

ニジェール共和国

地下水開発計画基本設計調査

報告書

昭和56年3月

国際協力事業団

ニジェール共和国

地下水開発計画基本設計調査

報告書

JICA LIBRARY



1064672071

昭和56年3月

国際協力事業団

国際協力事業団

| | |
|--------------------|------|
| 受入 月日 '84. 3. 9 | 523 |
| 登録No. 00065 | 61.8 |
| | SDS |

は し が き

日本国政府は、ニジェール共和国政府の要請に応え、地下水開発による村落の生活用水確保計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施した。

事業団は、中沢明氏（外務省経済協力開発協力課）を団長とする5名から成る事前調査団を昭和55年2月11日から同月24日まで現地へ派遣し、これに引続き、高村啓介氏（日本技術開発株式会社）を団長とする4名から成る基本設計調査団を、昭和55年10月29日から同年12月28日まで現地に派遣した。

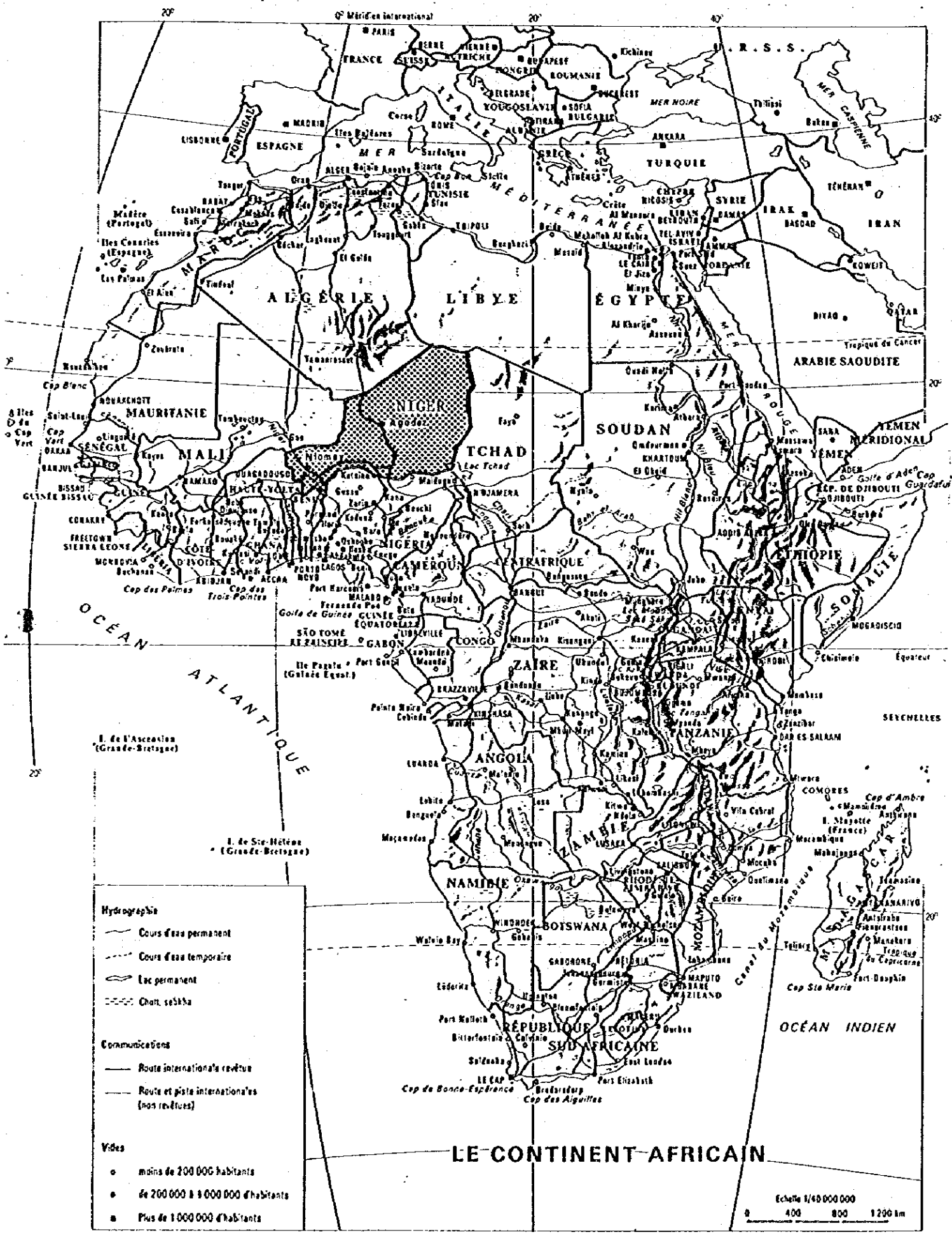
調査団は、計画対象地域のニアメー県、ドンソ県、およびタウア県における現地調査を実施し、ニジェール国政府と意見交換するとともに、国内の解析作業を行い、ここに本報告書提出の運びに至った。

本報告書が、今後のプロジェクトの実施に際し、役立つとともに、両国の友好・親善の促進に寄与すれば幸いである。

最後に、今回の調査実施にあたり、多大のご協力をいただいたニジェール国政府、在象牙海岸共和国日本大使館ならびに関係各位に対し、深甚の謝意を表する次第である。

昭和56年3月

国際協力事業団
総裁 有田圭輔



Hydrographie

- Cours d'eau permanent
- - - Cours d'eau temporaire
- Lac permanent
- Canal, sékhé

Communications

- Route internationale revêtue
- - - Route et piste internationales (non revêtues)

Villes

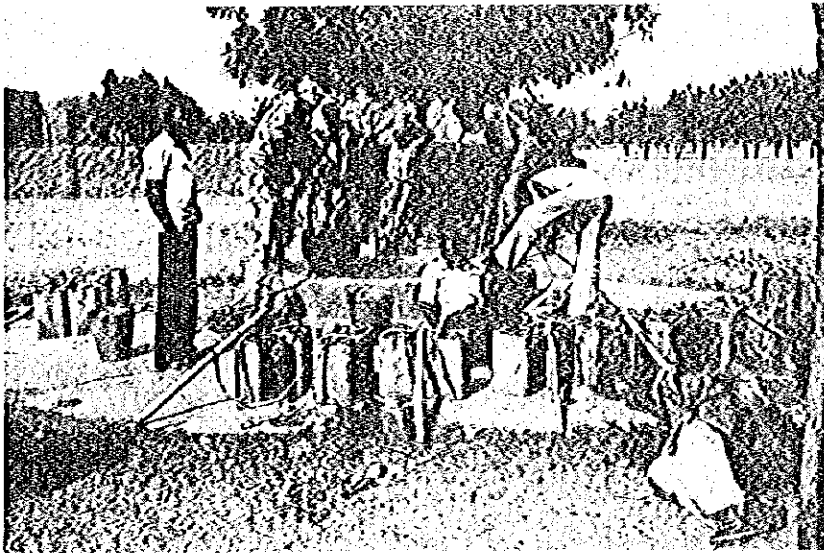
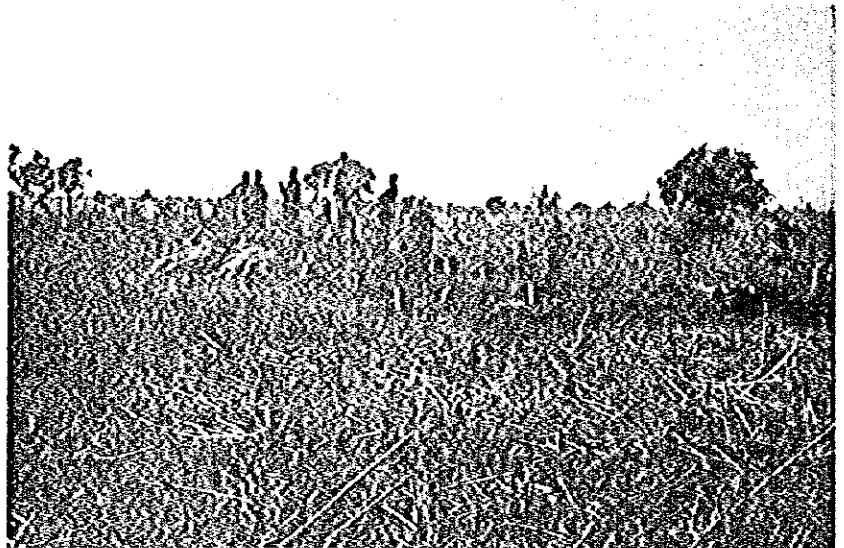
- moins de 200 000 habitants
- de 200 000 à 1 000 000 d'habitants
- Plus de 1 000 000 d'habitants

LE CONTINENT AFRICAIN

Echelle 1/40 000 000
0 400 800 1200 km

伝統浅井戸

Un puits
traditionnel

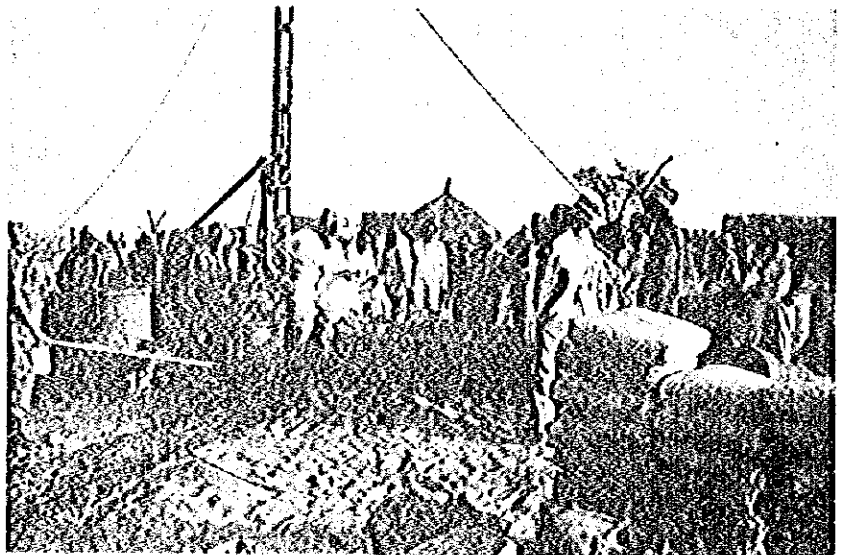


OFEDES 型浅井戸

Un puits type
OFEDES

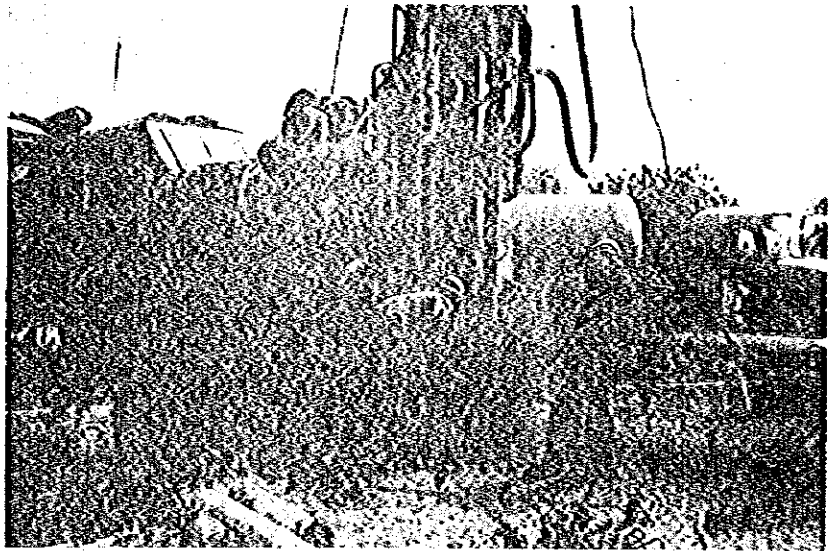
OFEDES 型浅井戸
建設現場

Un chantier de
la construction
de puits type
OFEDES



ロータリーリグに
よるさく井現場

Un chantier de
forage par une
foreuse rotative



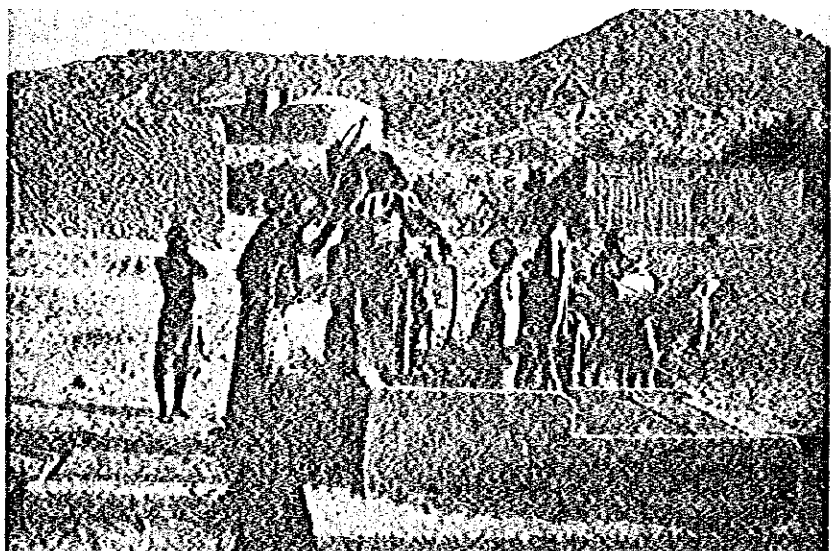
足踏み式深井戸

Un forage équipé
de pompe à pied

ポンプステーション
(貯水槽、発電小屋)
給水設備

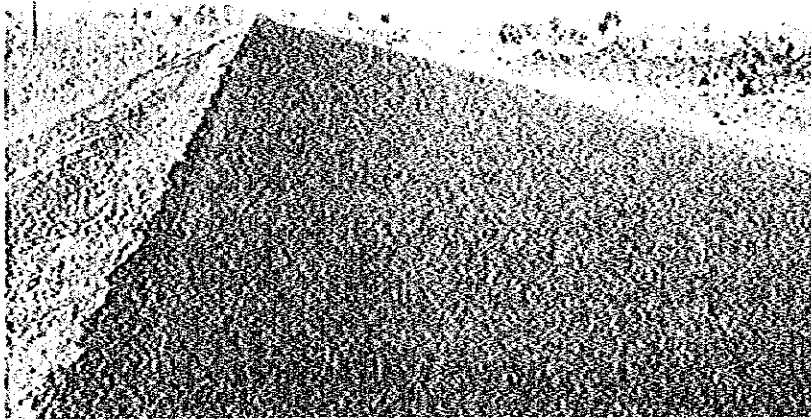
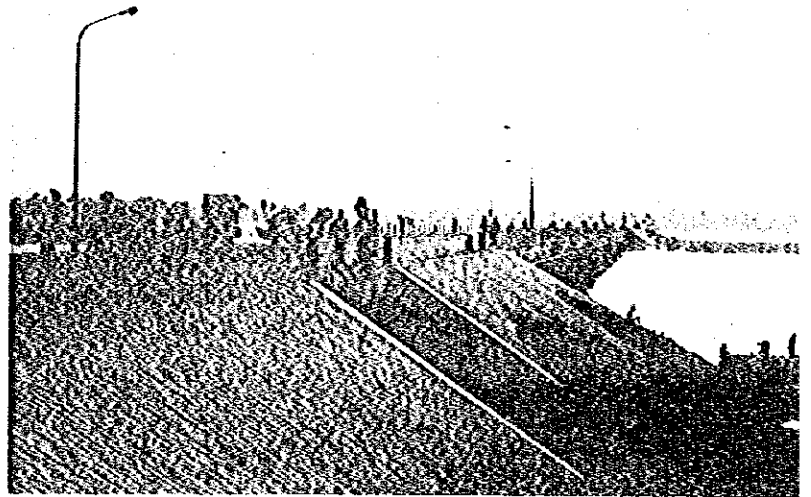
Une station de
Pompage

(Un chateau d'eau,
une baraque de
générateur et
une installation
d'alimentation
en eau.)



