

ニジェール共和国
地下水開発計画
基本設計調査報告書

平成2年8月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1087743(9)

21971

ニジェール共和国

地下水開発計画

基本設計調査報告書

平成2年8月

国際協力事業団



国際協力事業団

21971

1971年11月17日
11月17日

序 文

日本国政府は、ニジェール共和国政府の要請に基づき、同国の地下水開発計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、平成2年4月4日より5月3日まで、無償資金協力業務部 吉沢 啓を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、ニジェール共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

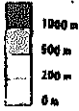
終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成2年8月

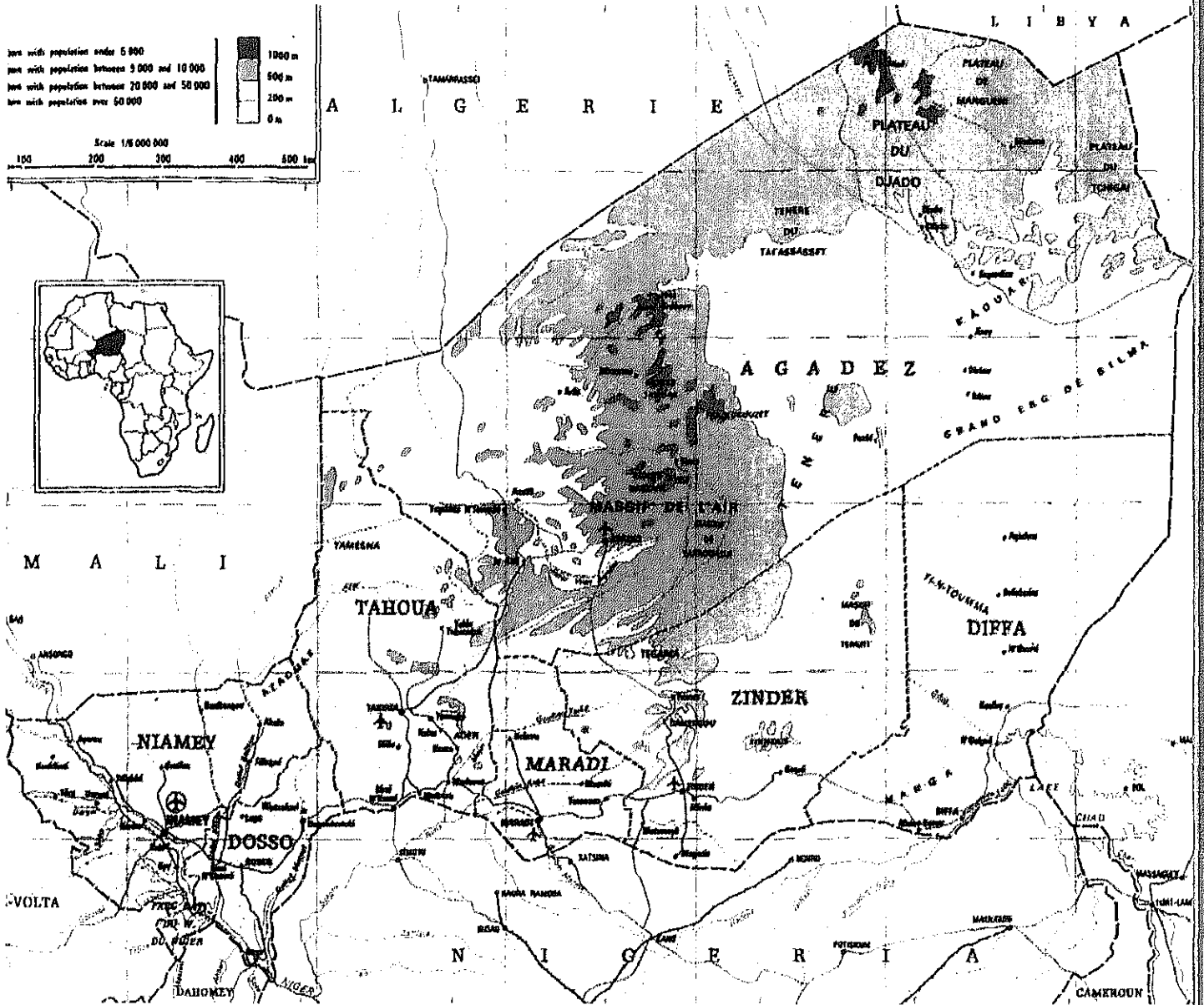
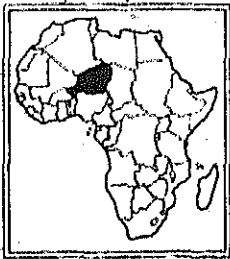
国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

ニジェール共和国

town with population under 5 000
 town with population between 5 000 and 10 000
 town with population between 20 000 and 50 000
 town with population over 50 000

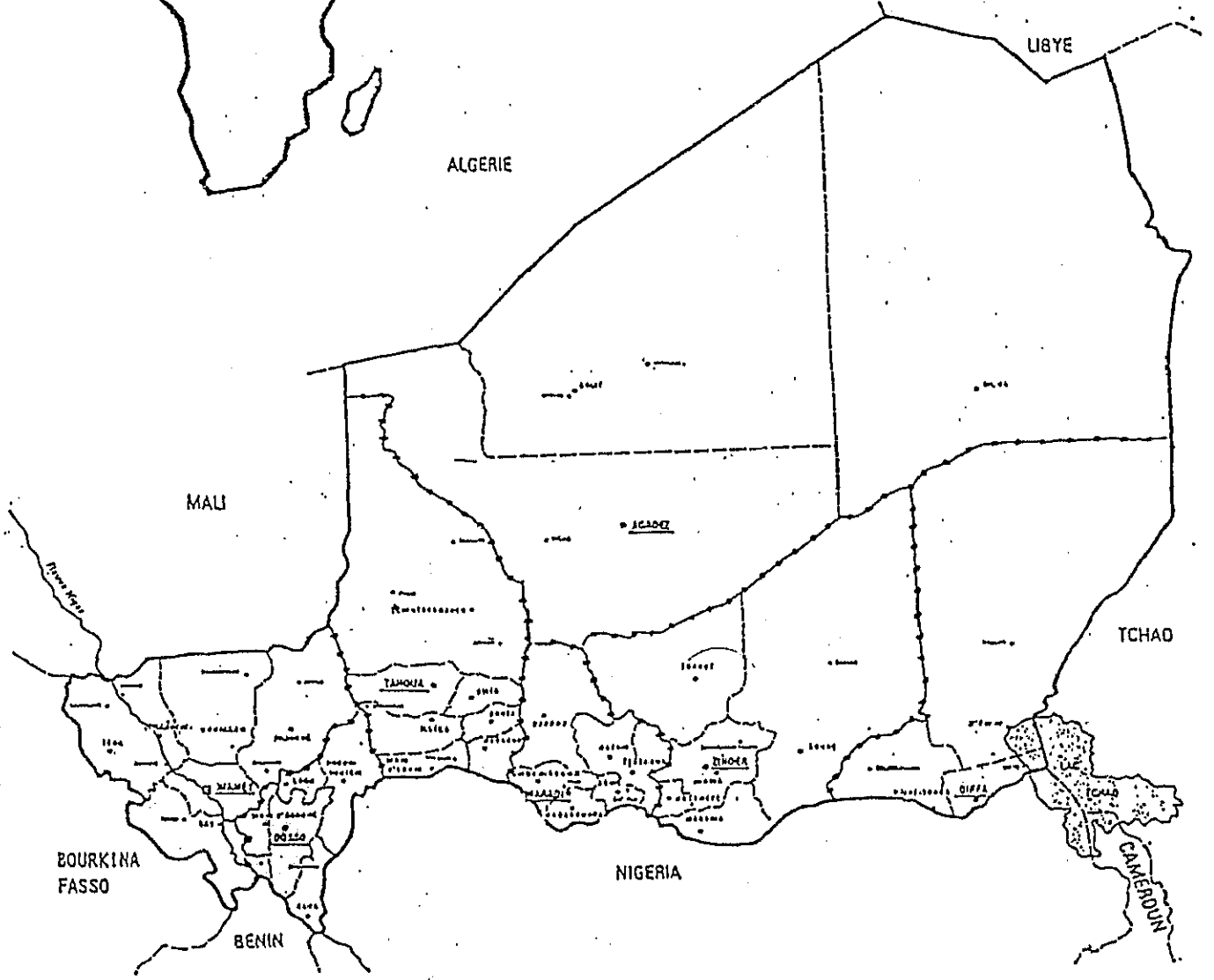


Scale 1/5 000 000



アフリカ

計画対象地域位置図



計画対象地域

要 約

ニジェール共和国は西アフリカ大陸の背部中央に位置し、国境を東はチャド、西はブルキナファソとマリ、南はベナンとナイジェリア、そして北はアルジェリアとリビアに囲まれた内陸国であり、海洋までの距離は南のギニア湾までが750km、北の地中海までは2,000km以上ある。国土面積は126.7万km²でその2/3はサハラ砂漠であり、人口は725万人（1988年）を擁し、その85%は農村部に居住している。主要産物は農・畜産物とウランで、ウランは輸出額の首位を占め、日本にも輸出されている。GNPは国民1人当たり280US\$（1987年）となっている。

ニジェール共和国では、年間降雨量は南部から北部に向かって減少し、南部にあって比較的恵まれているDosso県でさえ500～900mm程度である。また年間を通して、安定的に取水可能な表面水は、国土の西側を流れるニジェール河沿とチャド湖に分布するに過ぎず、国土の大部分は慢性的な水不足の状況にあり、住民は生活用水の取得に困窮している。さらには近年の早魃による農業生産の停滞で、農村部の過疎化と都市部への人口集中化に象徴される生活格差の問題を抱えている。

このような状況のしたで、ニジェール共和国政府は国家開発計画（5ヶ年計画1987～1991年）の中で、農・牧畜業の振興とその基盤となる生活環境整備を主要施策に取上げており、生活環境整備の一環としての村落給水を最重点課題の一つとし、その問題解決のため地下水開発計画を策定し、国際機関や先進国の協力により、井戸建設を進めている。

地下水開発の進展により、給水率は全国平均で65%、Dosso県で68%（1989年10月1日現在）となり、地方格差も減少しているが、台地部にあって地下水位が深いため地下水開発が遅れている村落が相当数散在している。計画対象地域のあるDosso県内でも地域内の格差が表面化しており、このような村落の住民は数少ない伝統井戸に頼った劣悪な環境での生活を余儀無くされるため、ニジェール共和国政府は早急な対策を求められている。

このような背景から、ニジェール共和国政府はDosso県の生活用水取得に最も困窮している90村落への給水を目的に100本の井戸建設計画を策定し、その施設と資機材について、日本国政府に無償資金協力を要請した。その要請に応え、日本国政府は1989年10月プロジェクト形成調査団を派遣したのに続いて、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は1990年4月4日から5月3日までの30日間基本設計調査団を派遣した。

同調査団は、ニジェール共和国政府関係者と本計画の背景、目的、実施体制、計画の妥当性、協力の範囲について協議を行うとともに、計画対象地域に於ける村落給水状況、関連インフラストラクチャー整備状況、建設事情に関する調査、計画関連資料の収集ならびに水理地質の把握のために電気探査等を行った。帰国後、現地調査結果を踏え、裨益効果の検討、井戸建設計画の基本設計、資機材の選定、工程計画、事業費の概算及び運営計画の策定等を行い、次のとおり計画の内容をとりまとめた。

本プロジェクトの計画諸元は次のとおりである。

- ① 目標年次は1992年とする。
- ② 計画対象地域及び村落はDosso県5郡のうちの、Dosso、Boboye・Logaの3郡にある90村落である。
- ③ 計画給水人口は41,429人である。
- ④ 計画給水量はニジェール共和国の目標値である1人1日25ℓとする。
- ⑤ 水源は地下水とし、100本の井戸を建設して給水する。
- ⑥ 深井戸用人力ポンプは維持管理を勘案して現地調達可能なVolantaタイプを採用する。

本計画に於ける施設と資機材の概要は次のとおりである。

1. 施設（100本の井戸建設）	
1) 浅井戸（OF EDESタイプ）	50 本
2) 深井戸（人力ポンプ付）	46 本
3) 複合井戸（浅井戸・深井戸の組合せ）	4 本
2. 井戸建設用資機材	
(a) 掘削資材	
1) ガイドパイプ $\phi 12''$	102 m
2) スタビライザー	4 本
3) トリコンビット（軟岩、軟質土砂用）	
14-3/4''	2 個
9-7/8''	14 個
(b) 調査・試験機器	
1) 電気検層装置（深度 250～300mm 程度）	2 台
2) 揚水試験装置（揚程高100m程度）	2 台
3) 孔内洗浄装置（深度200m程度）	1 式
4) 電気伝導度タイプ温度測定器（デジタル式）	2 台
5) PHメーター（デジタル式）	2 台
6) 水位測定器（深度200m程度）	6 台
(c) 車輛関係	
1) ステーションワゴン（4×4）	2 台
2) ピックアップ（4×4）	1 台
3) メインテナンスカー（井戸修理車）	1 台
(d) 深井戸資材	
1) 手動ポンプ	46 台
2) 井戸ケーシング $\phi 125\text{m/m}$ FRP	1202 本
3) 井戸スクリーン FRP	250 本
4) ボトムプラグ FRP	50 個
5) セントラライザー	300 個
(e) スペアパーツ	1 式

本計画事業に必要な事業費は日本側負担の第1期分42,200万円、第2期分40,700万円計82,900万円と見込まれ、ニジェール共和国側負担分は特にない。

本事業の実施機関はニジェール共和国の地下水開発計画を担当している水利環境省である。井戸建設工事を実質的に担当するOFEDESは水利環境省の管轄下であり、全国的に整備された組織で、熟練技術者・実績・資機材・修理工場・保管庫等を有し、信頼のおける機関である。

村落給水施設の維持管理体制は受益住民が自主運営するというのが、ニジェール共和国政府の方針であり、村落単位での井戸管理委員会（5人）の設立が義務づけられている。近年増加している深井戸ポンプの維持管理は故障の軽度の場合は村民自身で、村民の手に負えない中度のものはポンプサプライヤーによって訓練された修理職人で、そして難度の高いものは水利環境省のメンテナンス課のスタッフによって行われる体制となっている。このように基礎的な維持管理体制は確立されているので、本計画でもこの体制を運用する方針とする。農民の負担する維持管理費としては50,000CFA/年/本が見込まれている。

本計画実施に必要な工期は資機材の調達、輸送、工事期間を含めて24ヶ月を要する。本計画を日本国の無償資金協力で実施する場合には、詳細設計・入札業務を含めると交換公文締結後31ヶ月を要し、2期に分けて実施することが妥当と判断される。

本計画が実施されれば、計画対象村落の給水率は現況の30%から90%に向上し、住民は衛生的で且つ十分な生活用水の取得が可能となるため、住民の定着化を促し、生活も向上し、ひいては農業の近代化に寄与する。また婦人や子供の日課である水汲みと水運搬の重労働を軽減し、婦人の社会活動への参加の機会を増大する。さらには地域社会での生活環境の格差が減少するため、地域全体の均整のとれた発展を促進するとともに、国家の地下水開発行政に大きく貢献する。このように本計画に対する日本国の無償資金協力は有意義であり、且つ妥当性があるものと判断される。

本計画を円滑に実施し、その目的を達成するためには、水利環境省は本計画を遂行するのに支障のない受入れ体制を確立しておくこと、又、井戸建設工事を実質的に担当するOFEDESは実施に必要な技術者の確保と資機材の点検、整備を工事前に完了しておくことが必要である。更に建設後の村民自身による維持管理体制を円滑に機能させるため、住民負担金への金融制度及び人力ポンプのスペアパーツのストック及び配分システムを予め整備しておくことが望ましい。

目 次

序 文
位置図
要 約

第1章 諸 論	1
第2章 計画の背景	3
2-1 当該セクターの概況	3
2-1-1 給水行政組織	3
2-1-2 生活用水の給水状況	4
2-1-3 地方給水施設の運営管理の状況	5
2-2 関連計画の概要	12
2-2-1 国家開発計画	12
2-2-2 水利環境省の地下水開発計画	12
2-3 外国援助	13
2-4 要請の経緯と内容	15
2-4-1 要請の経緯	15
2-4-2 要請の内容	15
第3章 計画地域の概要	19
3-1 計画地の位置及び社会・経済状況	19
3-2 自然条件	21
3-2-1 気候	21
3-2-2 地形	21
3-2-3 地質	22
3-3 水理地質	22
3-3-1 水理地質の概要	22
3-3-2 電気探査	30
3-3-3 水質	45
3-4 社会環境	48
3-5 当該セクターの概要	49
3-5-1 実施機関	49
3-5-2 村落給水の状況	49
3-5-3 地下水開発計画	50
3-6 水系疾患	50

第4章 計画の内容	53
4-1 計画の目的	53
4-2 要請内容の検討	53
4-2-1 計画の妥当性・必要性の検討	53
4-2-2 実施・運営計画の検討	54
4-2-3 類似計画及び国際機関等の援助計画との関係 重複等の検討	55
4-2-4 要請施設・機材の内容検討	55
4-2-5 技術協力の必要性	76
4-2-6 協力実施の基本方針	76
4-3 計画の概要	76
4-3-1 実施機関及び運営体制	76
4-3-2 事業計画	76
4-3-3 計画地の位置及び状況	77
4-3-4 井戸施設・機材の概要	78
4-3-5 維持・管理計画	80
第5章 基本設計	82
5-1 浅井戸建設計画	82
5-1-1 浅井戸建設の基本方針	82
5-1-2 浅井戸の建設工法及び井戸構造	82
5-2 深井戸建設計画	83
5-2-1 深井戸建設の基本方針	83
5-2-2 深井戸の建設工法及び井戸構造	84
5-3 複合井戸建設計画	84
5-3-1 複合井戸建設の基本方針	84
5-3-2 複合井戸の建設工法及び井戸構造	85
5-4 供与資機材計画	89
5-4-1 供与機材計画の基本方針	89
5-4-2 主要資機材の検討	89
5-4-3 資機材計画	92
第6章 事業実施体制	94
6-1 実施主体	95
6-2 施工計画	96
6-3 資機材調達	96

6-4	管理要員計画	96
6-5	分担範囲	99
6-6	実施工程	100
6-7	概算事業費	100
第7章 事業計画		102
第8章 結論・提言		105
8-1	結論	105
8-2	提言	105

付属資料 (Appendix)

A-1	調査団団員構成	A-1
A-2	現地調査日程	A-2
A-3	協議議事録	A-3
A-4	ニジェール国関係者リスト	A-15
A-5	ニジェール国データ	A-16

第 1 章 諸 論

第 1 章 諸 論

ニジェール共和国政府は「全ての国民が水を得る権利を有する」という基本概念のもとで、充分で且つ清潔な水を供給することを重要な課題としており、「5ヶ年計画」（1987～1991年）の中でも農民の生活を安定向上させ、住民の定着化をはかることにより国土の調和のとれた開発を進めるため、「村落住民への飲料水の供給」を重点施策の一つに取りあげている。この目標を達成すべく、ニジェール共和国政府は地下水を水源とする井戸建設に取り組んでいるが、財政的な事情から、国際機関や外国に援助を要請している。

ニジェール国政府は日本国政府に対しても、整備の立遅れている地方の地下水開発に係る協力要請を行い、日本国政府は1982年度並びに1984年度に井戸掘削用機材を中心とした地下水開発用資機材の供与、そして1987～1988年度に浅井戸建設用機材の供与並びに 100本の浅井戸建設を内容とする無償資金協力を実施した。

これまでの地下水開発により、本計画対象地域のある Dosso 県では給水率68%となり、地方格差も縮まってきているが、Dosso 県内にも、台地部にあって地下水位が比較的深く、地下水開発の遅れている村落が数多く散在しており、村民は数少ない伝統井戸に頼った劣悪な環境での生活を余儀なくされている。このような村落での地下水開発を促進し、引続き、給水率の向上をはかっていくことがニジェール共和国政府に課せられている。

このような背景からニジェール共和国政府は Dosso 県に井戸 100本の建設を内容とする地下水開発計画に関する無償資金協力を日本国政府に要請した。

日本政府はニジェール国政府の要請を検討することを決定し、これを受けて国際協力事業団は同事業団無償資金協力業務部次長 鈴木治夫氏 を団長とするプロジェクト形成調査団を1989年10月9日から26日まで、ニジェール共和国に派遣した。調査団はニジェール共和国政府関係者と要請内容について協議すると共に、調査団の指導のもとに整理された内容をTOR の形に取りまとめた。ニジェール共和国政府はこのTOR に則った内容で日本国政府に正式要請してきた。その結果日本国政府は本計画に対する基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は同事業団の 吉沢 敬氏 を団長とする基本設計調査団を1990年4月4日～5月3日までニジェール共和国に派遣した。

調査団は、ニジェール共和国政府との要請内容についての協議や現地給水状況並びに水理地質についての資料収集・現地調査を行うと共に、電気探査を実施した。ニジェール共和国政府関係者との協議の結果得られた基本的合意事項は議事録としてとりまとめられた。

この報告書は帰国後の国内作業に於いて、現地調査に基づいて本件の裨益効果を検討の上、井戸建設計画の基本設計、資機材の選定、工程計画、事業費の概算、運営管理計画等を策定し、且つ本計画の妥当性を検討した内容を取りまとめたものである。

調査団の構成、現地調査の行程及びニジェール共和国の関係者リスト、議事録、ニジェール共和国データ等はAppendix に挿入した。

第2章 計画の背景

第 2 章 計画の背景

2-1 当該セクターの概況

2-1-1 給水行政組織

ニジェール国の給水行政は、水利環境省が担当している。水利環境省は各省の上位機関である国家開発委員会の開発基本方針に基づいて、水源開発計画の具体化、給水施設建設実施方針の立案、及び施設運営管理の支援等を行っている。また、水利環境省の地下水開発計画に従って実施される井戸建設はO F E D E S（地下水開発公社）が分担して行っている。

更に都市水道の運営管理にあたる機関として水利局と水利部があり、前者は主要都市、後者は地方都市を担当しているが、施設建設には関与していない。

本計画に係る組織の概要を述べると次の通りである。

(1) 水利環境省

水利環境省は、1980年10月に鉱山水利省より分離独立し、都市部及び地方部の住民への生活用水、牧畜用飲用水の供給に係る水利行政を担当している。水利環境省の組織を図2-1に示す。

本計画には主として水資源局と水利インフラ局に係る。水資源局は約14,500本の近代的井戸建設実施の過程で集められた水理地質データの整理、観測井戸に於ける水位監視及び気象、水文データの収集整理に基づいて、水源分布及び賦存量等をデータベース化することにより、給水施設開発計画立案のために、技術情報を提供している。水利インフラ局は上位計画に基づいて、地下水開発計画の基本方針を立案し、地方課及びメンテナンス課を通じ、井戸管理委員会設立の助言及び契約、井戸建設の監理及び維持管理のための指導、修復を行っている。

(2) O F E D E S

O F E D E Sは村落給水井戸及び牧畜用井戸の建設と維持管理を一括して行うため、1963年に農業経済省の下部機関として設立された。それ以前は村落給水浅井戸は公共事業省、そして牧畜用深井戸は農業経済省によって建設と維持管理がなされていた。O F E D E Sは1974年鉱山事業省の管轄になり、その役割も次のように定められた。

- ① 浅井戸及び深井戸の建設と維持管理
- ② 都市給水施設の建設

1983年には給水施設の運営、維持管理は受益住民が行うとの国家方針が定められたため、伝統的井戸の近代化と住民の手におえない浅井戸の修理を除いて、施設建設に重点がおかれている。

浅井戸に於いてはO F E D E S型と呼ばれるニジェール国独特のコンクリート巻立て井戸を考案し、これまでに 8,250本の浅井戸を建設しており、表2-1及び表2-2に示す機材並に技術要員を有し、その技術能力は非常に高い。深井戸に於いても、表2-3に示す機材及び掘削技術者11名、機械工32名、調査1チームの人員を有し、援助国技術者との共同作業を通じてその技術能力を高めており、所有機材の能力の範囲内で自国技術で深井戸建設可能な態勢にある。

O F E D E Sは現在水利環境省の管轄下にあるとはいえ、独立採算制が採られており、給水施設の建設及び浅井戸のリハビリによる収入で、職員の経費と所有資機材の維持管理の費用が賅われている。

2-1-2 生活用水の給水状況

ニジェール国の給水行政は水利環境省が担当しており、水道による都市給水と井戸による村落並びに牧畜用給水の2形態で整備が進められている。

ニジェール国の水源として、表面水はニジェール河流域とチャド湖周辺にのみ遍在し、ニジェール河沿の主要都市の用水とかんがいに大部分が利用されている。村落給水の主要水源は国土全域に比較的均等に分布している地下水である。

都市給水としては現在47ヶ所の上水道が整備され、さらにZinder、Torodi、Gotheye、Gaya、Madarounfa、Tera、Maradi、Yantala、Maine-Soroa等の市で進行中である。2,000人以上の集落は都市型給水を受けることになっており、動力ポンプ付深井戸からの地下水を水源として簡易水道が設置される。

