

第2章 エリトリア国の地下水開発・給水事業における 組織・体制・制度

2-1 エリトリア国の一般概況

(1) 一般情報

エリトリア国は30年にわたる独立戦争の結果、1993年5月24日にエチオピアから独立した新しい国である。独立戦争の後遺症もあって、経済的には非常に苦しいが、国民が力を出し合って新国家の建設に乗り出したところである、

国土面積は124,320km²で、およそ日本の3分の1である。人口は公式には350万人で、うち数十万人が海外に移住しているとされている。

表2-1 エリトリア概況

国土面積	124,320 km ²	
人口 (1994)	3.0~3.5百万人	
土地利用 (FAO: 1993)		百分比
耕地	417,000 ha	3.4%
灌漑農地	22,000	0.2%
傷めつけられた森林	53,000	0.4%
植林	10,000	0.1%
薪林	673,000	5.5%
牧草地	6,967,000	57.2%
裸地	4,047,000	33.2%
Total	12,189,000 ha	100%
主要統計		
人口密度 (1991)	24~28人/km ²	
人口増加率 (1991)		3.3%
人口分布 (1992)	都市人口	20%
	農村人口	80%
保 健		
幼児死亡率 (1991)	135 per 1000 live birth	
平均寿命 (1991)	46年	
教 育		
就学率 (1994)	Primary(小)	26%
	Junior Secondary(中)	5.9%
	Senior Secondary(高)	8%
成人識字率	男	25~30%
	女	15%
	全体	20%

経 済	1993	1991	
GDP実質成長率	-1.5%	9.4%	
年平均成長率		4.0%	
GDPの内訳	1993	1991	
	農業	13.1	19.0%
	工業	20.7	18.1%
	サービス産業	65.2	62.8%
	計	100.0	100.0%
宗 教	キリスト教 (コプト派)、イスラム (各50%)		
慣用語	ティグリニア、アラビック、英語		
通貨と交換率	エチオピア・ブル(USD 1=ETB7.00:1997年4月)		
会計年度	1月～12月		

UNICEFは国内人口を230万から280万人、国外人口を70万人から100万人と見ている。

ここで通貨について述べておくと、エリトリア国では現在エチオピアの通貨birrがそのまま使われているほか、西部ではスーダンのポンドも遊牧民の間では使われている。したがって、NBE (National Bank of Eritrea) は通貨を規制する力を持っていないが、近く独自の通貨「Nakfa」を発行する予定である。これによってNBEは輸出入通貨などの政策運営が可能となる。なお、Nakfaはエリトリア開放戦線の根拠地であった北西部の小都市の名で、病院や学校・工場などをもつ地下都市を作りあげて、ソビエト・エチオピアの空爆に耐え抜いた抵抗と独立運動の聖地である。

(2) 国土と人口及び主要都市

エリトリアはアフリカ東北部にあり北緯12.5度から18度、東経36.5度～41度に位置する。国土は紅海に浮かぶ島嶼部分と、北西から南東方向に細長く伸びた紅海沿岸の本土から成り、北西はスーダン、東は紅海を挟んでサウディ・アラビアとイエメンに対しており、南東端はジブティ、南はエチオピアに国境を接している。

1) 地形

地形的には、紅海にのぞむ狭い海岸平野と、標高1,000m～2,000mの高原地帯及び西部の乾燥した低地帯とにわけられる。高原地帯と海岸平野の境界は急峻な斜面が発達し、豊かな植生が見られる。

一般的に、エリトリアは地形から以下の3つのゾーンに区別されている。

①海岸平野

紅海に面した海岸線は約1,200kmに及び、その背後に幅約50kmの狭い海岸平野を伴っている。領海内には126の島があり、珊瑚礁が発達している。南東部には、アファー低地帯の北西端部を占める、海面下90mのダナキル低地が存在する。

海岸平野は砂漠であり、降雨は乏しく、高温酷暑の地である。したがって、河川は発達せず、すべて涸れ川（ワジ）である。

人口も希薄で、住民はRashaida族などの回教徒遊牧民が主である。

②高原地帯

エリトリアの主要部は標高1,000mないし2,300mのゆるやかな起伏を持った高原地帯に属しており、ここは古くからの定住農業地帯で、人口密度も高い。住民は大部分がシバの女王の子孫とされるTigrinia族である。

この高原地帯と海洋平野の間の斜面は急峻な地形であるが、紅海から供給される湿度の高い空気が雲や霧をもたらすため、植生も豊かとなり、農業地帯となっており、海岸斜面としての独立したゾーンとして記載している例もある。

③西部低地帯

ケレン（Keren）市から西方でスーダン国境に至る砂漠ないし半砂漠地帯で、標高はスーダン市国境で500m程度である。

この低地帯は季節的に流水がみられるBarka川とGash川の流域であり、これらの水を利用してイタリア植民地時代には、大規模な取水堰と溜め池及び灌漑水路をもった大農場が運営されていた。

人口は希薄で、住民は回教徒の半遊牧民のNara族、Hedareb族などである。近年に至って独立戦争の戦火を避けるために、難民となってスーダンに移住したエリトリア人が帰国、定住しつつあり、人口も急増しているので大規模な農業開発が計画されている。

2) 人口

独立後、いまだ人口調査が実施されていないので、正確な数字はない。一般に350万人といわれており、うち50万人は近隣諸国に避難しており、20万人は海外居住者とされている。また、UNICEFは国内人口を230万人から280万人、国外人口を70万人から100万人と見ている。しかし、海外を含む独立時の国民投票の動向からみれば250万人が妥当な数字であるとも言われている。250万人ととれば人口密度は20.1人/km²である。国内人口分布は高地に20%、1,000mないし、2,000mの地区に30%、残りは低地を生活の場としている。

戦争終結後の帰還兵などによるエリトリア国への人口流入は激増しており、年平均人口増加率は3.3%に至っている。これはアフリカ諸国の中でも極めて高い数値となっている。

3) 土地利用

土地利用状況についてはエリトリア概況で前述したとおり、全体の利用面積は121,890 km²で、その内半分を牧草地で占めている。また、「Children and Women in Eritrea」によると、さらに拡張が可能とされる耕地や灌漑農地がそれぞれ10,500km²、6,000km²と概算

で見積もられているが、その一方では、それらの地域はインフラの不備や気象が厳しい現状にあることから、エリトリア国の実状にあった資金で徐々に開発されていくことになる」と述べている。

4) 主要都市

・アスマラ (Asmara) [首都]

エチオピア高原の北端に位置し、海岸から115km内陸にある。標高は2,289mと高いが、低緯度のため快適で過ごしやすい気候である。1889年にイタリアによって占領され、1897～1941年の間イタリアの植民地経営の中心地となり、アスマラからマッサワ港やアコルダトとの間には鉄道が敷設された。南部イタリアそのままの市内の雰囲気は大変落ち着いており、治安も良く、路上生活者などは見られない。

・マッサワ (Massawa)

アスマラの北東直距90kmの港湾都市。マッサワ海峡に望み、紅海有数の良港を持つ。元来は島であったが、鉄道で本土と結ばれてから、本土側へも市街が広がった。かつてイタリアがエチオピア侵略の拠点とした港で、造船所や多くの倉庫があるが、内戦の痕が生々しく残っており、完全な復興までにはかなりの時間とコストがかかると思われる。今回現地を視察した限りでは、港湾施設は一応機能しているが、大型船は接岸できないため、自動車などはサウジアラビアのジェッダで積み替えて輸入している状況である。

イタリア人の設計になる当地の主水源は、地下ダムで伏流水を取り、自然流下で全市に給水している。

・アッサブ (Assab)

紅海沿岸東南部の港湾都市。1869年イタリアの石炭補給基地となってから発展した。マッサワ港よりもアジスアベバに近いため、近年港湾施設が整備されて、アジスアベバの外港として重要性が増していた。エリトリアの独立後も、アッサブ港経由のエチオピアの輸出入は免税となっている。

(3) 住民と言語、風俗

1) 民族・言語

エリトリア国に居住する人々は9種族にわけられているが、そのほとんどがアラビア半島から移住してきたセム族に由来する。人口の半数以上は、北部から南部にかけて本格調査の対象都市を含む広い範囲でティグレ族が占めており、国土に占める面積で比べると、次にスーダン国境付近に居住するベジャ族や紅海に面したエリトリア国南東部に拠点を置くアフール族、サホ族が続いている。アフール族は古くから「勇敢な戦士」としてかなり有名な種族である。

その中で最後に移住してきた部族は19世紀にアラビア半島から来たラシヤイダ族である。それぞれの部族名と使用する言語は次のとおりである。

部族名	言語
Afar	Afar
Bilen	Bilen
Hedareb	To Bedawi (Beja)
Kunama	Kunama
Nara(or Baria)	Nara
Rashaida	Arabic
Saho	Saho
Tigre	Tigre
Tigrinya	Tigrinya

公用語は決められておらず、1996年8月に入手した憲法原案では「エリトリア国内の言語の平等性は保証される」と記されている。現実としては、人口比を反映して、ティグリニア語とアラビア語が広く使われており、英語も教育の成果により、かなり通用している。イタリア語は旧植民地地区の老年者の間ではいまだ第一外国語である。アムハラ語はアフリカでは数少ない文字をもつ言語である。エチオピア国から独立するまでの間、ほとんどの学校ではアムハラ語によって教育されていたことから、年齢別に幾分格差はあるものの、都市部を中心にアムハラ語は現在でも十分通用する。

宗教は、キリスト教（主にコプト派）とイスラム教がほぼ50%づつで拮抗している。ほかに約5%のアニミズムがあるとされている。地理的にはChristian Highlanderという表現があるとおりに、高地の住民はキリスト教が多く、低地にはイスラム教徒が多い。

2) 風俗

衣：一般の人々は、普段ガビという幅と長さが3 m以上あるガーゼの綿布を身体に巻き付けている。これは伝統的な衣裳で、朝夕の寒さや日中の強い紫外線から身を守るのに役立つ。

食：主食のインジェラは、テフというアワに似た穀物を発酵させ、ホットケーキのように薄く焼き上げたものである。このインジェラを、ワットという一種のシチューにつけて食べる。このワットはバルバレという香辛料が入っており、かなりスパイシーである。そのほか、魚のフライ料理や、牛肉の赤身を小さく刻み、バターとミッツミッタという香辛料で調味したクツウフォなどがある。

住：都市部を除くと、焼きレンガやドロ壁の住居が多く、緑色片岩の分布地帯ではこれらの石を積み重ねて造った伝統的な石造りの家屋が見られるほか、円形の石積みに円錐状のワラ屋根の家など種族によって特徴がある家がみられる。

祭：正月の9月末は、雨季明け祭りの季節であり、キリストの十字架の祝祭であるマスカル祭りがある。そのほか、エチオピアキリスト教暦のクリスマスであるゲンナ、キリストの受洗を祝うティムカットの祭りなどがある。

断食：キリスト教、イスラム教を問わず人々は敬虔な信者であり、いずれも断食がある。

3) 習慣

エリトリア国の文化や習慣はかなり強く、多岐にわたっている。ここでは、特徴ある習慣について述べる。

エチケット・挨拶：

一般にエリトリア人は礼儀正しく、身分の上下や長幼を重んじる。この点では率直で明るいブラックアフリカより、日本の人間関係に似ている。敬意を表す言語表現（敬語）や身体行動（お辞儀やキス）が発達している。挨拶の交換は熱意を込めて長く念入りで、「神のおかげで」（イグザビエル）という決まり文句を多用し、1度の対面時で下記のような長い挨拶が一般的であり、2～3度繰り返されることがある。

「How are you?, How have you been?, How is your family?, How is your wife?, How about your children?, How are you?»

友人、知人間の挨拶では、男女にかかわらず抱き合って左右の頬に交互にキスし合う。

コーヒーセレモニー：

招待客は伝統的なコーヒーセレモニーで持てなされる。セレモニーでは、コーヒー豆のローストから始まり、通常招待客は出されたコーヒーカップ（大きめの杯程度）3杯を受けなければならないため、時間的に余裕が必要である。

伝統的な食事：

すべてエリトリア国スタイルで食事が出される場合、食事前に手を洗うための洗面器と水が入ったピッチャーやタオルが運ばれてくる。

エリトリア国の主食は、一見スポンジクレープのようなインジェラと呼ばれるもので、それに添えるものは辛いシュロやジグニーなどのおかず類である。

食事の際には、基本的に手づかみで食事がとられるため、以下に示したマナーを心得ておく必要がある。

- ・右手だけを利用すること。
- ・口に指を接触させない。また、指を舐めないこと。
- ・一度トレーから取った食べ物をトレーに戻さないこと。
- ・遠方のトレーから取らないこと。

家庭の使用人：

エチオピア国と同様、メイドを雇う習慣があり、たとえ貧しい家庭であってもその習慣は保たれている。また、門番や運転手を雇うことも普通に行われている。

(4) 歴史

1890年にイタリアに属して、その植民地となったエリトリアは1912年に国連決議により英国の保護領とされた。それ以後の略史は次表のとおりである。

1952年	国連の決定により、エチオピアと連邦を形成
1961年	エリトリア開放戦線（ELF）結成
1962年	エリトリア議会がエリトリアのエチオピアへの併合を決議
1972年	エリトリア人民開放戦線（EPLF）結成
1991年5月	EPLFがエリトリア臨時政府樹立を宣言
1993年4月	国連の監視の下、エリトリア地域の分離・独立を問う住民投票実施 独立宣言（4月27日）
5月	エリトリア独立祝典（5月24日） 国連加盟（5月28日）
6月	OA加盟（6月4日）

〔古代王朝〕

エリトリア国（エチオピア）の先住民はハム族で、紀元前10世紀頃にエジプト国の支配から独立して王朝が成立した。その後、紀元1世紀にセム族のアクスム王朝が興って全土を支配し、ハム族との混血が進んだ。4世紀頃からはキリスト教が普及し、キリスト教国となった。

10世紀初めにアクスム王朝が減ぶと、群小の封建国家が生まれて、国内は大混乱に陥った。

16世紀にはオスマントルコが侵入して全土を荒らした。

〔ヨーロッパ列強の侵入〕

1869年にスエズ運河が開通し、紅海はヨーロッパとインドを結ぶ最短コースとして脚光を浴び、ヨーロッパに列強は競ってこの地域に有利な立場を確保しようとした。なかでも、1885年、エリトリアのマッサワ港を手にしたイタリアは、1890年には紅海沿岸に植民地を樹立し、さらに1889年にシェワの王メネリク二世を皇帝に就けて、エリトリア（エチオピア）を保護国にしたが、1893年フランスの妨害によって失敗した。

しかし、その後もイタリアの干渉は続き、1899年にはついにエリトリアが占領され、再びイタリアの植民地となった。

[ハイレ・セラシェー世]

メネリック二世の孫リッジ・イヤスは1908年に皇帝になったが、イスラム教を奉じたため、エチオピアのコプト派キリスト教教会の法王は1916年にその地位を取り上げ、代わって、メネリック二世の娘が帝位につき、タファリ・マコネンが摂政となった。

タファリは外交に力を注ぎ、1923年には国際連盟への加入に成功した。1930年、タファリは女皇の後を継ぎ、ハイレ・セラシェー世と名乗り皇帝の座についた。翌1931年、エチオピア初の帝国憲法を制定し、アムハラ語を公用語とし、軍隊・警察・官僚をアムハラ族で独占して封建的中央集権体制の確立を目指した。

1934年9月、イタリア領ソマリアとの国境で、イタリア軍とエチオピア軍が小競り合いを起こした。これを機に、イタリア軍はエチオピアに侵攻を開始し、翌1936年にはアジスアベバを占領した。その後、5年間エチオピアはイタリア領東アフリカと呼ばれ、ハイレ・セラシェー皇帝はイギリスへ亡命した。1940年イタリアが第二次世界大戦に参戦すると、エチオピア国民は大規模な反乱を起こした。これに呼応して、イギリス軍がエチオピアに進軍し、1941年イタリア軍を破って全土を軍政下においた。イギリスは1942年にエチオピアの支配権をハイレ・セラシェー皇帝に譲り、皇帝は再びエチオピアの君主として返り咲いた。

[エリトリア問題の発生]

1942年におけるエチオピアの独立回復後もイギリスの軍政下に残されたおもにティグレ族が住むエリトリアの処分については、第2次大戦後、国連の手に委ねられた。国連は、独立を要求するエリトリア住民の希望を考慮して、1952年エチオピアとエリトリアの連邦国家を成立させた。その後、紅海をその領有地としたいハイレ・セラシェー皇帝は、エリトリア内の反併合派を排斥したあと、エリトリア州議会に決議させてエリトリアを併合した。これに対し、国連はそれを黙認した。

このような動きの中で、併合に反対する動きがエリトリア内で活発化し、まず1961年にイスラム教徒を中心にエリトリア開放戦線（ELF）が結成され、グリラ闘争を開始した。1970年には、エリトリア開放戦線から過激派〔エリトリア人民開放戦線（EPLF）〕が分裂し、リビア、イラクの支援を受けた。さらに、両者の統合を図ろうとする中間グループとしてエリトリア開放戦線・人民開放軍が結成された。

[エチオピア革命]

ハイレ・セラシェー皇帝の独裁と弾圧政策に対して、知識階級の皇帝批判が起こり、その後、1973年の石油危機と旱魃による被害をきっかけとして、一般民衆をも巻き込むかたちとなった。さらに、アスマラに駐屯する陸軍第二師団が、古い政治体制と社会制度の改革をつきつけるかたちで決起を行った。

このような混乱のなかで発足した新内閣によって、浄化運動が進められ、ハイレ・セラシェ皇帝の不正行為と民衆に対する無理解が明らかとなり、9月12日早朝、ハイレ・セラシェ皇帝は45年間君臨してきた絶対君主の座からおろされた。

ハイレ・セラシェ皇帝の失墜を成功させたオモロ族出身のメンギスツ少佐を中心とする軍事調停委員会は、皇帝を廃位し、臨時軍事政権を樹立した。政権を握った軍部は臨時軍事評議会を結成して社会主義宣言を行い、1975年3月に帝政を廃止して共和国の樹立を宣言したが、内部権力抗争が生じ、右派や親エリトリア派などに対する粛正が続いた。その結果、急進派のメンギスツが臨時軍事評議会の議長に就任し、全権を把握したが、当時のカーター大統領の人権外交により、武器輸出が停止された。この決定は当時の米ソ間の軍事バランスを崩し、エチオピアとソ連の緊密化を促すこととなった。

{メンギスツ政権の崩壊}

革命直後の混乱に乗じて、西ソマリア開放戦線と、これを支援するソマリア軍が侵攻して、オガデン地方の大半を占領した。エチオピア政府軍は、ソ連の軍事援助とキューバ軍のテコ入れを背景に態勢を挽回した。また、エリトリア開放戦線やエリトリア人民開放戦線との戦闘でも、エリトリア地域の9割までを開放戦線側に支配されていたが、ソ連とキューバの支援により、反撃を開始した。これから激しい独立戦争の時代となり、米国は開放戦線を支援し、ソ連はエチオピア独裁政権を支援した。当時のソ連製戦車の残骸は今でもアスマラやアッサブなどで見ることができる。

このような混乱の中で、メンギスツ政権は1987年に国民投票による新憲法の承認により、エチオピア人民民主共和国を成立させた。さらに国民議会の選挙を経てメンギスツが初代大統領に就任し、文民政権を発足させた。

メンギスツ政権は王族や教会の所有していた広大な農地を開放し、国営農場の建設に着手した。しかし国家財政の60%が軍事費に費やされ、さらに1982年から3年間続いた大旱魃によって、北部における餓死者は200万人を超えた。これに対して、南部出身のメンギスツ政権は反政府感情の強い北部には関心を示さず、そのため北部住民ティグレ族の反感を買った。

一方、北部のエリトリア州が1962年に強制併合されて以来、分離独立運動がエリトリア人民開放戦線によって進められてきた。また、エチオピアでもティグレ州の自治を要求するティグレ人民開放戦線が、首都を追われた反メンギスツ民主勢力と共闘して、エチオピア人民革命民主戦線を結成した。

この2大勢力が、1991年4月メンギスツ政権打倒を目指して、首都アジスアベバに進軍した。1991年5月21日、メンギスツ大統領は辞任して、ジンバブエに亡命し、北部出身のテスファイエ首相が大統領代行となった。

1991年7月1日から首都アジスアベバで全政議会が開かれ、エリトリアについては、独立の可否を問う住民投票を、国際機関の監視下で二年以内に実施する権利を認め、エリトリアの分離独立の道を事実上容認した。

[エリトリアの独立]

エリトリア人民開放戦線は、この間独自に暫定政府を組織し、独立の既成事実化を進めた。そして1992年4月、独立の可否を問う住民投票を1993年4月に行うと発表した。