ニジェール川と
KENNEDY 橋
(Niamey 市)

Le fleuve Niger
et le Pont
KENNEDY (la ville
de Niamey)

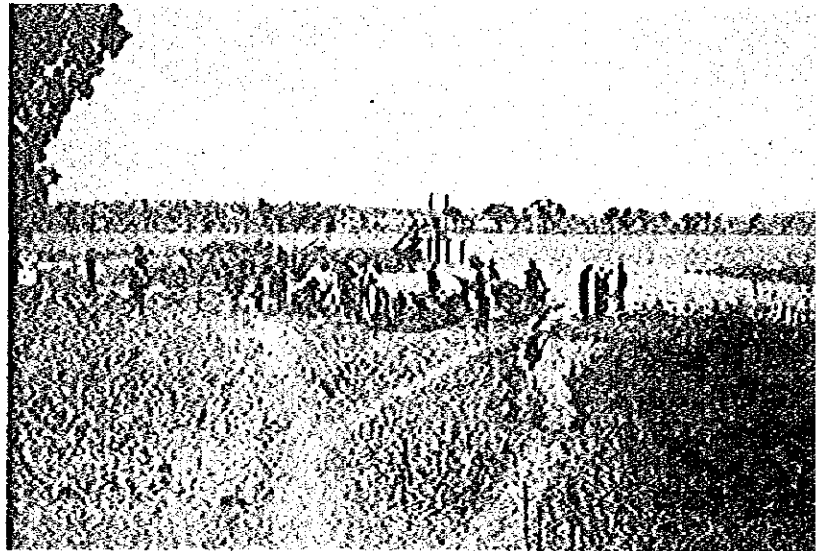


主要国道状況
(Dogondoutchi 郡)

Situation d'une
route nationale
(Arrondissement
de Dogondoutchi)

ニジェール川と
集水塔 (Say 市)

Le fleuve Niger
et une tour de
prise d'eau (la
ville de Say)



目 次

はしがき

| | |
|-----------------------------|----|
| 第1章 要約 | 1 |
| 1-1) 背景と経緯 | 1 |
| 1-2) 対象地域の選定 | 1 |
| 1-3) ニジェール国の要望 | 2 |
| 1-4) 調査結果 | 3 |
| 1-5) 事業効果 | 5 |
| 第2章 調査概要 | 7 |
| 2-1) 一般事項 | 7 |
| 2-2) 調査日程 | 8 |
| 2-3) 調査団の構成 | 11 |
| 第3章 対象地域に関する諸条件 | 14 |
| 3-1) 気候 | 14 |
| 3-2) 面積・人口・井戸状況 | 15 |
| 3-3) 交通 | 15 |
| 3-4) その他 | 16 |
| 第4章 地形概要 | 24 |
| 第5章 地質概要 | 27 |
| 5-1) 基盤圏 | 27 |
| 5-2) 堆積盆地 | 27 |
| 5-3) コンチネンタル・ターミナル | 28 |
| 第6章 水理地質 | 29 |
| 6-1) 基盤の帯水層 | 29 |
| 6-2) 堆積盆地の帯水層 | 30 |
| 6-3) コンチネンタル・ターミナル帯水層 | 30 |
| 6-4) 第4紀層の帯水層 | 30 |

| | |
|-----------------------|----|
| 第7章 井戸に関する情報 | 32 |
| 7-1) 井戸の種類 | 32 |
| 7-2) 井戸の形状・構造 | 32 |
| 7-3) 生活用水の利用状況 | 40 |
| 7-4) 揚水及び運搬方法 | 41 |
| 7-5) 井戸の維持管理 | 42 |
| 第8章 現地調査結果 | 44 |
| 8-1) 要望地の状況 | 44 |
| 8-2) 水質試験 | 48 |
| 第9章 井戸開発の組織 | 50 |
| 9-1) OFEDESの機構 | 50 |
| 9-2) 設備と保有機械 | 51 |
| 9-3) 技術レベルと実績 | 51 |
| 第10章 外国援助の状況 | 57 |
| 第11章 開発計画の検討 | 60 |
| 11-1) 事前調査団の報告 | 60 |
| 11-2) ニジェール国の要望 | 60 |
| 11-3) 地下水開発計画の条件 | 60 |
| 11-4) 計画地の選定 | 63 |
| 11-5) 地下水開発計画 | 64 |
| 第12章 地下水開発工事費概算 | 69 |
| 第13章 報告書に対するニジェール国の要望 | 76 |
| 13-1) ドラフト・レポート説明日程 | 76 |
| 13-2) 協議事項 | 76 |
| 13-3) Minute | 77 |
| 参考資料 | 83 |
| 要望地リスト | 84 |
| 面会者リスト | 96 |

第1章 要約

1-1) 背景と経緯

ニジェール共和国は、北部の砂漠型気候地帯と南部の熱帯性気候地帯に大別されており、年間降雨量も1,000mm以下で、ニジェール川沿岸地域を除くと、慢性的な水不足地帯であり、ニジェール政府及び地域住民は、生活用水確保のために、あらゆる面で努力している。

ニジェール政府は、このような国内事情を背景として、1978年10月に日本外務省のアフリカ経済協力調査団に対し、深刻な生活用水不足の解決のため、地下水開発計画に対する協力を重点事項として要請した。又、1979年2月に訪日したニジェール・ミッションは、地下水開発計画に必要な資機材供与を繰り返し要請した。

これらの要請に対し、日本政府は、ニジェール国の地下水開発計画に協力することを決定し、協力範囲及び方法、計画及び対象地域その他の諸条件を把握するために、1980年2月に事前調査団を派遣した。

事前調査団は、現地調査及び収集資料をもとに検討をおこなった結果、対象地域をNiamey, Dosso, Tahouaの3県に限定し、補足調査の必要があることを提案した。

日本政府は、事前調査団の報告に基づき、本計画の可及的速やかな実現を図るべく無償資金協力の可能性を検討するため、実施する場合の技術的、経済的問題点を調査するため、本調査団が派遣された。

1-2) 対象地域の選定

ニジェール国は、北緯12°~24°及び東経0°~15°の範囲に位置し、総面積は1,267,000km²、総人口は5,098,427人(1977年)である。広大な国土は7つの県に行政区分されており、総人口の80%以上の国民は、年間降雨量400~800mmの農耕可能な地域である、ニジェール川流域沿いや、ナイジェリア国境側の南域に偏在して居住している。

ニジェール国には 20,000 の村落があり、水質・水量に問題がある伝統井戸を含めても、井戸所有村落は 5,000 のみで、残りの 15,000 の村落は生活用水の確保に困難をきたしている。このような国内事情によりニジェール側は、全国的に生活用水を確保する必要があるとして、あらためて広範囲にわたる地域の地下水開発につき要請したが、事前調査団の報告書が対象地域を「開発効果及び地下水開発の可能性が高いことからみて、Niamey・Dosso・Tahoua の 3 県とすること」を提案していることを考慮し、調査団は先方政府と協議をおこない、対象地域について、双方は最終的に同意した。

対象地域の 3 県は、首都 Niamey を中心とする国家的に重要度の高い県であり、ニジェール国の地下水開発計画でも重視されている県である。

1-3) ニジェール国の要望

合同会議に於いて、ニジェール側より水不足問題の解決に次のような地下水開発計画があることが明らかにされ、日本の援助を要請するとともに、以下の説明がなされた。

i) ニジェールの井戸の種類は、利用面よりみると、村落用井戸と遊牧民用井戸とがあり、両方共地域住民の要望が大きい。

ii) 対象地域に関する地下水開発計画の内容は、次の通りである。

Niamey 県 : 村落用井戸 100 本、遊牧民用井戸 10 本

Dosso 県 : " " 100 本、" " 10 本

Tahoua 県 : " " 100 本、" " 10 本

iii) 要望井戸本数は、ii) のように各県ごとに村落用井戸 100 本、遊牧民用井戸 10 本を希望するが、日本の都合により井戸掘削本数を変更する場合には、原則的に村落用井戸と遊牧民用井戸の建設比率は 10:1 とし、各県各郡に平等に井戸を建設して欲しい。

iv) 要望する井戸のタイプとしては、村落数に対して井戸数の絶対的な不足をしているニジェール国の事情により、近代的なポンプ設備付の井戸建設よりも、ロープを利用した手汲式の OFEDES 型の浅井戸を数多く建設して欲しい。

v) 要望地のプライオリティー

| 区分 順位 | Niamoy 県 | Dosso 県 | Tahoua 県 |
|----------|-------------|---------------------------|-------------------|
| 1 | Tillabéri 郡 | Gaya 郡 | Bouza 郡 |
| 2 | Ouallam 郡 | Loga 郡 | Keita 郡 |
| 3 | Say 郡 | Bimi-Ngoure 郡 (Boboye) | Illéla 郡 |
| 4 | Téra 郡 | Dogondoutchi 郡 | Tchin-Tabaraden 郡 |

4 位にランクされた要望地は、他郡と比較すると、地質条件が悪く、工事費その他の理由から、対象から除外してもやむをえない。

1-4) 調査結果

現地調査により、調査団は次の事項を確認した。

- i) 村落数に対して、絶対数の井戸が不足しているため、生活用水の確保のために、多数の住民が想像以上の苦勞をしている。
- ii) ニジェール側は、維持管理、経費の面で近代的ポンプ付井戸よりも、井戸数に重点を置いた OFEDES 型の浅井戸を要望している。
- iii) OFEDES 型の浅井戸は、ニジェールの伝統的技術によって開発されたもので、技術レベルは高く、ニジェール人独自によって施工、管理できるものである。
- iv) ニジェールの水理地質条件は解明されており、対象地域の 3 県に於いて、広範囲に分布しているコンチネンタルターミナル（第 3 紀層）を採水層の対象にするならば、地下水開発の成功率はかなり高いものである。

- v) コンチネンタルターミナル以外の基盤岩類等を採水層の対象にする場合には、地下水開発の失敗例があり、開発にはリスクを伴う。
- vi) 井戸建設を要望している地域の村落は、およそ500人前後の村落として広大な地域内に散在しており、村落間の道路網は発達していないようである。
- vii) 深井戸の開発には、地質精査が必要であり、ニジェール人に対する技術指導も不可欠である。同時に工事用機材の部品補給体制の確立、工事用道路の整備が必要であると考えられる。

以上の事情を考慮すると、調査団は次のような理由により OFEDES 型の浅井戸（一部 Puits - Forage）を建設することが、ニジェール国にとって最善であると判断する。

- i) ニジェール側の要望を考慮し、数多くの井戸を建設することは、ニジェールの地下水開発計画を確実に前進させるものであり、地域住民の生活水準を向上させるものである。
- ii) OFEDES の技術レベル及びスタッフに問題はなく、施工実績からみて成功率が高いので、トラブルが少ない。
- iii) 浅井戸と深井戸（要望建設比率 10:1）の両方を計画することは、技術的にかなり困難もあるので、どちらか一方に重点を置くことが望ましい。
- iv) 水理地質上有利な盆地状構造を形成しているコンチネンタル・ターミナルを掘削するには、特にロータリーリグのような大型機械を必要としない。
- v) 浅井戸と深井戸の掘削を比較した場合、要望地、建設井戸数、開発リスク、費用効果等の点からみて、浅井戸掘削が有利である。
- vi) 要望地域の井戸数が多いこと、首都 Niamey より遠距離にあること、道路事情が悪いこと等を考慮すると、短期間に井戸を建設するには機動性のあるプロジェクト・チームを数班編成する必要がある。

る。

vii) 宣伝効果については、従来の OFEDES 型と異なり、日陰用・防塵用・滑車等を設置し、井戸端会議ができるような形状の浅井戸を建設すれば、宣伝効果も大きいと考えられる。

1-5) 事業効果

上水設備の有る都市部や自噴井戸の有る村落を除くと、広大なニジェールに点在する村落は、慢性的な水不足により生活用水の確保、採水及び水運搬に関する労働、水質等に共通の問題を抱えているのが一般的な傾向である。

極端な例では、渇水期には 20 km も離れた隣村迄採水及び水運搬をしなければならない村落、村落内に井戸が無く、隣村に生活用水を依存している村落が存在している。

農業生産には不適當なニジェール国の北側地域には、家畜育成を職業とする遊牧民が居住している。この地域は、農業地域と比較すると、水理地質条件が悪いため、給水設備が不十分であり、この結果渇水期になると、遊牧民は飲料水を求めて南下してくるので、農民との間に水不足によるトラブルが発生している。

これらの諸問題を解決するためにニジェール政府は、地下水開発計画を、大統領の声明による国家事業計画第 1 位優先案件とし、その立案及び実施にあたっているが、広大な国土のため早急に問題を解決するには、資金不足や技術面で困難を伴っているのが実情であり、先進国の援助協力を期待している。尚、この地下水開発計画を実施することは、社会・経済・人道上から次のような効果が期待される。

(i) 労働力の軽減

採水及び水運搬の仕事は、女性や子供が担当しており、井戸を所有しない村落に井戸を建設することは、女性、子供を重労働から解

放し、また彼等の労働時間の短縮をもたらす。

(2) 生活用水の安定確保

飲料に適する生活用水の安定供給を可能とし、水不足による不安を解消することにより文化的社会生活の向上をもたらす。

(3) 保健衛生の改善

清潔な生活用水を得られることにより、衛生的な環境を維持できるようになる。この結果、眼病・下痢・伝染病の発生を減少させ、ひいては乳幼児の死亡率の低下をもたらすことが可能となる。

(4) 離村現象の防止

水不足により離村現象が発生し、都市への人口集中化による失業者の増大が深刻な社会問題となっている。

生活用水の確保は農村の荒廃を防止し、若年層の離村予防の有効な手段の一つといえよう。

(5) 地下水開発計画の促進

水質・水量・耐久性等に問題の多い伝統井戸を、OFEDS 型の浅井戸に移行させる計画は、ニジェールの地下水開発計画を確実に前進させるものである。

第2章 調査概要

2-1) 一般事項

(1) 調査地域

Niamey, Dosso, Tahoua の3県を対象とした。

(2) 現地調査期間

1980年10月29日～1980年12月28日

(3) 調査目的

Niamey, Dosso, Tahoua 県内の住民を対象とした生活用水確保のために、地下水の開発利用の可能性を調査し、開発に必要な施設計画、維持管理計画、工費積算及び事業評価等をおこなって、日本政府の無償資金協力の可能性を検討するための基礎資料とする。

(4) 調査内容

現地作業

- i) 既存調査資料及び公刊出版物の収集
- ii) 既存井戸の分布・利用状況及び施設規模調査
- iii) 既存施設の維持・管理方法の現況
- iv) OFEDESの技術能力・実績・施工法等の把握
- v) 年次地下水開発計画と外国援助計画との関連
- vi) 地元有力者及び住民より現地事情の聴取
- vii) 地質条件及び水理地質構造の把握
- viii) 現場試験
- ix) 要望地域の現況
- x) その他

国内作業

現地作業により入手した収集資料の整理と解析をおこない、地下水開発計画、施設計画、維持管理計画、工費積算及び事業評価の比較検討を実施した。

2-2) 調査日程

- 1980年10月20日(月) 東京発
- 21日(火) } バリ着
- 22日(水) } 日本大使館、ニジェール大使館へビザ申請
- 23日(木) } バリ発
- 24日(金) } アビジャン着 日本大使館へ挨拶
- 25日(土) } 西アフリカ首脳4カ国会議(ニジェール国主
- 26日(日) } 催)のため、入国許可の連絡待機
- 27日(月) }
- 28日(火) } アビジャン発
- 29日(水) } ニアメイ着。 水理省へ挨拶、打ち合せ
- 30日(木) } 水理省カラジ-局長と打ち合せ
外務省へ挨拶、ビザ延期申請
- 31日(金) } カラジ-局長と打合せ、ニアメイ井戸視察
外務省山下氏 Dakar へ出発
- 11月 1日(土) } 合同会議(水理省・外務省・地方発展省・
OFEDES)
- 2日(日) } 休日
- 3日(月) } カラジ-局長・フランス人顧問シャブ-
ト氏と会議
- 4日(火) } カラジ-局長と打ち合せ・資料収集
- 5日(水) } 内務大臣と面会、地方発展省へ打ち合せ
- 6日(木) } 候補地及び現場調査日程決定
外務省へビザ延期申請について依頼
- 7日(金) } ニアメー県知事に挨拶・資料収集
- 8日(土) } OFEDES へ打ち合せ
- 9日(日) } 現地調査の計画準備(Niamey 県)

- 1980年11月10日(月) }
 11日(火) } Ouallam郡 移動及び現地調査
 12日(水) }
 13日(木) } Tillabéri郡 移動及び現地調査
 14日(金) }
 15日(土) } Tera郡 移動及び現地調査
 16日(日) Téra郡から Say郡へ移動
 17日(月) }
 18日(火) } Say郡 移動及び現地調査
 19日(水) カラジ-局長に調査結果報告、資料整理
 20日(木) }
 21日(金) } OFEDESへ打ち合せ
 22日(土) 現地調査の計画準備(Dosso, Tahoua 県)
 23日(日) 休日
 24日(月) Niameyから Dossoへ移動、OFEDESと打
 ち合せ Dosso 県知事に挨拶
 25日(火) }
 26日(水) } Boboye郡 移動及び現地調査
 27日(木) }
 28日(金) } Gaya郡 移動及び現地調査
 29日(土) Karakara郡から Dogon Douchiへ移動
 30日(日) 休日
 12月 1日(月) }
 2日(火) } Dogon Douchi郡 現地調査
 3日(水) }
 4日(木) } Loga郡 移動及び現地調査
 5日(金) }

