権や水利用の偏在 1 項目、景観に対する配慮 1 項目である。本調査から予測すると「C」となる可能性があるが、再調査が必要である。

地下水

「U」と評価している 1 項目は、地下水位の低下による周辺住民に対する水利用への影響である。しかし、揚水連続試験での地下水低下調査、又は地下水位回復調査により、周りの地下水位に影響が無いように、揚水量が決定されるため、環境に対する影響は少ない。よって、調査結果から「C」となる可能性が大きい。

取水以外の水道施設

「U」と評価している 3 項目は、①住民移転は生じるか、②用地確保などで地域社会の分断や、地域の意思決定機関等の社会組織に悪い影響はないか、③景観に対し悪影響を及ぼすかである。用地範囲が限られているため、調査結果から「C」となる可能性が大きい。

第6章 今後の方向性

6-1 関連する3計画

調査開始時には、対象地域の給水プロジェクトの基準となる計画は SONEB による「サベ、グラズエ、ダッサズメ及び周辺地域飲料水供給改善のための補完的フェージビリティ調査」(以下、補足 F/S) という認識であった。ところが、DG Eau 実施の「ウエメ川流域水資源管理・開発マスタープラン (SDAGE)」および「5 給水システムによる 9 都市給水改善予見調査」の 2 計画が既に策定されていることが判明した。

これらの 3 計画の概要は表 6-1-1、図 6-1-1 に示すとおりである。

SONEB 補足 F/S の 2 ダム (リフォダム、アイジェコダム) は SDAGE のダム計画には入っておらず、DG Eau の表流水開発の戦略から外れている。このため、ベナン政府として対象地域における給水改善のための統一された方向性が定まっていない。

表 6-1-1 3 計画の概要

調査名	ウエメ川流域水資源管理・開発マスタープラン (SDAGE)	5 か所の都市給水システムのための水資源予見調査	補完的フェージビリティ調査 (補足 F/S)
策定時期 (報告書完成)	2013 年 4 月	2012 年 9 月	2011 年 5 月
責任機関	DG Eau	DG Eau 及び SONEB	SONEB
支援ドナー	オランダ	GIZ	バスケット・ファンド
調査コンサルタント	STUDI (チュジジア), SETEM-Benin	Dorch International Consultants (ドイツ)	STUDI, SETEM-Benin
施設建設目標年次	2023 年 (対象 3 コミュニティ) (DOGO bis ダムは 2020 年)	2025 年	2020 年
概要	灌漑、給水、水力発電、漁業等での利用を目的として大型多目的ダム 3 地点、小～中規模ダム 27 地点を選定してダムの容量、投資計画 (2014～2025) を検討している。	9 都市対象の 5 つの給水システムの長期案。地点は不明確ながらウエメ川から取水し、ゴベ浄水場を経由してサベ、グラズエ、ダッサズメ、サバルーへの給水システムを含む。	今回の JICA の調査の土台となったもので、サベ、グラズエ、ダッサズメ市の給水改善を目的とし、ウエメ川支流にリフォダム、Ayedjeko ダムを建設し、3 市に給水する F/S。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鉱山・エネルギー・水省承認 ・ 3 大ダムの一つである DOGO bis ダム (トルコ融資) の施工式に大統領が出席。電力の大幅な改善を強調。(2013 年 4 月 5 日付 La Nation) ・ DG Eau の今後の水資源開発の指針 ・ 対象 3 都市には Vossa、Djabata、DOGO bis ダムからの給水として計画されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ GIZ は SONEB の脆弱性と EU のダム消極性により、本調査を実施。 ・ DG Eau と SONEB 関係者のほとんどは同調査のことを認知していない。 ・ ダム位置は特定されずマスタープランレベルではない。 ・ KfW は、本調査の結果はすべてのドナーで共有されれば良く、他ドナーによる実施は歓迎するとのコメント。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ DG Eau は同補足 F/S について認知していない。 ・ 上記 2 ダムは SDAGE のダム計画には入っていない。2013 年 8 月時点では、SONEB はこの F/S に基づく要請を堅持している。

3つの計画と現況の概要 (要請書(SONEB)・SDAGE(DG-Eau)・5箇所の給水計画(GIZ))

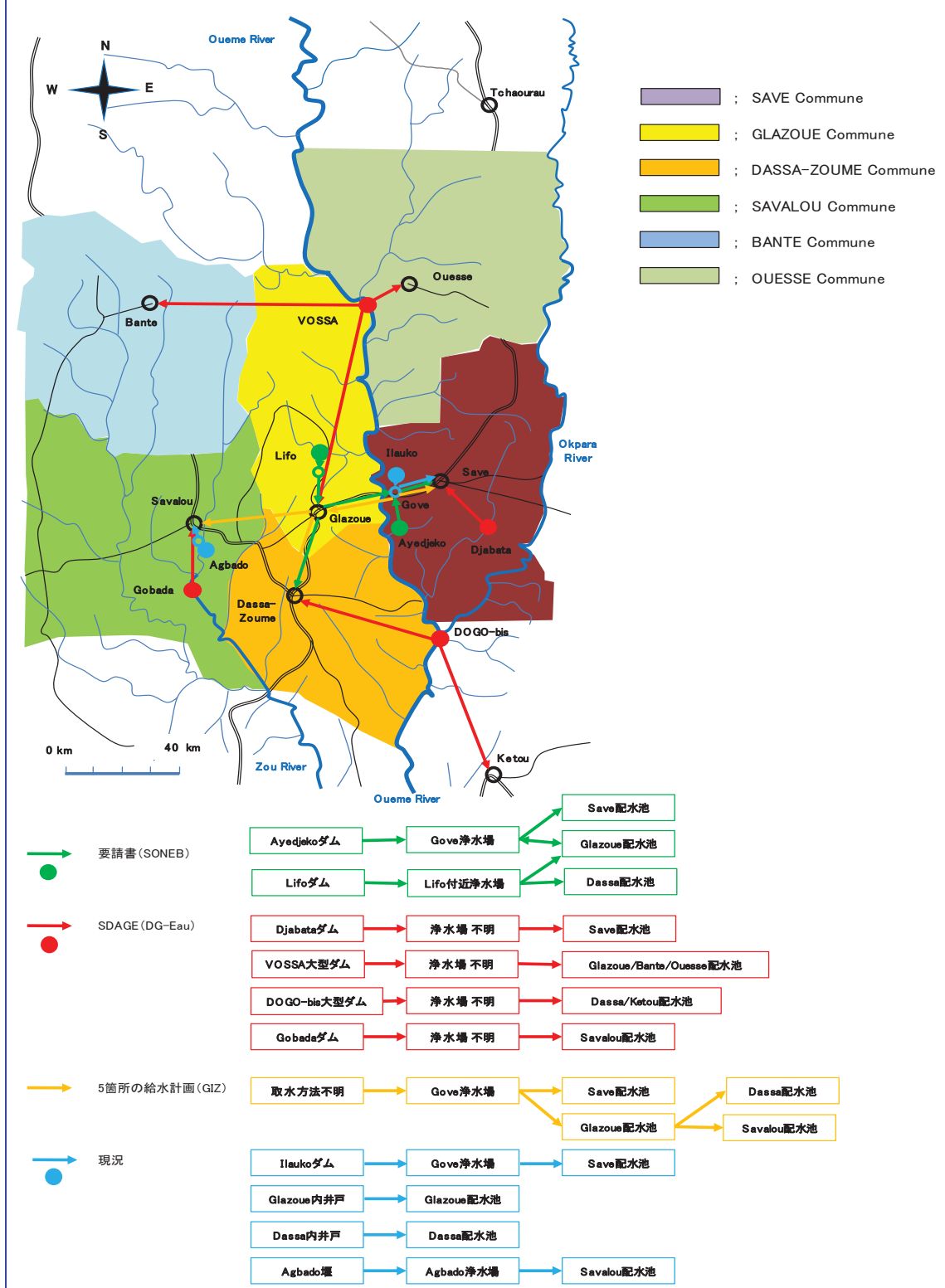


図 6-1-1 3つの計画と現況の概要図

6-2 サベ、グラズエ、ダッサズメの給水状況と水需要の予測

3章において、2013年のセンサスを基に、サベ、グラズエ、ダッサズメの人口、水需要を予測した結果、3コミュニティで都市中心部の地区人口をベースに計算すると、SONEBによる給水率は53%、34%、28%程度であった。市街地ではハンドポンプ及び手掘り井戸も依然として利用されており、特に市街地の場合はこれらの井戸の深度は浅く、周辺から汚水の侵入も考えられる。

このため、市街地では都市部水道としての「安全・安定」を確保すべくSONEBへの接続率を向上させる必要があると考えられる。現在、SONEBへの接続と完全な利用が進まない理由として、住民の生活レベルに対して接続料金が高等の問題もあるが、基本的には水源の不足により「安定」した水供給が行われていない事が大きな要因と考えられるため、水源の増強は喫緊の課題と言える。

6-3 ダム建設について

一方で、上記のSDAGEや要請で挙げられている表流水の利用（＝ダムの建設）について、以下の理由により、日本によるダム建設には阻害要因が多い。

(1) 複数の給水改善計画

今般の日本の調査により、SONEBとDG Eauでは、SGD地域について異なる給水改善の計画もっていることが判明した。

日本の調査のベースとなっていたSONEB案のリフォダムについては、鉱山・エネルギー・水省が承認している統合的水資源管理によるマスタープランSDAGEでは選定されていなかった。

同省、DG Eau、SONEBの三者でSGD地域の給水改善の方針を定めるための調整をしなければ、日本としてはどの計画にしたがって方針を検討すればいいのかわからない。さらに、ドイツも上記政府の方針とは異なる別の計画を立てている。