この住民投票は実際には1993年4月23日から25日にかけて、国連と各国から派遣された監視要員による監視の下で実施された。投票結果は、有権者登録数約117万人、投票率98.5%、独立支持99.8%であった。この結果を受けて、エリトリア暫定政治は直ちに独立を宣言するとともに、5月24日に独立式典を行うことを発表した。国連は、今回の住民投票が全ての段階において自由かつ公正に実施されたと判断するとの声明を発表した。

以上述べたメンギスツ政権の崩壊と新生エリトリアの誕生の背景には、世界的な冷戦の崩壊によるソ連などの軍事顧問団のエチオピアからの引き揚げ、激変するソ連、東欧情勢など、中東における軍事バランスの崩壊を伴う世界情勢の動きが密接にからんでいたと言えよう。

(5) 政治・経済

1) 政治

1993年の独立以後、新政府は民主憲法の原案作成には4年間が必要であるとして、選挙を実施しなかった。この暫定政府はエリトリア人民開放戦線（EPLF）の組織がほぼそのまま移行したものであり、EPLFのリーダーであったIsaias Afewerkiが大統領となっている。なお、EPLFはエリトリア独立後の1994年にNakfaで開催された大会で解散し、民主主義と正義のための人民戦線（PFDJ）という政党になっている。

1996年8月には新憲法原案の英語版が完成し、アスマラ市のセーラムホテルにおいて、駐在する各国の外交官に説明会が開かれた。この時に、JICAのプロジェクト形成調査団は58条からなる憲法原案を中国大使から入手したが、憲法の制定は1998年になる予定である。

2) 経済

経済の面では、イタリア、英語及びエチオピアと3カ国に統治されたため、いまだに農業に基礎を置く不安定な経済状況にある。

エリトリア国は紅海に面しており、従来から中東市場との貿易が歴史的に盛んであった。

イタリア統治の末期には700以上の中・小企業が工業生産に従事し、ほぼ同数の建設、運輸、貿易会社が登録されていた。当時のおもな輸出品目は、食品、飲料、建設資材、タイヤ及び紙製品であった。在住イタリア人は6万人に及び、都市化が進んだ。

第2次大戦中（1940年代）はエリトリアの経済が最も発達した時期であり、輸出は1億ドルに達した。

しかし、戦後になって、英国の保護領とされた期間には、ポンド経済圏への組み込みを狙ってセメント工場のキルンの取り外しや港湾施設や鉄道などの取り外しが、英国によって行われた。

その結果、1950年代には多くの熟練労働者が湾岸諸国に移住して行った。

元来、エリトリア国は、食品加工、飲料、繊維・皮革、建設材料、金属、ガラス加工などについての能力を有しており、農産加工はかなりのレベルであった。しかしながら、エチオピア併合後輸出総額は急落し、1992年までわずか年間200万ドル程度で推移してきた。

1991年5月には42の国営企業が活動していたが、これらは新政府に接収され、当初は低い稼働率で生産していたが、独立後の現在では、多くの企業は民営化され活発な活動を始めてきている。輸出額も徐々に増加しつつある。

現在の輸出品目は農産物や家畜であり、工業は復興途上である。政府は繊維製品、皮製品の輸出と塩、セメント産業のリハビリに力を入れている。塩、ガラス製品、織物、陶器、革製品などの生産は1992年時にはエリトリア国のGDPの約26%を占めている。表2-2にはエリトリア国における軽工業として登録済みの分野別民間企業及び雇用人員を示す。

表2-2 民間企業数と雇用人員（1993年）

業 種	企業数	雇用人員
食 料	283	873
織 物	83	987
化 学	37	487
皮製品及び靴	25	386
金 属	71	370
木 材	28	114
印刷及び製紙	8	59
非金属	45	399
合 計	580	3,675

(出典：Children and Women in Eritrea)

一方、農林・畜産業がGDPを占める割合も約26%となっているものの、現在の人口に対する食料生産量は低い。

いわゆるaid-industryも停滞傾向にあるものの、エチオピアと共に、アフリカで唯一独自の文字と文化を持つエリトリアは、勤勉な国民性と相まって、実り多い未来が期待されている。

(6) 生活情報

1) マスコミ

国営のラジオ局とテレビ局があるが、テレビ放送は首都とその周辺に限られている。

新聞はティグリニア語、アラビア語のほか週刊の英字紙 (Eritrea Profile) がある。電話は1994年にEuropean Investment Bankからの1,000万ドルのローンを得て、都市間の回線が改良され、国際回線も1996年にダイヤル直通となった。

Eritrean Telecom Authorityは遠からず民営化される予定である。電話の普及率は現在200人に1台であるが、2004年には100人に3台まで普及することを目指している。

2) 運輸

航空：現在、アスマラ国際空港からは、次の国際便が定期運行されている。

アスマラ－フランクフルト (ルフトハンザ航空)

アスマラ－ロンドン (エチオピア航空)

アスマラ－アジスアベバ (エチオピア航空)

アッサブ空港の改良工事は1994年に終了し、マッサワ空港など国内小航空改良計画が進行中である。

道路：主要道路のうち、アスマラとマッサワを結ぶ107kmの道路は拡幅舗装されており、交通量も多い。アスマラから南方、エチオピア国境に向かう2本の道路も全面舗装済である。

西へ向かう道路はアスマラ－ケレンの間は改良済であるが、ケレン－アファベット間、ケレン－バレンツ間は改良工事が進められている。

鉄道：1930年代にイタリアによってマッサワ港から西部低地帯のアクルダット迄の約600kmが敷設された鉄道は、内戦により破壊されたが、1994年に再建がスタートした。1997年にはマッサワ港からギンダまでが再開される予定であった。希望的観測としては2年以内にアスマラまで開通するといわれている。

海運：マッサワ港とアッサブ港がある。アッサブ港は、従来エチオピアにおける海の玄関であったが、エリトリア向けにはあまり使われなかった。内戦の影響も少なかった上に、アッサブからエリトリア国内への道路がないため、現在も主にエチオピア向けに用いられており、エチオピアの税関も設けられており、エチオピア

にとっての自由港となっている。

エリトリアにとっては、首都に近いマッサワ港が今後の主要港になると考えられる。しかし、マッサワ港の設備は内戦によって大きな打撃を受けており、エリトリアの復興にとって、マッサワ港の再建が不可欠であり、近年日本の援助による漁港整備が行なわれた。

現在、サウジアラビアで小型船に積み替えている輸入物資を直接マッサワ港で陸揚げしたいという希望は強い。

3) 疾病 (Guide to Eritrea, 1996による)

・下痢

下痢は種類、原因とも多いので、慎重に薬を選ぶ必要がある。下痢止めは悪影響を及ぼすこともある。道傍でジュウジュウ焼いている料理の方が高級ホテルの料理よりも安全であり、水にはヨードを添加するより煮沸、煮沸よりも中空糸膜フィルターが有効である。氷の原水は危険であり、水道水も直接飲むのは危険である。

・マラリア

アフリカはアジアにくらべてマラリアの危険性は格段に高く、毎年100万人が死んでいる。マラリアは夕方に活動的なので、肌の露出を避け、防虫剤を塗るとかの注意が必要。蚊取り線香や殺虫スプレーも有効である。流感のような痛みと熱を感じたら、マラリアの恐れが高い。アスマラのイタリアンホスピタルが最善の病院。またマラリアは潜伏期間が長いので、帰国後1年までに発熱の場合は医師に申告すること。

・デング熱

エリトリアの海岸平野ではごく普通の熱病である。清澄な水に住み、日中に活動する蚊が媒介し、潜伏期間は2～7日である。Breakbone Feverといわれるほどの痛みを伴うが、1週間とは続かず、死に至ることも少ない。

・その他

巻き貝を中間寄主とする寄生虫による発熱も多いが、植生の多い停滞した水域には入らないことが大切である。

また、脳膜炎は発熱後1時間で死に至ることもあるので急性熱症はすぐ医師に相談のこと。動物に噛まれたら狂犬病、深い傷を負ったら破傷風に気をつけること。エイズの危険もある。

4) 休日

未だ最終決定されたものではないと見られるが、主な休日は次のとおりである。

New Year	January 1
Orthodox Christmas	January 7
Timket (baptism of Christ)	January 19

Women's Day	March 8
Eid el-Fitr	Spring
Easter (Fasika)	Spring
Liberation Day	May 24
Martyrs' Day	June 20
Eid el-Adha	Summer
Start of the Armed Struggle	September 1
Orthodox New Year	September 11
Meskel (Festival of the True Cross)	late September
Eid Milad el-Nabi (Prophet's birthday)	Autumn
Christmas	December 25

他にそれぞれの宗教に関連する祭日がある。一般に結婚は1月と2月に多い。Orthodox Churchの暦は13カ月であり、30日ずつの12カ月のあと数日の13月があるが、ビジネスには使われていない。

5) 食生活

市内に市場があり、野菜、果物、香辛料が売られている。台の上に並べてある野菜や果物の量は多いが、種類は限られている。野菜は玉ねぎ、じゃがいも、ニンジン、トマト、レタス、キャベツ、ピーマン、とうがらし、豆類の他、緑の野菜が数種類ある。時には小指の大きさの大根が売られていることもある。果物は柑橘類、バナナ、パパイヤ、りんご、サボテンの実の他数種類がある。季節よって値段は異なるが、野菜、果物とも1kg当たり2～7ブル（1ブル＝約17円）である。市内に雑貨店があり、ここでも野菜や果物が売られているが、種類は限られており、新鮮なものは少ない。肉屋も市内にあり、大きな塊を切ってもらうことができる。牛とラムが多く、回教徒が人口の半分を占めているため豚肉を置いている店は少ない。値段は1kg当たり20～30ブルである。鶏は市内の一角で生きたものを売っており1羽20～30ブルである。鶏肉として売っている店はほとんどない。鶏を絞めるのは男の仕事、毛を抜くところからは女の仕事となっている。鶏肉は1羽を12にわけることになっており11に分けると女性は離縁され、13以上だと悪い女という習慣がある。卵は鶏と一緒に売られている。他に雑貨店でも売っており1個50～65セント（100セント＝1ブル）である。

国連のFAOプロジェクトによりアスマラでも紅海の魚を買うことが可能となった。魚市場は2軒あり、タイ、バラクーダ、ハタ、エボダイ、サメなどが売られている。値段は肉とほぼ同じである。

飲料水はローカルの炭酸水を買っている。ホテルでは1本2ブルである。工場から飲料水を買うときは最初にビン代を含め金額を支払い、次回からビン持ち込みで水代だけになる。輸入飲料水はプラスチックボトル入りで1本7～10ブルである。

ビールはローカルビールがあり、ホテルで1本約5ブルである。

日本食用の調味料は入手不可能である。

6) 食器・調理器具など

高度2,400mのため米を炊くには圧力釜が必要である。圧力釜は販売されているが、品質はあまりよくない。その他の料理は普通の鍋で十分である。

燃料はプロパンガスである。ボンベのガス交換は約40プルである。ガス店にボンベを持ち込み、ガスが来るまで順番を待つことになる。ガスコンロはオープン付のものが売られているが、輸入品のため冷蔵庫と同様、高価である。電子レンジはまだみかけない。

7) 外食

ローカルのレストランは多い。どの店もメニューはだいたい同じで、主食のインジュラの他はイタリア料理のパスタ類（10～15プル）と肉類のステーキ、ローストラム、ヤギ、ローストチキンなど（15～20プル）になる。メニューにのっていても店によっては料理があるので、注意を要する。料理の方法はどの店も同じであるが、味は店によって異なる。おいしい店は少ない。ホテルはローカルのレストランに比べ値段が3～5倍になる。

おいしい店としては2～3軒のイタリア料理店とスーダン料理店が1軒あり、魚の唐揚げがある。中華料理店は2軒あり、うち1軒は味がよいので外国人で販わっている。

コーヒーショップ店とバーはいたるところにある。バーは全く健全である。ウイスキーもある。エリトリア人は静かにビールを飲む。

2-2 行政・組織・法制度

(1) 行政・組織

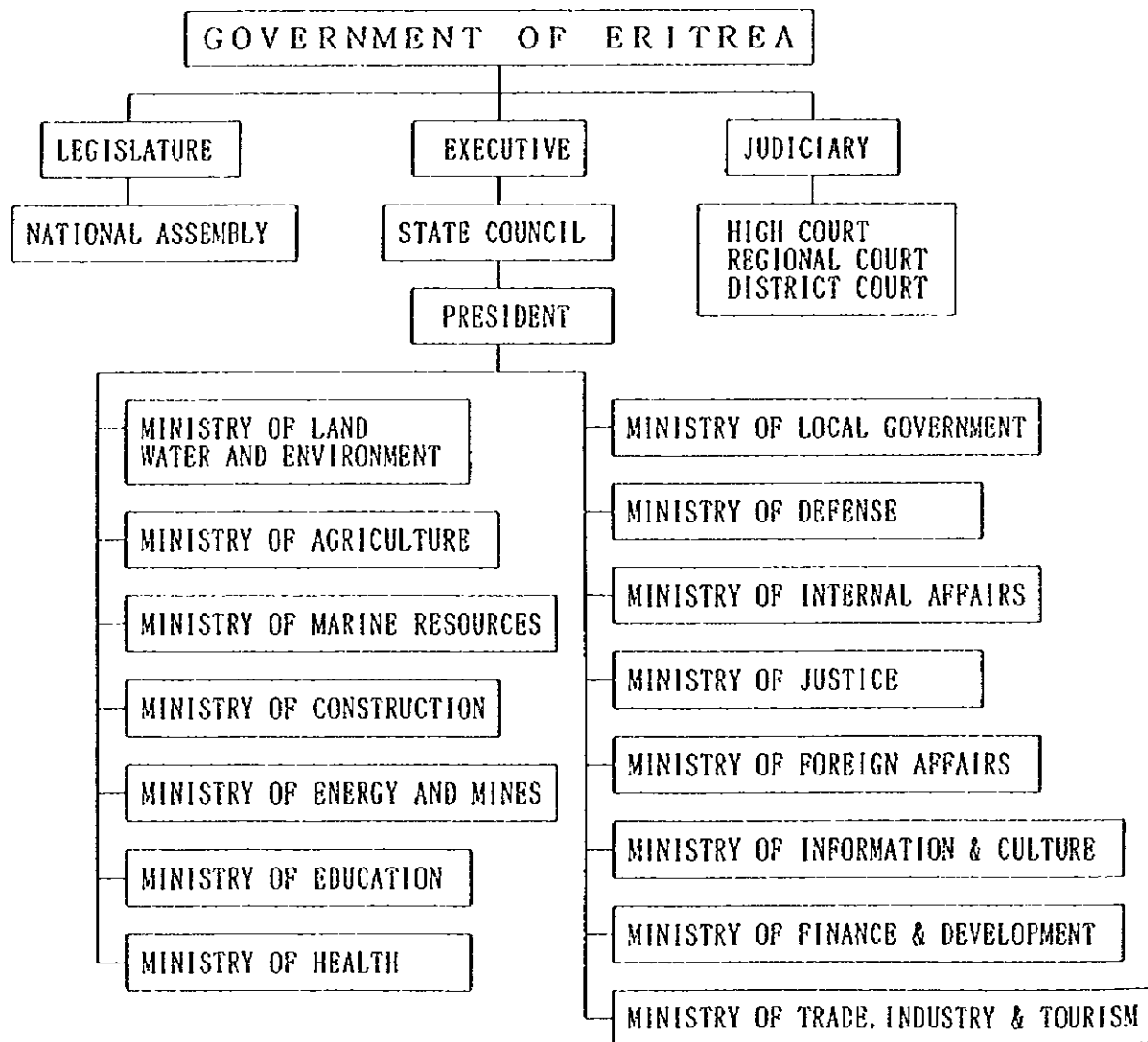
地方行政組織については、1995年11月に6州 (Region)、51県 (Sub-region)、2,685村 (Village) に再編された。

州境はおもに流域で分けられている。各州の名称と州都は次のとおりである。

・Maakel(首都圏)	Asmara
・Debub	Mendefera
・Gash-Barka	Barentu
・Anseba	Keren
・Semenawi Keyih Bahri	Massawa
・Debubawi Keyih Bahri	Assab

中央省庁については、スリムな政府を目指して組織も変化の過程にあり、1996年夏のプロ形調査期間中には環境庁が農業省から分離して大統領府に移管されたほか、農業省は農業工業省に改編されるという噂もあった。1997年1月には、水資源局がエネルギー・鉱山・水資源省から離れて、新設された土地・水・環境省の傘下に移管された。

現在の政府組織は次のようになっているものと思われる。



政府組織

法制については憲法原案ができて1998年初めの承認（発効）を待っている段階であり、その他の法制も整っていないために、水資源についての明確な規定はまだない。僅かに1996年8月に審議されていた環境法原案の水資源に関係する部分の抜粋を入手したが、その概要は次のとおりである。

第61条 水質

農業、工業ほかすべての生産活動で、かなりの量の水を利用または排出し、あるいは廃棄物を水中にまたは水路に排出する者は、環境インパクトの評価をしたあとで許可を得なければならない。

(以下略)

第62条

有害物質は国内に持ち込んではならない。廃棄物の処理・処分も環境インパクト評価が必要

第69条 水資源管理

水資源の量と水質の維持、不足している水資源の分配効率を高めること。水資源局及び関係省庁は水源（流域）管理の規則を整えること。

これには、流域、流路、河床、堤防、地下水源を含み、かつ地下水の利用のモニタリングを含むものと規定されている。

(2) 水道政策

水資源局は1997年1月に水道政策の草案を公表した。それによると、おもな水道政策は下記のとおりである。

- ・用途別に水源の適切な配分
- ・水道及び衛生分野の強化
- ・必要な水道法制定や行政組織の設立
- ・従来までの水道政策や戦略の見直し
- ・自然水の水質保全を目的とした規制強化
- ・都市・村落における水道、衛生事業を技術的、統括的、財政的に運営していけるだけの組織体制の確立
- ・公害抑制活動の促進
- ・住民組織能力の向上
- ・水道、衛生分野にかかわる機関に携わる人材の育成

水道、衛生分野における中長期目標として、水資源局は業務上の役割を、①全国水資源の評価、②水道にかかわる関係資料の蓄積及びデータなどの処理を担当する水資源センターの設立、③全国の水資源にかかわる計画、アセスメントや運営の改善と義務づけ、具体的に下記のような業務内容を挙げている。

①全国水資源の評価

- ・水文・水理地質調査への取り組み
- ・気象観測やボアホール観測のモニタリング体制の構築
- ・水文・水理地質・水質などの基礎データ収集及び蓄積
- ・水資源の水量、水質にかかわる評価
- ・水質汚染の評価及び汚染ルートの追跡調査

②水道にかかわる関係資料の蓄積及びデータなどの処理を担当する水資源センターの設立

- ・全国の水資源情報のデータベース化
- ・水の需要と供給についての時系列分析

③全国の水資源にかかわる計画、アセスメントや運営の改善

- ・包括的な水道法の励行及び公布
- ・水利権の確立
- ・水資源にかかわるアセスメントプログラムへの取り組み

また、1997、1998年の組織体制や制度的なプログラムとして、以下のような内容が挙げられている。

- ・水道法の草案策定
- ・水質試験室の強化
- ・雇用及び研修

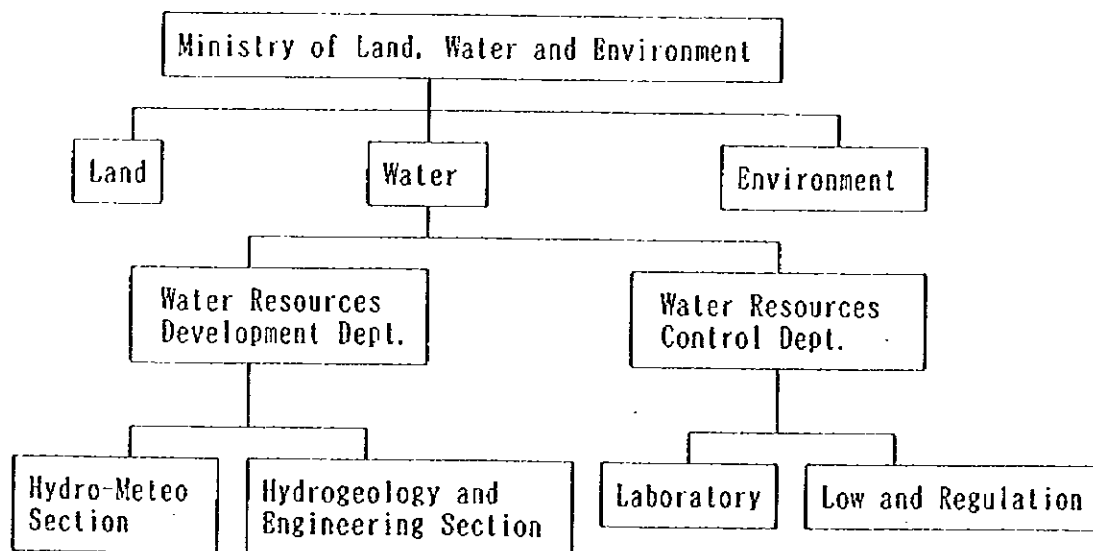
2-3 実施機関の組織・運営

(1) 土地・水・環境省

独立当時は政府組織は開放戦線 (E P L F) の組織がそのまま政府を形成したというものであった。その後、憲法をはじめ、各種の法制の整備が進められつつあり、これに伴って行政組織も変化しつつあるが、未だ固まっていない。水文・気象を含めて水資源全般を担当している水資源局は昨年 (1996年) まではエネルギー・鉱山・水資源省に属していたが、1997年1月に土地・水・環境省が新設されてこれに移行した。

