

ジブチ共和国
水セクター準備調査

報 告 書

平成 21 年 10 月
(2009 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

序 文

ジブチ共和国（以下、ジブチ国）は、人口 85 万人で、アラブとアフリカの十字路に位置する国家として、旧宗主国 フランスをはじめ、全ての国との友好協力関係維持に努力しています。ジブチ国の主な収入源は、ジブチ鉄道による収入、中継貿易、ジブチ港の港湾施設サービス等です。

ジブチ国は、気温が高いこと、年間降水量が約 150mm と少ないこと、降水地域や降水時期のサイクルの規則性も乏しいことなどから治水・利水に関して厳しい状況にあります。国土には常時流下する河川はほとんどなく、枯れ川（ワジ）では、年間で増水期の数日間にのみ河川水が流下しますが、増水期には、大規模な洪水に繋がる場合もあります。

上水の水源としては主に地下水を活用しています。ジブチ国全体の安全な水の給水率は 92%に達していますが、地方部では厳しい自然環境のため依然 54%です。農業も、耕作可能な土地に比較的浅い帯水層（深度約 10m）の地下水を利用し灌漑している状況です。特に近年は、度重なる大旱魃によって水不足が社会・経済に深刻な影響を及ぼしており、安全な水の供給は基礎教育・保健医療・農村開発等と密接に関連する横断的な課題となっています。

このような状況のもと、日本はこれまでジブチ国に対し、給水施設を建設する無償資金協力を実施してきました。水分野における更なる協力の可能性を検討するため、当機構は、調査の実施体制の確認や調査内容の協議のために、平成 21 年 8 月から約 1 ヶ月間にわたり、水セクター準備調査団を派遣しました。本報告書は、この準備調査の結果を取りまとめたものです。

終わりに、本調査の実施に際しご協力とご支援を賜った関係機関の各位に対して深甚なる謝意を表すとともに、引き続き一層のご支援をお願いする次第です。

2009 年 10 月

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部
部長 中川 闌夫



プロジェクト対象地域位置図

現地写真（1/4）表敬および打ち合わせ状況



名誉総領事表敬



水局での打合せ



EU 表敬



国際協力省表敬



農業大臣との打合せ



次官との打合せ



ミニッツの署名中



ミニッツのサイン終了

現地写真 (2/4) ワークショップ視察

	
<p>水局 Workshop 視察調査 MAEM-RH の workshop の状況。資機材は煩雑におかれ 資機材リストはない。(2-7 ページ参照)</p>	<p>水局 Workshop 視察調査 MAEM-RH の workshop 状況 (2-7 ページ参照)</p>
	
<p>掘削機機材 ドイツ製 RB-50 トラック搭載型掘削機 2005 年 UAE 供与 (2-7 ページ参照)</p>	<p>水局 Workshop 視察調査 スクリーン・ケーシングの保管状況、屋外に保管されている。(2-7 ページ参照)</p>
	
<p>アリ・サビエの削井現場の視察 エアリフトによる井戸の洗浄 (3-4 ページ参照)</p>	<p>アリ・サビエの削井現場の視察 掘削スライムによる地質確認 (3-4 ページ参照)</p>

現地写真 (3/4)

	
<p>CHABELLEI 地区の井戸 サウジ開発基金により掘削された。流量計はついて いるがデータは記録されていない。(3-1 ページ参照)</p>	<p>太陽光発電システム CHABELLEI 地区の揚水用の電源供給システム (3-1 ページ参照)</p>
	
<p>HINDI 地区のリザーバー（地上貯留層） HOLHOL へも給水されている。(3-3 ページ参照)</p>	<p>HINDI 地区の給水地点 遊牧民の通り道となっており、家畜の給水ポイント にもなっている。(3-3 ページ参照)</p>
	
<p>HOLHOL 地区への給水施設 左：ふとんかごで保護された深井戸 右：猿による汚染で廃棄された浅井戸 (3-3 ページ参照)</p>	<p>KP20 無償資金協力で施工された深井戸施設。中に深井戸、 商業電力配電盤・制御盤がある。</p>

現地写真 (4/4)



要請集落状況 (1)

定住民がいる集落、乾季の井戸の枯渇から地下水開発が要請された。



要請集落状況 (2)

掘削要請地点には現在集落がないものの、地下水開発が実施されると、周辺の遊牧民が定住することを MAEM-RH は期待している。



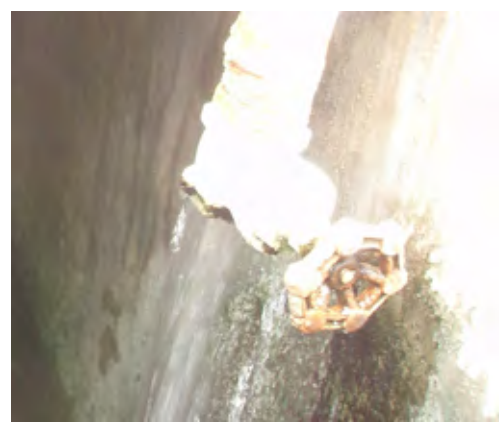
ユニセフ設置のハンドポンプ
ASSAMO (アッサモ)



サウジアラビア開発基金で建設された井戸
AS-EYLA (アス・エラ)



浅井戸 浅井戸の水位は季節によって変動し、渇水期には枯渇する



深井戸からの揚水状況 深井戸は季節変動が少なく、渇水期でも取水可能である。

目 次

序 文

プロジェクト対象地域位置図

現地写真

目 次

略語表

第 1 章	準備調査の概要	1-1
1-1	調査の目的及び背景・経緯	1-1
1-2	調査団の構成	1-1
1-3	調査日程	1-2
1-4	協議結果の概要	1-2
1-4-1	全体	1-2
1-4-2	貯水池・貯水施設	1-3
1-4-3	地下水	1-4
1-5	団長所感	1-6
1-5-1	表流水の利用について（貯水池・貯水施設）	1-6
1-5-2	地下水の利用について（地方給水・井戸掘削関連機材）	1-6
1-5-3	その他	1-6
第 2 章	調査対象地域の概要	2-1
2-1	ジブチ共和国の一般概況	2-1
2-2	国家開発計画などの上位計画の要旨	2-2
2-3	ジブチ全体における水資源の特性	2-3
2-4	水資源に関わる組織体制と法制度	2-4
2-4-1	農業・畜産・水産・水資源担当省（MAEM-RH）の組織体制	2-4
2-4-2	水局の組織体制と技術レベルと適用技術	2-7
2-4-3	大規模工事局の組織、技術レベルと適応技術	2-7
2-4-4	地方支局の役割	2-8
2-5	調査対象地域の概要	2-9
2-5-1	社会・経済・行政単位（農業も含む）	2-9
2-5-2	地勢・地形	2-10
2-5-3	気象・水文	2-10
2-5-4	流域状況	2-11
2-5-4-1	HANLE（ハンレ）流域	2-13
2-5-4-2	GODBAAD（ゴバッド）流域	2-15
2-5-4-3	BEYYA ADAY（ベッヤアディ）流域	2-19
2-5-4-4	要請 3 流域の比較検討	2-21
2-5-5	地下水・水理地質状況	2-25

2-5-5-1	ジブチ共和国の地質概要.....	2-25
2-5-5-2	ジブチ共和国の地下水・水理地質状況.....	2-25
2-6	ジブチの設計基準及び関連法制度の確認.....	2-29
2-7	環境関連情報.....	2-30
2-8	安全状況の確認.....	2-30
第3章	地方給水の現状と課題.....	3-1
3-1	地方給水の現状と課題.....	3-1
3-1-1	既存の給水施設の視察調査結果.....	3-1
3-1-2	削井現場の視察.....	3-4
3-1-3	既存の給水施設の課題.....	3-5
3-2	要請集落の現況.....	3-5
3-2-1	要請集落.....	3-5
3-2-2	要請集落の現況.....	3-7
3-2-2-1	ディキル州.....	3-7
3-2-2-2	アリ・サビエ（ALI-SABIEH）.....	3-13
3-2-2-3	アルタ州.....	3-19
3-3	他ドナーの動向（対象サイト以外も含め）.....	3-23
3-3-1	他ドナーの活動.....	3-23
3-3-2	サウジアラビア開発基金.....	3-25
3-3-3	アブダビ開発基金.....	3-27
3-3-4	ユニセフ.....	3-27
3-4	我が国が実施した協力と本調査での活用可能性（無償、開発調査、その他）.....	3-28
3-5	環境予備調査結果.....	3-30
第4章	貯水池・貯水施設の現状と課題.....	4-1
4-1	貯水池・貯水施設の現状と課題.....	4-1
4-2	井戸による地下水を利用した灌漑施設.....	4-3
4-3	他ドナーの動向.....	4-5
4-4	我が国による協力現況と本調査での活用可能性（無償、開発調査、その他）.....	4-6
第5章	提言.....	5-1
5-1	地方給水.....	5-1
5-1-1	調査の基本事項.....	5-1
5-1-2	調査の方針及び留意事項.....	5-2
5-1-3	調査の内容.....	5-4
5-2	調査の詳細.....	5-8
5-2-2	現地再委託.....	5-9
5-3	地下水を含む表流水利用計画・事業実施.....	5-13
5-3-1	調査の基本方針.....	5-13
5-3-2	調査項目及び内容.....	5-14

5-3-3	要員計画及び調査工程（案）	5-16
5-3-4	技術移転.....	5-18
5-3-5	調査用主要資機材.....	5-19
5-3-6	他機関との連携.....	5-19
5-3-7	相手国の便宜供与.....	5-19
5-3-8	調査実施上の留意点.....	5-20

<付属資料>

- 1 要請書
- 2 Minutes of Meeting (M/M)
- 3 主要面接者リスト
- 4 打合せ議事録
- 5 質問票及び回答
- 6 ローカルコンサルタント、ローカル NGO 及び工事業者一覧
- 7 主要収集資料リスト
- 8 環境スクリーニング（給水）

略 語 表

略語	フランス語表記	日本語表記
ADDS	Agence Djiboutienne du Développement Social	ジブチ社会開発庁
AFD	Agence Francaise de Développement	フランス開発庁
BAD	Banque Africaine de Développement	アフリカ開発銀行
BID	Banque Islamique de Développement	イスラム開発銀行
CERD	Centre d'Etude et de Recherche de Djibouti	調査研究所
DSR	Document Stratégique de Réduction de la Pauvreté	貧困削減戦略
ECHO	European Commission's Humanitarian Aid Office	欧州共同体人道援助局
EU	Etat unis	欧州連合
FAO	Organisation pour l'Agriculture et l'Alimentation,	国連食料農業機関
FEM	Fonds pour l'Environnement Mondial	世界環境基金
FFEM	Fonds Français pour l'Environnement Mondial	フランス世界環境基金
FD	Franc Djibouti	ジブチフラン
INDS	Initiative Nationale pour le Développement Social	国家社会開発計画
MAEM-RH	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Mer chargé des Ressources Hydraulique,	農業・畜産・水産・水資源担当省
MST	maladie sexuellement transmissible	世界規模の性的感染症
NEPAD	Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique	新アフリカ開発相手国
ONEAD	Office National de l'Eau et de l'Assainissement de Djibouti	上下水道公社
PACE	Programme Panafricain de Contrôle des Epizooties	汎アフリカ獣疫検疫計画
PAN	Programme d'Action Nationale de lutte Contre la Désertification,	反砂漠化国家戦略
PDDAA	Programme Détaillé pour le Développement de l'Agriculture Africaine	アフリカ農業開発計画細目
PNSA	Programme National de Sécurité Alimentaire,	食糧安全プログラム
PIB	Produit Intérieur Brut	国内総生産
PROMES-GDT	Programme de Mobilisation des Eaux de Surface et Gestions Durables des Terres	表流水の開発と永続的管理計画
PSSA	Programme Spécial de Sécurité Alimentaire	食料安全特別プログラム
RDD	République de Djibouti	ジブチ共和国
SDNDSP	Schema Director National du Devekoppement du Secteur Primaire en republiq de Dejibouti	農村開発総合マスタープラン
TIKA	Agence Turque de la Coopération International	ジブチ国政府第一次産業開発基本構想
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNFD	Union Nationale des Femmes de Djibouti	ジブチ婦人連盟
WFP	World Food Programme	国連世界食料計画
WHO	World Health Organization	世界保健機関

図表一覧

第2章

表 2-1	MAEM-RH の要員と雇用形態内訳 (MAEM-RH 強化計画 2009)	2-4
表 2-2	MAEM-RH の常勤技術者内訳 (MAEM-RH 強化計画 2009)	2-4
表 2-3	MAEM-RH の職員配置 (MAEM-RH 強化計画 2009)	2-5
表 2-4	MAEM-RH の予算 (2000-2008 は決算額: 百万 Dj.F) (MAEM-RH 強化計画 2009)	2-5
表 2-5	要請された開発流域名.....	2-12
表 2-6	表流水利用計画要請 3 流域調査結果比較一覧表.....	2-23
表 2-7	地質層序表	2-25
図 2-1	DJIBOUTI (ジブチ) 市の月平均気温・降水量・湿度.....	2-1
図 2-2	農業・畜産・水産・水資源担当省 (MAEM-RH) の組織図 (MAEM-RH 強化計画 2009)	2-6
図 2-3	DHIKIL (ディキル) 市の 1954-1985 年の平均月最高・最低気温 (°C)	2-11
図 2-4	DIKHIL (ディキル) 市の 1954-1985 年の平均月降水量 (mm)	2-11
図 2-5	日照時間 (DJIBOUTI (ジブチ) 市)	2-11
図 2-6	調査対象流域位置図	2-13
図 2-7	ジブチ共和国地質概要図.....	2-26
図 2-8	ジブチ国内の井戸分布 (浅井戸・深井戸)	2-27
図 2-9	井戸深度と電気伝導度の関係.....	2-28
図 2-10	井戸深度と電気伝導度の関係.....	2-28
図 2-11	深井戸から採取された地下水の電気伝導度分布	2-29

第3章

表 3-1	要請集落一覧	3-6
表 3-2	浅井戸の電気伝導度 (KOUTA BOUYA)	3-11
表 3-3	実施中または準備中の地方給水のプロジェクト (2005~2015 年)	3-23
表 3-4	実施中および申請中の表流水開発プロジェクト.....	3-24
表 3-5	実施中および要請中の水資源開発プロジェクト PNSA (2009)	3-25
表 3-6	サウジアラビア開発基金建設の井戸情報.....	3-26
表 3-7	2009 年以降のサウジアラビア開発基金による深井戸建設計画.....	3-26
表 3-8	アブダビ開発基金で建設された井戸.....	3-27
表 3-9	村落給水計画の概要	3-29
表 3-10	村落給水計画 (フェーズ II) の概要.....	3-29
表 3-11	ジブチ市都市給水計画の概要.....	3-30
図 3-1	既存の井戸の訪問地点 (CHABELLEI,HINDI,HOLHOL,PK20)	3-2
図 3-2	要請集落分布図	3-6
図 3-3	既存の井戸の分布と要請集落 (ディキル州)	3-8

図 3-4	既存の井戸の分布と要請集落（アリサビエ州）	3-14
図 3-5	既存の井戸の分布と要請集落（アルタ州）	3-20

第 5 章

表 5-1	地下水を含む表流水利用計画工程表（案）	5-16
表 5-2	詳細計画策定調査（S/W 協議） 1：調査	5-17
表 5-3	本格調査：M/P 策定調査	5-17
表 5-4	本格調査：F/S.....	5-17
表 5-5	事業実施時のコンサルタント配置計画	5-18

第1章 準備調査の概要

1-1 調査の目的及び背景・経緯

2009年6月28日から調査を開始し、ジブチ国側関係機関等との協議及び現地調査を行い、その結果についてミニッツにまとめ、7月8日に署名した。

(1) 調査目的

本調査は、ジブチ国政府他、関係者からの聞き取りや、事業候補地の視察等を通じて貯水池・貯水施設利用計画、地方給水、井戸掘削機材供与、海水淡水化装置等に係る情報を収集し、協力要請の背景、内容の確認、事業実施の実現可能性、協力実施の規模や枠組みを協議することを目的として実施した。

(2) 調査の背景

2009年3月21日から27日に、JICAはジブチ国に対する水セクターの協力の可能性について検討するため案件形成調査団（神アフリカ部課長、村上広域企画調査員）を派遣した。さらに、2009年4月19日から23日に、ジブチ国に対する政府開発援助による経済協力の可能性について検討するためジブチ国支援にかかる調査団（外務省・JICA 合同、団長：山田外務省国際協力局参事官）を派遣した。その結果、水セクターにおいて、①貯水池・貯水施設、②地下水開発、③井戸掘削用機材に関する要望が確認された。これに基づき、本準備調査を実施することとなり、平成21年5月22日付外務省公信国協国2第5654号により、外務省よりJICAに対し、ジブチ国における水関連分野での無償資金協力又は技術協力の案件形成に関する準備調査の実施が要請された。

1-2 調査団の構成

役割	氏名	所属・役職
総括	坂田 章吉	JICA 地球環境部次長
副総括／農業・灌漑	永代成日出	JICA 国際協力専門員
水資源開発	吉田 克人	JICA 客員国際協力専門員
計画管理1	中村 公隆	JICA 農村開発部乾燥畑作地帯第1課特別嘱託
計画管理2	二見伸一郎	JICA エチオピア事務所員
灌漑開発	伊東 正樹	株OTC 技術部次長
水理地質／地方給水	松尾 淳	OYO インターナショナル技術部マネージャー
通訳1	与田久美子	JICE 国際研修部研修管理員
通訳2	森田 俊之	JICE 国際研修部研修管理員

1-3 調査日程

		給水関係				貯水池・貯水施設関係				
		坂田	吉田	松尾	与田	永代	中村	伊東	森田	
6/27	土	/						1655 成田発		
6/28	日							1245 ジブチ着		
6/29	月							2030 羽田発	各機関表敬/協議	
6/30	火							1450 ケニア着	サイト調査	
7/1	水	ケニア	2030 羽田発				サイト調査			
7/2	木	ケニア	1730 ジブチ着				協議/書類作成			
7/3	金	1815 ケニア発 2015 アディス着	内部打ち合わせ/サイト調査							
7/4	土	JICA エチオピア 打ち合わせ	農業・畜産・水産・水資源担当省等関連機関表敬/ 日本名誉総領事表敬/情報収集							
7/5	日	1130 アディス発 1245 ジブチ着	予備協議/情報収集							
7/6	月	予備協議/情報収集								
7/7	火	ミニッツ協議/外務・国際協力省二国間関係局表敬/サイト調査								
7/8	水	ミニッツ署名/サイト調査								
7/9	木	在ジブチ外務省連絡事務所報告								
7/9	木	1820 ジブチ発 1930 アディス着	/		1820 ジブチ発 1930 アディス着		/			
7/10	金	在エチオピア日本大使館 報告 JICA エチオピア報告 1935 アディス発			継続調査	0010 アディス 発			在エチオピア日本大 使館報告 JICA エチオピア報告 1935 アディス発	継続調査
7/11	土	2025 羽田着			0620 成田着	2025 羽田着				
7/12	日	/								
7/21	火							サイト調査		
7/22	水							JICA ジブチ報告 1820 ジブチ発		
7/23	木							継続調査		
7/24	金							0620 成田着		
7/25	土									
7/26	日							JICA ジブチ報告 1820 ジブチ発		
7/27	月									
7/28	火							0620 成田着		

※二見所員は、7月5日のアディスアベバ発から7月10日のJICA エチオピア報告まで参団

1-4 協議結果の概要

1-4-1 全体

本調査団は、6月28日から現地調査を開始し、サイト調査を行い、また、先方政府関連機関と共に協力要請の背景、要請内容の確認、事業実施の実現可能性、協力実施の規模や枠組みについて協議した結果、7月8日付けで農業・畜産・水産・水資源担当省及び外務・国際協力省とこれらの協議内容を記したミニッツに署名するに至った。

1-4-2 貯水池・貯水施設

(1) 先方政府の最終的な要請内容

農業・畜産・水産・水資源担当省との協議の結果、ジブチ国側の日本政府に対する協力要請は表流水貯留のための貯水池・貯水施設建設だけではないことが確認された。表流水と地下水を含む「流域の総合的水資源開発と利用」に向けた計画策定と事業実施が、ジブチ国側の協力要請内容である点が最終的に確認された。生活用水、灌漑用水ならびに家畜用の飲み水などの持続的な確保のために、総合的水資源の開発とその利用を行いたいという意向である。

協力対象となる流域については、水資源ポテンシャルならびに需要の観点から次の3流域の開発優先順位が高いので、それらの開発に向けた協力を要請したいということである（他のドナーによる水資源開発計画がある流域は除いた上での優先順位）。

協力要請の優先順位

優先順位	流域名	県
1位	Hanle	Dikhil
2位	Godbaad	Dikhil
3位	Beyya Aday	Ali Sabieh

(2) 協力内容の枠組み（想定）

上記の3流域の水資源開発に関するマスタープランやF/Sは存在しない。協力を実施する場合は、総合的な判断の下、最終的に1つの流域に協力対象を絞り、水資源ポテンシャル、需要および開発利用面などに関するマスタープランの策定を行い、その後、F/S調査を実施し、持続性および費用対効果等の面からより実現性の高いその開発と利用法についての具体案を定めていく必要がある。これらは開発調査型技術協力で行うことが適切と考えられる。これら一連の調査実施後は、その結果フィージビリティが確認された場合は水資源の開発と利用に向けた具体的な開発事業が行われることが想定される。以上述べてきたように、ジブチ国政府の最終的な協力要請内容である「流域の総合的水資源開発と利用」を具現化するためには、中期計画の下、取り組む必要がある。このような中期計画に基づかない速効性のみ重点を置いた協力は、結果的にはリスクの高い開発事業（水資源利用の持続性、施設構造物の耐久性、機能面などから）になってしまうことが強く懸念され、ジブチ国側も同様の見解を示した。

(3) 今後の活動

ア. 優先順位の高い3流域についての調査

灌漑開発団員による3流域についての調査を7月21日まで実施する。現地踏査、関連資料のレビューおよび農業・畜産・水産・水資源担当省や関係組織との協議を通して、3流域を中心とする下記の項目の調査を実施することとする

- ・ 水文・気象の基礎データ、経年データの有無
- ・ 河川の流況
- ・ 観測所の稼働状況
- ・ 灌漑開発ポテンシャル（面積、灌漑法、灌漑導入の経済性、対象作物など）
- ・ 伝統的灌漑の状況（浅層地下水の利用状況、灌漑法、維持管理面）

- ・ 地下水開発の状況（浅井戸、深井戸）
- ・ 生活用水、家畜用飲み水の状況
- ・ 裨益人口とその分布
- ・ 既存の貯水池・貯水施設、ため池などの状況（工法、コスト、維持管理、利用）
- ・ 他ドナーによる流域開発の状況（計画、実施面）
- ・ 農業・畜産・水産・水資源担当省の流域開発計画策定、事業実施能力

以上の項目についての調査を行い、その結果を基に3流域の開発の妥当性と優先順位についてのレビューと概定を行うと共に、上記した「協力の枠組み（想定）」についての整合性を確認することとする。

イ. 協力の枠組みについての協議と検討

上記の調査で協力の枠組み（想定）の整合性が確認された後は、日本国内における関係機関間での協議と確認を行い、その結果を基にジブチ政府側と協力の内容とそのステップについての最終的検討をする必要がある。

1-4-3 地下水

(1) 地方給水

調査団は2009年7月3日から、ジブチ国側及び他ドナーとの協議および現地調査を開始した。これまでの調査結果に基づいて、地下水開発・利用の現況と開発計画を把握すると共に、今後の無償資金協力調査で対象となるサイト、井戸タイプ、調査・施工内容等の基本的考え方や手法などについて技術的観点から検討したところ、概要は次のとおりである。

ジブチ国では地下水が利用可能水量の約95%を占めていると云われている。揚水法は深井戸（20m以深の機械掘り井戸）と浅井戸（20m以浅の手掘り井戸）が主体で、その他タジュラ県高地周辺に湧水が分布している。深井戸はジブチ帯水層をターゲットとしていて、50-150m深度で10-40m³/時程度の揚水可能量のものが多い。

浅井戸はワジ河床に約10m以浅の人力掘削孔にコンクリート枠を設置したもので、利用可能量が不安定で、揚水量は限られている。また、家畜の尿尿による汚染や洪水時の井戸破壊も受けやすい。すべての浅井戸はワジ沿いに分布している。これは河川堆積物内に分布する自由地下水（不圧地下水）および火山岩帯水層がリニアメント沿いに発達することで説明されている。地下水は降雨の浸透によるもので、年代は新しいものと考えられている。近年、地下水は人口増、無計画な過剰開発、かんがい地域の拡大等により涸渇傾向にあり、多くの放棄井戸、塩水化（沿岸域での海水クサビの侵入や海水起源の化石水の揚水）が見られる。

村落には人口の約3割が居住するが、多くは非定住性の遊牧民である。水利用は基本的に無料で、地下水開発費、施設施工費、維持管理費等すべて国庫から支出されている。具体的には県から機材調達・設置、運転資金の供与、メカニックの派遣などのサービスを村落民は無償で受けられるため、水管理組合組織化の必要性はない。

今日まで我が国の無償資金協力の他、多くのドナーが主にディーゼル発電機を使った深井戸揚水を推し進めてきたが、近年ジブチ国政府は燃料費の高騰や頻発する故障による維持管理費

を軽減するため、既設発電機を更新して太陽光発電を推進している。さらに、浅井戸でも小規模な太陽光施設で揚水することを勧めている。

水理地質技術者は少なく、ドリラーの掘削技術が不十分な現状から他国に技術支援を依頼することもある。地下水開発に係る水理地質調査、物理探査の精度や手法には課題があり、計画揚水量が得られないこともある（約 60%が失敗井となるとのデータもある）。一方、水質は高温、高電気伝導度、高塩素、高全硬度、高 TDS 値を示す地域が広く分布することから、WHO ガイドラインに沿った水質評価はジブチ国に限っては実際的でなく、独自の基準を適用している。

農業・畜産・水産・水資源担当省（MAEM-RH）より提出されたアクションプランにある浅層地下水及び深層地下水開発計画には全国、県、地区ごとに数サイトが選出されているが、サイトごとの必要性、妥当性を、水理地質および社会的な観点から改めて評価する必要がある。浅井戸の定量・定性的な脆弱性を考慮すると、深井戸開発を主として、浅層地下水は補足的な水資源と捉える方が妥当と考えられる。開発サイトの決定には、迅速性を重視する我が国の無償資金対象案件として、地理的にサイトが広く点在することは避けるべきで、まとまった地区での開発を旨とし、アクセスに問題がないサイトを対象とする必要がある。調査・探査は体系的に効率良く実施する必要がある、フットワークが良い軽量リグを適用するほうが適切と考えられる。

(2) 井戸掘削関連機材

深井戸掘削は国内には民間業者の参入が見られず、MAEM-RH が唯一でドナー供与のハイスペックリグを 3 台保有している。しかし、消耗部品の供給が一部不十分であり、その活動に支障が生じる場合もある。このような状況から不足する井戸掘削関連機材（補助車両やケーシング等）の補充の必要性が認められる。なお、井戸掘削関連機材については、MAEM-RH はノンプロ無償での対応を考えているとのことであった。

(3) 海水淡水化（逆浸透膜による浄水）

逆浸透膜による浄水装置に関して、MAEM-RH 水局長 Dr. Gamal Eldin Houssein Ali からの聞き取り調査とサイト調査を行い、ジブチ国における現況を確認した。

ア. 既存施設

アリ・サビエ県において、周辺ワジに分布する 6 井（測定 EC=5800 μ S/cm、pH=8.7）から集水し脱塩する装置が 2003 年に設置され、現在、順調に稼動している。ONED（全国水道公社：Office National des Eaux de Djibouti）と MAEM-RH が約 200 万ユーロで購入したドイツ製の施設であり、両者により運営されている。処理量は 1,200m³/day であり、発電機を動力源としている。

深井戸から揚水される原水の電気伝導度は 5,000~7,000 μ S/cm（現地での測定 EC=5800 μ S/cm、pH=8.7）であり、それを本脱塩装置により、300 μ S/cm まで低下させ、原水を一部ブレンドして 700 μ S/cm の上水として約 30,000 人に給水している（計算上約 40 ℓ /人/day）。また、この内 10m³/day をボトルウォーター（EC=300 μ S/cm、TDS=145mg/ ℓ 、pH=7.2）として販売している。プラントはナノフィルターを使った逆浸透膜法により脱塩しているとの情報を得た。なお、ミ

ネラルウォーターの生産量は4200ボトル/時である。

イ. 今後のジブチ国の計画

ジブチ市の水需要量は、2000年には1,500万 m^3/day であったが、2005年には1,700万 m^3/day 、2009年には2,000万 m^3/day である。一方、現在の給水量は1,250万 m^3/day であり（2001年にJICAが実施した調査では約1,320万 m^3/day ）、大幅に不足している。このような状況もあり、ジブチ国政府は、2015年には10万 m^3/day の海水淡水化を行う計画があり、その内、4万 m^3/day については早急に実施したいと考えている。

設置予定箇所はジブチ市東方のダメルドジョッグ近傍や西方のドラレ近傍が想定されている。

1-5 団長所感

1-5-1 表流水の利用について（貯水池・貯水施設）

表流水に関してのジブチ国政府の要望は、「流域の総合的水資源開発と利用」に向けた計画策定と事業実施であることが確認され、日本が実施する事となった場合、計画策定段階（開発計画調査型技術協力のスキームが適応されると考えられる）だけでも少なくとも2年は要することについて理解している。