(2) 技術的な問題

- ・ 流量データが本流4箇所のみで、支流の流量データはない。分析するのに十分な長期データがあるのか不明である。
- ・ 地盤の透水性についてのデータがなく、貯水可能であることを証明するにはさらなる地盤調査が必要。また、濁流によって泥が溜まる可能性もある。
- ・ 日本の基準では、ダム建設を行うには厳密な環境影響評価を受ける必要があり、厳しい審査と多大な時間を要する。
- ・ KfWによると、以前に都市給水用の小規模ダムの実施を検討したことがあるが、SONEBが土地収用を全くできなかったことからダム建設の方針を断念した経緯があるとの事である。

(3) 過大な規模

SDAGEのアクションプランにあるDOGO bisダムはすでにトルコの融資が決定している。VOSSA、Djabataについては、推定建設費はそれぞれ129億円、14億円（本体のみ、SDAGEレポート及び補足F/Sより推定）。VOSSAダムは円借款によってしか対応できない大型のダムであり、Djabataダムは日本スペック（無償）で実施した場合、取水・送水施設なども含めて38～48億円かかる見込みとなる。

6-4 今後の方針

調査の結果、現在ダッサズメでは水源がすでに不足しており、サベ、グラズエでも 2015 年付近で水源不足となることが予想される。したがって、DOGO bis ダムが完成する 2023 年（2020 年という説もあり）までに何の手も打たなければ、3 市において安全な水へアクセスできない住民は年々増加の一途をたどる。

(1) 地下水の利用

今回の調査結果では、ダッサズメ及びグラズエ周辺でそれぞれ地下水ポテンシャルが比較的高い地域が其々 1 箇所特定されている。

グラズエの地下水ポテンシャルを利用することで、ダムが完成しない間の 2025 年まで、既存井戸水源と合わせて 19,403 人の住民に給水できる可能性があり、これはグラズエ都市部の人口の 80%に相当する。

ダッサズメでは、同じく既存水源と合わせて 2020 年まで 18,335 人の住民に給水できる可能性があり、これはダッサズメ都市部の人口の 60%にあたる。

表 6-4-1 想定される給水量と水源の開発量

		2013	2015	2020	2025
グラズエ	都市部人口	17,392	18,383	21,115	24,253
	SONEB 給水率	37	40	60	80
	SONEB 給水人口	6,395	7,353	12,669	19,403
	計画 1 日最大給水量	344	392	653	1,094
	既存生産量	445	445	445	445
	開発量	-63	-10	281	649
	地下水ポテンシャル	550-800	550-800	550-800	550-800
ダッサズメ	都市部人口	27,382	28,254	30,558	33,050
	SONEB 給水人口	29	40	60	80
	SONEB 給水率	8,073	11,302	18,335	26,440
	計画 1 日最大給水量	517	712	1,120	1,777
	既存生産量	434	434	434	434
	開発量	83	278	686	1343
	地下水ポテンシャル	550-800	550-800	550-800	550-800

(2) 表流水の利用

Save では、地下水は利用できないが、イロコダムの契約が更新され、さらに同契約によって取水量が増加すれば、ゴベ浄水場の 24 時間運転※で 2018 年には 22,790 人の人口に給水できる。

2018 年以降は、浄水場を 2.5 倍の規模に拡張し、配水管網の整備を行えば、2025 年の水需要を賅えることができ、35,605 人の人口（全体の 80%）に給水できる。

※ゴベ浄水場は予備施設や浄水池がないため、実際に 24 時間運転は難しく、20 時間運転が最大。この場合、2017 年までの水需要を満たせる。

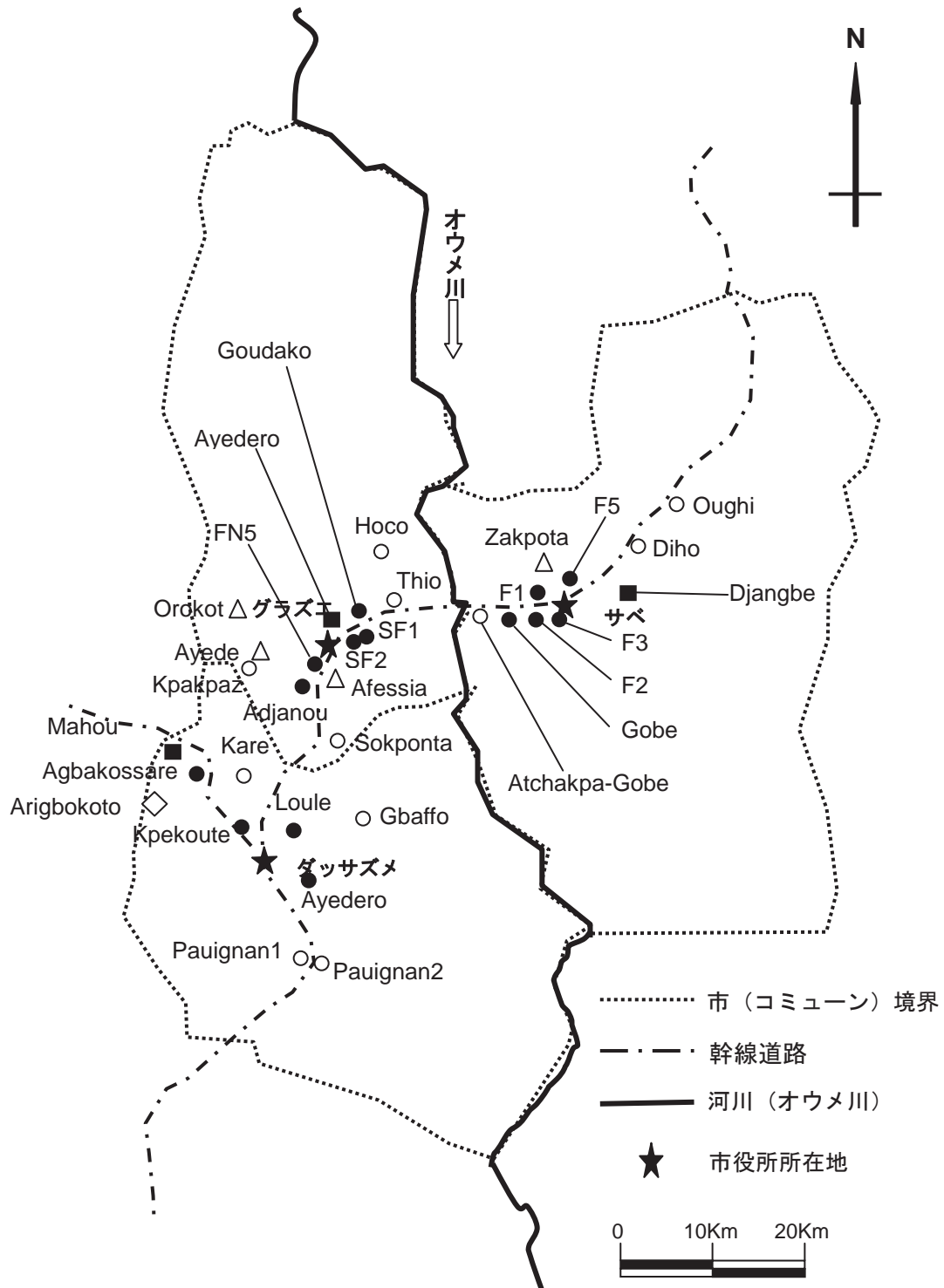
地下水開発 付録 1

地下水開発関連調査 現地調査記録

目次

1. ダッサズメ市にある井戸.....	A1-1
1.1 SONEB 井戸.....	A1-1
1.2 ダッサズメ市が管理する村落給水用井戸.....	A1-3
2. グラズエ市にある井戸.....	A1-6
2.1 SONEB 井戸.....	A1-6
2.2 グラズエ市が管理する村落給水用井戸.....	A1-8
3. サベ市にある井戸.....	A1-12
3.1 SONEB 井戸.....	A1-12
3.2 サベ市が管理する村落給水用井戸.....	A1-14
4. コリヌヌ県 S-Eau の井戸データベース.....	A1-18
5. 面談記録.....	A1-19
5.1 Mr. Ayedegue; SONEB Project Coordinator との面談記録.....	A1-19
5.2 井戸掘削会社 SIAD Group との面談記録.....	A1-19
5.3 物理探査会社 SO.GE.HY 社との面談記録.....	A1-20
5.4 国土地理院 (IGN : Institute Geographic National) 面談記録.....	A1-21

視察した井戸の位置図



- SONEB が都市給水用に使用している水中ポンプ付き井戸（サベ市の井戸は全て廃棄されている）
- ◇ SONEB が掘削した試掘調査井
- 市（コミューン）が管理している村落給水用水中ポンプ付き井戸
- △ 市（コミューン）が管理している村落給水用人力ポンプ付き井戸
- 県水支局が管理する地下水位観測井

1. ダッサズメ市にある井戸

1.1 SONEB 井戸

ダッサズメ SONEB では、4本の井戸でダッサズメ市の市街地に給水している。

Kpekoute 井戸



建設年：2009年にリハビリして水中ポンプを設置、以前はハンドポンプ付き井戸

揚水量：雨期で7.2m³/時、乾季で4.8m³/時

揚水時間：19時間/日

問題点：乾季に水位が下がり泥が混じる

水位：雨期の静水位が17.2m、動水位が23.8m

井戸深度：61m

ケーシング径：140mm

緯度・経度：N07°47' 02.7"、E002°10' 54.0"

Agbakossare 井戸



建設年：1984年にハンドポンプ付き井戸として建設、2009年にリハビリして水中ポンプを設置

揚水量：雨期で8m³/時、乾季で6m³/時

揚水時間：17時間/日

問題点：特に問題なし

水位：雨期の静水位が40.3m、動水位が54.4m

添付資料 1

井戸深度：66m

ケーシング径：140mm

緯度・経度：N07°50' 29.4"、E002°11' 32.3"