- 1980年12月 6日(土) LogaからTahouaへ移動、Tahoua 県副知事
及び OFEDESへ挨拶
- 7日(日) 休日
- 8日(月) } Tchín-Tabaraden 郡 移動及び現地調査
- 9日(火) }
- 10日(水) } Bouza 郡 移動及び現地調査
- 11日(木) }
- 12日(金) } Keita 郡 移動及び現地踏査
- 13日(土) } Tahoua市へ移動
- 14日(日) 資料整理
- 15日(月) Land Cruiser 故障のため待機
- 16日(火) Illéla 郡 移動及び現地調査
- 17日(水) Tahoua → Dosso → Niamey 移動
- 18日(木) 建国記念日のため資料整理
- 19日(金) 水理省へ現地踏査結果の報告及び挨拶・要
求リストの提出要請
- 20日(土) 資料収集
- 21日(日) 資料整理
- 22日(月) カラジ局長・フランス人顧問シャブトー氏
と会議
- 23日(火) 合同会議
- 24日(水) 資料収集及び整理
- 25日(木) 祭日のため資料整理
- 26日(金) Minute 原稿の打ち合せ
- 27日(土) Minute 調印及び水理大臣と面会
- 28日(日) 帰国準備
- 29日(月) ニアメイ発、アビジャン着、日本大使館へ
Mimitus 提出及び説明

1980年12月31日(火) アビジャン発、パリ着

1981年 1月 1日(休) パリ発

1 2日(金) 東京着

2-3) 調査団の構成

| | | |
|-----------|---------|-----------|
| (1) 外務事務官 | 山 下 章 | 外 務 省 |
| (2) 総 括 | 高 村 啓 介 | 日本技術開発(株) |
| (3) 施設設計 | 乃 美 慕 義 | " |
| (4) 開発機械 | 森 泉 健 二 | " |
| (5) 事業評価 | 竹 内 正 昭 | " |

図 2 - 1 調査作業の手順

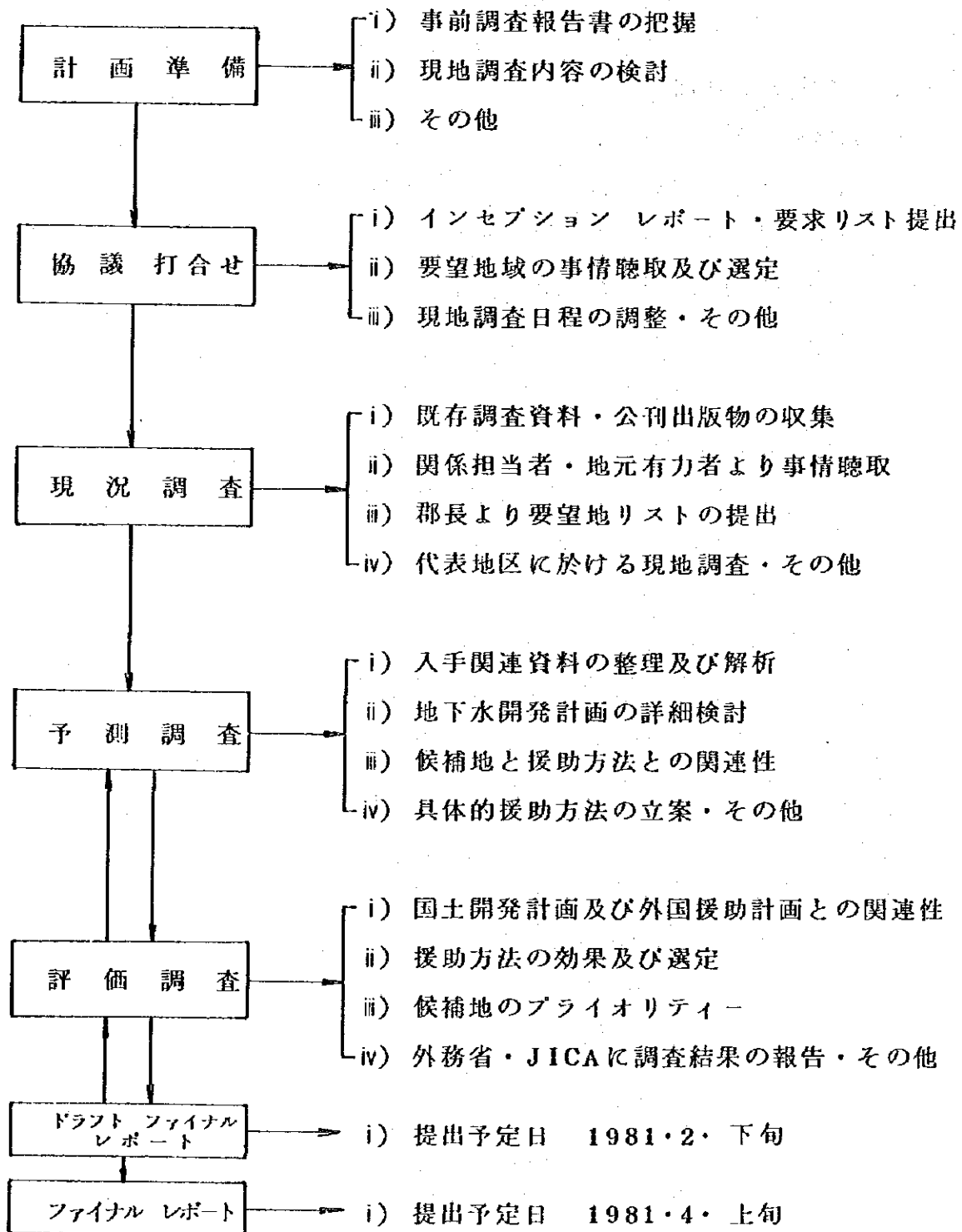


表 2-1 調查地及び試驗數量

| 泉 | 郡 | 調 査 地 | 深井戸 | | 水質試驗 | |
|--------|---------|---|-----|-----|------|-----|
| | | | 淺井戸 | 深井戸 | 淺井戸 | 深井戸 |
| Niamey | Ouallam | Tiala. Touzefne. Korombara. Banokoira. Mangajzé | 5 | | 5 | 1 |
| | | Koufey. Fandou-Béri. GOSO. Bani-Bangou | 3 | 1 | 1 | 1 |
| | | Mari(2). Sarakoiré. Molia | 4 | | 3 | |
| | | Gourdey-Gallangou(2). Somboulli Kongou(2). Kokoro. Dabilo. Fénéko. Téra | 4 | 3 | 1 | 3 |
| | | Lonlehabéri. Darwel Ganki Bassara | 3 | | 2 | |
| | | Pangona(2). Torodi(2) | 3 | 4 | 2 | 2 |
| | | Harikanesou. Gohenga | 2 | | 2 | |
| | | Toronbi. Bassaji. Birni- Ngaoure | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | | Bana | 1 | | 1 | |
| | | Yélou. Guidan-baba | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Dosso | Gaya | Dioundiou | | 1 | | |
| | | Matankari(2). Askia Boutouquertierdarey | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | | Kounda. Kasko. Dogondoutchi | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | | Sargadji. Daré. Kogorou | 3 | | 1 | |
| | | Laga. Kogou(2) | 1 | 2 | 1 | |
| | | Tchin-Tabaraden | 1 | 3 | | 2 |
| | | Bouza. | 1 | | | |
| | | Tabokari. Montakoula. Tajay | 3 | | 2 | |
| | | Tamaské | | 1 | | |
| | | Ibchaman. Borganga. Keita | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Tahoua | Bouza | Illéla | | 1 | | |
| | | | 43 | 21 | 28 | 12 |
| 3 | 12 | 56 | | | | |

第3章 対象地域に関する諸条件

3-1) 気候

ニジェール国は、降雨量によって、北部の砂漠型気候地帯と南部の熱帯性気候地帯に大別されている。

北部：サハラ気候

年間の降雨量は非常に少なく、乾燥している。

Tchintabaraden が相当する。

南部：サヘル気候

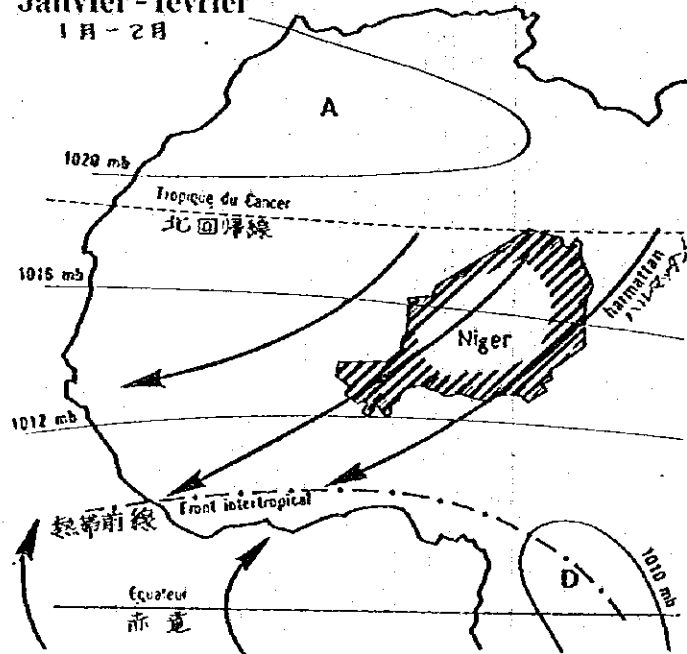
北部より雨量が多く、湿度も高い。要望地域の大部分が相当する。

図3-1によると季節風は、1月から2月にハルマタンが吹き砂嵐を発生し、7月から8月にはモンスーンにより雨期になる。

Position des masses d'air 風群の位置 図3-1

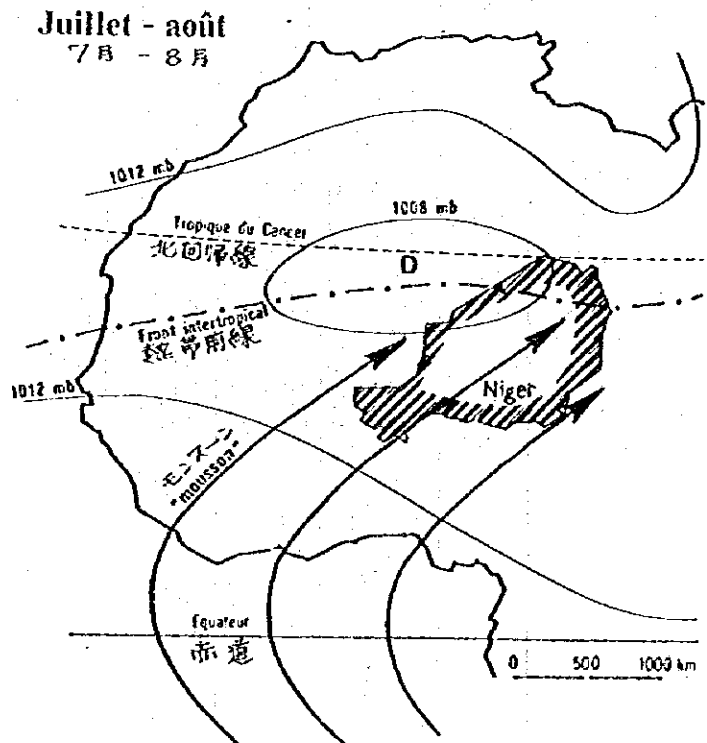
Janvier - février

1月 - 2月



Juillet - août

7月 - 8月



| 月 項目 | 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 | ハマタン 乾期 | | | | | | 雨期 | | | 乾期 | | |

3-2) 面積、人口、井戸状況

表3-1に記載してある通りである。

3-3) 交通

ニジェール国の近代交通機関は、ニジェール川のフェリーポート及び飛行機便を除けば、自動車为主要交通機関となっている。

道路網は、図3-2に表示してある通りであり、主要道路と地方連絡道とに大別されている。

主要道路： 幅員 $7.10m + 1.0m \times 2 = 9.10m$

$6.50m + 1.5m \times 2 = 9.50m$

主要都市を連絡しており、雨期でも交通は可能である。

アスファルト完全舗装道路と一部舗装道路よりなる。

地方連絡道： 最小幅員 $2.0m$ 幅員形状は明瞭ではない。

主要都市と各部落を連絡する幹線であり、道路状態は未舗装及び未完成で、雨期には大部分の交通が困難である。

フェリーポート： 国営、30往復/日、所有時間15~20分/回、但し、強風の場合は運休

有効形状 幅 $3.40m$ 、長 $27.80m$

最大積載荷重 $60t$

橋 梁： ニジェール川には、ニジェール市内のアメリカの援助によるKENNEDY橋、GAYA市とBENINとの国境に架かるMALANVILLE橋との2橋があり、両橋共 $40t$ 大型トレー

ラーが通行可能である。

3-4) その他

1) 通貨換算率

1 フランス・フラン (F・F) \div 50 円

1 西アフリカ・フラン (CFA) \div 1 円

2) 使用水量

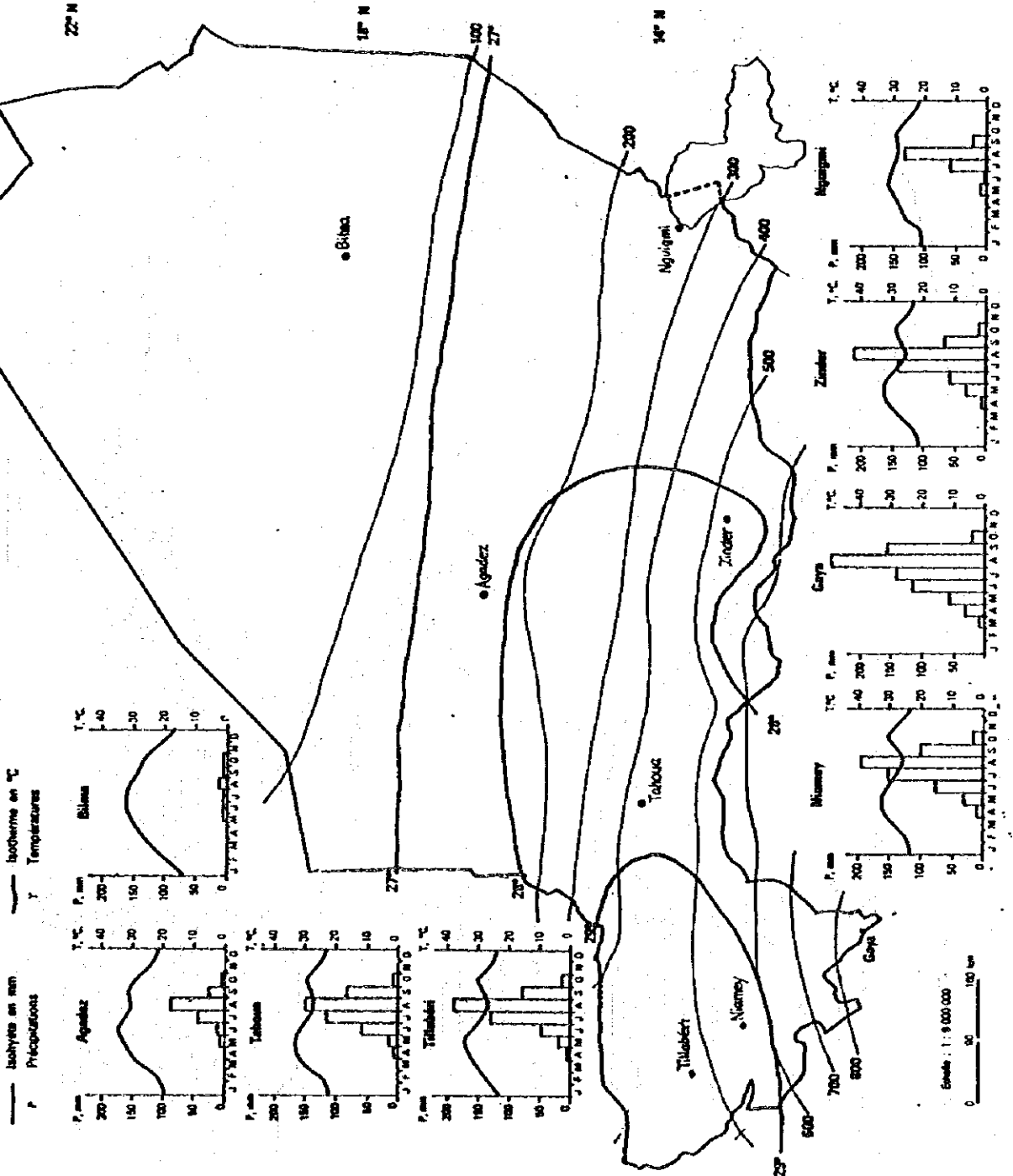
人間 : 20 ~ 40 ℓ /day (水不足地帯 5 ~ 3 ℓ /day)