村落給水は住民1人当たり25ℓ/日を標準とし、250人に1本を目標として近代的井戸建設が行われており、表2-4に示されているように1990年1月1日での必要本数21,768本に対し、1989年10月1日現在14,260本が建設され、その達成率は65%である。1980年当初4,959本の浅井戸と161本の深井戸(計5,120本)であったのに対し1989年10月1日現在8,200本の浅井戸と6,060本の深井戸となっており、総じて深井戸が優先して建設されている。これは深井戸は同程度の深さ

の浅井戸よりも安価で且つ施工が早いこと、開発地点が台地で地下水位が低い場所が多くなっていること、及び人力ポンプを設置することにより女性の水汲み労働を軽減すること等によるものである。今後も深井戸建設が増加することより、安価で耐久性が高く、かつ部品の入手が簡易な人力ポンプの開発が望まれる。

2-1-3 地方給水施設の運営管理の状況

給水施設の運営、維持管理は受益住民が責任をもってあたるという国家方針が1983年に定められた。これを受けて住民は井戸建設前に井戸管理委員会を組織することを求められ、県当局と契約することが、井戸建設開始の前提条件となっている。その組織構成は以下の通りである。

- 委員長 —— 村長
- 書記 —— 村の知識人
- 会計
- 衛生委員 —— 女性
- 代表委員 —— 修理技能を有する住民

井戸建設後は給水運営、負担金の徴収・管理、井戸周辺の衛生環境の保持、施設の簡単な故障修理等は井戸管理委員会が中心となって住民によって行われている。又住民の手におえない故障は住民の費用負担のもとで浅井戸はO F E D E S、深井戸ポンプについては中位のもは設置業者によって訓練された修理工に、またより困難なものは水利インフラ局メンテナンス課によって修復されることになっている。しかしながら、浅井戸は地下水位低下で少なからず使用不能になっているものがあるし、深井戸ポンプにいたっては40%~50%が使用できなくなっている。

これは住民からの維持管理費の徴収が困難なため、修理費負担が保証されないことにもよるが、修理体制の立ち遅れにも起因している。

即ち、①O F E D E Sは井戸建設に重点をおいている。②ポンプの部品のストック及び分配組織がうまく機能せず、部品の調達が困難である。③メンテナンス課は人員不足で機動性に欠けている。

今後村落住民へ衛生的な生活用水の普及をはかっていくには、修理体制の整備が急務である。

図 2-1 水利環境省組織図

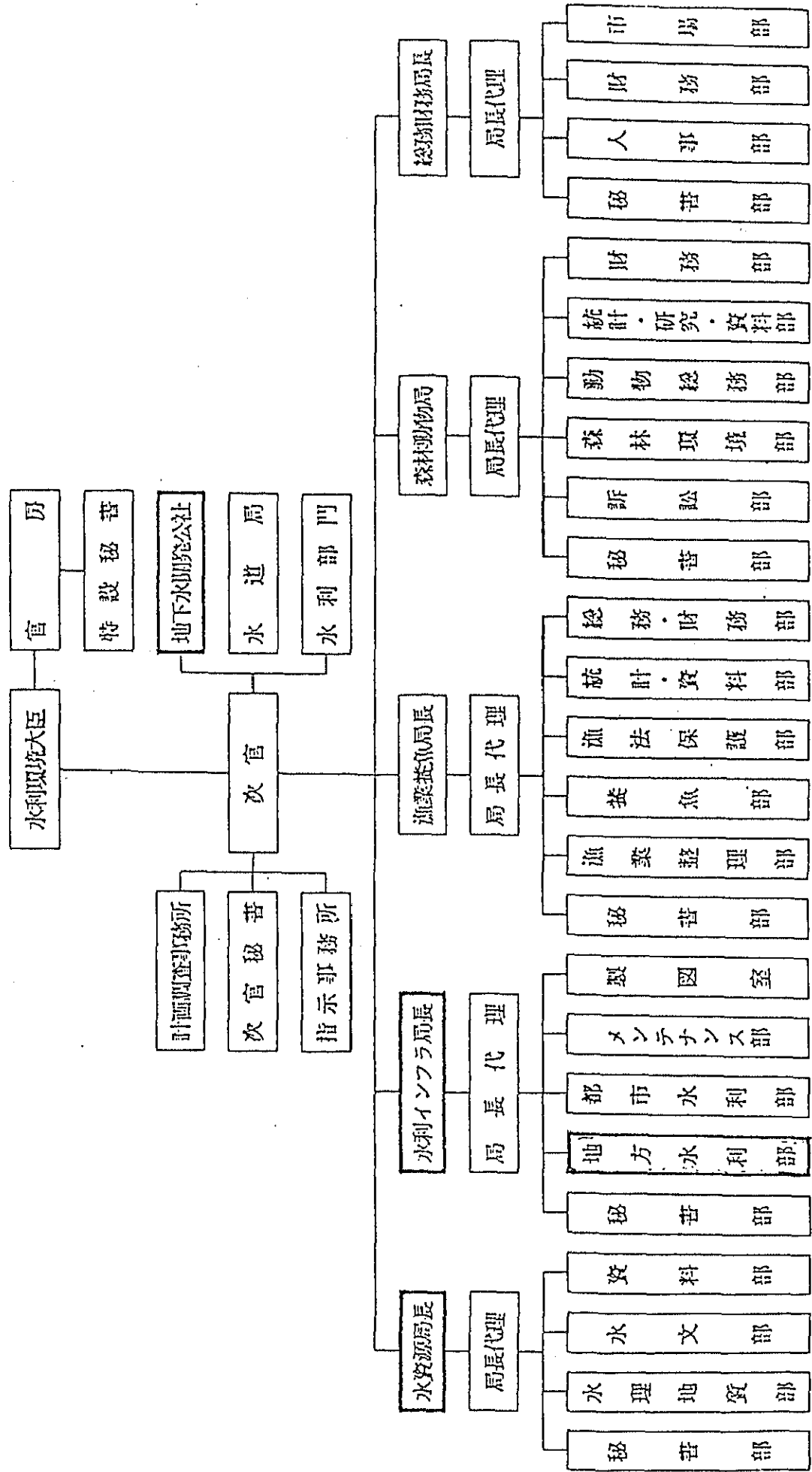
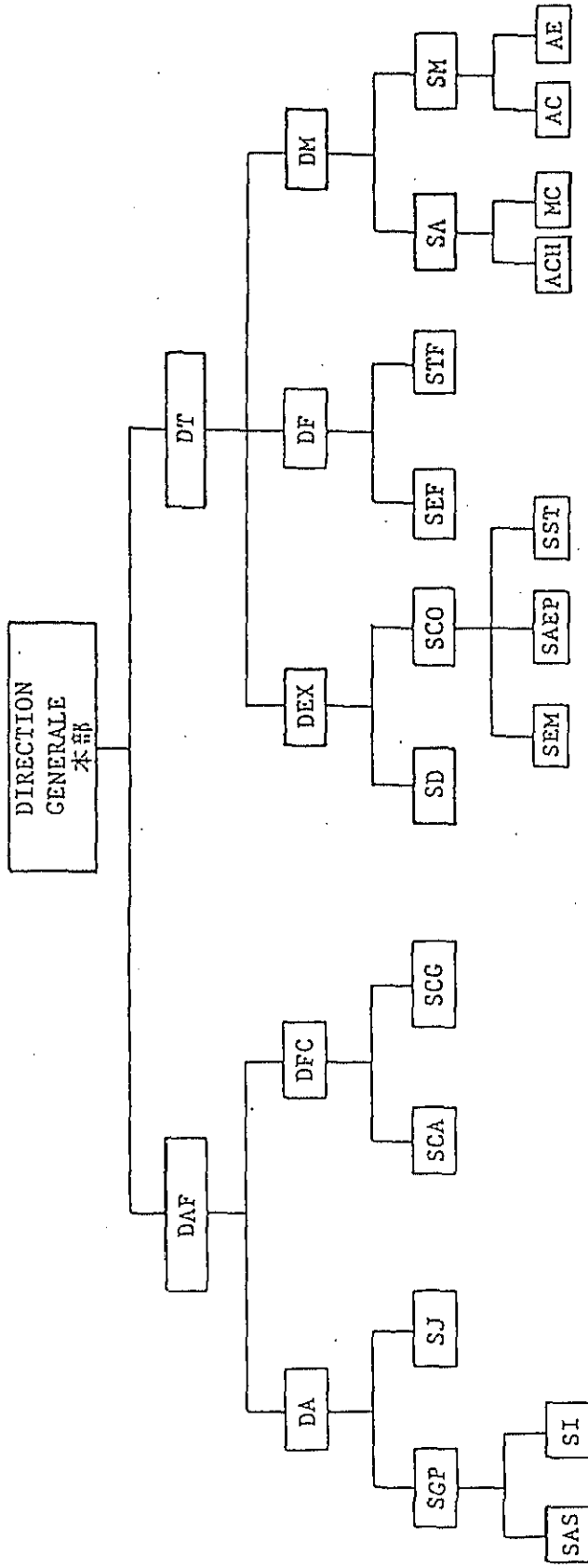


図 2 - 2 地下水研究公社の組織図



DAF: Direction Administrative et Fin. 総務・財務部

DM: Division Matériel 機械部

MC: Magasin Central 中央倉庫

DT: Direction Technique 技術部

SD: Services départementaux(SD1 à SD7) 地方課

ACH: Achat 購買

DFC: Division Financière et Comptable 財務課

SCO: Service Coordination コーディネイト課

AC: Atelier Central 中央修理工場

DEX: Division Exploitation 運営部

SA: Service Approvisionnement 供給課

AE: Atelier Extérieur 外部修理工場

DA: Division Administrative 総務部

SEM: Section Etude et Marché 調査・市場課

SM: Service Maintenance メイテナンス係

SAS: Section Solde et Affaires Sociales 給与・社会部

SAEP: Section Adduction d'Eau Potable 水道課

SJ: Section Juridique 法務課

SI: Section Intérieure 内務部

SST: Section Statistique 統計課

SCA: Service Comptabilité Analytique 分析会計係

DF: Division Forages 深井戸部

SCG: Comptabilité Générale 総合会計課

STF: Service Suivi Travaux Forages 深井戸工事フォロー係

SGP: Service Etude Forages 深井戸調査部

SGP: Service Gestion du personnel 人事管理課

表 2-1 OFEDES 所有の浅井戸建設用機材

機種	県別	Niamey	Dosso	Tahoua	Maradi	Zinder	Diffa	合計	
		人カ ウインチ (台)	稼動中	58	35	16	45	39	16
	未稼動	30	10	0	40	24	10	114	
デリック (台)	所有	9	17	6	31			63	
トラック (台)	所有	18	6	9	51			84	
ピックアップ型 4×4車 (台)	所有		2					49	
ステーションワゴン 4×4車 (台)	所有		0					11	

表 2 - 2 地下水研究工事のOFEDES人員構成 (羨井戸)

1988年12月現在
* 印は対象地域

職種	区分	Niamay	* Dosso	Maradi	Tahoua	Zinder	Diffa	Agadez	合計 (人)
管理人		5	2	5	2	3	2	1	20
ガードマン		2	2	1	2	3	2	1	13
運転手		8	5	11	3	7	6	2	42
注油工		8	4	8	2	5	4	1	32
井戸掘工		56	14	64	6	34	30	1	205
井戸掘工助手		50	10	60	4	8	2	3	137
ポンプ・パイプ工		8	5	12	2	8	7	1	43
人夫		178	69	100	23	150	100	4	624
合計 (人)		315	111	261	44	218	153	14	1116

表 2-3 OFEDES 所有の深井戸掘削機

機 械 名	製 造 国 名	仕 様 能 力	台 数 (台)	購 入 (供 与) 年 度	機 械 の 状 態	備 考
ダーベイ (M-7W)	アメリカ	孔径 8 1/2" 500m	1	1974	老朽化	使用不可
ボマーク (SB-500)	西 独	孔径 8 1/2" 500m	1	1981	普 通	使用中 (1990年12月迄)
ボマーク (SB-400)		孔径 8 1/2" 400m	1	1973	老朽化	オーバーホール中
利根ボリング (TR-1000)	日 本	孔径 8 1/2" 1000m	1	1985	普 通	イタリアチームに貸出中
アクアドリル	デンマーク	花崗岩 60m	1	1978	普 通	本計画には不適
モールドリル	アメリカ	孔径 4 1/2" 100m	1	1977	普 通	本計画には不適
サイスミイク (TH-60)	カナダ	孔径 4 1/2" 500m	2	1978	普 通	使用中 (1990年12月迄)
ブシルス	西 独	打撃式 150m	1	1977	普 通	掘削システムが問題
計			7			

表2-4 新型井戸施設の現況（1989年10月1日現在）

県名	既往井戸施設（ヶ所）			90年1月1日現在の必要井戸施設（ヶ所）	達成率（%）		89年10月1日現在 施工中または計画されている井戸施設（ヶ所）	備考
	80年1月1日現在	89年10月1日現在			80年1月1日現在	89年10月1日現在		
	計	浅井戸	深井戸		計			
Agadez	104	256	88	415	24	83	(西ドワ) 75P	盛上げ・感心・教育等のアクション進行中
Diffa	396	616	18	538	73	100		
Dosso*	994	1,567	754	3,389	29	68	(オランダ) 200F, 200P (イタリ) 120P	完成間近 施工中
Manadi	922	1,731	477	4,345	21	51	(YUED-ジュネ-7) 10FP (CEAO-2) 236P (CEAO-2) 29FP	89年開始施工中 89年10月開始 "
Tahoua	942	1,259	265	4,153	22	37	(イタリ) 280F (西ドワ・KFW) 275P (CEAO-2) 35P (CEAO-2) 157F	施工中 89年10月開始 " "
Tillaberi	886	1,611	1,787	4,562	19	74	(サウディアラブ) 110P (ALG-1/BID) 330F (OUALLAM/FED) 100P	施工中 完成間近 施工中
Zinder	876	1,160	2,671	4,366	20	88	(ACDI-2) 75P (フランス-4) 200F	89年10月開始 施工中
合計	5,120	8,200	6,060	21,768	23	65		

*印は本計画の対象地域

※ 将来計画：牧畜用深井戸 39本、牧畜用浅井戸 200本

2-2 関連計画の概要

2-2-1 国家開発計画

ニジェール共和国政府は、1977年以来数回に渡り国家開発計画を策定し、一貫して食糧自給体制の確立及び国民生活の向上を目指してきた。これらを引継いだ現行の経済社会5ヶ年計画（1987～1991年）では上記主旨を包含した、「持続性のある財政バランスの確保」及び「経済復興（人口増加を上回る経済成長）の基盤となる経済・社会条件の整備」を目標にしている。

ニジェール共和国政府は5ヶ年計画の目標を達成するため、農業部門を国家発展の原動力に位置づけ、農・牧畜の開発とその基盤となる社会基盤の整備に重点を置いた次の主要施策を打出している。

- 1) 農・畜産物の生産増強及び多様化（食糧の自給）
- 2) 流通機能及び農業融資の整備
- 3) 木材消費の低減を目標とした代替エネルギーの開発（砂漠化対策）
- 4) 公共企業の合理化及び民営化
- 5) 道路等経済インフラストラクチャー
- 6) 教育、保健及び都市・農村水利の整備

農・畜産物の生産力の維持・拡大に対する農村の社会基盤の充実が切離して考えられないものであり、5ヶ年計画の主要施策の6)項でも教育の充実、保健衛生思想の普及・宣伝及び農村水利の整備等を取上げており、とりわけ農村水利の整備を最優先策として村落給水計画を策定している。

ニジェール共和国では村落給水としては地下水開発による近代的井戸建設が行われており、国民全体にできるだけ速やかに衛生的で十分な生活用水がゆきわたるべく、給水率の向上をめざして5ヶ年計画期間内（1987～1991年）に6,385本の井戸が建設される計画となっている。さらに長期的には2000年までに10,000本の井戸の建設が予定されている。

2-2-2 水利環境省の地下水開発計画

水利環境省は国家開発計画の枠内で、井戸設置基準に従って優先度の高い村落・井戸本数を決定し、地方間の格差を考慮した上で、年間毎の地下水開発計画を

策定している。

井戸1箇所設置の基準は次のとおりである。

- 人口 250に対して1箇所
- 5 km圏内に井戸の存在しない地域
- 散在した集落よりなる村落
- 水深の僅かな井戸のみの村落

水利環境省の地下水開発計画は現在実施中のものも含めて図2-4の通りで、1989年10月1日時点で14,260本の井戸があり、達成率65%であるのに対し、1991年末には17,284本となり、この間の3,024本が建設され、達成率78%とする計画である。

2-3 外国援助

ニジェール共和国の村落給水のための井戸建設は外国援助に依存しており、水利環境省は優先度の高い地域をリストアップし、各プロジェクトが重複しないように調整して要請を行っている。

援助国は旧宗主国のフランスを始め、ベルギー・オランダ・イタリア・西ドイツ・デンマーク・クウェイト・サウジアラビア・イラク及び日本・韓国等であり、さらに国際援助機関も加わっている。

日本政府は過去3次に渡って無償資金協力を行っており、その概要を示すと次の通りである。

1982年度	第一次	地下水開発資機材	10 億円
1984年度	第二次	〃	6.5 億円
1987年度	第三次	○ 地下水開発資機材	6.91 億円
1988年度		○ 100本の浅井戸建設	2.24 億円
		(Niamey, Tahoua, Dosso)	

現在進行中及び計画の決まっている外国援助プロジェクトは表2-5の通りであり、全て1991年度までに決まった物ばかりである。ニジェール共和国政府は2,000年までに、さらに10,000本の井戸建設を計画しており、その一環として本プロジェクトに対し大きな期待を寄せている。

表2-5 村落・牧畜用井戸施設計画（1990～2000年）

県名	89年10月1日現在の井戸施設 (ヶ所)	2,000年の必要井戸施設 (ヶ所)	89年10月1日現在の達成率 (%)	90年1月1日現在 施工中または計画 されている井戸施設 (ヶ所)	1990-2000年の計画内訳				概算工事費 単位・千FCFA
					計画井戸施設 (ヶ所)	浅井戸 (ヶ所)	深井戸 (ヶ所)	牧畜用井戸 (ヶ所)	
Agadez	344	590	58	(西177) 75P	175	115	—	60PP	810,000
Diffa	634	656	96	—	22	—	—	22PP	176,000
Dosso*	2,321	5,645	41	(マリヤ) 200F 200P (CEAO-2) 20P (マリヤ) 120F (日本) 100P	3,115	778	2,337	—	16,319,810
Manadi	2,208	6,622	33	(LUBD-ジュネ7) 10PP (CEAO-2) 236P (CEAO-2) 29PP	4,151	1,037	3,000	114FP	20,473,600
Taboua	1,524	6,036	25	(マリヤ) 280F (マリヤ) 275P (CEAO-2) 35P (CEAO-2) 157P (マリヤ) 110P	3,764	941	2,690	133FP	22,819,600
Tillaberi	3,398	7,573	45	(CEAO-2) 30P (ALG-1/BID) 330F (OUALLAM/FED) 100P	4,123	1,030	2,970	123FP	23,333,600
Zinder	3,831	6,407	59	(ACDI) 75F (マリヤ) 200F	2,391	597	1,644	150FP	13,059,840
合計	14,260	33,528	43	2,582PEM	17,741	4,558	2,591	602	97,022,480

※1 PEM: 新型井戸

P: 浅井戸

F: 深井戸

PP: 牧畜用井戸

FP: 深井戸-浅井戸

※2 2,000年には1,500,000人が人口2,000人の集落になるとすれば、簡易水道の給水を受けることになり、この見通しに立てば1,990-2,000年に実現すべき井戸の合計は10,000本となるであろう。

*印は本計画の対象地域

2-4 要請の経緯と内容

2-4-1 要請の経緯

ニジェール国政府は国民のミニマム・ニーズとしての生活用水給水のための地下水開発を進めているが、財政的事情からその多くは外国援助に依存している。

同国は我国に対しても協力要請を行い、日本国政府はこれに対して、57、59年度には150本の井戸用機材供与、62、63年には100本の浅井戸の建設、並びに資機材の供与と累次に渡り、地下水開発への無償資金協力を実施して来た。

これまでの地下水開発により、村落への給水率は全国平均で65%、Dosso県では68%となっているが、Dosso県内でも、台地部にあって地下水が深く地下水開発が遅れている村落が相当数散在しており、かかる村落の住民は数少ない伝統井戸からの取水となるため、必要最小限の生活用水を確保するのさえ困難な状況にあり、地下水開発を切望している。

このような事情からニジェール国政府は引続き給水率の向上をはかるため、日本国政府に対しDosso県の地下水開発に関する無償資金協力を要請してきたものである。

2-4-2 要請の内容

本案件の目的はDosso県内に100本の井戸を建設するものであるが、その内容をまとめると次のようである。

(1) 対象地域

対象地域はDosso県内5郡のうち、Dosso、Loga及びBoboyeの3郡で、7地区90村落が選定されている。対象村落は表A3-1～5に示されている。

(2) 要請内容

1. 100本井戸建設工事

1) 浅井戸 (OF E D E Sタイプ)	41本
2) 深井戸 (人力ポンプ付)	54本
3) 複合井戸 (浅井戸・深井戸の組合せ)	5本

2. 井戸建設用資機材

(1) 浅井戸41本及び複合井戸の上部浅井戸5本の建設工事用機材

1) ダンプトラック (4×4 : 6 t)	5 台
2) ユニック車 (4×4 : 6 t)	3 台
3) ピックアップ (ランドクルーザー 4×4 ワゴン)	5 台
4) ランドクルーザー (4×4)	2 台
5) 給水車 (10m ³ 給水排水ポンプ付)	4 台
6) 揚水試験用付属品付	2 台
ワークショプトラック { 220/380V発電機 2 台、ケーブル120m 水中ポンプ10~15m ³ /h、揚程80m }	
7) デリック	6 台
8) 溶接機	2 台
9) エアコンプレッサー	2 台
10) ピック・ハンマー	2 台
11) 充電器 (6 V~24 V)	1 台
12) バケツ (容量50lcm ³)	6 ケ

(2) 深井戸54本・複合井戸5本の資機材

(a) 掘削機材

1) ケーシングパイプ φ120/140(HV)	4,752m
2) ストレーナーパイプ φ120/140(HV)	1,188m
3) PVCケーシングパイプ φ107/125(複合井戸)	1,540m
4) ストレーナーパイプ φ107/125(複合井戸)	110m
5) ガイドパイプ ND250	110m
6) カップリング φ107/140	436ケ
7) カップリング φ107/125	54ケ
8) ボトムプラグ φ120/140	54ケ
9) ボトムプラグ φ107/125	5ケ

(b) 掘削工具

1) 掘削用 3枚ブレード付ロッド φ12"1/4	8本
2) トリコンビット φ12"1/4 (軟岩・軟質土砂用)	10ケ
3) トリコンビット φ8"1/4	5ケ
4) 手動式ポンプ	54台
5) 排水パイプ 2"	3,700m

(c) 泥水用薬剤

1) エシール130	10 t
2) CMC	1 t
3) ベントナイト	25 t

4) ヘキサ	500kg
5) ティローズ	1 t
6) 粒状ベントナイト	6.5 t
(d) 揚水試験用器材	
1) 亜鉛メッキパイプ $\phi 1\frac{1}{4}$	500m
2) 亜鉛メッキパイプ ϕ	500m
3) 水中ポンプ $\phi 4"$, $4\text{ m}^3/160\text{m}$ ($10\text{ m}^3/\text{h}/80\text{m}$)	4 台
4) モーターポンプ $60\text{ m}^3/\text{h}$	2 台
5) 電気探査装置	10台
6) 電気伝導度+温度測定器	2 台
7) PHメーター	2 台
8) 濃度計	2 台
9) 粘度計	2 台
10) 小型貯水槽 (4 m^3)	5 台
11) クリノメーター	3ヶ
12) サンプル用ケース	140ヶ
13) 住居用テント (20 m^2)	10組
14) 器材用テント (40 m^2)	2 組
15) 簡易ベット	50組
(e) 安全用具	
1) ヘルメット	50ヶ
2) 作業用くつ	50組
3) 手袋	200組
4) 保護メガネ	100ヶ
5) ゴム長	50組
6) 溶接用マスク	10ヶ
7) ゴムエプロン	10枚
(f) 通信器 (長距離用)	4 台
(g) 重車輛	
1) クレーン付トラック 6×6	2 台
2) クレーン付トラック 4×4	2 台
3) クレーン付給水車 (6 m^3)	2 台
4) 給油用タンクトラック (4 m^3)	2 台
5) ワークショップトラック (附属品含む)	1 台
6) コンプレッサー (6×6 トラック搭載型)	1 台
7) トラック搭載型掘削機 (能力500m, 交換部品付)	1 台
(h) 軽車輛	