Loule(DZ22)井戸



建設年：30 年以上前にハンドポンプ付き井戸として建設、2001 年にリハビリして水中ポンプを設置

揚水量：雨期で 5.6m³/時、乾季で 5.2m³/時

揚水時間：15 時間/日

問題点：乾季に動水位が下がり泥が混じる、24 時間稼働させたいが水位が下がりできない

水位：不明

井戸深度：68m、水中ポンプ設置深度は 60m

ケーシング径：140mm

緯度・経度：N07°47' 50.3"、E002°12' 43.8"

Ayedero 井戸



建設年：1985 年に Soneb の水源井戸として建設

揚水量：10m³/時、乾季でも揚水量は変わらない

揚水時間：24 時間/日

問題点：特に無し、帯水層は岩盤ではなく堆積層で、地下水ポテンシャルの高い地域とされるが、確認が必要。乾季でも水位が下がらない、ただし井戸の小屋が壊れ雨ざらしとなっているため早急に修理が必要

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：200mm

緯度・経度：N07°46' 02.0"、E002°12' 32.4"

Arigbokoto 試掘調査井

2004年に行われた水理地質調査で、Sonebにより掘削された井戸。ダッサ市街から10km以上離れているため、水源としては使用していないとのこと。

調査時の揚水量は非常に多く、 $40\text{m}^3/\text{時}$ とのこと。周囲は平坦な丘陵地である。

緯度・経度：N07°47' 16.6"、E002°06' 43.6"

数百メートル離れた地点に、揚水量の多い人力ポンプ付き井戸が2本あるという。

このことから、S-Eauではこの周辺をダッサコミューンにおける地下水ポテンシャルの高い地域としている。

Arigbokoto 村の状況と村のそばにある壊れたインディアンポンプ付き井戸

Arigbokoto 村には枯れた手掘り浅井戸があるが（左写真奥）、井戸壁を見る限り地質は片麻岩ではなく黒色の片岩のようであった。右の壊れたインディアンポンプ付き井戸は、上述のSonebの試掘調査井から数百メートル離れていて、掘削完了時の揚水量は $10\text{m}^3/\text{時}$ 以上であったという。

またこのインディアンポンプから数百メートル離れた地点に、稼働中のベルニエポンプ付き井戸があるが、この井戸も揚水量が多く、掘削完了時の揚水量は $8\text{m}^3/\text{時}$ であったという。

1.2 ダッサズメ市が管理する村落給水用井戸

ダッサコ市（ミューン）の村落給水井戸は、ハンドポンプ付き井戸が309本、水中ポンプ付き井戸（給水塔と共同水栓で給水）が7本ある。

2014年まで新規の村落給水用井戸を建設する予定はない。

添付資料 1

村落の人口は 105,400 人である。

村落の給水率は 82% であるが、この数字はすべての施設が稼働している場合の数字であり、施設の稼働率は不明である。

水中ポンプ付き井戸で管路給水している 7 か所の村落のうち、市役所に近い 3 か所の村落を視察した。また、地下水位観測井 1 か所を視察した。

Kare 井戸



市役所からの距離：6 km

建設年：1997 年

揚水量：10m³/時、乾季でも変わらず

揚水時間：24 時間/日

給水方法：給水塔から 6 基の共同水栓給水、7 戸の各戸給水を行っている。給水塔でジャベルを入れて塩素滅菌している。

問題点：片麻岩の丘のふもとに位置し岩盤帯水層ではあるが、乾季でも水位が下がらず問題なく稼働している。ただし、少し塩

分濃度が高い

水位：雨期の静水位が 17.2m、動水位が 23.8m

井戸深度：

ケーシング径：

緯度・経度：N07°50' 10.9"、E002°11' 27.0"

Paouignan1 井戸



市役所からの距離：12 km

建設年：1980 年にハンドポンプ付き井戸として建設されたが、1996 年に水中ポンプが設置された

揚水量：12m³/時で乾季でも同じ揚水量を維持している

揚水時間：雨期で 6 時間/日、乾季で 15 時間/日、雨期では住民が雨水を使うため揚水時間が短くなる

給水方法：給水塔から共同水栓給水、各戸給水を行っている。給水塔でジャベルを入れて塩素滅菌している。Paulgnann 村の人口は 35,000 人であるが、管路で給水している人口は 12,000 人である。残りの村人は手掘り浅井戸などから生活用水を得ている。

問題点：岩盤帯水層ではあるが、乾季でも水位が下がらず問題なく稼働している。

水位：雨期の静水位が 17.2m、動水位が 23.8m

井戸深度：不明

ケーシング径：

緯度・経度：N07°40' 33.5"、E002°13' 27.3"

Paouignan2 井戸



市役所からの距離：12 km

建設年：2009 年にオランダの援助で水中ポンプ設置、以前は人力ポンプ付井戸
揚水量：8m³/時で乾季でも同じ揚水量を維持している

揚水時間：6 時間/日、雨期、乾季でも運転時間は変わらない

給水方法：給水塔から共同水栓給水、各戸給水を行っている。給水塔でジャベルを入れて塩素滅菌している。Paouignann

村の人口は 35,000 人であるが、管路で給水している人口は 12,000 人である。残りの村人は手掘り浅井戸などから生活用水を得ている。

問題点：岩盤帯水層ではあるが、乾季でも水位が下がらず問題なく稼働している。ただし、水中ポンプが電気関係のトラブルでしばしば停止する

水位：動水位は 14m

井戸深度：不明

ケーシング径：140mm

緯度・経度：N07°40' 06.8"、E002°13' 34.8"

Gbaffo 井戸



建設年：2007 年にハンドポンプ付き井戸として建設されたが、2009 年に水中ポンプが設置

添付資料 1

された

揚水量：5m³/時で乾季でも同じ揚水量を維持している

揚水時間：雨期で4時間/日、乾季で8時間/日、雨期では住民が雨水を使うため揚水時間が短くなる

給水方法：給水塔から共同水栓給水、各戸給水を行っている。給水塔でジャベルを入れて塩素滅菌している。ジェネレーターで発電している。Awaya 村にも給水している。運営、維持管理会社は Conexi SRRL

問題点：乾季でも水位が下がらず問題なく稼働している。ただし、給水塔の容量が小さいため(20m³)間欠的な運転をしている

水位：不明

井戸深度：80m

ケーシング径：140 mm

緯度・経度：N07°46' 30.1"、E002°15' 55.8"

Mahou 地下水位観測井



フロート式自記水位計で2006年から観測開始。平坦な丘陵地の上に設置されている。自記水位計が設置され、付き1度S-Eauの職員がデータを回収している。40mほど離れた場所にアフリディブポンプが設置された井戸がある。

緯度・経度：N07°49' 30.7"、E002°06' 46.0"

2. グラズエ市にある井戸

2.1 SONEB 井戸

グラズエ SONEB では5本の井戸で、グラズエ市の市街地に給水している

Goudako 井戸



建設年：2008年にリハビリして水中ポンプを設置、以前はハンドポンプ付き井戸

揚水量：8m³/時

揚水時間：24時間/日だが、雨期には使用量が減るため揚水を停止することが多い（6時間）

問題点：水位低下などの問題はない

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：140mm

Zongo(SF4)井戸



建設年：1992年に掘削され、その後2008年にKfwがリハビリして水中ポンプを設置、井戸はマーケットの中に設置されている

揚水量：5m³/時

揚水時間：1日数時間の揚水を行うが（6時間）、しばしば水位が下がり揚水を停止している（3時間）

問題点：同上

水位：不明

井戸深度：

ケーシング径：140mm

SF1井戸



建設年：1992年に掘削され、その後2008年にKfwがリハビリして水中ポンプを設置、井戸はマーケットの中に設置されている

揚水量：3m³/時

揚水時間：1日数時間の揚水を行うが（6時間）、しばしば水位が下がり揚水を停止している。乾季は全く使用されていない

問題点：同上

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：140mm

FN5 井戸



建設年： 2008 年に Kfw がリハビリして水中ポンプを設置、以前は人力ポンプ付き深井戸

揚水量：8m³/時

揚水時間：雨期には 24 時間運転をするが、乾季には水位が下がり 8 時間程度の運転時間となる

問題点：同上

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：140mm

Adjanou 井戸



建設年：2008 年に Kfw がリハビリして水中ポンプを設置、以前はハンドポンプ付き井戸

揚水量：13m³/時

揚水時間：24 時間/日

問題点：揚水量は多いものの、水位低下等の問題は全く発生していない

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：140mm

2.2 グラズエ市が管理する村落給水用井戸

グラズエコミュニティの村落給水井戸は、ハンドポンプ付き井戸が 256 本、水中ポンプ付き井戸による給水施設（給水塔と共同水栓で給水）は 6 か所ある。このうち、グラズエコミュニティの市街地から近い 4 か所を視察し、揚水試験時の揚水量が多いとされる 3 本人力ポンプ付き井戸も視察した。また、地下水位観測井 1 か所を視察した。

Thio 井戸



市役所からの距離：5 km
 建設年：2013 年
 揚水量：不明
 揚水時間：不明
 給水方法：給水塔を介して給水している。
 問題点：まだ稼働していないので、不明
 水位：不明
 井戸深度：不明
 ケーシング径：不明
 緯度・経度：N07°59' 32.6"、E002°17' 11.9"

Hoco 井戸



市役所からの距離：12 km
 建設年：不明
 揚水量：不明だが、稼働している
 揚水時間：不明
 給水方法：給水塔を介して給水している。
 問題点：管理人が不在で不明
 水位：不明
 井戸深度：不明
 ケーシング径：不明
 緯度・経度：N08°04' 07.7"、E002°15' 38.2"

Sokponta 井戸 No.1



市役所からの距離：12 km
 建設年：不明
 揚水量：ほとんど涸れた状況にある、揚水すると水位が低下しすぐに揚水不能となるため、水位の回復を待つ間欠的に揚水している。
 揚水時間：2 時間から 3 時間/日か
 給水方法：給水塔を介して給水している。
 問題点：上述の通り
 水位：不明

井戸深度：不明

添付資料 1

ケーシング径：不明

緯度・経度：N07°51' 00.6"、E002°12' 55.7"