牛 : 40 ℓ /day

ヤギ、羊 : 6 ~ 10 ℓ /day

ラクダ : 100 ℓ /week

Précipitations et températures moyennes annuelles



Communications 図 3 - 3 交 通

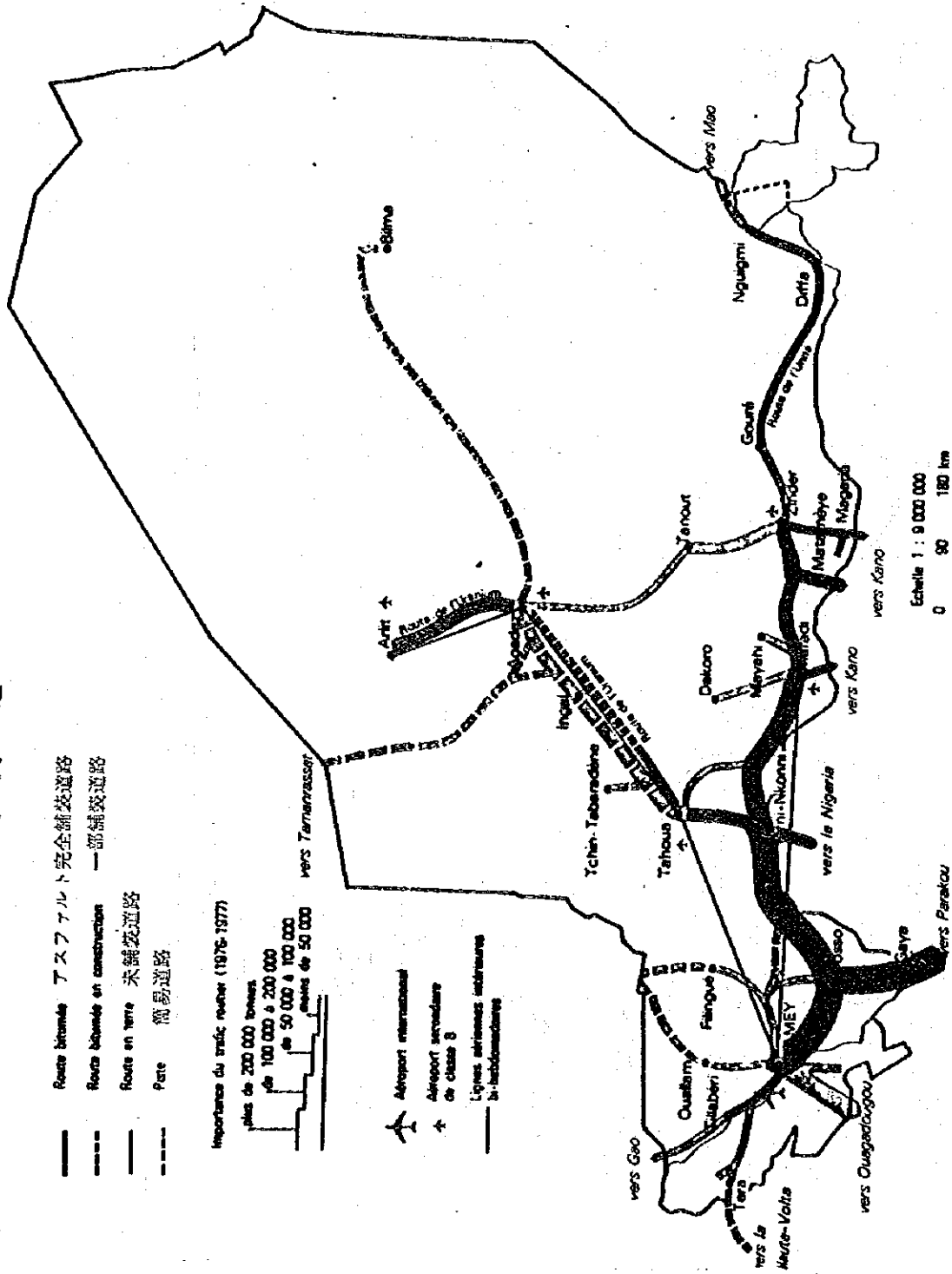


表3-1 面積、人口、井戸状況 (1977年)

(1) Niamey 県 (*印は対象地域、人口増加率2.8%)

| 行政区分 | 面積 (km ²) | 人口 (人) | 比率 (%) | 人口密度 (人/km ²) | 村落数 | 浅井戸数 | 井戸所有村落数 | 井戸無所有村落数 | | 井戸に対する人口比率 | 遊牧民用深井戸数 | 配水設備数 |
|---------------|-----------------------|-----------|--------|---------------------------|-------------|------|---------|----------|--------|------------|----------|---------|
| | | | | | | | | 計 | 250人以上 | | | |
| Niamey 郡 | 8,219 | 147,083 | 125 | 17.9 | 262 | 121 | 97 | 165 | 101 | 1,215 | 4 | |
| * Tillabéri 郡 | 8,148 | 140,220 | 120 | 17.2 | 125 (21) | 58 | 26 | 99 | 91 | 2,318 | | 1 |
| * Say 郡 | 11,943 | 95,062 | 81 | 8.0 | 218 | 72 | 64 | 154 | 54 | 1,252 | | 1 (建設中) |
| * Ouallam 郡 | 22,132 | 143,834 | 123 | 6.2 | 243 (3) | 229 | 170 | 73 | 70 | 612 | 4 | 1 |
| * Téra 郡 | 14,890 | 211,954 | 181 | 14.2 | 166 (79) | 49 | 27 | 139 | 125 | 4,326 | 1 | 1 (建設中) |
| Filinguô 郡 | 24,420 | 208,234 | 17.8 | 8.5 | 320 (37) | 210 | 151 | 169 | 128 | 912 | 16 | 2 |
| Niamey 市 | 320 | 225,314 | 192 | 70.41 | | | | | | | | |
| 合計 | 90,072 | 1,171,701 | 100.0 | 13.0 | 1,334 (142) | 739 | 535 | 799 | 569 | 12,339 | 25 | 6 |

(2) Dosso 県

| 行政区分 | 面積 (km ²) | 人口 (人) | 比率 (%) | 人口密度 (人/km ²) | 村落数 | 浅井戸数 | 井戸所有村落数 | 井戸無所有村落 | 井戸に対する人口比率 | 深井戸数 | 配水設備の有無 |
|------------------|-----------------------|---------|--------|---------------------------|-------|------|---------|---------|------------|------|---------|
| * Boboye 郡 | 4,420 | 139,253 | 20.1 | 31.5 | 303 | 139 | 53 | 250 | 1,001 | 2 | 無 |
| * Dogondoutchi 郡 | 11,050 | 219,573 | 31.7 | 19.9 | 252 | 368 | 150 | 102 | 596 | 13 | 有 |
| Dosso 郡 | 8,730 | 164,271 | 23.7 | 18.8 | 418 | 191 | 129 | 289 | 860 | 6 | 有 |
| * Gaya 郡 | 4,040 | 109,163 | 15.8 | 27.0 | 202 | 88 | 55 | 147 | 1,240 | 6 | 無 |
| * Loga 郡 | 2,760 | 60,551 | 8.7 | 21.9 | 117 | 71 | 51 | 66 | 852 | 1 | 無 |
| 合計 | 31,000 | 692,811 | 100.0 | 22.3 | 1,292 | 857 | 438 | 854 | 808 | 28 | |

(3) Tahoua 県

| 行政区分 | 面積 (km ²) | 人口 (人) | 比率 (%) | 人口密度 (人/km ²) | 村落数 | 浅井戸数 | 井戸所有村落数 | 井戸無所有村落数 | | 井戸に対する人口比率 | 遊牧民用深井戸数 | 配水設備数 |
|---------------------|-----------------------|---------|--------|---------------------------|-----|------|---------|----------|--------|------------|----------|-------|
| | | | | | | | | 計 | 250人以上 | | | |
| * Bouza 郡 | 3,589 | 142,222 | 14.3 | 39.6 | 129 | 78 | 40 | 89 | 81 | 1,823 | 1 | 1 |
| * Illéla 郡 | 6,719 | 131,773 | 13.3 | 19.6 | 123 | 194 | 90 | 33 | 31 | 679 | - | 1 |
| * Keita 郡 | 4,860 | 127,463 | 12.8 | 26.2 | 190 | 75 | 51 | 139 | 87 | 1,699 | - | 1 |
| Konni 郡 | 4,661 | 175,203 | 17.6 | 27.6 | 148 | 187 | 91 | 57 | 40 | 936 | - | 2 |
| Madaoua 郡 | 4,503 | 147,761 | 14.9 | 32.7 | 212 | 161 | 87 | 125 | 62 | 917 | - | 1 |
| Tahoua 郡 | 8,805 | 166,369 | 16.7 | 18.9 | 155 | 158 | 89 | 66 | 61 | 1,052 | - | 1 |
| * Tchîn-Tabaraden 郡 | 7,354 | 103,790 | 10.4 | 1.4 | - | 78 | - | - | - | 1,330 | 17 | 1 |
| 合計 | 106,677 | 994,481 | 100.0 | 9.3 | 957 | 931 | 448 | 509 | 362 | 10,688 | 18 | 8 |

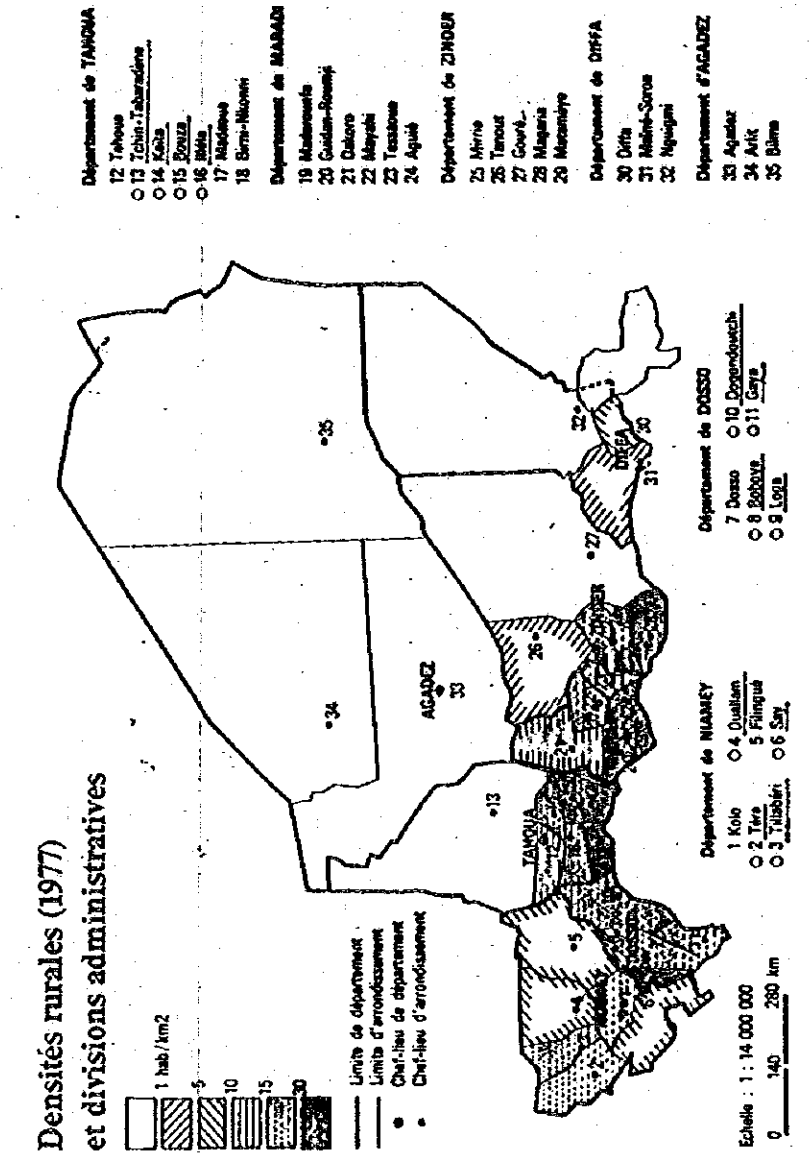
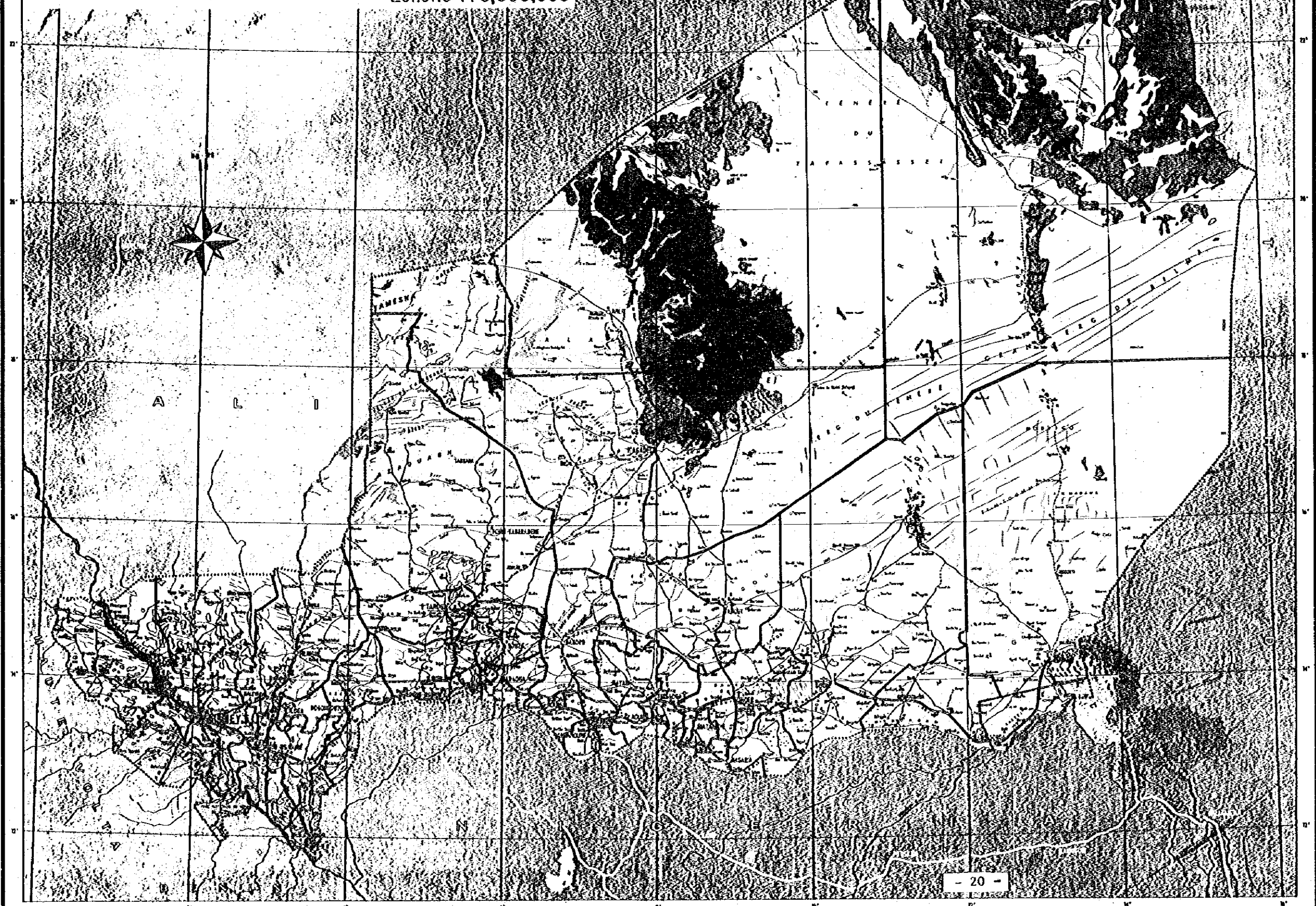
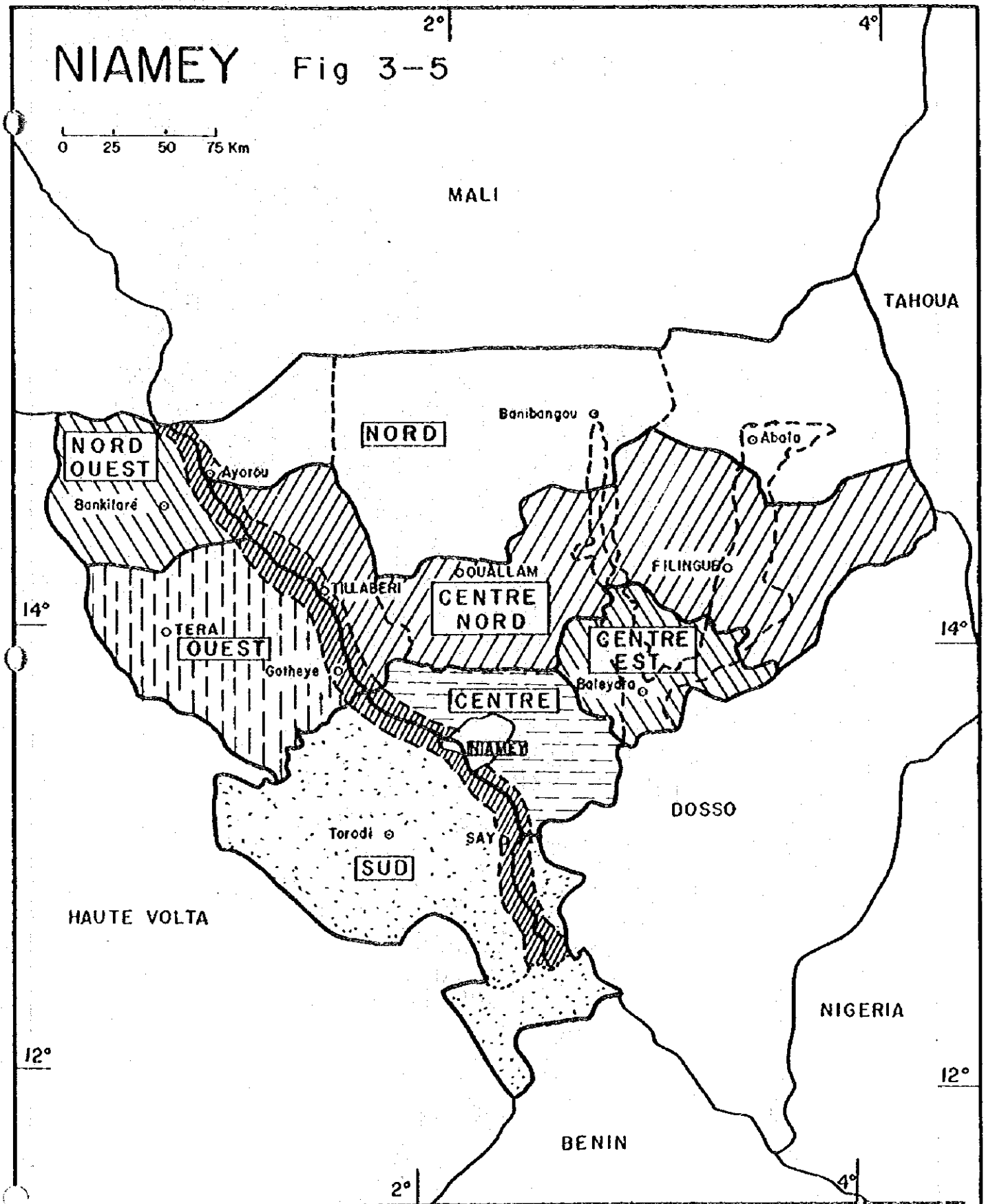
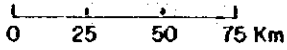