これは、ジブチ国政府も表流水の利用のためには慎重な調査が必要なことを理解していることを示すものである。今回の協議を通じて、特に実務を担当している水局長や次官はその難しさを理解していることが判明した。

1-5-2 地下水の利用について（地方給水・井戸掘削関連機材）

(1) 地方給水

- ・ 地下水に関してのジブチ国政府の要望は、「深井戸の開発を主体とし、状況に応じて浅井戸の開発を行う」ことであることが確認された。
- ・ 地下水に関する日本の無償資金協力がすでに3件実施されていることもあり、同様なプロジェクトの実施を期待していることが伺えた。
- ・ 課題としては、地下水の枯渇や塩水化が進行していると推測され、水量の確保に加えて、水質の確保も難しいことが挙げられる。塩分濃度の高い原水と塩分濃度の低い原水のミックス等の工夫を検討する必要がある。

(2) 井戸掘削関連機材

- ・ 井戸掘削関連機材については、ジブチ国側はノンプロ無償での購入を希望していることが確認された。

(3) 海水淡水化（逆浸透膜による浄水）

- ・ ジブチ国政府は、地下水の脱塩装置をすでに所有し、これまで維持管理されていることから、新規に膜による浄水装置を設置する場合、同国で計画はあるもののまだ実績の無い海水淡水化装置よりも実績のある地下水の脱塩装置の方が、維持管理が適切に行われる可能性が高いものと考えられる（今後、既存施設や建設予定地等の現地調査予定）。

1-5-3 その他

- (1) ジブチ国政府は、迅速なプロジェクトの実施の観点から、プロジェクトのサイトはある程度

まとまっている方が望ましいことから、ディキル、アルタ、アリ・サビエ県で実施することを希望した。これらの3県の中のどの県を対象とするか、その中でどの村落を対象とするかは今後の調査で検討することとした。(1県となる場合も3県となる場合もあり、また、村落も現在入手している村落リストを中心に今後選択する)

(2) 今回、要望された村落の調査を数箇所実施したが、定住民の数は限られており、遊牧民や家畜等も考慮するなど費用対効果の算定には、留意が必要である。

(3) なお、上記3県の他に重要な対象県として、北部のタジュラ、オボック県も安全な水へのアクセスが困難であること、また、ジブチ国国内に広くプロジェクトを実施して行く事が望ましいことから、今回要望するプロジェクトの後にこれら2県で同様なプロジェクトを実施したいとの要望が示された。

第2章 調査対象地域の概要

2-1 ジブチ共和国の一般概況

ジブチ共和国は、1977年にフランスから独立し、アフリカ東海岸の紅海とアデン湾に望む場所に位置する。国土面積は23,000km²で、内陸部はソマリア、エチオピア、エリトリアに接する。狭義のアフリカ大地溝帯の北端に位置し、海沿いには平野が広がり西部には高原が広がる。

年間降水量は、地域的な偏りはあるものの50mm～200mm程度で通年流水のある河川は無い。また、6～9月の最高気温は50℃を越える事も多く、地球上で最も暑い土地の一つとも言われる国土は、常に旱魃のリスクと向き合っている。

国土は玄武岩質の岩や砂礫に覆われた山地とその谷間に堆積した沖積層からなる砂漠か半砂漠である。農耕可能な土地は国土の1%に過ぎず、牧畜を中心に第一次産業の従事者は多いが、気候の厳しさなどの要因から食料自給率は3%に過ぎない。

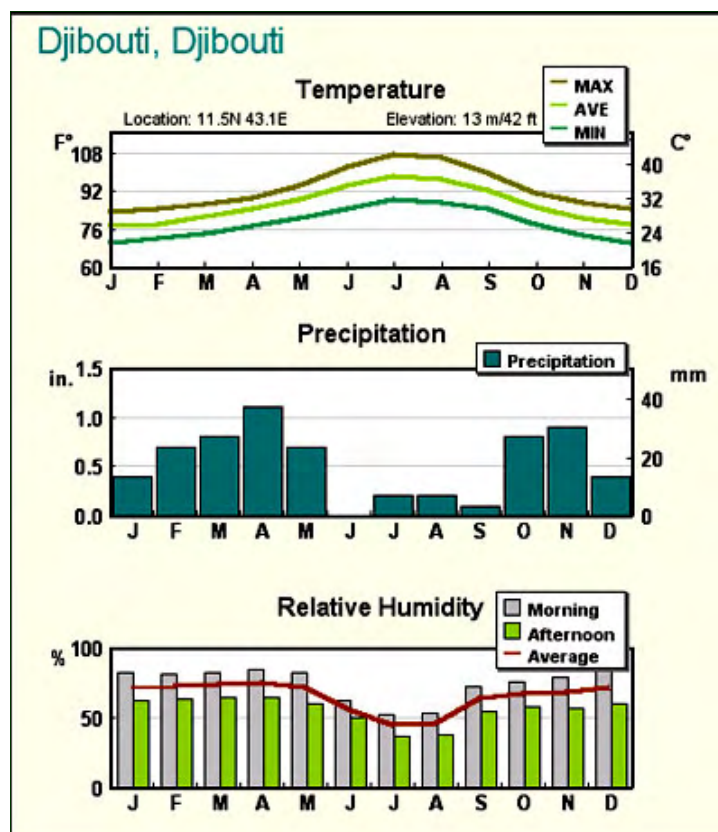


図 2-1 DJIBOUTI (ジブチ) 市の月平均気温・降水量・湿度

(South Travels.com <http://www.southtravels.com/africa/djibouti/weather.html>)

ジブチ共和国全体の人口は79万6千人で人口密度は34人/km²、出生率4.85人/女性1人、そのうち都市人口が84%を占め、首都ジブチ市の人口は30万人と推定される(2007年)。農村部では、国民の半分以上を占める遊牧民が伝統的な遊牧生活から定住民へと移行しつつあるが、計画的な住居整備計画は無い。構成民族は、ソマリア人系のイッサ人が60%、エチオピア系のアファル人が35%で

独立以来両者の対立と融和が繰り返されてきた。宗教はイスラムが殆ど（94%）で、公用語はフランス語とアラビア語であるがソマリ語とアファル語が広く使われる。

ジブチの経済は、その収益をジブチ鉄道による収入、ジブチ港の港湾施設サービス、仏軍駐留による利益に依存する典型的な中継貿易国家である。最近は、ソマリア沖の海賊の影響で中継貿易が半減し、船舶保険の高騰で経済的打撃を受けている（ジブチ共和国の基本情報 2008 年版等）。

2-2 国家開発計画などの上位計画の要旨

ジブチ共和国の進める国家開発の基本計画には、2009 年から開始された PRSP（貧困削減計画）の後継計画である INDS（国家社会開発計画）がある。世界銀行と IMF が参加した 2008 年 1 月に終了した PRSP の成果検討・評価に基づき ISDS には特別プログラム及び環境の保護を加えた次の 4 つの柱が示されている。

- ① マイクロ経済の安定化を通じた成長の促進
- ② 基本的な社会福祉と人的資本開発への普遍的なアクセスの獲得
- ③ 環境を保護し、調和と均衡の取れた地域開発の促進
- ④ 統治と能力開発の改善

水セクター分野の上位計画には、PRSP（貧困削減計画）の後継計画である INDS（国家社会開発計画）の他、PNSA（食料安全プログラム）、SDNDSP（農村開発総合マスタープラン）があり、相互に関連しながら多様な水セクター分野の開発についてそれぞれの枠組みと横断的課題をカバーしている。実施計画としては、PNSA の中に（1）「全国井戸改修・建設プログラム」と（2）「表流水活用プログラム」がある。

(1) 全国井戸改修・建設プログラム

ジブチ共和国では、95%を地下水に頼っており、地方部に対しても、飲料水のアクセスに乏しい地域では、優先的に地下水を開発し、全国民が飲料水アクセスを得ることを目標にしている。このプロジェクトにより、国民とオアシス栽培^注のための水需要の充足を強化することができるとしている。そのための深井戸建設については、具体的には、揚水量 30m³/時の深井戸 95 本の建設とし、その深井戸から地下水の揚水は太陽光発電システムによる維持費の低減化を掲げている。ただし PNSA では、浅井戸改修と深井戸掘削プロジェクト終了後に裨益される人口についての分析はされていない。

現状の進捗状況としては、サウジアラビア開発基金で 16 本、アブダビ基金で 5 本の深井戸が掘削された。また、2009 年より、サウジアラビア開発基金で 10 本の掘削が予定されている。

注：オアシス栽培とは、日差しに強い高木のヤシの樹陰を利用し、その下層で中・低木の果樹、野菜や牧草等を栽培する農法で、イエメンやオマーン等中近東において古くから見られ、施設の構築と維持管理、灌漑、耐乾燥栽培技術は技術的にも確立されている。

したがって、現状では、64 本の深井戸計画が残されている。今回は、PNSA の 1 年目に掘削すべき 38 箇所の計画集落から、上記の掘削済みもしくは掘削予定の集落をのぞいた集落から、地下水開発の要請集落が選定された。

(2) 表流水活用プログラム

表流水の利用のための貯水施設の整備が本格的に始まったのは1995年以降で、井戸に比べ利用可能な情報は少ないが限られた雨季に無効に流下する大量の表流水の有効利用の可能性が近年認識され、開発プライオリティーは高まっている。

表流水利用の目的は、生活水の確保、遊牧経路上における家畜への給水、灌漑への活用、周辺集落の深井戸水源の涵養等多目的であり、また、貯水池周辺での植林も考えられている。

表流水有効利用の実施工程としては、①調査（計画から設計まで）、②施工、③モニタリング（維持管理を含む）の3段階が考えられている（MAEM-RH次官からの聞き取り）。

ところで、表流水利用については、当初要請は、表流水利用計画調査とされており、本調査も当初要請内容の確認と対象地域の選定を中心に進められた。本項の記述内容は7月29日の農業省（MAEM-RH）次官への聞き取りによるものである。しかし、その後の協議の結果表流水の有効利用に向けた他ドナー等の具体的な実施計画が有るわけではなく、既に動き出しているとした流域にしても計画段階に過ぎないことが確認された。さらにその真意は、地下水と表流水を合わせた流域の総合的な水資源管理と有効利用に向けた開発計画の策定、事業の実施であることが確認され、要請内容も変更された。ここでは表流水利用を水資源の有効利用とも読み替え可能であるが、ジブチ国政府の政策の一貫性を考慮するとともに、調査の経緯を踏まえここでは表流水利用について説明した。

2-3 ジブチ全体における水資源の特性

再生可能な地表水資源は年間約3億 m^3 と推定される。水系は大きく分けて2つあり、紅海やタジュラ湾に注ぐ水系（45%）と、西部や南西部の平野を流れる水系（55%）とに分類できる。

降雨量の少なさから、通年で水を湛えた河川は存在せず、地下水として存在するが、その流量は一般的に少なく、またその多くは1リットルあたり1~1.5g程の塩化ナトリウムを含んでいる。また、降水量のうち約5%のみが地下の比較的浅い層（ワジ：枯れ川河床の堆積層）や深層（玄武岩帯水層）に地下水の形で留まるだけで殆どは、無効に海に流れ、或いは蒸発するものと推定される。

比較的浅い層の地下水は、ワジ沿いの砂礫層など透水性が高い地層から取水され、塩分濃度は少ない。浅井戸の地下水は開発されやすいものの、水位の季節変動は大きく、特に乾季では水が不足する。また、地表から汚染されやすく、大腸菌などのバクテリアが混入することが多い。

一方、深層水は水位の季節変動は小さく、季節に関係なく取水できる。しかしながら、岩盤の亀裂に富んだ箇所など、取水できる箇所が限られており、成功率が低くなること、塩分濃度が高い地下水にあたる可能性があることが問題となる。また、近年深井戸の揚水量が減少していることから、地下水全体に影響を与えている可能性も指摘されている。

灌漑用水は、通常深度の浅い沖積土の帯水層から取水されており、様々な汚染の可能性にさらされている。水の需要に対して供給量は極めて不足しており、強引な揚水による水質の低下が多く露見される。過剰利水による環境被害や環境被害が及ぼす人間への悪影響（汚染水による疫病の発生、塩化水による農業被害等）を防ぐ為の防衛策も講じられていない（PIPSP: Promoting the private Investments in the Primary Sector 2007 等）。

2-4 水資源に関わる組織体制と法制度

2-4-1 農業・畜産・水産・水資源担当省（MAEM-RH）の組織体制

MAEM-RHの組織図を図 2-2 に示した。MAEM-RH 強化計画によると、大臣以下総勢 245 人の要員（表 2-1）で、組織（図 2-2）により、農業・森林、畜産、水産及び水、貯水施設工事に亘る多様な分野を担当する。ただし、常勤職員は 92 名で全職員の 36%に留まっている。

表 2-1 MAEM-RH の要員と雇用形態内訳（MAEM-RH 強化計画 2009）

部 署	常 勤	非常勤	合 計
大臣官房	7		13
次官	2	6	2
技術顧問	2		2
総務局	2	5	7
水局	19	60	79
大規模工事局	2		2
農業・森林局	31	37	68
畜産・獣医サービス局	19	45	64
水産局	8	9	17
合計	92	162	254

表 2-2 MAEM-RH の常勤技術者内訳（MAEM-RH 強化計画 2009）

部署	幹部	技師（大卒）	上級技術者	技術者	初級技術者	合計
大臣官房	1	4	1			6
次官	1	1				2
技術顧問			2		1	3
総務局	1	1				2
水局	3	6	3	7		19
大規模工事局		1		1		2
農業・森林局	6	8	5	5	7	31
畜産・獣医サービス局	5	1	5	2	5	18
水産局	2	2	2		2	8
合計	19	24	18	15	15	91 ^注

注：本表の元となる MAEM-RH 強化計画 2009 の数値が表 2-1 の合計と一致していない。

MAEM-RH の常勤技術者 91 名のうち大学卒業以上の技師は 24 名（26%）でその多くは水局及び農業・森林局に配置されている。一方大規模工事局及び畜産・獣医サービス局の大卒の技師はそれぞれ 1 名に留まっている（表 2-2）。

表 2-3 MAEM-RH の職員配置 (MAEM-RH 強化計画 2009)

部 署	ジブチ本部	支局	合 計
大臣官房及び次官・技術顧問	14	3	17
総務局	7		7
水局	77	2	79
大規模工事局	2		2
農業・森林局	60	8	68
畜産・獣医サービス局	57	7	64
水産局	16	1	17
合計	233	21	254

MAEM-RH の職員は、ジブチ本部に 233 名配置されている。一方、5 つの支局に配置される職員は、21 名 (8%) に留まっており、なかでも水局、大規模工事局、水産局職員の配置が進んでいない (表 2-3)。

表 2-4 MAEM-RH の予算 (2000-2008 は決算額 : 百万 Dj.F) (MAEM-RH 強化計画 2009)

費目	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
人件費	333	324	298	298	279	289	285	315	331	372
運営・事務管理費	72	42	78	88	84	85	85	173	162	133
事業費	384	19	1334	516	734	887	1155	927	1019	410
合計	789	385	1710	902	1097	1261	1525	1415	1512	1355 ^注
国家予算比 (%)	2.61	2.11	1.00	4.18	2.14	2.59	2.83	3.02	2.72	

注：2009 年の合計は各費目の合計と一致していない。

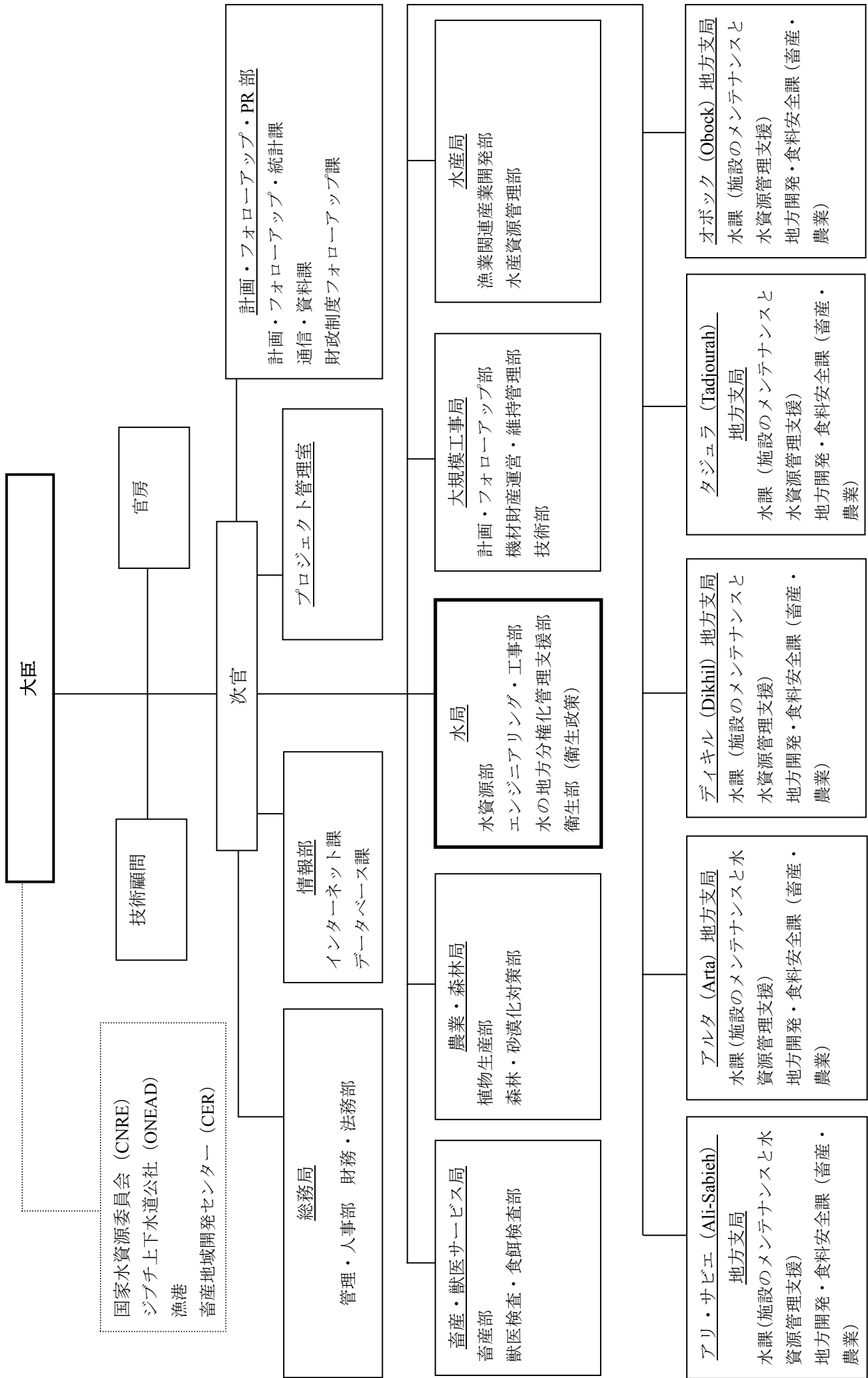


図 2-2 農業・畜産・水産・水資源担当省 (MAEM-RH) の組織図 (MAEM-RH 強化計画 2009)

近年の MAEM-RH 予算規模は約 5 億円～7 億円程である。そのうち保有施設の新設や改修に使われる事業費が約 7 割程度を占めている。なお、MAEM-RH の予算が全体の国家予算に占める割合は 3%程度である。

2-4-2 水局の組織体制と技術レベルと適用技術

水局は、MAEM-RH にあって、給水および水資源の調査・開発を担当している。水局の職員は、77 人いるが、このうち、村落給水にかかわる職員は、水資源部で局長を除くと、(課長・職員) の 2 名である。ジブチ共和国全体の村落給水を運営するには、人手不足は否めない。ほかに、エンジニアリング工事部 (ボーリング等の給水施設工事の実施)、地方分権化管理支援部 (管理組合の組織化等を実施)、衛生部 (地方住民啓発活動等を実施) がある。

水局のエンジニアリング工事部は、掘削機、クレーントラック、給水車、発電機、コンプレッサー、トラックなどの掘削関連機材を所有している。掘削機 (ロータリー・ダウンザホール共用) は、全部で 3 基 (ドイツ製 RB-50 等) 所有し、これらは、ユニセフから 2002 年と 2007 年に、2005 年にアラブ首長国連邦 (UAE) から供与を受けたものである。掘削機の能力は最大掘削径 12 インチ、最大掘削深度は 800m (ロータリー)、350m (パーカッション) である。

しかしながら 2007 年に、掘削機の供与をうけたが、掘削機だけで消耗交換部品まで含まれなかったため、消耗部品の調達が必要である。しかも、資金不足と輸入品であるため調達に時間がかかるために、消耗部品の調達のために、作業がとまることもある。掘削機の修理ワークショップはなく修理機械工も配置されていない。

掘削技術に関しては、ドイツ製掘削機の供与時にドイツ人のオペレーターが、水局の職員 3 名に対して技術指導を行ったが、期間が短く、未だに技術的には不安を抱えている。そのため、水局では、キューバの支援をうけて、キューバ人のオペレーター 2 名と掘削機器修理工を 2 年間受け入れて、掘削技術のスキルアップに努めている。その技術移転も今年いっぱい予定である。

実際のプロジェクトに関しては、これらの掘削機は、MAEM-RH による PNSA の実施などの村落給水で稼動することはなく、上下水道公社の給水施設改修業務等の他組織の事業を実施している。先に示したサウジアラビア開発基金やアブダビ基金の事業は、アクションプランに準拠されて実施された事業であるが、フランス・ドイツの業者が井戸の掘削を実施している。

以上からすると、削井業務の持続性には以下のような課題がある。

- ① 深層地下水を開発するには、亀裂部などの弱部を掘削するため、経験に基づいた高い技術が求められるが、ジブチ国内には指導者がいない。
- ② スペアパーツのストックがないこと、すべて輸入品であることから、調達に時間が必要である。
- ③ 掘削した地質柱状図や井戸構造のデータが残されていない。

2-4-3 大規模工事局の組織、技術レベルと適応技術

大規模工事局は、MAEM-RH の実施する貯水施設の計画と維持管理を担当し、また保有する建設機械の運転・管理も行っている。なお、貯水施設の水利用と利用のための施設整備については農業・森林局の所管とされている。

大規模工事局の職員は3名（局長・課長・技師）で、測量士はおらず測量器具も無い。持続的な開発や維持管理に必要とされる大型建設機械は、2年前にオマーンから供与されたブルドーザー1台、ダンプトラック2台、ホイロローダー1台を保有するのみで、臨時雇いの運転手・オペレーター6名の1班編成で全国をカバーしている。今後事業を円滑に進めるうえで、3班体制による作業グループの編成に必要な人材の確保や機材の調達、建設担当部局（大規模工事局）職員のリクルートと設計、施工能力向上のための人材育成が求められている（大規模工事局技師談）。

土木工事に対する能力（組織体制、技術、経験）も十分でないにもかかわらずその脆弱な組織のもとに、大型貯水施設の建設が性急に進められている^(注)。課長は、2年前の当局発足まで民間のコンサルタント会社に勤務していた経歴があり、これまでの工事に必要だった測量作業は、課長の縁故による出身会社の同僚達の支援を得て行われた。また、設計、施工を安価に済ませるという方針から、設計・施工管理を自前で実施することになってはいるものの、概略設計の域を出ない設計（サイト選定は無料のインターネット衛星写真サイト：Google earthにより行われ、施工、施工管理基準を持たず、管理・監督すべき技術者も駐在しない）に基づく現場の工事は杜撰で、締め切り型の貯水池では、漏水や洪水時の破堤も懸念（大規模工事局技師）されている。なお、地方の州支局には工事局の職員は配置されていない。

ジブチ共和国でも一般に公共事業は、公共機関の発注案件を入札により民間企業が受注することにより行われているが、大規模工事局に係る案件は、当局の設計・施工一貫体制により実施されている。しかしその事業実施形態は、大型工事の民営化、受発注の透明化・公正化と効率化がすすめられ、工事価格を市場原理に委ね、お互いの技術力で競争する今日の自由化経済を旨とする建設関連市場の中では、時代錯誤的な印象を受ける。

現在、建設機械のメンテナンスや修理は、公共事業省の附属工場に依頼しているが、先方にも十分な対応能力があるわけではなく、また、工事費の機械経費に機械の原価償却を計上していない（工事費を民間に比べて安く済ませられる要因）ことも合わせて事業の安定的な継続に必要な、機械の持続的な維持管理・調達にも人材不足と同様に本質的な課題を抱えており、理想とする設計・施工一貫体制の構築を根本から危ういものとしている。

注：大型工事局は、引き続き深刻な旱魃の被害に緊急対応する大統領プログラムによる貯水施設の早期建設を目指す計画・実施担当部門として2年前に設置された経緯があり、その計画・施工手法には迅速性が求められる災害対策的な応急措置という側面もある。

2-4-4 地方支局の役割

ジブチ共和国内の各5州には、農業省の地方支局が配置されている。それぞれに水課と地方開発・食料安全課があり、取水・排水施設のメンテナンスと水資源管理支援や畜産・農業に係る普及活動等の業務がある。ディキル及びアリ・サビエの支局長から聞き取りを行った。それぞれ担当する地区は広いが、人員や車両・機材は限られ、予算の確保も困難な状況で住民の求めるサービスを十分提供できていない。

(1) アリ・サビエ州支局

局長、農業1人、水1人、運転手2人、JOCV1人のスタッフにユニセフのプロジェクトに使う車両が1台あるだけで、事務所と予算を持っていないが燃料代はユニセフが支給する。

ユニセフの援助は2012年までの予定で、そのあと期限を延長して継続援助されるかは未定である。給水施設に不具合が生じた場合には、村人の要請をうけてメンテナンスを実施する。ただし、専門的な知識が必要な場合には、本局に連絡をとり、本局の技術者に修理を依頼する。

(2) ディキル州支局

局長、農業3人、水1人、畜産1人のスタッフ（全員が技術者）に車両1台、年間50万ジブチフランの予算がある。3人の農業普及員は主にタジュラ州で指導を行っている。水セクターについては、今後水利管理委員会の立ち上げやEUによる井戸への太陽光を利用した揚水施設設置プロジェクトの計画がある。

ディキル州においても、給水施設に不具合が生じた場合には、村人の要請をうけてメンテナンスを実施する。ただし、専門的な知識が必要な場合には、本局に連絡をとり、本局の技術者に修理を依頼する。

2-5 調査対象地域の概要

2-5-1 社会・経済・行政単位（農業も含む）

(1) 社会・経済

ジブチ共和国の経済は、ジブチ港の貿易とジブチ鉄道の収益に依存していて、典型的な中継貿易国家である。エチオピアからの輸出のほとんどを担っている。第一次産業の従事者は多いものの、気候の厳しさなどの要因から、食料自給率はきわめて低い

ジブチ共和国では、2008年の推計値でGDPは、18億8,900万USDで、国民1人あたりGDPが、2008年の推計値で3,700USDである。輸出は、2006年の統計値で、340万USDであった。主要輸出先国は2008年の統計で、ソマリア、エチオピア、アラブ首長国連邦(UAE)の順になっている。輸入は、2006年の統計で、1億5,550万USDであった。主要輸入元国は、2008年の統計で、サウジアラビア、インド、中国の順となっている。(CIA 2009)

主要農業は畜産で、放牧に適した土地は、国土の10%にもみたくないにもかかわらず、国民の半数以上が従事している。ヤギ（飼育数51万頭（2004年））、ヒツジ（47万頭）を中心に、牛（30万頭）も飼育される。農業はオアシス周辺でのみおこなわれており、ナツメヤシ、果物、野菜（生産量2万t）が栽培される。

(2) ジブチ共和国の行政単位

ジブチ共和国は、アリ・サビエ（ALI SABIEH）、アルタ（ARTA）、ディキル（DIKHIL）、ジブチ（DJIBOUTI）、オボック（OBOCK）、タジュラ（TADJOURAH）の6つの州（district）からなる。(CIA 2009)

州知事は大統領により任命される。各州には、州議会があり議員は選挙により選ばれる。女性にも参政権があり、州議会では、10%以上の女性が議員である必要がある。

州には、地区（Circonscription）があり、各地区には、行政事務所（poste）が置かれている。対象区域では、ALI SABIEH（アリ・サビエ）市；（アリ・サビエ州）、ARTA（アルタ）市；（アルタ州）、DIKHIL（ディキル）市；（ディキル州）がそれにあたる。

聞き取り調査によると、村は地区と同義であり、村はセクター (secteur) により構成される。したがって、本報告書では、村は使わず、行政単位を国・州・地区・集落とした。

2-5-2 地勢・地形

ジブチ共和国は、アフリカ大陸北東部「アフリカの角」の一部にあり、東西は、東経 41 度 45 分から、43 度 15 分、南北は、北緯 11 度から 12 度 41 分の間に位置している。国土は、周囲をエチオピアによって囲まれているが、東側の 10 キロメートルは、ソマリアと国境を接しており、面積は 23,200km² である。

この地域は、3 つのプレートの会合部にあり、エリトリア・エチオピア・ソマリアに亘る世界屈指の大地溝帯、アファル地溝帯 (Afar Depression) が広がる。

ジブチ共和国の中央部には、アフリカ大陸でも海抜が低く、世界で三番目に低い場所にあるとされる、アッサル湖 (火口湖) (標高-155m) があり、その塩分 34.8% は死海を超え世界一である。