Sokponta 井戸 No.2



市役所からの距離：12 km

建設年：2006 年に日本の援助でハンドポン付き深井戸として建設されたが、2010年に水中ポンプを設置し、Sokponta 村に送水している。場所は Sokponta 村ではなく Gome 村に位置する。

揚水量：揚水開始の 1 時間ぐらいは 9m^3 /時の揚水量だが、2 時間もすると動水位が下がり揚水量が 5m^3 /時程度に減少する。

揚水時間：午前 2 時間、午後 2 時間、長時

間揚水を続けると動水位が下がりすぎ揚水不能となる。

給水方法：給水塔を介して給水している。

問題点：上述の通り

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：140 mm

緯度・経度：N07 経度： : 26.3 度、E002 度： : 通 26.5 度

Kpakpaza 井戸



市役所からの距離：6 km

建設年：アフリディブポンプ付き深井戸が近接して 2 本あったが、2013 年にそのうちの 1 本に水中ポンプを設置した。

揚水量：まだ稼働していないので不明だが、井戸完成時の揚水量は 10m^3 /時以上であったという。

揚水時間：24 時間を予定。

給水方法：給水塔を介して給水している。

地域の特徴：この井戸の周辺には（数百メートル離れている）、揚水量が $10\text{m}^3/\text{時}$ 程度の揚水量の多い井戸が 5 本存在するという。また、Soneb が管理する揚水量の多い井戸である Adjanou 井戸は、Kpakpaza 井戸から 3 km 東の地点に位置する。このため、S-Eau はこの地域をグラズエコミュンの中で地下水ポテンシャルの高い地域としている。

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：140 mm

緯度・経度：N07 経度：： 30.5 度、E002 度：：ラ 35.3 度

Ayede 井戸



市役所からの距離：6 km、上述の、Kpakpaza 井戸のそばに位置する揚水量の多い 5 本の井戸のうちの 1 本。アフリディブポンプが取り付けられ、稼働している。

建設年：不明

揚水量：段階揚水試験の結果；静水位 4.70m、 $4\text{m}^3/\text{時}$ （揚水量）－7.88m（動水位）、 $8\text{m}^3/\text{時}$ －12.85m、 $12\text{m}^3/\text{時}$ －17.39m

揚水時間：不明。

給水方法：ハンドポンプ

地域の特徴：この井戸の位置する地域は、E-Eau がグラズエコミュンの中で地下水ポテンシャルの高い地域としている。

水位：4.70m

井戸深度：不明

ケーシング径：140 mm

Orokota 井戸

写真なし。ベルニエポンプ付き井戸

市役所からの距離：7 km

建設年：2008 年に UEMOA（Union Economique et Momentaire Quest Africaine）の援助で建設された。

揚水量：井戸掘削当時の揚水試験では $8\text{m}^3/\text{時}$ 揚水できたという。

揚水時間：10 時間

維持管理と水料金：10CFA/25lit、水委員会は存在せず、コムユン（市役所）が個人と契約

添付資料 1

し（3年契約）維持管理させている。コミュニオンと契約した個人は、井戸の維持管理人を雇い料金徴収や井戸の維持管理をさせている。井戸の管理人は集金した水料金の15%をもらえる仕組みとなっている。

Affesia 井戸

写真なし、アフリディブポンプ付き井戸

市役所からの距離：3 km

建設年：2006年に日本の第5次村落給水プロジェクトで建設された。

人口：1,000人以上

維持管理と水料金：Orokota村と同じ。

Ayedero 水位観測井



フロート式自記水位計で2006年から観測開始。丘陵地の上に設置されている。もともとはDGOが管理する生産井であったが、硝酸イオンの濃度が高いため観測井に転用した。4時間ごとに地下水位を記録し、S-Eau職員が月に1回記録を回収している。年間の水位変動幅は5mから6m程度のこと。2013年4月28日の地下水位は4mであった。

3. サベ市にある井戸

3.1 SONEB 井戸

SONEBはサベ市の市街地に5本の井戸で給水していたが、乾季の井戸の動水位の低下が続き用水量が減少してきたため、2009年にIlaukoダムから導水した表流水を浄水して給水が開始された時点で、5本の井戸すべてが廃棄された。

F-1 井戸

廃棄から4年経過しているため、草木に覆われて近づけず。

建設年：25年以上前にSonebが建設

揚水量：5m³/時

揚水時間：雨期24時間、乾季8時間

問題点：井戸掘削当初は $12\text{m}^3/\text{時}$ で揚水していたが、乾季の動水位が毎年下がり、これに伴い徐々に揚水量も減少し、最終的に乾季の揚水量が $5\text{m}^3/\text{時}$ となり、揚水時間も 8 時間に短縮せざるを得なくなった。乾季に 8 時間以上の揚水を続けると、動水位が水中ポンプの設置深度近くまで低下し、揚水不能となったとのこと。

水位：不明

井戸深度：82.6m

ケーシング径：160mm

ポンプ設置深度：66m

緯度・経度：N08°01' 01.4"、E002°27' 07.1"

F-2 井戸

廃棄から 4 年経過しているため、草木に覆われて近づけず。

建設年：25 年以上前に Soneb が建設

揚水量：雨期 $5\text{m}^3/\text{時}$ 、乾季 $2\text{m}^3/\text{時}$

揚水時間：雨期 24 時間、乾季 8 時間

問題点：乾季の動水位が毎年下がり、これに伴い徐々に揚水量も減少し、最終的に乾季の揚水量が $2\text{m}^3/\text{時}$ となり、揚水時間も 8 時間に短縮せざるを得なくなった。乾季に 8 時間以上の揚水を続けると、動水位が水中ポンプの設置深度近くまで低下し、揚水不能となったとのこと。

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：160mm

ポンプ設置深度：42m

F-3 井戸

廃棄から 4 年経過しているため、草木に覆われて近づけず。

建設年：25 年以上前に Soneb が建設

揚水量：雨期 $3\text{m}^3/\text{時}$ 、乾季 $1.5\text{m}^3/\text{時}$

揚水時間：雨期 24 時間、乾季 8 時間

問題点：乾季の動水位が毎年下がり、これに伴い徐々に揚水量も減少し、最終的に乾季の揚水量が $1.5\text{m}^3/\text{時}$ となり、揚水時間も 8 時間に短縮せざるを得なくなった。乾季に 8 時間以上の揚水を続けると、動水位が水中ポンプの設置深度近くまで低下し、揚水不能となったとのこと。

水位：不明

井戸深度：72m

ケーシング径：145mm

ポンプ設置深度：不明

添付資料 1

Gobe 井戸

廃棄から 4 年経過しているため、草木に覆われて近づけず。

建設年：2005 年に Soneb が建設

揚水量：雨期 10m³/時、乾季 5m³/時

揚水時間：雨期 24 時間、乾季 8 時間

問題点：乾季の動水位が毎年下がり、これに伴い徐々に揚水量も減少し、最終的に乾季の揚水量が 5m³/時となり、揚水時間も 8 時間に短縮せざるを得なくなった。乾季に 8 時間以上の揚水を続けると、動水位が水中ポンプの設置深度近くまで低下し、揚水不能となったとのこと。

水位：不明

井戸深度：46m

ケーシング径：不明

ポンプ設置深度：44m

緯度・経度：N08°00' 06.4"、E002°23' 38.5"

F-5 井戸

廃棄から 4 年経過しているため、草木に覆われて近づけず。

建設年：25 年以上前に Soneb が建設

揚水量：雨期 4m³/時、乾季 2m³/時

揚水時間：雨期 24 時間、乾季 8 時間

問題点：乾季の動水位が毎年下がり、これに伴い徐々に揚水量も減少し、最終的に乾季の揚水量が 2m³/時となり、揚水時間も 8 時間に短縮せざるを得なくなった。乾季に 8 時間以上の揚水を続けると、動水位が水中ポンプの設置深度近くまで低下し、揚水不能となったとのこと。

水位：不明

井戸深度：75m

ケーシング径：145mm

ポンプ設置深度：56m

緯度・経度：N08°01' 42.0"、E002°28' 41.9"

3.2 サベ市が管理する村落給水用井戸

サベコミュニティの村落給水井戸は、ハンドポンプ付き井戸が 142 本、水中ポンプ付き井戸（給水塔と共同水栓で給水）が 6 本ある。このうち、ハンドポンプ付き井戸 2 か所、水中ポンプ付き井戸 3 か所、地下水位観測井 1 か所を視察した。

Diho 井戸

市役所からの距離：5km

建設年：2008年にAFDの援助で建設された

揚水量：

揚水時間：建設当初は問題なく稼働していたが、2年ほど経過したころから地下水位の低下が著しくなり、間欠的にしか稼働できなくなった。現在では3日ごとに数時間の揚水しか行われていない。

給水方法：給水塔（30m³）から共同

水栓給水、各戸給水を行っている。給水塔でジャベルを入れて塩素滅菌している。民間会社が運営、維持管理を行っている。電源はジェネレーター。しかし、上述のように給水はほとんど行われていない状況。

問題点：地下水位の低下によりほとんど揚水できない状況にある。

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：不明

Oughi 井戸

市役所からの距離：10km

建設年：AFDの援助で2009年に水中ポンプが設置され管路式給水施設が建設された。以前は人力ポンプ付き深井戸であった。

揚水量：6m³/時

揚水時間：5時間/日（給水塔が満杯になったら揚水を停止している）

給水方法：給水塔1基（30m³）、公共水栓5基

問題点：井戸の問題は特になし、乾

季に動水位が大幅に低下し揚水量が減少するといった問題は発生していない。

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：140 mm

添付資料 1

緯度・経度：N08°07' 46.7"、E002°33' 53.4"