Fig. 3-4
RÉPUBLIQUE DU NIGER

Echelle 1:5,000,000



NIAMEY Fig 3-5



DOSSO

Fig 3-6

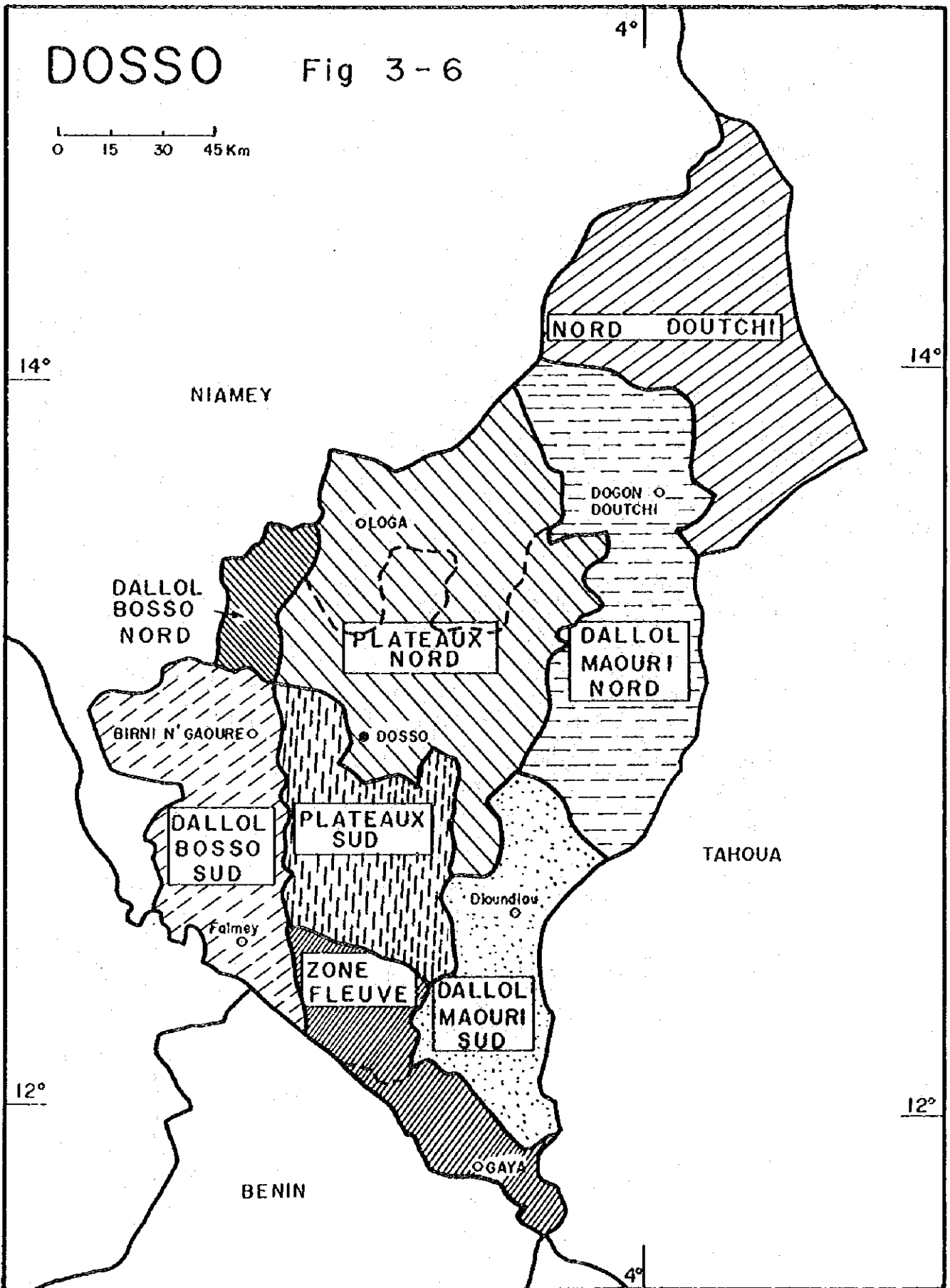
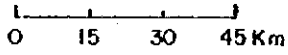
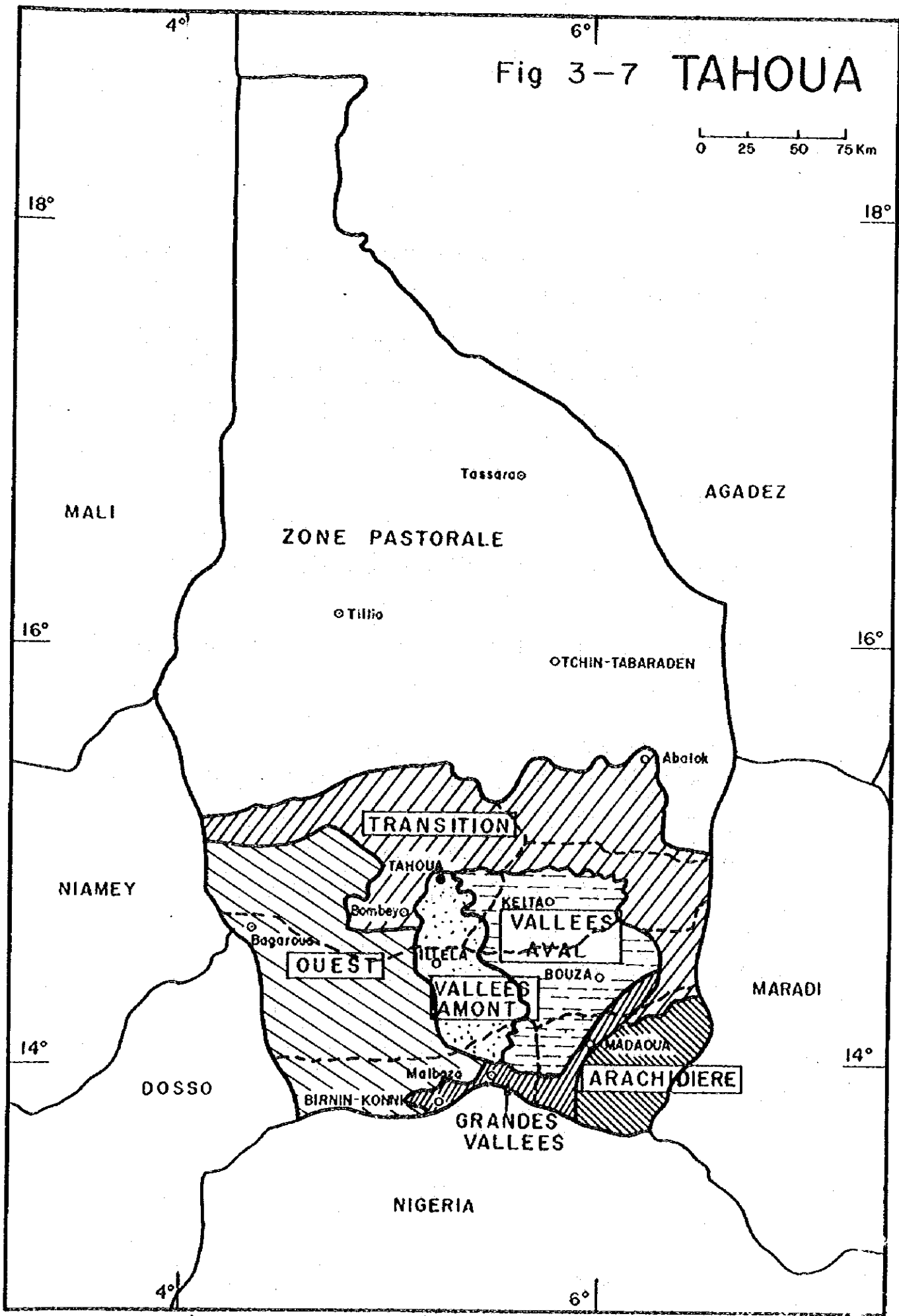
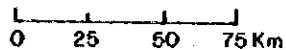


Fig 3-7 TAHOUA



第4章 地形概要

対象地域は、ニジェール国の南西部に位置するニアメイ・ドゥソ・タウアの各県のそれぞれ4つの郡である。

東西の幅700 km, 南北の幅500 km, 面積228万km², 標高500~170 mの、北東から南西にゆるやかに傾斜する区域である。

図4-1にニジェール南西部の地形分類図及び模式断面を示す。

これらより、西側から東側への地形特性を述べると、

- i) 差別浸食の起伏をもつ基盤岩地帯
- ii) 常時の流水をもつニジェール川とその低地
- iii) 棚状の平原や、ゆるやかな起伏をなす化石砂丘面、及び低地のダロルをもつコンチネンタル・ターミナル帯
- iv) iii)と同様であるも、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

南北方向にはほぼ同様な断面を持つが、植生を北側より述べると、次のような状態である。

- i) 北部は樹木が点在する草原地帯である。
- ii) 中南部は低木が多く、高木が点在し、耕作地としての土地利用がなされている。
- iii) 南部は他の地域より植生が密である。