1) ピックアップ (ディーゼルエンジン)	3台
2) エアコン付トヨタ車 (ディーゼルエンジン)	2台
3) ダブルコアチューブ φ4" (交換部品付)	1台
4) シングルコアチューブ φ4" (交換部品付)	1台
(i) 電気検層器3400の交換部品	
1) 比抵抗測定器 (PS-16" -64"、泥水用)	1台
2) ガンマ線測定器	1台
3) 孔径測定器	1台
4) 電位差計調査キー	2ヶ
5) 1000mウィンチ用ケーブル	1式
6) 測定器ヘッド附属品	1式
7) 接続ケーブル	1式
(j) 電気検層器3040の交換部品	
1) 1000mウィンチ	1台
2) 孔径測定器	1台
3) ガンマ線測定器 (PS-16" -64")	1台
4) 温度測定器	1台
5) 傾斜計	1台
6) ケーシングカラーセンサー	1台
7) プリンター	1台
8) 運搬用車輛 4×4 (クーラー、荷台照明付)	1台
9) 交換部品	1式
10) 給電装置	1式
(3) 交換部品	
(a) 日野トラックWA211 (DS70エンジン)	1式
(b) ヤンマーデリック (Ts190R)	1式
(c) トヨタ車 (2Hエンジン)	1式

第3章 計画地域の概要

第3章 計画地域の概要

3-1 計画地の位置及び社会・経済事情

調査対象地域のあるDosso県はニジェール国の南端に位置し、西側は首都Niamey市に接し、東側にTahoua県があり、南東はナイジェリア、南西はベナンに国境が接している。

Dosso県は行政的には図3-1のようにDosso、Loga、Boboye、Gaya、Dogandoutohiの5郡で構成されている。表3-1に示しているように人口は5郡の合計で約1,020,000人、その内の93%が農村部に居住している。又、面積は31,000km²で国土面積の2%に過ぎない。

社会・経済的にはニジェール国から輸出されるウラン、ナイジェリア、ベナンから輸入される石油及び工業製品の通過要路として比較的開発が進んでいる。しかしながら、工業活動はニジェールの3ヶ所の発電所とソナラの落花生の殻むき工場程度しか無く、農・牧畜業と商業で成立っている地域である。

当県の主要農作物は粟、モロコシ、ニエベ、落花生及び綿花であり、比較的雨水に恵まれている南部では野菜栽培が行われている。これ等の農作物は自家消費ばかりで無く、周辺都市部の食糧として供給され、貴重な収入源となっている。又、ニジェール河水系の村落ではかんがい農業開発による大規模な近代的農業経営が計画されており、農業生産の飛躍的拡大が期待されている。

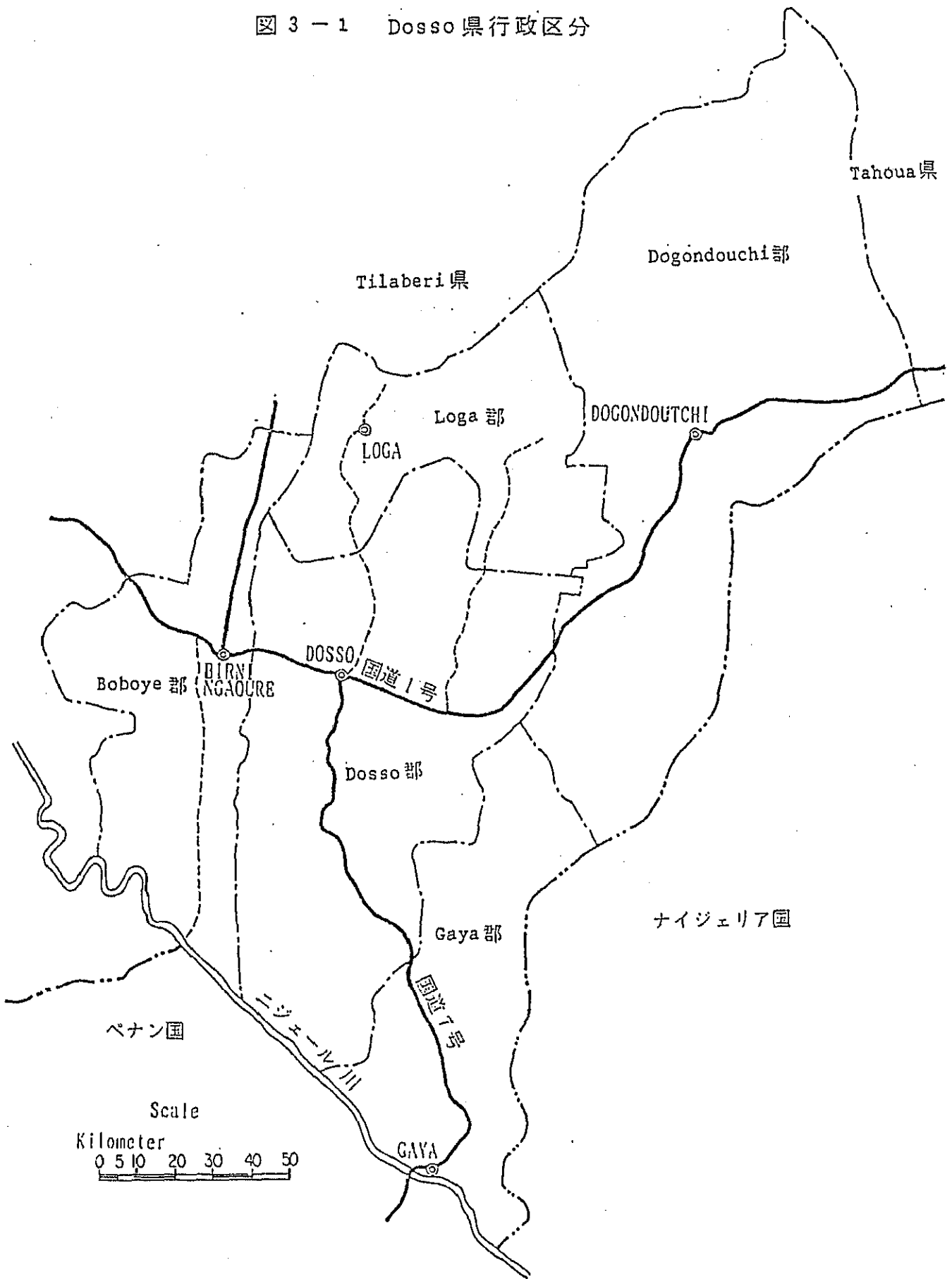
牧畜は当県が平原地帯に位置し、牧草が豊富であることより、潜在力は相当高いものがあるが、乾季に於ける牧草の後退及び利水をめぐる定住農民との軌轢等に制約され、現状ではその発展は困難な状況にある。

表3-1 対象地域の面積・人口

県・郡名	面積(km ²)	人口(人)		人口密度(人/km ²)	
		1977年	1988年	1977年	1988年
* Dosso郡	8,730	164,271	245,818	18.8	28.2
* Loga郡	2,760	60,551	87,486	21.9	31.7
* Boboye郡	4,420	139,253	205,636	31.5	49.0
Gaya郡	4,040	109,163	164,022	27.0	40.6
Dogondoutchi郡	11,050	219,573	317,035	19.9	28.7
Dosso県	31,000	692,811	1,019,997	22.3	33.1

* 井戸建設対象地

図 3 - 1 Dosso 県行政区分



3-2 自然条件

3-2-1 気候

表3-2 ニジェール国の気候区分

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均気温℃	24	26	30	33	34	32	29	27	29	30	28	25
平均降雨日	0	0	0	0	0	1	5	12	4	0	0	0
気候区分	ハ7タシ 乾期			雨期				乾期				

ニジェール国の気候は、上表のように3区分されており、Dosso県の気候も概ね上表の気候区分に該当している。また、学問上の気候分類は、下記のように年間平均降雨量の等降雨量によって気候タイプを定義している。この基準によると、ニジェール国は南から北へ下記i)～iv)のように気候分類されている。Dosso県は、北部で年間平均降雨量500mm、南部で900mmのゾーンに位置しているため、気候分類上では南部サヘル気候～スーダン気候に属している。

尚、サヘル気候とスーダン気候の理論的境界（年間平均降雨量750mm）は、Zabor 付近（北緯12° 42'）である。

- i) 降雨量 750mm以上の地帯：スーダン気候
- ii) 降雨量 600～400mmの地帯：南部サヘル気候
- iii) 降雨量 400～200mmの地帯：北部サヘル気候
- iv) 降雨量 150mm以下の地帯：サハラ気候（気温差大）

3-2-2 地形

計画対象地域のDosso県を含めた周辺の地形条件は、標高500～170mの地形が北東から南西に緩やかに傾斜しており、地形的特性から西側から東側へ次のようにi)～iv)に地形分類されている。（図3-3地形分類図参照）

- i) 差別浸食の起伏をもつ基盤岩地帯
- ii) 常時の流水を持つニジェール河とその低地
- iii) 棚状の平原や、緩やかな起伏をなす化石砂丘面及び低地のダロールを持つコンチネンタル・ターミナル帯
- iv) iii)と同様であるが平原はやや傾斜し、起伏も細くなり、比高差も大となるコンチネンタル・アンテルカレール帯

Dosso県は、地形分類ではiii)に属しており、標高290~210mの地形が北東から南西へニジェール河流域に向かって緩やかに傾斜している平原である。この平原地形は、北から南への水系を持つ水無川・水澗谷(Dallol=Wadi)の流域によって分断されていて、僅かに地形的変化を呈している。水無川の規模は川幅20km以内、平原を分断している水無川両岸には河岸段丘が分布しており、平原と水無川との比高差は40m位であるが、水無川の川幅が大きいことから流域内においても地形的判断ができないのが実感である。

対象地域の代表的な水無川は次の通りである。

- 東側に分布しているDallol Maouriとその支流
- 対象地域内に分布しているDallol Foga
- 西側に分布しているDallol Dosso

3-2-3 地質

主にニジェール河右岸側に分布している先カンブリアン紀に属する変成岩類や侵入岩類の基盤岩、南北方向の軸を持つDogon-Doutch向斜構造によって形成されているウリマンデン盆地内に堆積している古生層・中生層(コンチネンタル・アンテルカレール)・第三紀層(コンチネンタル・ターミナル)が代表的な地層であり、これら地層を被覆する第四紀の砂層や化石砂丘が分布しているのがニジェール国及び計画対象地域の一般的な地質状況である。(図3-4~3-5地質図参照)

対象地域は、Dogon-Doutch向斜構造上に位置しており、第三紀層(コンチネンタル・ターミナル)より構成されている。当層は、中新世~鮮新世に属する海成層で、軟岩に相当する泥岩・粘土質粗粒砂岩・鉄分を含む魚卵状石灰岩等より構成されており、層相はほとんど粘土質と砂質が互層状に重なり合っている状態であり、そのコントラストは縦横断方向とも変化が激しくなっている。当層は、岩種特性より地層を次のように3区分している。

- i) 露頭の半分以上を占めているニジェール砂岩が主体となっている上部層
- ii) 亜炭を含む砂質泥岩が主体となっている中部層
- iii) 鉄分を含む層相のAdar Doutchiと呼ばれている下部層

3-3 水理地質

3-3-1 水理地質の概要

「ニ」国内には、地下水開発が可能な地下水盆は図3-7に示してあるように、次の4地域が存在していることが判明している。

- i) ニジェール西部のコンチネンタル・ターミナル堆積盆
粘土・砂の厚い互層で、滞水層である砂層は上・中・下の3層から認められてい

る。ダロル・ポツ、ダロル・マウリを含む。

ii) タルカの下流谷

上部白亜紀の厚い砂質・石灰質粘土層上の沖積層が滞水盆を形成しているが、上流側と下流側との二箇所の滞水盆が知られており、後者は開発が進んでいる。

iii) マラディのゴウルビ地域

花崗岩・片麻岩及び結晶片岩よりなる基盤岩の上に、コンチネンタル・ハマディアン(Continental Hamadien)層と呼ばれる砂及びカオリンで充填された砂礫よりなる堆積盆があり、同層が地下水盆を形成している。

iv) ゴマドゥグのマンガ系

ゴマドゥグ川からチャド湖に至る間の湖成堆積盆に二つの地下水層が挟在する。一つはチャド層と呼ばれる粘土層の上に広がる沖積世の砂利を伴った粘土と砂の互層で厚さ50m前後を持ち、砂利・砂の部分が滞水している。他は、チャド層下の粘土質砂岩中の深い滞水層である。

計画対象地域は、i) 項の地下水盆地域に該当している。その水理地質構造は、図3-6~7に見られるようにマクロ的には解明されており、地下水開発は基盤の滞水層、古生層の滞水層、コンチネンタル・アンテルカレールの滞水層、コンチネンタル・ターミナルの滞水層、第四紀の滞水層が対象となっている。これらの滞水層の内ではDogon-Doutch向斜構造の西側翼部に分布しているコンチネンタル・ターミナルは、3つの自由地下水と2つの被圧地下水層が確認されており、地下水開発上からは信頼性の高い地層で、最も多く地下水開発の対象となっている。このコンチネンタル・ターミナルは、計画対象地域内に広く分布しているので、水理地質上からは地下水開発に有利な地域である。

対象地域の地下水系は、次のように4分類されている。

i) 自由地下水

ニジェール砂岩層中に滞水しており、一部は被圧地下水となっている。地下水分布深度は、20~70m位であり、季節による水位変動はあまり認められない。

ii) 中部砂層の地下水系

当層は、向斜構造の中央部付近に広く分布しており、被圧地下水の分布深度は75~100m位であり、揚水量は非常に多く $14\text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ である。

iii) 下部砂層の地下水系

当層の被圧地下水は、深井戸建設工事によってその存在が判明したもので、水質が良好である以外には詳細データは不明である。

iv) Dallolの地下水系

当層の地下水は、通常は自由地下水であるが、雨期の増水時には被圧地下水に変化する。地下水分布深度は5~20m位であるが、季節により数mの水位変動がある。揚水量は $5\text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ 位である。

図 3-2 年間平均降雨量と年間平均気温

6°E 10°E 14°E

Précipitations et températures moyennes annuelles

— Isohyète en mm
P Précipitations
— Isotherme en °C
T Températures

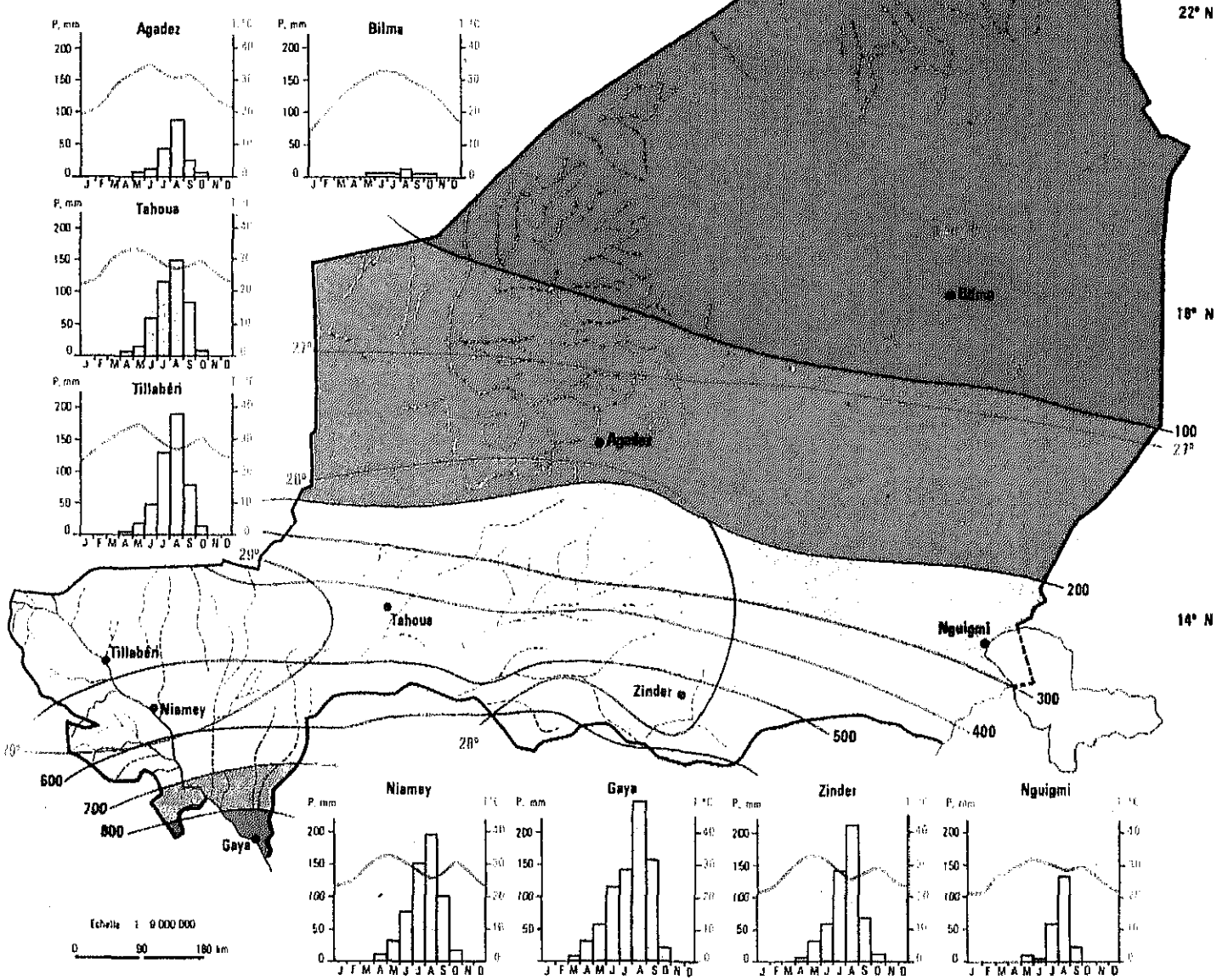


図 3-3 地形分類図

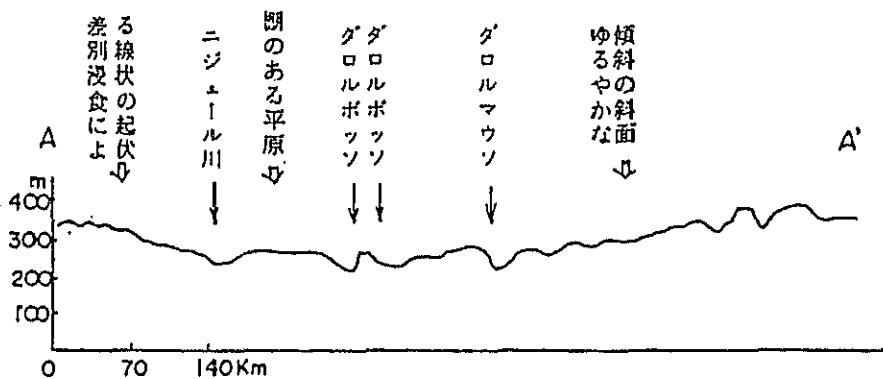
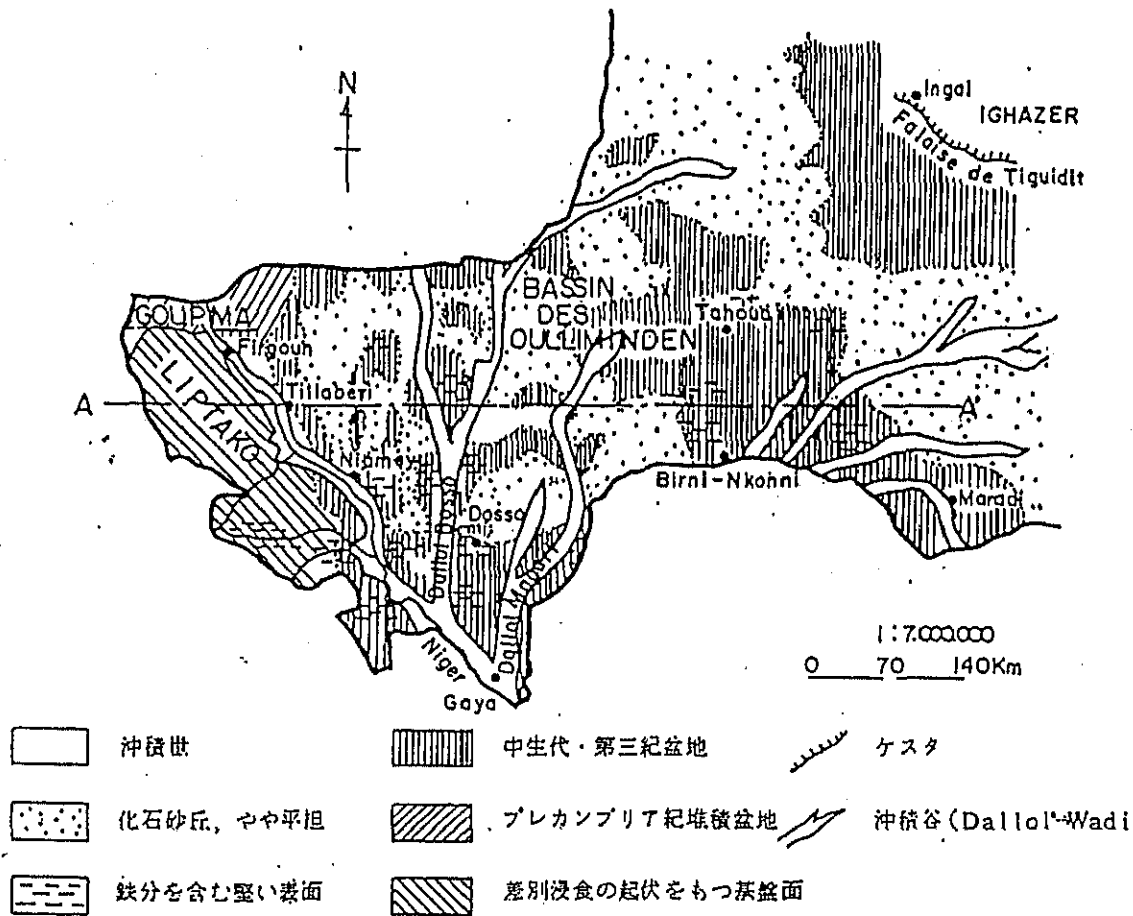


図 3-4. 地質図

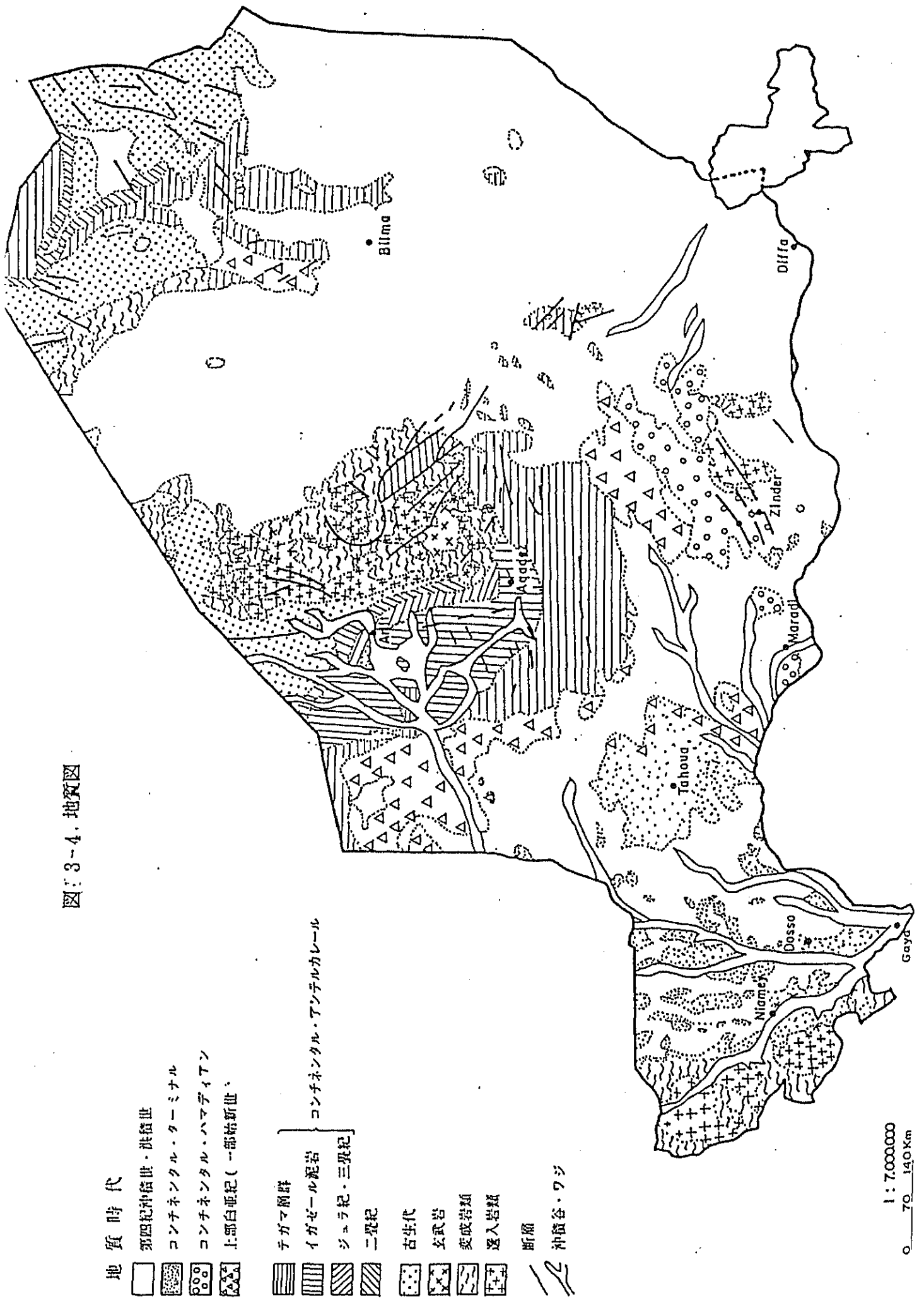
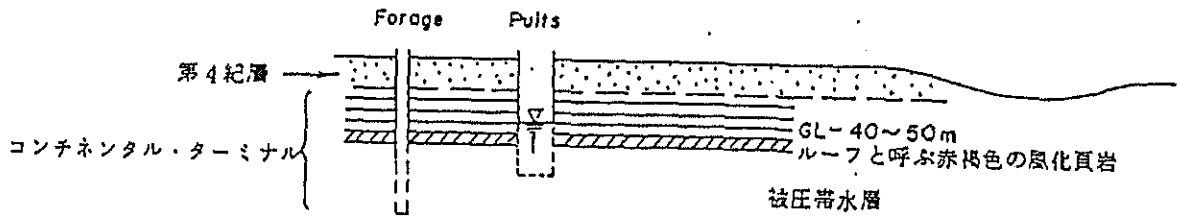
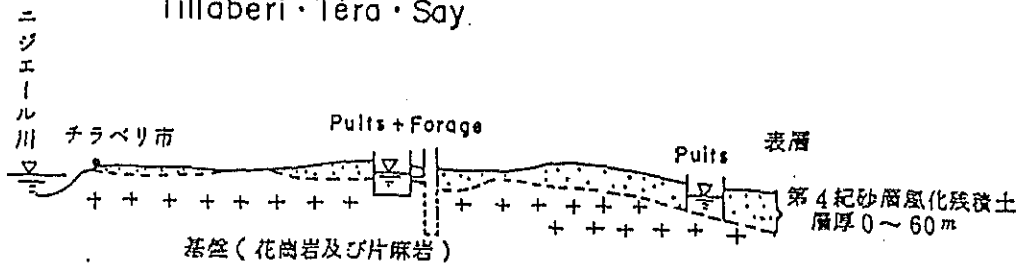