Atchakpa-Gobe 井戸 No.1



市役所からの距離：5km

建設年：AFD の援助で 2009 年に水中ポンプが設置され管路式給水施設が建設された。以前は人力ポンプ付き深井戸であった。

揚水量：不明

揚水時間：給水塔の容量が小さいため、2 時間ほどで満杯になり、その都度揚水を停止している。

給水方法：Atchakpa 村と Gobe 村に給水

している。施設は、2 本の生産井（この井戸から 2 km ほど離れた Gobe 浄水場の裏にある井戸からも揚水している）、1 基の給水塔、Atchakpa 村 16 基、Gobe 村 22 基の共同水栓からなる。

問題点：井戸の問題は特になし、乾季に動水位が大幅に低下し揚水量が減少するといった問題は発生していない。

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：140 mm

緯度・経度：N08°00' 02.5"、E002°24' 34.7"

Zakpota 井戸（日本の村落給水プロジェクトフェーズ 6 で建設）



市役所からの距離：7km

建設年：2010 年に日本の援助で建設された

アフリディブポンプ付き深井戸
揚水量：井戸掘削時の揚水試験の結果では、揚水量が 30m³/時と非常に多かったとのことであるが、詳細は不明

揚水時間：10 時間

給水方法：ハンドポンプ

問題点：特になし

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：140 mm

緯度・経度：N08°05' 20.9"、E002°26' 56.9"

Kingou 井戸



市役所からの距離：1km

建設年：建設年は不明、2003年にリハビリされアフリディブポンプ付き深井戸となった

揚水量：井戸掘削時の揚水試験の結果では、揚水量が18m³/時と多かったとのことであるが、詳細は不明

揚水時間：10時間

給水方法：ハンドポンプ

問題点：特になし

水位：不明

井戸深度：不明

ケーシング径：140 mm

緯度・経度：N08°02' 31.2"、E002°29' 45.5"、市街地の中に位置する

Djangbe 地下水位観測井

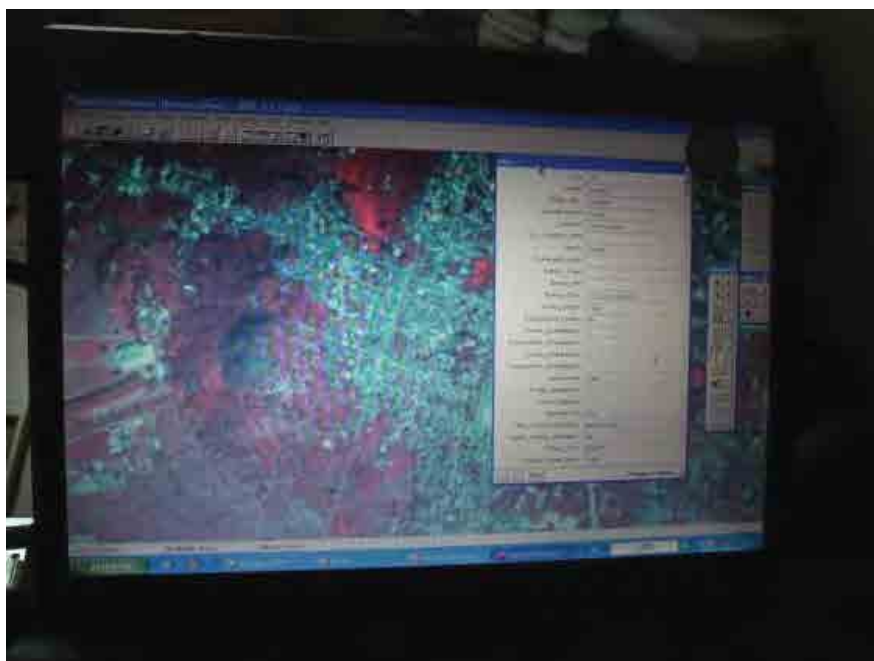
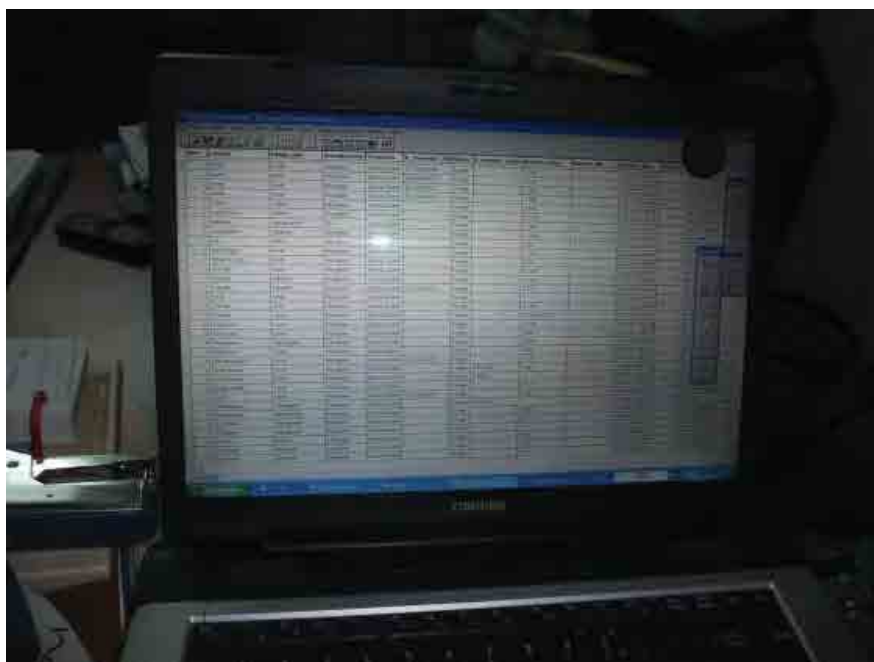


フロート式自記水位計で2006年から観測開始。平坦な丘陵地の上に設置されている。自記水位計が設置され、付き1度S-Eauの職員がデータを回収している。緯度・経度：N08°01' 37.4"、E002°30' 28.6"

4. コリーヌ県 S-Eau の井戸データベース

コリーヌ県の井戸のデータベースは 2012 年に AFD により構築され、現在コリーヌ県 S-Eau で管理されている。このデータベースに入力されている井戸の本数は 1,303 本であり、コミュニティが管理・所有する村落給水用井戸だけのデータが入力されており、Soneb が掘削した井戸や民間の掘削した井戸のデータは入っていない。

この井戸データベースの基本ソフトは、GIS 対応の MapInfo である。基本的な構成は、井戸の詳細な情報を収めた表と（写真上）、その表の値に応じて衛星画像上に井戸の位置、深度、揚水量、水質などの情報が視覚化される GIS（写真下）からなっている。



5. 面談記録

5.1 Mr. Ayedegue; SONEB Project Coordinator との面談記録

2013年9月10日 9:30~

① SONEB が掘削した井戸のデータ

担当者がアシスタントの Mr.Quenum に、本日の夕方に井戸データをメールで送る。

② 地下水開発に伴う EIA 手続き

法律では、地下水開発に限らず、環境・社会に影響を及ぼすと予想されるプロジェクトでは、環境・社会にどの程度影響を及ぼすか調査しなければならないことになっており、そのようなプロジェクトの場合、ベナン環境庁（ABE）に EIA の報告書を提出し、許可を取らなければならない。しかし、地下水開発プロジェクトの場合、その影響が限定的であることから、SONEB ではこれまでそのような EIA 調査や手続きを行っていない。

しかし、ドナーにより EIA が必要だと判断された場合は、そのドナーが独自の基準や方法で EIA を行う場合がある。

5.2 井戸掘削会社 SIAD Group との面談記録

2013年9月10日 15:30~

－SIAD Group はベナンのほかに、トーゴ、ギニア、コナクリ、中央アフリカに支社がある。

－ベナン支社は 2006 年に設立され、井戸掘削事業は 2008 年から開始している。コリーヌ県で井戸を行ったこともある。

－ベナン支社の社員数は全員で 56 名おり、井戸掘削チームは 4 班編成している。井戸掘削チームは、サイトマネージャー、ドリラー、アシスタントドリラー、メカニック、アシスタントメカニック、運転手、数名の作業員から構成される。

－井戸掘削リグは、4 台保有している。すべて DTH を使用できる。

- インド製リグ 2 台、掘削深度は 400m、2 台とも新品で未使用

- アメリカ製のインガソルランドのリグ 1 台、掘削深度は 300m

- ベルギー製リグ 1 台、掘削深度は 120m



添付資料 1

- ーここ 5 年間で 1,200 本の井戸を掘削した。
- ー岩盤地域で 1 本の井戸（深度 60m、ケーシング径 145 mm）を仕上げるのに、2 日間あれば十分である。これは、掘削だけではなく、ケーシング・スクリーン挿入、砂利充填、井戸仕上げ（井戸洗浄）、孔口のコンクリート保護工事の一連の作業を含む。
- ー揚水試験は、段階揚水試験、連続揚水試験、回復試験を行う。これには約 3 日間かかる。
- ー揚水試験を含め、岩盤地域で 1 本の井戸（深度 60m、ケーシング径 160 mm）を建設するのにかかる費用は、詳しい仕様を示してもらわないと正確な見積もりはできないが、CFA8 百万~CFA1 千万程度であろう。
- ーPVC 製のケーシング・スクリーンを使用している。この材料はベナンでは入手できず、ガーナやナイジェリアから輸入している。納入までに約 1 か月間かかる。
- ー孔内検層機は保有していない。
- ーベナン国には当社以外にも井戸掘削会社がある。それらの連絡先は、当社を含め以下の通り：