新組織は大臣と環境局長が農業大臣、次官からの横すべりであり、これに水資源を併せているので地域開発計画には大きな影響力を持つものと予想される。

各行政組織とも組織図は準備されておらず、水資源局もその例外ではないが、現地で聴取したところでは以下のようにまとめられる。



(Sectionの名称は確認を取っていないものもある)

1995年に水資源局は、倉庫の発電機、ポンプからパイプまでのすべてを各自治体の水道部門に移管して、現業部門からは完全に撤退している。

現在のおもな業務はプロジェクトの計画と実施、政策立案、水資源管理などである。

Water Resources Development Dept. は各地の水資源開発計画の立案、調査のほか、気象・水文及び村レベルの給水担当者の教育も担当している。

気象・水文については目下全国的な観測網の建設に注力しており、農業開発に伴って供与された自動観測機器を移管されて、それぞれのプロジェクトサイトに設置し、管理している。

水資源についての問題点として第一に挙げられるのは全国的な観測網がないことであり、このため全国的な資源量の推定と、それに伴う中期・長期の開発計画の策定が困難になっている。特に、地下水位の変動については経年観測のデータは皆無である。

1994年からスタートした国内の気象観測網は、おもに人材不足に起因するデータの欠落や不備が多く、甚だしい例では室温を気温として報告していたものもあるという。

したがって、箇所数が少なくなっても信頼できるデータを集めたいので、自動観測機を整備したいという方針である。1997年春に、全国に5カ所の自動観測所が設置されていたが、対象地域の近くではアスマラ飛行場が唯一の観測所である。

河川の流量観測は全国に8カ所設置され、1997年の雨季から観測開始の予定である。対象地域（南部州）は3カ所が設置されていたが、事前調査団が持参した水位標を用いてもう1カ所（Mereb-5 ダム地点付近）追加して設置される予定である

次の問題点としては、開発の規制が考えられる。

現在は、深さ20m以内の手掘り井戸を除いてすべての地下水開発は、水資源局の許可を必要とすることとなっている。しかし、手掘り井戸を畑地灌漑に利用したために地下水が枯渇状態になった例（Shiketi）も今回の調査で認められた。涵養を考えずに開発を行うことは危険であり、何らかの地下水涵養策が必要であろう。

なお、地下水探査については、すべての物理探査機器は各省からエネルギー鉱山省の鉱山局に移管されて一元的に運営されている。

鉱山局にある電探機は、A B E MのTerameter SAS 300 B（水資源局から移管）とCampus Geophysical InstrumentsのGeopuls（農業省から移管）が使用されている。

技術者は2名、助手3名がおり、2チーム編成が可能である。また、解析は自動解析が行われており。解析ソフトは米国INTERREX社のRESIX-PLUSが使用されている。

なお、最近日本でも話題となっているシュランベルジャー法の有効探査深度については、このソフトによるモデル計算とインバージョン解析から $AB/2$ の $1/3$ を採用している。このように諸外国の技術の進歩は確実にフォローしていると見られる。

(2) Water Supply Service Office

水道事業の運営管理については、水資源局から各自治体に移管され、各都市の市庁舎の傘下に属する水道サービス事務所 (Water Supply Service Office) が担当している。各都市の水道サービス事務所の業務内容は、おもに水道事業の財務、建設管理、維持管理、料金徴収などである。しかし、水道事業あるいは公益事業運営の経験が乏しく、従業員の技術水準も低いため、実際の業務は事務などに限られている。従業員の大部分は、エチオピア国からの独立後優先的に配属された元軍人である。従業員数については、表2-3に示すように、各都市の人口の800人から1,500人に対して従業員1人が担当している割合となっている。

表2-3 水道サービス事務所の従業員数

都 市	従業員数	従業員/人口
ドバルア市	5	1/1,200
メンデフェラ市	23	1/800
アディクアラ市	12	1/800
デケムハレ市	17	1/1,200
セグネイティ市	4	1/1,300~1/1,500
アディケイ市	18	1/800
セナフェ市	12	1/900~1/1,000

(出典：現地聞き取り調査)

公共水栓の管理については一般住民の中から選任された管理人が担当しており、公共水栓の開閉や料金徴収に従事している。都市によっては、管理人は料金を徴収するだけで領収書や伝票の発行すらしていない。

また、各戸給水については水道メーターの検針に基づき料金徴収を原則としているが、水道メーターの劣化の進行が著しく従量制による精算体制は、ほとんどの都市でとられていない。したがって、水道サービス事務所は世帯構成人員と標準的な原単位で水道料金を算定し、その料金を徴収しているため、住民とのトラブルが絶えないようである。このような背景で、前述のとおり各自治体の水道事業の経験がほとんど不足していることから、水資源局とGTZはアクルデット市、バレンツ市、テッセネイ市、ケレン市、バガス市、キング市、デケムハレ市、アディケイ市の市長、水道サービス事務所の責任者、会計担当者などを対象にしたワークショップを開催し、Water Tariff Studyを実施した。ここではエリトリア各地の実状に即した問題の分析を行い、水道事業の価格政策に反映させる手続きについて具体的な提案を示しているだけでなく、新しく水道サービス事務所や他の水道事業体を発足するに

あたり考慮すべき概略内容についての具体的な指針も示している。また、公営企業の財務・会計の未経験者を対象として、詳細な料金設定のケーススタディをアクルデット市を事例として実施している。

現行の水道料金は表3-3のとおりである。各戸給水の水道料金が0.75～2Birrであるのに対し、ロバや馬引きのカートによる水道料金は、各戸給水の10～20倍と高額になっているのが現状である。

2-4 関連計画の概要

世界銀行のCountry Report Eritrea: Options and Strategies for Growth (November 1994) に、エリトリア水資源局の開発政策・戦略に関する言及があり、水資源開発政策は中・長期にわたる需要に対応し、水資源を生活用水分野、農業用水分野に適正に配分するものでなければならないとしている。

さらに制度・組織については、各レベルに適切な財政的・人的資源を配置し、それぞれの組織は独立採算制で給水事業を運営するのみならず、長期にわたる水源涵養をも視野に入れた財政を目標とする。また、特に生活用水及び環境衛生 (Water and Environmental Sanitation: WES) 分野については、長期的には民営化の可能性も考慮するとしている。

水資源局は保健省保健局とともに、水供給及び環境衛生関連の地方分権化を実施して、水道(給水)行政の責任を各地方自治体に委ねつつある。ここでは、給水コストの使用者負担原則に則り、給水事業の独立採算制化を促進しようとしている。量水器の普及とともに、十分に検討された傾斜料金制度が導入されれば、自治体レベルでも料金収入の増加により独立採算は可能であるし、また消費者側での水使用料の自律的コントロールも実現できると見ている。

給水事業の独立採算化のステップとしては、差し当たり運営管理コストの利用者負担を早急に実現し、その後最終的には初期投資額(新規プロジェクト建設費: capital cost)を含む飲料水の生産・供給にかかるすべてのコストをも料金に反映させるとしている。

水資源局は村落給水にかかるAction planとして、UNDP及びUNICEFの協力により Eritrean Rural Water Supply and Environmental Sanitation Program (ERIWESP) を発足させて、給水と環境衛生開発に対する組織的、計画的取り組みを開始した。第一回のワークショップ報告書には給水・環境衛生開発一般の指針が明確にされているので、以下に概要を述べる。

『水は人間の権利ではあるが、必要最小限(basic)のサービスのレベルを決定することが重要である。この必要最小限のサービスは、すべての人に与えられなければならない。開発は一般にコミュニティの要求に根差していなければならない。コミュニティは開発コストの一定の割合と運営コストを負担する能力と意欲を明確にする必要があり、給水・環境衛生サービス

の内容は、コミュニティの資産としてその意思によって運営される。各行政レベルでの役割分担についても指針が示されている。国レベルでは、政策形成、マクロ計画策定、資金調達、立法、規制、調整、訓練、調査研究、監視及び評価に当たる。州 (Region) レベルでは、より現場に即した計画の実施、調査研究、監視及び評価を行う。各自治体レベルは、コミュニティの要求に基づく需要を把握して発議及び計画策定を行うとともに、事業の運営管理の責を負い、かつ事業費調達についてもその責任を分担することになる。』

(1) 水資源開発・地下水開発計画

1) 大規模な水資源開発計画

対象地域 (南部州) においては、明確な形で提示されている大規模な水資源開発計画はないが、エリトリア国全体としては、次のものがある。

①アスマラ市による Toker川ダム建設計画

詳細は不明であるが、Anseba川の支流、Toker川の上流部に堤高54mで貯水量1,700万 m^3 のダムを作ろうというもので、堤頂は標高2,190mである。1996年8月末に公開入札され、フランス、イタリア、韓国の3社が応札し、韓国の業者が落札した。内容は2年間でダムを築造し、Adi Nefas浄水場までの導水管敷設も含まれている。現地をみることはできなかったが、最終の比較・評価に残った3カ所のうち、このToker地点がアスマラ市からの距離が19kmと最も近く、流域は270 km^2 、流量は0.29 m^3/sec とされている。なお、残りの2地点は、アスマラ市南方のMereb川 (Mereb 3、Mereb 5両地点) で、両地点は南部州に含まれているが水資源局の担当者は「次 (Toker) の次」と言っていた。

②Gash川、ハイコタ地区灌漑用ダム計画

雨季の流水を貯留してテッセネイ地区の大農園の灌漑期間を延ばすために、現在利用されている1,500万 m^3 ないし2,000万 m^3 のダムのほかに、上流側50km地点にもうひとつのダムを築造しようとするものである。これはすでにF/Sが実施されており、総コストは7,000万ドルといわれるが、詳細については不明である。

③海岸平野の山麓地区灌漑農業開発計画

海岸平野については別個に灌漑プロジェクトの拾い出しが農業省によって行われており、嘗て灌漑されていた地区や今後灌漑可能な地区などを色分けしたドラフト・マップが作成されていた。

本件ははまだF/Sの途中であるが、調査を担当している米国のコンサルタントから聴取したところによれば、海岸に面する山地から紅海に流入する河川のうち、北から南へFelket川、Mogae川、Wadi-Labca川、Laba川とWekiro川、Dogali川、Alighedi川とHadas川、Regaili川とRemod川の7つの流域についての灌漑プロジェクトが提案されている。

このうち、東南部のプロジェクトについてはUSAIDが米国農務省の技術者を送り込んでいた。

1993年の公表されたエリトリア開放戦線の水資源小委員会の論文によれば、エリトリアには灌漑に利用できるような地下水資源はないとされており、今回の広域にわたる概査でもこの結論は妥当と考えられる。したがって、上記灌漑計画の水源としては諸河川の伏流水が開発の対象となっているものと考えられる。本件調査の資金は英国からIFAD経由でエリトリアに贈られているとみられ、その一部約150万ドルは海岸平野におけるUNICEFの給水・衛生プロジェクトに充てられると聞いた。

2) ダムによる水資源開発

対象地域の南部州では農業用水を目的としたアースダムが各所に作られており、現地では、マイクロダムと呼んでいた。堤高は10mを越えることは少ないが、堤長は200mに達するものもあった。型式はアースダムかロックフィルダムが多いが、Adi Qualaのダム建設現場では中心に遮水シートを吊るして、両側にフィルター材を入れて突き固めるという工事が行なわれていた。

このような高原地帯の農業用マイクロダムは、地下水の涵養にも役立っていると見られ、メンデフェラやアディケイ、セナフェなどでは農業用ダムの下に井戸が作られている。

3) 小規模な地下水開発

深さ20m以下の手掘り井戸は水資源局の規制対象に含まれないことから、高原地帯の畑地灌漑を目的として農民によって多数の井戸が掘られている。多くは深さ10m程度のポンプで井戸の周囲の畑30アールないし40アールくらいの畦間に水を流している。

4) 伏流水の開発

マッサワ市の水道を60年間無事故無動力で給水していたのは約20km離れたドガリ川の伏流水であった。伏流水の開発はリスクが少なく、技術的には簡明であることから、エリトリア国の援助関係者の間でも評価が高い。従来、高原地帯においては、伏流水の開発例は少なかったが、UNICEFによって施工されたケレン市の給水システムが恐らく高原地帯における伏流水開発の最初の例と考えられる。

ケレン市はエリトリア国第3の都市で、イタリア時代、人口2万人当時に建設された給水設備を今まで利用していた。この老朽化に伴い、UNICEFの援助によって従来の給水設備を、末端までの配管を含めて全面的に置き換えることとなり、新しく水源も開発された。この新設の水源はケレン市から8km離れたAnseba川の川床にあり、この水を処理した後、6km離れたリザバーに圧送し、以後自然流下で1,000m³の貯水タンクに送られることになっている。

水源のDug wellは径1.5mの現場打ちのヒューム管であり、落とし込み方式で掘り進み、砂のボーリングを利用してヒューム管の外周に置いたグラベルが自動的に沈下してフィル

ターバックングを行うなど施工そのものが創意工夫にあふれている。完成した井戸の図面は次ページのとおりである。揚水量としては毎秒50ℓの揚水で水位低下がみられないという立派なものである。また、水質の問題として微量のマンガンの溶存があるが、これも巧妙に設計された廃物利用の曝気装置で除かれるようになっている。この設計者は女性の環境工学専攻のエンジニアである。

従来、伏流水の利用は高原地帯では例が少なかったが、開発のリスクが少なく、かつ自然濾過された良質の水が多いので、今後はさらに各所で開発されるであろう。

(2) 給水事業

エリトリア国では、これまでにUNICEF、UNDP、各国ドナー、NGOなどにより水資源・給水開発事業が実施されてきた。表2-4には水資源・給水開発分野で、調査が完了したもの、現在調査や建設が進行中のもの、あるいは調査が計画段階にあるプロジェクトの概要を示す。これらはすべて水資源局が実施機関となっている。

給水事業において本格調査に関連または類似するおもなプロジェクトの概要を表2-4から抽出して以下に述べる。

1) 既往事業

①National Water Point Inventory Study

UNICEFの資金で、全国の公共、私有井戸を対象にインベントリー（井戸の位置、竣工年次、井戸諸元、ポンプ形態、揚水量など）調査が実施され、1995年に終了した。

②6 Towns Water Supply Rehabilitation Project

スーダンからの帰還難民が激増している地域であるエリトリア国西部6カ所の地方都市（Agordat, Tesseney, Barentu, Omhager, Tokombia, Haikota）において、人口の約75%を対象とした給水施設整備計画調査がGTZによって実施された。すでに調査と第一期工事は完了しており、現在第二期工事が進行している。

③Massawa Water Supply Project Feasibility Study

ドイツのKfW（Kreditanstalt für Wiederaufbau）の援助により、新規水源地区として有望視されるDogaliとWiaaを対象に、地下水開発のフィジビリティースタディー及び公衆衛生分野でプレフィジビリティースタディーが実施され、1997年に終了した。このプロジェクトについてはFinal Reportの、①VI : Executive Summary、②VII : Main Report、③VIII : Hydrogeological Reportを入手することができた。この調査は本件調査と類似しており、十分参考になるものと考えられる。

2) 計画及び調査段階の関連計画

①Karen Water Supply

UNICEFによりエリトリア国第3の都市ケレン市の給水施設の改修及び拡張計画（マスタープラン及びフィジビリティースタディー）が実施された。工事は完了しているが、ファイナルレポートは現在作成中である。

②Eritrean Rural Water Supply Environmental and Sanitation Program (ERIWESP)

UNDPならびにUNICEFの協力により、96年4月にアスマラでERIWESPの一環として、最初のPlanning and Programming Workshopが開催された。セミナーの内容はおおむね、エリトリア国の地方給水及び環境衛生分野における組織運営を主とした実施プログラムを含む開発計画に関することであった。

3) その他の関連計画

①各都市の都市計画

ドバルア、メンデフェラ、デケムハレ、セゲネイティ、アディケイ、セナフェ市の都市計画はすでに終了しており、地方自治省の都市計画局で都市計画図を入手することができた。アディクアラ市の都市計画については、現在策定中とのことであり終了時期は不明である。

表2-4 水資源・給水開発計画調査一覧(1)

番号	プロジェクト名	実施機関	資金協力機関	プロジェクト内容	期間	進捗状況	事業費			備考
							現地通貨(Birr)	外貨(US\$)	計(Birr)	
1	National Water Point Inventory Study	水資源局	UNICEF	全国の井戸インベントリー調査	—	調査終了	—	—	—	
2	Karen Water Supply	水資源局	UNICEF	Karen 市の水供給プロジェクト M/P 及び F/S	—	調査終了	—	—	—	
3	Massawa W.S.P Rehabilitation Phase II	水資源局	エリトリア政府 イタリア EIAC	Massawa 既存配水網の改修	03/95-08/96	終了	1,919,394.00	1,200,000	7,751,894	
4	Massawa W.S.P(Immediate measures)	水資源局	エリトリア政府	Massawa 塩素滅菌、配水池、送水施設などの改修	06/95-1996	終了	1,627,000.00	1,515,000	11,171,500	
5	Massawa W.S.P Feasibility study	水資源局	KFW	Massawa 水理地質調査	1995-1996	終了	—	380,952	2,400,000	
6	Construction of 50 boreholes	水資源局	エリトリア政府 EU	Gash-Baraka 区域の約 80 村落における約 28,500 人を対象としたボアホール 50 井の掘削工事	1994-1997	実施中	178,750	1,629,123	10,442,225	
7	ERIWESP (Eritrean Rural Water Supply Environmental and Sanitation Program)	水資源局	エリトリア政府 UNDP UNICEF	エリトリアの地方給水および環境衛生につき組織運営プログラムなどを含む開発計画	12/95-12/96	調査中	1,220,000	523,000	4,577	
8	Water Resources potential study	水資源局	EU	水資源賦存量調査、分析、計画策定	1996-1998	調査中	—	4,500,000	—	
9	Zoba Gash-Barka W.S.P Feasibility Study	水資源局	エリトリア政府 KWF	Zoba Gash Baraka の生活用水供給プロジェクトの F/S	1996-09/96	調査中	194,186	436,302	2,942,888	
10	Sheib-Wadlabka W.S.P	水資源局	エリトリア政府 IFAD UNICEF	Sheib-Wadlabka の水供給プロジェクト	06/96-08/97	実施中	793,880	1,678,807	11,370,284	
11	Hagaz Water supply project	水資源局	エリトリア政府 COMMPART スイス	Hagaz の 19,000 世帯を対象とした水供給プロジェクト	10/95-09/96	実施中	471,200	476,190	3,471,197	
12	Ginda Water Supply	水資源局	エリトリア政府 イタリア	Ginda における配水網の布設替え、拡張、また、水利用を通じた保健衛生教育	05/96-1997	計画段階	950,000	730,000	4,549,000	

本事前調査で現地入りする以前、国内で情報を得ていたメンデフェラ市における住宅団地建設計画については、過去に韓国の建設関係者がメンデフェラ市庁舎を一度訪問しており、建設の基本構想を打ち出していた。しかし、その後計画にかかわる審議は一向に進展していないのが現状であり、計画の具体性がないばかりでなく、本市場長自身もその計画に対し関心を示していない。

(3) 各国ドナーの動向

エリトリア国の給水施設の多くは、約60年前のイタリアの植民地であった当時に建設されているため、一般的に老朽化が著しい。また、60年間に対象人口は倍増、3倍増しており、施設の規模も不十分というより過小にすぎる状態である。

さらに30年におよぶ独立戦争による破壊や戦中のメンテナンス不足からほとんどの地区の給水センターは十分に機能していない。

このような現状と給水センターの重要性に鑑み、国際機関や各国援助機関からの援助がエリトリア国内各地で行なわれている。

一方、エリトリア国の給水行政の方針としては、地方分権化と給水有料化による水道財政の健全化を目指しており、水道部門の独立採算を目指している。援助機関もこれを可能とすべく、工夫をこらして対処している。

1) ERIWESP

UNDP/UNICEFの協力によるEritrean Rural Water and Environmental Sanitation Program (ERIWESP)は水資源局内に事務所を置き、地方の給水開発一般にかかる行動計画の策定に当たっている。前項で述べたように、水資源局と協議しつつ、開発政策にまで踏み込んだ指針を提案する他、ドイツのGTZと共同して水道事業体の担当者を対象とした実務研修を実施するなど、幅広く活動している。