図 3-5 各郡の地質模式図

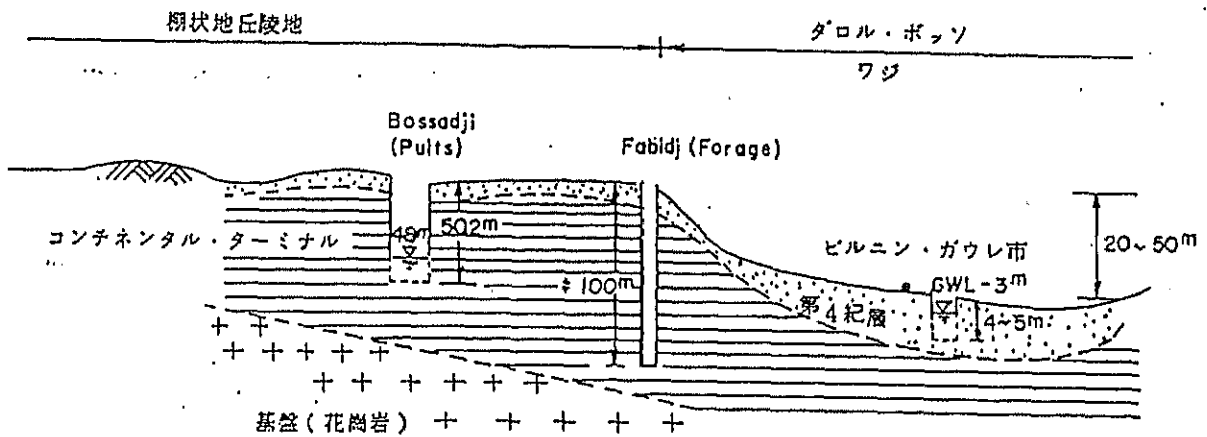
Ouallam 北部・Illéla



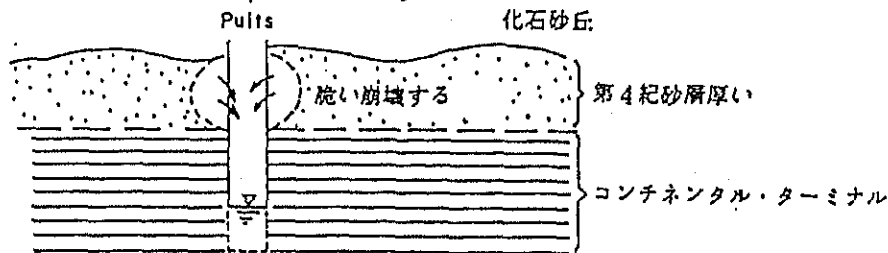
Tillabéri・Téra・Say



Birhi-Ngaouré・Gaya・Dogondoutchi



Birni-Ngaouré・Loga・Gaya



Gaya
Dogondoutchi

Bouza・Keita

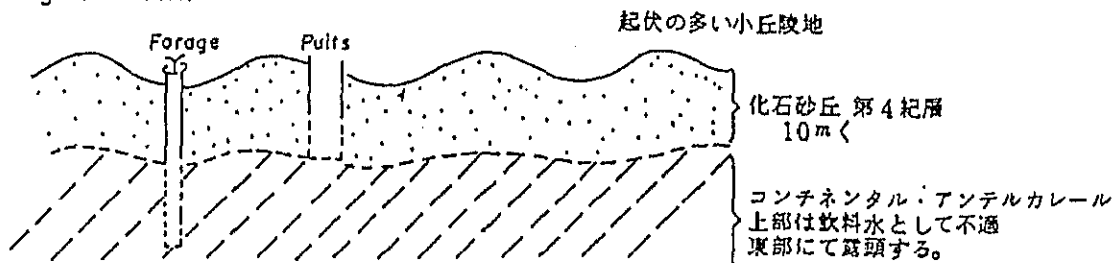
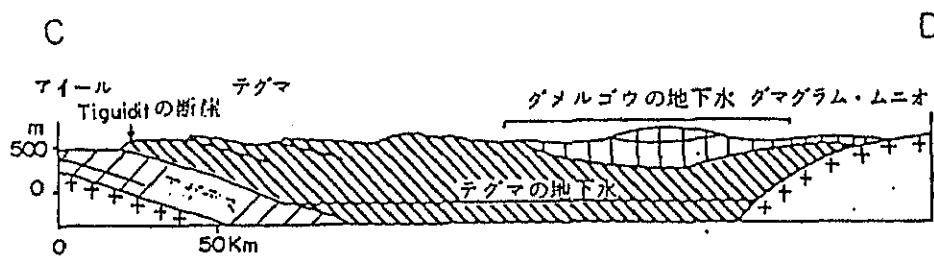
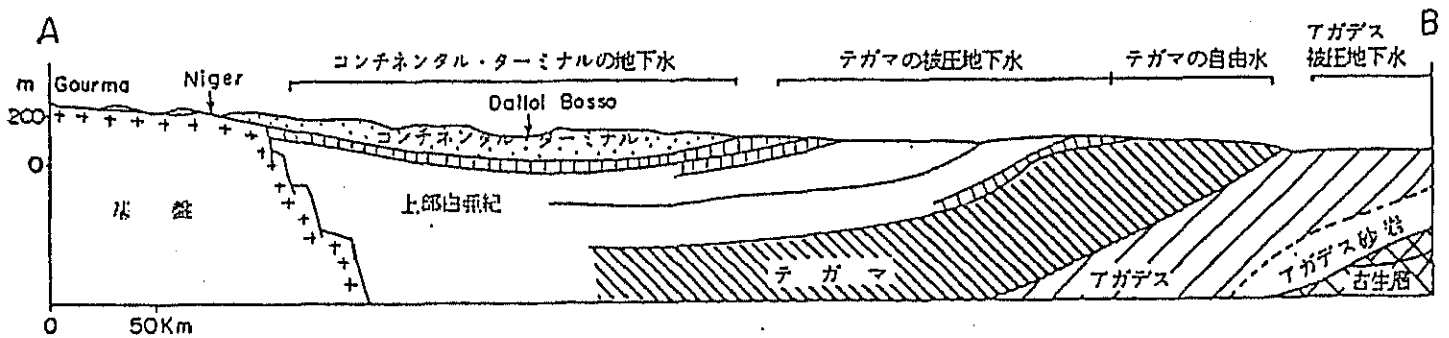
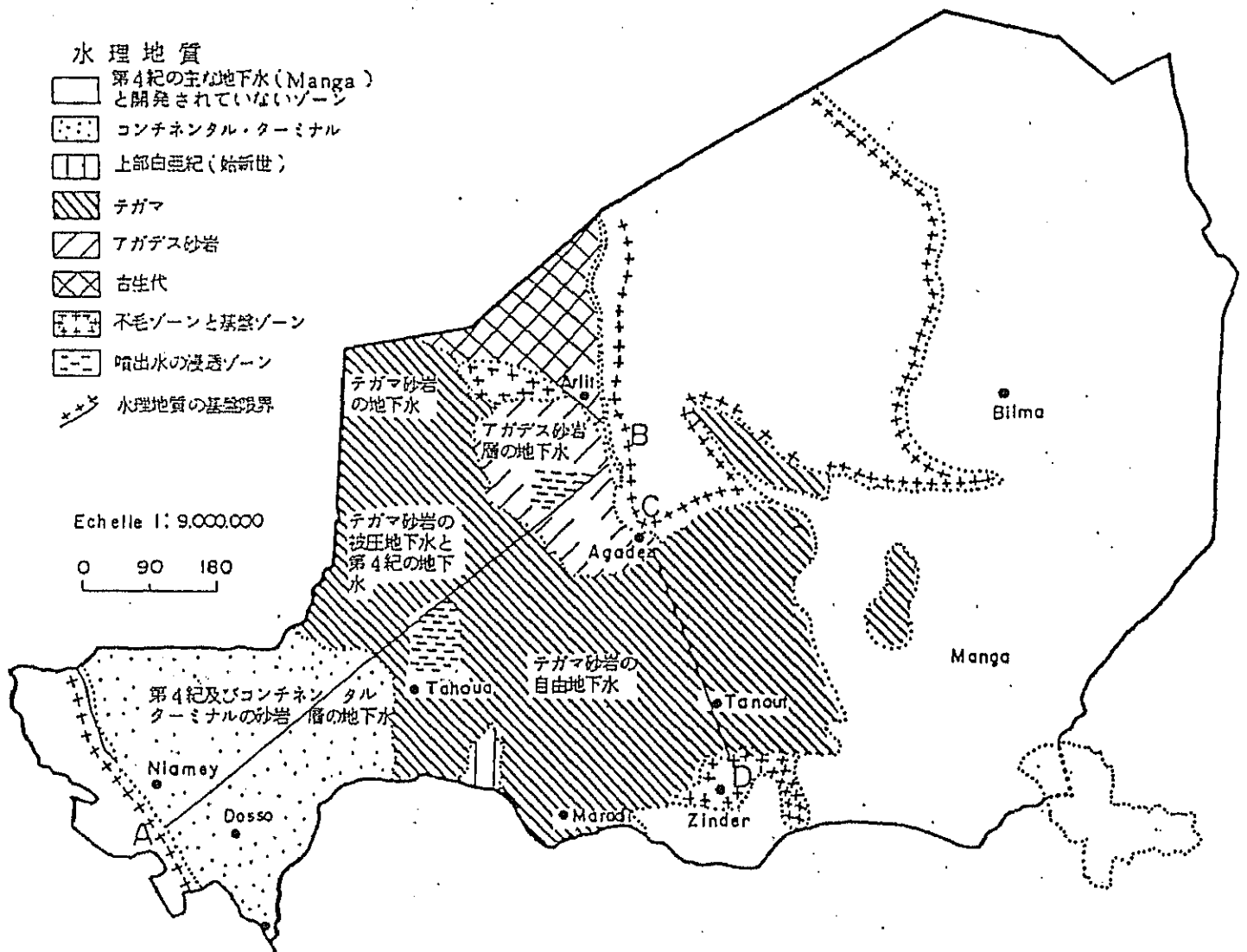


図 3-6 水理地質図



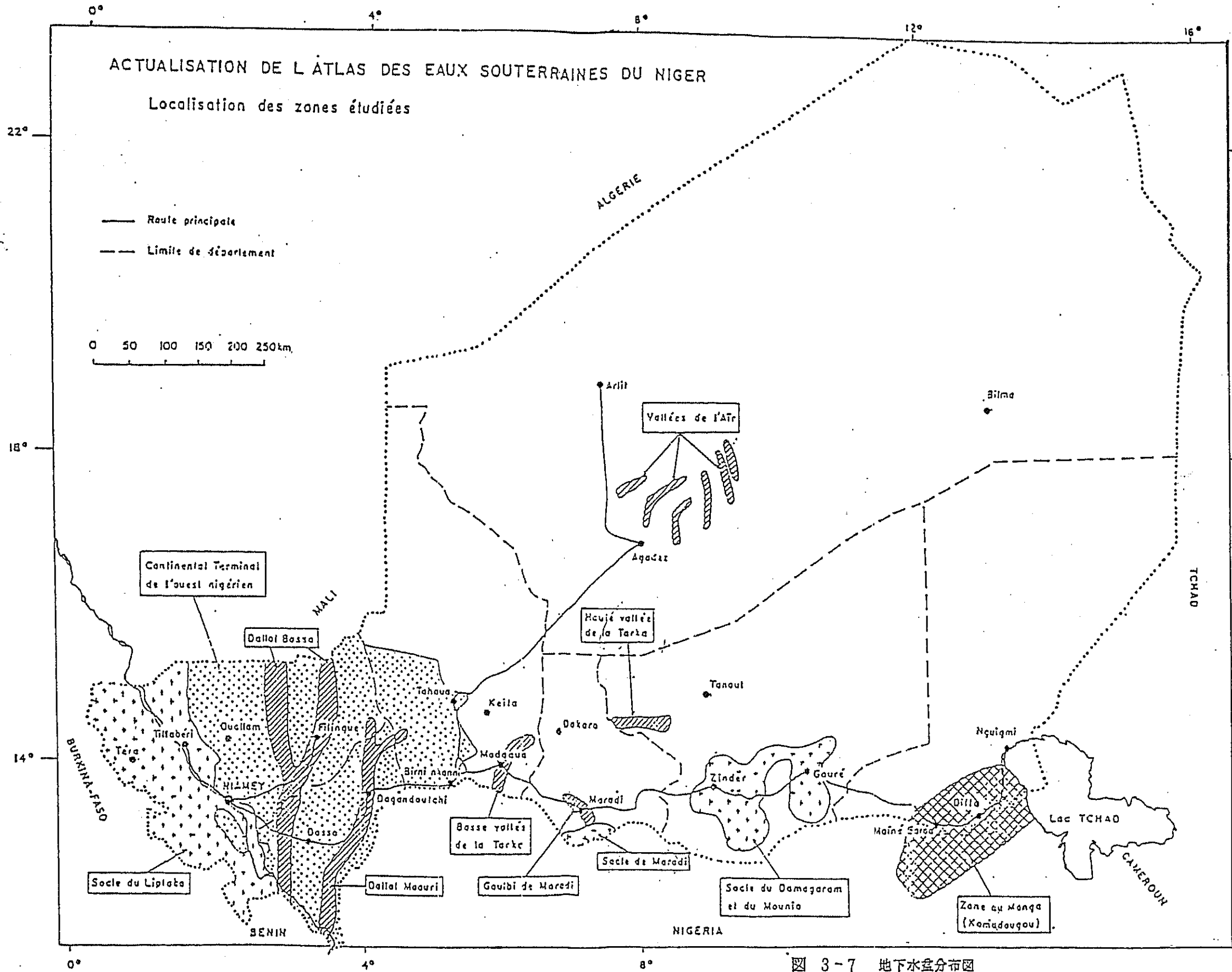


图 3-7 地下水盆分布图

(出典: C. ARHAND "ACTUALISATION DE L'ATLAS DES EAUX SOUTERRAINES DU NIGER", BRGM 1987年5月)

3-3-2 電気探査

対象地域内の水理地質構造を把握し、計画井戸の形式及び掘削深度等の井戸計画資料を得る目的で電気探査を実施した。

測定村落は、ニジェール国側担当者と協議を行い、地質構造、計画井戸位置（図3-8）及び既存井戸位置（図3-9）の分布状況を考慮し、12村落を選定した。又、対象地域内の浅井戸資料は、水利インフラ局によって多数保管されていたため、深井戸計画地を重点に電気探査を行った。

電気探査を実施した村落は、表3-3の通りであり、測定位置は図3-10に示す。測点E-8は、既存資料との対比を目的として市内の既存井戸近くで測定した。現地調査では、案内及び測定作業に水利インフラ局Dosso事務所の職員の協力を頂いた。

又、調査の過程で水利インフラ局担当者へ測定技術及び簡単な解析方法等の技術指導を合わせて行った。

表3-3 電気探査村落一覧表

電探測点 番号	計画井戸 番号	郡名	村落名	人口 (人)	既存井戸数	
					深井戸	浅井戸
E-1	L-13	LOGA	SODIE DEYE	400	0	1
E-2	L-30		KOSSEYE, GOROU	250	0	0
E-3	L-11, 12		GABIKANE	700	1	0
E-4	L-32		YAROU, DEYE	250	0	0
E-5	L-2, 3		DIKI	700	0	1
E-6	L-11	DOSSO	TIOLAM	440	0	1
E-7	L-50, 51		BAGNA, GONDI, KOARA	900	0	1
E-8	—		MOKO	—	—	—
E-9	L-34		WANZAM, DEYE	350	0	0
E-10	L-52		BANGA, TABANI	300	0	0
E-11	L-4	BOBOYE	MINGUI	350	0	1
E-12	L-2		TYIENGUE	1,300	0	2

(1) 調査方法及び使用機器

調査地は乾期のため、表層分が絶乾燥状態の砂層で覆われていた。このため、電極の接地抵抗が非常に高く、1極に数本の電極棒を打ち込み、水を掛けるなど、接地抵抗を下げることに努めた。又、接地抵抗が高い場所で測定精度が高いウィンナー法による測定を行った。

測定深度(a)は、既存深井戸資料より $a = 200\text{m}$ の測定を行った。

測定器は、現地に深井戸調査用として ES-G2 型電気探査器、浅井戸調査用として 3244 型電気探査器の 2 セットを持っていった。しかし、前記の様な自然状態のため、3244 型測定器では深度 10 数 m で測定不能となった。このため、現地測定は ES-G2 型測定器 1 台で行った。

現地に持っていった測定器は、次の通りである。

* ES-G2 型交替直流電気探査器 (OYO 製)

電流計部	測定範囲	10mA~3A
	周波数範囲	5~20Hz
電位差計部	測定範囲	0.5~2.101mV
	カバリアクシス感度	10^{-6}A

* TYPE-3244 型 交流電気探査装置 (横河電機製)

測定範囲	0~0.3/3/30/300mΩ
	測定ダイヤル目盛 0~0.3Ω 0.5.1目盛
	倍率ダイヤル ×0.01、×0.1、×1、×10
許容差	±1~3%
測定電圧レンジ	150/300/600V
測定電流	請負抵抗 1kΩ:100~200mA
測定周波数	方形波 10~40Hz

(2) 解析法及び比抵抗値の地質的解釈

測定値から ρ_a 曲線図 (資料編参照) を作成した。 ρ_a 曲線の解析は、主として標準曲線群及び補助曲線群との照合法によった。

地層の比抵抗値 (ρ_a) は、その造岩鉱物、間隙比、地下水の比抵抗値などに左右される。比抵抗値より地質を推定する場合には、地質状況を充分考慮する必要がある。

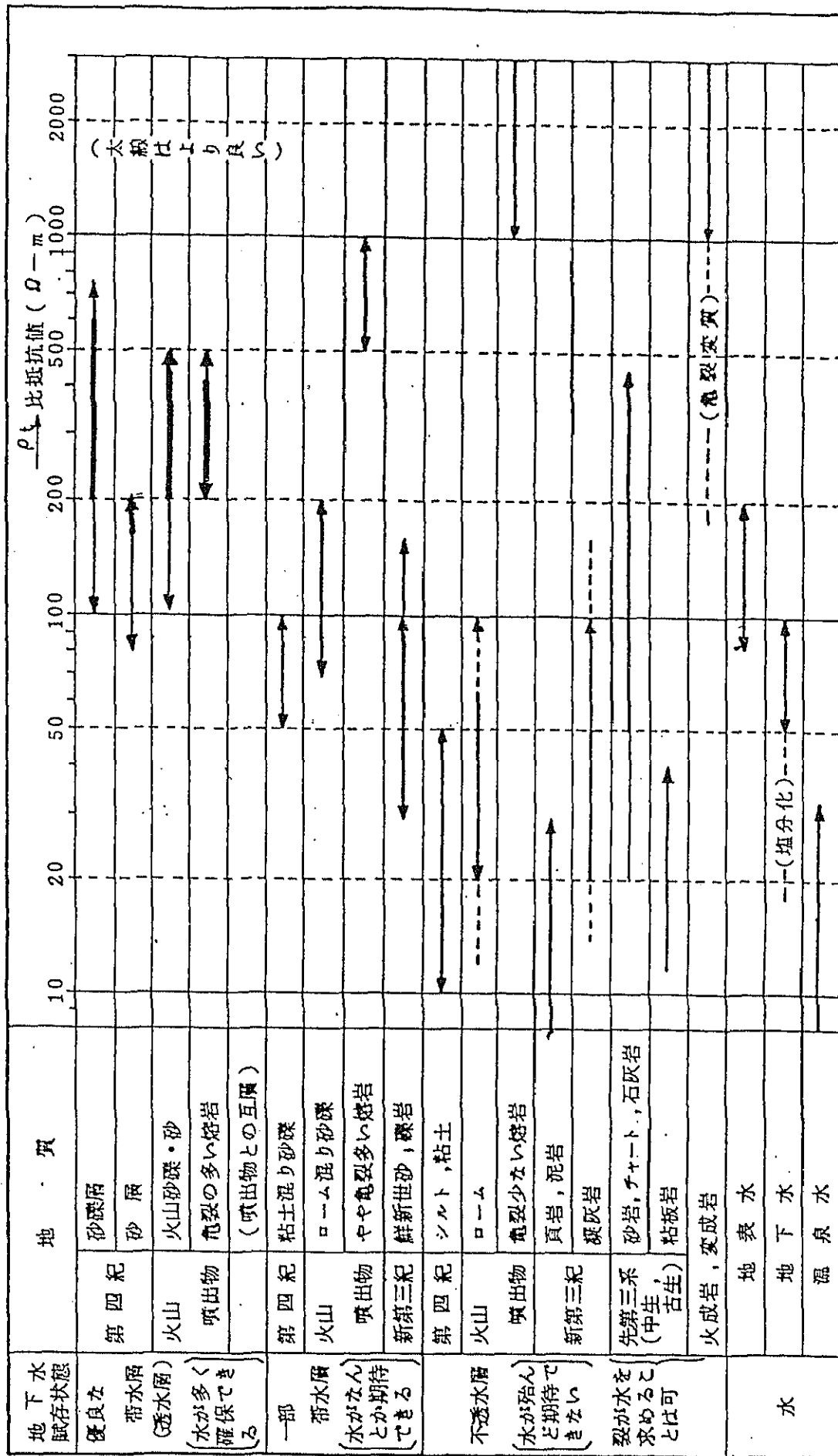
標準的な比抵抗値と地層の関係は、表 3-4 に示す。

地層が乾燥状態の場合及び塩分を多く含む場合は例外である。

比抵抗値と地層は固結度が低い程対応が良い。比抵抗値は粒度が小さい程低く、粒度が大きい程高くなる。本調査の具体的解釈は後述する。

(3) 調査結果

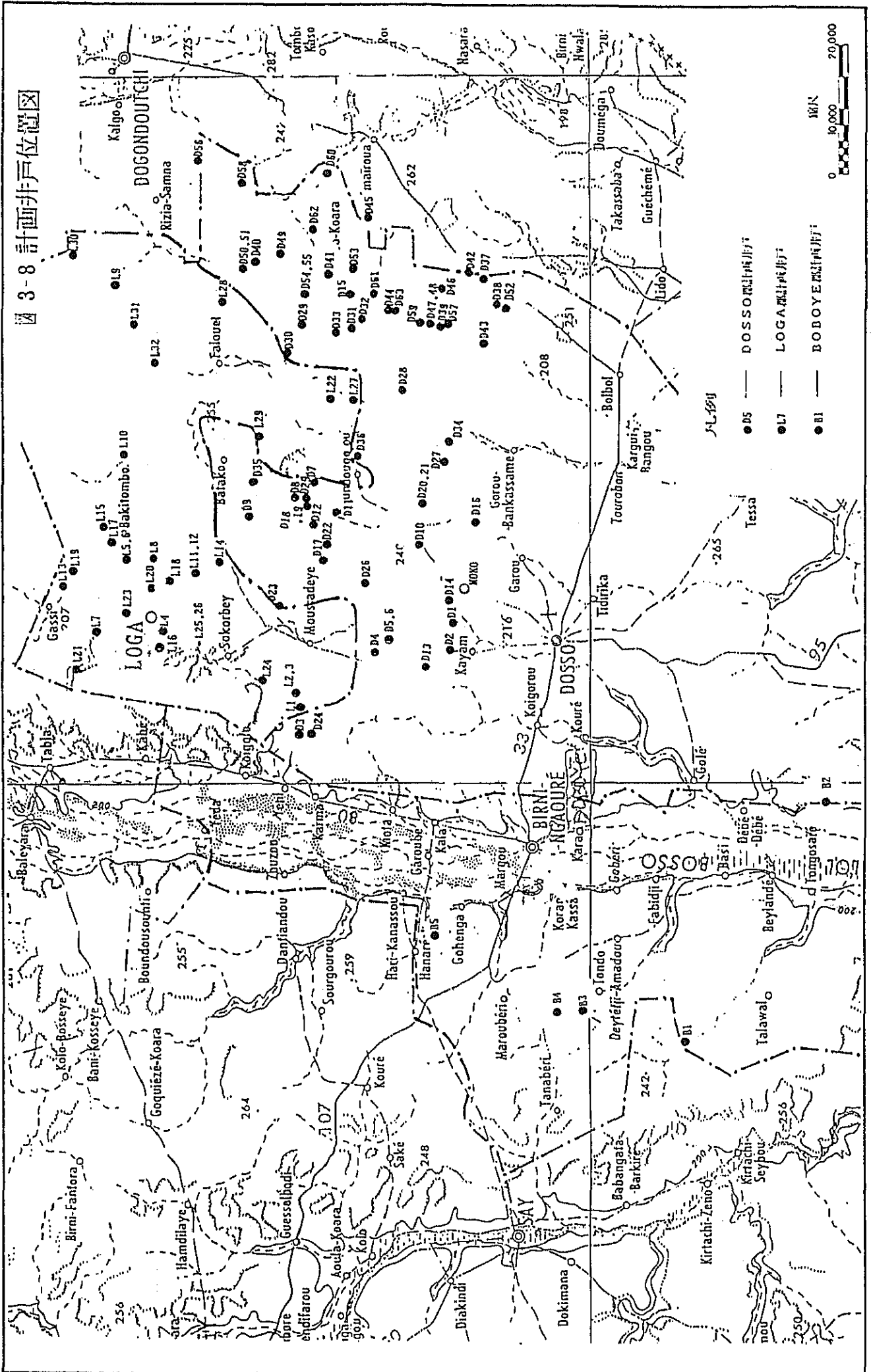
調査結果は、比抵抗断面図 (図 3-11~12) に示す。既存資料との対比を目的として行った測点 E-8 より、調査地は概ね 3 層に区分される。