- **SIAD – BENIN**

01 BP 3803 Cotonou Bénin Tél : (+229) 21 35 01 67 / 90 02 23 89 / 97 32 32 00

Email : siadbenin@yahoo.fr

Director : Ernest TOMENOU

- **FORAGS – SA**

BP 1239 Cotonou Bénin Tél : (+229) 21 31 41 30 Fax : 21 31 05 59

Email : foragsa@yahoo.fr

Director : Boussari WALIYOU

- **SAF**

07 BP 654 Cotonou Bénin Tél : (+229) 90 91 29 96 / 66 53 00 03

Director : Gratien ADOUNSIBA

5.3 物理探査会社 SO.GE.HY 社との面談記録

2013 年 9 月 12 日 9:00~

- ーSO.GE.HY 社は 2004 年に設立され、コリーヌ県で物理探査を行ったこともある。
- ー社員数は全員で 15 名であり、2 班の探査チームを編成することができる。
- ー電気探査機械は 2 台保有している。孔内検層機は保有していない。電磁探査の経験もあるが電磁探査機は保有していない。
- ー探査深度 60m 程度の垂直電気探査は、1 日当たり 4 点実施できる。
- ー詳しい地点や仕様が示されていないので正確な見積もりはできないが、垂直電気探査 200 点の場合、その費用は 800 万 CFA 程度となろう。
- ー測線長 1 km、1 測線あたり 50 点測定する水平探査の場合、1 日に探査できる数量は 2 測

線程度であろう。

－詳しい地点や仕様が示されていないので正確な見積もりはできないが、測線長 1 km、1 測線あたり 50 点測定する水平探査の場合、1 測線あたりの費用は 200 万 CFA 程度となろう。

－ベナン国には当社以外にも物理探査会社がある。それらの連絡先は、当社を含め以下の通り：

- **SOGEMHY**

02 BP 1367 Cotonou Bénin Tél / Fax : (+229) 21 38 15 07 / 90 94 00 77

Email : sogemhy@intnet.fr

Director : Cyprien ANATO

- **SIGEM**

09 BP 278 Cotonou Bénin Tél / Fax : (+229) 21 00 76 61 / 97 25 30 29 / 95 30 03 08

Email : sigem_ing@yahoo.fr

Director : Pamphile ADJISSO

- **ESSOR**

BP 1761 Abomey - calavi Bénin Tél : (+229) 21 06 36 74 / 21 36 36 74 / 95 58 55 17

Email : essor_ing@yahoo.fr

Director : Rémy ZOHOU

5.4 国土地理院 (IGN : Institute Geographic National) 面談記録

2013 年 9 月 12 日 9:00~

－ダッサズメ市とグラズエ市をカバーする空中写真はある。1982 年撮影の縮尺 1/50,000、白黒の空中写真である。

－大縮尺 (1/15,000) の空中写真もあるが、地域がダッサ市街に限られる。

－地下水ポテンシャルが高いと思われる地域の空中写真の番号は次の通り：

ダッサズメ アリボコト村周辺 ; 81-86、140-145、全部で 12 枚

グラズエ パパザ村周辺 : 27-29、82-84、全部で 6 枚

－発注から 2 日後に、空中写真を渡すことができる。

－空中写真の価格は 1 枚あたり CFA4,500 で、代金前払いが原則である。

地下水開発 付録 2

地下水開発関連質問票と回答

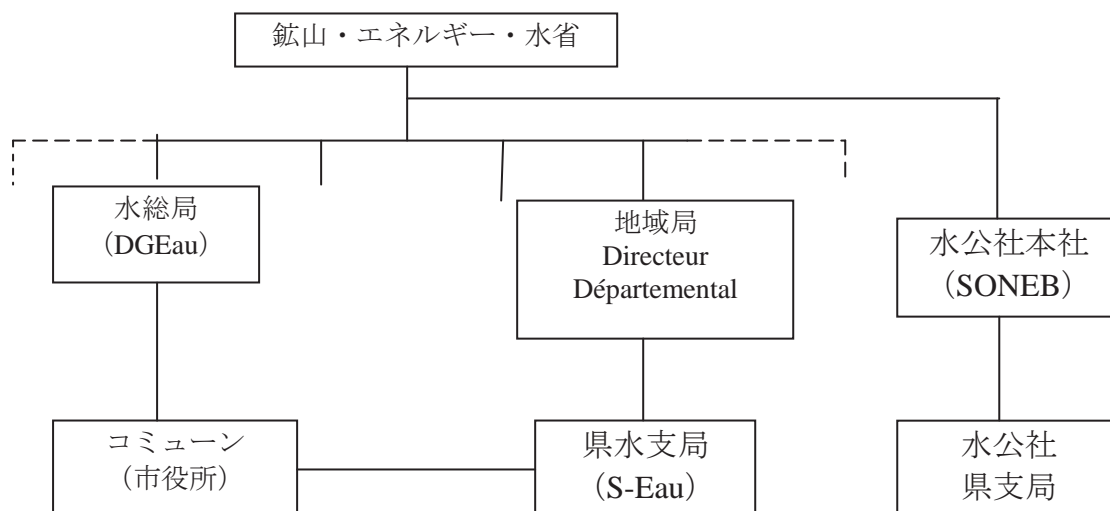
目次

I. 地下水開発に関する質問.....	A2-1
1. 国家政策等	A2-1
2. 地下水開発の現状の確認	A2-1
3. 地下水を水源とする給水施設の運営、維持管理	A2-2
4. 水理地質	A2-4
5. プロジェクト対象地域における地下水を利用した給水分野での 他ドナーや NGO の活動状況.....	A2-6
6. 現地業者とマーケット	A2-6
II. 地下水開発に関する資料とデータ	A2-8
1. 地下水開発計画の文書	A2-8
2. 地下水を水源とする給水に係る法制度の文書	A2-8
3. プロジェクト対象地域の既存井戸の井戸台帳データ	A2-8
4. 地下水を利用した給水施設の図面	A2-8
5. プロジェクト対象地域の地下水開発に関するデータや情報	A2-9

I. 地下水開発に関する質問

1. 国家政策等（鉱山・エネルギー・水省、水公社、水総局に対する質問）

- (1) 地下水開発にかかる国家政策や開発計画を示してください。
回答なし
- (2) 地下水開発にかかる国家予算を教えてください。
回答なし
- (3) 地下水開発にかかる法規制を示してください。
地下水開発を行う場合は、事業者は S-Eau に申請し許可を取らなければならないが、全く守られていないのが実情である。
- (4) 地下水開発にかかる行政側の体制を示してください（鉱山・エネルギー・水省、水公社、水総局、県水支局、コミューン等）。



注) DG-Eau と S-Eau には直接の関係はない、S-Eau はもっぱら地域局の指導・管理に従う

- (5) 上記の地下水開発にかかる各行政機関の役割、責任等を示してください。
 - － 鉱山・エネルギー・水省は地下水開発にかかる国家方針を策定し、法律を制定する
 - － 水総局はコミューン（県）に対し村落給水に係る予算を配分する
 - － コミューンは水総局から配分された予算を使い、井戸掘削を含む村落給水事業を行う
 - － 地域局は鉱山・エネルギー・水省の直轄組織であり、県支局を管理・監督する（全国に6つの地域局がある）、コリーヌ県を管轄する地域局は Bohicon にあり、コリーヌ県とズー県の2県を管轄する、地域局では水資源開発だけではなく、エネルギー（電力）や鉱山開発も担当する
 - － 県水支局はコミューンが行う村落給水事業に対し技術支援を行う
 - － 水公社は人口1万人以上の都市部の給水事業を行う、この事業には井戸掘削、水理地質調査など地下水開発に関する事業も含まれる
 - － 水公社県支局は、料金徴収をはじめとする給水施設の運営・維持管理を行う
 しかし実態は、県水総局（S-Eau）はいまだに水総局（DGEau）との関係（報告や指示）を続けており、責任体制が不明確な状態となっている（アシスタントの報告書より）。

2. 地下水開発の現状の確認（水公社地域事務所、県水支局に対する質問）

- (1) 人力ポンプ付き井戸、水中ポンプ付き井戸、手掘り浅井戸の本数を教えてください。
提供した表のとおり
- (2) これらの井戸のうち、何本が稼働していますか。
提供した表のとおり
- (3) 稼働していない井戸はどのような理由から稼働していないのですか。
水位低下、老朽化など様々な理由がある

- (4) 年間の地下水揚水量を教えてください。
提供した表から推定できるのではないかと、1 水栓あたり 700lit/時で運転時間は 8 時間から 12 時間、マニュアルポンプの揚水量は 5m³/日程度を標準としている
- (5) 地下水が給水されている人口は何人ですか（人力ポンプ付き井戸、水中ポンプ付き井戸、手掘り浅井戸ごとに）。
提供した表から推定できるのではないかと
- (6) 水中ポンプ付き井戸で、共同水栓および各戸給水で給水されている人口は何人ですか。
よくわかっていない
- (7) 水中ポンプ付き井戸の動力源は何ですか（商用電源、ディーゼル発電、ソーラー発電等）
商用電源とディーゼル発電である。ソーラー発電施設を以前建設したことがあるが、修理・スペアパーツの問題と日照時間の問題から、十分に稼働しなかった
- (8) 人力ポンプはどのようなポンプが使われていますか。
ベルニエ、アフリディブ、インディアン MKII などが主流である
- (9) 標準的な井戸の構造を教えてください（深さや口径等、水中ポンプ付き井戸、人力ポンプ付き井戸）
提供した図の通り、ただし帯水層の状況によって変更される
- (10) 水中ポンプ付き井戸の場合、地下水を塩素滅菌して給水していますか、あるいは塩素を加えずに給水していますか。
当然、塩素滅菌をして給水している