ERIWESPの一環としてUNICEFの協力によるNational Water Point Inventory Studyが行われており、全国を対象として水場のインベントリー（位置、水量、水質、対象人口、現状など）調査を行い、パソコン上でデータベースを完成させつつある。事前調査団は南部州の7市町と代表的な村落等の水場データの提供を受けている。他にEnvironmental Sanitation Programの計画があり、3つのsmall communityを抽出して住民参加の可能性を探る方針である。具体的には、お金を払えぬ人は労働を提供するなど、伝統的ムラ社会を利用して、進めるといわれる。

UNDPからアドバイザー、保健、農業、地方政府、水資源の各省からメンバーを出して、district（現sub-region）levelからvillage levelまでのwater committeeがどう機能するか試してみるとのことであった。

2) UNICEF

UNICEFは、これとは別に人口数万人のケレン市を対象としてほとんど新規の水道施設をほぼ完成している。計画設計に当時水資源局所属の現地人技術者を充て、資機材も輸入材は最小限として、最適技術 (Appropriate technology) と最少コスト (least cost) の見本のような施設である。ケレン市にはイタリア時代の給水施設があり、現在 500m³/日 (乾季) ないし 1,120m³/日 (雨季) を送水しているが、1920年代敷設の管も古く補修至難のため、全面的に新設して7倍の給水量 (30ℓ/人/日) を確保した。また、ハンドポンプを標準化 (3タイプに限定) して村レベルのハンドポンプ修理工として女性を教育している。

3) SDR (Swiss Disaster Relief)

Commission of Eritrean Refugee Affairs (CERA) Projectの3年にわたる計画で、西部低地帯のハガス町の水道の改修・拡張を開始しており、500m³の配水池と送水管の一部が着工されていた。完成すると13ℓ/secの給水となる。また、農業省と共同で道路沿いの植林運動も実施している。

次年度は Anseba 州の村落給水を検討中とのことであった (ERIWESPと共同?)。

4) EU

Grantはおよそ20million\$ /年であり、1995年までは給水・送電のリハビリを実施。1996年からは道路、海運など運輸に力を入れており、道路はKeren-Nafasit間を改良中。

1997年以降も道路・鉄道などの運輸と水資源・食料の3部門をおもに援助する方針。

5) GTZ

ドイツのGTZは第1期としてアクルデット、バレンツ及びテッセネイ、第2期としてハイコタ (Haykota)、トコンビア (Tokombia) 及びオムハガル (Omhager) の西部低地の6市町村を取り上げ、水道施設の改修及び拡張を手掛けている。これら対象地はいずれもスーダン帰還者による人口増加が見込まれている地域である。プロ形調査時には第1期の各地では工事は半ば以上完成しており、第2期のハイコタではプロジェクト事務所の建設に取りかかったところであった。

これら全ては1997年10月に完成予定である。以後は各戸給水と下水道が出て来るかもしれないとのこと。これに加えて、第1期のアクルデット市を対象とした水道事業の財政ないし経営計画を策定するケーススタディを、各市町の担当者とともに実施するなど、運営・管理計画の策定を行いつつ、人材育成と訓練計画を合わせて実施するという協力を進めている。他に農業省との共同プロジェクトもあり、計18プロジェクトが動いている。

6) KfW

KfWはマッサラ市水道の改修と拡張に資金を提供、第1期として配水管路及び配水池などの改修を進める他、第2期にかかる新規水源調査を終了している。これはドガリ水源

の次の水源としてWiaa湧泉を用いるもので、Feasibility Studyを終え、Wisa湧泉の上流で3本のボーリングが完了した所である。

7) その他

フランスはアスマラ南部のMai Nefhi浄水場の改修に資金を提供して、デグラモン社の手により工事が完了している。

キューート基金はアスマラ水道の次期水源となるTokerダムと導水管の建設資金を融資しており、現在建設中である。また、これに伴うアスマラ市浄水所の拡張もキューート基金で実施される模様。

他にイタリアの給水車寄贈と、ギンダ町水道改修、英国の灌漑・給水・衛生プロジェクトのほか、スウェーデン、オランダ、カナダなどが水道管のreplaceやポンプの交換など、リハビリを実施したことがあるとUNICEFから聞いたが、これらについての詳細は不明である。

8) NGOなど

Eritrean Catholic Secretariat (ECS) の供与によるソーラーポンプユニットが各地に設置されている。ECS自体の施工によるものの他、ユニットの供与を受けた水資源局の手によって施工されたものもあるようである。

2-5 地下水開発・給水事業の諸問題

(1) 地下水開発の諸問題

1) 現状

エリトリア国は水理地質／水文地形学的にみて、海岸砂漠、海岸に面した東部急斜面、中央高原、西部低地に分けられる。エリトリアは元来乾燥地ないし半乾燥地に属しており、水資源には恵まれておらず、農業もいまだに天水依存農業であり、時には旱魃に襲われている。

調査対象地域の属する中央高原にはふたつの雨季がある。4～6月の小雨期には南～南東からの季節風に伴い、インド洋からの湿った空気が高原の東部と南部に降雨となって落ちる。7月、8月の大雨季は南西の風で運ばれてくるので南部では多いが、北では降雨量は急減する傾向にある。また、エリトリアの降雨は短時間の豪雨が多く、有効利用が難しい。特に降雨量が最大の中央高原では、戦争により森林がなくなってしまうために降雨は浸透が少なく、土壌を洗い流して濁流となって谷を流れるが、短時間で河床は干上がってしまうという傾向がある。

これに関連して全国的に実施されている山腹のテラシング (Terracing) は、階段状の石積みで土壌の流亡を防ごうとするものであり、やがてその成果が地下水の涵養にも現れてくるものと期待される。

河川は多いが、Setit川を除けば、季節的な流水があるだけである。一方測水データがないため、水資源管理は立ち遅れており、観測所は目下建設中の段階である。

また、地下水についても充分ではないとされているが、農業・工業を含めて消費は増加しつづけている。雨は短時間の洪水流出が多いので、地下浸透量は少なく、したがって地表に透水性の高い地層がある場合を除いては地下水の涵養は少ない。しかし、水の需要は特に農業で著しい。FAOによれば世界の水消費の2/3は農業であり、その60%は無駄遣いされているという。エリトリアでは何とかこれを避けるべく、農業利用、工業利用を含めて、水資源局による一元管理の体制がとられつつある。

エリトリア政府が進めている原価主義 (cost recovery principle) に立てば、農家がタダで水を利用しているのは不合理であり、タダだから水を浪費したり汚染に無関心であるという指摘も、水資源担当者の間にある。

これについては、将来の政策の問題ではあろうが、地下水は国に属する資源であり、その開発は水資源局の許可事項であるという2点から、農業用利用、工業用利用とも水資源局の規制をさらに厳しく受けるものと予想される。

2) 南部州の地下水開発の問題点

①農業用ダム

農業用ダムが地下水の涵養に役立っているらしいことは前項で述べたとおりである。しかし、対象地域内の既設ダムを見ると一般にダムの容量が降雨量に比べて大きく、見学したすべてのダムでは余水吐に水が流れたことがないとのことであった。したがって降雨量が少ないために水の滞留時間が長いことと、生活廃水の流入や放牧地からの流入水の影響で水質汚染が問題にされるレベルにある。

給水システムが円滑に操業されない場合にはダムの水を直接給水している例 (メンデフェラ) もあるので、ダムが地下水の涵養施設となっている間は問題ないとはいえ、ダムの集水域の環境衛生の改善と維持には十分な配慮が必要と思われる。

②小規模な地下水開発

農業用に使われている多くの手掘り井戸があることは既に述べた。独立戦争中にアスマラの水源として浅井戸を掘って利用されたドバルワ近くのシケティ村の地下水は、緑色片岩の上に堆積した厚さ5m位の第四系に胚胎しており、第四系の拡がりは2km²たらずである。ここには6本の井戸が掘られて、飲料水のほか畑地灌漑ポンプで揚水されており、1997年4月(乾季の終わり)には井戸の底が見えており、基盤岩の緑色片岩が一部水面に出ていて、水は凹所に数10cm溜まっているだけであった。

このように手掘り井戸による地下水開発は、浅井戸で大量の取水をする傾向があるために、帯水層が小規模の場合は潤渇につながり易い惧れがある。

エリトリアに於ける水利用は、第1に家庭用、第2に農業用、第3に工業用であると優先度が示されている。今のところ、この方針に関して特に問題は生じていないが、将来、水不足が顕著になれば問題が生じる恐れがある。

3) 将来の水資源

将来の水資源として第1に挙げられるのは洪水である。National Environmental Management Plan (NEMP-E)によれば、洪水水量は紅海側で10億トン、内陸でも10億トン、ナイル流域でその数倍を超えると推定されており、この一部でも国内に貯留できれば、国内水資源のポテンシャルは格段に増大すると見られている。

また、雨水を貯留するのも水不足に対する有効な方策であり、個人レベルでの努力が必要であるとしているが、雨樋を備えた家はまだまだ稀である。

高原地帯の地下水位は、観察と伝聞によって漸次低下しつつあると信じられており(NEMP-E)、需要が増勢にある時に資源の涸渇が始まっている状況にある。

利用可能な水資源を増やすために、今後とられるべき手段としては、

◎ 地下水の人工涵養

◎ 海水の淡水化

の2点があげられている。

一方、節約の方向としては、特に降雨量の多い高原地方では雨水の貯留施設の普及が重要であり、この点に関し、雨樋などによる雨水の貯留などを建築法規に含めるという意見もある。

水質汚染は現状では、全国的には手をつけられないという状況ではないが、アスマラの下水が流れるMaribella川はかなり汚染されており、亜硝酸で50PPMないし150PPMとされている。工業化、都市化の進展と共に廃水の量は増えるので、本件調査対象の7都市についても水質汚染は極めて重要な事項である。

ただし、現時点では、通常の用途について、高原地帯の水質は何ら問題はない。法律としては、水についての特定の法律はないが、水の公正な分配、汚染防止基準及び節約の手段などを示唆し、達成するためには法律が重要であるとされており、恐らく環境法と関連する規制によって規定されることになるかと予想される。

エリトリアは水資源の有効利用についての方策が確立されていないが、少なくとも水管理は供給の問題から利用の問題に移行すべきであり、水は石油と同じく戦略資源として扱われるべきであるというのがNEMP-Eの主張である。必要な措置は次のように要約できる。

①流域に小ダムを作るなどの保全策を講じる

②啓蒙活動

③調査研究を継続し、これを通じて人材育成

④水資源の有効利用のための強力な組織

このためにインフラ整備が適正に行なわれるべきであろう。

(2) 給水事業における問題点・留意点

1) 地方から市街地への人口流入

本計画が終了し、都市型給水施設の新規建設や改修が行われた場合、その利便性から他の周辺村落および町からの人口や帰還民の流入が加速される可能性が高い。このことは都市環境の悪化につながりかねない重要な問題と考える。

したがって、給水計画を立案する場合、各都市の人口増加の予測に、上記の点を加味した余裕のある計画にするとともに、将来的な住宅やインフラ整備に対する具体的な指摘を行っておく必要があるものとする。

2) 水需要及び汚水量の増大

現在住民は、市の水道サービス事務所や個人的な水販売業者から、その都度生活用水を購入している。しかし、特に各戸給水を基本とする都市型給水施設の整備により、いつでも多量に、また比較的安価で質の良い水を使用することが可能となり、その使用量が増大していくことは容易に想像がつく。また、その水使用量の増加にともなって、汚水量が現在よりも著しく増加することも当然の結果である。この増大した汚水は都市衛生の面で不利となるばかりではなく、浅層地下水への水質汚染の原因ともなりかねない。

したがって、下水排水施設の整備は給配水施設の整備と同様に、早急に検討する必要性の高い課題であり、処理を施した水(汚水処理水)の有効活用も考慮した計画とすることが望ましい。また、処理設備などの配置計画立案に際しては、当該地の水理地質情報も念頭に置くことが肝要と考える。

3) 水販売業者への経済的影響など

アディクアラ市やドバルア市のように個人的に水を販売して生計をたてている業者が、実際の数は不明であるものの、かなり存在しているものと考えられる。給配水施設の整備に伴い、水販売業者の生計が成り立たなくなることは十分予想され、実質的な廃業に迫られる可能性が高い。給配水施設の建設に並行して、水販売業者の失業対策・雇用対策などの社会的側面にも配慮を怠らないように心掛ける必要がある。

第3章 対象7都市の給水・衛生現況

3-1 南部州の概要

(1) 南部州の自然条件

アスマラから南に向かう道路は2本あり、何れもエティオピアに通じている。西側の道路には、アスマラに近い方からDebarwa、Mendefera、Adi Qualaの各都市があり、東側の道路にはDekenhare、Segneiti、Adi Keyih、Senafeの各都市がある。

これら2本の道路に挟まれる地域はMereb川の流域で、標高1,500mから1,800mのなだらかな地形の高原である。

一方、前記の諸都市は標高2,000mから2,400mに分布しており、これらを結んでいる道路も2,000m以上の尾根・高原を通過している。

南部州はエリトリア国における重要な農業地帯であり、最も人口緻密な地方である。自然に恵まれているため古くから文化が栄えた地方であり、考古学遺跡も多いと言われる。

気候も温順で暑い時で29℃、12月から2月の冬季は0℃まで下がることもある。雨季は2度あり、3月・4月の雨季と6月から9月初めまでの長い雨季とが認められる。

気象観測は、1994年に全国74カ所で開始されたが、観測装置の不備、担当者の訓練不足などで雨量についても信頼できるデータはない。

周辺諸国のデータなども参照して推定すれば南部州の降雨量はおよそ500mm/年で標高の高い山地では1,000mm/年に近いものと推定される。

1) 地質

エリトリアの地質は、先カンブリア紀の変成岩類、花崗岩類、超塩基性岩類などを基盤として、それを不整合に覆って分布する古生層、やや広範囲に分布する中生層、これらをさらに不整合に覆う第三紀の厚い火山岩層、第四紀の堆積岩層と火山岩層とからなっている。

先カンブリア紀の岩石類は、エリトリアの北部、南部、西部に広範囲に露出している。この先カンブリア系は、東アフリカに広く分布するMozambique Beltの北方延長にあたり、さらにアラビア半島に連続すると考えられている。

エリトリアにおける先カンブリア紀の構成岩類は、花崗岩質片麻岩、黒雲母片麻岩、砂質片麻岩、珪岩、角閃岩、角閃石片岩、緑泥石片岩、泥質片岩チャートなどの変成岩類、かんらん岩、輝岩、蛇紋岩などの超塩基性岩類、造山期貫入の花崗岩類などである。

エリトリア国内に分布する先カンブリア系は、他の地域のものに比較し、変成度が相対的に低く、より新規の可能性があるとされている。

先カンブリア系の絶対年代は、変成岩類は4億6,000年から7億4,000万年(K/Ar法)

を示し、約6億年前に変成作用、約5億年前に広域変成作用をうけており、化成活動はカンブリア紀～オルドビス紀まで続いたとされている。先カンブリア系の主要構造方向は、いずれの地域においても南―北または北北東―南南西である。

中生層は、アディケイ (Adi Keyih) 町付近に分布し、先カンブリア系と古生界が削剝された平坦面を不整合に覆う。岩質は基底礫岩、砂岩、石灰岩、泥灰岩、頁岩、石膏層などからなり、水平または極めて緩い傾斜を示している。これは、三疊紀から白亜紀にわたる浅海性堆積岩層である。

第三紀層の大部分は、高原地帯に分布し、始新世ないし中新世の台地玄武岩層とそこに狭在される薄い碎屑岩層で、Trap Basalt Seriesと呼ばれている厚い火山岩層である。紅海沿岸地域には、中新世～鮮新世の砂岩、頁岩、石灰岩などの堆積岩類が分布するが、一部地方ではかなりの傾動を受けている。

台地玄武岩層は、アルカリ玄武岩質溶岩層、凝灰角礫岩層、凝灰岩層の厚い繰り返しからなり、基盤の古生界、中生界の削剝平坦面を不整合に覆い、水平または極めて緩い傾斜を示している。全層厚は3,000m余に達する地域がある。

鮮新世～洪積世には、地溝帯の内部では、玄武岩、安山岩、粗面岩、各種アルカリ火山岩活動が継続し、その一部は現在に至るまで活動している。これらの火山活動と同時期に地溝帯内部には湖成層が堆積している。高原地帯の各所にも小規模な湖沼堆積物がみられ、地形が平坦なので農耕地帯となっており、また地下水の貯留層ともなっている。

2) 南部高原地帯の地質

高原地帯の地質を見ると、先カンブリア紀を構成する岩石は主として緑色片岩類、緑泥岩―石英片岩、絹雲母―石英片岩、変岩英閃緑岩などである。これは広域の地質構造から判断してこの地方における最下位層準の基盤岩と考えられる。また、ドバルア付近で小高い丘陵をなして分布している酸性変成岩類は、風化が著しく原岩の判定も難しいことが多いが、岩質は流紋岩起源でしばしば溶蝕状石英を含む点で前者とは異なる。しかし、片理面は緑色岩類と一致しているので基盤岩の一部として扱って差し支えないと考えられる。本岩の風化帯はきわめて厚いので地下水の開発と関連して注目する必要がある。

アスマラ市からケレン市への道路を約30km進んだ地区には、シルト岩、泥岩、砂岩などから成る層理の発達した堆積岩があり、これらは石英安山岩に貫かれている。この堆積岩層は、前述の緑色岩類を不整合に覆うので第三系と考えられている。

第三紀のトラップ層 (Trap Basalt Series) はアスマラ市以南の地域全域に急峻な斜面で囲まれた、なだらかな丘陵をなして広く分布している。岩質は、黒色塊状の玄武岩溶岩からなり、一般に新鮮である。

火成岩類としては、アスマラ市からデケムハレに至る道路付近から東方にかけて広く分布する花崗岩がある。本岩は緑色岩類を貫いており、絶対年代としては6億年前後の測定

値がある。また風化が著しく、地表ではマサ状になっていて露岩に乏しい地形を作っている。

先カンブリア紀の諸岩層の一般的な地質構造はアスマラ市付近ではNSないしN20° Eの走向で東に急斜しているが、ドバルア市東方やアスマラ市南方30km付近の鉱床地帯では走向はNSないしN20° Eと不変であるのが、傾斜は西に60° ~80° 傾斜している。このことから、構造的にはアスマラ市付近を通る南北系の向斜軸があるのかも知れないが、玄武岩に覆われており、かつ構造の延長部は花崗岩の貫入で切られているので不明である。

3) 既存資料

公刊された地質図は極めて少なく、現状ではまとまった地質図としては、

Geological Survey of EthiopiaのGeological Map of Ethiopia (1 : 2,000,000) が唯一のものである。

また、エリトリア国北部については、独立戦争の中で作成された地質図が印刷中で、カラー校正中であった。これはGeological Mapping During the Armed Struggleと題する地質図で、著者は現鉱山局長ほか数名であるが、著者のうち地質家の1人は戦死している。

このほか、アスマラ市南部の高原地帯についてはエティオピア統治時代の日本鉱業㈱の鉱区に対して、日本鉱業㈱がHunting社に委託して作成した写真地質判読図(1 : 100,000)があり、南部高原地帯をほとんどカバーしている。特に四紀層の分布を正確に図示しているので、地下水開発の指針として極めて有効であり、入手してある。

つぎに、現在発行されている地形図で全国をカバーしているものは、次のとおりである。

1 : 1,000,000 Eritrea National Map

1 : 250,000 Topographic Map

1 : 100,000 Topographic Map of Eritrea (ロシア文字標記)

また、1 : 50,000地形図は、ごく一部については発行されている。エリトリア国内ではAsmara, Dbarwa, Massawaの3図幅だけらしいが、Index mapは見当たらなかった。このうちDbarwa図幅はコピーを入手した。また、1/10万地形図(ロシア製)と1/25万地形図(米国製)もコピーを入手してある。

4) 水理地質

水理地質の概要については、次ページの模式図に示すとおりである。

この図から明らかなように、帯水層は基盤岩の最上部のラテライト層とその下の風化帯が主であり、ほかに玄武岩中の溶岩境界、小規模な第4紀層、基盤岩中の破碎帯などが帯水層となりうる。