図 4-1 地形分類図

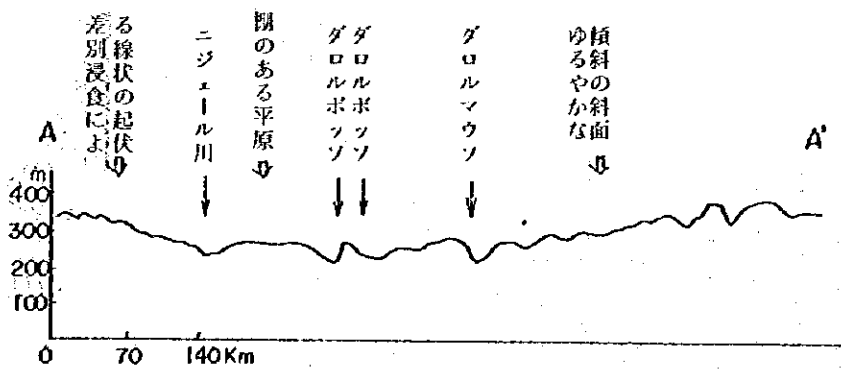
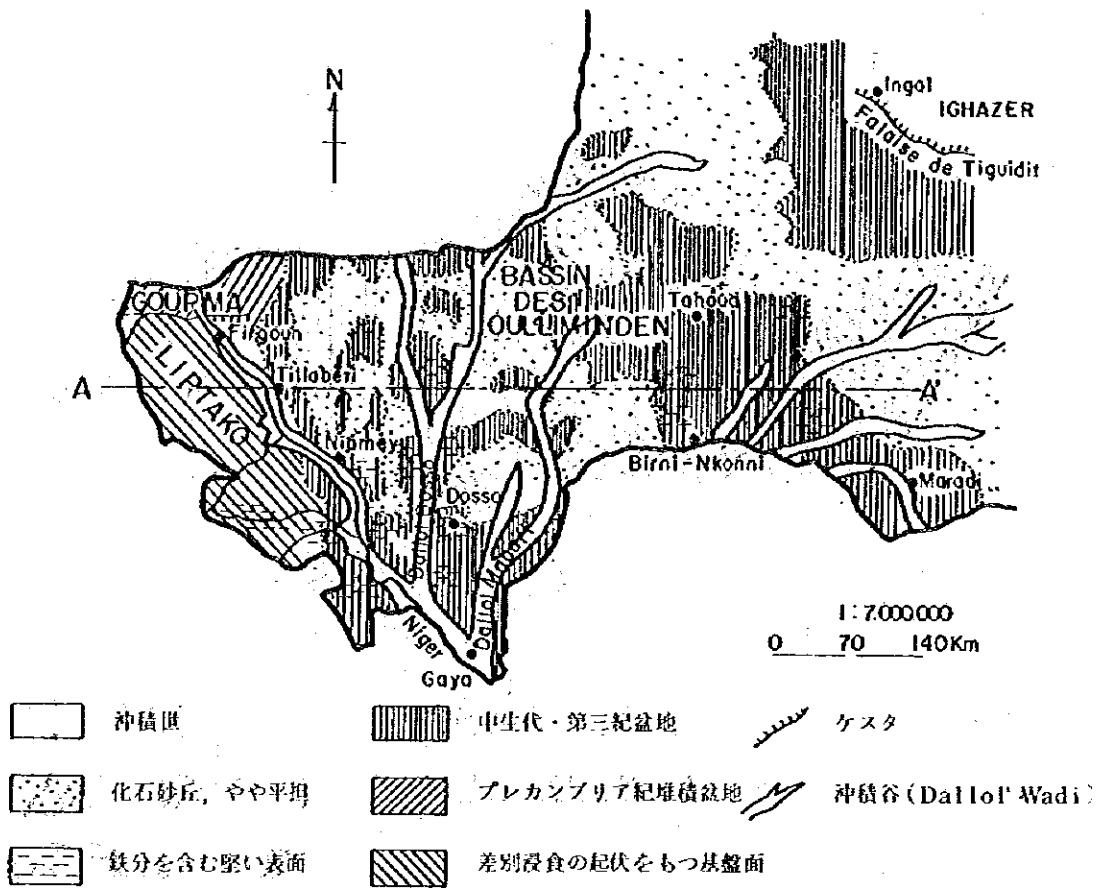
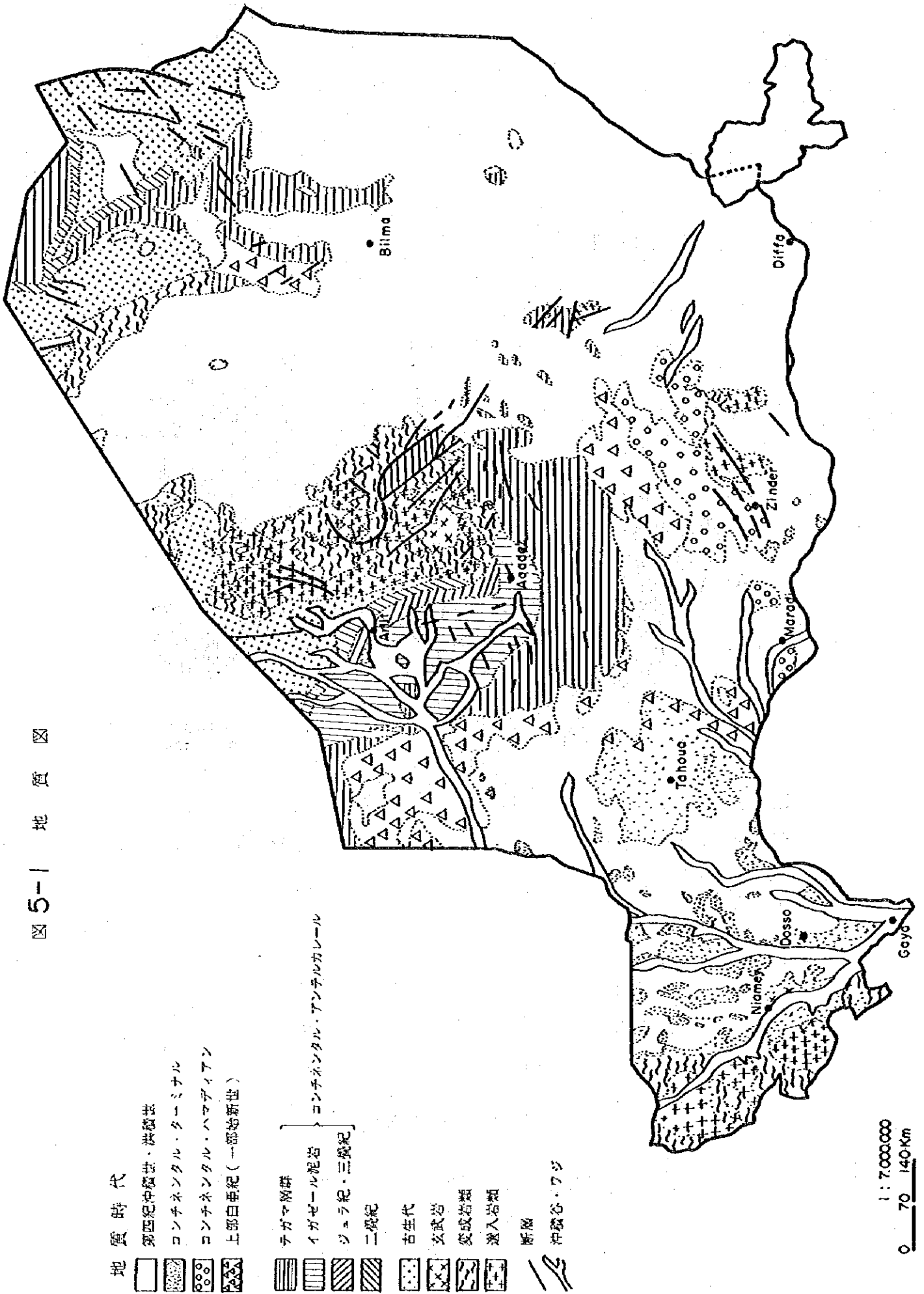


図 5-1 地 質 図



地 質 時 代

- 第四紀沖積世・洪積世
- コンチネンタル・タミーナル
- コンチネンタル・ハマディアン
- 上部白亜紀（一部始新世）

- テガマ群
- イガゼール泥岩 } コンチネンタル・アンタルカレール
- ジュラ紀・三畳紀
- 二畳紀

- 古生代
- 玄武岩
- 変成岩類
- 侵入岩類

- 断層
- 沖積谷・ワジ

1 : 7,000,000
0 70 140 Km

第5章 地質概要

ニジェール国の大部分は、古生代の初頭に沈降した西部ウリマンデン盆地と、東部ニジェール盆地の2つの堆積盆地より形成されている。対象地域は、ウリマンデン盆地に位置し、分布する地質状況は下記の通りである。

5-1) 基盤岩

リブタコ・グルマ地方に基盤岩を分布している(図4-1, 5-1参照)。

リブタコ地方は、2つの主な造山運動によって形成された西アフリカ・クラトン(安定陸塊)の南東端に位置する。

当地方は、リベリア(30~24億年前)とエプユルネアン(24~16億年前)の褶曲作用を受けた花崗岩類を分布する。

グルマ地方は、リブタコ地方に隣接しており、変成岩類や侵入岩類より構成されている。

5-2) 堆積盆地

ウリマンデン盆地は、ニジェール国の西南部に広く分布している。

分布状況は、南域のベナンの国境地域、北域のマリの国境地域、東域のアイール〜ダマガラム構造線、西域のブタコ・グルマ地方の基盤岩類によって囲まれた地域に分布している。

ウリマンデン盆地の地質史は、海進期と海退期よりなり、地質構成は下記の通りである。

i) 古生層

海成、河成、デルタ性の砂岩と頁岩が主体となり、盆地北東部のイガゼール地方に露頭している。

ii) コンチネンタル・アンテルカレール(中生層)

当層中には、二疊紀の一部と第3紀の一部の地層を含んでいる。

二 疊 紀： イグアンダース界（砂岩と河成や湖成の砂質頁岩）

三疊紀・ジュラ紀： アガデス砂岩界

下部白亜紀： イガゼール界（頁岩）とテガマ砂岩界（珪化木、
恐竜、わに、魚類等の化石を豊富に含む）

上部白亜紀： 5回の海進があり、初めの3回の海進は北東部の
第3紀始新世 アイール地方からやってきた。あとの2回の海
進は、ガオ海峡（マリ）からやってきた。地層
は頁岩、泥岩、化石を含む粘土質石炭岩よりなる。

5-3) コンチネンタル・ターミナル（第3紀層）

コンチネンタル・ターミナルは、海成堆積の中新世～鮮新世あたり
と推定される地層である。

岩種は、泥岩、粘土質粗粒砂岩、鉄分を含む魚卵状石炭岩よりなる。

これらの各地層は、大規模な盆地状構造（図6-1参照）を形成し
ており、地表部に第4紀の砂層や化石砂丘を分布しているのが、一般的
な地質状況である。

第6章 水理地質

地下水を成因的に分類すると、処女水、化石水、循環水に分けることができる。

- i) 処女水とは、地球内部で生成して未だ地表に出ることなく、地下にあるものをいい、温泉や火山の噴気中に混入して地表に出てくると考えられる。
- ii) 化石水とは、地層の形成と同時にとりこまれたもので、油田に伴う塩水などが、これにあたる。
- iii) 循環水とは、海水、地表水あるいは、大気中の水蒸気と循環する過程で、地下にある地下水を意味する。

成因的分类に従った場合、調査の対象となる地下水は、この循環水である。

地下水は、地層の透水層中に賦存するものであるから、全体的には、地質構造によって支配されている。特に基盤の形状と地層の堆積状況、岩相及び、その連続性などについて、水理地質学的に十分検討する必要がある。ニジェール西南部は、年間雨量300~800mm、年間蒸発量2000~4000mmのサバンナ地帯であり、常時の給水源は、ニジェール川のみといえる。表層のいくらかの地下水を別にすると、十分に利用されているとはいえず、広大な面積に比し揚水量が少ないため、水位低下や塩害等は発生していない。

今後、合理的な地下水開発を実施するためには、地下水の賦存状態の特性を把握する必要があるだろう。

6-1) 基盤の帯水層

当層より採水している井戸は、予想以上に開発されているが、一般的に3m³/day以下と水量が少ないので、基盤内の地下水開発は不可能と、長い間考えられていた。

しかしながら、将来基盤内の水理地質が究明されれば、裂か水を対象にした地下水開発、利用の可能性は大きいと考えられる。

6-2) 堆積盆地の帯水層

堆積盆地の地層の中に偏在する帯水層は、ニジェール国にとっては、重要かつ利用度の高いものであり、次のような帯水層に区分されている。

i) 古生層の帯水層

アイール地方の西部およびジャド地方の古生層の中に、5枚の帯水層が確認されている。これらの地下水は、砂漠地帯に経済的な利益をもたらすであろうが、それらの水理地質は、まだ十分解明されていない。

ii) コンチネンタル・アンテルカレールの帯水層

a. アガデス砂岩層の地下水

対象地域には分布していない。

b. テガマ砂岩層の地下水

当調査地を含むウリマンデン盆地全体に関係する。北部は自由水に等しい。盆地の中心部で自噴し、ドゴンドッチの南域が分布限界となっている。

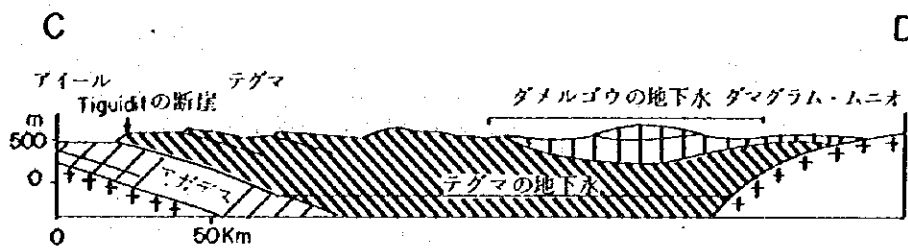
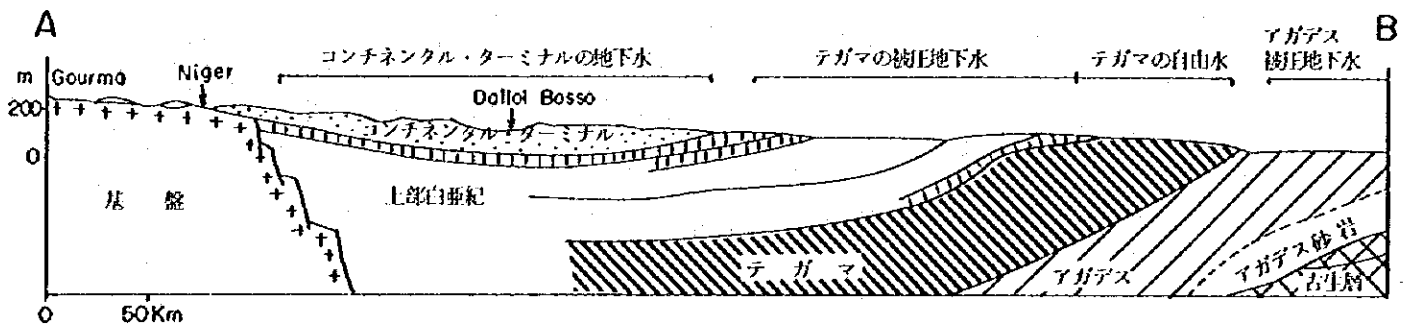
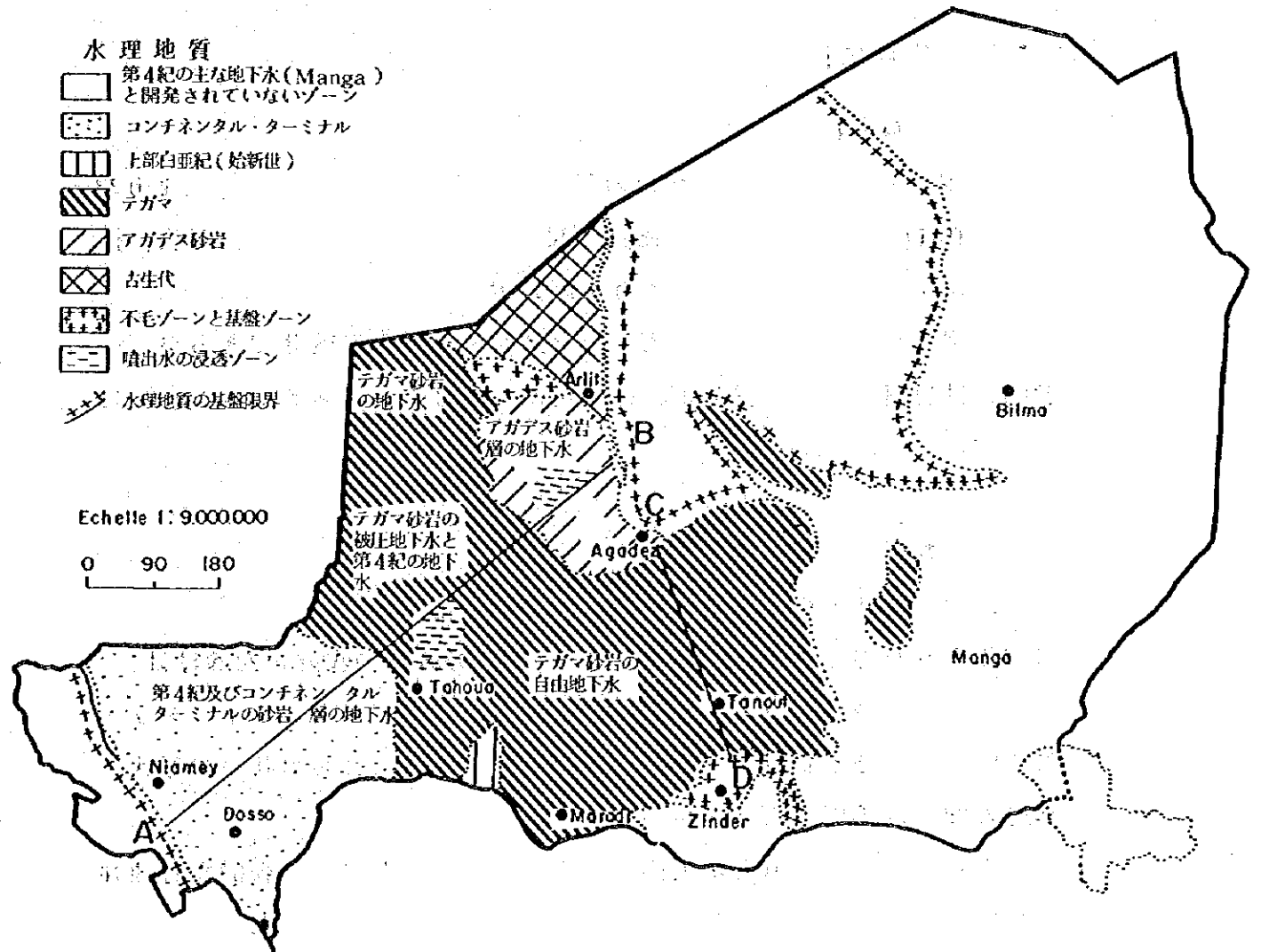
6-3) コンチネンタル・ターミナルの帯水層

当層中には、3つの自由地下水層と2つの被圧地下水層、あるいは半被圧地下水層が知られており、信頼性の高い地層で、最も多く地下水開発の対象になっている。局部的に、塩分を20~600 mg/lと比較的多く含んでいる個所がある。

6-4) 第4紀層の帯水層

掘削・取水の容易さによって、これらの帯水層は、基盤地方、堆積盆地にかかわらず、生活用水、家畜用水として全地域に於いて利用されている。

図 6-1 水理地質図



第7章 井戸に関する情報

7-1) 井戸の種類

ニジェール国に於ける井戸の種類は、掘削方法、井戸径等により浅井戸 (Puits) と深井戸 (Forage) に大別でき、掘削方法、形状、揚水方法によって、表7-1のように細分できる。