3. 地下水を水源とする給水施設の運営、維持管理（水公社地域事務所、県水支局、コミューンに対する質問）

- (1) 人力ポンプ付き井戸
- a. 井戸ごとに水委員会は設置されていますか。
法律で人力ポンプの所有権は村ではなく、コミューンにあることになっている。運営・維持管理はコミューンと契約した民間が行うことになっているため、水委員会は存在しない。しかし、完全に民営化されているわけではなく、コリーヌ県の人力ポンプ付き井戸の維持管理の民営化率は 70% から 80% であり、一部村の水委員会が維持管理を行っているものの、近い将来 100% 民営化される見通しである。ちなみに、民間の会社あるいは個人がコミューンと人力ポンプ付き井戸の維持管理契約を結び、井戸管理人を雇い、人力ポンプ付き井戸の場所で水料金を徴収する。民間の会社あるいは個人は、コミューンに月 CFA5,000 を支払い、故障が生じた場合はこの資金でコミューンが修理する。コミューンはスペアパーツの販売網を構築し、修理人をポンプメーカーに研修させている。なお、人力ポンプ付き深井戸の水料金は CFA10/25lit で統一されている。
- b. 水委員会の構成を教えてください。
水委員会は存在しない。
- c. 水委員会のメンバーはどのように選出されていますか。
水委員会は存在しない。
- d. 水委員会に給料は支払われていますか。
水委員会は存在しない。
- e. 水委員会の任期は何年ですか。
水委員会は存在しない。
- f. 水委員会の活動は活発ですか、あまり活発ではない場合その理由は何ですか。
水委員会は存在しない。
- g. 水料金はどのように設定されていますか。
人力ポンプ付き深井戸の水料金は CFS10/25lit で統一されている。
- h. 水料金はどのように徴収されていますか。
a. で述べたとおり。
- i. 徴収した水料金はどのように管理されていますか。
a. で述べたとおり。

- j. コミューンに徴収した水料金の一部を支払っていますか（水税などの名目で）
 - a. で述べたとおり。
- k. 故障時にはどのように修理していますか。
 - a. で述べたとおり。
- l. 現地に修理人やスペアパーツの販売店はありますか。
 - a. で述べたとおり。
- m. 修理人の訓練は誰がどのようにして行っていますか。
 - a. で述べたとおり。
- n. スペアパーツのサプライチェーン（供給網）は誰がどのようにして構築しましたか
 - a. で述べたとおり。
- o. 故障時にコミュニティの指示や指導がありますか。
 - a. で述べたとおり。
- p. コミューンによる定期的な巡回指導やモニタリングはありますか。

契約した民間の会社あるいは個人が、巡回指導やモニタリングを行い、コミュニティに報告している。
- q. 県の水支局は施設の運営、維持管理についてどのような活動を行っていますか。

村落給水施設の維持管理はコミュニティに移譲されたため、コミュニティに対する技術支援に限られている。
- r. 給水施設の維持管理を民間に委託しているコミュニティはありますか。あるならば、その民間委託の内容を教えてください。
 - a. で述べたとおり。

(2) 水中ポンプ付き井戸

- a. 施設ごとに運営、維持管理を行う水委員会は設置されていますか。

法律で水中ポンプ付き深井戸を水源とする管路給水施設についても、所有権は村ではなくコミュニティにあることになっており、コリヌ県の水中ポンプ付き深井戸を水源とする村落の管路給水事業の運営・維持管理は民営化されている。このため、水委員会は存在しない。運営・維持管理はコミュニティと契約した民間が行うことになっている。民間の会社がコミュニティと管路給水施設の維持管理契約を結び、民間の会社は共同水栓管理人を雇い、水栓の直接料金を徴収するとともに、施設の維持管理を行う。公共水栓の管理人は、売り上げの15%を得ることができる。民間の会社は、コミュニティとの契約に従い、定められた金額をコミュニティに支払い、故障が生じた場合はこの資金でコミュニティが修理する。コミュニティはスペアパーツの販売網を構築し、水中ポンプメーカーに修理人の研修を行わせている。
- b. あるいは、運営、維持管理を民間に委託していますか。

法律に従い、そのようにしている。
- c. 水委員会の構成を教えてください。

水委員会は存在しない。
- d. 水委員会のメンバーはどのように選出されていますか。

水委員会は存在しない。
- e. 水委員会に給料は支払われていますか。

水委員会は存在しない。
- f. 水委員会の任期は何年ですか。

水委員会は存在しない。
- g. 水委員会の活動は活発ですか、あまり活発ではない場合その理由は何ですか。

水委員会は存在しない。
- h. 運営、維持管理を民間委託している場合、民間業者との契約はコミュニティが行いますか。

当然そうしている。
- i. 民間委託の場合、誰が民間業者の監督や監査を行いますか。

コミュニティが毎月経理報告を民間会社から受けることになっている。

- j. 民間委託の場合、給水事業に問題はありますか。ある場合はどのような問題ですか。
民間経営の経営の問題であり、給水事業をうまく経営できている会社もあり、できていない会社もある。
- k. 水委員会の場合、水料金はどのように設定されていますか。
水委員会は存在しない。民間会社は、省が定めた方法によって、運転費、維持管理費、人件費、施設の更新費を積算し、これに従って水料金が定められる。この計算を行うソフトウェアを水総局が開発しており、これが適用されている。
- l. 水委員会の場合、水料金はどのように徴収していますか。
水委員会は存在しない。
- m. 水委員会の場合、徴収した水料金はどのように管理していますか。
水委員会は存在しない。
- n. 水委員会の場合、コミュニケーションに徴収した水料金の一部を支払っていますか（水税などで）
水委員会は存在しない。
- o. 水委員会の場合、故障時にはどのように修理していますか。
水委員会は存在しない。
- p. 水委員会の場合、現地に修理人やスペアパーツの販売店はありますか。
水委員会は存在しない。
- q. 水委員会の場合、修理人の訓練は誰がどのようにして行っていますか。
水委員会は存在しない。
- r. 水委員会の場合、スペアパーツのサプライチェーン（供給網）は誰がどのようにして構築しましたか
水委員会は存在しない。
- s. 水委員会の場合、故障時にコミュニケーションの指示や指導がありますか。
水委員会は存在しない。
- t. コミュニーションによる定期的な巡回指導やモニタリングはありますか。
コミュニケーションは契約した会社を通じて、運営・維持管理状況を把握している。
- u. 県の水支局は施設の運営、維持管理についてどのような活動を行っていますか。
技術的な指導だけである。

4. 水理地質（水総局、県水支局、水公社地域事務所に対する質問）

- (1) 対象地域の主要な帯水層を教えてください。
岩盤の風化層や破碎部である。崖錐堆積物のような堆積層の帯水層は、電気探査の結果などから、その厚さは10m以下であり、ほとんど期待できないと考えている。また、対象地域には火山岩も分布するが、時代が非常に古いために完全に固結しており、井戸の揚水量は花崗岩や片麻岩と同様に低い。
- (2) 対象地域の井戸1本あたりの平均的な揚水量を教えてください。
既存井戸の実績から最大で12m³/時であり、カラ井戸（0.7m³/時以下）も多い。
- (3) 対象地域の平均的な井戸の深さを教えてください。
55m程度である。
- (4) 人力ポンプ付き井戸と水中ポンプ付き井戸の成功率はどの程度か教えてください（揚水量を、人力ハンドポンプ付き井戸：0.7m³/時以上、水中ポンプ付き井戸：5m³/時以上を目安として）
人力ハンドポンプ付き井戸の成功率は65%程度で、水中ポンプ付き井戸の成功率は20%から30%程度である。
- (5) 対象地域の年間の地下水涵養量はどの程度か教えてください。
検討していない。
- (6) 対象地域では地下水の水質に問題はありますか、問題がある場合はその理由と分布域を示してください。
市街地では硝酸濃度が飲料水基準を超える井戸がある。硝酸の発生源はトイレである。フッ素濃度が飲料水基準（1.5mg/lit）を超える井戸もあるが、フッ素濃度の高い地域は面的

に限定できず、スポット状に分布する。フッ素の発生源は、花崗岩や片麻岩に含まれる含フッ素鉱物（たとえば白雲母）などが考えられる。ダッサズメ市には329本の稼働している人力ポンプ付き深井戸があるが（フッ素の問題なし）、25本の井戸がフッ素濃度が基準値を超えているため廃棄された。グラズエ市の稼働中の人力ポンプ付き深井戸の本数は334本で、5本の井戸がフッ素濃度が高く廃棄された。サベ市の稼働中の人力ポンプ付き深井戸の本数は164本で、6本がフッ素濃度が高く廃棄された。

市 (コミュニティ)	稼働中の人力ポンプ付き深井戸の本数 ^a	フッ素濃度が高く廃棄された井戸の本数 ^b	飲料水基準を超えるフッ素濃度井戸の出現率(%) ((a/(a+b))*100)
ダッサズメ	329	25	7%
グラズエ	334	5	1%
サベ	164	6	4%

飲料水基準を超えるフッ素濃度の井戸の出現率は、ダッサズメ市が一般に高い傾向があるようである。

- (7) 対象地域では地下水位が低下し揚水が困難になってきているとのことですが、地下水位の低下地域と低下量を示してください。
広域的な水位低下は、地下水位の観測のデータからは認められない。地下水位（動水位）の低下は井戸に限られるもので、井戸の性能を超えた揚水量で揚水しているのが原因であると考えている。
- (8) 対象地域で地下水位が低下しているのは開発可能量を超えて揚水しているためだと考えますか。
上述のように、井戸の性能を超えた揚水量で揚水しているのが原因であると考えている。
- (9) 上記の理由から、対象地域では今後の地下水開発は無理であると考えますか。
岩盤地域であるので、都市部の水需要を満たすだけの地下水開発は困難と考えている。地下水は、あくまでも補助的な水資源であると考えている。
- (10) 対象地域において今後とも地下水の新規開発が可能と考えられる場合、その場所はどこですか、またどの程度の量が開発できると考えますか。