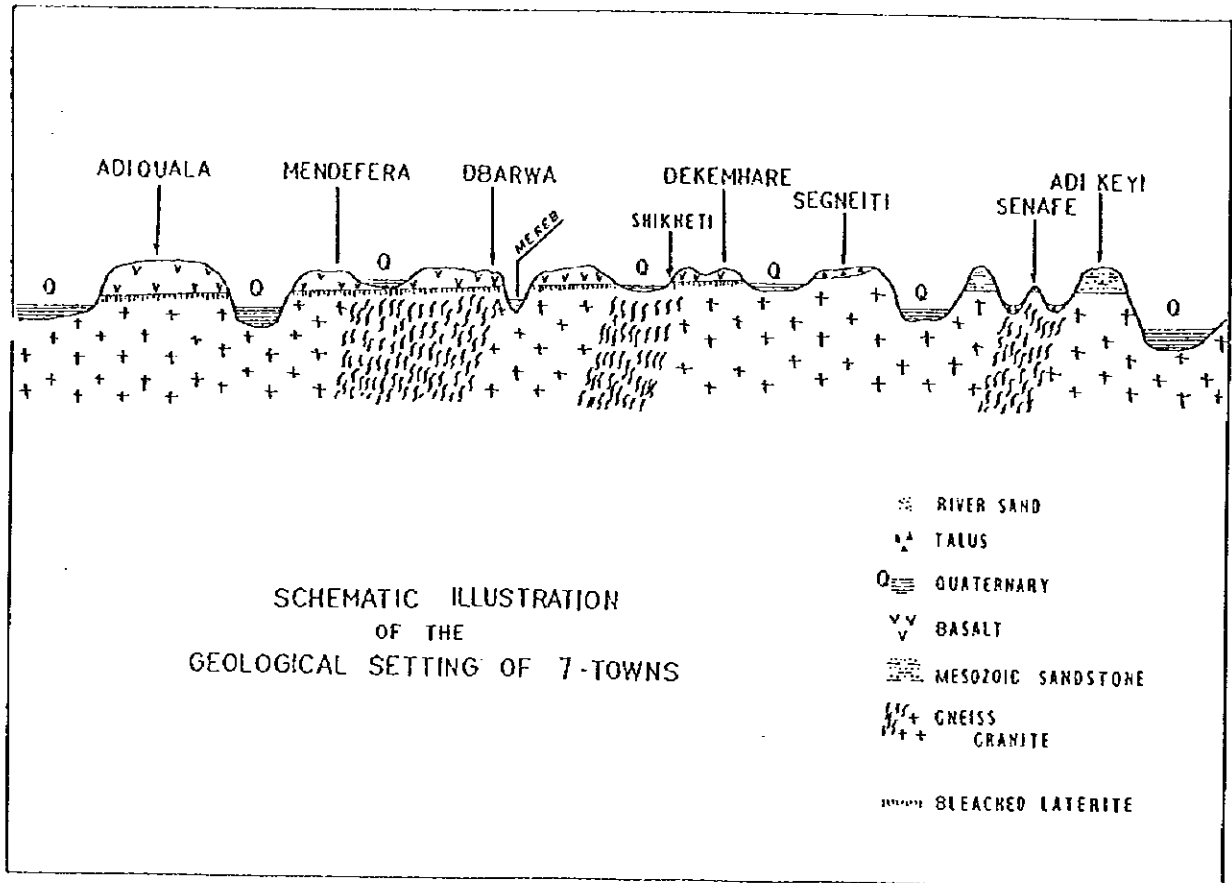


図3-1 水理地質模式図

(2) 社会経済

地方都市の社会経済に関するデータや資料は非常に乏しく、現在国立統計事務所 (National Statistic Office) によって、社会経済調査を行っている段階にある。当事務所の情報によると、1997年9月までに現地調査が終了し、1998年中に最終報告書が完成するということであった。

1) 人口分布

調査対象地域である南部の高原地帯は、国内でも比較的気象条件が良好で、農耕地として最も適しているため、人口が最も集中している地域である。調査対象区域の人口分布については最近の統計資料がないため、表3-1では1991年の州別の人口分布状況を示す。表中の州名はエチオピア国から独立する以前のもので、調査対象地域は1993年までAkele Guzai州とSeraye州に属していた。

表3-1 州別人口分布 (1991年)

州	面積 (km ²)	人口	割合 (%)	人口密度 (人口/km ²)
Barka	24,902	285,429	7.62	11.5
Denkal	28,850	176,475	5.43	9.3
Gash Setit	21,810	282,996	9.87	13.0
Sahel	17,992	256,425	7.89	18.3
Senhit	7,392	268,125	8.25	22.3
Senhar	4,326	170,625	5.25	14.2
Akele Guzai	8,310	494,650	15.22	47.1
Seraye	7,188	509,600	15.68	57.3
Hamassien	3,460	805,675	24.79	142.1
合計	124,230	3,250,000	100	26.1

(出典: Beyond Survival 1996)

2) 産業

調査対象地域の現行及び計画の主要産業は、農業や食料品工場だけでなく皮製品の加工場やセメント工場などの軽工場も盛んであり、その歴史も古い。(後述の表参照)特にデケムハレ市では植民地時代からパスタやビスケット生産が続けられている。また、葡萄の産地としても有名で、当時ワイン工場も存在していた。ドバルア市では60年代に日本の資本によって建設された銅採掘場跡が残っている。

3) 宗教

イスラム教とコプト派キリスト教徒の人口比率は、ほぼ50%づつで、国土の広域にわたりイスラム教が分布している。調査対象地域のドバルア市、メンデフェラ市、アディクアラ市では、ほとんどの住民はキリスト教で、その一方デケムハレ市、セゲネイティ市、アディケイ市、セナフェ市ではイスラム教徒が多い。

4) 教育

調査対象区域における小学校、中学校、高校の整備状況は、後述の表で示されており、それらの学校以外の教育施設は存在していない。

エリトリア国全体のおもな教育施設は表3-2のとおりである。

表3-2 主要教育施設

施設名	電話番号	記事
University of Asmara	16-19-35	昼間学生2,200人、夜間学生700人在籍。語学、理学、商業経済学、農学部あり。
Arab Community School	12-10-14	小学校、中学校、高校レベルで英語とTigrignaで授業が進められている。
Italian State School	12-05-05	3歳から18歳までが対象。
Government School	-	英語、Arabic、Tigrignaの語学学校
Language School (Arabic)	-	
" (French)	12-65-99	
" (Italian)	12-01-60	
" (Tigrigna)	-	
" (English)	-	
International School	18-21-66	規模は小さい英語の学校。
Computer School	12-08-37	Windows6.0やMS DOS6.2導入している。
Typing School		アスマラでこのような学校数は多い。
Asmara Technical School	11-61-03	電気、機械、木工、測量学専門。150人在学。

(3) 地下水利用一般現況

調査対象7都市が位置する中部高原地域の降雨量は、年間400mm～600mm程度とされている。アスマラ市ではダムから表流水を取水し利用しているが、地方都市ではおもにTube Wellによる地下水を飲料用としている。

ドバルア市及びアディクアラ市を除く5都市には農業用ダムが建設されている。これらのダムは、おもに灌漑用の水源として利用されているが、地下水涵養源としての機能も持っている。一般的に農業用ダムの下流には大口径の浅井戸が設けられていて、農耕用に利用されるほか飲料水源にもなっている。アディクアラ市については、上水道の水源用ダム建設がスイスのNGOの協力によって進行中である。

調査対象7都市全てに飲料水用のTube Wellが建設されている。Tube Wellは各都市に2本から6本掘削されているがそれらすべてが効果的に運用されているとは言えない。井戸ができ上がっているのに、資金がなく揚水設備が買えないため坑口が密閉されていたり、揚水設備のスペアパーツが欠乏してメンテナンスが行えない井戸が見られる。

現在利用されているTube Wellは、各都市2～3本程度と少なく、市民に配分される水量も限定されている。市街地の住民は、各戸給水や公共水栓から飲料水の供給を受けているが、

いつ水道機能が失われるかわからない中で生活をしている。電気で作動する揚水設備の場合には、特に停電が気になる。揚水時間に合わせて市民の水汲みが行われており、断水時にもある程度対応できるよう各家庭の水溜が満される。公共水栓から水汲みする場合には、10～20リットルのポリエチレン容器を持参し、蛇口から直接給水を受けている。高台や遠方からやって来る住民は、運搬用のゴム製や革製の容器に水を入れロバに括り付け運んでいる。

市街地から外れたり、公共用給水施設がない所に住む人々は、河川や水溜まりに生活水を求めている。恒常河川のないこの国では、乾季ともなれば川の水は姿を隠すが、水の溜れた川筋（ワジ）やその近傍に穴を掘れば伏流水が得られる。伏流水の活用はエリトリアの人々にとって飲料水源として極めて大切な意味を持っている。集落から外れて住む人々や、十分な給水量のない地域の人々、及び貧しくて料金を払えない人々は自分達の穴を掘り、その素掘り井戸（Dug Well）から水を得て生活をしている。水汲みのために広く一般に利用されている道具はバケツとロープである。地方の人々は雨季が来るまでの数カ月間、こうした方法や場所で生活水を得て暮らしている。

（4） 水利用と給水施設の現状

1) 水利用の現状

各都市で各戸給水を受けているその給水人口は表3-3に示すとおりである。いずれの都市においても7～8割以上の住民は、ハンドポンプ付き井戸、給水車、公共水栓、カートから給水を受けている。給水された水は各戸のバケツに溜置きされ、利用されている。都市部では、少なくともこのような水利用の方法をとっていることから、小さな溜まり水を生活水として利用しているような伝統的な水源を用いた取水形態は身受けられなかった。

給水原単位は、7都市のうち最も少ない年で7ℓ/人・日、多い年で約24ℓ/人・日である。表3-3に各都市の日平均生活使用水量とその原単位を示す。

2) 給水施設の現状

現在既存している都市型の給水システムはイタリアの統治時代に建設されたものが多く、施設の老朽化が著しい。特に配水池ではその壁面からの漏水が生じてきているため、幾度もライニングが施された痕跡が見受けられる。また、送配水管についても特に継ぎ手部の疲弊が極めて進行している。さらに、ポンプなどの不備、故障や井戸水質の不良により、地下水の賦存量はあるものの、今回調査した既存井戸の約3割は使用されていない状況である。

ポンプ類に関しては近年交換されたものが多いが、メンデフェラ市では60年前に設置されたイタリア製のポンプが現在でも利用されていた。

各都市の給水施設規模については表3-3にまとめた。また給水形態については3-2～3-8で詳細に述べる。

表3-3 各都市給水諸元および施設規模

	ドハリア市	メンデフェラ市	アディクラ市	デケムハレ市	セグネイテイ市	アディケイ市	セナフエ市
行政人口	6,000	18,000	10,000	20,000	5,000~6,000	15,000	11,000~ 12,000
日平均生活使用水量(m ³ /日)	.	180~270	120	160~200	120	160	80~200
給水原単位(㎥/人・日)	.	10~15	12	8~10	20~24	10~11	7~17
使用されている浅井戸数	0	1	3	1	1	1	3
使用されているポアホール数	3	2	2	4	2	3	2
ダム数	0	1 (農業用)	1 (建設中)	1 (農業用)	1	1	1 (農業用)
配水池数	15m ³ ×1	500m ³ ×1 350m ³ ×1 80m ³ ×1 (精院専用)	15m ³ ×1	340m ³ ×1	60m ³ ×1 30m ³ ×1	360m ³ ×1 100m ³ ×1 15m ³ ×1	100m ³ ×1
貯水槽数	0	300m ³ ×1 96m ³ ×1	33m ³ ×1	0	0	0	0
公共水栓力所数	4	6	2	0	6	2	3
同上料金(Birr/m ³)	7.5	5	1.5	.	5	5	5
各戸給水戸数	7	632	256	540	96	630	315
各戸給水人口	42	3,792	1,536	3,240	576	3,780	1,890
各戸給水普及率(%)	1	21	15	16	10~12	25	16~17
同上料金(Birr/m ³)	2	2	0.75	2	2	2	1.25
給水草数	.	4	0	4	0	1	1
給水草による料金(Birr/m ³)	15	7.5	.	7.5	.	10	7.5
カートによる販売	有り	.	有り
同上販売料金(Birr/m ³)	.	.	20

(5) 保健衛生の現状

1) 水因性疾病

安全な水に容易にアクセスできる人口とトイレを利用している人口の割合は、都市部の場合でそれぞれ総人口の44%、48%であるのに対し、地方部ではわずか7%、0.26%と大幅な開きがある。1993年に約1,412名の住民を対象にUNICEFが実施したアンケート調査によると、トイレを利用している理由として、そのほとんどは「プライバシーの確保」や「健康的である」などであった。一方、トイレを利用していない理由としては、「広大な周辺敷地の利用が可能」が最も多く、その次に「トイレを持たない」、「貧困」が続いている。

このようなことが背景で、全体的にエリトリア国の衛生状況は悪く、種々の病気が多発している。そのため、特に乳児、幼児（5歳以下）死亡率は高く、それぞれ約14%、約20%となっている。当国の平均寿命は、このような高い乳幼児死亡率が起因しており、約46歳に留まっている。死亡のおもな原因は、はしか、下痢症、マラリア、急性呼吸器疾患、栄養失調などである。特に不衛生な水から起因する下痢症などはエリトリア国で最も深刻な問題となっている。また、対象都市では下痢症に加え、アメーバー赤痢も流行しているようだ。

調査対象地域における疾患状況を示す詳細な資料は乏しく、現在、国立統計事務所で作成中という情報を得た。

2) 現地簡易水質分析結果

本事前調査で井戸、公共水栓、配水池など19カ所を対象に水質の簡易分析を実施した。全体的に採水の亜硝酸塩濃度は低く、比較的生活排水や事業所排水などの影響は少ないように推察される。大腸菌群数は14カ所で確認された。当初全測定カ所で家畜の糞便による水源汚染を懸念していたが、ボアホール4カ所（中継槽1カ所）で検出されなかったことはボアホールの安全性を示唆している。電気伝導度については温度補正が必要となるが1カ所を除き、飲料水として妥当な値と考えられる。

簡易水質分析結果は表3-1にとりまとめた。

表3-4 現地簡易分析結果 (JICA, 1997)

番号	地名	種別	測定位置	取水形態	給水用途	深度 (m)	pH	温度	電気伝導度 ($\mu S/cm$)	大腸菌群数 (数/100ml)	亜鉛濃度 (ppm)	亜硝酸性窒素 (ppm)	フッ素 (ppm)
1	トバルア市	ポアホール	15° 05' 50"N 38° 49' 45"E	ポアホールポンプ	飲料用	60.0	7.0	27.1	695	Nil	<0.02	<0.006	0.0
2		湧水貯水池	15° 05' 48"N 38° 49' 56"E	釣瓶, バケツ	飲料用	—	—	26.1	842	多数検出のため カウントできず	—	—	—
3	メンデラエラ市	中継槽 (96m ²)	14° 53' 16"N 38° 47' 44"E	—	飲料用	—	8.0	28.0	1,035	Nil	<0.02	<0.006	0.5
4		貯水槽 (300m ²)	14° 54' 54"N 38° 49' 57"E	—	飲料用	—	—	8.0	24.3	300	多数検出のため カウントできず	<0.02	<0.006
5	アヂクアア市	ポンプ棟 (増水井)	14° 38' 57"N 38° 51' 25"E	—	飲料用	—	7.5	25.9	733	700	<0.02	<0.006	0.5
6		湧井戸	14° 38' 58"N 38° 51' 23"E	ポアホールポンプ	飲料用	3.1	7.0	25.4	878	600	<0.02	<0.006	0.5
7	アヂクアア市	貯水槽 (33m ²)	14° 37' 52"N 38° 49' 55"E	—	飲料用	—	7.0	27.2	661	300	<0.02	<0.006	0.0
8		ポアホール	15° 04' 10"N 39° 02' 16"E	ポアホールポンプ	飲料用	48.0	7.5	30.2	1,060	Nil	<0.02	<0.006	1.0
9	デケムハレ市	中学校専用 ポアホール	15° 03' 50"N 39° 02' 55"E	ハンドポンプ	飲料用以外	—	7.0	28.0	4,390	100	>1.0	>0.3	1.0
10		ポアホール	15° 03' 06"N 39° 03' 28"E	ポアホールポンプ	飲料用	40.0	8.0	25.1	760	Nil	<0.02	<0.006	0.5
11	セグネイテイ市	湧井戸	15° 04' 46"N 39° 02' 10"E	釣瓶, バケツ	飲料用	6.0	7.5	24.1	572	800	0.1	0.03	1.0
12		公共水栓	15° 03' 27"N 39° 11' 22"E	—	飲料用	—	8.0	26.5	512	200	<0.02	<0.006	1.0
13	セグネイテイ市	民家	—	—	飲料用	—	8.5	22.8	488	900	<0.02	<0.006	2.0
14		葉福井戸	市街地より下流 側へ約 3km	釣瓶, バケツ	飲料用	—	7.5	21.9	872	800	0.2	0.06	0.5
15	アヂクイ市	公共水栓	—	—	飲料用	—	8.0	26.0	520	200	<0.02	<0.006	2.0
16		配水池 (360m ²)	14° 50' 12"N 39° 22' 39"E	—	飲料用	—	7.0	23.6	781	1,200	<0.02	<0.006	0.5
17	セナフエ市	ポアホール	14° 50' 57"N 39° 22' 08"E	水中ポンプ	飲料用	70.0	7.0	22.0	463	多数検出のため カウントできず	<0.02	<0.006	0.0
18		配水池 (100m ²)	14° 41' 55"N 39° 25' 27"E	—	飲料用	—	9.0	24.0	825	600	<0.02	<0.006	0.5
19	WHO 基準	ポアホール	14° 42' 58"N 39° 24' 18"E	ハンドポンプ	飲料用	—	6.5	24.4	567	Nil	0.05	0.015	0.5
								6.5~8.5	—	—	100ml で不検出	3.0	1.0

(6) 給水・衛生の問題点

調査対象地区の給水施設のほとんどはイタリアの統治時代に建設されたもので、施設が老朽化しているだけでなく、エチオピア国からの帰還民など社会的に人口も急増していることから、施設能力の不足が深刻な問題となっている。

以下、7都市において本事前調査で明らかとなった一般的な問題点を示し、表3-5で施設別にまとめた。なお、7都市の個別の問題点については、それぞれ3-2から3-8で述べることにする。

A：現在の人口に対する既存水源の不足。

B：年々、井戸賦存量やダムの平均水位の低下、特に乾季における著しい水不足。

C：既存ポンプ能力の不足。

D：既存ポンプの故障。あるいは、ポンプの故障頻度多い。

E：既存配水池容量の不足。

F：維持管理の観点から、配水池の立地条件が悪い。

G：既存配水管の劣化にともなう高い漏水率。

H：現在の給水区域に対し小規模な既存給水網。

I：人口に対する公共水栓の不足。

J：量水器の不良により、有収水量が不明。

K：未処理のまま原水を給水。

L：簡易水質分析の結果、著しい大腸菌群の検出。

表3-5 7都市の給水の問題点

	取水施設	送水施設 およびポンプ施設	浄水施設	配水施設	給水施設
ドナルド市	A	D	K	F	J
メンデラ市	A	D・L	K	F	J
アディクアラ市	B・L	H	K	H・L	J
デケムハレ市	A・L	C	K	E・G	J
セグネイティ市	B	D	K	—	I・L
アディケイ市	B・L	C	K	E・G	I
セナフエ市	—	—	K	E・H・L	I・J

アルファベットは前頁に述べた問題点を示す。

3-2 ドバルア市

(1) 自然条件

アスマラから南へ約30km、Mereb川にかかる美しいアーチ橋を渡って間もない地点にある標高1,930mの町である。橋には量水標が設置されており、この橋の上流約1km地点が次のアスマラ市の水源として検討されたMereb-3地点（流域190km²）である。

地形を略述すれば、ゆるやかな起伏をもった高原にMereb川がゴージを深く刻み込んでいるとまとめられる。

ゴージの壁は大部分が基盤岩であり、玄武岩に薄く覆われている。またゴージの底には厚く砂がたまっており、季節的に流水が見られるが、涸れ川であることが多い。

基盤岩は砂岩、珪岩、グレイワックを主として、火山岩類を挟んでいる。かつて日本の鉱山会社によって探鉱されたドバルア銅鉱山は緑色片岩類に伴っているものと見られる。

玄武岩類はほぼ水平に基盤岩類を覆っており、極めて緩い傾斜の地形を呈していて農耕地となっている。また、各所にNNEないしNE系の玄武岩の岩脈が走っており、堅硬であるために尾根を形成していることが多く、時には尾根の稜線に露岩列を形成している。

現在の水源は町の北側を流れる小川がMereb川に近くなって、河床勾配が急になる地点に形成された湧水をせきとめて作った水場と、その上流部に掘削されたボーリングである。