注(1) 値はすべて地下水位以下の状態
 (2) 地下水比抵抗がほぼ正常値を示すと仮定
 (3) 地層係数 $F = \rho_t / \rho_w$ が 3 ~ 6 が一般に良好な帯水層

表 3-4 比抵抗値の地質的判定

图 3-8 計畫井戶位置图



3-9 既存井戸位置図

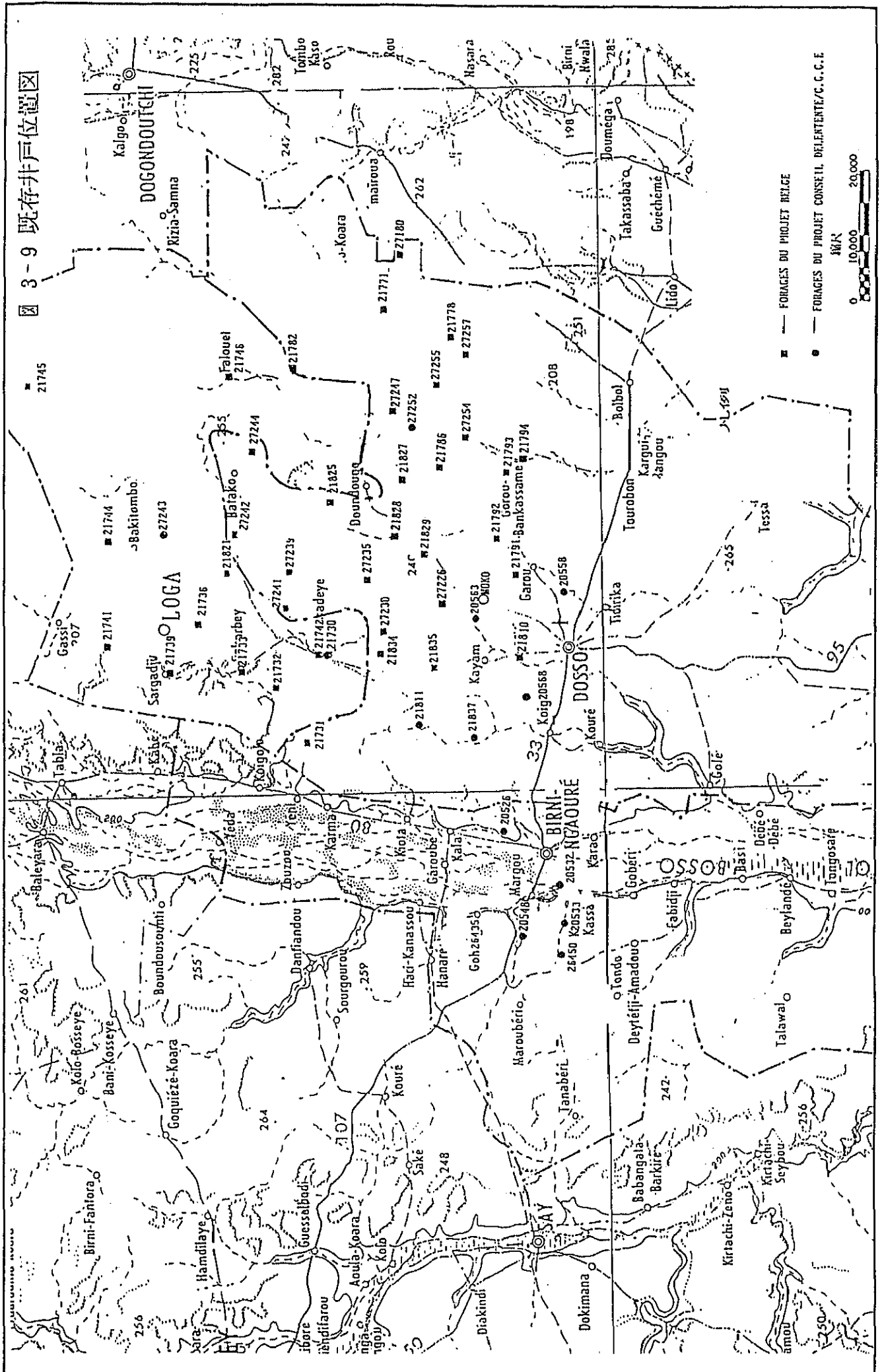


图 3-10 天气探查测点位置图

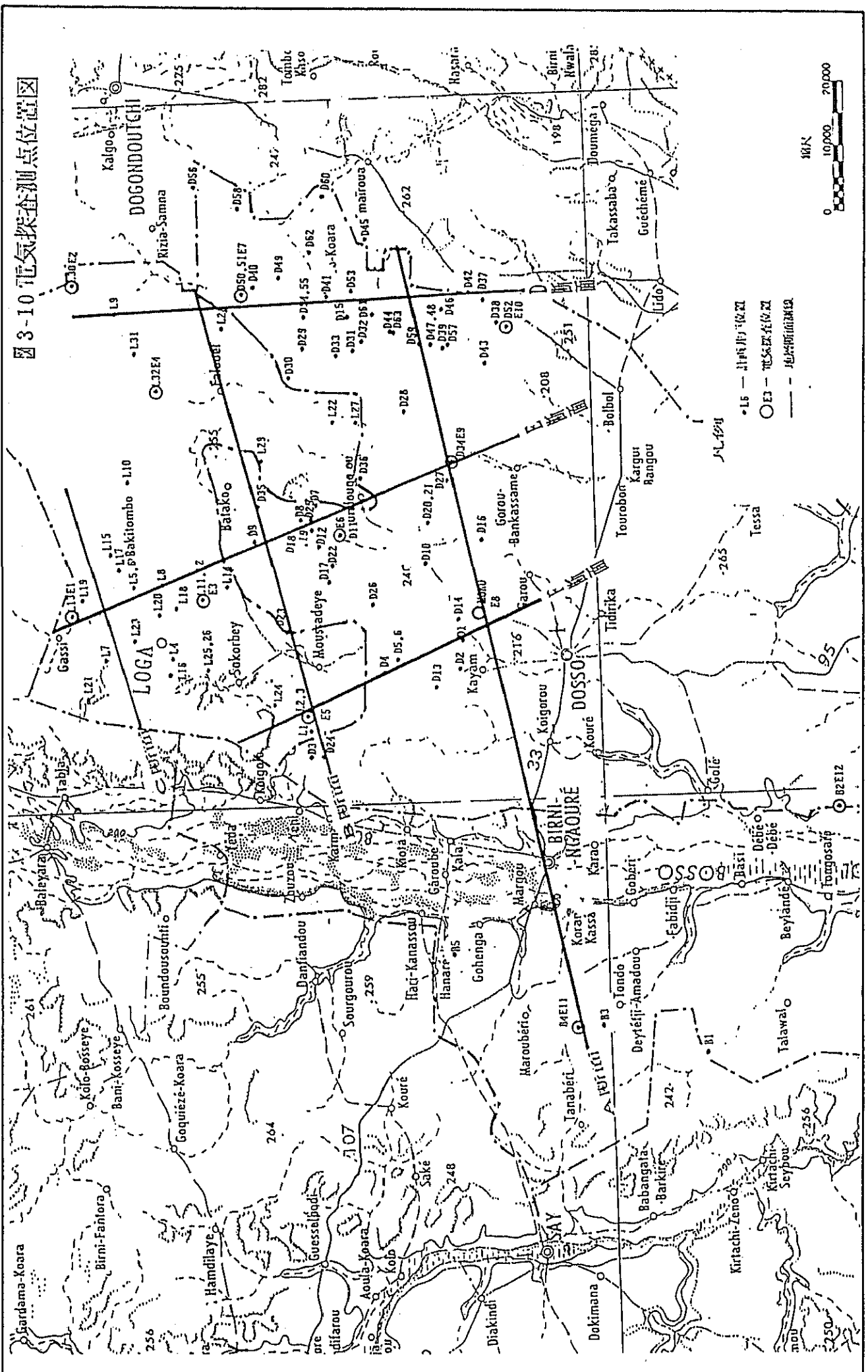


图 3-1 比抵抗断面图

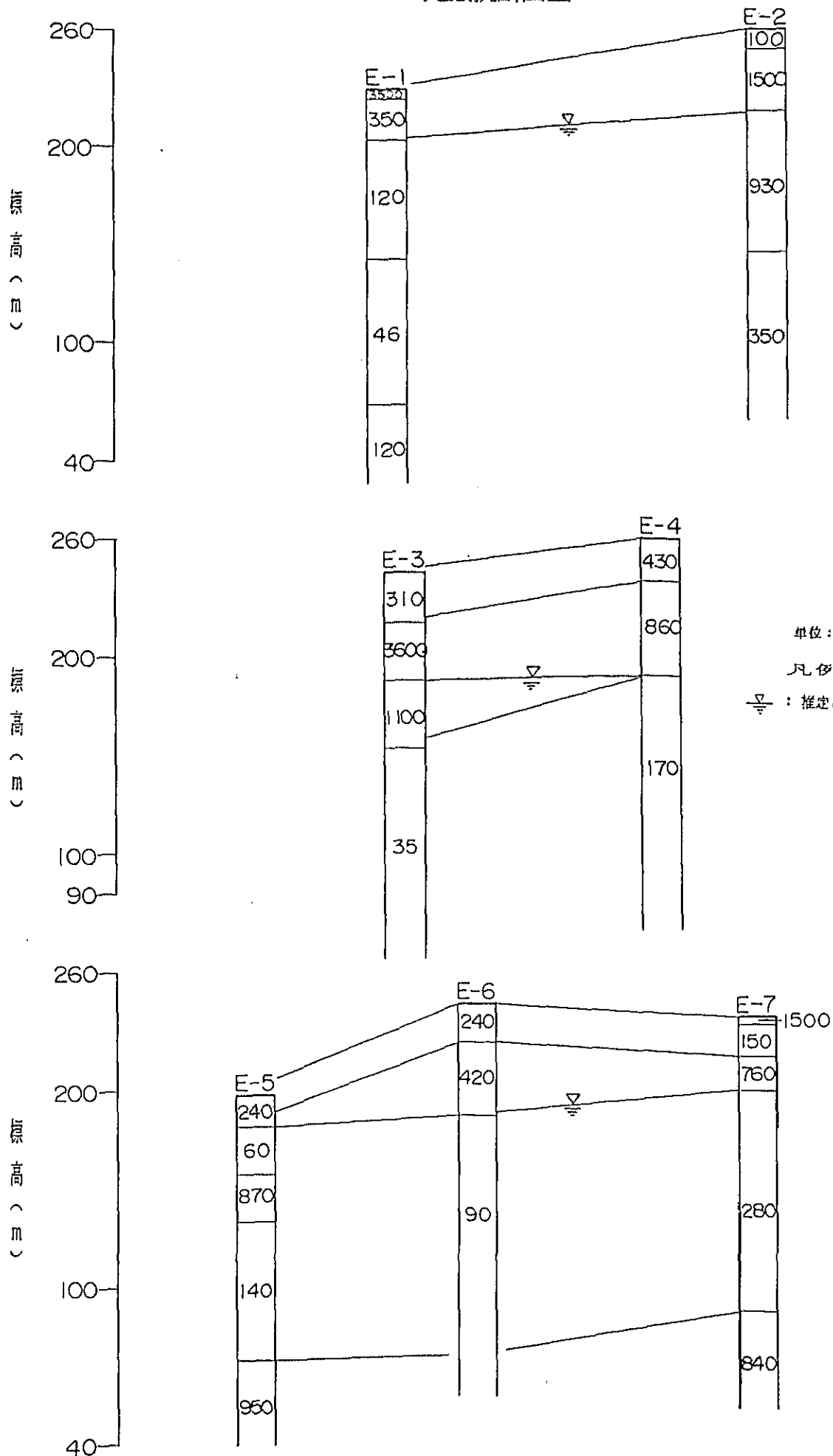
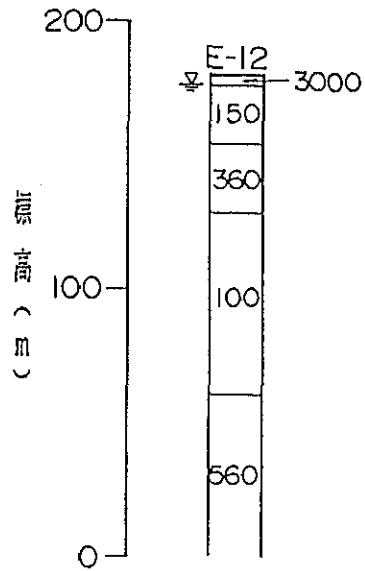
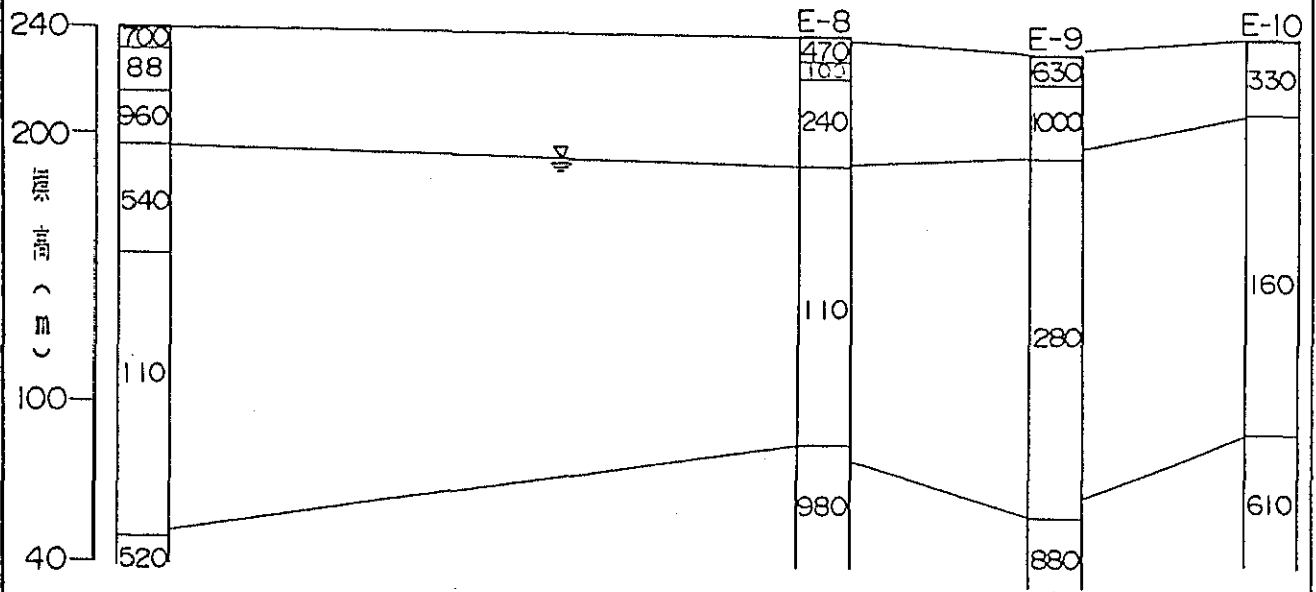


图 3-12 比抵抗断面图



单位: Ωm
 凡例
 ∇ : 推定自然水位

1) 第1層

比抵抗値 (ρa)は、240~3,500 Ω -mと高い値を示す地層で、厚さ10~70m程度である。ラテライトを主体とする乾燥状態の地層であると考えられる。

表層付近の比抵抗値 (ρa)は、1,000 Ω -m程度の特に高い値を示す地域は、絶乾燥状態の砂層が厚く分布する地域に相当し、一部表層付近に薄い低比抵抗層 ($\rho a = 100 \sim 150 \Omega$ -m) を挟在している。

2) 第2層

比抵抗値 (ρa)は、100~300 Ω -mを主体とし、厚さ100~150m以上の地層である。自由地下水面下で、湿潤状態の泥岩・シルト岩を主体とする地層であると考えられる。この層に挟在する砂岩が滞水層となる。比抵抗値は $\rho a = 90 \sim 1,100 \Omega$ -mを示し、深度・地域による変化が大きく、地域により滞水層の優劣の変化が大きいものと考えられる。当層の内、比抵抗値 $\rho a = 200 \sim 500 \Omega$ -mの層が良好な滞水層を挟在する地層と考えられる。比抵抗値 $\rho a = 1,000 \Omega$ -m以上の地層は固結度が高く、比抵抗値 $\rho a = 100 \Omega$ -m以下の地層は泥岩層が優勢となり、透水性が低いものと考えられる。

3) 第3層

比抵抗値 (ρa)は、520~980 Ω -mと高比抵抗値を示す。測点E-5、E-7~12の深度120~190m以深に分布する。頁岩・石灰岩を主とする基盤である。測点E-1~4は、深度200m以深である。

(4) 水理地質状況の考察

電気探査結果、現地井戸調査及び既存井戸資料よりA~F地層断面図(図3-13~14)、自然地下水位等高線図(図3-15)及び滞水層A上面及び滞水層B下面等高線図(図3-16)を作成した。

自然地下水位等高線図を見ると、BATAKO、MOUSSAOYO及びKOURE'の各村落を通る大きな地下水位の谷が形成されている。

地層は、地層断面図より北東~南西方向へ若干傾斜している。又、比抵抗断面図の第2層に相当する地層は、上部より滞水層Aから滞水層Cの3枚の砂岩を挟む。各滞水層及び基盤は次の通りである。

1) 滞水層A

本層は、深度10~70m付近に分布し、砂質泥岩もしくは数枚の薄い砂層を挟在する滞水層である。本層の地下水は、自然地下水面を京成し、地域により地層の変化が大きく、伝統井戸及びOFESDES型浅井戸の対象層となっている。低比抵抗地域(泥岩の優勢地域)では、揚水可能量は少ないものと考えられる。

2) 滞水層B

本層は、深度70~110m付近に分布する滞水層で、砂岩もしくは砂岩と泥岩の互層を主体とする。厚さ10~20m程で連続性の良い地層である。この滞水層は滞水層Aの下位に分布している泥岩層を不透水層とする被圧滞水層となっている。被圧力は

調査地の北東側（測点E-2）で高く、南西側に向かう程低下する傾向が見られ、現在掘られている深井戸は主にこの滞水層から揚水を行っている。

3) 滞水層C

本層は、深度120～160m付近に分布する滞水層で、砂岩・泥岩の互層もしくは砂質泥岩を主体とする。本層を掘削した既存井戸は非常に少ないが、被圧滞水層となっている。

4) 基盤

頁岩・石灰岩を主体とする硬岩層である。調査地周辺で行われた深度200m以上の深井戸で、本層及び滞水層Cよりの湧水と考えられる自噴井戸が見られる。

本層は、一般的には不透水層であるが、裂かが発達しているものと考えられ、この裂かが滞水層の役目をしているものと考えられる。裂か水は、非常に高い被圧力を有していると考えられる。

以上の考察及び電気探査結果を基に、地域別に各滞水層の評価を行った結果は、一覧表（表3-5）に示す通りである。一部に、揚水量の非常に少ないと思われる地域があるが、全体的には井戸による地下水開発としては大きな問題がないと判断される。

表3-5 地域別滞水層評価一覧表

電探測点 番号	郡名	村落名	滞水層の評価			備考
			A層	B層	C層	
E- 1	LOGA	SOUDIE DEYE	△	△	○	滞水層A, B 粘土分多い
E- 2		KOSSEYE, GOROU	△	△	○	滞水層A, B 固結度高い
E- 3		GABIKANE	△	△	×	滞水層A, B 固結度高い 滞水層C 粘土分多い
E- 4		YAROU, DEYE	○	○	○	
E- 5		DIKI	○	△	△	滞水層B 粘土分多い 滞水層C 固結度高い
E- 6	DOSSO	TIOLAM	△	×	×	滞水層A~C、 粘土分が多い。
E- 7		BAGNA, GONDI, KOARA	○	○	○	
E- 8		MOKO	△	△	△	滞水層A~C、 粘土分が多い。
E- 9		WANZAM, DEYE	○	○	○	
E- 10		BANGA, TABANI	○	○	○	
E- 11	BOBOYE	MINGUI	△	△	△	滞水層A 固結度が高い。 もしくは一部宙水の 可能性有り。
E- 12		TYIENGUE	△	○	△	滞水層A, C、 粘土分が多い。