ダッサズメ

SONEB が 2004 年に、ダッサズメ市街地の北西に位置する Arigbokoto 村で行った水理地質調査で、揚水量が 40m³/時にもおよぶ試掘調査性が掘削されたとされる（SONED コリーヌ県支局の説明による）。しかし、SONEB から提供されたこの井試掘調査井の段階揚水試験データを見ると、揚水量－水位降下曲線には変曲点は認められないものの（3段階の揚水量ではあるが）、最大で 15m³/時までしか揚水量を上げていない。SONEB によると、井戸仕上げ時のエアリフト揚水で 60m³/時の揚水量があったため、40m³/時程度の揚水は可能ではないかと思っているとのことである。このように、この試掘井の可能揚水量が 40m³/時であるという説明は、技術的な根拠に欠けるが、段階揚水試験結果からは、15m³/時程度の揚水量ならば可能ではないかと想定される。いずれにせよ、この試掘調査井での再揚水試験が必要であると考えている。なおこの試掘調査井は、ダッサズメ市街地から 10 km 以上離れているため、水源として使用していない。S-Eau の GIS 井戸データベースによると、この試掘調査井から数百メートル離れた地点に、揚水量が 10m³/時から 20m³/時の多いとされる、人力ポンプ付き井戸が 2 本存在する。このことから、S-Eau は Arigbokoto 村周辺がダッサズメにおける地下水ポテンシャルの高い地域ではないかと考えている。

グラズエ

グラズエ市街地から南西 7 km ほどのところに Kpakpaza 村が位置するが、この村の水源として使用される予定の Kpakpaza 井戸の揚水量は 10m³/時と高いとされる。また GIS 井戸データベースによると、この Kpakpaza 井戸の周辺には（数百メートル離れている）、揚水量が 10m³/時程度の揚水量の多いとされる井戸が 5 本存在する。このうちの 1 本の Ayede 井戸の段階揚水試験結果では、揚水量－水位降下曲線には変曲点は認められないものの（3段階の揚水量ではあるが）、最大で 12m³/時まで揚水量を上げている。また、SONEB が管理する揚水量の多い井戸である Adjanou 井戸は、Kpakpaza 井戸から 3 km 東の地点に位置する。このため、S-Eau は Kpakpaza 村から Adjanou 村にかけての地域が、

グラズエにおける地下水ポテンシャルの高い地域ではないかと考えている。

サベ

GIS データベースによると、日本の援助で建設したアフリディブポンプ付きの Zakpota 井戸や、サベ市街地に位置する Kingou 井戸など、揚水量が 10m³/時を超えるとされる井戸が散見されるが、地域的にまとまって分布していない。このため S-Eau は、サベには地下水ポテンシャルの高い地域は存在しないものと考えている。

- (1 1) Dassa-Zoumé が地下水のポテンシャルが高いとされていますが、それはどうしてですか。ダッサズメが、特に地下水ポテンシャルが高い地域であるとの証拠はない。そのような記述がある報告書 (ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS IDENTIFICATION DES ZONES POTENTIELLEMENT FAVORABLES, PRACTICA, UNICEF) は、人力ポンプの設置可能地域について記述しており、都市給水用の水中ポンプ付き深井戸の設置地域とは性質が異なり、参考にならない。

5. プロジェクト対象地域における地下水を利用した給水分野での他ドナーや NGO の活動状況 (他ドナー、NGO、水公社地域事務所、県水支局)

- (1) 他ドナー (UNICEF、世界銀行、UNDP、EU、DANIDA、AFD、GIZ、オランダ等) や NGO による既存の地下水を水源とする給水施設、現在建設中の施設、将来計画されている給水プロジェクトのリストを示して下さい。
地下水開発プロジェクトはない。
- (2) 上記プロジェクトの概要を教えてください：
- a. プロジェクトのタイプ (都市給水、村落給水等)
 - b. プロジェクトの概要
 - 目的
 - 対象村落、都市
 - 建設されるあるいはされた施設内容と数量 (例：人力ポンプ付井戸 50 本建設など)
 - プロジェクトの金額と出資機関
 - プロジェクトの期間
 - 受益者の数
 - 地下水開発量
 - 井戸の成功率
- 回答なし。
- (3) これらのプロジェクトでの施設の維持管理の方法や体制について示して下さい。
回答なし。
- (4) これらのプロジェクトでのスペアパーツの供給網の整備や修理人の育成の方法について示して下さい。
回答なし。
- (5) 給水施設の建設工事とその監督・管理はどのようにして行なっていますか。これらを地元業者に委託している場合は、どのような問題がありますか。
回答なし。
- (6) これらのプロジェクトには政府機関の職員に対する能力強化のコンポーネントが含まれていますか。
回答なし。
- (7) これらのプロジェクトで得られた教訓を教えてください (たとえば井戸の成功率が低く施設の建設に支障があったなど)。
回答なし。

6. 現地業者とマーケット (県水支局、水公社地域事務所に対する質問)

- (1) 井戸掘削業者は存在しますか。存在する場合は、その連絡先などを記したリストを示して下さい。また、井戸掘削の単価についても教えてください。
たくさん存在する。アシスタントのコンサルタントの方が詳しいので、アシスタント

- に業者を紹介してもらうのが良い。
- (2) 物理探査を行う業者は存在しますか。存在する場合は、その連絡先などを記したリストを示して下さい。また、物理探査の単価についても教えてください。
たくさん存在する。アシスタントのコンサルタントの方が詳しいので、アシスタントに業者を紹介してもらうのが良い。
- (3) 水質分析を行う業者や機関は存在しますか。存在する場合は、その連絡先などを記したリストを示して下さい。また、水質分析の単価についても教えてください。
SONEB と GDEau に水質分析室がある。これら以外に、民間の分析機関はない。
- (4) 井戸掘削工事の管理・監督を実施できるローカルコンサルタントは存在しますか。存在する場合は、その連絡先などを記したリストを示して下さい。また、管理・監督の金額についても教えてください。
たくさん存在する。アシスタントのコンサルタントの方が詳しいので、アシスタントに業者を紹介してもらうのが良い。
- (5) 井戸掘削に必要な資機材で、どのような資機材（例えば井戸のケーシング、スクリーンなど）が Benin 国で入手できますか。また入手可能な資機材については、それらの市場価格を教えてください。
井戸掘削業者に聞くのが良い。

II. 地下水開発に関する資料とデータ

1. 地下水開発計画の文書（水公社地域事務所、県水支局に対する要請）

a. 市レベルあるいは県レベルの開発計画（もしあれば）

ダッサズメ

2014年まで、村落給水事業を行う計画はない。

グラズエ

2015年のMDG達成のため、村落給水率を65%から75%にあげる努力をしている。

サベ

次のような具体的な村落給水プロジェクトの計画が示された。

プロジェクトの内容：

- 管路給水施設の建設；Kpabay村、Dani村、Igbodja村、Alafia村の4村に管路式給水施設の建設（揚水井戸＋給水塔＋共同水栓）、すでに調査・設計は済んでいる

- 人力ポンプ付き井戸の建設；30本

- 人力ハンドポンプ付き井戸のリハビリ；32本

予算：

- 4村の管路式給水施設建設費用；CFS200百万

- 30本の人力ポンプ付き井戸建設費用；CFS325百万

- 32本の人力ハンドポンプ付き井戸のリハビリ；CFS96百万

- 合計；CFS621百万（~~€~~50,000）

予算のめど：全くついていない、現在ドナーを探している

b. 村レベルの開発計画（もしあれば）

村で地下水開発を行うことはない。

c. その他関連する開発計画（もしあれば）

特になし。

2. 地下水を水源とする給水に係る法制度の文書（鉱山・エネルギー・水省、水公社、水総局に対する要請）

a. 地下水開発にかかる水法（もしあれば）

I.1.(3)で回答した通り。

b. 地下水開発にかかる水利権にかかる法制度（もしあれば）

水資源開発に関係する法律は調査団に提出してある。これを見てほしい。

c. 地下水を水源とする給水施設建設計画策定に関する法制度（もしあれば）

水資源開発に関係する法律は調査団に提出してある。これを見てほしい。

d. 地下水を水源とする給水施設の標準仕様、標準図面（もしあれば）

水資源開発に関係する法律は調査団に提出してある。これを見てほしい。

e. 適用している飲料水水質基準

WHOの飲料水水質ガイドラインである。

3. プロジェクト対象地域の既存井戸の井戸台帳データ（できれば電子データで）

（水公社地域事務所、県水支局に対する要請）

県水支局からは、GISデータベースの一部のデータを電子データとして受領した。

SONEBの県事務所からは、全ての井戸データはコトヌの本社にあるといわれた。しかし、コトヌの本社には井戸データがないことが判明した。全くデータを管理しておらず、散逸している。

4. 地下水を利用した給水施設の図面（水公社地域事務所、県水支局に対する要請）

a. 井戸の配置図（井戸の種類、揚水量が示されているもの）

県水支局から、GISデータベースの一部のデータを電子データとして受領した。

b. 井戸の構造図（径、スクリーン位置、水中ポンプ設置位置が示されているもの）

県水支局から、井戸の一般的な構造図を受領。ただしこれは、帯水層の状況により変更される。

- b. 井戸から配水池までの導水管配置図（管の径、長さが示されているもの）
受領せず
- c. 配水池の図面（配水池の構造が示されているもの）
受領せず
- d. 塩素滅菌装置の図面（もし設置されていれば）
受領せず
- e. 配水管の配置図（管の径、長さ、共同水栓の位置が示されているもの）
受領せず

5. プロジェクト対象地域の地下水開発に関するデータや情報（水公社地域事務所、県水支局に対する要請）

- a. 地質図
県水支局から、電子データでコリーヌ県の地質図受領
- b. 水理地質図
県水支局から、電子データで全国の 1/50 万地質図受領
- c. 井戸掘削記録
 - 井戸の配置図
 - 井戸の柱状図
 - 井戸の構造図
 - 揚水試験結果
 - 水質分析結果
 県水支局から、GIS データベースの一部のデータを電子データで受領、SONEB からは井戸に関するデータは 2 本分しか提供されず、その内容も断片的なものであった。
- d. 水理地質調査報告書
県水支局から、コリーヌ県水理地質調査報告書 2010 年、コリーヌ県物理探査報告書 2010 年、コリーヌ県地方給水水理地質報告書 2006 年 受領
- e. 土地利用図や植生図
受領せず
- f. 長期の地下水位の観測データ
県水支局から、コリーヌ県地下水位観測結果報告書 2012 年 受領
- g. 降水量データ
受領せず
- h. 空中写真
国土地理院へ照会するべき