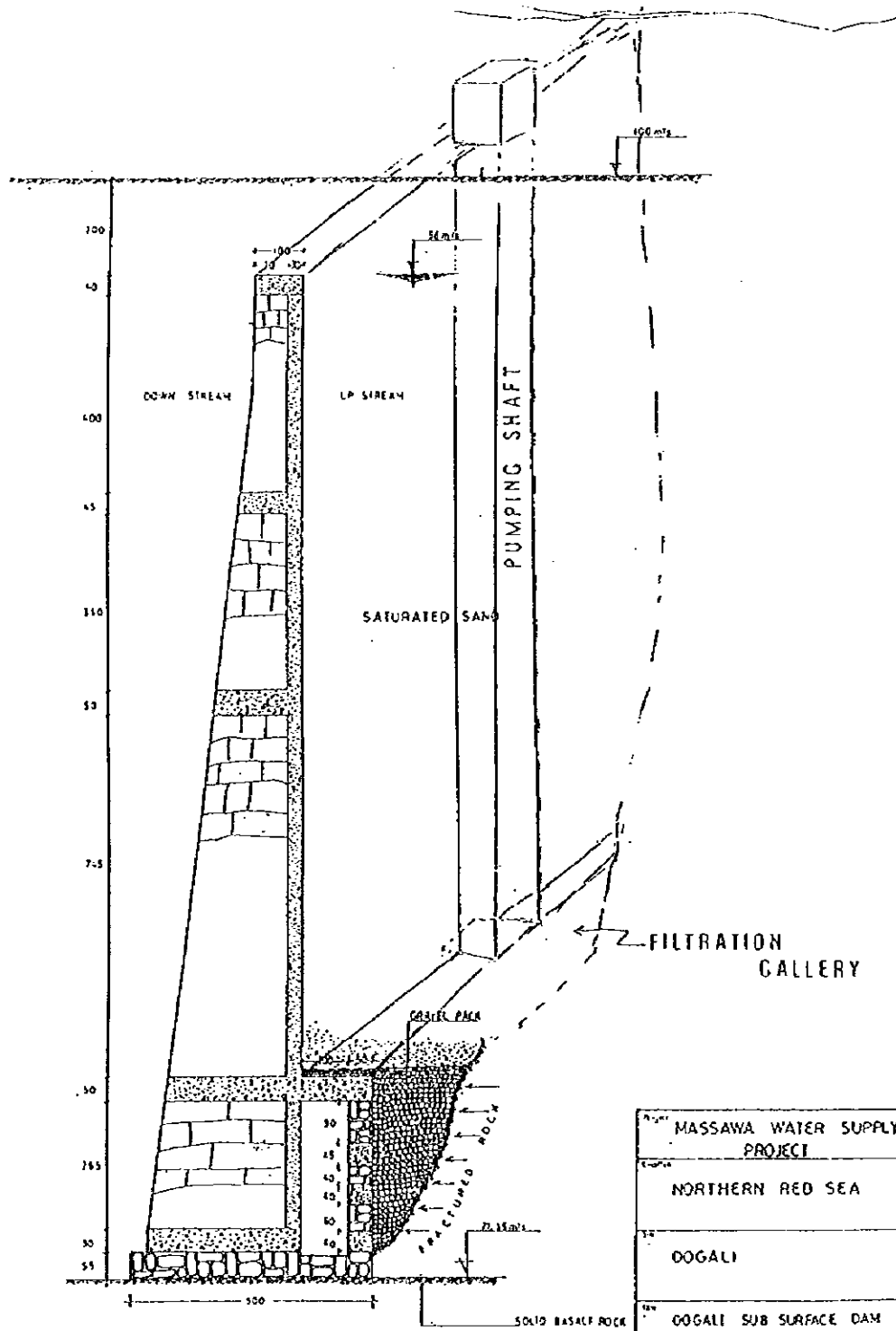
水場の水は汚染されていて、小魚がいたが、住民はこれを生活用水として汲んでいた。ほかに私設の井戸や私有のローリーがあり給水（売水）している。

水資源としては流域の広さから推定してMereb川の伏流水がかなりのポテンシャルを有するものと考えられる。この場合、マッサワ市の水道に無動力無事故で60年間給水してきたドガリ（Dogali）の伏流水採取のシステム（Filtration Galleryと呼ばれる）と地下ダム（添付図）の組み合わせが参考となる。

また、町の北西部のAdi Logoでハンドポンプが設置されて供用中の井戸は、揚水試験では6ℓ/secであったといわれる。この周辺も地下水開発の候補地であろう。

事前調査の段階で想定した、詳しい調査が必要と考えられた地区を図に示した。

DOGALI - SUB-SURFACE DAM
TYPICAL SECTION



PROJECT	MASSAWA WATER SUPPLY PROJECT
LOCATION	NORTHERN RED SEA
SITE	DOGALI
NAME	DOGALI SUB SURFACE DAM
DESIGNED BY	DR. HEZEM ABRAMA
DRAWN BY	ANVA HESSCHERIAN
	0-1

图3-2

DBARWA

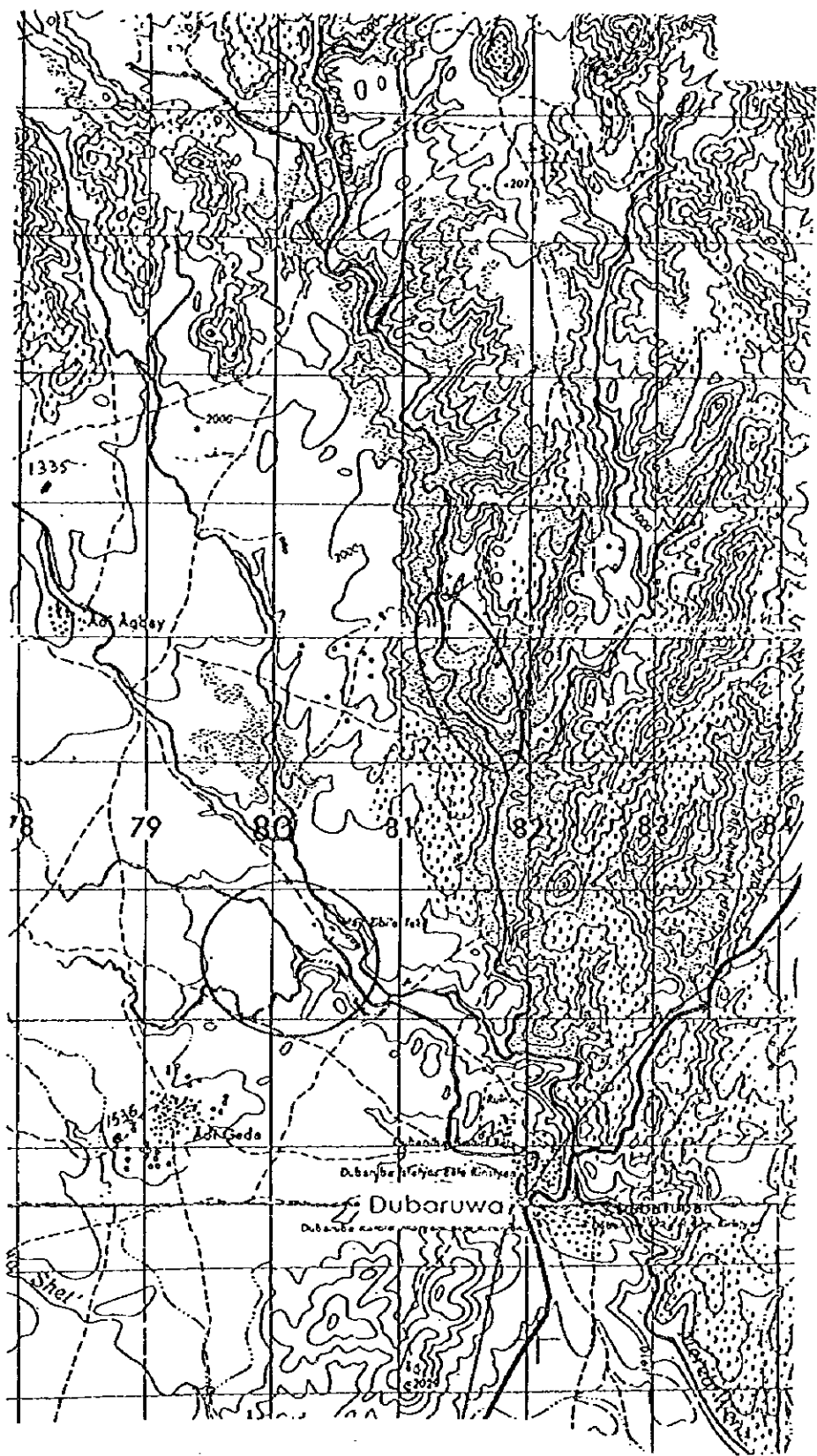


图3-3

(2) 地下水利用現況

ドバルア市には5本のTube Wellが存在している。この内の1本は深度60mまで掘削され、6インチのケーシングパイプが設置されている。この井戸が市の主力水源となっている。井戸には専属の管理人が常駐していて、運転時間の管理や井戸の保全の管理をしている。井戸には、ボアホールポンプが設置され、イタリア製のLONBARDINIエンジンが動力源として使われている。この他、プライベートな井戸としてカトリック教会所有の深度40mの井戸及びMOBILガソリンスタンドの個人経営者が所有している1996年に掘削された深度30mの井戸が稼働している。現在は使用されていないが2本の機械掘削された井戸があり、その内の1本にはインデアン マークIIが設置されているが故障中。またプラスチック工場建設予定地内に掘削されたもう1本の井戸は、深度45mであり工場が稼働するまで待機中である。

この他、灌漑用に使用されている素掘状態のDug Wellがある。またMereb川の支流にあたる川底には、石積みコンクリート壁でがっちりと保護され誰でも自由に使える開放型の大きな水源ピットがある。この水源の水は石盤の亀裂から流れ出ている、水量も豊富で市民の憩いの水源であると共に、水汲み用のロバと人間が融和するオアシスともなっている。

(3) 給水形態

1井のボアホール (15° 05' 50" N, 38° 49' 45" E 井戸深: 60m) から1日6時間の割合で取水し、その後、配水池 (15° 05' 38" N, 38° 49' 41" E 容量: 15m³、メタル製) から4カ所の公共水栓及び7戸だけに給水する都市給水タイプの施設が存在している。また、私有のボアホールが2井存在しており、その内1井 (15° 05' 30" N, 38° 49' 57" E) はカトリック教会専用で、他の1井 (15° 05' 09" N, 38° 49' 57" E) は個人専用で、取水された水は給水車やカートの水販売業者に7~8Birrで販売されている。大半の住民はこれらの形態の給水を受けているが、極一部の住民は貯水池 (15° 04' 48" N, 38° 49' 56" E) に貯まった湧水を釣瓶やバケツで取水している。上記都市給水タイプにトラブルが発生した場合には多くの住民が水質の悪いこの湧水を利用している。

上記以外に灌漑用として、深さ4~5mの素掘の私有井戸 (15° 04' 51" N, 38° 50' 12" E) が1日3~4時間利用されている。

ポンプ形態はMONO LIFT製のハンドポンプ、ボアホールポンプや水中ポンプである。図3-4に給水対象区域における給水形態概略図を示す。

(4) 給水・衛生の問題点

ポンプなどの故障時には多くの住民が不衛生な湧水貯水池 (15° 05' 48" N, 38° 49' 56" E) を利用しており、下痢症などの水因性疾病が多発しているのが現状である。

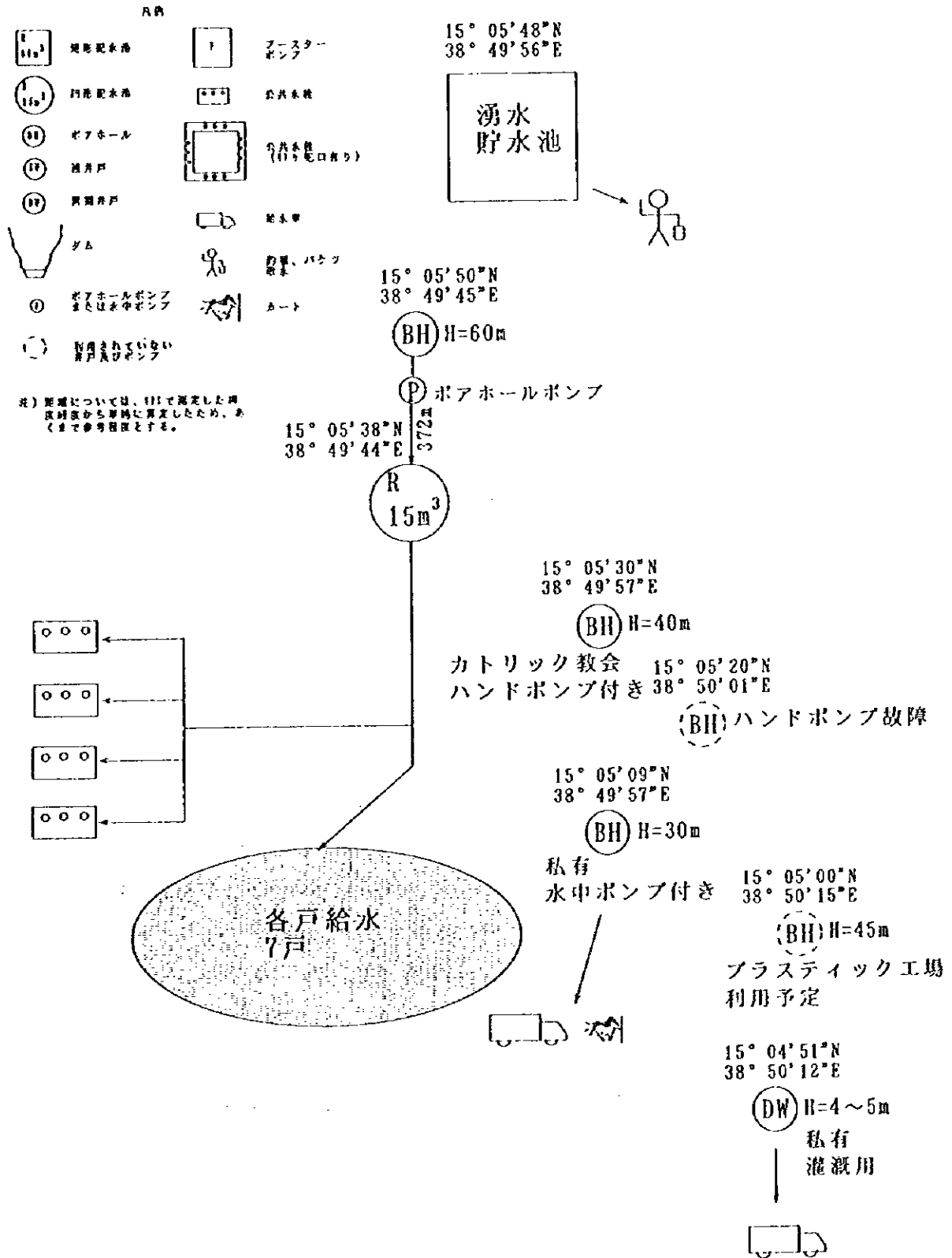


図3-4 ドバルア市給水形態概略図

3-3 メンデフェラ市

(1) 自然条件

アスマラから南へ54km、標高1,980mにある南部州の州都である。エティオピアに至る南北道路とバレンツを経てスーダンに至る道路との交会部にあり、人口の急増が見込まれている静かな町である。

地形的には広くひらけた玄武岩の高原であり、ところどころに急峻な斜面に囲まれたテーブル状の玄武岩の丘が分布している地区である。メンデフェラ市においては基盤岩の深度についての正確な情報はないが100mを超えることはないと推定される。

現在利用している水源は、町の東北部のダム湖の水と、町の西に位置する水系を狙ったボーリングである。

ダム湖は水辺に牛が放牧されており、清潔と言い難く、またダム湖からの浸透地下水を狙ってNGOが建設した設備も故障していた。しかし、ダム湖の地下水涵養機能を評価するには、隣接の苗圃の井戸もあり、観測網の設置を考えると適当な場所と見られる。

町の西側の水系は、流域面積も広く、凹地の流路沿いには天然林の発達も顕著であり、地下水開発の適地と考えられる。

事前調査の段階では、図3-5に示したように現在町の水源として稼動中の井戸付近とその下流を、電気探査・ボーリングの候補地として想定した。

(2) 地下水利用現況

メンデフェラ市の給水対象区域には4本のTube Wellが掘削されている。この内2本の井戸が稼動中であり飲料用の水源として利用されている。1本は深度60mの井戸に水中ポンプが設置されている。もう1本の井戸は深度30mで、ボアホールポンプが設置され稼動中であり、この2本の水井戸で632世帯に対する各戸給水がなされている。

使用されていない2本のうち、1本は深度60mの井戸で、ケーシングトラブルにより利用されていない。またもう1本は深度30mの井戸で、ボアホールポンプが故障中で利用されていない。

その他の水源としては、浅井戸が1本あり、深度7～8m程度掘削され、現在共同水栓用の水源となっている。

(3) 給水形態

給水区域は南北に区分され、北部はEritrean Catholic Serviceによって建設されたダムからの浸透水が地下式水槽(14° 54' 51" N, 38° 49' 57" E 容量: 300m³、RC造)を通り配水池(14° 54' 22" N, 38° 48' 52" E 容量: 500m³、RC造)で貯留された後、6カ所の公共水栓へ未処理で給水されるシステムを有す。その公共水栓は午前午後にそれぞれ3回開放されている。

また、同種の浸透水をダム近くの浅井戸から取水して4台の給水車で給水にあたっている。南部では2井のボアホール（H=30m~60m）から取水している。その内1井（14° 53' 08" N, 38° 47' 44" E 井戸深：30m）から取水された水は地下式貯水槽（14° 53' 16" N, 38° 47' 43" E 容量：96m³）を通り、他の1井（14° 53' 35" N, 38° 47' 24" E 井戸深：60m）からは、1日12~14時間体制で直接病院用配水池（14° 53' 15" N, 38° 48' 23" E 容量：80m³、RC造とブロック積造）ならびに一般用の配水池（14° 53' 11" N, 38° 48' 23" E 容量：350m³、RC造とブロック積造）に送水し632戸へ給水している。

イギリスのMONO LIFT製ボアホールポンプが設置されており、また、地下式貯水槽から送水するプースターポンプに、約60年前のイタリア製の旧式なポンプが今でも利用されている。

図3-6に給水対象区域における給水形態概略図を示す。

（4） 給水・衛生の問題点

- 1) 新規に建設された井戸（14° 53' 08" N, 38° 47' 49" E 井戸深：60m）がケーシングの不良など構造上の問題で利用されていない。
- 2) 現在2,000世帯の住民が各戸給水を希望しているが、施設が表3-4で示したような現状であると同時に、水道サービス事務所の財政力では水道メータの調達に困難であることから、給水車からの調達で賄っている。

3-4 アディクアラ市

アスマラ市から南へ86km、エチオピアとの国境に近い標高2,054mの町である。三方向が急崖となって、標高1,600mの平地に接しているという地形であり、元来地下水に乏しい条件にある。

急崖をジグザグに曲がっている道路を通って下り、玄武岩の厚さをバロメーターで計ったところ、90mを少し超える程度の厚さと推定された。

玄武岩の下位の基盤岩は、白色化したラテライト帯（風化帯）がやや厚く発達しており、帯水層としては良好な性状と見受けられた。

事前調査時点では、スイスのNGOが、町のすぐ東北方で現在、表流水を無処理で圧送しているポンプ舎のある谷に大きなダムを建設中であった。

遮水シートをコア材代わりに使用し、その両側のフィルタ材をつき固めていたが、シートとフィルタ材の間の不連続がダムの強度にどう影響するのかなど、日本では見られない構造ゆえ、不可解な点が残った。

しかしながら、このように水源としてのダムが工事中であったので、当町においては日本側は水源についてタッチしないこととなった。

(1) 地下水利用現況

アディクアラ市の給水対象区域には、2本のTube Wellと5本の浅井戸が掘削されている。町自体は三方向が急崖となっている高台に位置しているため、元来水資源には恵まれていない。おもな水源地は町の北東約3kmに開発された4本の浅井戸であり、その内の3本が現在稼働している。浅井戸の深度は3～9m程度であり、不圧帯水層の水が取水されている。

市街地のアディクアラ公園内には深度45mのTube Wellが1本掘削されて、ドイツ製のハンドポンプKARDIAが設置され利用されている。この井戸から500m離れた場所には、緊急時に使用されると言われる浅井戸があり、ハンドポンプが設置されている。町の南部には、各戸給水用の水源として深度18mのTube Wellが1本掘削されていて、ボアホールポンプにより揚水されている。

(2) 給水形態

給水区域は南北に二分されている。北部では3井の浅井戸（14° 38' 58" N, 38° 51' 23~24" E 井戸深：3m～9m）から1日6時間体制で相互に取水し、配水池（14° 38' 10" N, 38° 50' 13" E 容量：15m³、RC造高架水槽）に貯留した後、公共水栓と219戸に給水している。一方、南部では1井のボアホールポンプ（14° 37' 50" N, 38° 49' 52" E 井戸深：18m）から取水し、給水形態としては水販売業者のカートによる給水と、貯水槽（14° 37' 52" N, 38° 49' 59" E コンテナ33m³）に一度貯留した水をコンテナの周囲に41カ所の蛇口を取り付けた公共水栓

及び7戸に給水する2通りがある。水販売業者は市から1日5回の割合で、1回につき400ℓの水を3Birrで購入し、需用者に8Birr/400ℓの金額で20ℓ単位に販売している。その他、わずかな住民は1井のハンドポンプ付きボアホールを利用している。