○：有望な滞水層となっている。

△：やや良～やや不良、多くの揚水量は期待できない。

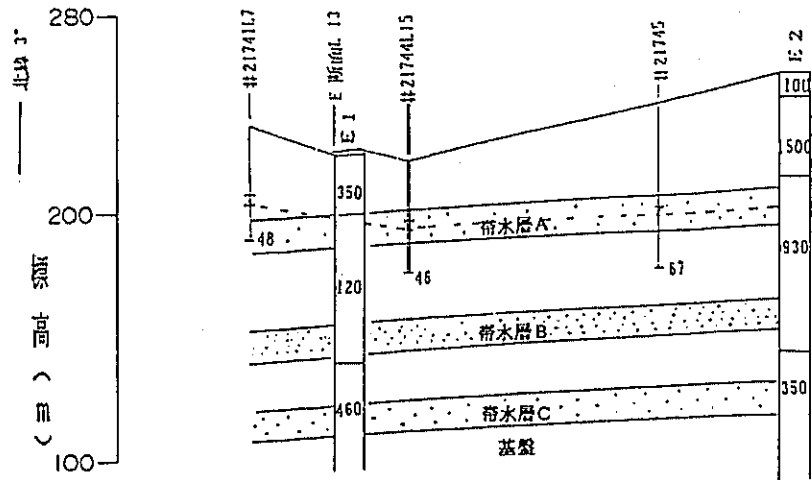
×：揚水量は非常に少ない。

图 3-13 E-W方向地层剖面图

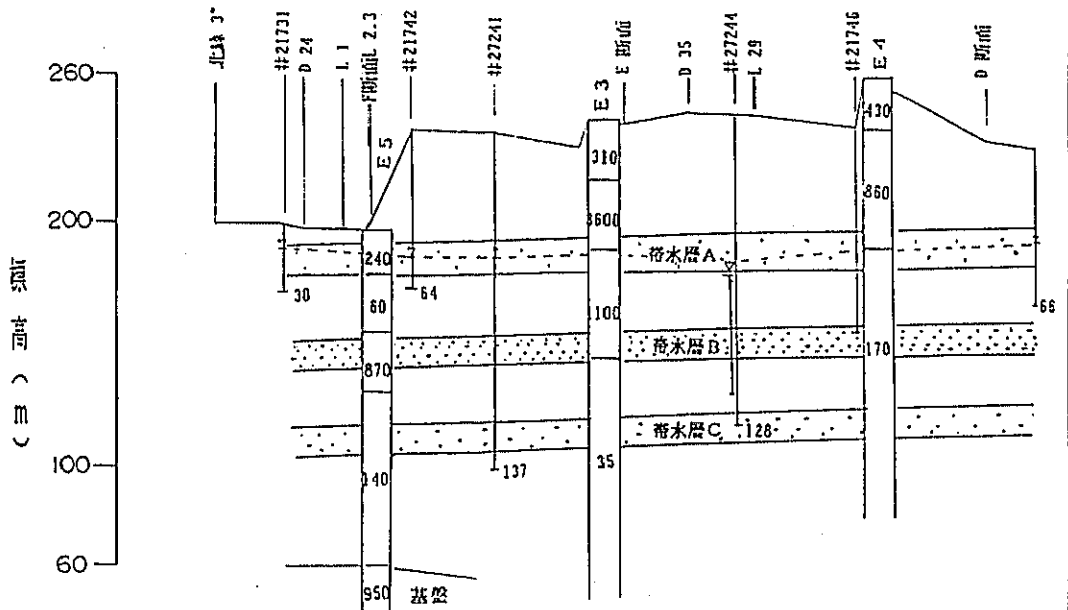
C 断面

凡例 单位: Ωm

- E-1 ← 电探测定番号
- 350 ← 比抵抗値
- # ← 既存井戸番号
- 3 ← 水位
- 48 ← 井戸深度(m)
- D-1 ← 計画井戸番号
- ← 自然水位



B 断面



A 断面

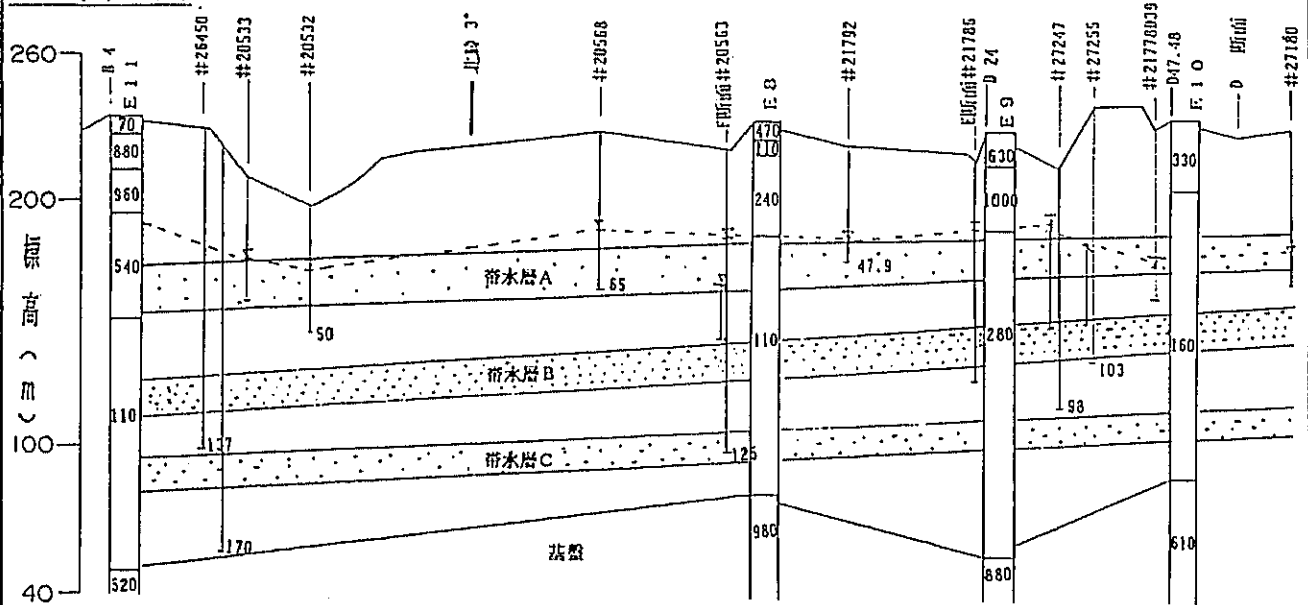
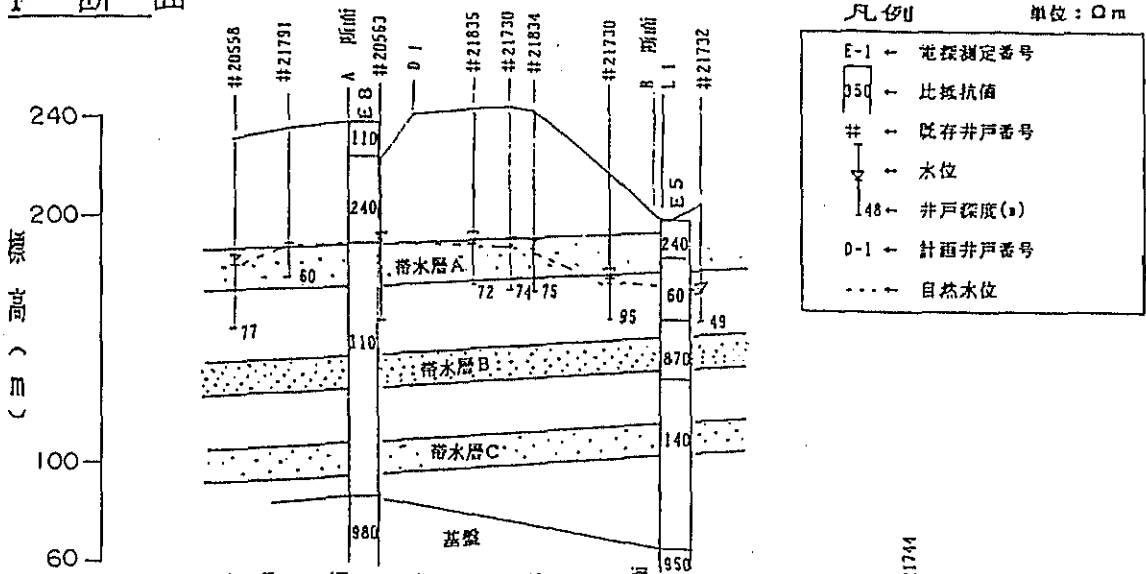
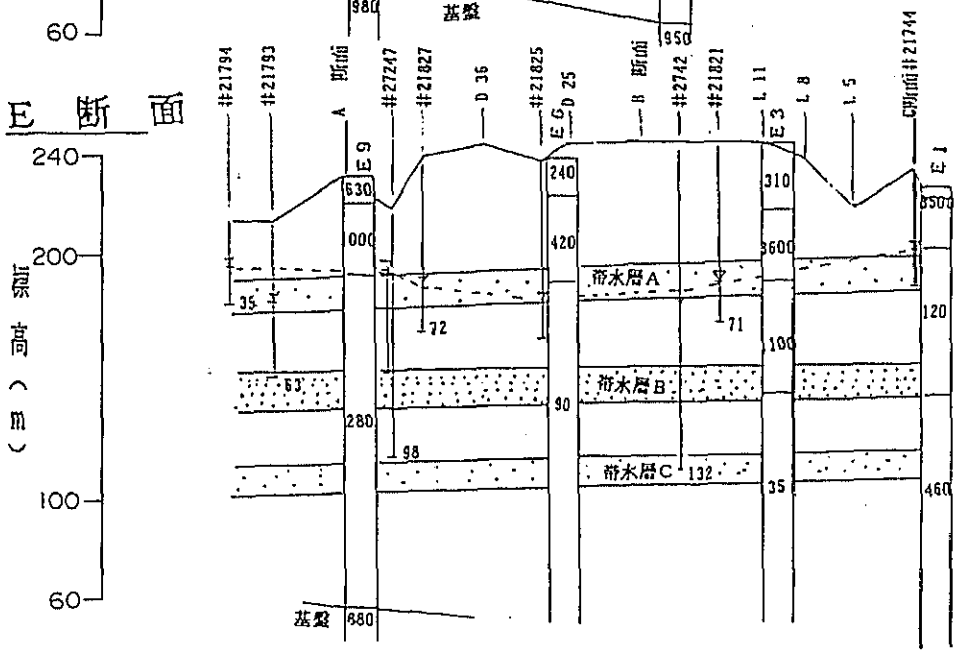


图 3-14 N - S 方向地层断面图

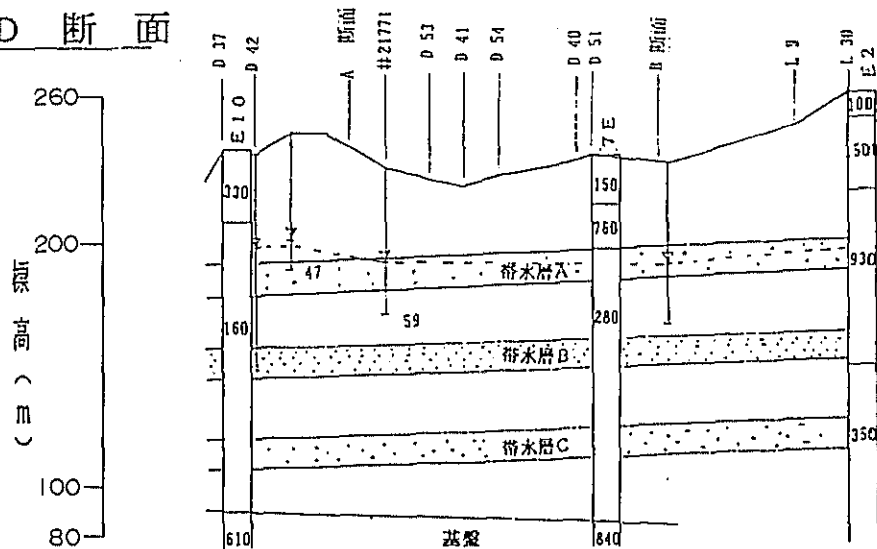
F 断面



E 断面



D 断面



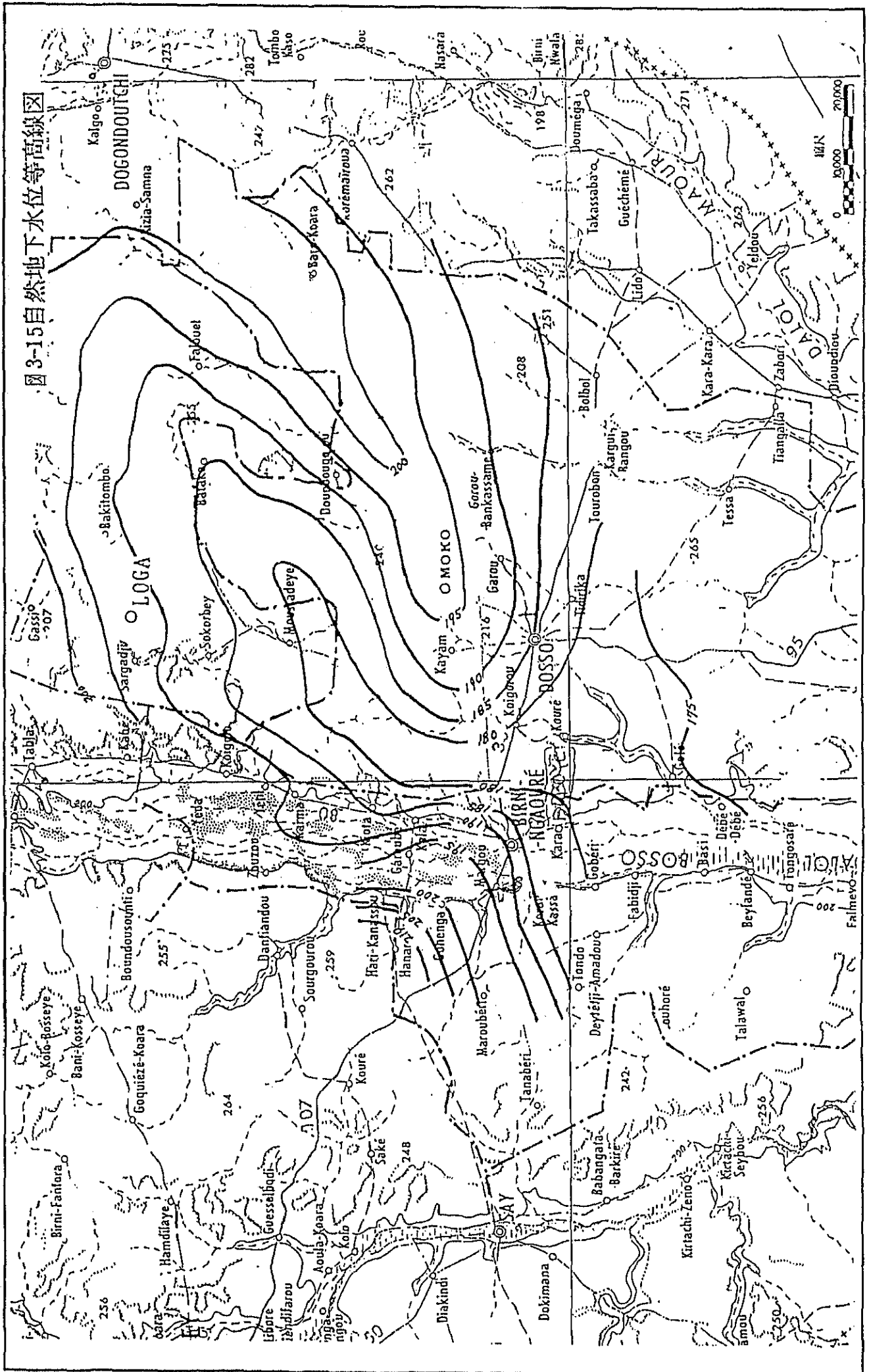
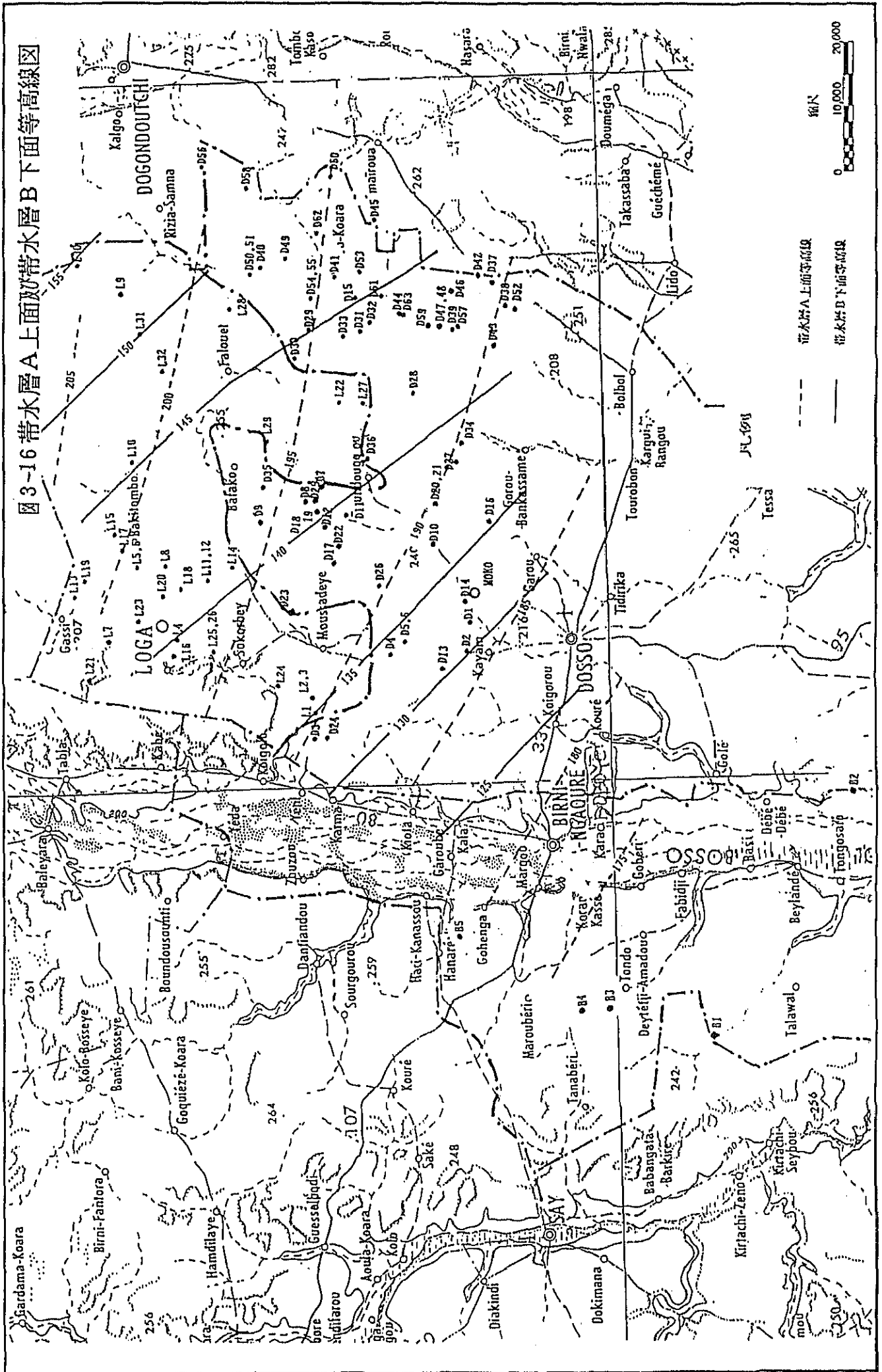


图 3-15 自然地下水位等高线图

圖 3-16 帶水層 A 上面砂帶水層 B 下面等高線圖



帶水層 A 上面等高線

帶水層 B 下面等高線

縮尺



3-3-3 水質

調査対象村落の地下水源の水質を把握するため、対象村落周辺の既存井戸の32ヶ所の水質調査（電気伝導度及びPH値）を行い、且つDosso地区の既往の水質試験データを収集した。

対象地域での水質は、WHOの基準に照してみると、概ね次のようなことがいえる。

- 1) 地表付近や滞水層中に堆積している微細土の混入のため、特に浅井戸の濁度が高い。
- 2) 水素イオン濃度は、5.1~7.3でやや酸性のものが多い。
- 3) 電気伝導度は浅井戸で40~500 μ s/cm、深井戸で30~115 μ s/cmでかなり高い値を示している。
- 4) アンモニアNH₃は、深井戸は許容値内にあるが、浅井戸では半数が許容値を越えている。
- 5) 鉄分含有量は、一部基準を越えているが概ね良好である。

以上のことより、用水源として深井戸はほぼ適合するが、浅井戸には問題点が認められる。しかし、この差は浅井戸の構造上からの二次的汚染によるものと思われるので、衛生面から「井戸の周辺を清潔にすること」、「家畜を井戸に近づけないこと」等を徹底指導すれば許容値内に抑えることが可能であると思われる。

表3-6 ドゥソン地区浅井戸の水質検査結果

VILLAGE		CO ₂ mg/l	cond μs/cm	AH ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	Fe mg/l	Fetot mg/l	c mg/l	SO ₄ mg/l	K mg/l	Co mg/l	Mg mg/l	durcte totale mg CaCO ₃ l	res susp mg/l	pH
SINGUIBOSSEYE	P.T.	38	120	0.323	30.8	0.165	0	0.03	4	-	1.9	4.52	0.90	15	25	5.75
NA IFADA	P.T.	44	400	1.419	140.8	0.908	0.03	0.05	17	0	4	34.8	8.262	124	30	5.6
KOASSEY	P.T.	22	45	0.168	3.080	0.033	0.04	0.08	1.2	0	1.4	3.8	2.795	21	25	6.5
BARIGUKO	P.T.	26	60	0.903	15.4	0.297	0.04	0.05	2.2	5	1.9	4.32	0.292	12	25	5.6
TOROSSO	P.T.	46	70	0.74	9.68	0.116	0.02	0.13	3.8	-	3.5	6.4	2.43	26	70	5.0
DOMBOSEDEYE	P.T.	56	190	0.839	88	0.66	0	0.27	2.8	2	4.5	21.6	4.86	74	25	5.15
MARE ZANGUINA	P.T.	48	40	0.194	1.76	0.017	0.02	0.27	1.1	-	1.4	2.92	1.142	12	25	5.6
WONKODEYE DEYIGUI	P.T.	50	60	0.129	11	0.099	0.05	0.07	1.2	5	1	3.48	1.531	15	25	5.65
GAROU	P.T.	33	350	0.181	550	0.66	0.02	0.03	7.3	4	3.5	27.6	8.019	102	30	6.2
KOUNTOUDEYE	P.T.	36	250	0.323	506	0.396	0.02	0.4	5.2	-	1.2	22	7.131	12	50	5.75
KOLOUMBON	P.T.	106	300	5.16	123.2	1.24	0.2	0.43	3.2	5	5.5	13.6	1.215	39	70	4.12
GAFIEDEYE	P.T.	44	165	0.284	26.4	0.396	0.05	0.28	3.2	-	1.4	10.4	1.458	32	0	5.8
SOROKO DEYTEGUI	P.T.	42	45	1.032	9.88	0.429	0.02	0.22	1.2	-	1.2	2.32	2.236	15	75	5.6
SOROKO	P.T.	44	250	0.71	88	0.528	0	0.04	11.9	0	5.5	24	5.346	82	50	5.75

表3-7 ドゥッソ地区深井戸の水質検査結果

VILLAGE	N°C mg/l	CO ₂ mg/l	cond μs/cm	AH ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	Fe mg/l	Fetot mg/l	c mg/l	SO ₄ mg/l	K mg/l	Co mg/l	Mg mg/l	durcte totale mg CaCO ₃ l	res susp mg/l	pH
NGUIBOSSEYE I	170	64	80	0.065	3.52	0.026	0.09	0.12	5	-	5	1.08	0.802	6	25	5.45
NGUIBOSSEYE II	171	62	60	0.09	3.96	0.056	0.05	0.18	4	-	1.1	3.2	1.702	15	25	5.6
NAKIFADA I	172	56	115	0.258	7.92	0.026	0.08	0.20	1.5	2	3.9	6.4	1.458	22	40	6.1
NAKIFADA II	173	46	90	0.052	2.2	0.026	0.08	0.16	11	5	1.3	0.84	0.948	6	10	5.65
NAKIFADA III	174	52	35	0.026	0.86	0.023	0.12	0.24	3	-	1	1.04	2.041	11	20	5.35
NAKIFADA IV	175	56	90	0.052	1.32	0.017	0.04	0.05	11	3	1.5	0.88	1.652	9	20	5.8
KOASSEY	176	30	50	0.903	3.080	0.026	0.25	0.37	0.2	0	1.1	3.8	1.823	17	20	5.85
BARIGUIKO	183	65	35	0.116	1.76	0.023	0.03	0.04	0.6	5	0.8	3.4	2.552	19	10	5.65
TORUSSO	178	50	30	0.052	3.52	0.023	0.02	0.10	0.3	0	1.4	2.68	1.531	13	0	5.5
DOMBOSSEYE	179	66	40	0.013	3.52	0.023	0.12	0.20	0.1	4	4.2	5.2	1.215	18	10	5.5
NARE ZANGUINA	180	68	60	0.077	3.52	0.013	0.2	0.38	1	0	1.3	2.6	1.094	11	5	5.45
NONKODEYE DEYTEGOI	182	54	40	0.065	3.08	0.026	0.05	0.07	0.5	0	1.2	3.2	1.215	13	10	5.75
GAROU	187	44	70	0.077	4.4	0.026	0.02	0.04	2.8	5	1.2	4.56	1.118	16	20	5.9
KO TOUDEYE	189	62	80	0.052	132.2	0.059	0.13	0.22	1.4	3	0.8	3.4	3.767	24	20	5.4
KOLOUMBOU	116	62	70	0.065	2.2	0.026	0.05	0.08	0.3	0	1.1	1.96	1.239	10	0	5.45

3-4 社会環境

Dosso県の県庁所在地であるDossoは首都Niameyから、140kmの距離にあり、隣接国ナイジェリアとベナンとの交流の拠点として、社会的にも経済的にも重要な位置を占めている。

市内には県庁、郵便局、病院、学校、市場、競技場等の公共施設が設けられ、又地域開発の拠点として水利環境省のDosso事務所をはじめとする政府各省庁の出先機関が置かれている。