2-5-3 気象・水文

ジブチ共和国の気候は熱帯乾燥気候で、ジブチ市の月平均気温は 1 月で 26°C、7 月で 36°C になる。年降水量は DJIBOUTI (ジブチ) 市で約 127mm、北部のタジュラ州の山岳地帯で約 380mm である。

前掲図 2-1 にしめすように、最高気温は、5 月から 10 月までは 30°C を上回り、地域的に 45°C に達するところもある。年間降水量は約 180mm (1970-1988 年平均) と少なく、6 月から 9 月にかけての降雨量は 10mm 以下となる。

気象観測点は、かつては全国に数十点存在したが、現在では空港の 1 点のみとなった。

調査対象となる地域の 1 つである DIKHIL (ディキル) 市は、観測装置は現在、稼動していないが、1954 年から 1977 年のデータが残っている。しかし、欠測期間も多く見られる。(収集資料 1、3 参照)

この記録によると、以下のような傾向が読み取れる。

(1) 気温

図 2-3 には、1954 年から 1985 年の記録から、月平均気温と月最低気温の平均をとり、プロットしたものを示した。

気温は、5 月から 10 月が比較的高くなる。5 から 10 月の月最高気温は、40°C 前後である。

気温は、11 月から 4 月が比較的低くなる。11 から 4 月の月最低気温は、20°C 前後である。1954 年から 1985 年の記録の中では、1967 年 12 月、と 1969 年 2 月が最も低く、15°C が観測された。

(2) 降水量

図 2-4 には、1954 年から 1985 年の記録から、月降水量の平均をとり、プロットしたものを示した。

同図によると、降水量は、年間を通して、8-16mm 程度となり、4 月～6 月、10 月の月降水量の平均値が 12mm を越える。12 から 2 月の月降水量の平均値は 10mm 以下である。

しかしながら、頻度は少ないものの、突発的に降雨量が多くなる場合もあり、1975 年 8 月では 232.6mm の降雨量が観測された。

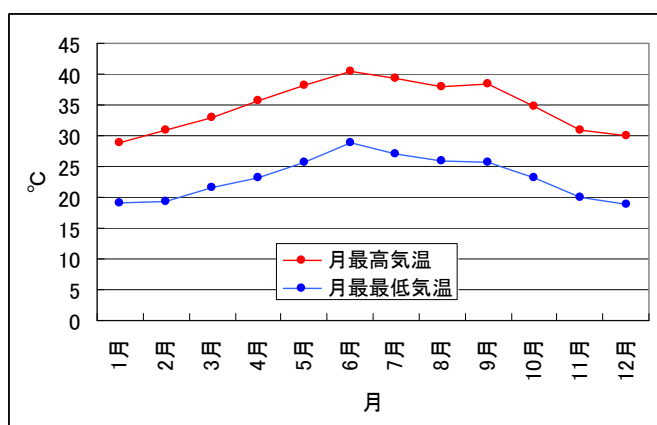


図 2-3 DHIKIL (ディキル) 市の 1954-1985 年の平均月最高・最低気温 (°C)

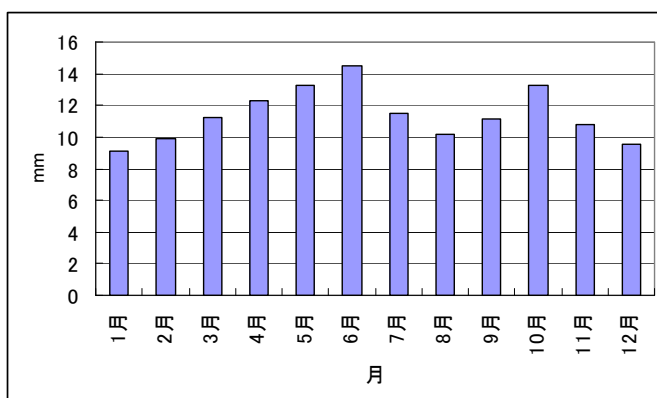


図 2-4 DIKHIL (ディキル) 市の 1954-1985 年の平均月降水量 (mm)

図 2-5 に DJIBOUTI (ジブチ) 市の月毎の日照時間を示した。12月、1月、2月、7月の日照時間が約 8 時間、5月に約 10 時間となる。平均的には一日、約 9 時間の日照時間と判断される。

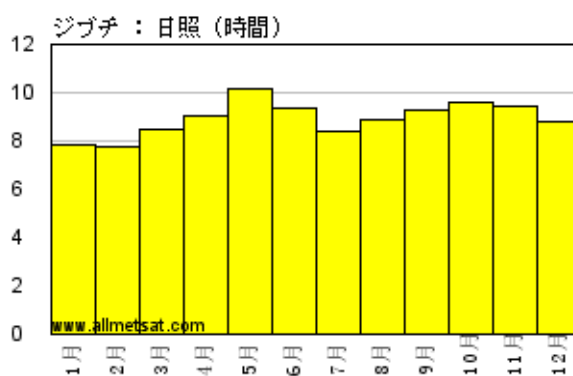


図 2-5 日照時間 (DJIBOUTI (ジブチ) 市)

<http://ja.allmetsat.com/climate/yemen.php?code=63125> より

2-5-4 流域状況

ジブチには 22 のワジについて、以下の目的のための表流水利用開発計画がある。

- ① 地方住民の生活用水確保
- ② 遊牧民の家畜用水確保
- ③ 井戸水の水源涵養
- ④ 農業用水の確保

そのうち、以下の3つの河川流域で「流域の総合的な水資源開発と利用」に向けた計画策定と事業実施がジブチ共和国から要請された。

表 2-5 に要請された開発流域名と、図 2-6 に調査対象流域位置図を示した。

表 2-5 要請された開発流域名

先順位	流域名
①	HANLE (ハンレ) 流域
②	GODBAAD (ゴバッド) 流域
③	BAYYAADYA (ベッヤアディ) 流域



図 2-6 調査対象流域位置図

2-5-4-1 HANLE (ハンレ) 流域

(1) 流域の概要

HANLE (ハンレ) 流域は、ディキル州に位置しジブチ国内最大の流域面積 (2,696km²) をもつ。北東と南端をエチオピア国境に接し、東西はハンレ盆地に並行する山地に縁取られている。南東部に州都である DIKIL (ディキル) 市を含み、エチオピアとジブチ港を結ぶ動脈として大型トラックが頻繁に行き交う国道 1 号線 (N1) が流域東縁山麓を縦貫する。

開発の対象とされる HANLE (ハンレ) 地域 (写真 2.1-1) は、HANLE (ハンレ) 盆地の底にあたり、エチオピアや周囲の山地に発するワジの消失地 (写真 2.1-2) で東西約 10km、南北約

20km (2.0 万 ha) の四辺形な平地の内 1,197ha が耕作可能とされる。HANLE (ハンレ) の土質は、北側のアナボコマ山付近に沖積粘土質土壌が広がる以外は砂質土壌が多くを占める。植生は、一部に灌木やヤシ等の常緑樹が島条に見られるものの多くは草も生えない裸地が広がっている。雨季に砂地で 2 日、北部の粘土地では 10 日程水を湛えることもある。HANLE (ハンレ) 内へのアクセスは道路が整備されておらず、先行車両の轍が頼りとなるが、微細なワジの砂は風雨に押し流されて不規則に堆積し、車両の接近を妨げている。また、同様な景観が続き、目印となるものも少なく迷いやすい。

サイト写真 2.1 HANLE	
	
2.1-1 HANLE 遠望 (ABA)	2.1-2 ワジの消失点
	
2.1-3 HANLE 2 深井戸 (200m)	2.1-4 ファームポンド (400m ³)
	
2.1-5 定植後 3 年目のヤシ	2.1-6 栄養障害により葉先が黄変したヤシ

(2) 開発の経緯

ジブチ国内での食料自給も可能となるとされる HANLE (ハンレ) の開発は、資源に乏しいジブチの悲願であり、豊富な地下水の存在に着目した調査が 1980 年代のドイツによる調査を手始めに、DJIBOUTI (ジブチ) 市への導水計画調査、フランスによる土壌調査等が行われ、水資源・灌漑開発のための資料も集積されてきた。最近では、イタリアのコンサルタントによるエチオピア国境のアワシュ川流末にある AFAMBO (アフアンボ) 湖からの導水計画調査も予定されている。しかし本格的な開発は、内戦 (91~94) によるインフラの破壊と混乱や資金調達の不調によりこれまで行われて来なかった。

現在周辺には、近在の YOBOKI (ヨボキ) 市への給水と 2 年前に農業省により建設された 2 箇所のヤシ畑への給水等 4 本の深井戸による地下水利用が図られている他は地下水及びそれを利用する事業は進んでいない。また、2 年前中国の調査団も当地を訪れているが具体化の進捗はみられない。なお、注目されつつも本格的な地下水開発に手がつかない理由として、深い地下水位、複雑な地質構造、部分的に塩分濃度が高い可能性等の課題が指摘されている。

(3) 既存施設の状況

HANLE (ハンレ) 内には、HANLE (ハンレ) 1~3 等の数村落がありそれらを含む周辺に 2,400 ~2,500 人が住む。農業省の開設 (アラビア開発銀行の融資) した 5ha のヤシ畑のひとつが HANLE (ハンレ) 2 (村名) にある (写真 2.1-3~6)。HANLE (ハンレ) 2 では、内戦前は野菜も栽培しており、灌漑により 4 大消費野菜と呼ばれるピーマン、タマネギ、ジャガイモ、トマトの栽培が有望である。オアシス農業^(注)の基礎となるヤシ園には 41 戸の農家が栽培に参加しているが、ヤシの収穫は、5 年目以降ということもありまだ組合結成の動きは無い。200m の深井戸から 60°C の水を 45m³/h 揚水し貯水槽に蓄え 2 日間冷却した後地中の給水パイプによる点滴灌漑により 3 日から 1 週間に一度の割合で各ヤシの根元に給水する。施設の運営や維持管理に係る費用はすべて農業省が負担している。貯水槽の位置が低く端末の給水量が細ることが課題とされる。

注：オアシス農業とは、日差しに強い高木のヤシの樹陰を利用し、その下層で中・低木の果樹、野菜や牧草等を栽培する農法で、イエメンやオマーン等中近東において古くから見られ、施設の構築と維持管理、灌漑、耐乾燥栽培技術は技術的にも確立されている。

2-5-4-2 GODBAAD (ゴバッド) 流域

(1) 流域の概要

GODBAAD (ゴバッド) 流域 (547km²) は、ジブチ国の南西端に位置し、南と西をエチオピア国境、東を HANLE (ハンレ) 流域、北側を GODBAAD (ゴバッド) 水系に平行して流れ ABE (アベ) 湖に注ぐ KOUTA BOUYA (コウタボウヤ) 水系の流域に接する。

GODBAAD (ゴバッド) ワジは、また、エチオピアに発し流域を流下後再びエチオピアに戻る国際河川であり、その水を利用した開発は、中西部の TAMMIRO (タミロウ) から上流の SABBALO (サッパロ) 付近までの東西約 15km、南北約 2km から GODBAAD (ゴバッド) - ワジ川床を除く (2,500ha) 部分の内 262ha で灌漑が可能とされる。

(2) 既存灌漑施設の概要

地域の中核となるアセラ市東側の GODBAAD (ゴバッド) ・ワジ沿いには GODBAAD (ゴバッド) 地区及び、SABBALO (サッバロ) 地区にそれぞれ 2006 年に農業省が整備 (サウジアラビアの基金) した 2ha と 6ha の圃場がある。各圃場には飲料水、牧畜、灌漑の用途を目的とした深井戸から取水された水が給水される。また、AS-EYLA (アスエラ) 市には AS-EYLA (アスエラ) に事務所を置く AS-EYLA (アスエラ) 農業組合があり、組合員の経営する圃場が市西側のボンタ地区にある。

サイト写真 2.2 GODBAAD	
	
2.2-1 水場	2.2-2 圃場
	
2.2-3 枯れたヤシ	2.2-4 建設中の貯水槽

サイト写真 2.3 SABBALO	
	
2.3-1 ソーラーシステムによる揚水	2.3-2 貯水槽 (200m ³ ×2)
	
2.3-3 管理不良により生育した雑木	2.3-4 下枝の除去が行われていない

① 農業省の施設

GODBAAD (ゴバッド) 地区の灌漑施設は、深井戸、エンジン発電・揚送水ポンプ、家畜の水のみ場、及びフェンスで囲われた圃場からなる (サイト写真 2.2)。また、本施設からは、GODBAAD (ゴバッド) ・ワジを横切り約 4km 先の貯水槽まで送水され、AS-EYLA (アスエラ) 市の生活用水を賄っている。圃場は、8 戸の農家に耕作権が譲渡されヤシの木陰で野菜や牧草を栽培するオアシス農業を実現すべく自主的な耕作が図られているが、貯水槽の不備 (建設中: 写真 2.2-4) 等により送水に難があり末端まで用水が届かず、定植されたヤシは枯れ (写真 2.2-3)、不作付け地が広がっている。自立を求める農業省と無償の支援に頼り切る耕作者の思惑は折り合っていない。施設の改善と耕作者の意識改革 (農業の本質を理解し、自ら作物を栽培・収穫して生計に役立てる術を身につけること) が求められる。

SABBALO (サッパロ) 地区の灌漑施設 (サイト写真 2.3) は、深井戸、ソーラー発電・揚送水ポンプ、家畜の水のみ場、及びフェンスで囲われた圃場からなる。ヤシ畑は、農業省に雇われた 3 人の管理人 (井戸担当 1、圃場担当 2) により維持されているが、圃場の担当者には通常の維持管理から経営に至る一切を任せているため当初より給料は払われていない (農業省ディキル支局長の話)。枯れたヤシは見受けられないものの雑草、雑木が繁茂し、ヤシの生長に合わせて必要な下枝の除去もされていない (写真 2.3-3、3-4)。自立的経営を求める農業省と栽培管理の

手を抜く耕作者の姿はゴバッド地区のそれに共通する。

② AS-EYLA (アスエラ) 農業組合

AS-EYLA (アスエラ) 農業組合は、ジブチで最初に公認登録された 40 年の歴史がある農民組合であり、主に野菜を栽培する農家 36 戸が加入している。最盛期には 300 戸程の農家により、エチオピアの野菜と競争可能な質と量、価格の野菜を出荷し国内有数の野菜産地を形成していた。

しかし、内戦とフランスによる洪水対策を目的とする GODBAAD (ゴバッド)・ワジの改修にともなう流路の移動により、農家数と耕作面積は大きく減少した。現在では、出荷量も減り、価格面でエチオピア産品との競争に負け、ブランド力も低下している。

農協は、選果、出荷、市場 (DJIBOUTI (ジブチ) 市内) までの運搬と市場での価格交渉や資・機材の共同購入等活発に活動し各農家の営農に欠かせない存在となっている。組合長、事務局長、司書、会計、監事等の役職は会員から互選され、無給で役職を勤める。各農家は、ボンタ地区に 0.5ha 程の農地を持ちタマネギ、ジャガイモ、トマト、ピーマン等を栽培している (サイト写真 2.4)。

サイト写真 2.4 TAMMIRO	
	
2.4-1 手掘りの浅井戸	2.4-2 揚水ポンプ (個人所有)
	
2.4-3 圃場全景 (一戸分の耕作地)	2.4-4 灌漑状況



各農家の生産意欲や経営能力、農業技術は高い（エチオピアのそれに匹敵）ものの5年ほど前から始まった旱魃による水不足で収穫量は以前の10分の1程度に激減した。量が安定し持続可能な水源の確保が課題とされている。またフランスの防災工事で失われた農地（面積）の回復と更なる規模拡大を希望している。

2-5-4-3 BEYYA ADAY（ベッヤアディ）流域

(1) 流域の概要

BEYYA ADAY（ベッヤアディ）流域（2,033 km²のうち、IDBの計画・調査（後述の（2）参照）区域に含まれない約1,400 km²）は、ジブチ国の南東部に位置し、アリ・サビエ州の州都ALI SABIEH（アリ・サビエ）市近郊の山間地より発したBEYYA ADAY（ベッヤアディ）ワジは約20km東のALI-ADDE（アリアデ）市付近より深い溪谷を形成し幾つかの支流を合流させ、川幅を広げながら約30km東進しソマリア国境に至る。灌漑開発の可能性のある地域は、アリ・サビエ市の西～東側に広がる平地に限られる（写真2.5-1、2.5-2）が取水源は深井戸が想定され、開発面積は限られたものとなる。また土壌が営農に適さないとも指摘されている。中・下流域は、ワジの河岸のわずかな平地や段丘中腹、にBIAJI（ビアジ）（写真2.5-4～5-6）等少数の集落が散在するのみで流域に寄り添うようにアリ・サビエ市とHOLHOL（ホロール）の町を結ぶN5道路へのアクセスには困難が伴う。集落に近いワジには所々浅井戸が掘られ飲料水や家畜の飲み水に供されるが、住民は、もっぱら遊牧を生業としており既存の灌漑施設は見当たらない。




(2) 他ドナーとの関係

当初の要請段階（2008年1月）では、当流域はBEYYA ADAY（BEHIDLEH）と記載された当流域を含む並行してソマリアに向けて流れる二つのワジ（BEYYA ADAY 及び BEHIDLEH）を総称して呼ばれた地域の中に含まれていた。2つの流域に及ぶとみられていたイスラム開発銀行（IDB）によるFS調査がBEHIDLEH（ベイドレ）流域に限られ、現段階で事業具体化の見通しも立っていない。今回その空白部分であるBEYYA ADAY（ベッヤアディ）流域が要請に加えられた。

当流域が今後の調査の対象地となる場合は、IDBのFSとの重複や整合性について担当者間での確認と協調の必要性があるものと思われる。

(3) 灌漑開発に係るアリ・サビエ州当局の意向。

アリ・サビエ州の2名の副州知事からの聞き取りでは、州当局は、N1幹線道路沿いに広がるグランバラ平原周辺の表流水開発が優先と考えており、今回の対象地への関心は薄い。また、農業省の州支局には局長以下5人のスタッフに車両が1台あるだけで、事務所と予算を持っておらず活動が制限されている。また現在灌漑施設整備の計画も無い。表流水の利用については、牧畜用の小規模なため池が必要と考えているが、BAYYA ADAY（ベッヤアディ）流域は対象外とされる。

サイト写真 2.5 BEYYA ADAY	
	
2.5-1 上流域 ALI SABIE (アリ・サビエ) 郊外	2.5-2 上流域 DAMER KADDA 付近
	
2.5-3 中流域 N5 渡河地点下流	2.5-4 中流域遊牧民の集落 (BIAJI)
	
2.5-5 下流域 KABA KABA より上流方向	2.5-6 下流域 KABA KABA より下流方向

2-5-4-4 要請3 流域の比較検討

要請3 流域の調査結果を表 2-6 に示す。

表 2-6 表流水利用計画要請 3 流域調査結果比較一覧表

比較項目	HANLE (ハンレ) 流域	GODBAAD (ゴバッド) 流域	BEYYA ADAY (ベッヤアディ) 流域	備考
1. 要請の優先順位	1	2	3	協議により確認
2. 流域面積	2,696km ²	547km ²	1,400km ² ^[注]	(注: 当初要請書数値の 70%とした)
3. 中心都市	DIKHIL、YOBOKI	DIKHIL、AS-EYLA	ALI SABIEH	
4. 裨益人口	(8,000)	(4,000)	(6,000)	(数) 表示は概数につき要確認
5. 関係する行政機関	ディキル州政府、農業省 DIKHIL 支局	ディキル州政府、農業省 DIKHIL 支局	アリ・サビエ州政府、農業省 ALI SABIEH 支局	ジブチ国政府は、地方分権化を進めており開発に当っては、地方政府並びに地域住民(王族、族長等を含む)との合意形成が肝要。
6. アクセス	DJIBOUTI まで 170km、DIKHIL まで 55km、YOBOKI まで 15km。以上の各都市は N1 で結ばれる。N1 から HANLE (ハンレ) までは直線で約 5km の年間通行可能な未舗装道路、HANLE (ハンレ) 内の道路は未整備。車両による砂が緩く堆積したワジの横断は困難。	DJIBOUTI まで 155km、DIKHIL まで 40km、AS-EYLA まで 3-10km。DIKHIL から AS-EYLA までの 40km は年間通行可能な未舗装道路、バスの便もあり、ワジの横断箇所(2箇所程)以外路面状況は良好。AS-EYLA から出水時のサイトへのアクセスは困難。	DJIBOUTI まで 95km、ALI SABIEH まで 5km。DJIBOUTI-ALI SABIEH 間は舗装道路。ALI SABIEH 近郊の南西及び南東沖積平地の、年間交通可能な地方道路沿いが開発地と想定され、アクセスに不安は無い。	N1 は、ジブチ港とエチオピアを結ぶ動脈としての役割を果たしており、その港湾・道路利用収入がジブチ国の財政を支えていることから、整備と維持管理が良好。
4. 灌漑開発ポテンシャル	1	2	3	開発可能な水資源(量)と土地の広さ
① 灌漑可能面積(水量)	1,197ha (2,315l/s.)	262ha (231l/s.)	200ha (69l/s.) ^[注]	(注: 本取水可能量は、Grand Bara のデータ)
② 灌漑法	深井戸(200m)を水源とする点滴灌漑	浅井戸(10m)を水源とする畝間灌漑	深井戸を水源とする点滴灌漑	現況の灌漑手法
③ 表流水利用との関連性	周辺山地への貯水池配置による地下水涵養	ゴバッドワジの流路安定化、利水効率向上	周辺山地への貯水池配置による地下水涵養	灌漑への貯水池の水利用は困難
③ 灌漑の経済性	2	1	3	揚水効率(手法)による
④ 想定農法と対象作物	大規模なオアシス農業によるヤシ、果実、野菜、牧草等の多層・集約栽培と牧畜を併せた水資源保全のための有畜・有機農業	国有圃場:パイロット的オアシス農業の育成と作物生産 民間圃場:集約的な灌漑畑作による野菜栽培	当初国有(農業省)圃場として整備し、農業研修後民間に耕作を委譲する。オアシス農業を想定。	果実:ナツメヤシ、パパイヤ、レモン、バナナ、レモン、マンゴ、グアバ 野菜:トマト、ナス、ピーマン、ジャガイモ 牧草:牛、ヤギ、羊用
⑤ 開発コスト	深井戸、給・配水施設、圃場客土(400ha~600Ha ≒10~15億円)	浅井戸、給・配水施設、圃場整備(150ha~200Ha ≒5~8億円)	深井戸、給・配水施設、圃場整備(100ha~150Ha ≒3~5億円)	井戸の規模、本数、土工量による(開発規模・金額は比較例)
⑥ リスク要因	地下水位、取水(可能)量、経済性	洪水	塩分	要詳細調査
5. 地下水開発の方法	深井戸	浅井戸	深井戸	要詳細調査
6. 伝統的灌漑の有無	無し	浅井戸畝間	無し	
7. 既存灌漑施設	農業省施設 2箇所	農業省施設 2箇所、組合(員)圃場	無し	
8. 他ドナーの動向	ドイツ、フランスの FS 調査、灌漑開発無し	80年代にフランスが防災工事を実施	IDB の FS 調査、実施の動き無し	(90年代初頭の内戦とその影響も残る)
9. 農業省・支局組織能力	DIKHIL 支局 6人(支局長、農業 3、水道 1、畜産 1)、予算 50万 DJF/年、車両 1台	同左	ALI SABIEH 支局 5(支局長、運転手 2、農業 1、水道 1)人車両 1、予算及び事務所無し	農業省・支局組織は弱体で責任ある施設の維持管理、技術普及は困難
10. 評価	A-	B+	C	
① 妥当性	◎	◎	○	政策に合致、ニーズ大、技術データ有り
② 有効性	◎	◎	○	食料自給、生活向上(貧困削減)に資する
③ 効率性	○	○	△	灌漑技術(揚水、給水)による
④ インパクト	◎	○	△	HANLE 開発のインパクト大(国の悲願)
⑤ 自立発展性	○	◎	△	技術・経験のある自立的な農協の存在

2-5-5 地下水・水理地質状況

2-5-5-1 ジブチ共和国の地質概要

図 2-7 にジブチ共和国地質概要図を、表 2-7 に地質層序表を示した。

ジブチ共和国は、紅海・アデン湾に続く狭い湾にある。国全体は、東アフリカの大地溝帯の構造運動のなかにある。またこの構造運動は、ジブチ共和国内陸部に、南北方向と北西－南西方向の沈降地帯を形成している。

国土の 80% を占めている山岳地域は 20 万年前から 100 万年前の火山岩からなり、露頭している岩の大部分は玄武岩である。タジュラ湾岸から北は火成岩で広く覆われているが、ところどころ浸食の跡がみられ、それらは円錐状堆積物に覆われている。

ジブチ共和国の地質は表 2-7 の構成となっている。

表 2-7 地質層序表

時代		年代	地質
第四紀	更新世～完新世	1.2 百万～現在	新期堆積物 氾濫源堆積物、三角洲堆積物、扇状地堆積物、浜堤堆積物、礁サンゴ石灰岩
	鮮新世～更新世	3.3 百万～1.0 百万	GOLF 玄武岩
第三紀	鮮新世	7.0 百万～4.3 百万	SOMALIE 玄武岩
	鮮新世	9.0 百万～3.8 百万	DAHKA 玄武岩

2-5-5-2 ジブチ共和国の地下水・水理地質状況

① 地下水・水理地質状況

ジブチ共和国では、広く分布する火山岩（玄武岩・流紋岩）の中で、亀裂に富む硬質な部分や、玄武岩中のスコリア層が帯水層となる。亀裂は、岩石が生成するときに発生したもの、すなわち、地表に噴出したマグマが急冷したときにできたものや、後の構造運動（地溝帯の生成にともなうもの）がある。

また、表流水の集まりやすいワジ沿いでは、沖積・洪積層のうち砂・礫を主体に構成される比較的透水性の高い層が、帯水層として期待できる。

しかし、ジブチ共和国では、降水量が少なく蒸発量が多い地域であることから、地表からの降水による地下水涵養量が少ないと考えられる。蒸発による塩分集積で地下水に塩分が含まれることと合わせ考えると、水量が多く、飲料用に適した地下水の開発は難しいことが懸念される。

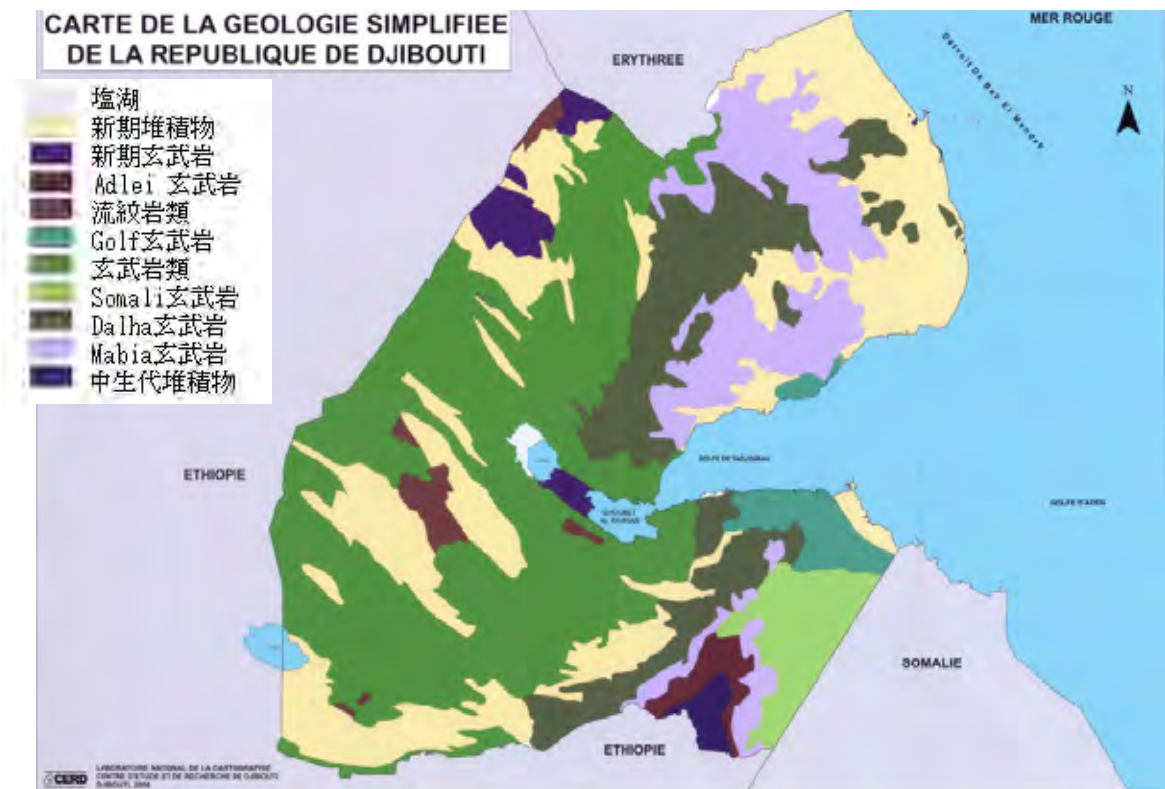


図 2-7 ジブチ共和国地質概要図

ジブチ共和国では、水局がユニセフの支援を受け、既存井戸のインベントリー調査を実施した。そのデータをもとに、GIS ソフト AcrView により図 2-8 に示すジブチ共和国内の井戸の分布図を作成した。同図によると、井戸は基本的には、ワジ沿いに分布している。