利用面からみると、村落用井戸と遊牧民用井戸に区分できるが、一般的には村落用井戸は浅井戸、遊牧民用井戸はポンプステーションに相当する。

7-2) 井戸の形状・構造

井戸の形状・構造については、標準図、情報聴取、現地測定で明確にするよう努力したが、規格化された OFEDES 型の浅井戸を除けば、自噴井戸、足踏み式 Forage, Puits-Forage, ポンプステーションについての十分な資料を入手できなかったため、これらの井戸の形状・構造の詳細は不明の部分があった。

よって、情報聴取と現場測定による資料をもとに、代表的な各種井戸の概念図を参考資料として、図7-1～7-5に整理した。

表7-1 井戸分類

| 区分 | 小区分 | 採水層 | 分布地 | 備考 | |
|----------------------------------|------------|----------------|-----------------------|---|--|
| 浅井戸 (Puits) 人力掘削 | 伝統井戸 | 自由水主体 | 全国各地 | 径φ0.8~2.0m, 掘削深度4~57m 素掘りのため、上部砂層が崩壊するので補修管理を必要とする。 掘削深度不足のため、水枯れがある。 | |
| | OFEDES型の井戸 | " | " | 径φ1.8m, 最大掘削深度102.4m, 鉄筋コンクリート枠製であるので、耐久性は高く、井戸の主流となっている。 硬岩の場合はピック掘りを併用している。 | |
| 深井戸 (Forage) ボーリング 機械掘削 | 自噴井戸 | 被圧水 | ドゴンドッチからガヤにかけてのダロルマウリ | 水理地質上から局部的に分布しており、水量は豊富であり、余剰水は農業用水として利用している。 掘削深度200m以内 | |
| | 汲み出し井戸 | 足踏みポンプ | 自由水 | 基盤地帯 チラベリ郡 テラ郡 サイ郡 | 水頭位の高い井戸で、量的には期待できない。 労力低減、衛生的な井戸である。 故障した場合は修理が大変である。 |
| | | Puits + Forage | 被圧水 | アガデス県 ディファ県 | 湧水のない浅井戸で、下層の被圧地下水を深井戸により導水する井戸。 実施例は少ないが1980 12 ドツフ、タウア県 26カ所施工中(スイス計画) |
| | | ポンプアップ | 被圧水 | ウリマンデン盆地全体 | 径φ9", 深度50~730m 北部、東部地域に深いものが多い。 ポンプステーション 水量は多く、都市及び遊牧民用が主体となっている。 |

図 7-1 OFEDES 型の浅井戸

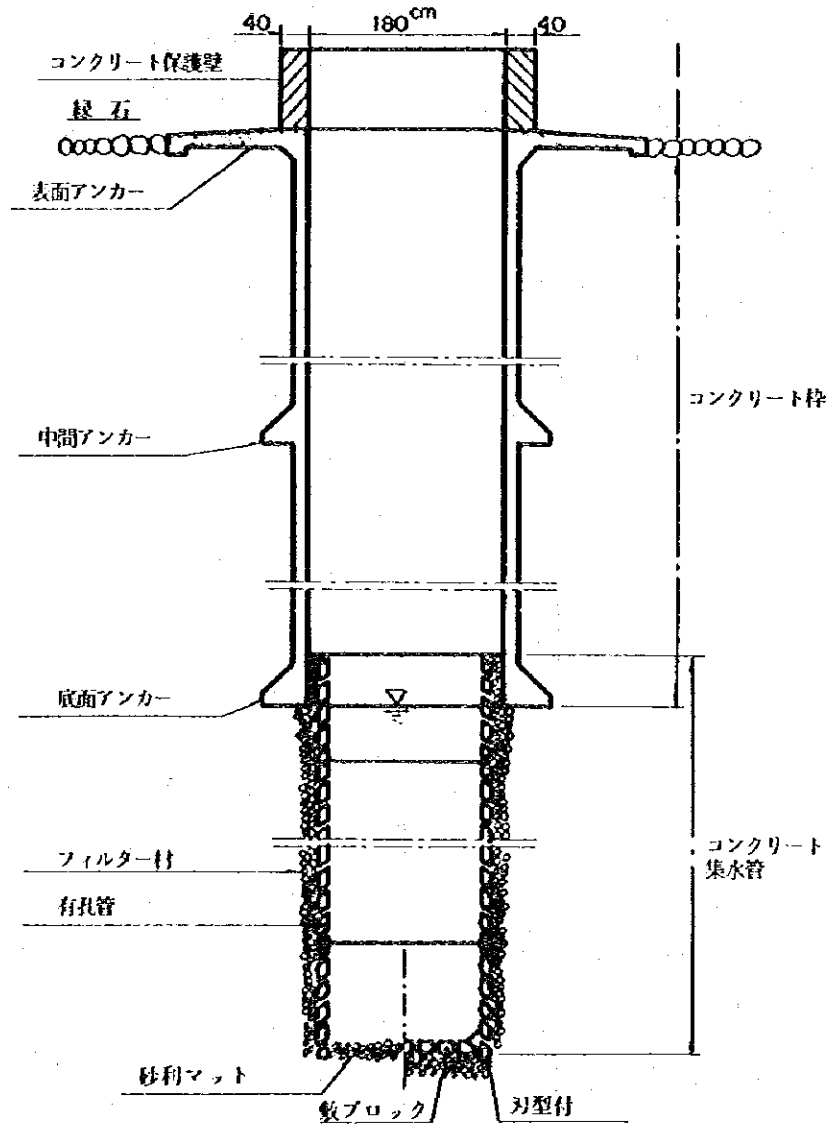
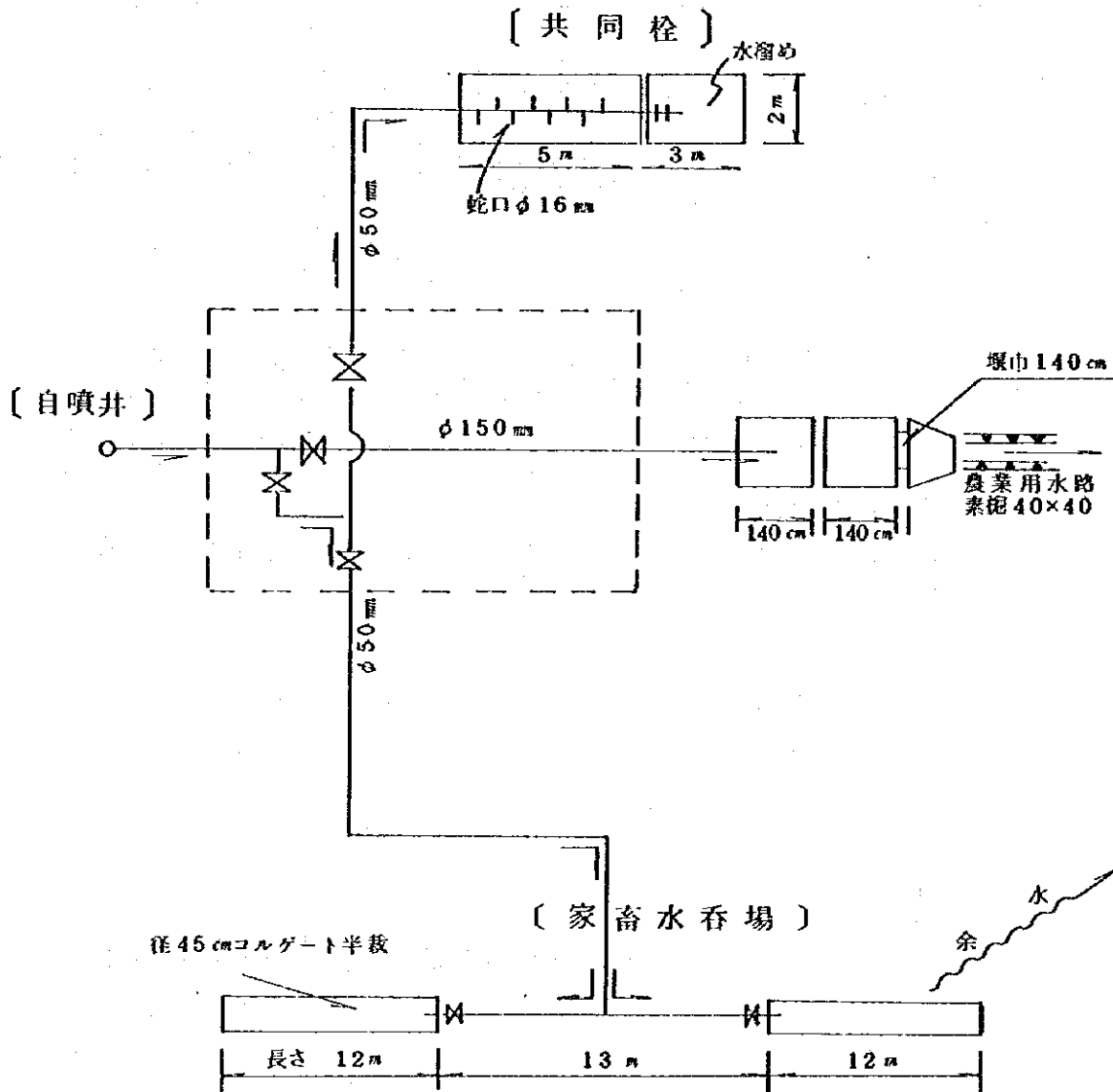


図7-2 自噴井戸 (Dosso 県 Gaya 郡)



流量は共同栓4栓開栓、越流水深2cm、家畜栓 $\phi 25$ mmとすれば概算で
 $4 \times 0.4 \text{ l/sec} + Q + 2 \times 1.1 \text{ l/sec} = 7.7 \text{ l/sec}$ となる。
 (462.l/min)

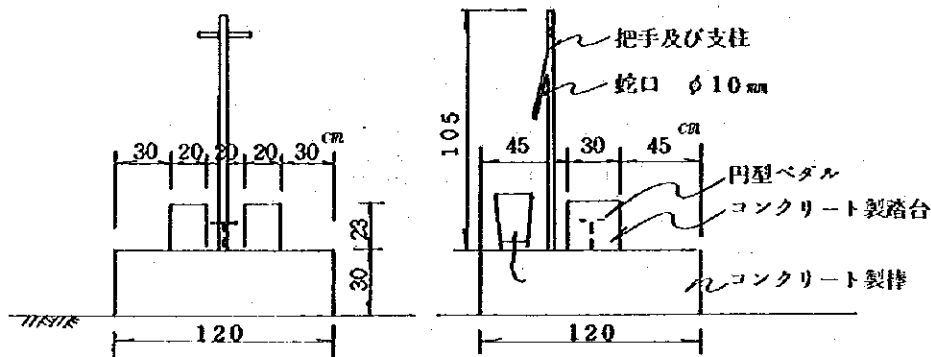
ここにQ：完全越流堰流量

$$Q = \{ 1.782 + 0.24 (h + 0.0011) / d \} b (h + 0.0011)^{3/2} \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

$h = 0.02$ $d = 1.5$ $b = 0.7$ を代入して

$$= 0.0039 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ (} 3.9 \text{ l/sec)}$$

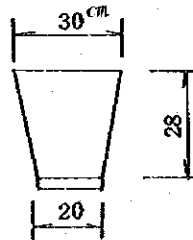
図7-3 足踏み式 Forage



Forage を掘った後、ペダルから揚水ホース、把手まで一式セットになった、フランス製の足踏ポンプを設置したもので、比較的故障が少なく、便利に使われている様であった。