ポンプについてはドイツのKARDIA製のハンドポンプやイギリスのMONOLIFT製のボアホールポンプが使用されている。

図3-8に給水対象区域における給水形態概略図を示す。

(3) 給水・衛生の問題点

- 1) 過去にも数回ガス中毒による死者が出るなど、ブースターポンプ棟 (14° 38' 57" N, 38° 51' 25" E) は換気状態が非常に悪く、構造上の欠点がある。
- 2) 配水池 (15m³) から配水を受ける公共水栓は、刑務所の敷地内に存在しているため、その周辺の警戒が厳しく利用されていない。

3-5 デケムハレ市

(1) 自然条件

前述したアスマラから南に向かう2本の道路のうち、アスマラから東南に進み、エティオピア国境に向かう東側の道を約40kmでデケムハレ市（標高：2,060m）に至る。

マサワ方面への道路や、テラミニで西側の道に合流する道路などが分岐する交通の要衝である。

地形としては、ほぼ分水嶺に位置しており、町の北側は紅海に流れる急斜面となっている。町の南側はマサ状の風化が著しい花崗岩が形成する平坦な地形であり、凹地を中心としたかなり広い範囲に厚さ6m程度の第四紀湖沼堆積物が分布している。

現在の水源は、町の西部から南部にかけての広大な平坦地に掘削された井戸である。

ほかに、手掘り井戸もいくつか認められたが水質の問題があり、飲料水としては使用が禁止されている。

現在の地下水位は風化花崗岩の中まで降下しているため、地表部に分布している第四紀の細粒の湖沼堆積物は、天水の地下への浸透を妨げる方向に働いているかもしれない。

地形が平坦で露岩が少ないため、この湖沼堆積物の分布範囲は確認できていないが、町の南部の飛行場付近まで分布が伸びるかもしれない。また、花崗岩を貫くほぼ垂直の玄武岩脈も認められたが、これも風化が激しく、水理地質学的意義は少ないと思われる。

事前調査の段階では、図3-9に示したように飛行場の東側が地下水が集まりやすい地形と推定された。

なお、飛行場付近には古い農業用ダムがあった旨説明を受けたが、事前調査当時には湛水は見られなかった。

(2) 地下水利用現況

デケムハレ市の給水対象区域には、6本のTube Wellが掘削されている。これら6本の内、2本は各戸給水用の水源として、パイプラインで結ばれ利用されている。1本は町から約1.3km離れた場所に掘削されている。この井戸は1993年当時水資源局の掘削リグによりDTH工法で深度60mまで掘削されたものである。井戸は6インチのケーシングパイプで仕上げられ、揚水設備としてLISTERエンジン駆動のボアホールポンプ（英国製MONOLIFT）が設置されている。この付近にはイタリア植民地時代に建設された浅井戸給水施設が数箇所あるが、地下水位の低下に伴い使われなくなり、現在この施設は廃墟となっている。また、もう1本の深度48mのTube Wellは、配水タンクから約100mの位置にありボアホールポンプが設置され利用されている。

町の南方で空港跡地付近には、1994年にDTH工法により3本のTube Wellが掘削されている。現場で説明を受けたところによると、掘削深度はそれぞれ、61m、80m、40mであり、

静水位-3.6m、-10m、-7.8m、揚水量6.0ℓ/s、5.0ℓ/s、5.5ℓ/s、である。現在は3本の内、深度40mの井戸だけが使用されている。この井戸にはDELTAエンジン駆動のMONOPUMPが設置されていて、タンクローリーによる給水が行われている。他の2本は坑口が密閉されていて、揚水ポンプの調達を待っている。

(3) 給水形態

本都市のわずかに約1割の住民(540戸)が2井のボアホール(15°01'17" N, 39°01'48" E 井戸深: 60m、15°01'10" N, 39°02'16" E 井戸深: 48m)を水源とする都市給水に依存している。大半の住民は別のボアホール(15°03'06" N, 39°03'28" E 井戸深: 40m)に水源を求め、民間の給水車4台によって給水している。給水車は毎日6~12時及び14~17時の間に約20回取水している。一部の地区には浅井戸(15°01'46" N, 39°02'10" E 井戸深: 6m)があり、住民は釣瓶やバケツによって取水している。また、中学校専用のハンドポンプ付きボアホール(15°03'50" N, 39°02'55" E)が存在しているが、塩分濃度が高いということから、飲料用としては利用されていない。

取水ポンプとして、イギリスのMONOLIFT製のボアホールポンプやインディアンマークIIのハンドポンプが使用されている。

図3-10に給水対象区域における給水形態概略図を示す。

(4) 給水・衛生の問題点

- 1) 公共水栓が存在していないことから、大半の住民は給水車などによる給水手段に依存しており、高い水道料金を払うことを余儀なくされている。
- 2) 中学校専用のボアホール(15°03'50" N, 39°02'55" E)は塩分濃度が高いだけでなく、大腸菌群も多数検出された。

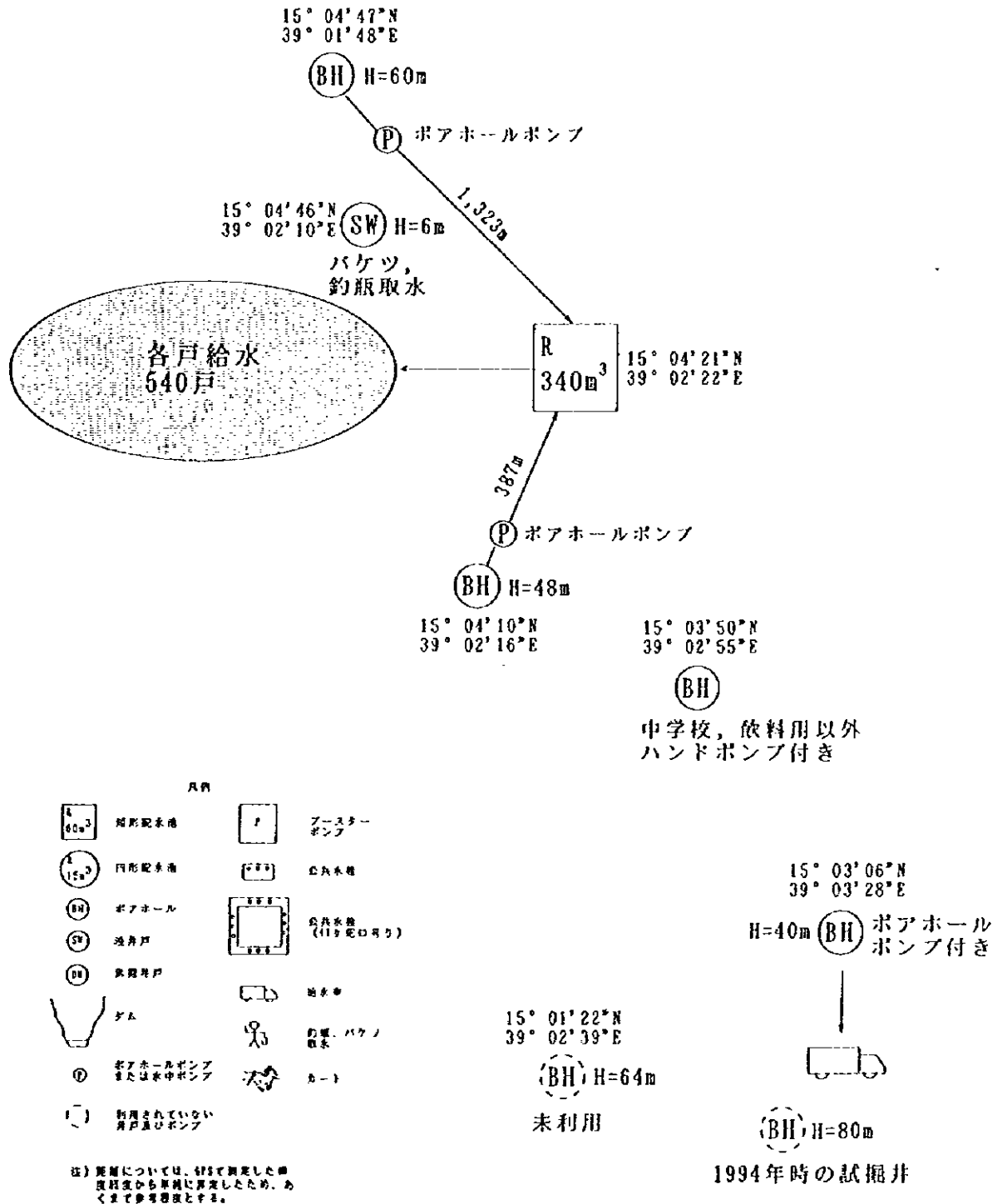


図3-10 デケムハレ市給水形態概略図

3-6 セゲネイティ市

(1) 自然条件

アスマラから南東へ61kmにあり、標高2,203mの小さな平坦地にできた町である。古くからイタリアの影響が強く、エリトリア最古のカソリック教会もここにある。

地形的には花崗岩の残丘とも見える盆地状の小平坦面で、この平坦面を流れる水系は3本ある。これらが1本となって流出する部分は、かつてイタリア時代にポンプ座があった所で今でも植生の緑が濃い。

町を流れる3本の川のうち、2本が合流する地点の下流、修道院の近くに現在の水源井がある。したがって町の中で未開発の水系は1本であり、これだけでは量的に不安があるので、事前調査の段階では、図示したように町の外側でも水源調査を実施することを計画した。

当地区では風化帯または地表かぶりが薄いと考えられたので、「WADI」などによるVLF-EMを実施し、写真判読のリニアメントを含めて有望地点の選定に資することとした。

また、当町の水系の上流部には立派なダムが作られているが、調査当時の貯水量は僅かで、近隣の畑地の散水に使われていた。Sub-regionのAdministratorはこのダムについて地下水の涵養には役立っていると述べていた。

なお、図3-11はロシア製の1/10万地形図を、現地を眺めて修正したものである。

(2) 地下水利用現況

1996年に修復された大口径の浅井戸1本だけがこの町の水源である。掘削深度は11mで井戸の直径は4mと大きく、セメント枠の縦込みが行われている。井戸の半分と揚水設備は建屋で覆われている。町の大切な水源であり、操業上の問題がないように揚水ポンプは2台容意され、交互運転をしながら維持管理を行っている。2台の内の1台は、LISTERエンジン駆動によるボアホールポンプで、もう1台は発電機から電力供給を受けた水中ポンプで行われている。ポンプ部品の調達は大スマラから行っているといわれる。井戸の管理人から説明を受けた揚水能力と運転時間から、この井戸の産出能力を試算したところ、4.0ℓ/s程度であった。このほか町にはハンドポンプ付きのTube Wellが2本掘削されているが、ポンプが故障しているため現在は2本とも使用されていない。

(3) 給水形態

1井の浅井戸(15° 03' 30" N, 39° 11' 23" E 井戸深: 11m)から2池の配水池に送水している。その内1池(15° 03' 14" N, 39° 11' 21" E 容量: 60m³、RCとブロック積造)は5カ所の公共水栓と96戸をカバーし、別の配水池(15° 03' 27" N, 39° 11' 22" E 容量: 30m³、RC造)は別地区の1カ所の公共水栓だけに供給している。公共水栓は8:00~11:00と14:00~17:00に開放されている。

ボアホールポンプにMONOLIFT製ポンプが利用されている。

図3-12に給水対象区域における給水形態概略図を示す。

(4) 給水・衛生の問題点

- 1) 配水池 (60m³) の漏水が著しく、モルタルによる補修の痕跡がみられるが、適切な補修でないため、現在も漏水は継続している。
- 2) 給水区域 (特に高区域) の拡張により、既存配水池からのポンプ圧送の必要性が生じてきている。
- 3) 多くの公共水栓の蛇口が損傷している。
- 4) 家畜の糞尿などにより、ダム (15° 03' 41" N, 39° 11' 43" E) の富栄養化が進行している。

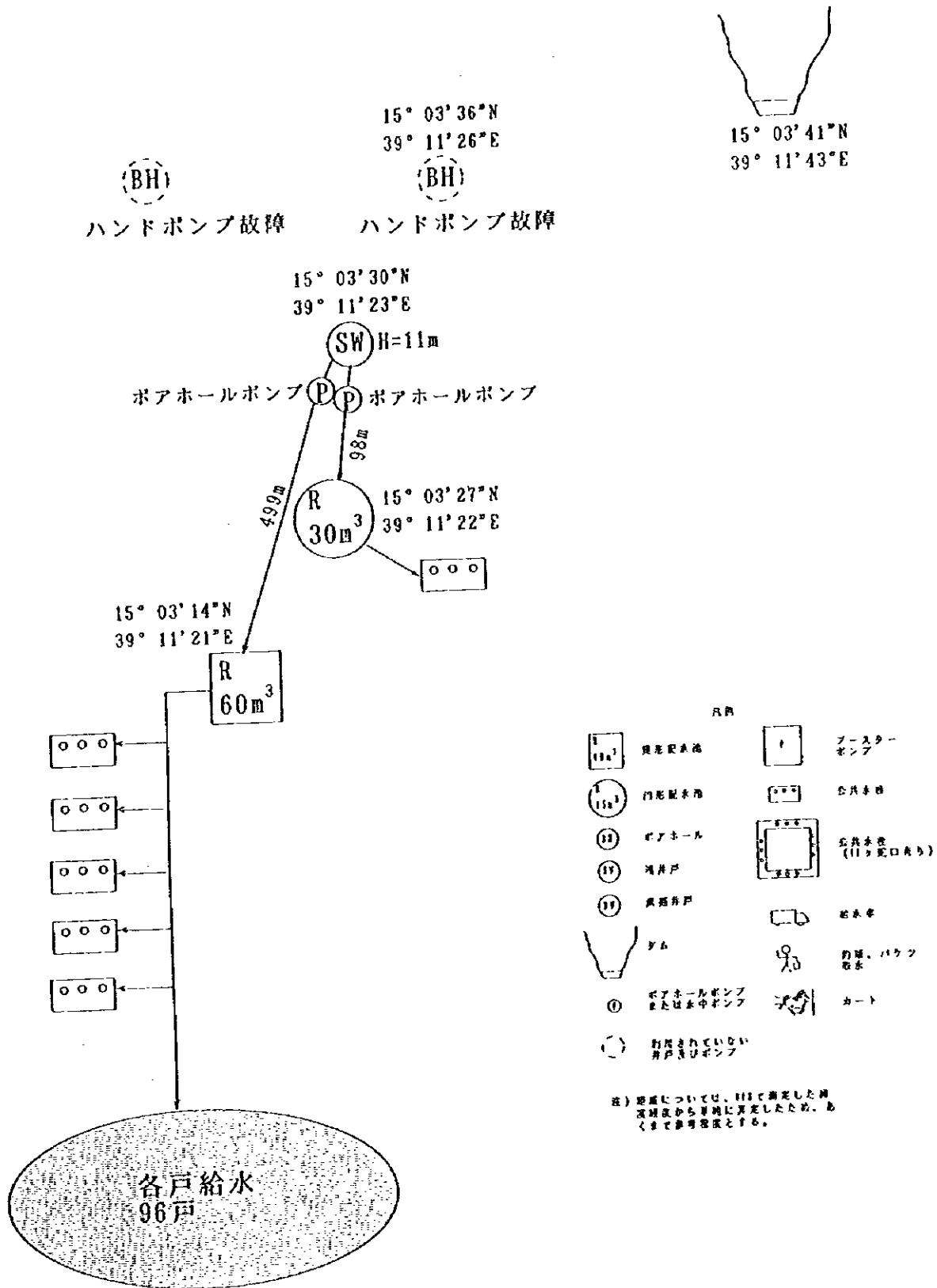


図3-12 セグネイティ市給水形態概略図

3-7 アディケイ市

(1) 自然条件

アスマラ市の南東約120km地点にあり、標高は2,500mである。模式断面図に示したように、当地の地形地質は先カンブリア紀の基盤岩をほぼ水平に覆う中生代の砂岩層が、急崖に囲まれた平坦面を形成しているのが特徴で、町はその急崖の上に開かれている。中生界は全体として塊状の砂岩を主とするが、最下部にやや厚い塊状無層理の砂岩があり、これが先カンブリア紀の風化岩を直接覆っている。したがって、先カンブリアの分布する部分は植生に富み、中生界の分布地帯は植生に乏しく露岩・裸地が多いという傾向が見られる。

現在の水源は町の東南部の谷間で耕作されている小平坦地に設けられている。この下流部には手掘り井戸がいくつか設けられており、農場の灌漑に用いられている。量的には十分と推定されるが、厩肥の積みあげや生活廃水の流入などがあり、水質の面で疑問が残る。

現地調査は乾季の終わり頃であったが、井戸の地下水位は-6mほどで、ドジョウが多数棲息していた。

この川の東側に隣接して、北流するもうひとつの川があり、調査時点でも少量の表流水が認められた。この川はやや広い流域をもち、人家も少なく、水資源としては未開発に近いと見られた。

さらに町からアスマラ市寄りに4.5kmほどの地点には、表流水はないが緑の草原に覆われた河川敷をもつ川がある。この川も現在の水源地点のある谷よりも広い流域をもっている。

事前調査の段階では、図3-13に示したとおり、これら2地点が地下水開発のための精査範囲となるであろうと考えた。

なお、図3-13はロシア製の1/10万地形図であるが、その一部については、道路から見渡した地形に合わせて改変してある。

(2) 地下水利用の現況

アディケイ市の市街地はおもに高台地区に存在し、これらの周辺には3本のTube Wellと1本の浅井戸が掘削され、これらが町の主水源となっている。高台地区には深度70mのTube Wellが1本掘削され、井戸には水中ポンプが設置され、現在稼働中である。この他、コンクリートの蓋で覆われた未利用のTube Well1本がある。説明によれば、産出能力は2ℓ/s程度あると言われるが、詳細は不明である。

また市街地からセナフェに向かう南東方向に伸びた道路沿いの約1.5km地点（低地）に、2本のTube Wellが掘削されている。田園内にある1本は、深度65mでLISTERディーゼルエンジン駆動のポアホールポンプが設置され、稼働中であるが老朽化している。また道路の直近に掘削されたもう1本の井戸は深度55mで水中モーターポンプが設置されていて稼働中である。農業用ダムの直下には、伏流水を目的とされる大口径の浅井戸1本が掘削され

ADIKAYH'E

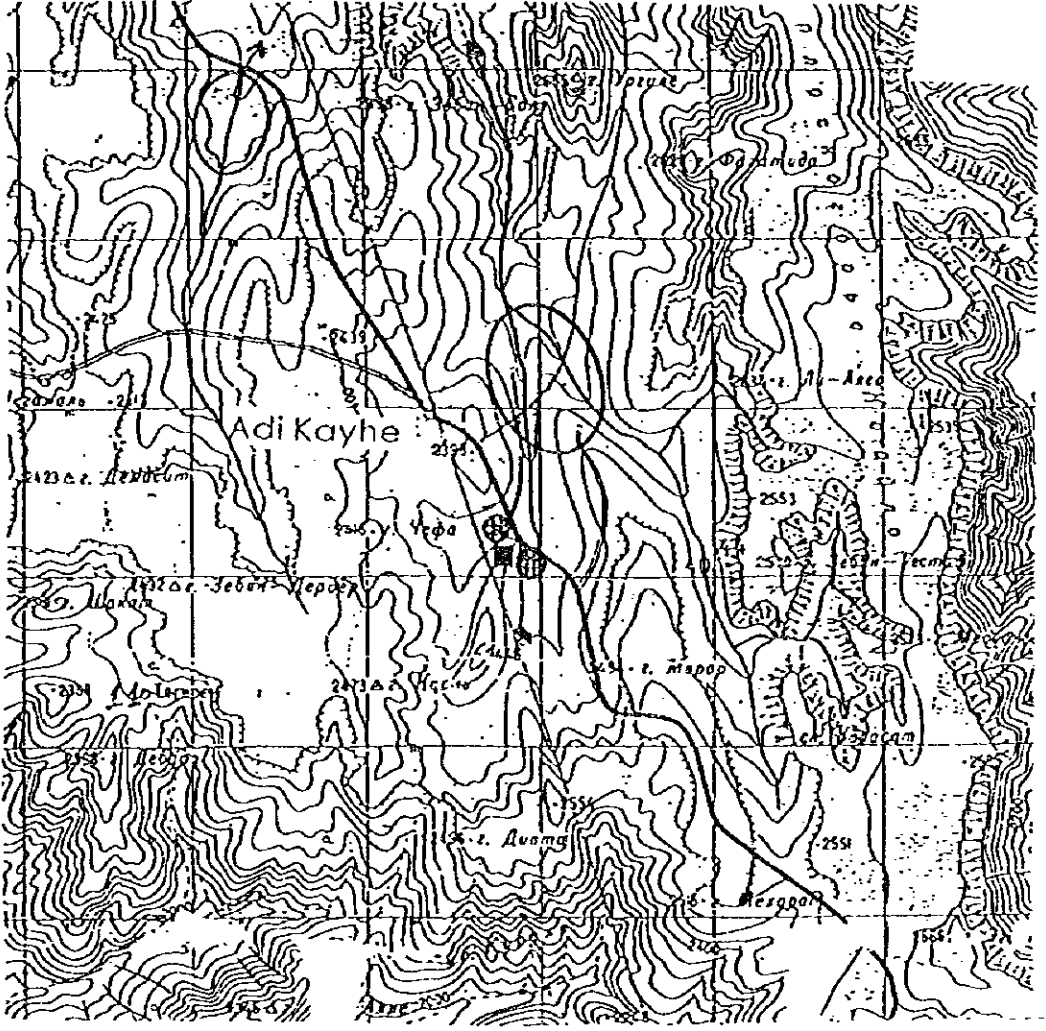


图3-13

ている。この井戸には水中ポンプとボアホールポンプの両方が設置され、各戸給水用の水源として利用されている。

(3) 給水形態

給水区域は低区及び高区に区分されている。低区では2井のボアホール（14° 50' 15" N, 39° 22' 41" E 井戸深：55m、14° 50' 15" N, 39° 22' 38" E 井戸深：65m）と午前午後の1時間ずつ稼働している浅井戸（14° 50' 06" N, 39° 22' 42" E 井戸深：7 m）から取水し、2カ所の配水池（14° 50' 12" N, 39° 22' 39" E 容量：360m³、14° 50' 56" N, 39° 22' 16" E 容量：100m³、共にRCとブロック積造）まで送水した後、2カ所の公共水栓及び各戸に給水している。一方、高区では1井のボアホール（14° 50' 57" N, 39° 22' 08" E 井戸深：70m）から配水池（14° 50' 56" N, 39° 22' 16" E 容量：15m³、RC造高架水槽、）まで送水し各戸に（低区と高区各々の給水戸数は不明）給水している。配水網が整備されていない区域については、1台の給水車（15 t）が給水にあっている。また、灌漑用の水源として、素掘井戸（14° 50' 11" N, 39° 22' 43" E 井戸深：7 m）が既存している。