ところで、ワジ沿いの浅井戸は基本的には、降雨の浸透水であるので、降水量よりも蒸発量が多いといわれている砂漠気候のジブチであることを考慮すると、将来の地下水資源の枯渇も懸念される。そのため、今後は、持続可能な水資源としての地下水利用計画も必要になると判断される。実際、HINDI 集落での住民からの聞き取り調査から、水位が低下傾向にあることが確認されている。

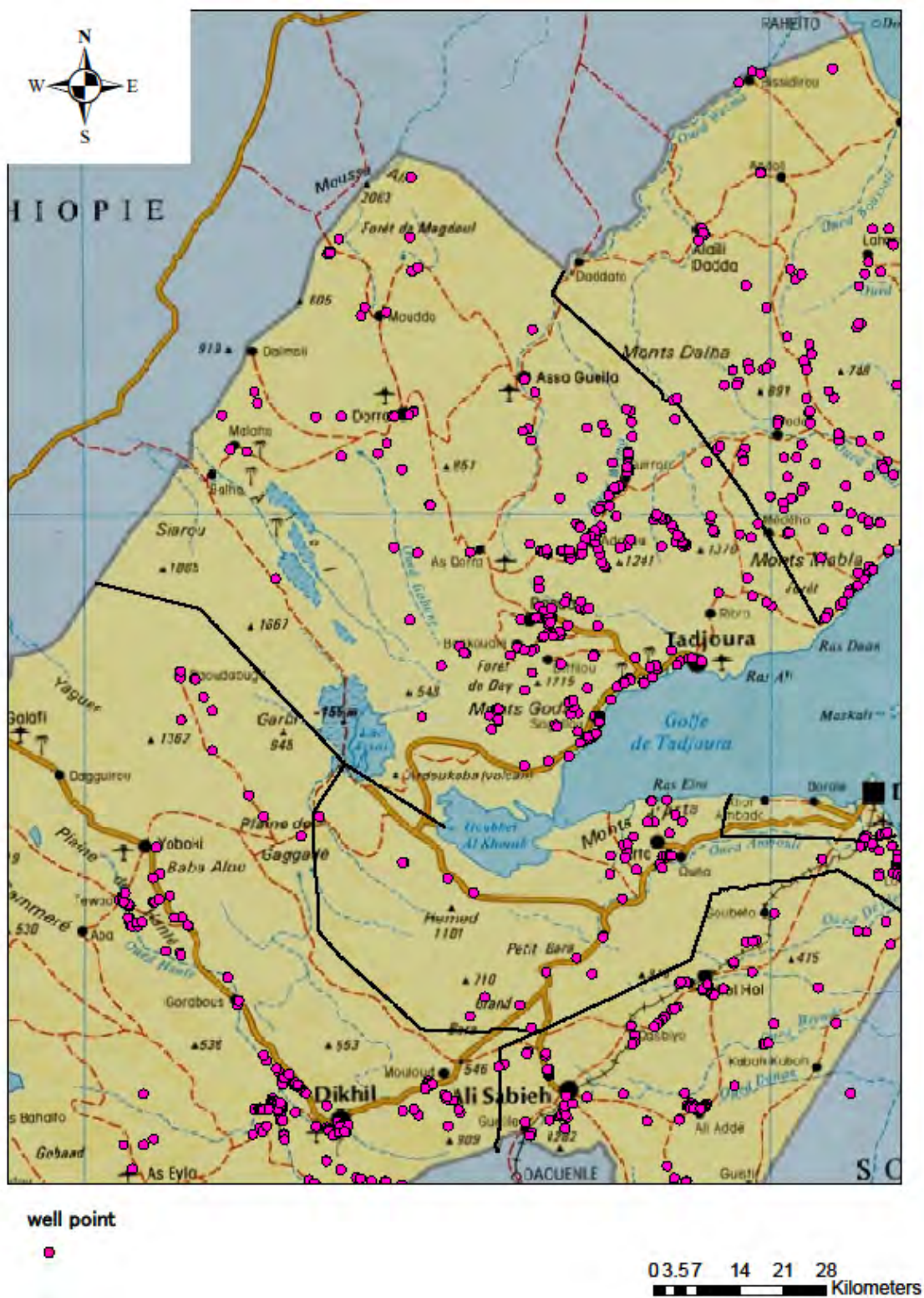


図 2-8 ジブチ国内の井戸分布（浅井戸・深井戸）

② 水質

対象地域のような乾燥地域では、浅部の地下水を開発する掘り抜き等の浅井戸は、乾季には水位が下がり枯渇するので、地下水位の季節変動が比較的すくない深井戸開発が望まれる。し

かし、一般的には、地下水は深部に浸透するにつれ、周辺土壌中のイオンを溶かしていくので、溶存イオン濃度が高くなる。そのため、深井戸の開発をするときには、水質については慎重に検討する必要がある。

対象地域でも、深井戸では、塩素イオン濃度が高い井戸があるとの報告があり、塩分濃度の高い地下水開発が懸念されている。

水質に関してジブチ共和国では、WHO ガイドラインの基準に準拠している。この WHO 基準では、「塩化物イオンが 250mg/l を超えないこと」と定められている。

前述したユニセフの支援で水局が実施した井戸インベントリー調査では、電気伝導度が測定されている。電気伝導度は、水の電気の流れやすさを示す指標であり、プロジェクト対象地域では、電気伝導度が高いのは塩素イオン濃度が高いこととほぼ同意である。

図 2-9 はアリ・サビエ州の「井戸深度と電気伝導度の関係図」を、図 2-10 はディキル州の、「井戸深度と電気伝導度の関係図」を示したものである。同図によると、深さ 20m までの浅井戸は 200-10,000 μ S/cm とばらつきは大きい、深井戸については、掘削深度と電気伝導度の明確な相関は見られず、井戸の深度にかかわらず、高い電気伝導度 (1,000 μ S/cm 以上) を示していることが認められる。

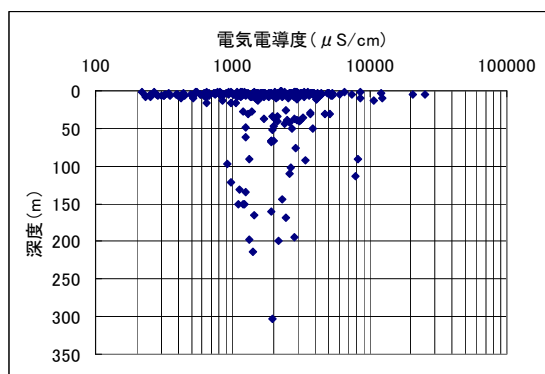


図 2-9 井戸深度と電気伝導度の関係
(アリ・サビエ州)

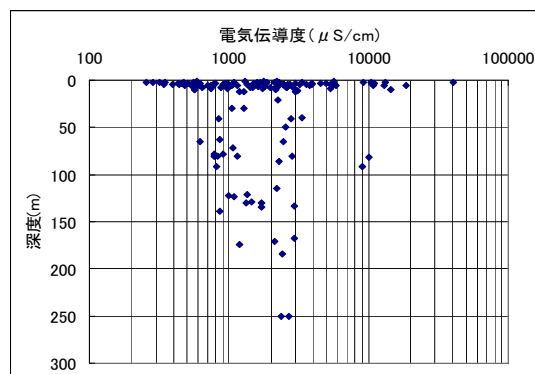


図 2-10 井戸深度と電気伝導度の関係
(ディキル州)

WHO のガイドラインには、電気伝導度による規制はないものの、対象地域では塩分濃度が高いことを示しており、今後の地下水開発時にも、WHO ガイドラインの塩分濃度の規制値を超える高い地下水が開発される可能性があることは留意すべき点である。

実際には、水局は、塩分濃度が高くても飲料用に供与しており、塩分濃度については WHO ガイドラインの基準値ではなく、「電気伝導度が 3000 μ S/cm を超えないこと」を一つの目安にしている。

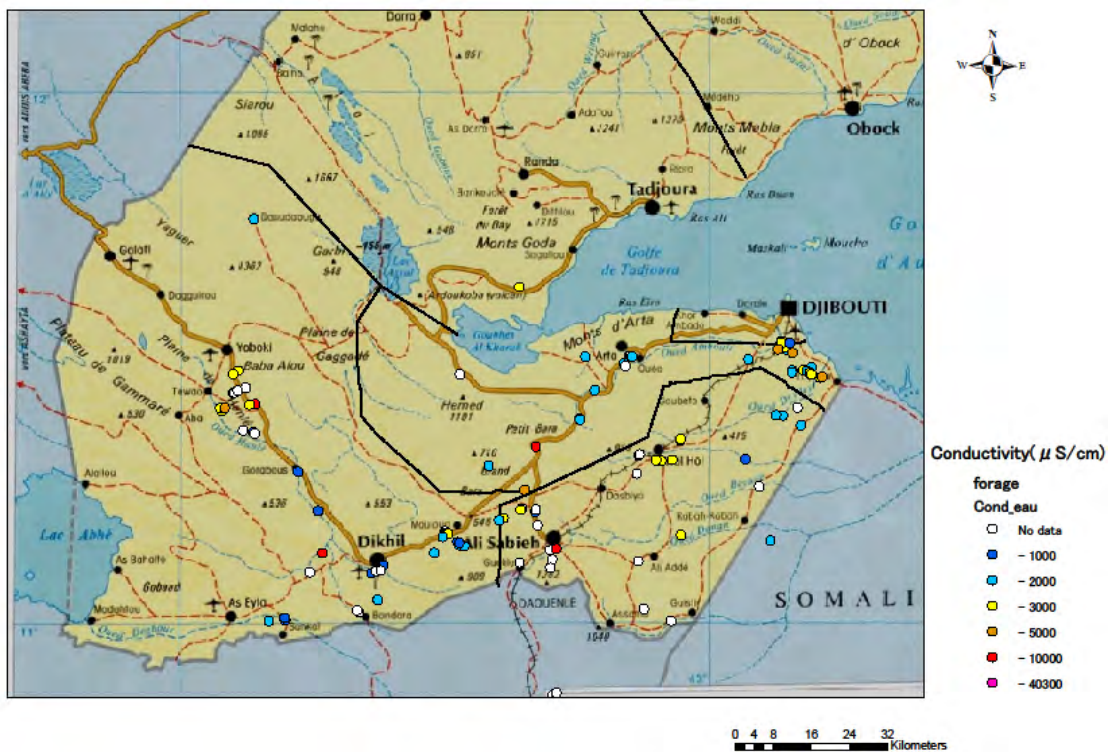


図 2-11 深井戸から採取された地下水の電気伝導度分布

図 2-11 には、深井戸から採取された地下水の電気伝導度の分布を示す。同図によると、電気伝導度の分布には、地域性が認められる。

したがって、地下水を開発する場合には、水質を考慮した帯水層区分や地域性を検討する必要がある。

2-6 ジブチの設計基準及び関連法制度の確認

ジブチ共和国では現在農業土木分野に係る設計基準は整備されておらず、必要によりフランス（または EU）の設計基準が準用されている。同様に関連する法律も整備されていない。そのため、地下水開発に関して、井戸および給水施設の設計基準は、PNSA（食糧安全プログラム）で記述されたものに準拠するのが望ましい。

この PNSA の設計基準は、平均深井戸揚水量が $30\text{m}^3/\text{時}$ で、リザーバーの容量が 300m^3 とされており、掘削孔径も 12 インチと、全体的に規模が大き目に設計されている。現実的でない部分も多く、実際のプロジェクトの実績では、予算や実際の揚水量に応じてその規模は縮小されている。本格調査にあたっては、サウジ開発基金で実施された既存のプロジェクトが参考になると考える。

一方、給水施設を計画する場合において必要な、一人当たりの必要な給水量や裨益人口についての明確な基準はない。ユニセフは、規格・基準がないことを懸念しており、水局に基準を作るように働きかけているが、深井戸建設に関するジブチ共和国内の基準作成は遅々として進まない。

2-7 環境関連情報

水資源開発に係る工事には、その規模に拘わらず全て環境影響評価調査が必要とされる（大型工事局課長への聞き取り）。また、当初の「表流水利用に関するマスタープラン作成のための調査」要請書にもその旨記載されている。

一方、水局長の聞き取り調査（質問表の返答）では、「村落給水のような小規模の施設では、環境影響評価調査は必要ない。また、必要とする法規はない。」との返事があった。同局長によると、「ため池」についても同様に、「環境影響評価調査は不要」との答えであった。

2-8 安全状況の確認

ジブチ国内の治安状況は比較的安定しており、都市部は比較的安全といえるが、最近の物価上昇に伴い市民の生活は苦しくなっており、物取り等の犯罪が懸念されている。

2008年4月にエリトリアとの国境でエリトリア軍が越境し、同6月には死傷者を伴う戦闘が発生している。エリトリアとの国境付近は不安定な状況となっており注意が必要とされる。

ところで、現地作業時に問題となる連絡体制であるが、携帯電話が都市部でしかつながらず、地方にいくと主要道路上にいてもつながらない場合が多い。そのため、現地作業時には衛星電話を携帯するなど、現地作業時には、常時連絡がとれるような対策が必要である。

第3章 地方給水の現状と課題

3-1 地方給水の現状と課題

3-1-1 既存の給水施設の視察調査結果

限られたサイトではあるが、実際に稼働中の現地を訪問した結果、既存の給水施設の現況と課題について以下に示した。

訪問地は、CHABELLEI（シャベリ）、HINDI（ヒンディ）、HOLHOL（ホロール）、PK20 である。訪問地点の位置を図 3-1 に示した。

(1) CHABELLEI（シャベリ）

現況

CHABELLEI は、DJIBOUTI（ジブチ）市から HOLHOL、ALI SABIEH（アリ・サビエ）市を結ぶ道路 PK19km 付近に位置する。

本地区の給水施設は、AMBOULI ワジの支流 BOULLE ワジ右岸の河床より約 2m 高位に位置している。裨益人口は 300 人程度であるが、その中には遊牧民がふくまれているので、生活パターンから裨益人口は恒常的に変動する。

太陽光発電システムにより揚水され、25m³ 程度の大きさの給水用のリザーバー（コンクリート製の地上型貯水槽）に貯水される。CHEBELLE には、25m³ 程度の規模のリザーバーが 3 箇所を設置されている。これら給水施設のメンテナンスは、州の水課が実施する。揚水施設の警備員の費用も州が負担している。ここでの電気電導度は、1700 μ S/cm で水温 46°C、pH=7.4 であった。

同行した水局のカミル課長によると、「フランスの FORACO が 3 年前に既存給水システムに太陽光発電システムを設置したものである。この太陽光発電システムは、初期投資のコストは高いが、一度設置してしまえばメンテナンスフリーである。盗難は一度発生している。しかし、揚水をとめたところ、村人が太陽光電池のパネルの必要性と公共性を痛感し、太陽電池パネルがもどってきたこともある。盗難は一度でだけである。」とのことであった。

水利用状況については、水をくみにきた女性からの聞きとり調査では、「1 日 3 回取水し、家庭まで運搬する。水汲みは主に女性の仕事である。」とのことであった。

課題

現在、裨益人口が 300 人程度で、太陽光発電システムでの揚水井戸であることを考えると、少ない人口に対しての費用対効果の妥当性は見られない。また、住民の水利用費は無料であり、故障の修理は州の担当者が修理する。現行システムでは、修理が順番待ちになるなど、効率的な運営にはつながっていない。

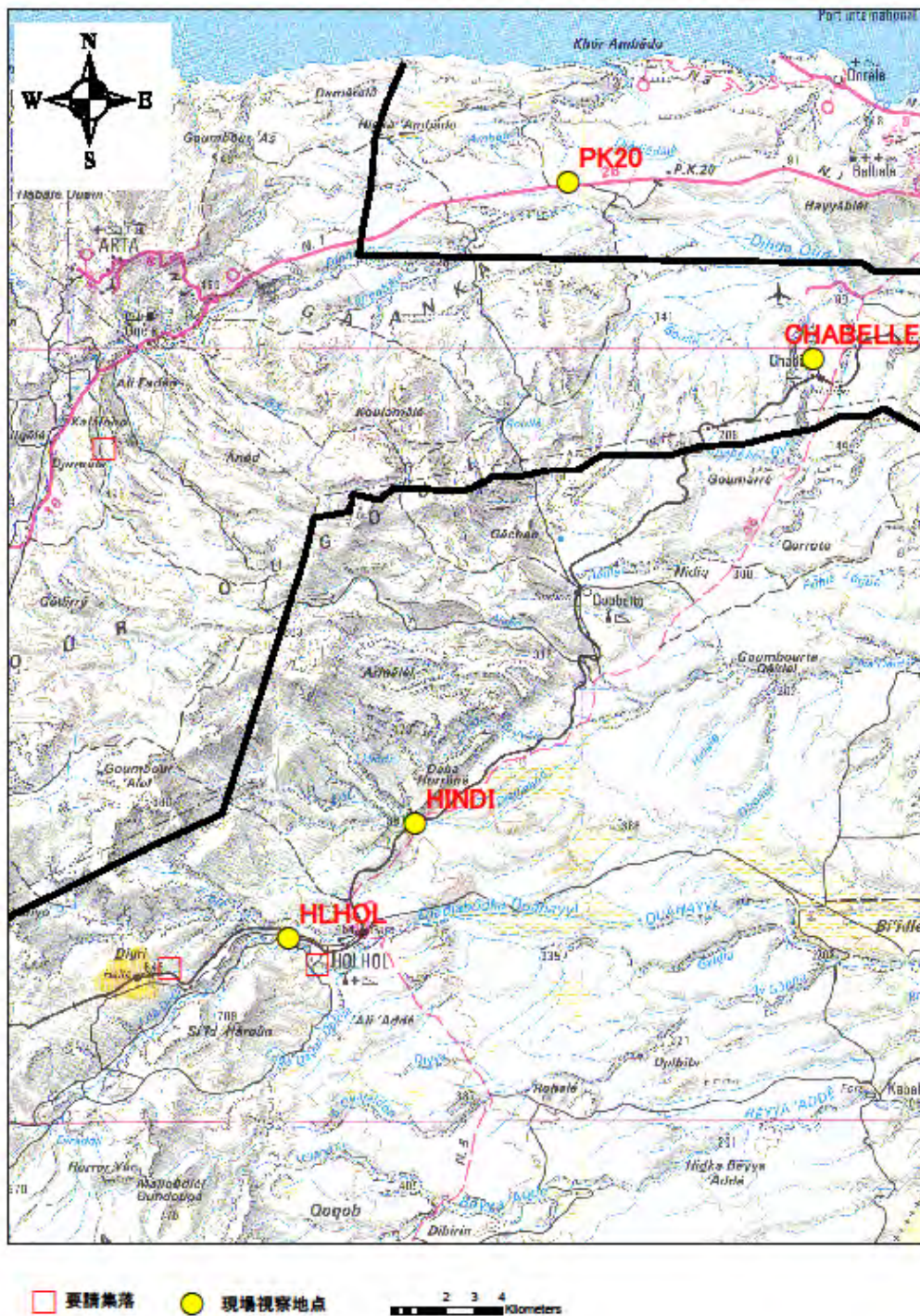


図 3-1 既存の井戸の訪問地点 (CHABELLEI,HINDI,HOLHOL,PK20)

また、揚水量がだんだん減っているとの報告があったが、供給量や水位の記録がないので裏づけはとれなかった。流量計は取り付けがあるので、水源保全の立場から早急な流量の記録付けの実施が必要である。

(2) HINDI (ヒンディ)

現況

HINDI 給水サイトは、ジブチ市と HOLHOL、アリ・サビエ市を結ぶ道路の PK37km 付近にある。西側には山が見られ、井戸は、DEY-DEY ワジ左岸に位置する。遊牧民の移動経路にあって、重要な給水箇所である。近隣にはまったく人家はなく、配管により 6-7km 離れた距離の HOLHOL に給水されている。

給水施設は、サウジアラビア開発基金の援助を得て、フランスの FORACO が 3 年前に既存の給水施設に太陽光発電システムを設置したものである。残念ながら、フランス製のインバーターが故障してから、稼動していない。そのため、現在はディーゼル発電による揚水を実施しているため、お金がかかる。部品は現在海外より取り寄せている最中であるが、輸入品なので時間がかかる。

水汲みに来た人からの聞き取り調査では、1 日 3 回、給水ポイントで取水し、それを 5km ほど離れた家庭に運搬する。

水質については、電導度が $3,900 \mu\text{S/cm}$ 、水が 47°C で、pH は 7.6 であった。

課題

太陽光発電システムを導入したサイトであるが、インバーターが故障してシステム全体が稼動できなくなったため、現在は元あったディーゼル発電で HOLHOL に給水している。これは、太陽光発電システムのスペアパーツは、輸入品であるので調達がむずかしく、事前に準備されていないことによる。

また、この地区においても、揚水量や水位のデータがモニターされておらず、水源保全の立場から早急な流量のモニタリングの実施が必要である。

(3) HOLHOL (ホロール)

現状

HOLHOL (ホロール) 給水サイトは、ジブチ市とアリ・サビエを結ぶ道路 PK41km 付近に位置し、溶岩台地を下刻して形成された IDULE ワジに位置する。ワジは川幅が 60-200m で河床は砂礫が堆積している。この堆積物の比較的透水性の高い層が帯水層である。深度 30m の井戸がふとんかごで覆われて設置されている。

現在の井戸に隣接する旧揚水井は猿の水飲み場になってから、水質が悪化したため、給水利用ができなくなったので、新規に井戸を掘った経緯がある。

ポンプ揚水により左岸斜面をほぼ直に送水管と電線管が設置されている。台地上にはディーゼル発電機とリザーバーが設置されている。

深井戸からの揚水は夜間にのみ実施され、重力で HOLHOL の集落へ配水されている。

課題

HOLHOL (ホロール) の旧揚水井は、猿に汚染されたので廃井となった。前述の HINDI では、人が家畜と同じバケツで水を飲んでいる状況が見受けられた。給水施設には、家畜の水のみ場

が設置されており、家畜と人の飲み場を分けることを徹底するなど、衛生教育の啓発活動を実施する必要があると考えた。

(4) PK20

現状

ジブチ市からアルタ州にむかう国道1号線沿いにある。約20km地点にある緩斜面の土漠に、2003年に我が国の無償資金協力で施工された深井戸がある。この深井戸はジブチ市都市給水用井戸でONEAD（上下水道公社）の管轄化におかれている。施設は井戸小屋内に深井戸、商用電力配電盤、制御盤等が配置されている。PK20は良好な水質のため、以前は20井ほどが点在していたが、近年は4井に減った。開発当初から水量はすくなく（10m³/時以下）、水位低下が進み民間会社に払い下げられたとのことである。民間会社はこの地区に大規模な圃場を開発しつつある。

課題

水位低下で揚水井戸の本数が減少している。他のサイトの既存井戸でも揚水量の低下が報告されており、井戸の適正揚水の評価については留意する必要がある。

3-1-2 削井現場の視察

現況

上下水道公社の井戸改修工事（井戸の掘り替え）のための掘削現場を訪問した。

掘削地点は、アリ・サビエ州の郊外のアリ・サビエワジ沿いで、MAEM-RHがRB-50トラック搭載タイプ掘削機を用いて削井を実施していた。訪問時は、掘削作業は終了したばかりで、今後エアリーフトによる弁戸洗浄、井戸仕上げが実施される予定であった。掘止め深度は81mであった。

掘削チームは8名からなり、キューバ人アドバイザーが立ち会っていた。機材は上述の掘削機、2台のコンプレッサー（Ingersoland社製）、給水車、トラックの構成である。掘削方法は表土、河川堆積物、風化層よりなる深度6mまではロータリー式泥水掘で、それ以降の石灰岩や玄武岩層はDTH（ダウンザホール）工法により掘削した。ただし、孔壁の安定性を保つため、かなり多量のベントナイトを投入している。

ONEADから派遣されているボーリング管理者への聞き取りでは、出水状況から有孔質石灰岩と割れ目の多い玄武岩が帯水層をなしている。70～80リットル/分程度の能力は期待されるとのことである。また、地質が単純で難易度が低く、問題なく削井できたとのことであった。

課題

使用掘削機は、800mも掘削できるトラック搭載タイプの掘削機のため、やや大型で、アクセスが難しい地域での適用には課題がある。

掘削中は、孔内のジャーミング（ドリルパイプが孔壁の崩れにより作動しない状態）を懸念して、必要量以上のベントナイトを投入しており、大量の泡立ちが予想される。また、透水層もベントナイトで遮断されていることから、効果的な揚水ができないことも予想することから、エアリーフトによる孔内洗浄は十分に時間かけて実施することが必要である。

加えて、前述したように、スペアパーツの備えが十分ではないので、予備の部品がなくなるとその部品の輸入待ちのため、工事がストップすると聞いている。効率的な運営のためには、掘削資機材についての在庫管理も必要である。

3-1-3 既存の給水施設の課題

既存の給水施設の現状をまとめると以下のようになる。

① 少ない裨益人口

例えば、CHABELLEI（シャベリ）のように、ジブチ市に近い集落でも、裨益人口が 300 人程度で、太陽光発電システムでの揚水井戸であることを考えると、少ない人口に対しての費用対効果の妥当性は見られない。

② 集落内で維持管理組織の不備

住民の水利用費は無料であり、故障の修理は州の担当者が修理する。現行システムでは、修理が順番待ちになるなど、住民の経済的自立や効率的な運営にはつながっていない。

③ 非衛生的な水利用

家庭用飲料水と家畜用飲料水の飲み場が分けられているものの、同じバケツで飲んでいる現状を考えると、衛生教育の徹底も求められる。

④ 地下資源としての地下水管理の欠如

現地では、揚水量がだんだん減っているとの報告があったが、実際には、供給量や水位の記録がないので裏づけはとれなかった。水源保全の立場から早急な流量や水位のモニタリングの実施が必要である。

⑤ 掘削資材システムの不備

掘削は、スペアパーツの備えが十分ではないので、予備の部品がなくなるとその部品の輸入待ちのため、工事がストップする。そのため、掘削の資機材の在庫管理は重要であるが重要性の認識があまく、同じ様な問題を繰り返している。

3-2 要請集落の現況

3-2-1 要請集落

ジブチ共和国側の要請集落は、以下のとおりである。

要請集落を表 3-2 にまとめ、図 3-2 にその位置図を示した。

これらの要請集落は、基本的には、PNSA（食糧安全プログラム）の 1 年目の計画から抜粋されたものであるが、一部、サウジアラビア開発基金・アブダビ基金により掘削されたものと掘削予定のあるものは削除されている（本章 3-3 他ドナーの動向参照）。また、一部は、各州の知事の要請を考慮し、PNSA から一部変更されたものもある。

PNSA の 1 年目に実施する予定の比較的水需要が多い箇所であること、また、州の要請も考慮したものであることから、ジブチ共和国国内では、比較的、水の需要の多い地域が要請地域として選定されたと判断できる。

表 3-1 要請集落一覧

州	番号	地区	要請集落	井戸タイプ	要請井戸本数	優先順位		
						高	中	低
ディキル (DIKHIL)	(1)	YOBOKI	HANLE	浅井戸	1	1		
	(2)	YOBOKI	DAGUIRO	深井戸	1	1		
	(3)	YOBOKI	GAALI HATAYATA	深井戸	1	1		
	(4)	AS-EYLA	KOUTA BOUYA	深井戸	1	1		
	(5)	AS-EYLA	SANKAL	深井戸	1			1
	(6)	AS-EYLA	AS-EYLA	深井戸	1	1		
	(7)	MOULOUD	BLAN BALE	深井戸	1	1		
アリ・サビエ (ALI-SABIEH)	(1)	GUELILE	GUELILE	深井戸	1			1
	(2)	MIDGAN	MIDGAN	深井戸	1			1
	(3)	ALI-ADDE	ALI-ADDE	浅井戸	2			1
	(4)	HOLHOL	DOUREH	浅井戸	2			1
	(5)	HOLHOL	DIKKRI	深井戸	1			1
	(6)	HAMBOUCTA	HAMBOUCTA	深井戸	1			1
	(7)	ASSAMO	ASSAMO	浅井戸	1			1
	(8)	DEU SSUGOUND MORE	DEU SSUGOUND MORE	浅井戸	1			1
アルタ (ARTA)	(1)		PETIT BARA	深井戸	1			1
	(2)		HILBAHEY	深井戸	1			1
	(3)		PK30	深井戸	1			1