市内には上水道施設があり、周辺都市部（郡庁所在地）も順次整備されており、現在Gayaで建設中である。

電気はDosso、Doutchi及びGayaの3ヶ所の発電所とナイジェリアからの送電線があり、市内及びその周辺部に配電されている。しかし、今回調査対象の村落には電気は全く無い。

電話はNiameyとDossoの間に設けられているが、回線不足から通話状況はあまり良くないようである。郵便サービスは県庁・郡庁所在地で受けられるが、戸別集配サービスは現在のところは行われていない。

Dosso県の交通・運輸の主要ルートはNiameyとDossoを連絡する国道1号線であり、Dosso東方Tahoua・Agadezに繋がっている。又、Dossoで分岐し、Gayaに至る国道7号線で、ナイジェリア国及びベナン国に連絡している。いずれも幅員6.0～7.0mで、アスファルト舗装道路である。

国道1号線と調査対象地域のLoga、Dosso、Boboye3郡の主要集落を連絡する主要地方道は、幅員6.0m程度で、ラテライトで被覆されている。比較的維持管理状況は良好で、年間を通じて通行可能である。

主要地方道と対象村落を連絡する道路は自然発生的な土漠道路のため未整備であり、雨期には通行困難か、あるいは不能となる。

3-5 当該セクターの概要

3-5-1 実施機関

1) 水利インフラ局Dosso事務所

1983年以来、各県に順次水利インフラ局の地方事務所が設立されて来た。これは地方住民と緊密な連携を保ち、地方に根ざした問題点を抽出し、最も適合した水利行政を実施することを狙いとしたものである。地方事務所は自治制であり、上位機関の計画の枠内で、その地方に於ける開発計画に責任を負うことになる。Dosso事務所でも本局と同様に地下水開発計画には主に水資源課と水利インフラ課が係り、それぞれの役割を担当する。

2) OFEDES Dosso事務所

OFEDESの出先機関であり、Dosso管内に於ける井戸建設工事を担当する。浅井戸に関しては表2-1、表2-2に示す人材及び機材を有し、工事遂行能力は非常に高い。深井戸に関しては、人材及び機材はNiamey 本局に属しており、工事があれば派遣される体制となっている。Dosso管内でも相当数の深井戸がOFEDESによって建設されており、今のところ上記体制で問題はないようである。

機材の維持管理はDosso事務所内に機材庫、修理棟、部品管理庫を保有し、Dosso事務所独自で行っている。部品の在庫管理は整然と行われており、機材供与が行われても何ら問題はないものと思われる。

3-5-2 村落給水の状況

Dosso県の村落給水のための井戸建設は1985年末時点で達成率45%であったが、外国の協力でこの約4年間で993本の井戸が建設されており、1989年10月1日時点では達成率68%に向上している。

しかしながら本計画対象村落は台地部にあって地下水位が深く、地下水開発が遅れており、住民は伝統井戸に頼った生活となっている。伝統井戸は人力素掘り井戸であり、井戸底が浅く且つ度々井戸壁の崩壊を繰返すため、給水は不十分で不衛生である。中には水面まで70~80mの深さの井戸もあり、しかも人力汲上げであるので生活用水を取得するのに重労働を強いられている事例もある。又枯渇寸前で泥水を汲上げているような状況の井戸もある。計画対象村落

の合計人口41,429人に対し近代的井戸は現在50本しか無くその達成率は30%で、比較的達成率の高い村落との格差が大きくなっている。

近年は地下水位の深い地点での地下水開発が多くなっているため、深井戸が多く建設される傾向にあり、人力ポンプも設置される。Dosso県内では1990年3月現在8タイプ752台の人力ポンプが設置されている。人力ポンプは女性や子供を水汲みの重労働から解放するのに役立っているが、常に故障の問題がつきまとい、現在752台のうち40%程度が放置され、伝統井戸からの取水を余儀無くされている。

3-5-3 地下水開発計画

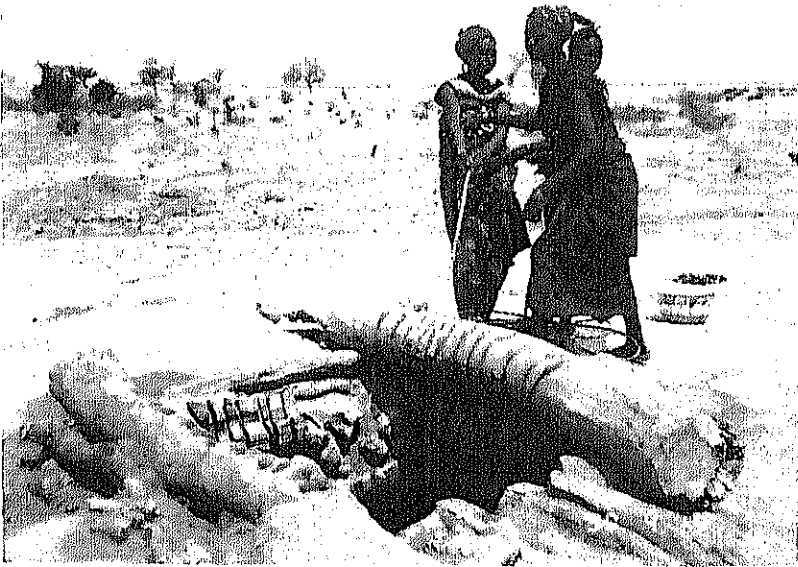
Dosso県に於ける地下水開発計画は、地下水開発関係外国援助プロジェクトに帰結する。その状況は表-3-8の通りであり、本プロジェクトが重複しないように割振られている。

表 3-8 Dosso県地下水開発関係外国援助プロジェクト

プロジェクト名	援助機関	実施機関	期 間	総額 (US \$)	1987年支出
FORAGES DE PUIITS A DOSSO, PHASE II	ベルギー		1986~1989	2,666,300	1,649,258
HYDRAULIQUE VILLAGOISE ET FORAGES	イタリア	INC	1987~1990	27,000,000	10,000,000
EXPLPRATION DES EAUX SOUTERRAINES	日 本	JICA	1988~1989		1,792,000
NE/00/032 HYDRAUL IQUE VILLAGOISE	オランダ	CON. EN	1981~1999	10,066,326	2,989,286
PROJET CREUSEMENT PUIITS VILLAGEOIS	E E R N		1987~1991	1,304,585	0
PEHABILITATION PUIITS, MARES, BAS-FONDS	L W R		1988~1989	13,071	2,842

日本の援助プロジェクトはDogondoutchi 郡に30本の浅井戸を建設するものであり、既に完了している。

現行の援助プロジェクト全てが完了する1991年には合計井戸本数が2,699本となり、達成率は75%になる。



伝統井戸

Puits traditionnel



OFEDES 型 浅 井 戸

Puits de type OFEDES



人力式ポンプ付深井戸

Forage à pompe manuelle

3-6 水系疾患

ニジェール国の最新の病気資料は、1982年の厚生省の報告書に公表されている。同報告書による水系疾患は、マラリヤ、結腸炎とトラコーマ、ねむり病 (Trypanosomiasis) である。

マラリヤ 1982年の患者数は407,105人あり、内死者は163人であった。

結腸炎とトラコーマ..... 対象人口の8%に当る27万人の診察が行われている。

ねむり病 9,931人が報告されている。

Trypanosomiasis Dosso 郡を除く全国で報告されている。多い順ではArlit 2,094人、Agadez 1,996人、Tchintabaraden 1,795人、Filingue (対象地域) 746人が報告されている。

泌尿器系住血吸虫 1982年の診察例は12,950人であるが、半数はNiamey県が占める。各県別の発生数を以下に示す。

Agadez	860 人
Diffa	703 人
Dosso	1,220 人
Maradi	1,610 人
Niamey	6,057 人
Tahoua	1,510 人
Zinder	984 人
計	12,950 人

メジナ虫病 全国で 1,530人の報告例がある。主要な発生地と発生数 (Guinea worm) を以下に示す。

Bouza	307 人
Myrrah	226 人
Gouye	172 人
Tera	169 人
Tillabery	104 人
計	1,530 人

回旋糸状虫症 年度別のデータは、1979年79人、1980年54人、1981年58人、1982年31人である。対象地域については1982年に Dosso 郡 1人の報告がある。

第 4 章 計画の内容

第4章 計画の内容

4-1 計画の目的

ニジェール国は、ニジェール河沿岸を除く国土の大部分が慢性的水不足に悩まされており、住民は劣悪なる生活を強いられている。さらに、近年猛威をふるった旱魃により、地方農民の都市集中化を余儀なくされ、ひいては砂漠化の助長につながっており、事態の早急な解決をニジェール国政府は求められている。

このような状態のなかで、ニジェール国政府は、経済・政治的な援助を行って地方農民の定着化を図ろうとしており、特に水問題は、生活基盤の最も重要な課題であり、その解決のために地下水開発計画を最優先策として、ニジェール国政府は経済・社会開発5ヵ年計画（1987～1991年）を策定し、水分野に関する目標として

- ① 1人1日当り25ℓの生活用水の確保
- ② 社会開発のための水源の管理

を挙げ、国家5ヵ年計画に基づき事業を実施中である。しかし、ニジェール国政府の財政事情から、独自で地下水開発を達成することは困難であると判断し、目標を達成するために、ニジェール国政府はDosso県の内Dosso, Loga, Boboyeの3郡を対象とする100本の井戸建設計画を策定し、我国に対して100本の井戸建設の要請をしてきたものである。

本計画の目的は、同計画の妥当性・計画内容・実施運営計画・関連計画とその関係・重複等を検討し、計画の実施に必要な井戸建設用資機材の調達及び井戸建設工事を策定することである。

4-2 要請内容の検討

4-2-1 計画の妥当性・必要性の検討

ニジェール国政府の計画は、対象地域としてDosso県のDosso郡、Loga郡、Boboye郡のうちから、90村落を選定し、受益対象者（41,429人）に1人当り25ℓ/日の給水を目的とする井戸の建設を計画している。また、給水施設のメンテナンスは、受益住民による維持管理体制を採用している。

ニジェール国政府が選定した対象村落は、1990年4月現在の給水施設の達成率が約30%で、Dosso県の平均達成率68%に比較して非常に低く、村落住民の用水確保が非常に困難な村落である。

この計画が実施された場合、対象村落住民は、清潔な地下水を水源とする生活用水が常時安定供給され、旱魃や乾期の水不足問題及び不衛生な飲料水に起因する水系疾病の大幅な減少が期待され、農民の生活の安定と向上・村落の定着化・保健衛生環境の改善・非生産的な労働からの開放等に大きく寄与すると共に、社会・経済開発を促

進するものと考えられる。

本計画は、用水確保が困難な村落住民を対象とし、対象村落住民の生活の改善に緊急性があること、受益住民の資金と人材・技術で維持管理・運営する体制を採用していること、ニジェール国5ヵ年計画の目標に準拠していること、日本の無償資金協力の制度により、特段の困難なく実施可能な計画であること及び本計画の実施により裨益効果として給水施設の達成率が表4-1に示すように約89%まで上昇するものと推定されることから、本計画は必要かつ妥当性があると判断される。

表4-1 対象村落の給水施設の達成率(1990年4月現在)

郡	地区名	人口	必要井戸 本数 (本)	既存井戸 本数 (本)	計画井戸 本数 (本)	給水施設の達成率(%)	
						現在	計画後
Dosso	MOKKO	9,477	38	11	26	28.9	97.4
	TOMBO KOIREYE I	3,597	15	4	10	26.7	93.3
	TOMBO KOIREYE II	10,414	42	7	27	16.7	81.0
小計		23,488	95	22	63	23.2	89.5
BOBOYE	FAKARA	2,900	12	7	5	58.3	100.0
LOGA	SOKONDE LOGA FAIOWEL	15,041	61	21	32	34.4	86.9
計		41,429	168	50	100	29.8	89.3

※ 必要井戸数=人口/250人として算出
給水施設の達成率=井戸本数/必要井戸本数

4-2-2 実施・運営計画の検討

本計画の実施機関は水利環境省が総括責任者であり、プロジェクト実施の監督は水利環境省の水利インフラ局(現場の監督はDosso県水利局が代行)、実質的な井戸建設工事は水利環境省の下部組織である地下水開発公社(OFEDES)が日本国籍業者の下請業者となり、施工を担当する計画となっている。

また、井戸完成後は、水利インフラ局の指導に基づいて各村落ごとに村落住民の中から給水施設の維持管理を目的とする井戸管理要員5名を選任して設立する井戸管理委員会に引き渡され、井戸の維持管理を自主運営する制度となっている。

水利環境省は、これまでに我国の経済援助を3回経験していることから、無償資金協力のシステムを十分理解しており、本計画を遂行するのに支障のない組織とスタッフを備えているが、財政難から通常経費の予算以外の本プロジェクト実施のための特

別の予算計上はされていない。また、井戸の維持管理については、各村落毎に井戸管理委員会（構成メンバー5名）を設立し、その費用は50,000CAF/1本/年と見積もられ、各村落が負担することとなっているが、今回の調査では、対象地域内で維持管理がなされず放棄されている深井戸が数多く認められ、実際には現金収入の乏しい村落住民から集金することは難しく、メンテナンス技術不足も重なって故障した場合、そのまま放棄されているものと推察される。

従って、本プロジェクトの実施に当たっては、水利インフラ局の本プロジェクト監理の必要経費として、人件費以外の通信費・車輛用燃料費・及び井戸の維持管理費の一時負担あるいは費用の貸出しやメンテナンス技術指導を含めた特別予算措置が必要になるものと考えられる。

一方、OF E D E Sは全国的に整備された組織・熟練技術者・実績・資機材・修理工場・保管倉庫等を所有している大きな公社であり、井戸建設に関しては技術的に信頼できる実施機関である。ただし、プロジェクトの進行については、優れたコーディネーターが必要で、技術・地域社会的事項（井戸位置の最終決定・施工管理等）に関しては、日本人技術者が直接指導・指揮する必要がある。

4-2-3 類似計画及び国際機関等の援助計画との関係・重複等の検討

Dosso県に於ける地下水開発分野の外国援助については、前述した通りであるが、1990年4月現在において実施中の地下水開発プロジェクトは、GAYA郡・BOBOYE郡・LOGA郡・DOSSO郡を対象とするオランダのプロジェクト、アルジェリア・イスラム開銀のプロジェクトの2つのプロジェクトであり、これらのプロジェクトは現在予定通り進行中で、本年（1990年）6月には完了予定となっている。

これらの、プロジェクトの対象村落は、いずれもDOSSO郡北部を対象とした本プロジェクトの対象村落とは無関係であり、これまでの地下水開発プロジェクトからとり残された給水普及率の低い村落が本プロジェクトの対象となっている。

また、DOSSO県における1991年以降の地下水開発プロジェクトの計画は、本プロジェクトのみであり、類似計画や国際機関等の援助計画はないことから、本プロジェクトとの重複はないものと判断される。

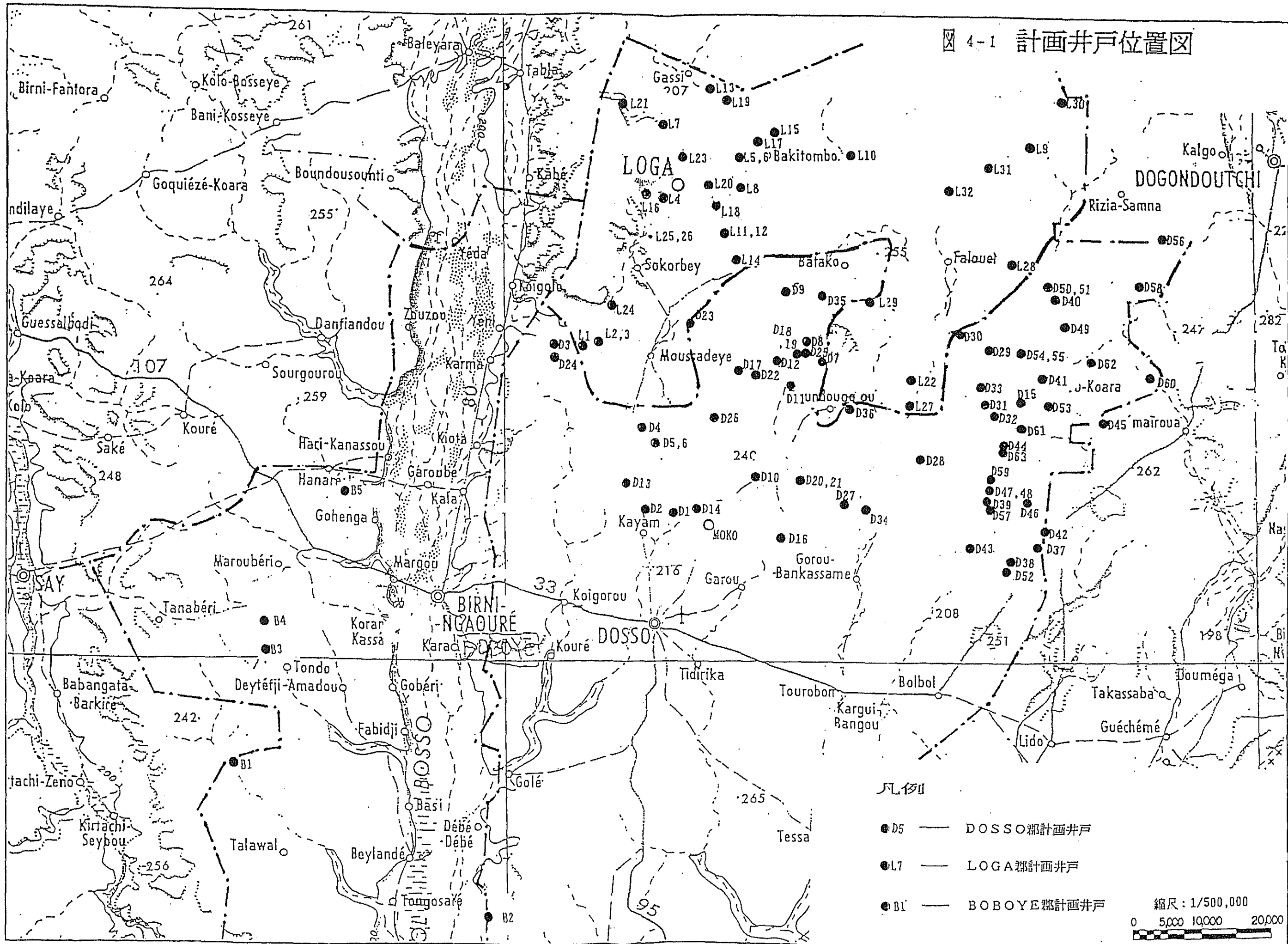
4-2-4 要請施設・機材の内容検討

ニジェール国政府の要請内容は前述した通りであるが、以下に主要な施設・機材の必要性・使用目的等について検討する。

(1) 計画井戸位置及び井戸本数

計画井戸位置及び井戸本数は、対象地域であるDOSSO県のDOSSO郡・LOGA郡・BOBOYE郡の3郡の各村落の現地要望データを基に、以下に示す選定方法と選定基準により選定されている。

図 4-1 計画井戸位置図



縮尺：1/500,000
0 5,000 10,000 20,000

〔 選定方法 〕

各村落住民の要望→各村長が要望データ整理・提出→各郡長が要望データチェック・提出→各県知事が最終データチェック・提出→水利環境省水資源局・水利インフラ局が現地調査を行って井戸位置及び井戸本数を選定している。

〔 井戸選定基準 〕

- i) 井戸の掘削深度が深く、伝統井戸の建設が困難な村落を優先する。
- ii) 井戸を所有せず、生活用水の確保に苦勞している村落を優先する。
- iii) 水運搬距離が5 km以上の村落を優先する。
- iv) 村落住民の人口を重視し、井戸建設は250人／本を目標とする。
- v) 村落住民の要望理由を参考にする。

ニジェール国側の計画井戸位置及び井戸本数は、上記選定方法・選定基準によって優先順位を決め、90村落に100本の井戸を選定しており、対象村落の人口及び既存井戸の本数等からチェックしたが選定基準に合致しており妥当であると判断される。

井戸建設を担当する側から考えると、井戸建設位置が広範囲な地域に散在していることより、限定された範囲に集中している方が望ましいが、生活用水の確保に困窮している村落が数多くあり、地域社会開発に格差をつけないことを国家計画の施策としているニジェール国側の事情を考えると、井戸建設が広範囲な地域に散在していることは現状ではやむをえないことである。

(2) 井戸タイプ

ニジェール国側の井戸タイプの選定は、既存の井戸掘削データや地下水調査の結果から、対象地域の地下水位分布状況を把握し、この基礎資料を基にして水理地質構造・井戸性能を考慮することにより、地域に適合した井戸タイプを決めることとしている。

具体的な選定方法としては、地下水位が40m以上の地域では人力掘削による困難度よりOFEDDES型井戸から人力式ポンプ付深井戸へ、地下水位が60m以内では認められず、被圧地下水が分布している地域ではPuits-Forage型複合井戸を選定している。

以上の選定方法によって、井戸タイプは次のような3種類と井戸本数が計画されている。

・ OFEDDES型浅井戸	: 41本	} 合計100本
・ 人力式ポンプ付深井戸	: 54本	
・ Puits-Forage型複合井戸	: 5本	

ニジェール国の井戸タイプの選定方法は、本プロジェクトのみならず、ニジェール国内の他プロジェクトでも採用している統一した方法であり、妥当であると判断される。

なお、OFEDDES型浅井戸は多数の人が同時にロープ・滑車を使用して揚水出来るこ

と及び維持管理が容易で、村落住民にとっては経済的であることから、住民の要望が高い。また、5m程度の人力掘削の延長は大きな工事の障害にならないことを考慮に入れ、地下水位が45mまでをOFEDDES型浅井戸にする計画とする。井戸タイプの選定の基礎資料となる水理地質については、今回の現地踏査・電気探査・既往井戸資料の収集・現況井戸の地下水位測定等の調査結果を整理・解析して対象地域の水理地質を把握した。対象地域の水理地質については、前述した通りである。ニジェール国側が計画した井戸タイプの基礎資料となった地下水位分布図は、11年前（1979年）に少ない既往井戸資料を基にして作成されたものであり、資料不足のため精度が悪く、マクロ的な地下水位分布状況を示しているものである。

以上のことから、井戸タイプは前述した選定方法により今回の調査結果を基にして作成した地下水位等高線図を基礎資料として検討することが妥当であると判断される。

井戸タイプの検討結果は以下の通りである（詳細は、表-4.2.3~14参照）。

- | | | |
|---------------------|-------|----------|
| ・ OFEDDES型浅井戸 | : 50本 | } 合計100本 |
| ・ 手動式ポンプ付深井戸 | : 46本 | |
| ・ Puits-Forage型複合井戸 | : 4本 | |

なお、BOBOYE部に選定された複合井戸（4本）の計画地は、被圧滞水層であるB・C層の地下水位がGL-30~60mとバラツキがあること及び既往資料では揚水可能量が少ないこと等から、被圧力が大きい滞水層と考えられている基盤に到達する深井戸と浅井戸の組み合わせを考えた。しかし、実際の被圧力が、複合井戸に適するかどうかは、現段階では確認出来ないため、被圧力が小さい場合には手動ポンプを設置する深井戸に変更することになる。

(3) 井戸深度

井戸深度については、ニジェール国の要請書に明示されていなかったが、今回の調査結果で把握した水理地質構造や地下水位を基に、井戸の能力を考慮して以下の方法で井戸深度を検討することが最善であると判断される。

- i) 浅井戸は、不圧（自然）地下水位+5mの深度とする（最大50m）。
- ii) 深井戸は、滞水層Bの下限まで到着する深度とする。
- iii) 複合井戸は、基盤に到達する深度(200m)の深井戸と、50mの浅井戸の組み合わせとする。

上記方法による井戸深度の検討結果は、表4-2~5に示す通りである（詳細は表4-6~14参照）。

表 4 - 2 井戸深度の検討結果

井戸タイプ	井戸本数 (本)	合計深度 (m)	平均深度 (m)
浅井戸	50	1,925	38.5
深井戸	46	5,008	108.9
複合井戸	4	深井戸 800 浅井戸 200	深井戸 200.0 浅井戸 50.0
合計	100	深井戸 5,808 浅井戸 2,125	深井戸 116.2 浅井戸 39.4

表 4 - 3 浅井戸数量表

地域名	井戸深度(m)	井戸本数(本)	合計深度(m)
DOSSO	20	1	20
	25	1	25
	30	1	30
	35	6	210
	40	6	240
	45	5	225
	50	10	500
	小計	30	1,250
LOGA	20	3	60
	25	1	25
	30	2	60
	35	8	280
	45	3	135
	50	2	100
	小計	19	660
BOBOYE	15	1	15
合計		50	1,925