ポンプ形態として、比較的新しいドイツのグランドフォス社製水中ポンプ、また、インドやイタリア製の水中ポンプが設置されている。

図3-14に給水対象区域における給水形態概略図を示す。

(4) 給水・衛生の問題点

- 1) 1928～1935年に高区、低区域の両区域を対象に建設された配水網は、竣工段階で給水区域に対して既に能力が不足していた。
- 2) 既存井戸（14° 50' 57" N, 39° 22' 08" E）のボアホールポンプの能力がかなり不足していることから、配水池（100m³）を満たすだけの能力を有していない。
- 3) 配水池（100m³）は容易に外部汚染を受けやすい構造となっていることから、配水池内の水質悪化が懸念される。
- 4) 現在400世帯の住民が各戸給水を希望しているが、施設が以上のような現状であるだけでなく、水道サービス事務所で財政上水道メーターの購入ができないことから、給水車に依存している。

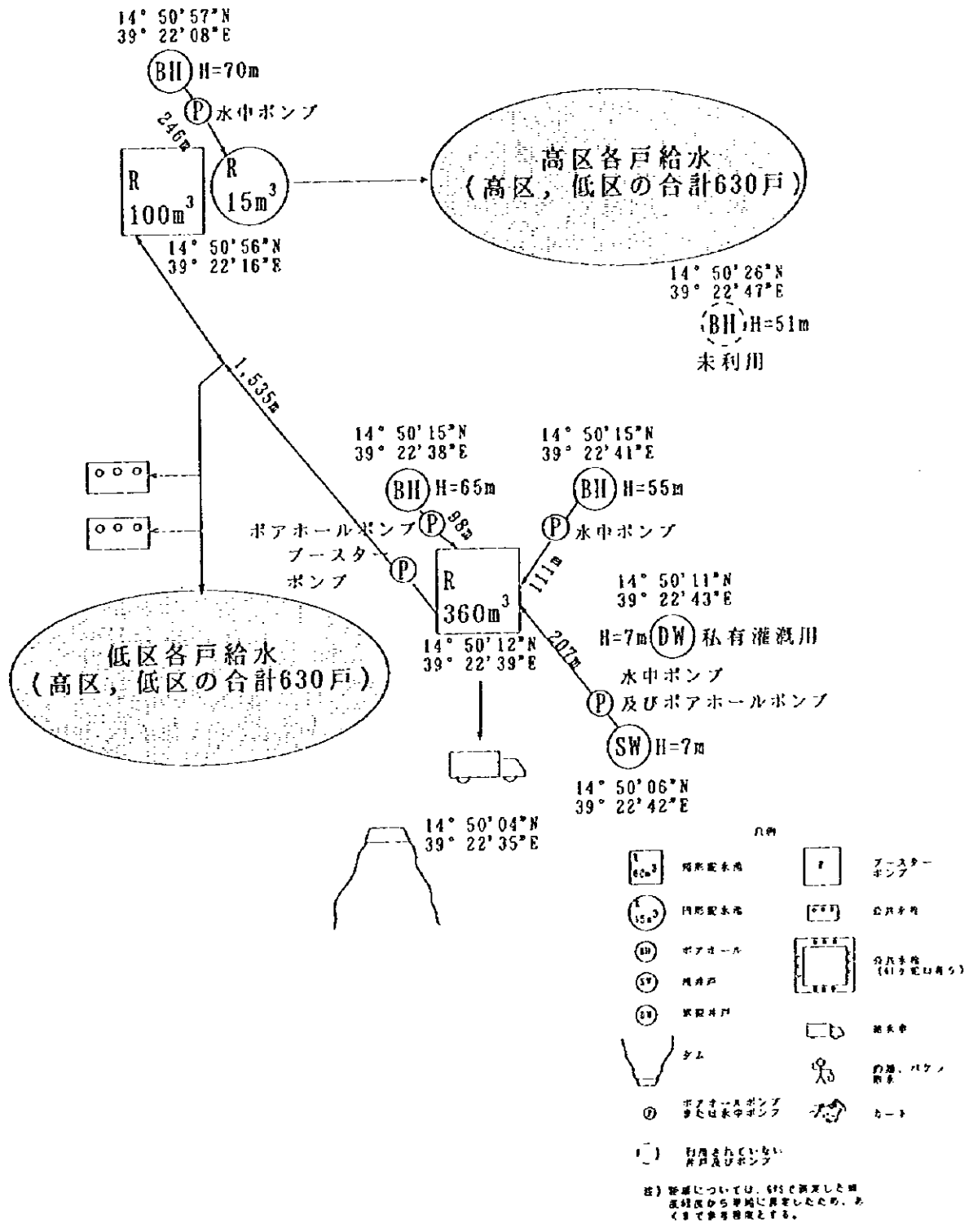


図3-14 アディケイ市給水形態概略図

3-8 セナフェ市

(1) 自然条件

アスマラから南東へ約140kmにあり、標高は約2,400mである。地質構造的な位置としてはアディケイとほぼ同じであるが、アディケイの町が中生代砂岩層の上にあるのに対し、セナフェ市の町はほぼ先カンブリア紀層と中生代砂岩層との不整合面に位置している。したがって、町の中の小高い丘はすべて中生代の砂岩から成っている。

また、町の北側には粗面岩質火山岩が、径8km×12km程度の楕円に近い形状で分布しており、さらにこれを買いて径2kmないし4km程度のアルカリ岩の岩株が数個ほぼ南北に並んで、町の西側まで点々と分布している。このアルカリ岩は町の西側に、植生のない裸の岩山としてそびえており、極めて特異な地形を形成している。

現在の水源は、オールドタウンと新開地との間を流れる川辺に掘られたボーリング井である。その上流側約200mにも新しい井戸が掘削済みで、ポンプの据付けを待っているところであった。また、その下流側（町の東はずれ）には農業用のダムが設けられていた。

このダムは地下水の涵養には大きく係わっているものと考えられ、乾季の終わりであるにもかかわらず調査時には小川に水が流れており、周辺の畑の灌漑に利用されていた。

この町の南側には南流する小さな水系があり、ここにも、小さな農業用ダムがある。この水系は調査時は涸れ川であったが、飲料水源としては全く開発されていない。

事前調査の段階では図3-15に示したように、町の東はずれにある農業用ダムが、どの程度地下水涵養に寄与しているかを水理地質学的に評価したいと考えた。さらに町から南流する小さな水系についても、調査が必要と考えた。

なお、当地の地形図には等高線の引き方に誤りがあったので、図3-15は現地の記憶をもとに等高線をつなぎ直したものである。

(2) 地下水利用現況

セナフェ市には5本のTube Wellが掘削されている。この内の1本だけにボアホールポンプが取り付けられていて、これが市の主水源となっている。説明によれば、井戸の産出能力は3.0ℓ/sとのことである。このほかに、ハンドポンプが取り付けられたTube Well1本があり、現在利用されている。未利用のTube Well3本があり、産出能力はそれぞれ1.5ℓ/s、2.0ℓ/s、6.0ℓ/sと言われる。これらの数値は掘削時のエアリフト状態で得られもので、正確さに欠けるため、これらの井戸の能力評価には揚水試験が必要である。この3本のTube Wellは1994年、DTH工法によって掘削されている。6.0ℓ/sの産出能力があるとされる井戸は、掘削深度45mで、6インチのPVCケーシングパイプが挿入されている。井戸も建屋も出来上がり、380ボルトの電気も引き込まれた状態にあるが、肝心の水中ポンプがないため未利用となっている。ポンプを買う資金がないため設置できないでいるとの説明があった。

SENA'FE

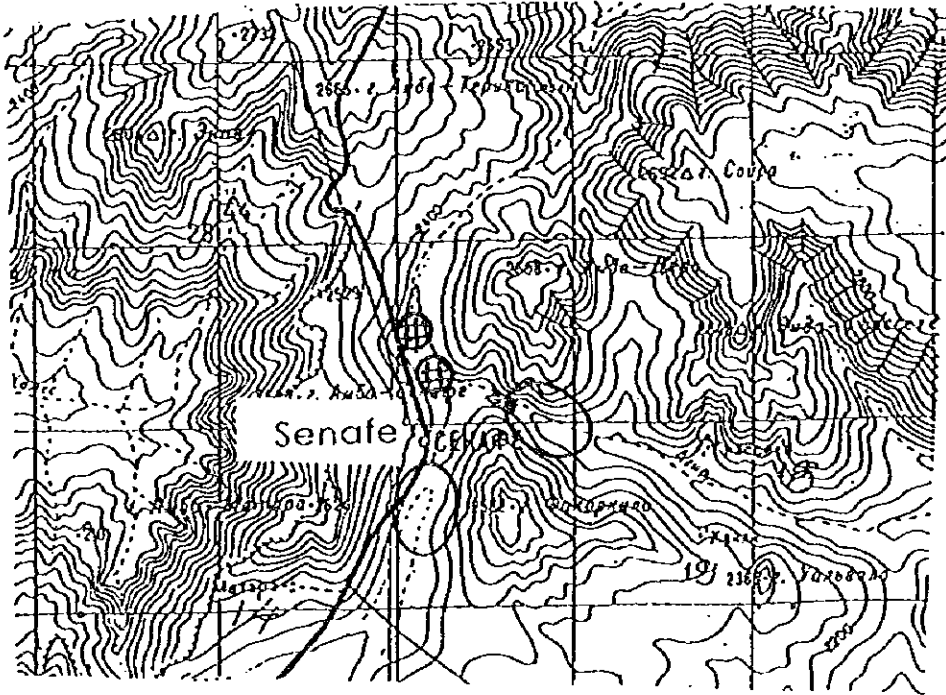


图3-15

セナフェ市では、これら3本の井戸の産出能力を評価し、適切なポンプを据付ければ給水量は増加し、さしあたり水不足は解消すると予想される。

灌漑用の水源としては、農業用ダムの下流に掘られた3本の浅井戸がある。浅井戸の構造は、口径6mで石積みされ、その壁厚は45cm、深度は7m程度である。イタリア植民地時代に建設された、優美で堅固なDug Wellとして農民生活を支えている。

(3) 給水形態

大半の住民は、1井のボアホール(14°42'23" N, 39°25'34" E)から取水し配水池(14°41'55" N, 39°25'27" E 容量: 100m³、RCとブロック積造)に貯留後、3カ所の公共水栓及び315戸に給水する都市給水タイプに依存している。このボアホールは1日16時間稼働している。また、一部の住民はハンドポンプ付きのボアホール(14°42'58" N, 39°34'18" E)を利用している。3井の浅井戸(H=7m~8m)はほとんど灌漑用として利用されているが、1日2時間程度生活用水としても利用されている。

ボアホールポンプはイギリスのMONO LIFT製、浅井戸にはHONDAのディーゼルエンジン駆動ポンプが利用されている。また、ハンドポンプはインディアンマークIIが設置されている。

図3-16に給水対象区域における給水形態概略図を示す。

(4) 給水・衛生の問題点

- 1) 本事前調査で確認できた既存井戸9井の内、その約半数はポンプ設備の不備が原因で利用されていない。水道サービス事務所はポンプを調達するだけの財政力を持たないことが現状である。
- 2) 簡易水質分析の結果、配水池(100m³)で大腸菌群が多数検出された。

3-9 Mereb川ダム候補地点

(1) 経緯

首都アスマラ市は人口40万ないし50万人とされているが、独立戦争の終息に伴う帰還民や自然増による人口の増加にインフラの整備が追いつかず、現在では人口流入制限をしているといわれる。特に上水道の水源については、アスマラ市が分水嶺に位置しており、周辺に高い山もないので、水源に適した河川もないため、厳しい状態にあり、10を超えるダムで雨季の水を溜めて水源としている。

一方、1970年頃にアスマラ市南部にMai Nefhiダムと浄水場が建設されて以来、戦争の影響もあり、給水システムにはなんらの変化・増設もなかった。

1988年にアスマラ市の給水について2000年を目標としたマスタープランの検討がカナダのコンサルタントによって行われた。このマスタープランでは、新しい水源開発の必要性を述べており、既存の資料から多数の有望地点を選定した。

その後、1996年に現地に支社を持つ米国のコンサルタントNRCE社がエリトリア政府から受注した“Least Cost Justification Report”の中で、Toker川、Anseba川、Mai Bela川、Mereb川の各河川のダム候補地点を検討し、最終的にToker川1地点、Mereb川2地点の計3地点を選定し、それぞれを比較検討した。

これら3地点の概要は次表のとおりである。

	Toker	Mereb 3	Mereb 5
集水域 (km ²)	270	190	510
ダム地点標高 (m)	2,095	1,915	1,820
アスマラへの距離 (km)	19	28	36
Yield 90% Reliability (80% Reliability) m ³ /s	0.29 (0.37)	0.22 (0.30)	0.32 (0.45)
m ³ /day	25,056 (31,968)	19,008 (25,920)	27,618 (38,880)
総コスト (ダム、水処理・導水・送水)(Birr, 1987)	63,730,000	37,358,400	47,953,000
Birr/m ³ /year	5.5	3.9	3.4

上表のコスト概算では、Toker川のサイトが最もコスト高となっているが、地形図の精度が低く信頼できないので、貯水量の比較は考慮外とされ、単にダムの標高が高いことと、アスマラ市に近いことの2点から、操業、維持のコストが低いと判定されて次の開発地点に選定された。

このTokerダムは現在韓国の建設業者によって工事が進められている。

当時比較検討されたMereb川の2地点は、今回の調査対象地域（南部州）にあり、対象都市からも遠くない場所にある。

これら2地点はTokerダムの次のプロジェクトサイトと目されており、今回の開発調査で貯水量の概算をおこなうこととした。

地点には米国製の1/5万の地形図があるが、従来の地形図による貯水量の比較は、考慮・考察の対象外であったことからMereb川2地点については、ダム予定地点と湛水予想範囲について航空写真図化により1/10,000地形図を作成することとなった。

(2) 位置・諸元

1) Mereb-3

Mereb-3はドバルア（F/SではDubarubaと綴っている）市の北約1kmで、Mereb川が深いゴージを作っている地点で“支流との合流点直下で岩盤が露出している地区”と記載されている。F/Sによれば谷底の標高は1,906mで右岸の平坦面は1,916mとされており、堤頂の標高は1,940m程度になると見ている。

地質は、川底は緑色岩（変輝緑岩）で走向NE-SW、傾斜は45°SEである。

地表部はラテライト化されているが、湛水で地すべりが起きそうな所はない。

Catchment Areaは190km²である。また、ドバルア市の入口のアーチ橋は水資源局の流量観測地点である。

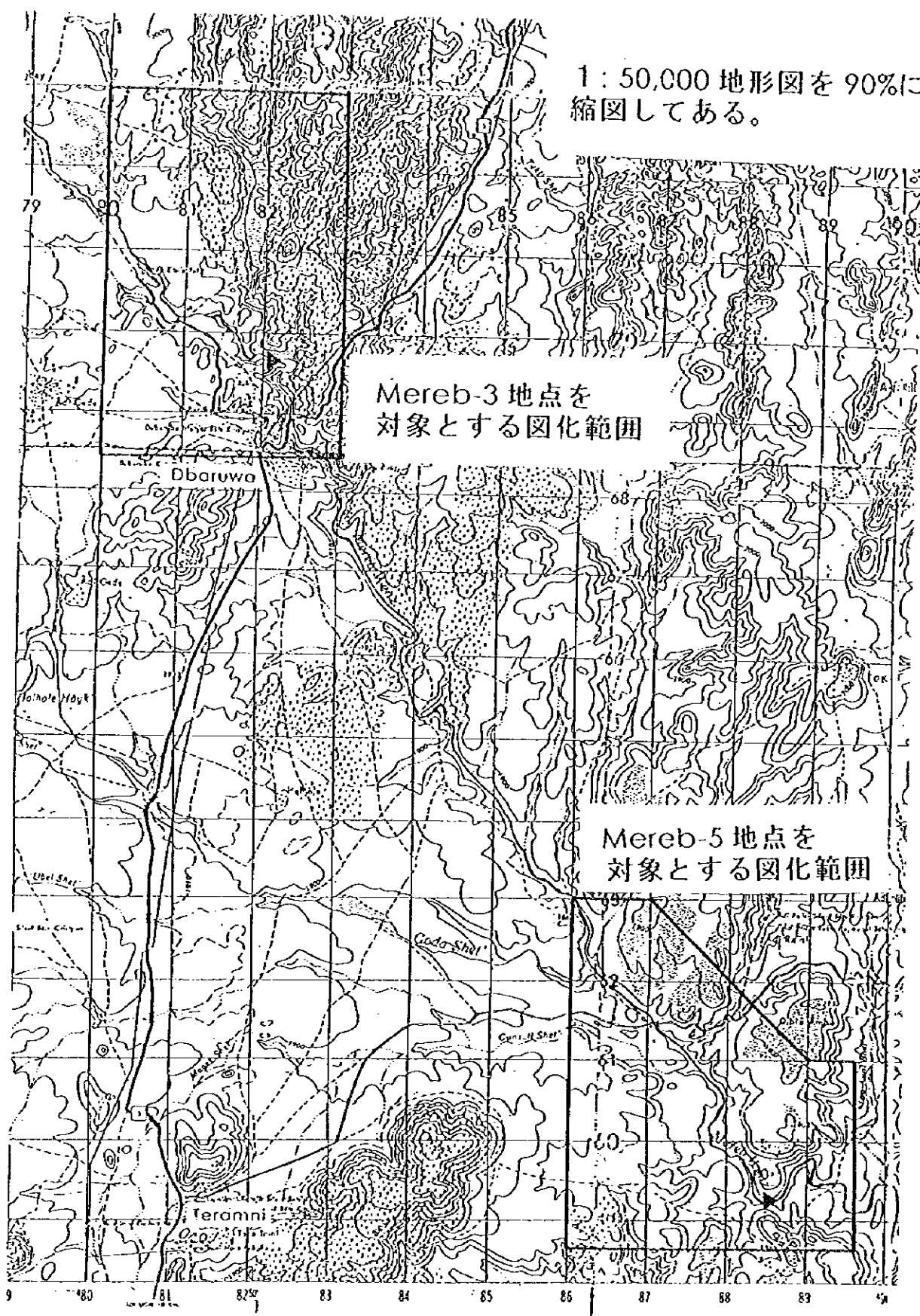
2) Mereb-5

Mereb-3の下流約12kmにあり、Teramni-Dekenhare間の道路がMereb川を越える3スパンのレンガ作りのアーチ橋から川沿いに下流徒歩3mである。湛水域は緩傾斜で露岩の少ない地形であるが、ダム予定地点から下流は露岩が続いている。

ダム地点の川床標高は1,820mで堤頂点の標高は1,850mの両案が可能とされている。

Catchment Areaは510km²である。また、前記の3スパンのアーチ橋には、事前調査団が持参した量水標が取り付けられることとなっている。

1 : 50,000 地形図を 90% に縮図してある。



Mereb-3 地点を
対象とする図化範囲

Mereb-5 地点を
対象とする図化範囲