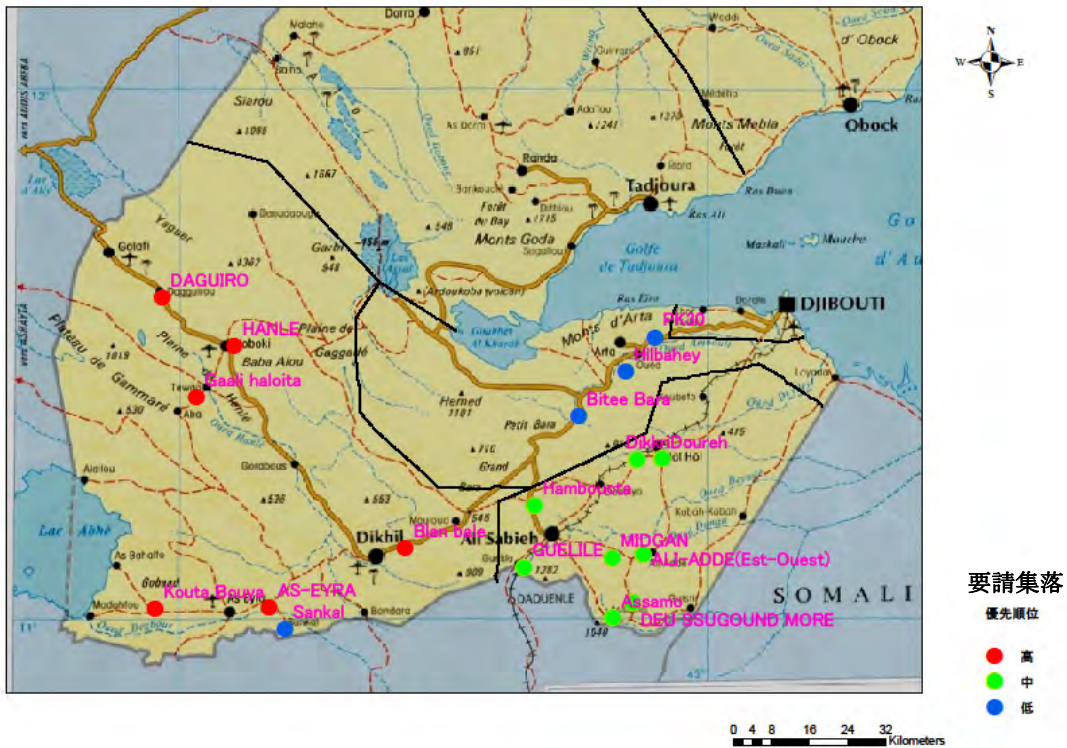


図 3-2 要請集落分布図

3-2-2 要請集落の現況

3-2-2-1 ディキル州

ディキル州は、ジブチ共和国の南西側にある州である。州都は、DHIKIL（ディキル）市である。他の主要都市はAS-EYLA（アスエラ）、YOBOKI（ヨボキ）がある。ディキル州にはABE（アベ）湖があり、この湖はエチオピアと共有している。

ディキル市はONEAD（上下水道公社）が管理し、各戸給水であるが、他の集落は、MAEM-RHの管理となり、リザーバー（貯水槽）に貯水された水から取水している。

図 3-3 にディキル州の既存の井戸の分布と要請集落の分布を示す。同図によると、既存の井戸は、HANLE（ハンレ）流域の道路沿いに分布している。また、要請集落は、既存の深井戸がないところから要請されているのが把握された。

要請村落は、以下の HANLE（ハンレ）流域、GODBAAD（ゴバッド）流域、MOULLOUD（モウロウド）流域から選定されている。

- ① HANLE、GAALIHATAYATA、DAGUIRO の 3 集落は、HANLE（ハンレ）流域
- ② KOUTA BOUYA、AS-EYLA、SANKAL の 3 集落は、GODBAAD（ゴバッド）流域
- ③ BLAN BALE は、MOULLOUD（モウロウド）流域

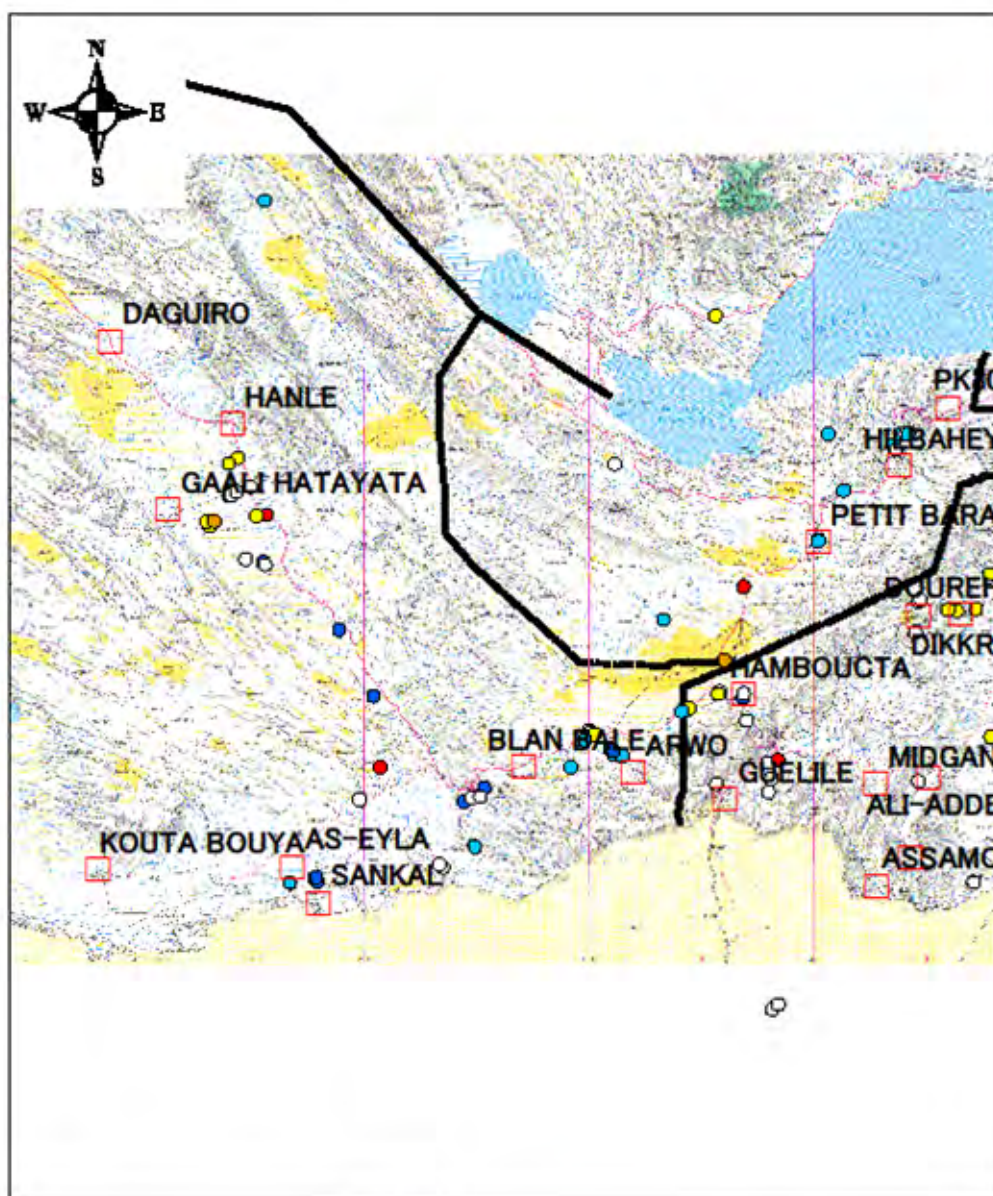


図 3-3 既存の井戸の分布と要請集落（ディキル州）

要請集落の状況を以下にまとめた。

(1) HANLE

HANLE は、HANLE (ハンレ) ワジに流れる支流 ARHO DAAN ワジの近くにある集落。近くには、ディキル州の主要な集落の1つである YOBOKI がある。ワジ沿いの3つほどの掘り抜き井戸があり、ワジを埋める新期堆積物の比較的透水性が高い箇所から取水している。要請時の井戸タイプも浅井戸なので、同じ帯水層で地下水開発となる。降雨が少ない夏季は、地下水は枯渇する。実際現地訪問時も枯渇していた。そのため、住民は、井戸が枯渇すると 1-1.5km ほど離れた YOBOKI の給水タンクから取水している。

住民は、一部は定住しているが、若い男性は遊牧民の生活をしている。実際には 50 世帯ほどが定住している。聞き取り調査では、「ワジ沿いの浅井戸は、周辺の深井戸よりも水質がよいので、現在の浅井戸に水がある季節では、裨益人口が 1,000 世帯ほどいる。」とのことであった。

課題

HANLE 地区では、夏は枯渇するものの 1.0-1.5km は離れた場所に給水施設があるので、他地域と比較すると、水のアクセスが遮断されているわけではない。そのため、新規の給水施設設置の必要性は検討すべき課題である。また、インベントリー調査結果から判断すると、YOBOKI 周辺の深井戸の水の電導度が $2,000 \mu S/cm$ 以上と高いことから、周辺深井戸の水質に留意しながら、地下水開発を進める必要がある。

(2) DAGUIRO

HANLE (ハンレ) 流域の上流部で、小さいワジが集まり小さい湿地帯となっている。地表に塩が集積している。一部は、周辺の山からの伏流水が集まって湧水している。

調査に同行した水局カミル課長(以下カミル氏)の説明では、「湧水は塩分が多く飲料用には適さないので、家畜用飲み水とされている。」とのことであった。しかし、実際に電気伝導度は $1840 \mu S/cm$ なので、湧水そのものは飲料的に適している可能性はある。

要請地点には民家はない。裨益対象となるのは幹線道路沿いの村々で、実際 100 軒ほどのテントがあった。この幹線沿いの集落は、州が給水車により飲料水を配っているが、燃料費がかさむので、州も井戸の開発を望んでいる。ところが給水車の燃料費はユニセフの援助でまかなっているが、ユニセフの援助は 2012 年までの計画でその後の予定は未定である。

写真-1 に塩が集積した湿地の状況写真を、写真-2 に湧水状況の写真を示した。

課題

要請地周辺には定住民がいないので、道路沿いの定住民や周辺の遊牧民の人口を把握して、計画年次裨益人口を見積もる必要がある。

また、周辺の地質情報が乏しいので、既存文献調査、電気探査等を実施して、地下水開発の可能性が高い箇所を調査する必要がある。



写真-1 塩が集積した湿地



写真-2 湧水状況

(3) GAALI HATAYATA

HANLE（ハンレ）流域の支流の上流側である。掘削地点では、山からの涵養水が期待できるが、涵養域は小さく大量の揚水は期待できそうにないので、リニアメント等の裂隙帯を探す必要がある。

掘削要請地点には定住民は全くいない。約 3km 下流に集落がある。その集落は、学校があり一部の遊牧民が生活している。この集落は、裨益対象村落の 1 つになるが、全部で 20 軒ほどの規模が小さい集落であった。

ところで、この集落には浅井戸がある。カミル氏によると、「井戸水を飲むと一部の人に下痢の症状が見られる。また、その水を使って料理をすると青く変色する。実際に調査・研究所で地下水の検査をしたものの、特に問題となるものは見つかっていない。」とのことであった。

写真-3 に 3km ほど下流にある集落の状況写真を示した。



写真-3 3km ほど下流にある集落（裨益集落の 1 つ）

課題

要請地には定住民がいない。下流の集落など、対象となる周辺集落の人口を把握するとともに、周辺の遊牧民の数を把握し、計画年次裨益人口を見積もる必要がある。

また、周辺の地質情報が乏しいので、既存文献調査、電気探査等を実施して、地下水開発の可能性が高い箇所を調査する必要がある。

加えて、水因性疾患が出ているが、調査・研究所では原因を特定できていない。分析した項目が不足していた可能性があり、再度の詳細な水質分析が必要である。

(4) KOUTA BOUYA

GODBAAD (ゴバッド) 流域の GUELEOUA ワジの中流域にある集落である。早魃の調査報告書 (ディキル州) によると、KOUTA BOUYA では、早魃は進行しており、深井戸開発が必要とされている。

人口は、2,000 人程度。男女比率は 2:3。男性は主に家畜とともに遊牧生活をしている。女性および子供は村に残っている。深さ 3m ほどの堀り抜き井戸から水をくみ上げ、粉ミルク缶で取水している。その水は、 $610 \mu\text{S/cm}$ の水で比較的水質はよさそうである。夏季は水位が下がり井戸を掘り増しするものの、十分な水の確保は難しい。水汲みの仕事は主に女性で 1 回に 10 リットル缶、3 本を運ぶ。1 日 4 回なので、120 リットル/日となる。5-6 人の家族では一人あたり、20-24 リットル/日と計算される。これは家族の飲料用で、ヤギ・牛の飲み水は水のみ場まで連れて行って飲ませる。現地には、家畜用の水飲み場は設置されてはいなかった。

聞き取り調査では、「水の確保」とともに、「収入向上」についても要望があったが、農業省の政策として農業用水の確保ができた時点で「農業の指導」を実施することは可能である。学校はあるが、文具等・就学に必要なお金がなく、子供は 800 人ほどいるが、就学率は低い。

この集落の周辺には 4 つの浅井戸があった。カミル氏によると 2-3m 程度掘削した場合には、水質に問題がないが、5m を越えると塩水化した地下水が取水される。

KOUTA BOUYA 周辺の浅井戸を確認したが、すべての井戸の水位は低く井戸の底に地下水が少しだけたまっていた。電気伝導度については、1 箇所だけで電導度が $2,000 \mu\text{S/cm}$ をこえていた。

表 3-2 浅井戸の電気伝導度 (KOUTA BOUYA)

番号	経度	緯度	水位 (m)	電気伝導度	井戸タイプ
1	41.9555	11.01833	3.7	$610 \mu\text{S/cm}$	浅井戸
2	41.955	11.01717	4.83	$877 \mu\text{S/cm}$	浅井戸
3	41.975	11.01783	5.85	$2000 \mu\text{S/cm}$ 以上	浅井戸
4	42.047	11.0135	5.4	$1118 \mu\text{S/cm}$	浅井戸

課題

この集落では、5m ほど掘削すると地下水が塩水化している可能性もあることから、浅部の一部の帯水層は、塩水化している可能性があることに留意する必要がある。表 3-2 に示す電気伝導度の測定結果でも、3 番の井戸が比較的高い電気伝導度の値を示した。

また、周辺の地質情報が乏しいので、既存文献調査、電気探査等を実施して、地下水開発の可能性が高い箇所を調査する必要がある。



写真-4 井戸の底に溜まった地下水



写真-5 井戸取水状況

(5) SANKAL

SANKAL (サンカル) は、GODBAAD (ゴバッド) 流域の支流の上流部に位置する。集落内には、フランス時代に掘削された井戸があるが、井戸が汚染されたので、掘り抜き井戸から取水している。訪問したときは、乾季で水が枯渇した状態である (写真-6)。井戸水の電気伝導度は $310 \mu \text{ S/cm}$ であった。

集落は、1,000 戸ほどの住宅があったが、ヤギ等の家畜の数は極端に少なかった。



写真-6 枯れ果てた井戸

水が枯渇しながらも多くの住民がいるのは、WFP (国連世界食料計画) からの食料の配給が各月末にあるからと考えられる。早魃の調査報告書 (ディキル州) でも、早魃は進行しており、深井戸開発が必要とされている。ディキル州知事からも強い要望があった集落の 1 つである。

課題

この集落の住民のほとんどは難民と考えられる。そのため、人口が多いのは一時的である可能性が高く、計画年次の裨益人口算出には、このような村落状況に留意が必要である。

また、本集落ではサウジアラビア開発基金で 2 箇所深井戸が掘削され、いずれも失敗していることから、比較的亀裂の少ない岩盤が広く分布している可能性があり、地下水の有望開発地点を探すことが難しいことも留意する必要がある。

(6) AS-EYLA

AS-EYLA へ給水のため、OGARSSALE DARA 集落での深井戸開発が要請された。この OGARSSALE は、GODBAAD (ゴバッド) ワジの上流の右岸側にあり、AS-EYLA から 8km 東にはなれた高台にある。30 世帯ほどの集落である。この集落の飲料水ばかりでなく、人口約 3,000 人の町である AS-EYLA への地方給水源としても深井戸を開発したいとジブチ共和国側は考えている。AS-EYLA は、国道 6 号線沿いでは大きな町である。

AS-EYLA への給水は現在、ゴバッドワジの左岸側に給水源があり、そこから配管され供給さ

れている。この配管がゴバッドワジを横切るため洪水のたびにダメージを受けるため、修復する必要がある。そのため、町と同じゴバッドワジの左岸側に給水源を設けたいので、新規に深井戸を掘削したいとの要請であった。

課題

この集落は、30軒ほどの人家がある小さい村である。遊牧民の正確な人数もわからないので、計画年次の裨益人口をいかに見積もるかが課題である。

また、AS-EYLA への距離が 8km にあるが、配管の要請はなく、配管工事・およびメンテナンスをジブチ共和国で実施するかどうか再確認が必要である。

また、深井戸については、亀裂を探すなどの地質調査が必要である。

(7) BALAMBELLEI

掘削を要請された地点は、MOULOUD ワジの中流部にあたり、南から流れる支流に位置する。また、MOULOUD ワジは、GRAND BARA に流れる。地形的に水が集まりやすく、流域全体の中流域なので、塩分の集積も少ないと考える。カウンターパートのカミル氏の説明では、電気伝導度は、1000-1500 μ S/cm 程度である。



写真-7 BSLAM BELLIE 状況

現在は、集落はなく人も家畜もない状態である。水局からの要請理由は、「周辺の遊牧民の水のアクセスがよくなること」、「現在、不足している DHIKIL 市の都市給水に余剰分をまわすことが可能であること」の2つである。

課題

この地点の課題は、大きく2つある。1つは、要請地周辺には定住民がいないことである。そのため、周辺の遊牧民の人口を把握して、計画年次裨益人口を見積もる必要がある。

2つ目は、新規に削井された井戸が、ディキル市への都市給水用に適用した場合には、管轄が ONEAD になるので、水局が ONEAD に払い下げることになる。地方給水から都市給水に目的が変わることと、管轄が変わることには留意する必要がある。

3-2-2-2 アリ・サビエ (ALI-SABIEH)

アリ・サビエ州は、ジブチ共和国の南側にある州である。州都は、アリ・サビエ市 (ALI-SABIEH) である。他の主要都市は HOLHOL (ホロール) がある。

アリ・サビエ市は ONEAD (上下水道公社) が管理し各戸給水であるが、他の集落は、MAEM-RH の管理となり、リザーバー (貯水槽) に貯水された水から取水している。

図 3-4 にアリ・サビエ州の既存の井戸の分布と要請集落の分布を示す。同図によると、既存の井戸は、WAHAYYI (ワハイ) 流域や BEYYA ADAY (ベッヤアディ) 流域に分布している。また、要請集落は、既存の深井戸がないところから要請されている。

要請村落は、以下の WAHAYYI (ワハイ) 流域や BEYYA ADAY (ベッヤアディ) 流域、その他の流域から選定されている。

- ① GUELILE、MIDGAN、ALI-ADDE の3集落は、BEYYA ADAY (ベッヤアディ) 流域
- ② DIKKIN、HOLHOL は、WAHAYYI (ワハイ) 流域
- ③ ASSAMO、DEU SSUGOUNDMORE、HAMBOUCTA の3集落はその他流域

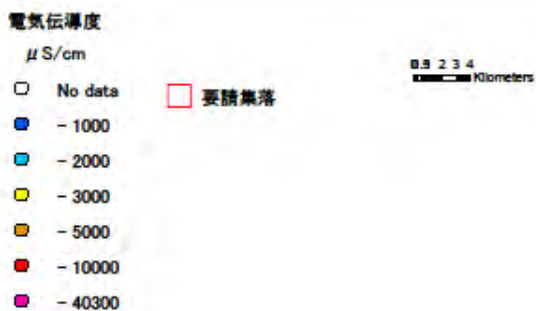
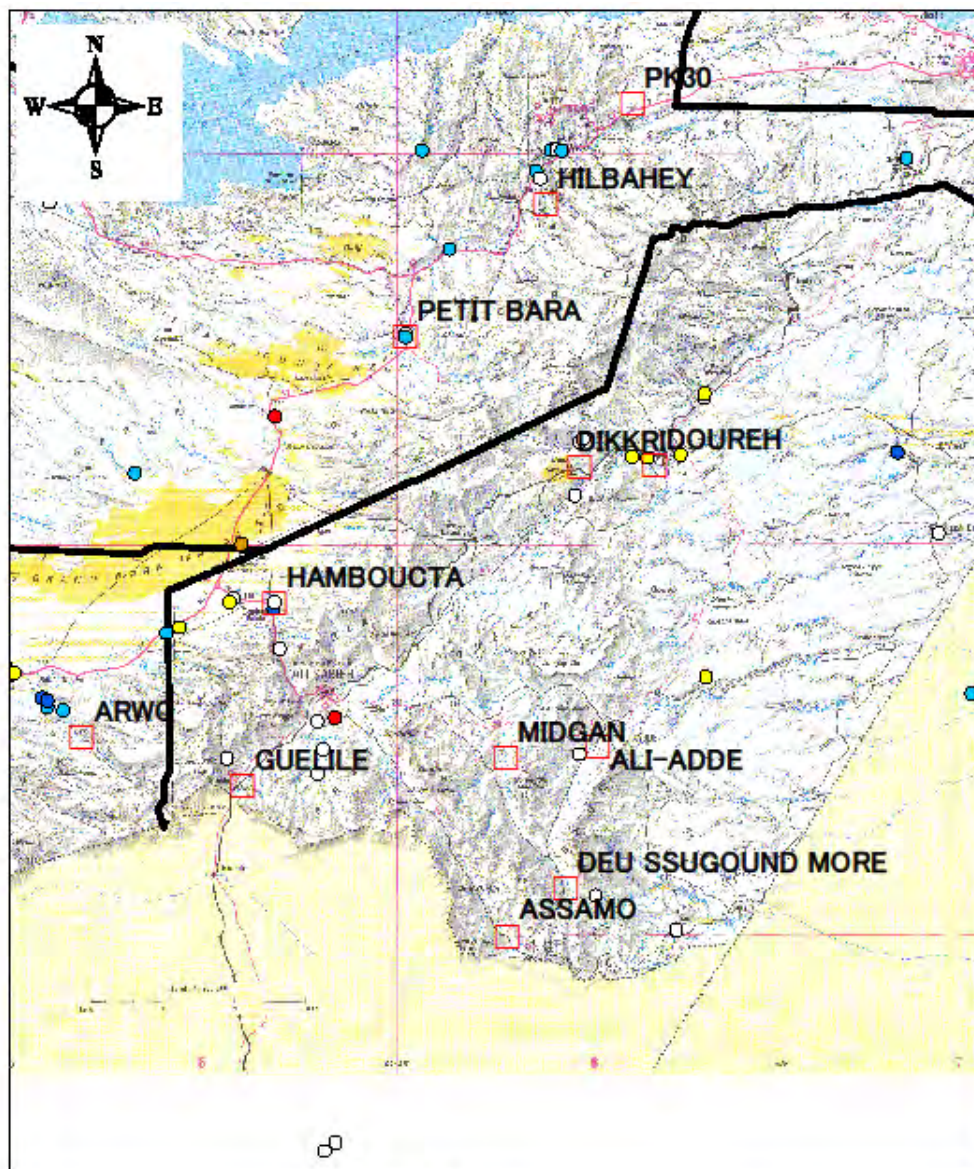


図 3-4 既存の井戸の分布と要請集落 (アリサビエ州)

(1) GUELILE

BEYYAADAY (ベッヤアディ) 流域上流、ALI SABIEH (アリ・サビエ) ワジの上流で、エチオピア国境にある集落である。ワジ沿いに3箇所の浅井戸があり、ワジに堆積した新期堆積物の砂・礫の比較的透水性の高い箇所が帯水層である。渇水期には井戸水が枯渇し、現地調査時にも井戸水は枯渇していた。(写真-8)



写真-8 枯渇した井戸

ワジ沿いの井戸の電気伝導度は、400~790 μ S/cm であった。

この集落での地下水開発については、州知事の要請が強く、水局では要請を追加した集落である。定住民がほとんどで、農業・牧畜ではなく貿易等の商業で生計を立てている。

課題

この集落では、裨益人口も多く渇水期も水に貧窮しているため、事業の妥当性はあると判断される。しかし、深井戸の水質の情報がなく、また、アリ・サビエの塩水化した井戸の上流部にあたることから、塩分濃度の高い地下水の開発になる可能性には留意する必要がある。

(2) MIDGAN

ABESSALE ワジ沿いの地下水開発要請集落。ワジ沿いには、掘り抜き井戸が3箇所ほどあり、ワジに堆積した新期堆積物の砂・礫の比較的透水性の高い箇所が帯水層である(写真-9)。現地調査時には、井戸水は枯渇していた。浅井戸の電気伝導度は、435 μ S/cm であった。

現地には集落はなく、定住民はいなかった。カミル氏によると、100-150人程度の遊牧民が、時間を決めて1日に2回取水に来る。周辺にいる遊牧民向けの井戸開発となる。アリ・サビエ市への帰任途中で、5個ほどの一塊のテントを見たが、このような小さい遊牧民のグループが周辺にいくつかあるものと考えられる。

課題

要請地には定住民がない。周辺の遊牧民の数を把握し、計画年次裨益人口を見積もる必要がある。また、周辺の地質情報が乏しいので、既存文献調査、電気探査等を実施して、地下水開発の可能性が高い箇所を調査する必要がある。



写真-9 ワジの状況 このワジ沿いに手掘り井戸が3箇所ある。

(3) ALI-ADDE

BEYYA ADAY (ベッヤアディ) 流域中流、MIDGAN ワジ沿いの集落。ワジ沿いには、掘り抜き井戸があり、ワジに堆積した新期堆積物の砂・礫の比較的透水性の高い箇所が帯水層である。ワジ沿いの浅井戸の電気伝導度は、 $710 \mu\text{S/cm}$ であった。

この集落は、エチオピアとソマリア難民キャンプである (写真-10)。ジブチ人の集落はその中の 50 世帯ほどで他はキャンプの居住者。難民は 1000 人を軽く超える。難民は WFP などの国際機関で援助され、飲料水、食料は困らないが、ジブチ人には援助がない。

そのため、水局では、ジブチ人を対象にした地下水開発を要請した。

課題

この集落の住民のほとんどは難民と考えられる。そのため、人口が多いのは一時的である可能性が高く、計画年次の裨益人口算出には、このような村落状況に留意が必要である。

また、地質情報、地下水の水質状況の情報が乏しいので、既存文献調査、電気探査、水質分析等を実施して、地下水開発の可能性が高い箇所を探す必要がある。



写真-10 ALI-ADDE 村の遠景

(4) HOLHOL (ホロール)

HOLHOL で要請された掘削地点は、WAHAYYI (ワハイ) ワジの中流域の DJADJDOUSKA OUAHAYYI ワジ沿いの河床である (写真-11)。ワジ沿いには、掘り抜き井戸があり、ワジに堆

積した新期堆積物の砂・礫の比較的透水性の高い箇所が帯水層である。

HOLHOL の給水状況は、近くの浅井戸と、HINDI や 6-7km はなれた深井戸から配管された給水施設で取水している。

Poste での聞き取り調査によると、HOLHOL 市街の人口は、2,000 人ほどで、男女比率は、3:2 である。ほとんどが定住民であるが、遊牧民もいる。

各戸給水ではなく、住民は給水施設に水を汲みに行く。住民が給水施設に集中しないように、地区（セクター）ごとに取水時間を決めて交代で取水している。

学校は小学校が 1 校、中学校が 1 校あり、深井戸（HINDI）から水を配管している。クリニックは 1 つあり、水が不足することもある。その場合には、浅井戸から補完する。

ほかの集落と比較すると、水のアクセス条件は良いと判断できるが、水局では、一人当たりの水使用量の目標値である 50ℓ/日 の供給が達成されていないので、新規の井戸掘削を要請したとのことであった。

課題

この集落では、深井戸から配管されており、渇水期も住民が飲料水へのアクセスは保障されている。渇水期で水に苦労しているほか集落と比べると比較的恵まれており、この集落では、地下水開発の妥当性を再度確認する必要がある。

(5) DIKKRI

DIKKRI は、WAHAYYI（ワハイ）流域中流、IDLE DJIDI ワジ沿いの砂岩側の高原部にある。この高原では、カミル氏の説明によると、DIKKRI 高原の窪地には、雨季には水がたまるので、流出部を堰き止め、ため池を建設したところ、4 ヶ月ほど天水がたまっただけであった。掘削候補地点には住宅はなく、人も 10 人ほどしかいなかった。

課題

要請地には定住民がいない。周辺の遊牧民の数を把握し、計画年次裨益人口を見積もる必要がある。また、周辺の地質情報が乏しく、かつ、高原部よりもワジのほうが水も集まりやすいので、既存文献調査、電気探査等を実施する



写真-11 掘削候補地点（HOLHOL）
木がまばらにあるのが OUAHAYYI ワジで、
要請された掘削地点はワジの河床



写真-12 DIKKRI の掘削候補地点周辺状況

場合には、より広範囲で、より可能性のある地下水開発場所の選定が必要である。

(6) HAMBOUCTA

HAMBOUCTA ワジの下流で、グランバラ (GRAND BARA) への合流点に位置する (写真-13)。

ここでは過去に中国の援助で深井戸が掘削されたが 80m でも地下水は取水できず、井戸は廃棄された。

現地には、家屋もなく、住民もいなかった。この場所には、近くに建設途中の学校があり、地下水を開発することで、遊牧民の定住化を図っているが、国・州の明文化された都市計画はない。そのため、具体的な遊牧民の定住化の目標数値などは水局からは示されなかった。



写真-13 HAMBOUCTA 地区の現在の状況

課題

要請地には定住民がいない。周辺の遊牧民の数を把握し、計画年次裨益人口を見積もる必要がある。

また、自然条件についても、中国の掘削で一度失敗している箇所であるので地下水開発は難しい箇所と考えられる。物理探査などを実施して、掘削前に岩盤の亀裂位置を調査する必要がある。

(7) ASSAMO

ASSAMO は、ソマリアに流れる HADADOU ワジのワジ沿いにある。ワジ沿いには、掘り抜き井戸があり、ワジに堆積した新期堆積物中の砂・礫層のような比較的透水性の高い地層が帯水層である。人口 3,000 人程度の集落で、上流側と下流側に集落が分かれている (写真-14)