表4-4 深井戸数量表

地域名	井戸深度 (m)	井戸本数 (本)	合計深度 (m)	スクリーン数量 (m)	ケーシング数量 (m)	揚水パイプ (m)	ポンプ台数
DOSSO	100	1	100	20	80	80	1
	104	6	624	120	504	480	6
	108	12	1,296	240	1,056	960	12
	112	13	1,456	260	1,196	1,040	13
	116	1	116	20	96	80	1
	小計	33	3,592	660	2,932	2,640	33
LOGA	100	3	300	60	240	240	3
	104	0	0	0	0	0	0
	108	4	432	80	352	320	4
	112	3	336	60	276	240	3
	116	3	348	60	288	240	3
	小計	13	1,416	260	1,156	1,040	13
合計	46	5,008	920	4,088	3,680	92	
備考				20m/本		80m/本	

表4-5 複合井戸数量表

地域名	井戸形式	井戸深度 (m)	井戸本数 (本)	合計深度 (m)	スクリーン数量 (m)	ケーシング数量 (m)	備考
BOBOYE	複合井戸用 浅井戸	50	4	200	0	0	
	複合井戸用 深井戸	200	4	800	80	720	
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・スクリーン数量は20m/本 ・被圧地下水位が低い場合は、揚水パイプ80m/本及びポンプが必要 						

表4-6 計画井戸のタイプ及び深度検討結果表 (DOSSO郡)

井戸番号	地盤高 (m)	水位 標高(m) 深度(m)	滞水層A上面 標高 (m) 深度 (m)	滞水層B下面 標高 (m) 深度 (m)	(○印は計画井) (*印は既存井) 井戸型式	井戸深度 (m)
D-1	238	193 45	186 52	132 106	○*浅井戸 *深井戸 複合井戸	112
2	235	192 43	186 49	130 105	○浅井戸 深井戸 複合井戸	50
3	198	184 14	189 9	133 65	○浅井戸 深井戸 複合井戸	20
4	242	181 61	188 54	134 108	○浅井戸 深井戸 複合井戸	112
5 6	242	183 59	188 54	134 108	○浅井戸 深井戸 複合井戸	112
7	245	187 58	193 52	140 105	○浅井戸 深井戸 複合井戸	112
8	245	185 60	193 52	140 105	○浅井戸 深井戸 複合井戸	112
9	245	183 62	196 49	141 104	○*浅井戸 *深井戸 複合井戸	108
10	240	195 45	189 51	136 104	○*浅井戸 *深井戸 複合井戸	108
11	238	186 52	192 46	139 99	○*浅井戸 *深井戸 複合井戸	104
12	244	184 60	193 51	139 105	○浅井戸 深井戸 複合井戸	112
13	242	188 54	186 56	130 112	○*浅井戸 *深井戸 複合井戸	116
14	238	196 42	187 51	133 105	○*浅井戸 *深井戸 複合井戸	112

表4-7 計画井戸のタイプ及び深度検討結果表 (DOSSO郡)

井戸番号	地盤高 (m)	水位 標高(m) 深度(m)	滞水層A上面 標高(m) 深度(m)	滞水層B下面 標高(m) 深度(m)	(○印は計画井) (*印は既存井) 井戸型式	井戸深度 (m)
15	228	201 27	193 35	145 83	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	40
16	234	195 39	187 47	135 99	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	50
17	244	181 63	192 52	138 106	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	112
18 19	243	185 58	193 50	140 103	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	108
20 21	241	196 45	190 51	137 104	*浅井戸 ○ 深井戸 複合井戸	108
22	244	183 61	192 52	138 106	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	112
23	238	182 56	193 45	138 100	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	104
24	200	184 16	189 11	132 68	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	25
25	245	186 59	193 52	141 104	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	108
26	244	183 61	190 54	136 108	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	112
27	235	196 39	189 46	138 97	○*浅井戸 *深井戸 複合井戸	50
28	220	197 23	192 28	142 78	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	30
29	247	201 46	195 52	145 102	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	108

表4-8 計画井戸のタイプ及び深度検討結果表 (DOSSO郡)

井戸番号	地盤高 (m)	水位 標高(m) 深度(m)	滞水層A上面 標高(m) 深度(m)	滞水層B下面 標高(m) 深度(m)	(○印は計画井) (*印は既存井) 井戸型式	井戸深度 (m)
30	240	197 43	196 44	144 96	○ 浅井戸 *深井戸 複合井戸	50
31	243	201 42	195 48	144 99	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	50
32	225	200 25	193 32	144 81	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	35
33	240	202 38	194 46	144 96	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	50
34	222	194 28	190 32	133 89	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	35
35	245	184 61	196 49	142 103	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	108
36	245	195 50	192 53	141 104	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	108
37	230	188 42	191 39	143 87	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	50
38	230	188 42	189 41	142 88	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	50
39	230	193 37	191 39	142 88	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	45
40	233	201 32	197 36	148 85	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	40
41	225	202 23	194 31	146 79	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	35
42	237	189 48	191 46	143 94	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	100

表4-9 計画井戸のタイプ及び深度検討結果表 (DOSSO郡)

井戸番号	地盤高 (m)	水位 標高(m) 深度(m)	滞水層A上面 標高(m) 深度(m)	滞水層B下面 標高(m) 深度(m)	(○印は計画井) (*印は既存井) 井戸型式	井戸深度 (m)
43	240	191 49	189 51	141 99	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	104
44	230	193 37	192 38	143 87	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	45
45	248	194 54	193 55	147 101	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	108
46	245	192 53	192 53	142 103	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	108
47 48	220	194 26	192 28	142 78	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	35
49	233	202 35	196 37	143 90	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	40
50 51	236	201 35	198 38	143 93	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	40
52	230	188 42	189 41	142 88	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	50
53	235	200 35	193 42	146 89	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	45
54 55	245	202 43	195 50	146 99	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	104
56	258	198 60	200 58	153 105	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	112
57	230	193 37	191 39	142 88	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	45
58	258	198 60	198 60	151 107	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	112

表4-10 計画井戸のタイプ及び深度検討結果表 (DOSSO郡)

井戸番号	地盤高 (m)	水位 標高(m) 深度(m)	滞水層A上面 標高(m) 深度(m)	滞水層B下面 標高(m) 深度(m)	(○印は計画井) (*印は既存井) 井戸型式	井戸深度 (m)
59	225	196 29	192 33	143 82	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	35
60	235	194 41	195 40	149 86	○浅井戸 深井戸 複合井戸	50
61	235	198 37	193 42	144 91	○浅井戸 深井戸 複合井戸	45
62	245	197 45	195 50	147 98	○浅井戸 深井戸 複合井戸	104
63	230	194 33	192 38	143 87	○浅井戸 深井戸 複合井戸	40

表4-11 計画井戸のタイプ及び深度検討結果表 (LOGA郡)

井戸番号	地盤高 (m)	水位 標高(m) 深度(m)	滞水層A上面 標高(m) 深度(m)	滞水層B下面 標高(m) 深度(m)	(○印は計画井) (*印は既存井) 井戸型式	井戸深度 (m)
L-1	198	183 15	190 8	135 63	○浅井戸 深井戸 複合井戸	20
2 ・ 3	198	183 15	191 7	135 63	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	20
4	212	192 20	197 15	140 72	○浅井戸 深井戸 複合井戸	25
5 ・ 6	220	193 27	198 22	142 78	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	35
7	235	198 37	194 41	141 94	○*浅井戸 *深井戸 複合井戸	45
8	235	189 46	198 37	142 93	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	100

表4-12 計画井戸のタイプ及び深度検討結果表 (LOGA部)

井戸番号	地盤高 (m)	水位 標高(m) 深度(m)	滞水層A上面 標高(m) 深度(m)	滞水層B下面 標高(m) 深度(m)	(○印は計画井) (*印は既存井) 井戸型式	井戸深度 (m)
9	247	197 50	203 44	152 95	*浅井戸 ○*深井戸 複合井戸	100
10	251	192 59	201 50	145 106	*浅井戸 ○*深井戸 複合井戸	112
11 12	245	187 58	197 48	141 104	浅井戸 ○*深井戸 複合井戸	108
13	230	201 29	201 29	143 87	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	35
14	247	185 62	196 51	141 106	○浅井戸 深井戸 複合井戸	112
15	222	193 29	201 21	143 79	○浅井戸 *深井戸 複合井戸	35
16	220	192 28	197 23	139 81	○**浅井戸 深井戸 複合井戸	35
17	220	197 27	200 20	143 77	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	35
18	215	187 26	197 18	141 74	○*浅井戸 深井戸 複合井戸	35
19	230	200 30	201 29	143 87	○浅井戸 深井戸 複合井戸	35
20	215	201 24	197 18	141 74	○浅井戸 深井戸 複合井戸	30
21	240	201 39	194 46	141 99	○浅井戸 深井戸 複合井戸	50
22	235	197 38	189 46	142 93	○浅井戸 深井戸 複合井戸	50

表4-13 計画井戸のタイプ及び深度検討結果表 (LOGA郡)

井戸番号	地盤高 (m)	水位 標高(m) 深度(m)	滞水層A上面 標高 (m) 深度 (m)	滞水層B下面 標高 (m) 深度 (m)	(○印は計画井) (*印は既存井) 井戸型式	井戸深度 (m)
23	243	193 50	198 45	141 102	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	108
24	230	183 47	192 38	137 93	*浅井戸 *深井戸 複合井戸	100
25 26	230	188 42	196 34	139 91	○*浅井戸 *深井戸 複合井戸	50
27	221	200 21	193 28	142 79	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	30
28	257	198 59	198 59	148 109	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	116
29	246	193 53	196 50	143 103	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	108
30	261	201 60	205 56	154 107	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	112
31	260	193 67	202 58	150 110	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	116
32	258	192 66	200 58	147 111	○ 浅井戸 深井戸 複合井戸	116

表4-14 計画井戸のタイプ及び深度検討結果表 (BOBOYE郡)

井戸番号	地盤高 (m)	水位 標高(m) 深度(m)	滞水層A上面 標高(m) 深度(m)	滞水層B下面 標高(m) 深度(m)	(○印は計画井) (*印は既存井) 井戸型式	井戸深度 (m)
B-1	235	180 55	170 65	50 185	浅井戸 *深井戸 ○複合井戸	50 200
2	178	174 4	170 8	50 128	○浅井戸 深井戸 複合井戸	15
3	245	188 57	174 71	50 195	浅井戸 深井戸 ○複合井戸	50 200
4	240	194 46	174 66	50 190	浅井戸 深井戸 ○複合井戸	50 200
5	240	208 32	180 60	50 190	浅井戸 深井戸 ○複合井戸	50 200

(4) 井戸建設チーム数

1) 浅井戸建設チーム

本計画の浅井戸建設工事を担当する地下水開発公社 (OF EDES) の浅井戸建設は、次の3チーム (A~C) によって実施されている。

A. 井戸掘削チーム

人力式ウィンチを使用して素掘りと地下水位までの井戸のコンクリート巻立を担当

実績 2~3本/年 (30~60mの井戸)

平均掘進長 10m/月

道路事情により雨期の3カ月位休業

人員構成 チーフ 1名

助手 1名

人夫 4名 (現地採用)

} 計6名

B. ストレーナー製作チーム

Aチームの作業完了後、地上部の給水施設とストレーナーの作成を担当

実績 平均2本/月の井戸を完成

人員構成 チーフ 1名

助手 1名

人夫 2名 (現地採用)

} 計4名

C. 仕上げチーム

牽引式デリックを使用してストレーナを設置し、井戸の完成を担当

実績 平均2本/月の井戸を完成

地下水位が低下する乾期の1~6月 (6カ月間) に作業を実施し、雨期及び地下水位の高い乾期には作業を中止する。

人員構成 チーフ 1名

機械工 1名

助手 1名

人夫 2名 (現地採用)

} 計5名

以上のチーム編成及び実績を考慮し、本計画に必要なチーム数を検討する。

[検討条件]

- i) 浅井戸50本及び複合井戸の浅井戸4本の合計掘削深度は2,125mとする。
- ii) 浅井戸の平均深度を40mとする。
- iii) 全体工期は、ニジェール国が計画している2年間とする。
- iv) 雨期の3カ月間を休業とする。
- v) 工事準備及び資機材調達の期間を6カ月とする。
- vi) 実働期間を12カ月とする。

- ii) 井戸掘削チームの平均掘進速度を10m/月、2.5本/年とする。
- iii) 浅井戸建設チームの編成比率はニジェール国側のチーム編成比率（A : B : C = 4 : 1 : 1）を採用する。

〔 検討結果 〕

- i) 必要井戸掘削チーム : $54 \text{本} \div 2.5 \text{本/年} = 22 \text{チーム}$
- ii) 必要浅井戸建設チーム : $22 \div 4 = 6 \text{チーム}$
- iii) 必要実働期間 : $(54 \text{本} \times 40 \text{m}) \div (22 \text{チーム} \times 10 \text{m/月}) = 10 \text{カ月}$

以上の概略検討より、浅井戸建設チームを6チーム編成すれば、本計画を達成出来るものと判断される。

2) 深井戸建設チーム

本計画の深井戸建設工事を担当する地下水開発公社（OFEDES）の深井戸建設は、次の3チーム（A～C）によって実施されている。

A. 井戸掘削チーム

井戸掘削機・電気検層器・孔内洗浄機材等を用いた井戸の掘削から井戸ケーシングの設置・孔内洗浄・グラベル充填・口元のセメンティングを行い、井戸を仕上げるまでを担当する。

実績 深度120m程度の井戸の施工速度=12.0m/日

深度200m程度の井戸の施工速度=17.0m/日

道路事情により雨期の3カ月位休業

人員構成	チーフ	1名	} 計10～12名
	助手	1名	
	機械工	1名	
	運転手	3～4名	
	人夫	4名（現地採用）	

B. 井戸試験チーム

揚水試験器・水位測定器・水質分析器等を用い、井戸からの揚水可能量及び水質の把握を担当する。

実績 井戸1本当り6日間

人員構成	チーフ	1名	} 計5名
	助手	1名	
	機械工	1名	
	人夫	2名（現地採用）	

C. 給水施設チーム

各種土工用資機材及び工具を用い、ポンプの据付等を行って給水施設の仕上げを担当する。

実績 井戸1本当たり3日間（ニジェール国内専門業者が実施）

人員構成	チーフ	1名	}	計5名
	助手	1名		
	機械工	1名		
	人夫	2名（現地採用）		

以上のチーム編成及び実績より必要なチーム数を検討する。

〔 検討条件 〕

- i) 深井戸は46本とし、合計掘削深度は5,020mとする。
- ii) 複合井戸は4本とし、合計掘進深度は800mとする。
- iii) 深井戸の平均深度は109.1m、施工速度は12m/日とする。
- iv) 複合井戸の平均深度は200m、施工速度は17m/日とする。
- v) 実働井戸掘削期間は12カ月とする。

〔 検討結果 〕

- i) 井戸掘削チームの必要期間： $(5,020\text{m}/12\text{m/日} + 800\text{m}/17\text{m/日}) \div 21\text{日/カ月} = 22.2\text{カ月}$
- ii) 井戸試験チームの必要期間： $6\text{日} \div 21\text{日/月} = 0.3\text{カ月}$
- iii) 給水施設チームの必要期間： $3\text{日} \div 21\text{日/月} = 0.2\text{カ月}$
- iv) 必要実働期間： $22.2 + 0.3 + 0.2 = 22.7\text{カ月}$
- v) 必要深井戸建設チーム： $22.7\text{カ月} \div 12\text{カ月/チーム} = 2\text{チーム}$

以上の概略検討より、深井戸建設チームを2チーム編成すれば、本計画を達成出来るものと判断される。

(5) 井戸建設用資機材

ニジェール国政府は、本計画を遂行するために必要な井戸建設用資機材をリストアップし、我が国の無償資金協力による援助を要請してきた。

要請された井戸建設用資機材のリストは、前述した通り多種の品目に亘って詳細に記載されているが、本計画を遂行するに当り必要な主要井戸建設用資機材の選定は以下の基本方針を基に検討を行う。

〔 資機材選定の基本方針 〕

- i) 井戸建設工事はOF E D E Sが担当することを前提とする。
- ii) 浅井戸建設は6チーム、深井戸建設は2チームで行うものとする。
- iii) OF E D E S所有の井戸建設用資機材の所有台数を参考とする。
- iv) 井戸建設工事の工事内容・実施体制（チーム編成）に適合すること。

1) 浅井戸建設用資機材

本計画を遂行するには、浅井戸建設用資機材として6チームの浅井戸建設チームに見合うデリック・人力ウィンチ・アースバケット・井戸用円形型枠・発電機・エ

アコンプレッサー・溶接機・充電器・ピックハンマー・地下水調査試験用機器・資機材運搬用トラック・給水タンクローリー・支援連絡車・井戸修理車等が必要である。

しかし、我が国はこれまでに昭和57年度、昭和59年度、昭和62年度の3回、無償資金協力による資機材の供与を実施している。

OFEDESの所有台数は、本計画を遂行する上で支障のない台数を保有しており、既供与機材で十分対応できると判断される。

2) 深井戸建設用資機材

A) 井戸掘削機材

i) トラック搭載型井戸掘削機

井戸掘削機は、深井戸建設工事の主役であるため必要不可欠で、本計画を実施するためには2チーム分、即ち2台の掘削機が必要である。

OFEDESは、本計画に適合すると考えられる深井戸掘削機として西ドイツ製の2台（ポマークSB-500、SB-400）及びカナダ製の2台（サイスマイクTH-60）計4台保有している。

この内、西ドイツ製の1台（ポマークSB-400）は、現在故障中で、本年6月中には修理完了、他の3台は現在稼働中で、本年12月までには工事完了予定である。また、来年（1991年）以降の他のプロジェクトの予定は現在入っていない。

以上のOFEDESの保有台数、今後の工事予定から、本計画にOFEDESの保有する掘削機は対応可能であると判断されるため、要請にあった掘削機1台の供与を不採用とする。

しかしながら、OFEDESの保有する深井戸掘削機は、他国が供与したものであり、工事実施中の故障等のトラブルが発生し、スペアパーツ不足によって早急に修理が出来ない場合、工事工程に影響することが考えられる。

以上のような状況を配慮し、本計画をスムーズに実施するためには、OFEDESの保有する掘削機スペアパーツの補給、工事着手前のオーバーホール及び定期点検を実施することが必要であると判断される。

ii) 掘削ツールズ

掘削ツールズは、井戸掘削工事の進捗を左右する重要な資機材であるため、必要不可欠である。

掘削ツールズの主体となるビット類は、井戸掘削の対象となる地層が第三紀層の砂岩・シルト岩・泥岩であることから、軟岩用で十分と判断され、必要ビットの数は以下の通りである。

a) 深井戸の上部10m及び複合井戸の上部10mは、径14-3/4"のトリコンビットを使

用し掘削する。

掘削延長は $10\text{m} \times 50\text{本} = 500\text{m}$ となり、ビットライフは実績で約 200m であることから、トリコンビットの必要数は $500 \div 200 = 3$ ヶとなる。要請数量は 10 ヶとなっているが、これは過大であり、在庫が 2 ヶあること及び掘削機 2 台を使用する計画であることから 2 ヶを採用する。

b) 深井戸及び複合井戸の掘削口径は、 $9\text{-}7/8"$ を基準とし、 $9\text{-}7/8"$ のトリコンビットを使用する。

掘削延長は、 $5,820\text{m} - 500 = 5,320\text{m}$ となり、ビットライフは実績で約 200m であることからトリコンビットの必要数は $5,320 \div 200 = 27$ ヶとなる。

要請数量は 5 ヶとなっているが、これは過少であり、在庫が 12 ヶあること及び掘削機 2 台を使用することから 14 ヶを採用する。

c) スタビライザーは井戸掘削時の孔曲り防止及び孔壁を整形する役目があり、本計画の井戸のように 100m 以上の井戸掘削には必要となる。要請内容にはなかったが、掘削機 1 台当り 2 ヶとし計 4 ヶを採用する。

ii) ガイドパイプ

井戸掘削の対象層が、未固結の砂及び第三紀の軟岩（砂岩・泥岩・シルト岩）であり、井戸掘進中に孔壁の崩壊が著しく、掘進不能となる事故（ジャミング事故）がDosso郡のこれまでの実績で 15% 程度あることが現地調査で判明した。このため、孔壁を保護するためのガイドパイプは不可欠であると判断される。

要請書では 110m のガイドパイプとなっているが、これまでの事故例では掘削深度が 50m 以内で孔壁の崩壊があったことを考慮し、掘削機 1 台当り 51m とし、 2 台分として 102m （口径 $12"$ ）を採用する。

iv) 発電装置

長期にわたって安定した井戸建設工事を継続するためには機材の修理機器の補充が必要であり、これらの使用に当たっては発電装置は必要不可欠である。要請数量は 2 台であるが、既供与装置で対応できると判断し不採用とする。

v) アーク溶接機

修理工場及び各建設工事現場での応急修理体制の充実のためには欠かすことの出来ない機器である。要請数量は 2 台であるが、既供与溶接機で対応できると判断し不採用とする。

ii) 孔内洗浄機材

本機材は、井戸ケーシング・スクリーンの設置及びフィルター用砂利の充填後、井戸孔内を洗浄するために使用するもので、必要不可欠である。孔内洗浄機材としては、エアコンプレッサー・エアリフト器具等が必要であり、要請にはないが井戸掘削チームが 2 チーム編成であることから 2 チーム分の機材を採用する。

B) 車輛類

i) クレーン付トラック

井戸の建設工事にあたっては、掘削ツール・建設資機材の積込み・運搬用車輛が必要であるため、クレーン付トラックは必要不可欠である。

要請数量は4台となっているが、既供与車輛で対応できると判断し不採用とした。

ii) ステーションワゴン

井戸の建設工事にあたっては、井戸建設位置が散在していることより、作業員の移動用及び井戸の維持管理用として本車種が必要不可欠である。

井戸掘削チームは2チーム編成であるので、標準的には4台必要であるが、2台は既供与車輛で対応できると判断し、要請数量と同じ2台を採用する。

iii) ピックアップ

発電機・溶接機等の修理機器、燃料等の運搬、連絡・支援車として必要不可欠である。

標準的には、井戸掘削チーム及び井戸試験チームが各2チームであるので、4台必要であるが、3台は既供与車輛で対応できると判断し、要請数量は3台であるが1台を採用する。

iv) 給水タンクローリー

井戸掘削工事には、循環水が必要不可欠であるため、水の運搬用として給水タンクローリーが必要である。要請数量は4台となっているが、掘削機1台にタンクローリー1台が標準であり、2チーム編成であることから、必要な2台は既供与給水タンクローリーで対応できると判断し不採用とする。

v) メンテナンスカー

井戸建設後の給水施設の維持・管理を充分に行うことは、援助効果を高める上で重要である。井戸ポンプ等の故障に迅速に対応するためには、修理用機材一式を備えた井戸修理車が必要であり、要請数量の1台は妥当であると判断される。

C) 井戸の調査・試験機器

i) 電気検層器

電気検層器は、掘削された井戸の地質状況を把握するために使用するもので、電気検層の結果はスクリーンの設置位置を決定する資料となるため重要である。井戸掘削チームが2チーム編成であることから、要請にはなかったが2台を採用する。

ii) 揚水試験機器

掘削された井戸の能力（揚水可能量）を把握するためには、本機材は必要不可欠である。揚水試験機材としては、ディーゼル発電機・水中モーターポンプ・揚

水パイプ・三角ノッチ・水位測定器等があり、井戸試験チームが2チーム編成であることから、要請数量と同じ2チーム分を採用する。

ii) 水質試験器具

地下水の水質を把握するために、水質分析器具が必要である。井戸試験チームが2チーム編成であることから、要請数量と同じ2チーム分を採用する。

D) 深井戸資材

i) 手動ポンプ

ニジェール国政府の要望であるオランダ製の手動式ポンプ（VOLANTA:ニジェール国内で製作）を操作性・維持管理・労力・スペアパーツ・揚水能力・実績等について調査団とニジェール国側担当者で協議し、合意に至り46台採用することとする。

ii) 井戸ケーシング及びスクリーン

要請数量は、井戸ケーシングが6,292m、スクリーンが1,298mとなっているが、水理地質調査の結果から以下の数量とする。

深井戸掘削深度：深井戸（46本）	5,008m
複合井戸（4本）	800m
計	5,808m

スクリーン：50本×20m=1,000m

ケーシング：5,808-1,000=4,808m

iii) ボトムプラグ

井戸ケーシングの最下部に取付けることにより、井戸底部からの土砂の流入を防止し、井戸の耐用年数を延ばすことができるので、深井戸50本分として50ヶ採用する。

iv) セントラライザー

井戸ケーシング・スクリーンを井戸のセンターに設置するために、セントラライザーを必要とするもので、要請にはないが採用する。

E) スペアパーツ

深井戸建設機器の維持管理のためには、十分なスペアパーツを計上することは援助効果を高める上で必要不可欠である。スペアパーツの数量は、深井戸を2年間で50本建設するための消費を想定し計上する。

F) その他の資機材

前項目までの検討資機材の他に、要請された主要な深井戸資機材としては、電気探査器・安全用具・通信器・給油タンクローリー・キャンプセット等があるが、本計画を実施する上でからなずしも必要でないものと判断し不採用とする。