この集落には、ジブチ共和国、第二の規模の農業組合があるので、農業のポテンシャルは高く、水局もワジ沿いの農地開発も期待している集落である。



写真-14 要請村落遠景

ワジ沿いの浅井戸の電気伝導度は、 $450 \mu \text{S/cm}$ であった。カミル氏からは、「3m ほどの掘り抜き井戸の水は塩辛くないが、井戸を 10-15m 掘削すると地下水は塩辛くなる。また、学校用に、最近アメリカの援助で掘削した深井戸の水は塩辛い。」との説明があった。

ところで、ASSAMO には、ユニセフの供与のハンドポンプ (AFRIDEV、インド製) があり、住民は使っていた。カミル氏より、「水局として、壊れる頻度が高くメンテナンスに手間がかか

るので、今後は太陽光発電システムによる自動揚水としたい。」と説明があった。

課題

具体的な調査結果は示されなかったものの、水局では、ASSAMO の深井戸は井戸水が塩辛いと考えている。掘削前には周辺井戸の水質状況を確認する必要がある。

また、周辺の地質情報が乏しいので、既存文献調査、電気探査等を実施して、より可能性のある地下水開発場所の選定が必要である。

(8) DEU SSUGOUND MORE

DEU SSUGOUND MORE は、DOUSSA ワジの上流にある。周辺には、3 箇所ほど浅井戸があるが、アクセスが難しく、井戸の状況は確認できなかった。カミル氏によると、それらの浅井戸は、遊牧民の飲料水用であるが、渇水期は枯渇する。

また、遊牧民は、周辺の山裏には遊牧民が住んでいるが、その人口は把握していない。

案内された地点は、周辺を山に囲まれた場所で、集落はなく、6 人ほどの移動中の遊牧民に出会った。



写真-15 DEU SSUGOUND MORE の現況

課題

要請地周辺には定住民がいないので、裨益される周辺の遊牧民の人口を把握し、計画裨益人口を見積もる必要がある。また、周辺の地質情報も乏しく、既存文献調査、電気探査等を実施して、地下水開発の可能性が高い箇所を調査する必要がある。

さらに、道路からワジ沿いまでの掘削機のアクセスは悪いので、アクセス道路の建設についても検討すべきである。

3-2-2-3 アルタ州

アルタ州は、ジブチ共和国の南部の州の1つでタジュラ湾沿いに位置する。ARTA（アルタ）市では、ONEAD（上下水道公社）が管理し各戸給水であるが、他の集落は、MAEM-RH の管理となり、リザーバー（貯水槽）に貯水された水から取水している。

図 3-5 にアルタ州の既存の井戸の分布と要請集落の分布を示す。同図によると、要請集落の PETIT BARA には既存の井戸があるが、HILBAHEY、PK30 にはない。

PETIT BARA、HILBAHEY、PK30 は OUEAH（オウエア）流域にある。また、この3つの要請集落は、知事からも水が枯渇している場所として推薦された場所と同じであった。

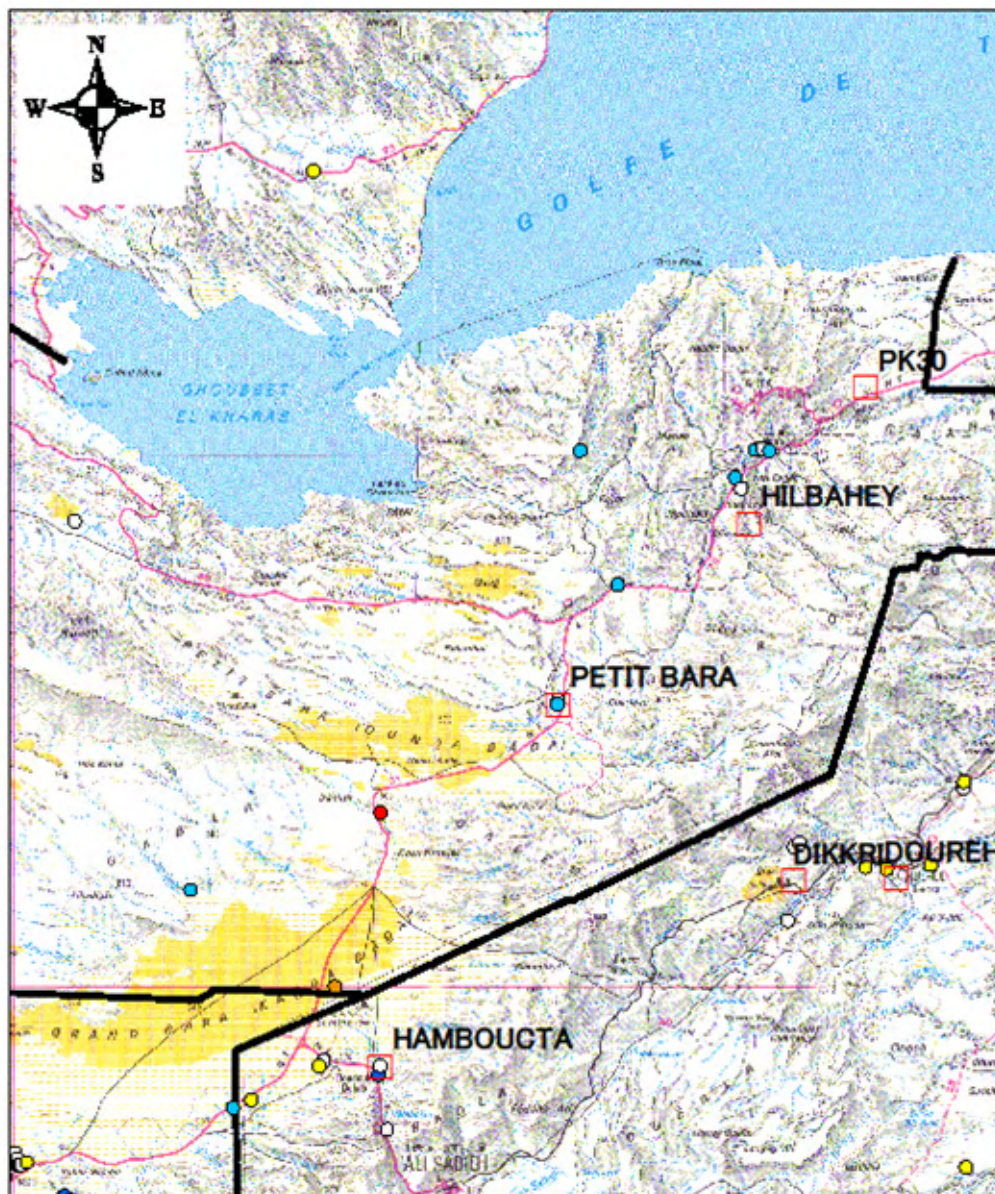


図 3-5 既存の井戸の分布と要請集落（アルタ州）

(1) PETIT BARA

PETIT BARA 平原には、新期堆積物が厚くたまっており、その層には、砂・礫から構成される比較的透水性の高い層が帯水層となる。ここには、既存の深井戸があり、50 世帯ほどの家が井戸の周りにあった。

今回はこの村より 1.0km 程度はなれた箇所に 1 本の新規の深井戸が要請された。

現在の揚水井戸について、カミル氏は、「揚水時には水位が急激に下がる。具体的な水位低下の数字記録がない。そのため、村落住民への飲料用だけで、農業用水には水がまわせず、周辺の農地化には失敗した。」との説明があった（写真-16）。



写真-16 農地予定地

カミル氏によると、現在の既存の井戸は飲料水用のみで、地下水は農業用水用にも転用したいとのことであった。

水局作成のデータベースでは、現在稼働中の井戸水は、電気伝導度では $1,900 \mu \text{ S/cm}$ である。この井戸の揚水ポンプの電源は、ディーゼル発電機供給されている。将来、EU の援助で太陽光発電システムによる自動揚水に切り替えられることが決まっている。

ところで、土地の農地化は MAEM-RH も力を入れており、農業の恒常的な定着支援もこの集落で地下水が開発された目的の一つである。かつて、今の揚水井が掘削された折には、農業用水の確保も目的の一つとされ、農園では、トマト・果物が作られる予定であった。これらの農作物の種・苗等は国から援助された。しかしながら、農業用水としては水量不足のため、既存の揚水井では、農業の定着はうまくいかなかった。

今後も国は農地化を支援する予定であるので、新規に掘削される井戸の揚水量が多い場合には、MAEM-RH は、農業用水にも利用したいとの希望をもっている。

課題

稼働中の既存の井戸の周辺には、50 世帯ほどしか家屋がない。定住化を図るのであれば、農地の開発も不可決である。そのため、このような平原では、農業用水も考慮した必要揚水量を検討することも必要と考える。

(2) HILBAHEY

HILBAHEY は、OUEAH ワジの支流の上流部に位置する。掘削地点は、この支流沿いである。この支流は上流部で 2 つのワジが合流して 1 つの支流となっている。その上流部の 2 つのワジ沿いにはそれぞれの集落があり、それらの集落の住民が給水対象となる。集落にアクセスするには道路が整備されていないため難しい（写真-17）。

家畜とともに移動中の遊牧民への聞き取り調査から、上流側の 2 つの集落はそれぞれ 30 世帯ほどで、平均的な家族は 1 世帯あたり 6-8 人である。飲料水は 3-4 時間かけて下流側のアメリカの援助で掘削した井戸まで汲みに行くとの情報を得た。

下流にあるアメリカの援助で掘削の井戸は、当初はハンドポンプであったが、2008年より太陽光発電システムによる自動揚水となっている。視察時には、5,6人ほどの婦人が家畜とともに利用していた（写真-18）。

課題

上流部の集落へのアクセスが難しく、集落へは訪問できなかった。本格調査時には、実際に集落を確認する必要がある。また、周辺の地質情報が乏しく、既存文献調査、電気探査等を実施して、地下水開発の可能性が高い箇所を調査する必要がある。道路からワジ沿いまでのアクセスは悪く、掘削機用のアクセス道路の建設についても検討すべきである。



写真-17 掘削要請地点



写真-18 アメリカの援助で掘削された井戸

(3) PK30

PK30は、OUEAH ワジの支流に位置する。この地点はリザーバー（地上型小型水槽）だけが存在し、給水車で水を運んでいる。周辺には、10名ほどの人がいたが、家はなかった。

新規に井戸を掘削するにあたり、カミル氏は、「山側にちかいのほうが断層を期待できるので、掘削地点を山側に近づきたい。」との説明があった。実際には、山側に1kmほど車を走行させたところで、アクセス道路は通行できなくなる。

掘削地点が、道路沿いの場合には、商業電源の活用も考えられる地点である。

課題

要請地には人がいないが、周辺の道路沿いには集落があるので、井戸開発すれば周辺住民が定住する可能性のある箇所である。しかし、人口が多い分、既存井戸もあるので、裨益人口を検討するには、周辺井戸の状況にも留意する必要がある。

また、周辺の地質情報が乏しいので、既存文献調査、電気探査等を実施して、地下水開発の可能性が高い箇所を調査する必要がある。しかし、調査で確認された地下水開発の有望地点によっては、アクセスが悪い可能性があるため、掘削機用のアクセス道路建設についても検討すべきである。

3-3 他ドナーの動向（対象サイト以外も含め）

3-3-1 他ドナーの活動

国連関連 8 機関の調整を UNDP（国連開発計画）が行っており、国連関連機関の水部門の中心はユニセフが担っている。また、水部門においてのドナー会議が実施されており、MAEM-RH が議長で、ユニセフと EU が主要ドナーである。特に EU は 2006 年から水部門の援助を急増しており、最大のドナーとなっている。

旧宗主国のフランス開発庁は主要ドナーではあるが、現在は教育分野に特に力を注いでおり、他に衛生（エイズ対策）、郊外の貧困層が多い地区（PK12）の都市開発、運輸、環境、水産などの分野でプロジェクトを展開中であり、水分野の案件には関わっていない。

表 3-3 に PNSA に掲載されている地方給水分野の実施中または準備中のプロジェクトを示す。

表 3-3 実施中または準備中の地方給水のプロジェクト（2005～2015 年）

水源の種類 (プロジェクト中の数量)	新規水源数	年間給水量 (m ³ /year)	灌漑面積 (ha)	資金
湧水	29	7,300	0.30	UNICEF-EU
コンクリート保護の浅井戸	60	43,800	2.00	UNICEF
コンクリート保護の浅井戸	25	18,250	0.73	国家予算
ダム	1	91,000	3.70	イスラム開発銀行
ダム (2)	1	93,500	4.00	アフリカ開発銀行
深井戸	12	1,314,000	53.00	サウジアラビア開発基金
雨水貯留槽 (73)	1	7,600	0.30	農業開発国際基金/ アフリカ開発銀行/OSRO
大規模貯水池 (4)	1	120,000	12.00	国家予算
小規模貯水池 (30)	1	310,000	12.00	農業開発国際基金/OSRO /赤十字
深井戸	5	547,500	22.00	アブダビ開発基金
浅井戸 (21)	10			赤十字
合計		2,553,000	103.03	

出展：PNSA（2009 年）

表 3-4 に、PNSA に内にみられる実施中または申請中のプロジェクトを示す。

表 3-4 実施中および申請中の表流水開発プロジェクト

プロジェクト	期間	ドナー	状況
干ばつ対策プロジェクト 水資源管理・企画の改善 コンポーネント1：給水インフラ開発 コンポーネント2：水源の運営・維持管理 コンポーネント3：MAEM-RHの介入能力の強化	2005-2008	EU-UNICEF	実施中
水源の改修と新規建設プロジェクト 村落住民のための家畜用水飲み場、埋設式雨水溜め池及び貯水池の建設。干ばつ対策と村落住民の生活改善	2007-2008	赤十字-ECHO	実施中
農業・牧畜用表流水利用と農地管理プロジェクト 天然資源管理の促進による、貧困状態の農業・牧畜コミュニティの生活状況の改善	2008-2010	農業開発国際基金-世界環境フランス基金-UNDP-WFP-FAO	資金協定済
内陸5地方における44サイトの地球物理探査 水資源の合理的管理 地球物理データベースの構築	2008-2010	アフリカ開発銀行	資金協定済
2流域タジュラ (Tadjourah) 地方 Marsaki 流域とアリ・サビエ (Ali Sabieh) 地方 Béhidleh 流域整備プロジェクト 農業開発と食料の安全供給の強化による貧困削減	2008-2010	イスラム開発銀行	資金協定済
アンブリ・ワジ総合整備プロジェクト ジブチ市の給水のための表流水の活用及び洪水防御のためのアンブリ・ワジの制御	2008,2015	EU	資金協定済

出展：第一次産業アクションプラン Annexe 2

表 3-5 にトルコの支援で策定された 2009～2018 年 PNSA に掲載されている既存の水開発プロジェクトを示す。

表 3-5 実施中および要請中の水資源開発プロジェクト PNSA (2009)

プロジェクト	期間	受益者	実施機関	ドナー	状態
内陸 5 地方 44 サイト地球物理調査	2008-2010	地方住民	水局	アフリカ開発銀行	実施中
農牧開発表流水利用及び農地永続的管理プロジェクト	2008-2010	地方住民	水局	農業開発国際基金	実施中
2 流域タジュラ (Tadjourah) 地方 Marsaki 流域とアリ・サビエ (Ali Sabieh) 地方 Béhidleh 流域) 整備プロジェクト	2008-2010	地方住民	水局/大規模工事局	イスラム開発銀行	実施中
アンブリ・ワジ整備プロジェクト	2005-2012	ジブチ市	水局	EU	実施中
ジブチ国干ばつ対策緊急プログラム	2005-2010	地方住民	水局	EU-ユニセフ	実施中
灌漑用水資源の利用可能度増大プロジェクト	2010-2015	地方住民	水局		要請中
地球物理調査国家キャンペーンプロジェクト	2010-2015	地方住民	水局		要請中
流域マスタープラン	2005-2010	地方住民	水局/大規模工事局		要請中
淡水化プロジェクト (フェーズ 1)	2009-2011	ジブチ市	ONEAD		要請中
村落飲料水供給システム改修プロジェクト	2005-2010	地方住民	水局		要請中
個人衛生 (家庭のトイレ) 戦略計画	2007-2008	地方住民	水局	ユニセフ	終了
地方飲料水供給プロジェクト	2008-2010	地方住民	水局	サウジアラビア開発基金	実施中
60 箇所の水源の改修と太陽光化プロジェクト	2008-2010	地方住民	水局	ユニセフ	実施中

出展：第一次産業開発マスタープラン (2009 年) を基に編集

3-3-2 サウジアラビア開発基金

サウジアラビア開発基金は、2005 年～2007 年に、16 箇所に深井戸水源で太陽光発電システムによる揚水施設を建設した。表 3-6 に、建設が完了した 16 箇所と失敗井戸の井戸情報をまとめた。さらに、2009 年以降もサウジアラビア開発基金による建設計画があり、その掘削予定地点は、表 3-7 にまとめた。

表 3-6 サウジアラビア開発基金建設の井戸情報

番号	地区	ディストリクト	掘削深度 (m)	静水位 (m)	動水位 (m)	揚水量 (m ³ /h)	最大生 産揚水量 (m ³ /h)	電気伝導 度(μ S/cm)	太陽光発電 ポンプ揚水 量(m ³ /day)
1	GOUBEITO	ALI SABIEH	142.8	106.73	107.95	10.42	>10	1196	25
2	OROBOUR	OBOCK	41.40	27.68	27.82	8.33	3	2400	20
3	LAHASSA	OBOCK	130	失敗井戸(1)				> 6000	X
4	BISSIDIROU 1	OBOCK	30	10.46	11.02	14.40	14	1929	35
5	BISSIDIROU 2	OBOCK	60	15.32	15.6	20.84	>25	2230	100
6	SOUWAU	OBOCK	92	49.19	58.06	9.90	10	1600	35
7	LLYSSOLA	OBOCK	46.7	16.5	35.2	7.2	5	1933	33
8	BALADLOU	OBOCK	118	失敗井戸(2)				>5500	X
			80						
9	WADDI	OBOCK	50	6.63	8.9	24	>25	2490	35
10	DALAI AF	TADJOURAH	30	失敗井戸(2)				>4000	X
			36						
11	ADAILOU	TADJOURAH	153	失敗井戸(3)					X
			102						
			102						
12	KALAF	TADJOURAH	90	失敗井戸(3)					X
			128						
			128						
13	GABLA GALAN	ARTA	134	84.23	84.52	13		1118	17
14	AS EYLA	DIKHIL	80	17.23	21.26	22	22	783	X
15	SANKAL	DIKHIL	115	失敗井戸(2)					X
		DIKHIL	80						
16	SABALLOU	DIKHIL	63	17.89	18.7	22	7	840	120
17	GALAMO	DIKHIL	80	21.35	25.8	21.40	>18	780	40
18	HINDI	Ali Sabieh	169	87.25	110.5	7	4.5	2460	20
19	CHEBELEH	ARTA	149	94.59	94.8	17.6	>21	1280	35
20	ASSASSANE	OBOCK	163.8	21.08	21.08	4.5	>9	1950	33
21	OULMA	OBOCK	102	60.25	60.25	21.4	>21	2760	35
22	DAY	TADJOURAH	247.5	186.5	186.5	9	>9	740	X

表 3-7 2009 年以降のサウジアラビア開発基金による深井戸建設計画

番号	州	地区	推定井戸掘削深度 (m)
1	ALI SABIEH	DAGAH-DAMER	160
2	ARTA	KOSSOUR-KOUSSOUR	150
3	DIKHIL	MOULOUD WEYN	120
4	DIKHIL	LAMA-KARMA	140
5	OBOCK	AWASS	120
6	TADJOURA	LAGALEN	100
7	TADJOURA	GARBANABA	180
8	TADJOURA	IDKI	200
9	OBOCK	LAHASSA	160
10	OBOCK	BOSSALI	150
合計			1,480

3-3-3 アブダビ開発基金

アブダビ開発基金では、表 3-8 にしめす 7 本の深井戸を開発した。

表 3-8 アブダビ開発基金で建設された井戸

番号	井戸名	州	座標(X)	座標(Y)	標高(m)	掘削深度(m)	静水位(m)	動水位(m)	揚水量(m ³ /h)	電気伝導度(μS/cm)	温度(°C)
1	GAMI F1	DIKHIL	202891	1234047	366	47	11	12.26	35	210	33.4
2	ABOU-YOUSSEUF	DIKHIL	1990994	1222760	398	85	12.4	14.01	36	747	34.2
3	ISKOUTIR F1	AL SABIEH	248746	1250293	569	181	62.84	160	3	3180	41.2
4	BOLL F4	TADJOURAH	240728	1316835	952	151	53.85	133.65	4	1175	34.2
5	INDUI F1	OBOCK	298090	1396341	84	60	18		1-2	500	
6	INDUI F2	OBOCK	295775	1325800	122	54	19.45		2	1316	36.2
7	ICARJA F3	ARTA									

3-3-4 ユニセフ

ユニセフは水局業務の最大のパートナーで、既存の揚水施設の太陽光発電システム設置のプロジェクトを、25箇所で開催している。また、給水施設のない集落には、給水車による給水サービスも提供している。また、ジブチ共和国の水源インベントリー調査や住民の水管理委員会設置のソフトの面の支援も実施している。これらの支援は 2012 年までに終了するので、2012 年以降水局の村落給水の運営には問題が残る。

ユニセフでの聞き取り調査結果について以下にまとめる。

(1) 水管理組合

ユニセフは、住民の経済的自立を助成する観点から、水局に水管理組合の組織化を働きかけており、水局も、いくつかの集落で組織化に着手している。

しかし、いままで、水が無料でメンテナンスも州が実施してきた現状を考えると、ユニセフも、水管理組合の組織化は難しいことを予想している。そのため、先に住民に水管理組合を設置させ、その組合に揚水用の燃料を配るなどの集落単位の水管理組合の組織化に向けた努力をしている最中であった。

(2) ハンドポンプによる揚水と太陽光発電システムによる揚水

ハンドポンプと太陽光発電システムについては、ユニセフでは、ハンドポンプを奨励している。理由は以下の 4 つである。

a) ライフサイクルコストが高いこと

初期投資とその後のメンテナンス費用を長いタイムスパンで検討すると、ハンドポンプのほうが、ライフサイクルコストが安いとの報告もある。

b) 盗難が起ること

警備員が常駐している間は問題ないが、資金不足でガードマンを雇用できなくなると、盗難が発生する。

c) 揚水時間の制約があること

遊牧民にとって、実際に水利用の時間帯である早朝は、夜間には太陽光発電システムが稼働できないことから、リザーバーには水がなく、必ずしも利便性がよいわけではない。

d) メンテナンスに高度な技術が必要であること

修理の場合には、ジブチから村落まで、専門家が派遣されることになる。専門家が少ないと修理の順番待ちなどの問題が出てくる。

3-4 我が国が実施した協力と本調査での活用可能性（無償、開発調査、その他）

我が国はジブチ共和国において過去に3件の給水分野の無償資金協力案件を実施している。2件は村落給水案件で、1件が都市給水案件である。それぞれの案件の概要を表 3-9 から表 3-11 に示す。

3-1 にまとめたように、ジブチ共和国の給水システムの現状の課題として、「少ない裨益人口」「集落内で維持管理組織の不備」「非衛生的な水利用」「地下資源としての地下水管理の欠如」「掘削資材の管理システムの不備」の5点があげられる。

そのような観点から、我が国による協力と本調査での活用の可能性を以下のように考える。

① 少ない裨益人口についての検討

我が国による協力で実施されたプロジェクトに対し、現状の裨益人口や家畜の給水量を確認し、案件実施により本格調査時の裨益人口算出の手法を確認する。

② 集落内で維持管理組織化の検討

我が国による協力で実施されたプロジェクトに対し、維持管理の実施方法や組織化が可能かどうかを確認し、本格調査時の管理組合などの組織化についての有用性を確認する。

③ 非衛生的な水利用についての検討

我が国による協力で実施されたプロジェクトに対し、住民の水利用状況を確認するとともに、必要がある場合には、衛生教育について内容を検討する。

④ 地下資源としての地下水管理についての検討

我が国による協力で実施されたプロジェクトに対し、地下水管理システムを確認するとともに、継続実施されていない場合には、持続可能な方法を検討する。

⑤ 掘削資材の管理システムについての検討

我が国による協力で実施されたプロジェクトで供与された資機材の運営・管理について確認し、必要な場合には、台帳づけ等の資機材の管理を指導することも検討する。

表 3-9 村落給水計画の概要

案件名	村落給水計画
実施年度	1992 年度
対象地域	コールアンガー村 (オボック州) サガール村 (タジュラ州) ダスビョ村 (アリ・サビエ州)
裨益人口	1 村落の住民 1,344 人 (計画給水量 78.6 m ³ /day の内 25 m ³ /day は家畜用)
プロジェクトコスト (基本設計の概算)	総事業費 : 4.74 億円 建設費 : 2.46 億円 機材費 : 1.65 億円 設計・監理費 : 0.63 億円
内容	<ul style="list-style-type: none"> －施設建設 (レベル 2) <ul style="list-style-type: none"> ・取水施設 (水中ポンプ、FRP 貯水槽) : 1 箇所 ・送水ポンプ : 2 台 ・送水管路 : 8.03km ・配水管 : 0.70km ・配水タンク (100m³) : 1 箇所 ・公共水栓 : 3 箇所 －機材・建設機械 (ブルドーザー、トラック、トラッククレーン、給水車、バックホー、ミキサーなど) ・維持管理車両

表 3-10 村落給水計画 (フェーズ II) の概要

案件名	村落給水計画 (フェーズ II)
実施年度	1996 年～1997 年度
対象地域	アス・エイラ (ディキル) アリアデ (アリ・サビエ) ヨボキ (ディキル) デューレ (アリ・サビエ)
裨益人口	4 村落の住民 17,000 人 (給水施設建設)、 16 村落の住民 13,700 人 (給水施設改善機材)
プロジェクトコスト (基本設計の概算)	総事業費 : 9.41 億円 建設費 : 6.74 億円 機材費 : 1.28 億円 設計・監理費 : 1.39 億円
内容	<ul style="list-style-type: none"> －施設建設 (レベル II) 4 箇所 <ul style="list-style-type: none"> ・深井戸 : 1 箇所 ・浅井戸 : 2 箇所 ・水中ポンプ : 4 台 ・送水ポンプ : 8 台 ・発電機 : 4 台 ・貯水槽 (25m³) : 4 基 ・貯水槽 (50m³) : 4 基 ・送水管路延長 : 16.1km ・配水管路延長 : 6.4km ・公共水栓 : 15 箇所 －機材 <ul style="list-style-type: none"> ・発電機と水中ポンプ : 16 式 ・送水ポンプ : 3 台 ・電気探査器 : 1 台 ・測量器 (水準、光波測距) : 2 式 ・クレーン車 : 2 台 ・4WD ワゴン車 : 3 台

表 3-11 ジブチ市都市給水計画の概要

案件名	ジブチ市都市給水計画
実施年度	2001 年～2002 年度
対象地域	ジブチ市
裨益人口	ジブチ市人口約 360,000 人。本件は地下水の塩水化を抑制するもので、新規の井戸は既存の井戸の生産調整のために使われたため、給水量が増えたわけではない。
プロジェクトコスト (基本設計の概算)	総事業費 : 12.66 億円 建設費 : 10.05 億円 機材費 : 1.04 億円 設計・監理費 : 1.57 億円
内容	ー施設建設 (レベル II) ・新規井戸建設 : 6 本 (計 1,440m) ・更新井戸建設 : 7 本 (計 560m) ・導水管路 : 2.96km ・調圧水槽 : 4 箇所 ・送電施設 : 8.5km ー機材 ・深井戸維持管理用車両 (メンテナンスリグ) : 1 台 ・既存井戸ポンプ周り機材 (仕切り弁、圧力計、流量計、逆止弁) : 18 式

3-5 環境予備調査結果

ジブチ共和国では、井戸掘削により地下水を開発して村落給水を実施するプログラムでは環境影響調査の実施は不必要とされている。しかしながら、掘削時および建設時の「騒音・振動」や、新規井戸での揚水による周辺井戸水への干渉などの問題があるので、住民への説明と、新規掘削井戸に近い井戸においては、水位をモニタリングするなどの環境配慮は必要である。

巻末に環境予備調査結果をまとめた。

第4章 貯水池・貯水施設の現状と課題





4-1 貯水池・貯水施設の現状と課題





(1) ジブチが進める貯水施設建設と対応技術



ジブチでは、2年前より大統領の発案による貯水施設の建設がジブチ市の南西約 60km に広がるグランバラ（GRAND BARA：砂漠状の平原）内及び周辺で進められており、調査期間中に 6 箇所の建設後（2 箇所）及び建設中（4 箇所）の貯水施設を視察した。

1) 貯水施設の構造・形状

ジブチ国内の現存及び計画中貯水施設の形状や規格には、その目的と設置条件により様々なものがあるが、今回の調査で視察した大型の貯水施設には、①谷を土盛りの堤防で閉め切るものと（写真 4.1、4.2）、②円形や矩形に（仏や EU が支援したものが国内に約 20 箇所ある）平原内の低地（自然に水が集まる箇所を掘り下げ、周囲に土盛りするもの：写真 4.3）との 2 つのタイプがある。また規模は、前者が 100 万 m³、後者が 1 万 m³程度であり、いずれも通年利用可能な規模（最低）とされている。いずれの貯水施設もコンクリート施設は、導水部や洪水吐に限られ、堤高（4m～5m）も低く日本国内で認識される所謂ため池に類するものである。また、これまでどのタイプも 1 箇所あたり 1,000 万円前後の工事費で建設されている（現在アリ・サビエ（SLI-SABIEH）州内で、政府予算により閉め切り型 2 箇所、円形型 1 箇所が建設されている）。

サイト写真 4.1 KOURTUMALEI	
	
4.1-1 閉め切り堤と池側の状況（降雨前）	4.1-2 閉め切り堤と池側の状況（降雨後）
	
4.1-3 貯水を利用した灌漑（メイズ）の試み	4.1-4 貯水池内の状況（降雨前）

サイト写真 4.2 DOUDOUBALAYE	
	
4.2-1 提全景 (左岸より)	4.2-2 提全景 (右岸より)
	
4.2-3 貯水池内と提 (降雨前)	4.2-4 貯水池内と提 (降雨後)



サイト写真 4.3 (既存施設: GRAND BARA)	
	
4.3-1 貯水池内部全景	4.3-2 導水工池側

なお、類似の貯水施設の建設は、1980年代にも行われており、1987年に施工され約10年で決壊した閉め切り型の貯水施設を後日アリ・サビエ州ディグリの鉄道駅近くで視察したが、余水吐は設置されていなかった（この施設についてはFAOが浚渫と改修を計画している：写真4.4）。

また、アリ・サビエ州HOLHOL（ホロール）市の西側鉄道沿いでは、小規模（幅12m、奥行き8m、深さ2mの掘り込み式のため池）な生活用及び家畜用貯水施設の建設も8戸の遊牧民の参加により開始されていた。次官が昨年完成済みと説明した施設（KOURTIMALEI）は、法面の整形・玉石被覆、洪水吐、取水施設等が未完成であるが、設置の見込みは無く、適用された

技術は、掘削、運搬、盛り土、締固めといった基本的な土工事に係るものだけに留まる。

なお、貯水池周辺の灌漑開発の可能性は相応に高いと判断されるが（貯水の利用に関する分野は農業・森林局の担当となる）、具体的な進捗は見られず今後の課題であるとされている。



サイト写真 4.4 （既存施設：DIGRI）	
	
4.4-1 堤の決壊状況 1	4.4-2 堤の決壊状況 2

4-2 井戸による地下水を利用した灌漑施設

(1) 既存施設



ジブチ市の南東 10km にある DAMERJOG（ダメルジョク）村の ATAR（アタル）地区（深井戸）、及び DUDA（ヅダ）地区（浅井戸）の井戸を水源とする灌漑施設を視察した（写真 4.5）。

ATAR（アタル）地区は、1986 年にフランスが行ったプロジェクトの施設で、4つの組合もその時に作られた。1km 離れた山側の深井戸から導水された用水により 8ha（2.5a×32 区画）の圃場を灌漑し、暑季（6月－9月）にはメロン、スイカ、胡瓜等の野菜やマンゴ、レモン、グアバ等の果物、冷季（10月－5月）にはトマト、タマネギ、ピーマン、オクラ、ナス等の野菜を栽培している。灌漑施設は政府が所有し維持管理も政府が行う。農家は年間 1.2 万 DJF（7,000 円）の電気代と組合費 8,750DJF を払い聞き取り農家では 14 万 DJF（7 万円）の収入を得ていた。この地区の場合水使用量は免除され、肥料、種子も政府から支給され、普及員による営農指導を受けている。農地の狭さや、配水は組合毎にローテーションで行われるが 3 年前揚水ポンプを更新してから、取水量が減ったこと等が課題とされる。

サイト写真 4.5 （アルタ州 DAMERJOG）	
	
4.5-1 深井戸（電気ポンプ揚水）	4.5-2 冷却・貯水池

	
<p>4.5-3 幹線水路と分水工</p>	<p>4.5-4 圃場への掛け口</p>
	
<p>4.5-5 圃場 1 (メロン)</p>	<p>4.5-6 圃場 2 (マンゴ、グアバ、レモン)</p>

DUDA (ゾダ) 地区 (20 戸の農家が組合を構成している) の浅井戸施設は (写真 4.6)、個人が所有し深さ 10m 程の井戸からエンジンポンプでタンクに揚水して 0.5ha ~1.0ha の圃場を灌漑している。地主は兼業農家で普段はジブチ市で働いている (警察官)。営農は冷季の野菜 (トマト等) 栽培が中心。井戸は最近 FAO の小規模農家を支援するプロジェクトにより改修された。

<p>サイト写真 4.6 (アルタ (ARTA) 州 DUDA)</p>	
	
<p>4.6-1 浅井戸 (水位-5m 程)</p>	<p>4.6-2 圃場</p>

(2) 井戸、ソーラー発電ポンプ、貯水槽を組み合わせたユニット型灌漑

農業省には、今後高騰する燃料費の削減、省エネルギー、環境保全に貢献するソーラー発電システムと井戸の揚水システムを組み合わせ、生活、牧畜、灌漑用水を総合的に賄うソーラー発電によるユニット型灌漑の普及を進めるプランがあり、既存の井戸もユニセフの支援等によりソーラーシステムによる揚水に置き換えられつつある。今後の井戸建設においては、この方

針に添った計画が実施されてゆくものと判断され、安価^(注)で安定的に供給される灌漑用水の確保が、これまで規模拡大と計画的な灌漑を困難にしてきたジブチ共和国農業の発展に貢献することが期待されている。

注：経済性は、既存のエンジンポンプ、売電ポンプと比較して廉価、高機能、長耐用、低メンテナンスであるだけでなく、他の灌漑、営農方式との総合的な経済性比較を要する。

4-3 他ドナーの動向

(1) FAO

水セクターについては、援助手段が全体的に不足していると考えられる。他の機関も協力しているが FAO としても農業省と進める計画を持っている。例えばプラモデス（プログラム名）は、第一次産業に直接介入するもので食料、給付金の支給を行っている。FAO のジブチ事務所は 2 年前に設置され、以前はエチオピア事務所が管轄していた。現在の事業は早魃、食料・原油価格の高騰を背景とする緊急性の高いものである。ジブチ国民の脆弱化（食料事情の悪化）が進んでおり、2008 年にはそれまで 7 万人であった脆弱層が 13 万人に増加した。全人口 70 万人中 70% が脆弱層もしくはそれに近い。これまで食料の調達が困難な脆弱層は農村部に多かったが現在はジブチ市内にも及んでいる。国際機関では UNDP がこの問題について主体的に取り組んでいるが、現時点で水と食料分野では食料安全確保の緊急性が高い。

(2) ユニセフ (Unicef)

ユニセフは、1980 年代初頭以降ジブチにおいて様々なプログラムを実施して来たが最近では 2006 年からの早魃による緊急支援の必要が発生しそれに対応するプログラムとして村落部での飲料水供給（給水車による給水を含む）を行っている。政府とも定期的に協議している。ユニセフはまた、2007 年～2009 年の 2 年間 EU が行っている村落給水事業にも €200 万を出資している。

ユニセフジブチ事務所のスタッフ 25 名のうち 2 人が水セクターを担当するが、医療、教育、農村のコミュニティにも水は必要で、年間予算の 1/3（\$100 万）が水関連である。水利施設の維持管理が大切だが、一部で管理組合設立が試みられているが一般的に村人は水は無料と認識しており、積極的な参加が困難である。水セクターには多くのドナーが参加しており、相互の調整が必要で定期的な会合（ドナー会合）が持たれることを望んでいる。

表流水の利用については、現在用水の水源の 95% が地下水で、地表水は、5% しか利用されておらず殆どが海に流下している。複数のドナーが参加しようとしているが事業実施にあたっては投入額に見合った採算性が必要で、大統領や大臣が強い意向を示すダム作りを性急に進めることには疑問がある。地域的な開発の優先順位は、深井戸建設と同様にジブチ国北西部にあると考えられている。

(3) EU

EU は、これまで様々な支援をジブチに行っており、上下水道分野では、DJIBOUTI（ジブチ）市内の下水処理場建設や管路の改修を行っている。今のところ、全国レベルでの地下水利用に係るマスタープラン作成調査は行われていない。

水分野では現在は2つのプロジェクトに参画している。

- ① ユニセフの行っているワジ川沿いの地方村落浅井戸プロジェクトに€200万を提供し、2009年度末までに40箇所のソーラーシステム設置が計画されている。
- ② 今後ジブチ市を洪水の被害から守るためのアンブリ川水系整備計画の実施を予定している（当案件の具体的な内容については、調査・設計を行ったコンサルタントから聞き取り^(注)を行い、調査・計画の資料を入手している）。

注：10年に一度発生する大洪水を防止するため、EUは、ジブチ市郊外でのアンボウリワジの分流施設建設と、上流へ5箇所程度（250万 m^3 ～300万 m^3 ）の小規模ダム建設を行う。現在は、施工を管理するコンサルタントと施工業者の入札準備段階で、工事は2011年に開始予定。EUと世銀が€120～150万を出資する。ダム建設の目的は、洪水調節、地下水涵養、放牧への表流水利用（ダム湖の水を直接利用）で、大きく貯水位が変動し、取水が難しいため灌漑計画は含んでいない。

4-4 我が国による協力現況と本調査での活用可能性（無償、開発調査、その他）

これまで我が国からの表流水の貯留施設及び灌漑開発に係る協力実績は無い。

本調査での活用可能性については、開発調査と同調査期間中でのマスタープランの作成、及び Feasibility Study (F/S) 調査、さらに、それらを踏まえた無償資金協力事業の実施が考えられる（詳細は、5-2 参照）。

第5章 提言

5-1 地方給水

本セクター準備調査により、現状の「全国井戸改修・建設プログラム」の進捗状況としては、上記95本のうち16本がサウジアラビア開発基金により、5本がアブダビ基金により掘削済みであることが判明した。2009年からさらに10本がサウジアラビア開発基金によって掘削される予定であるが、残り64本については、具体的な掘削計画が作成されていないことが確認された。ジブチ国はこれら残りの計画から優先度の高い18箇所を選定し、日本政府に無償資金協力の要請を行うと考えられる。

本プロジェクトに係る準備調査（無償）が実施されることになれば、以下のような内容にすべきと考えられる。

5-1-1 調査の基本事項

(1) 調査目的

プロジェクトの背景、目的および内容を把握し、プロジェクト実施に対する我が国無償資金協力の位置付け、効果、技術的・経済的妥当性を検討のうえ、協力の成果を得るために必要かつ最適な事業内容・規模につき基本設計を行い、概算事業費積算を行うとともに、プロジェクトの成果・目標を達成するために必要な相手国側分担事業の内容、実施計画、運営・維持管理等の留意事項などを提案することを目的とする。

(2) プロジェクト概要

- ア. 上位目標： 対象地域住民の生活環境が改善される。
- イ. プロジェクト目標： 対象地域において安全で安定的な給水を受ける人口が増加する。
- ウ. 期待される成果： 対象地域に給水施設が整備される。
- エ. プロジェクト内容（想定される我が国への要請内容）
 - ・ ジブチ国南部アリ・サビエ県、ディキル県、アルタ県における18箇所の集落における21の給水施設の建設
 - ・ 関連機材の供与

(3) 対象地域（サイト）： アリ・サビエ県、ディキル県、アルタ県における18箇所の集落における21箇所の候補地

州	地区	集落
DIKHIL	YOBOKI	HANLE
	AS-EYLA	AS-EYLA
	YOBOKI	GAALI HATAYATA
	MOULOU	BLAN BALE
	AS-EYLA	SANKAL
	AS-EYLA	KOUTA BOUYA
	YOBOKI	DAGUIRO

州	地区	集落
ALI-SABIEH	HAMBOUCTA	HAMBOUCTA
	GUELILE	GUELILE
	MIDGAN	MIDGAN
	HOLHOL	DIKKRI
	ASSAMO	ASSAMO
	DEU SSUGOUND MORE	DEU SSUGOUND MORE
	ALI-ADDE	ALI-ADDE
	HOLHOL	DOUREH
ARTA		HILBAHEY
		PETIT BARA
		PK30

(4) 関係官庁・機関

主管官庁：農業・畜産・水産・水資源担当省

実施機関：農業・畜産・水産・水資源担当省

5-1-2 調査の方針及び留意事項

(1) 対象集落の決定

前述の水セクター準備調査において、要請集落の現地視察を実施したところ、要請書に記載される集落の裨益人口と現地視察で推定された裨益人口との間で乖離が見られた。今回の調査においては、実際の要請集落の人口（定住民・遊牧民）を把握する必要がある。本調査においては、全ての集落で、以下の視点から検討し、先方要請の妥当性を確認する。その上で、最終的に対象となる集落を決定する。

- ・ 施設整備に係る緊急度
- ・ 運営維持管理能力
- ・ 水源ポテンシャル
- ・ 人口、集落密集度
- ・ 水利用形態
- ・ 他ドナーとの重複の有無、など

(2) 給水施設の仕様

他ドナーや既存類似施設の利用状況や教訓などを踏まえ、必要水量・水質を確保しつつも過大設計とならないように配慮することとする。基本的には、単純且つ維持管理しやすい設計とし、建設後の維持管理を考慮して資材も出来るだけ現地で調達可能なものを採用する。また、過剰揚水とならないよう、乾期の状況も考慮した上で計画給水量を設定することとする。

要請書では、給水施設はレベル 2、太陽光発電システムを用いた自動揚水システムが要請されている。しかしながら、太陽光発電システムが設置された都市近郊での既存の施設でも、裨

益人口は300人程度であり、地方ではさらに裨益人口が少なくなる懸念がある。ジブチ国側は、ハンドポンプの設置には消極的であるが、費用対効果や維持管理を考慮し、妥当な給水施設を検討する必要がある。

本プロジェクトの要請のほかに、ジブチ国政府は脱塩装置の導入を希望しているとの情報があることから、その内容について調査し、妥当性を検討する。なお、妥当性が確認される場合は、機構と追加調査内容等について協議する。

(3) 水質

ジブチ国の井戸インベントリー調査からは、深層地下水の塩水化が進んでいること、一部の井戸水のフッ素の濃度がWHOガイドライン基準値を超えていることが報告されており、地下水開発にあたっては、水質状況をよく把握したうえで、計画を検討する必要がある。

しかしながら、上記のインベントリー調査では、電気伝導度の情報があるだけで、水質分析結果は集められていない。そのため、本調査では、既存の井戸から地下水をサンプリングし、現地での簡易分析に加え、水質分析を実施する。その上で、各水質項目の閾値（成功井とする条件）についてもWHOガイドライン基準値や日本の水質基準、現地住民の利用状況などを勘案し、決定する必要がある。

他方、対象集落の近くに安定した良好な浅層地下水が期待できる場合は、その活用も検討する。

(4) 物理探査・試掘調査

対象地域の地下水は、沖積層から洪積層における帯水層が貧弱であり、多くの地下水の涵養は期待できないため、岩盤の脆弱部に賦存する地下水が主体となっている。そのため、対象集落の21箇所の井戸掘削候補サイトにおいては、物理探査（垂直電気探査）を行う。

また、要請集落のうち、水質情報の全くない8箇所程度については、帯水層の状況と水質状況を把握することを目的に、物理探査（二次元電気探査）及び試掘を実施する。帯水層の能力把握のために、試掘調査後は井戸に仕上げ、揚水試験（「段階揚水試験」、「連続揚水試験」、「回復試験」）を実施する。試掘井戸についても、水質分析を実施する。

(5) 運営維持管理能力

現状、給水施設の維持管理については、村人から水利用料金は徴収せずに、州負担で実施している。MAEM-RH やいくつかのドナーでは水管理組合を組織する試みを行っているものの、経験不足と村人の意識変革が進まないことなどにより、進捗は不明である。

本調査においては、今後の集落の給水施設の維持管理の主体を政策的にどこにするのかを明確にし、その能力が十分であることを確認する。ただし、いずれにしても各集落は、施設の適切な維持管理上、何らかの役割を果たす必要があることから、上記の社会条件調査においては、サイト住民の家計状況、水料金の支払い意思の確認、水組合の組織レベル、給水施設の修理体制の現況等を多角的に検証することとする。計画対象サイトは自然条件のみならず、ジブチ側の運営・維持管理能力を調査し、建設される給水施設の運営維持管理能力が可能な箇所を選定することとする。なお、同調査により、住民レベルの維持管理体制強化の必要性が認められる場

合にはソフト・コンポーネントによる支援計画を策定する。

また、MAEM-RHの実施能力、指導能力があることも確認する。

(6) 機材調達について

要請書には直接含まれていないが、探査機材やケーシング等の井戸掘削関連機材が要請されている（ノンプロ無償にて調達予定であったが、ジブチ国側優先順位によりかなわなかったもの）。それら機材については、先方に必要性や機材利用計画を確認し、本調査においてはそれら機材の必要性や調達された場合の維持管理の可否を確認するとともに、日本の無償資金協力にて調達することの妥当性を検討することとする。その結果を基に、帰国後国内関係者と協議し、調達の是非につき決定する。コスト縮減のため、第三国調達も検討する。機材調達に関しては、入札に対応できる仕様が作成可能なレベルの調査を行うこととする。

(7) 類似案件の知見の活用

類似案件として、無償資金協力が複数実施されており、その活用状況を把握するとともに、その留意点や教訓について最大限に活用することとする。

(8) 安全管理

本調査対象地域は、安全上問題が無いことは協力準備調査にて確認済みであるものの、当該国では治安情勢が不安定な面がある上対象サイトにおいては、都市部以外は通信インフラが脆弱であり、現場では携帯電話も繋がらないところがあるため、非常連絡用に衛星携帯電話を準備する必要がある。また、道路も幹線道路でさえ状況は良いとは言えず、サイトへのアクセス道路の状況は良好とは言えないため、安全対策・交通事故防止上の留意が必要である。また、先方実施機関、新聞、ラジオ等から常に積極的に情報を収集し、機構事務所や大使館とも連携を十分に図ることとする。

(9) アスベストを含有する資材の採用／調達

本調査において、施設建設（改築、増築を含む）の計画／工事を行う場合、アスベストを含有する資材の採用／調達を行わないことを基本方針とする。また、アスベストを含有する資材の調達についても同様とする。更に、同物質を含有する施設・資機材を解体・分解する際は、アスベストの飛散防止対策を行うことを基本方針とする。

5-1-3 調査の内容

上記「調査方針および留意事項」を踏まえつつ、以下の調査を実施する。

(1) 国内事前準備

ア. 要請書及び関連資料の解析・検討を行い、プロジェクトの全体像を把握し、調査全体の方針・方法、現地調査計画ならびに協力計画案を検討する。

イ. 上記ア. を踏まえて、インセプション・レポート、質問表を作成する。インセプション・レポートは、調査の目的や概要、先方への依頼事項をわかり易くまとめたものとする。

(2) 現地調査

ア. インセプション・レポートの説明・協議

(ア) 総括・計画管理団員に協力し、インセプション・レポート（我が国無償資金協力スキ

ーム、今後の調査・協力の進め方、留意事項、双方の役割分担など）を相手国政府関係者等に説明し、内容につき協議・確認を行う。

イ. プロジェクトの背景、目的、内容の確認

- (ア) 先方関係者との協議を通じて、水セクター準備調査の内容及びその調査以降の状況変化の有無（プロジェクトの背景・目的・要請内容、対象ゾーンにおける給水衛生セクターの開発計画など）を確認する。
- (イ) ジブチ国の水資源及びその開発計画についての確認（地下水、表流水、海水淡水化）
- (ウ) 対象地域の給水事情（水質含む）、衛生状況、既存施設の現況、実施機関による取り組みの現状等を把握し、本プロジェクトの必要性、裨益効果など、無償資金協力案件としての妥当性を検証する。また、水因性疾患、皮膚病等の罹患率との関連を調査し、その減少の可能性につき検討する。
- (エ) 本計画対象地域の水需要量の将来予測について確認し、本プロジェクトの計画年次の設定、計画給水量の策定を行う。
- (オ) 事業効果測定に必要な指標に係るベースライン調査を行い、プロジェクト実施による効果の計画値を検討する。

ウ. 過去の類似案件及び他ドナー・機関の援助動向の調査

- (ア) ジブチ国及び対象地域における開発計画、水道事業の内容、進捗状況を確認し、本プロジェクトの位置付けを整理する。
- (イ) 実施中の我が国無償資金協力案件の現況、給水分野に対する他ドナーの援助状況を調査し、本プロジェクトとの関係、連携の可能性、教訓の反映等について整理する。また、実施機関に対する他ドナーの協力方針、協力内容、ドナー協調の現状について確認し、本プロジェクトの方針との整合性を検討するとともに、特に事業コストについての情報収集、施設品質、ソフト面における援助内容とその費用を確認する。
- (ウ) 本プロジェクトの要請サイトが他ドナーによる給水施設建設サイトと重複していないか確認する。

エ. サイト状況（自然条件など）調査

- (ア) 自然条件調査：対象集落の水理地質、気象、地形、水質、地下水及びその塩水化の状況、地表水を含む水源についての調査を行う。それら結果を用い、対象集落周辺の地下水ポテンシャルを調査する。
 - 物理探査（垂直電気探査）：対象集落の井戸掘削候補地
 - 物理探査（二次元電気探査）：試掘調査を行う 8 箇所を目途
 - 試掘調査（8 箇所を目途、揚水試験・水質試験含む）
 - 水質調査（40 検体）
 - 測量（縦断測量 50km）
- (イ) プロジェクトの要請サイトが他ドナーによる給水施設建設サイトと重複していないか確認する。
- (ウ) 社会条件調査：以下の項目について必要な調査を行う。これら調査の実施にあたり、現地再委託を可とする。プロポーザルにおいて具体的な調査項目、調査内容、仕様、数量を提案すること。
 - 住民意識、給水ニーズ、給水状況、衛生状況等、効果測定に必要なベースラインデ

ータの把握。

- 人口動態、社会経済状況、既存施設の利用状況、水料金支払い意思等、運営維持管理計画の検討に必要なデータの把握。

オ. 施設、設備、機材計画調査

- (ア) ジブチ国の基準や既存施設を参考に、各サイトの給水ニーズ、運営・維持管理能力に応じた適正な規模の施設計画を策定する。
- (イ) 維持管理が容易となるように、簡易な給水施設を設計することを基本とする。
- (ウ) 既存施設や機材の種類・グレード・数量、使用状況、維持管理状況等を確認し、機材・資材調達計画に反映する。

カ. 運営・維持管理体制調査

- (ア) 先方側実施機関の組織体制の確認を行う。
- (イ) 先方実施機関である農業・畜産・水産・水資源担当省及びその地方機関、地方自治体の役割、組織・運営体制、財務状況、人員配置、技術レベルについて確認する。
- (ウ) 受益者負担（修理費の積み上げ、給水料金体系、関係機関の補助金、住民の水料金支払い意思、参加型維持管理体制の現況など）について対象サイト毎に確認し、最終的なサイト選定に反映させる（別紙2「社会条件調査仕様書」参照）。
- (エ) 上記を踏まえ、維持管理上の問題点を明確にした上で、先方が実行可能な改善案の提案を行うとともに、対政府機関、対住民組織支援の必要性を検討し、本プロジェクトとして妥当なソフトコンポーネントについて検討する。

キ. 調達事情調査（現地調達、第三国調達、サブコンなど）

- (ア) 現地で容易に維持管理可能な施設・機材の計画とするため、現地における消耗品、スペアパーツ等の調達状況について特に留意して調査する。
- (イ) 現地調達あるいは第三国調達を考慮し、資機材の流通・調達状況、関連法規、さらに本邦調達、第三国調達を行う場合の通関手続き・関税の免税方法等について調査する。
- (ウ) ローカルコントラクターの活用を考慮し、ジブチ国業者が所有する機材の状況、施工体制、労務状況等を調査し、本件施工での利用可能性を調査する。

ク. 施工計画調査（関連法規等）

- (ア) 効率的かつ経済的な施工計画を策定するため、サイトまでのアクセス状況、気象等自然条件の影響を調査し、適切な時期に施工が行われるように計画を策定する。
- (イ) アクセス道路の建設等、先方負担工事との工程調整を十分に行う。
- (ウ) ジブチ国における土地収用や建設許可制度等について調査し、対応すべき事項がある場合には手続きや所要期間を確認のうえ、先方に対して速やかに対応するよう申し入れ、手続き完了を確認するために証拠書類の提出を求める。
- (エ) 施工計画の策定にあたっては、建設コストを出来る限り低く抑えるため、質の確保に留意しつつ、現地施工業者の活用や現地工法の採用を優先する。現地施工業者の工事実績・能率及び動員可能な班数等の調査を行い、施工計画に反映させる。

ケ. 無償資金協力の意義（妥当性）、範囲及び基本構想の検討

- (ア) プロジェクト目標を達成するために必要かつ適切な無償資金協力の規模および内容について検討し、実施効果及び協力の妥当性について検討する。

コ. 無償資金協力の対象施設・機材にかかる概略設計、実施計画の策定、概略事業費の積算及

び運営・維持管理計画の策定

- (ア) 上記無償資金協力の基本構想を踏まえ、プロジェクト目標を達成するために必要かつ適切な施設設計及び資機材の種類・仕様及び数量を検討し、これに必要な情報を収集し、具体的な活動計画を策定する。また、それを踏まえて以下を調査結果として取り纏める。
 - 対象施設、機材に係る基本設計、実施計画の策定
 - 概算事業費の積算及び運営・維持管理計画の策定
- サ. 無償資金協力の対象施設等の維持管理費の概算及び維持管理上の留意事項の提言
 - (ア) 給水施設の運営・維持管理計画、必要予算、経費負担能力等を確認する。水料金や運営維持管理の財務面を分析し、提言をまとめる。
 - (イ) 先方側技術者の研修・養成に関する実施体制を把握する。
 - (ウ) 既往案件の実態も十分に把握した上で、運営・維持管理上の問題点を明確化し、維持管理計画を検討する。
 - (エ) 整備された給水施設の運営・維持管理が円滑に開始できるよう、適切な調整・試運転、初期操作指導、運用指導の方法について検討する。また、「ソフトコンポーネント・ガイドライン（最新版を機構ホームページで確認のこと）」に従い、ソフトコンポーネントの活用を検討する。
- シ. 先方分担事項（公租公課の免税手続き等）の実施にかかる提言
 - (ア) 我が国無償資金協カスキームを踏まえ、本計画で協力対象とする範囲と、予定されている先方分担事項との責任分担の考え方を明確に説明する。
 - (イ) これまでの調査結果に基づき、先方分担事項（免税手続き等）を明確化し、その実施に係る提言を行う。
 - (ウ) 先方分担事項については、先方の実情を踏まえつつ実施可能なものとなるよう留意し、調査実施の早期の段階から先方と十分に協議を重ねた上で検討する。
- ス. 無償資金協力事業の効果にかかる評価、課題の提示及び協力実施にかかる提言
- セ. 環境社会配慮に係る検討：現地法規制、用地収用、住民移転の有無、主要な環境社会配慮影響項目に対する緩和策、モニタリング計画の作成
- ソ. その他の配慮事項等の調査
 - (ア) 施設建設に係る水利権及び土地利用に問題が無い事を確認する。
 - (イ) 施設建設（土地利用・水利権確保等）に必要な行政手続きについて確認する。
 - (ウ) その他、既述の「調査の方針及び留意事項」に基づき、必要な調査を行う。

(3) 国内解析

- ア. 現地調査結果概要の作成・説明
現地調査の結果を踏まえ、帰国後 10 日以内に現地調査結果概要を作成し、帰国報告会にてこれを説明する。
- イ. プロジェクト内容の計画策定
帰国後 30 日以内を目処に概略設計方針会議を開催し、プロジェクトコンポーネント等の概略設計方針について関係者と協議を行う。帰国報告会及び概略設計方針会議での議論も踏まえて、必要な解析・検討を行い、概略設計概要書及び概略事業費積算内訳書を作成す

る。

なお、設計・積算に当たっては、「協力準備調査の設計・積算マニュアル」（補完編・別冊を含む）（2009年3月）を参照しつつ行い、設計総括表、積算総括表を作成し、機構に対しその内容を説明し、確認を取ることとする。最終的に確認された設計総括表、積算総括表は準備調査報告書に参考資料として添付することとする。

また、設計精度については、施設に関しては概略事業費の積算において算出される事業費と詳細設計の結果算出される事業費との差が±10%以内に納まるような精度を、機材については入札に対応できる精度を確保する。

ウ. 概算事業費にかかるコスト削減の検討

概略事業費の算出に当たっては、コスト削減の可能性を十分に検討し、コスト削減にかかる検討結果を「無償報告書ガイドライン」に記載する様式にとりまとめ、概略事業費積算内訳書に綴じ込み提出する。

(4) 概略設計概要書及び機材仕様書（案）の現地説明・協議

上記国内解析の結果を取りまとめた概略設計概要書及び機材仕様書（案）を相手国政府関係者等に説明し、内容を協議・確認する（概略事業費のドラフトを含む）。特に、プロジェクト実施における運営・維持管理体制の整備や環境社会配慮など、相手国側によるプロジェクトの技術的・財務的自立発展性確保のための条件、具体的対応策については十分説明・協議する。

協議の結果、概略設計概要書及び機材仕様書（案）の内容について相手国側からコメントがなされた場合は、これを十分検討のうえ、必要に応じプロジェクト全体および無償資金協力事業の基本構想を変えない範囲で修正を加え、準備調査報告書に反映させる。

(5) 基本設計調査報告書等の作成

相手国政府への概略設計概要書及び機材仕様書（案）の説明・協議の結果を踏まえ、最終的に準備調査報告書、調査概要資料、機材仕様書を作成する。なお、準備調査報告書、準備調査概要資料は、「無償報告書ガイドライン」に従った内容とする。

5-2 調査の詳細

(1) 調査スケジュール

2010年1月中旬より国内事前準備を開始し、2010年1月中旬より現地調査を行う。帰国後に国内解析を実施し、2010年8月下旬までに概算事業費積算を行い、2010年9月中旬には基本設計概要説明、2010年11月上旬までに基本設計調査概要資料を、2011年1月中旬までに基本設計調査報告書を作成・提出する。

項目／期間	2009年度			2010年度									
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
事前準備	■												
現地調査	■												
国内解析					■								
概要説明								■					
準備調査概要資料											△		
報告書提出													△

(2) 業務量の目途と団員構成

ア. 調査期間：

全体（業務調整員、通訳を除く）：17.17M/M

イ. 調査団員構成（案）

- (ア) 分野構成： (a) 業務主任/地下水開発計画/機材計画
(b) 水理地質 1
(c) 水理地質 2/水質分析
(d) 給水施設計画/脱塩装置
(e) 社会状況調査/運営維持管理計画/環境社会配慮
(f) 調達・施工計画/積算
- (イ) 現地調査： (a) (b) (c) (d) (e) (f)
- (ウ) 概略設計概要説明：(a) (d) (f)

ウ. 通訳

本調査には通訳（仏語）1名を必ず配置する。

エ. 業務調整

本調査には業務調整団員を1名参加させる。

5-2-2 現地再委託

(1) 自然条件調査

ア. 目的

自然条件調査は、本調査を行う上で必要な精度を確保するため、プロジェクトサイトにおける水源、地質などの自然条件を的確に把握するもので、これにより対象施設・設備の適切な構造および規模を決定し、設計施工計画、積算に資するものとする。

また、本計画により新設される施設・設備が環境に及ぼす影響を適切に予測し、本計画の妥当性の判断に資すると共に、環境への影響の少ない設計・施工を検討するために行うものである。

イ. 調査項目

(ア) 物理探査（垂直電気探査）

【目的】

対象集落の井戸掘削候補地において、地質構造や井戸の掘削深度を想定するために、垂直電気探査を実施する。その場合には、200m程度の探査深度を目安として実施する。

【内容】

探査手法：垂直電気探査

探査深度：200m

測定数：21 測線（対象集落の井戸掘削候補地）

(イ) 物理探査（二次元電気探査）

【目的】

二次元電気探査を実施して井戸掘削地点及び深度の特定、給水施設の施設計画策定、施設設計のための基礎資料とする。水局には電気探査機器を所有していることから、日本から電線等の必要機材を持込んで実施する。

【内容】

探査深度：200m

測線長：400m 程度

測定数：8 測線（試掘実施予定集落）

(ウ) 試掘調査（揚水試験及び水質試験含む）

【目的】

水源の確保および井戸水源としての適正（揚水能力、水質）を把握し、サイトの選定、給水施設の施設計画策定及び施設設計のため基礎資料とする。

【内容】

○調査手法

試掘は対象集落のうち、水理地質情報がない地域で8箇所を目途、掘削深度150mの掘削を実施する。これにより、地質情報、水質を把握し、給水計画および基本設計に資する情報を得る。水質の情報がない箇所を優先する。そのほか、既存の気象・水文資料の収集・分析、水源及び集水域の現地踏査、既存水源情報のレビュー、既存井水質分析結果の収集分析も併せて行うこと。水質試験の分析項目は、ジブチ国の水質基準に準拠すること。

○試掘調査計画の検討

具体的な試掘調査計画を策定し、機構に提出すること。同計画の立案に際しては、レベル2からレベル1への変更の妥当性（例：1本の水中ポンプ付き深井戸よりも、複数のハンドポンプ付深井戸の方が効果的である場合や浅井戸の併用など）について事前に検討し、試掘の必要性を再確認すること。また、要請内容の検討、既存資料による水理地質状況を事前に確認し、本調査における物理探査結果、社会・経済調査等を適宜反映すること。

○試掘調査井の仕様（例）

試掘調査において、各サイトの給水需要量を満たす十分な水量、良好な水質を得られた場合には、水源確保の観点から当該試験井を生産井に位置づけることを前提とする。従って、生産井として転用できるよう、井戸仕上げをおこなったあと、給水源への転用が可能なように、キャップして施錠する。具体的な試験井の仕様は、現地調査開始後に滞水層の位置や深度等を勘案し、状況に応じて適切な使用とするよう留意すること。あくまで参考としての標準仕様は以下のとおり。なお、失敗井の場合には、埋め戻し、ハンドポンプ付き深井戸もしくは観測井への転用等、事前に先方と十分に協議し対応方針を確定しておくこと。掘削作業中は1mごとにスライムの地質サンプリングを行い、井戸の地質柱状図を作成する。掘削直後の裸孔中で孔内検層を行う。ただし、作業用ケーシングが抜き取れず裸孔部がない場合や、孔壁が極めて不安定な試掘孔については行わない。

試掘数：8箇所を目途

掘削深度：150m

井戸口径：8インチ

孔内検層：比抵抗、自然電位

○揚水試験

8箇所を目途とする試掘井戸に関して、成功井戸に対し帯水層の能力および適正揚水量を検討するために、段階揚水試験・連続揚水試験・回復法を実施する。揚水試験中に水質試験用の地下水をサンプリングする。

- 揚水試験 : 段階揚水試験 : 4 段階 (1 段階 2 時間程度)
連続揚水試験 : 24 時間以上
回復試験 : 原水位回復まで
水質試験 : ジブチ国の水質検査機関で実施する。

(エ) 水質調査

【目的】

井戸を掘削するサイトにおいて、地下水が妥当な水量・水質を有しているか判断するとともに、施設計画策定、施設設計のための基礎資料とする。

【内容】

対象地域の地下水の水質の特性と、分布状況の概要を明らかにするため、ディキル州、アリ・サビエ州、アルタ州で合計 40 検体の現地および室内での水質分析を行う。40 検体のうち、8 検体程度は試掘井戸からサンプリングする。特に、試掘井戸の水質分析は、将来の揚水井への転用のため、適切な公共機関でないと認可されない可能性があるため、業者選定には留意する。

試験箇所数 : 40 検体

現場分析項目 : pH、温度、電気伝導度、大腸菌群、塩化物濃度

室内試験項目 : ジブチ国での飲料水ガイドライン

pH、電気伝導度、残留物、塩素イオン、重炭酸イオン、硫酸イオン、硝酸塩、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、大腸菌
追加項目

フッ素、鉄、ひ素

(オ) 測量

【目的】

レベル 2 給水施設を建設する集落あるいは、離れた水源から導水する必要がある集落において、測量を行い、施設計画策定、施設設計のための基礎資料とする。

【内容】

縦断測量合計 50km を目安とすること。

(2) 社会条件調査

ア. 目的

社会条件調査は、本基本設計調査を行う上で必要な精度を確保するため、プロジェクトサイトにおける住民の意識、生活環境、人口などの社会条件を的確に把握するもので、これにより対象施設に求められる適切な機能や規模を決定し、設計、施工計画、積算に資するものである。また、本計画の効果の設定や事業評価に資するため、ベースラインデータを収集するために行うものである。

イ. 調査項目

給水施設に対する住民の意識 (水道料金支払い意思額、可能額含む) と住民の生活水準、水利用現況、人口動態 (現在と将来の人口規模)、水道料金体系 (徴収体制含む)、衛生状態等、集落の実態を把握する。特に、持続的利用に留意し、対象サイト (集落) 毎に運営・

維持管理能力を見極め、その結果をサイトの選定及び給水施設の施設計画策定、施設設計のための基礎資料とする。また、村へのアクセス状況（特に掘削リグが入れるかどうかに留意）の把握、GPSによる村の緯度・経度の測定も併せて行うこと。また、環境社会配慮についても留意しつつ調査を行うこと。

【内容】

要請集落において、社会・経済調査を実施し、定住民と面接することで、以下の項目（案）を調査する。

社会・経済	人口（定住民、遊牧民、男女比率、子供の数）、世帯数、 インフラ整備状況（小学校、病院、道路アクセス状況） 主要経済活動（農業、畜産業、物産、労働者等） 既存組織の種類と活動内容（自治組織、女性組織等） 外部機関（行政、NGO、他ドナー等）による支援の有無と内容 主要収入源（農業、畜産業、物産、労働提供、商業活動等）、平均月/年間収入額、収入内訳、季節ごとの変動 平均月/年間支出額と支出内訳 家族内の労働分担
給水環境	水源（地下水、河川、沼・ため池、給水施設等）の種類、数、用途、水量、水質 集落内の各世帯から給水施設へのアクセス状況（距離、時間） 給水施設設置・整備の住民の参加形態、負担額 塩分除去装置の有無、稼動状況 生活用水源の種類、用途、水量、水質、雨季・乾季の違い 主な水汲み担当者と水汲みの方法 1日の水汲み回数、1回の水汲み量 現在使用している既存給水施設、サービスに対する満足度
給水施設の維持管理	既存給水施設の維持管理組織の有無、活動内容 維持管理に必要な知識・技術修得の経験の有無 給水施設故障時の対応方法（スペアパーツ購入、修理等） 維持管理費（水代金）と利用者世帯の負担額 維持管理費（水代金）の徴収・管理システム
給水改善ためのニーズ	既存給水施設の問題点・ニーズ 給水環境改善から期待される効果 住民による自発的な問題・改善に対する取り組みの有無 利用可能な資源の有無 新規施設建設後の維持管理費（水料金）の支払い意義に対する理解と支払いの実行意識 新規給水施設に対する維持管理責任に対する理解度
保健・衛生状況	水因性疾患の罹患状況 疾病の原因と治療方法・予防方法の認識と行動 衛生関連施設の普及状況（一般的な治療方法、医療施設・行為へのアクセス状況、トイレの普及率） 病気予防対策・衛生知識の普及活動の有無

(3) 主な再委託先を以下に示す。

a) 井戸掘削業者

➤ AL Nile Business Group (Nael and Bin Harmal Group)

連絡先 : Mr. Mohamed Omar

Mail : anbg.group@gmail.com

Bureau : 009713 762 77 74 00251 911 50 55 57

Mobile : 0097150 614 22 06

➤ ASCON Lda

連絡先 : W. Thoele

Mail : w.thoele@web.de

+49-8331-3627

b) 水質試験

CERD ジブチ調査研究所

Phd. Bouh Houssein

Mail : Bouhoussein@yahoo.fr

Bureau : 253 86 73 78

5-3 地下水を含む表流水利用計画・事業実施

5-3-1 調査の基本方針

(1) 調査の目的

ジブチ国における水資源の総合的な有効利用を促進し、国内の農業生産基盤強化による貧困層の削減及び食料安全の改善を図ることにより、PNSA、SDNDSP 等諸計画の達成に資するため、対象流域の水資源についてその所在と貯存量を明らかにし、その治水（コントロール）、利水（利用）方法の総合的な検討と持続可能な対処方法の提案、さらに、提案を踏まえた事業計画を策定し事業実施を促す。

具体的には、農業・牧畜用途の小～大規模利水施設の整備、農業振興策、環境保護の方策等当該州（流域）における将来的な目標を設定し、また、事業計画に基づく灌漑施設整備の促進を図ることにより、流域環境の保全と農業生産の向上による農民の生活安定と収益の増加を目指す。

(2) 調査の基本方針

1) 調査方法

本件調査は、わが国の「開発調査」手法による [マスタープラン (Master Plan: M/P)] を策定する過程でカウンターパートに対して計画・調査手法や調査技術の技術移転を図るとともに、[フィージビリティ調査 (F/S : Feasibility Study)] を実施して M/P の実現可能性を明らかにしたうえで、M/P に基づく事業の具体化を図る。

2) 詳細計画策定調査

ジブチ国からの要請を受け、[本格調査] に先立ち [詳細計画策定調査 (S/W : Scoop of Work

協議)]を実施する。この詳細計画策定調査により要請内容の確認、要請3流域(ハンレ、ゴバッド、ベッヤアディ)の水資源(貯存量、開発可能量、現況利用状況、開発計画・関連事業動向等)利用と開発について総合的に調査し、[本格調査]実施のための情報確認・収集、整理・分析を行ったうえ、ジブチ国政府関係者との協議により[本格調査]の対象流域を前記3流域から1流域選定する。

3) 本格調査

詳細設計策定調査(S/W協議)を受けて[本格調査]を実施する。本格調査では農業・農村開発を主眼とする「流域の総合的水資源(地下水及び表流水)開発と利用」のための開発基本計画(M/P)を策定する。また、M/Pに対するF/Sを実施する。

(3) 事業実施の具体化

- 1) F/Sに基づく実施設計調査を実施する。
- 2) 資金協力要請等事業の具体化を図る。

5-3-2 調査項目及び内容

(1) 詳細計画策定調査(S/W協議)

1) 要請3流域(ハンレ、ゴバッド、ベッヤアディ)の総合的調査

- ① 自然条件調査：気候、気象、地質、土質・土壌、水理、水文
- ② 水利条件調査：(水源、主要な既存用・排水施設、灌漑施設)
- ③ 社会経済条件調査：人口(分布、職業別、男女別、年齢別、増減、移動)、農業以外の産業(業種、生産高)、交通(道路網、道路の規格、交通量、想定される計画予定地へのアクセス)、物流[国内、隣国(ソマリア、エリトリア、エチオピア)及びイエメン、フランス等諸外国との交易(人と物の流れ)関係]、市場・市況
- ④ カウンターパート：MAEM-RH及び担当各部局の組織と人材、技術力、予算、計画、事業実施能力
- ⑤ 建設事情調査：設計基準、施工事例、施工単価(資材、機械、労務)、調達事情、コンサルタント、施工業者、各種保険制度
- ⑥ 関係住民調査：既存組織(農民及び既存住民組織関係者・代表者の意向)、宗教、部族、習慣、因習、職業、収入、行政と住民自治(州レベルにある旧王族の関与を含む)との関係・階層構造
- ⑦ 農業(及び牧畜)・農業組合(生産者組織)：営農形態、作付状況、収穫量、農家経営、土地・農地の所有形態、農民金融、農産物流通・消費状況、既存灌漑施設の運営・維持管理状況、組合(制度・組織形態・活動状況・予算・水管理と組合の関係、メンバーと村社会との関係)、遊牧民の移動状況(移動形態・規模・経路・時期、定住化の状況)
- ⑧ 政策・制度：上位計画、行動計画、地方分権と開発(権限の範囲と予算の流れ)、環境社会配慮、ジェンダーや社会的弱者への配慮、AIDS等社会的課題への対応、各根拠法

2) 協力対象1流域の選定

- ① 開発ポテンシャル、可能性、コスト、規模、効果、社会経済的課題、技術的課題
- ② 優先順位の確認(ジブチ政府の意向と根拠、合理的妥当性)
- ③ 総合的な比較評価

- ④ 評価結果の妥当性検討・確認
- ⑤ 対象 1 流域選定とジブチ政府との合意 (S/W ミニッツ署名)

(2) 本格調査

協力対象流域の総合的水資源開発と利用に係る M/P 策定のための調査、M/P 策定、M/P を検証する F/S、事業実施を具体化する実施設計調査を実施し、具体的な事業実施を促進する。

1) 調査

調査項目と内容は、詳細計画策定調査 (S/W 協議) と同様であるが、調査の範囲は 1 流域に限定され、M/P 作成に向けより精緻化されたものとなる。

- ① 地形及び地籍調査
- ② 気象調査
- ③ 土壌調査
- ④ 地質調査
- ⑤ 水利状況調査
- ⑥ 水源調査
- ⑦ 社会経済条件調査
- ⑧ 営農栽培状況調査
- ⑨ 農家等関係者の意向調査
- ⑩ 他ドナー等が計画・実施する関連事業調査

2) M/P 策定

- ① 基本構想・基本計画策定
 - a. 計画地の範囲、営農計画、用水計画、水源計画等総合的に検討し、政府 (国家) や州レベルの各種振興計画を勘案して基本構想を策定する。
 - b. 精査 (上記 1) 調査) に基づき、基本構想に即して基本計画を策定する。
- ② 灌漑計画
 - a. 用水計画: 用水計画諸元 (水分補給用水量、土壌水分、計画間断日数及び 1 回の計画灌漑水量) を決定し、計画用水量を決定する。また水源計画を策定する。
 - b. 全体用水組織計画: 経済性、機能性、安全性を考慮した水源から端末に到る全体用水組織計画を策定する。
 - c. 端末灌漑組織計画: 定置パイプ、畝間灌漑、スプリンクラー等端末灌漑組織計画を策定する。
 - d. 配水組織計画: 経済性、機能性、安全性を考慮し、円滑な管理運営を図る配水組織計画を策定する。
 - e. 送水組織計画: 地区に最も適した送水組織計画を策定する。
- ③ 管理制御施設計画
施設の目的とライフサイクルコスト等を考慮した管理制御施設計画を策定する。
- ④ 管理運営計画
施設の運営組織、維持管理方法を一体的に検討した施設の管理運営計画を策定する。

⑤ 全体システム計画と総合評価

計画全体を各灌漑システムや資源要素の集合と捉え、合理的全体計画となるよう総合的な検討・評価を行う。

⑥ 事業の効果

作物の生産効果、営農労力削減効果、維持管理費削減効果、省エネルギー効果、その他効果の計測手法検討と提案を行い、データ収集を開始するとともに、事業の経済性、妥当性を評価する指標・指針を提示・策定し、継続的なモニタリングを開始する。

3) F/S 実施（実証調査を含む）

- ① M/P 策定調査の結果確認
- ② F/S 計画作成
- ③ モデル地区（農園、圃場）による実証調査
- ④ F/S 結果検証と M/P へのフィードバック

4) 実施設計調査

工事着工に必要な設計図、工事仕様書、入札関係書類作成

(3) 事業実施

M/P 及び F/S に基づく事業実施。

5-3-3 要員計画及び調査工程（案）

地下水を含む表流水利用計画工程表（案）を表 5-1 に示す。なお、事業実施に係る工程については約 2 年間で想定されるが、詳細はマスタープラン及び F/S の中で検討・策定するものとする。

表 5-1 地下水を含む表流水利用計画工程表（案）^注

分野	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	集計			
	調査名	詳細計画策定調査		本格調査																	
	調査区分	要請 3 流域調査・選定		M/P 策定調査（7.5 ヶ月）							F/S（6 ヶ月）							国内	現地	合計	
農業/ （総括）	2 （格付）	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5.0	3.5	8.5
水理・地質	3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	4.0	8.0	12.0
水利施設	3				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	6.0	7.0	13.0
営農・ 農業組織	3				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	4.0	6.0	10.0
環境	4				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2.0	1.5	3.5
業務調整/ 通訳	4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		11.0	11.0
合計																		21.0	37.0	58.0	

注：本調査工程表（案）には便宜上コンサルタント選定に係る公示・選定等の手続きに要する期間や準備期間等を含んでいない。

(1) 詳細計画策定調査 (S/W 協議)

詳細計画策定調査 (S/W 協議) には、要請 3 流域の総合的調査及び本格調査の対象とする 1 流域の選定作業を含め 2.5 ヶ月が想定される (表 5-2)。

表 5-2 詳細計画策定調査 (S/W 協議) 1 : 調査

名 称	担当分野	必要人数×月 (現地)	備考
農業	農業・農村開発	2.5 (1.5)	2
水理・地質	水資源調査・開発・管理	2.5 (1.5)	3
業務調整/通訳	業務調整/通訳	1.5 (1.5)	4
計		6.5 (4.5)	

1) 本格調査

本格調査のうち、協力対象流域の総合的水資源開発と利用に係る M/P 策定に 7.5 ヶ月を見込む (表 5-3)。

表 5-3 本格調査 : M/P 策定調査

名 称	担当分野	必要人数×月 (現地)	備考
農業/総括	農業・農村開発/総括	4.0 (1.0)	2
水理・地質	水資源調査・開発・管理	7.5 (5.5)	3
水利施設	水源・水利・灌漑施設整備	7.0 (4.0)	3
営農・農業組織	オアシス農業・生産組織	4.0 (2.0)	3
環境	環境・社会配慮	3.5 (1.5)	4
業務調整/通訳	業務調整/通訳	5.5 (5.5)	4
計		31.5 (19.5)	

2) F/S 調査実施

本格調査のうち実証調査を含む F/S 調査に 6 ヶ月を見込む (表 5-4)。

表 5-4 本格調査 : F/S

名 称	担当分野	必要人数×月 (現地)	備考
農業/総括	農業・農村開発/総括	2.0 (1.0)	2
水理・地質	水資源調査・開発・管理	2.0 (1.0)	3
水利施設	水源・水利・灌漑施設整備	6.0 (3.0)	3
営農・農業組織	オアシス農業・生産組織	6.0 (4.0)	3
業務調整/通訳	業務調整/通訳	4.0 (4.0)	4
計		20.0 (13.0)	

3) 費用

- ① 詳細計画策定調査 (S/W 協議) には、総額 2 千万円が想定される。
- ② 開発調査 (M/P 策定及び F/S) には、総額 1 億 3 千万円が想定される。

(2) 事業実施

1) 実施工程

F/S (Feasibility Study) 調査に基づく事業実施には2期2年が想定される(無償資金協力を想定、工程表は省略)。

2) コンサルタントの配置計画

事業実施におけるコンサルタントの配置を表 5-5 に示す。

表 5-5 事業実施時のコンサルタント配置計画^注

名称	担当分野	必要人数×月(現地)	備考
農業/総括	農業・農村開発/総括	3(3)	2
水理・地質	水資源調査・開発・管理	3(3)	3
水利施設	水源・水利・灌漑施設整備	6(5)	4
営農・農業組織	オアシス農業・生産組織	24(24)	3
通訳	仏語通訳	24(24)	
計		19(13)	

注：本配置計画は一般的な工事・工期に基づく想定であり、具体的な内容は本格調査の結果によるものとする。

3) 事業費用

事業費は、2期(2年間)500ha規模の灌漑施設開発を想定し、約10億円が見込まれる。

5-3-4 技術移転

(1) 計画手法

作業フロー、タクティクス、工程計画、PCM手法

現場条件(気象、気候、地盤、土質、土壌)の確認と対応

(2) 調査手法

調査計画、現地踏査、リモートセンシング(航空写真・衛星画像選定、解析・分析、処理、利用、記録、解析ソフトの利用手法)

(3) 設計手法

設計条件、設計基準、設計計算手法と妥当性の確認、評価手法、安全率の設定

(4) 施工管(監)理手法

工程管理(工程計画、工程計算、クリティカルパスの確認、工程管理、フォローアップ)

原価管理(原価計算、原価管理手法、チェックとフィードバック手法)

品質管理(材料、コンクリートの配合・生成・施工、鉄筋加工・施工、型枠支保工と出来型、経年変化)

安全管理(施工管理における安全管理の位置付、管理方法、緊急時の対象方法、連絡網)

(5) 維持管理手法

維持管理者(名称、責任範囲・区分)

対象物（名称、所在地、概要、インベントリー整理・登録・管理、履歴）
維持管理方法（ライフサイクルコストと維持管理手法の関係）

- (6) 事業モニタリング・評価手法
事前評価、進捗モニタリング、中間評価、終了時評価

5-3-5 調査用主要資機材

- (1) 計画
地理情報（基礎地形図、GIS、衛星写真）、気象データ、地質・土質データ、水分データ、データ解析機材
- (2) 調査
 - 1) 移動・運搬手段：四輪駆動車（ジープ、ランドクルーザー、ピックアップトラック等）、特殊運搬車、モトクロス用バイク及び修理部品
 - 2) 観測・計測機器：トータルステーション、GPS、気象観測（気温、降水量、蒸発、日照、風向、風速）装置、巻尺、コンベックス、秤、塩分濃度計、土壌分析装置、双眼鏡
 - 3) 記録・解析装置：パソコン、データロガー、解析用ソフト、デジタルカメラ、ビデオカメラ、データ記録媒体
 - 4) 通信機器：携帯電話、無線器機、衛星電話
- (3) 設計
パソコン、プリンター、スキャナー、CAD ソフト、設計ソフト、データ保存媒体、デスク、資料保存用キャビネット

5-3-6 他機関との連携

FAO、EU、UNICEF 等関連する主要なドナーとの定期的な情報交換の場所と機会（ドナー会合等）を設け、積極的に参加して援助の効率化、有効化を図る。また、JICA 関連機関やコンサルタント間での情報交換を図る。

5-3-7 相手国の便宜供与

ジブチ国側の便宜供用事項として次の事項が求められる。

- (1) 調査団員の安全確保
- (2) 調査団員の出入国・滞在の認可
- (3) 調査団員に対する所得税の免除、調査に必要な資機材の持ち込みに対する免税措置
- (4) 調査に必要な場合の私有地及び制限地区への立ち入り許可
- (5) 必要資料・情報提供と日本への持ち出しの許可
- (6) 調査団に対するクレームへの対処
- (7) カウンターパートの配置
本計画の技術移転の対象となるジブチ国行政官や技術者の配置
- (8) 事務所、必要施設の提供
執務スペースの確保、当該事務所までの電気・水道・電話・インターネット回線等の布設

(9) 以上を実施するために必要な予算措置

5-3-8 調査実施上の留意点

(1) 有効な水資源量の確度の高い推定

ジブチにおける農業・農村開発の可能性と限界は水資源量（表流水及び地下水）により規定される。当該流域におけるその所在と貯存量、季節変動、収支、利用可能量等の正確な推定が事業の成否を左右するため、より確度の高い推定が求められる。

(2) 環境影響評価

要請書（当初：2009年3月）では、開発調査中に、以下に留意した環境影響評価報告書の作成が求められており、環境影響評価についてM/Pへの記載を要する。

- 1) 自然環境の現状、生物相、住民、遊牧民の生活実態
- 2) 科学的、社会経済的、文化的に重要な価値を持つ地域の概要
- 3) 環境、土地利用、保健分野等の法制度、規制事項と内容
- 4) 事業実施に係る土壌浸食、水質汚染、汚濁等の評価に適用される指標、数値基準

(3) 灌漑農業と牧畜（遊牧）との関係性理解に基づく計画策定

上記(2)環境影響評価の項にも関連するが、ジブチ国農民は本来遊牧民である背景を踏まえ、調査を円滑に進め灌漑農業の振興を図り、調査の目的を達成するうえで遊牧農民特有の生活、生産活動の実態理解と遊牧農民の生活向上や、牧畜振興に係る諸制度や政策との整合・協調が欠かせない。

- 1) 農業セクター構造（遊牧農業の実態、定住農業と遊牧との関わり、組織構造）理解
- 2) 既存の灌漑施設に係る諸課題と参加農民、農村社会との関係性の理解
- 3) 農業政策に於ける牧畜振興策と遊牧との関係及び課題理解
- 4) 1)、2)、3)を踏まえた灌漑施設設置・管理に係る計画策定、データ収集、分析、評価指標の考察と提示

(4) 他の（地域）開発計画との整合

- 1) 上位計画、関連計画との整合
- 2) 教育、ジェンダー、文化、交通、通信等関連する他分野計画との整合を図る。
- 3) FAO、EU、UNESCO 等他の援助機関等の開発計画との整合と協調を図る。

(5) その他

調査対象地域が「世界で最も暑い」とも言われる広大な砂漠や岩石砂漠であり、調査環境は厳しい。現地調査時には不測の事態に備え確実な連絡手段の確保と十分な飲料水・食料の携行を図る。

また、一般に幹線道路から離れた国境沿いの道路や流域界の道路（N5-Kabah Kabah、N7等）、既存圃場へのアクセス道路は、交通量が少なく、整備・維持管理も行き届いていないため調査車両の通行には困難を伴う。現地に駐屯する軍隊や警察関係者等当地の治安状況や道路事情に詳しい者からの情報収集（カウンターパートは、現場や現地での調査に疎く、道案内としての

信頼に欠ける) や3本以上の予備タイヤ、スペアパーツ、緊急車両脱出用機材(ジャッキ、チェーンブロック、スコップ、ワイヤーロープ、牽引装置、鉄板等)、不時露営機材、救急医薬品、十分な水・食糧等の携行に留意する。

<参考文献>

- 国際協力事業団 2000 JICA 開発調査のしおり
国際協力事業団 2002 調査を通して技術を移転「開発調査」、国際協力機構年報 2002
pp113-115,pp133-137
農林水産省構造改善局 土地改良事業計画設計基準「計画・畑地灌漑」
MAEM-RH 2009 地表水利用に関するマスタープラン作成のための調査（要請書：和訳）
Microsoft (R) Encarta (R) 2006. (C) 1993-2005 Microsoft Corporation. エンカルタ
村上敏男 2009 ジブチ国における案件形成調査結果（給水分野）アフリカ地域支援事務所
吉田克人 2009 対ジブチ水セクター準備調査現地報告書 国際協力機構 帰国報告会

<参考にした website>

- <http://www.southtravels.com/africa/djibouti/weather.html>
Allmetsat（空港の気象データネットワーク）
<http://ja.allmetsat.com/climate/yemen.php?code=63125>
危険情報 外務省
<http://www.pubanzen.mofa.go.jp/info/info4.asp?id=141>
ジブチ共和国の基本情報 2008 年版
<http://hiki.trpg.net/BlueRose/?RepubliqueDeDjibouti-basicData2008>
Central Intelligence agency, THE WORLD FACTBOOK 2009,
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/dj.html>