Tera 郡の場合の足踏回数から揚水量を試算した所、次の例のようになった。

例： バケツ約 14.3ℓ を満杯にするのに足踏 67 回を要し、ピッチは 1 回 1 秒であった。

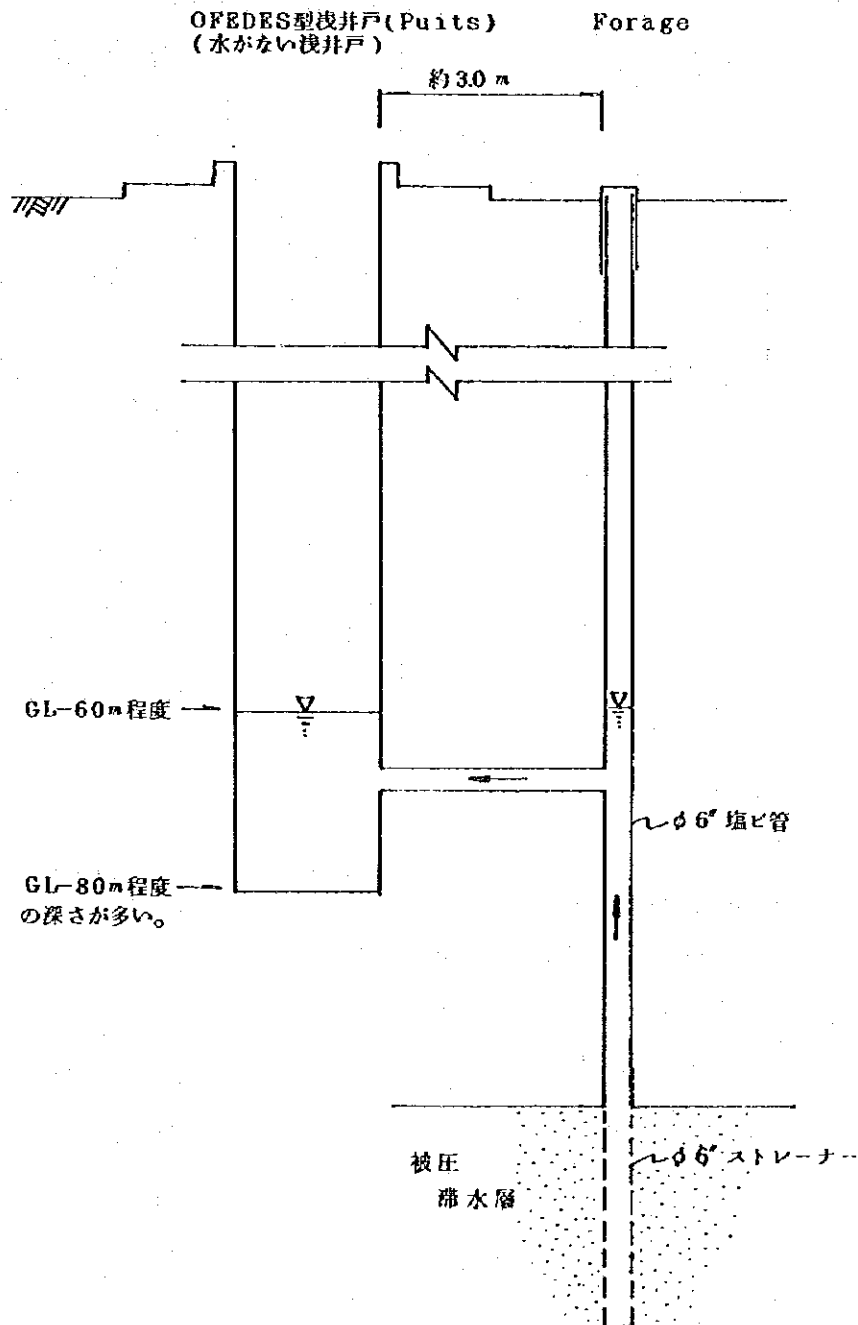


$$1 \text{ 分当り揚水量} = \frac{14.3}{67} \times 60 = 12.8 \ell / \text{min}$$

揚程は 60m までとされている。

また、調査した範囲ではニアメイ県リブタコ地方にのみみられた。

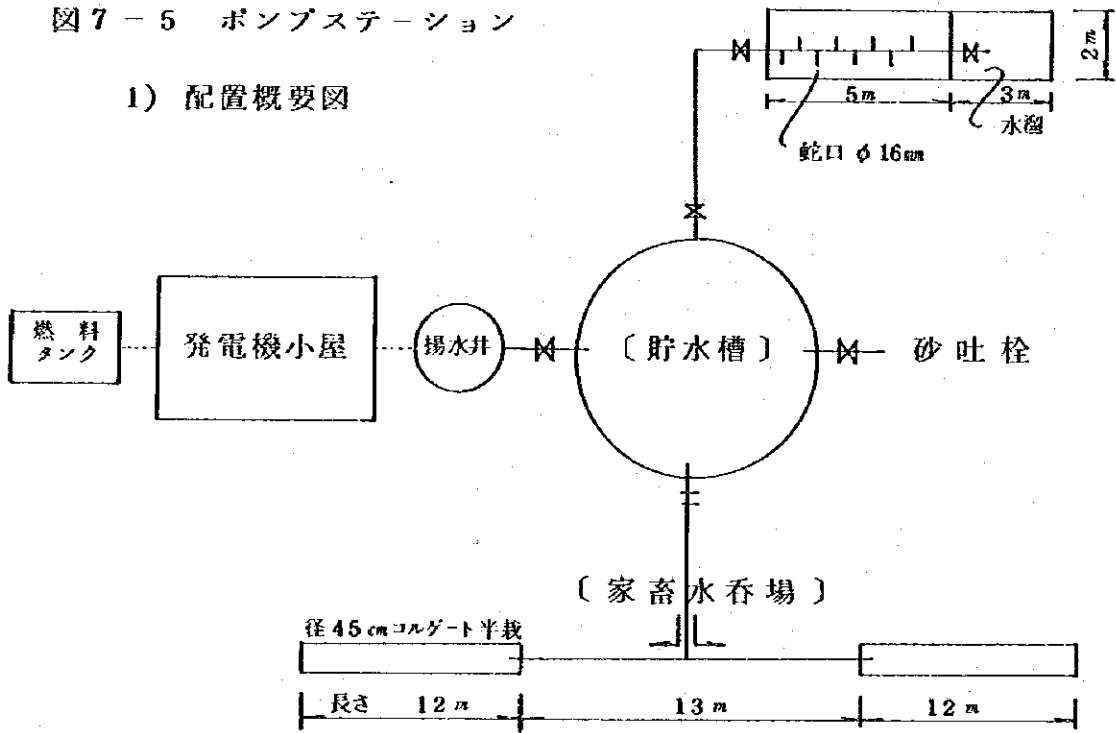
図7-4 Puits - Forage



- ポンプステーション化することも可能
- 水頭変化の観測が容易
- 対象地域では、スイスが今回('80. 12~)初めて施工する。

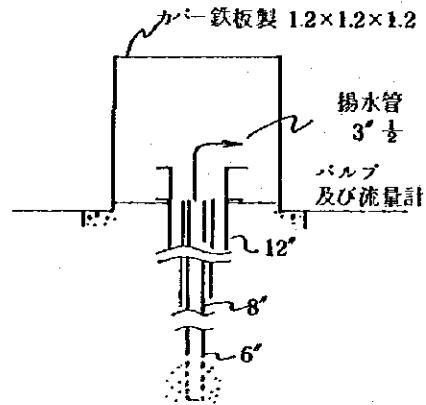
図7-5 ポンプステーション

1) 配置概要図



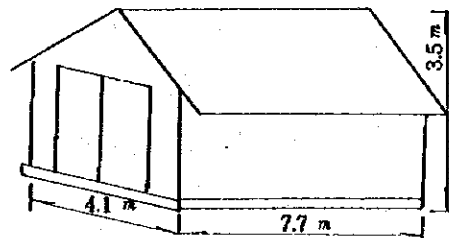
2) 揚水井戸

- 一般的に上部 12' ~ 9' , 採水層 6' で掘削
- 揚水管 3' ½



3) 発電機小屋

- ディーゼルエンジン発電機 30~50kVA
- ドイツ製が大半を占める
- 配電盤



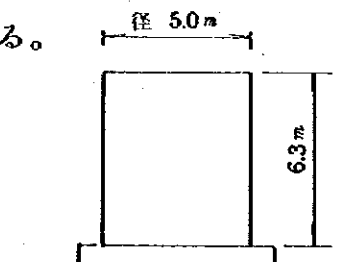
4) 燃料タンク

容量 5,000ℓ, 半地下埋設



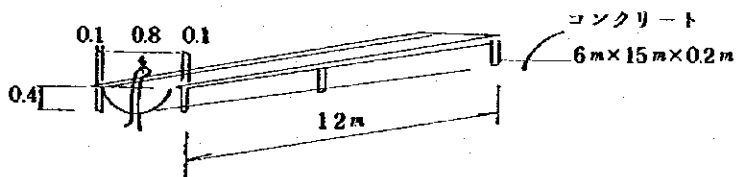
5) 貯水槽

- 自然の標高差を利用して高所に設けてある。
都市部で平地の場合は脚を設けてある。
- 鉄製、あるいはコンクリート製で同筒型
- 容量 300~2,000 m³

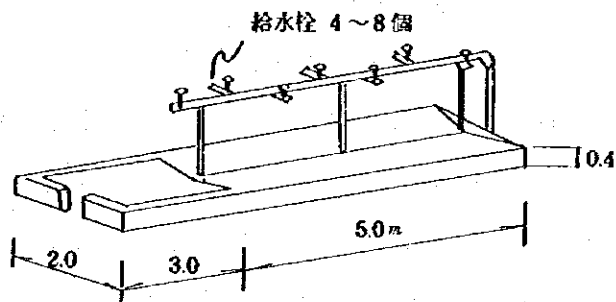


6) 家畜用給水設備

- 6槽~8槽
- 厚さ 2mm 鉄板製



7) 生活用水道



8) 配管

- 揚水井戸→貯水槽 300m 2~3カ所の排砂栓を持つ
- 貯水槽
 - 家畜用設備 500m
 - 生活用水道 300m

9) 保守・運転

1~2人の常駐保守、運転員と月1回の責任技術者の見廻りがある。揚水量 15~60 m³/hour で使用量に応じて1日 3~8時間運転している。多くは乾期に運転するが、周辺に部落ができて常時運転している場合もある。

7-3) 生活用水の利用状況

生活用水の利用状況は、地域の水理地質条件により異なり、次の5種類に大別される。

(1) ニジェール川よりポンプアップし、浄化装置を通して各家庭に配水している。このケースは、都市部に限定されており、個所数も非常に少ないが、将来は有望である。

(2) ワジ川沿い等に分布している伏流水を利用している。

この伏流水は、地表下数 m ~10数 m の浅所に帯水しているので、井戸の造成は容易であるが、乾期には渇水したり、水質に問題がある。このタイプの井戸は、各部落に「伝統井戸」として存在している。

(3) 対象地域に広く分布しているコンチネンタル・ターミナル層（第3紀）に帯水している被圧地下水を、人力掘削（Puits）や機械掘削（Forage）により利用している。

浅井戸は、生活用水確保の主役となっており、個数も多く、OFEDDESの開発によるもので、「伝統井戸」と区分して「OFEDDES型」と呼ばれている。 限界掘削深度 100 m

(4) 深度 100 m 以降の第3紀層・中生層・古生層中に帯水している被圧地下水を、機械掘削により開発し、ポンプアップにより利用している。一部には自噴する深井戸があり、農業用水や遊牧民用にも利用している。

深井戸は、水量的にも期待でき、現在各種の計画がある。

(5) ダム建設により表流水を多目的に利用しているが、個所数は少なく、地形的に堤高/堤長の効率が悪いので、ダムサイトの選定等の総合検討が必要である。

7-4) 揚水及び運搬の方法

揚水方法は、井戸の水位深度によって、一般的に次のように分類できるようである。

(1) 浅井戸 (Puits)

i) 水位深度 20 m 以内

ロープを利用して、単独で採取している。

ii) 水位深度 30 m 以降

滑車・ロープを利用して、2～3人で採水している。

iii) 水位深度 50 m 以降

滑車・ロープを利用して、ロバやラクダにより採水している。

(2) 深井戸 (Forage)

i) 水頭位の高い場合

足踏式ポンプ (フランス製) により採水している。

ii) 水頭位の低い場合

多段式水中ポンプにより揚水し、共同栓や各家庭の配水管より採水している。軽油節約のため給水時間の制限を設けている。

iii) 自噴している場合

配水設備により直接採水している。24時間湧水のため余剰水は農業用水路に放流している。

(3) Puits - Forage

近年に採用されるようになった浅井戸と深井戸を組み合わせた工法である。人力掘削では困難になった深度に於いて、湧水が無かった浅井戸について、下部層の被圧水が井戸底より十分に高い場合に、ボーリング機械により、深井戸から浅井戸に被圧水を導水する方法である。スイス計画で採用されている。

運搬方法は、全国的にみると配水設備はあまり普及していないの

で、次のような方法が一般的である。

(1) 井戸所有部落の場合

バケツ・土瓶・ヒョウタン等の容器を頭上に乗せたり、天ピン棒等によって運搬している。井戸は、衛生管理の面からと思われるが、部落から50~300m位離れた所に存在している。

(2) 井戸無所有部落の場合

皮袋・土瓶・ヒョウタン等の容器を数頭のロバに乗せたり、ドラムカンを荷車に乗せて引かせたりして、数km~20km位離れた部落から水運搬をしている。

(3) 湧水や旱魃の場合

行政組織の上からは給水車により支援体制をとることになっているが、現実的には、各機関共給水車(3,000~10,000ℓ)が1台あるか、皆無の状態であるので、担当地域の給水支援体制に支障をきたしているのが現状である。

7-5) 井戸の維持管理

(1) OFEDES型の浅井戸

原則として、3年間に1回の割合で井戸浚い及び修理を実施しているが、Tahoua県のように季節風による砂嵐が激しい地域に於いては、1年間に1回の井戸浚いを実施している。巡回修理車の不足を除けば、特に問題はないようである。

(2) 伝統井戸の浅井戸

OFEDES型と異り、素掘りの井戸が多いため、細砂層の崩壊により採水場所が不安定になったり、掘削深度不足から水質汚染により使用不可能になったりして、放置されている井戸が多く認められた。

各郡の井戸修理費の予算は、1,500,000 CFA程度であるので、金銭的及び技術的にも、このような問題を処理するのは困難のように

思われた。

(3) 深井戸

巡回修理者とポンプステーションの管理人(1~2人)によって、維持管理をおこなっているが、故障に際してのスペアパーツと修理工の不足が深刻な問題となっている。

Forage にピエゾメーターを設置し、水位変動の観測をおこなっているが、過剰揚水による水位低下のような弊害は、現在のところ発生していない。

第8章 現地調査結果

8-1) 要望地の状況

要望地の状況は、各郡長よりの地域特性及び各調査井戸に於ける地元有力者よりの事情聴取を、共通の調査票にもとづき実施し、図8-1と表8-1・8-2に各郡ごとに整理した。

図8-1は、各郡に於ける井戸と地質との関連を模式化したものであり、表8-1は、各郡に於ける地域特性を各項目ごとに整理したものである。尚、要望理由の項目で記載していないが、村落数に対して井戸数の不足していることは、イレラ郡を除けば、各郡の共通理由であるので省略した。

表8-2は、各郡の要望地に於ける浅井戸と深井戸についての予定掘削深度と問題点を主体に記載したものである。

表の補足説明をすると、職業欄の「農業+畜産」は、数十頭程度の家畜を所有しているが、「遊牧民」は数百~数万頭の大規模な牧畜を営んでいる。

OFEDES型の浅井戸数については、村落数と比較すると、ドゴンドッチ郡とイレラ郡は井戸数が多く、特に井戸無所有村落数の少ないイレラ郡は恵まれているが、これらの理由は不明である。井戸無所有村落は、全村落数の6割程度を占めているので、生活用水の確保に苦勞している村落が多い社会環境である。

図 8-1 各郡の地質模式図

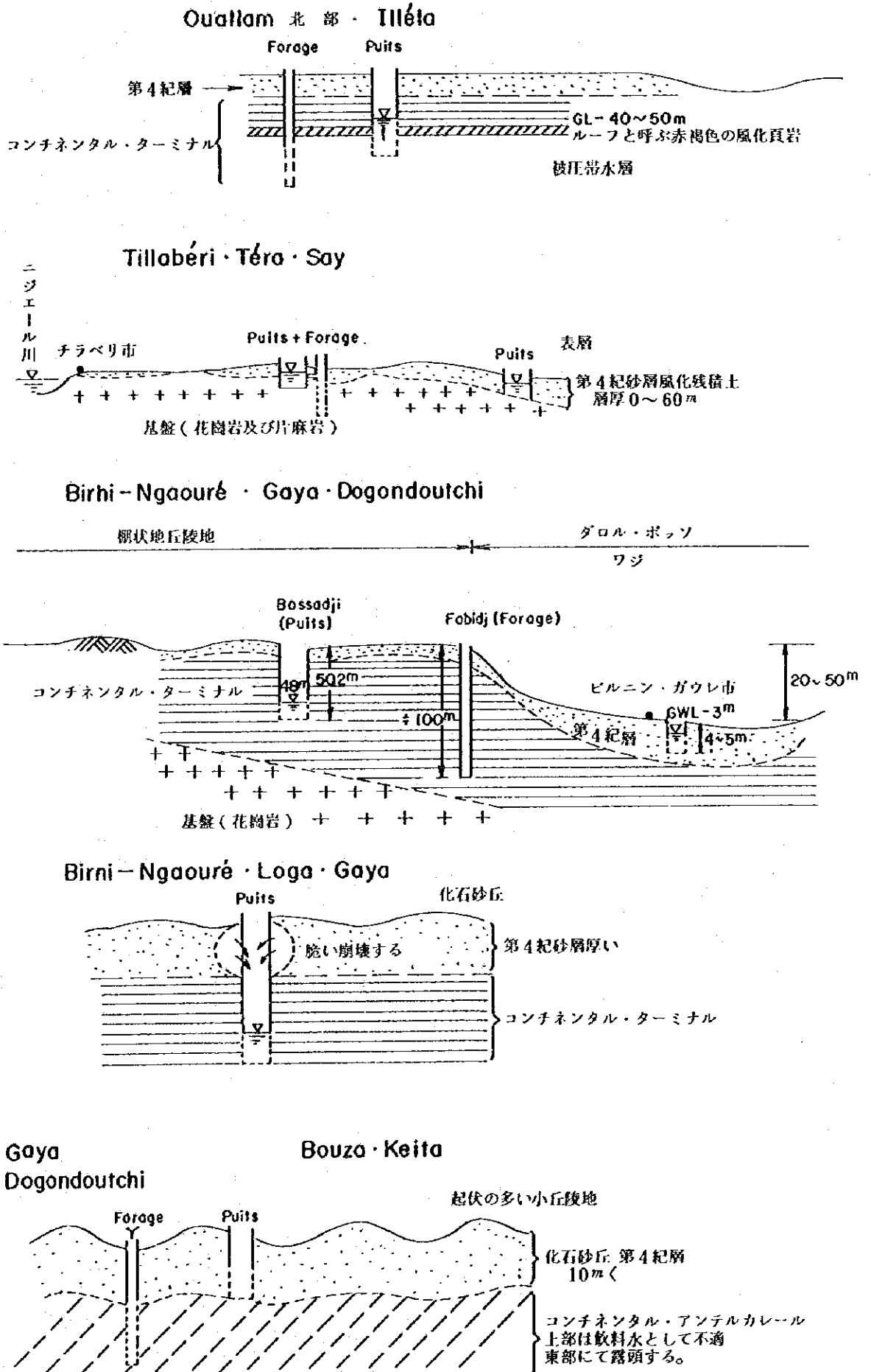


表8-1 郡別事情聴取一覧表

| 県 | 郡 | 一般 | | | | | | 井戸数計 | | 地質 | 水質 | 要望理由 | 井戸以外の水源 | 維持管理 | | | | 施工・援助計画 | | | |
|--------|-----------------|-----------------------|---------|---------------------------|-----|-------------------------|------------|------|-----|----|----------------------------------|------------------------|--|--------------|----|-------|--------------|------------------------|----------------|-----------------------------------|--|
| | | 面積 (km ²) | 人口 (人) | 人口密度 (人/km ²) | 村落数 | 職業 | 家畜数 | 浅井戸 | 深井戸 | | | | | O.S.B.S. | 補修 | 給水車 | 予算(1980) CFA | 道路事情 | 工事情報 | 外国援助 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | コンチネンタル・ターミナル |
| NIAMEY | TILLABERI | 8,148 | 140,220 | 17.21 | 125 | 農業+畜産 | — | 72 | 72 | 0 | 基盤花崗岩片麻岩 | ニジュール川沿水利条件、良 | 水量が少ない。東北部のAyourou, Beibatane 水質悪く、濁水する。 | ニジュール川沼 | 2人 | 1回/3年 | 1台 | 不明 | 雨期困難 | 34の村に50本のPuits計画 1981-1着手 | 無 |
| | OULLAM | 22,132 | 143,834 | 6.50 | 262 | 農業+畜産 遊牧民 20,000人 | 116,300 | 227 | 224 | 3 | コンチネンタル・ターミナル | 普通 | 人口・家畜の増加 | — | 有 | 〃 | 〃 | 6,450,000 | 6~10月困難 | 人夫賃 680 CFA/day | FAD Puits 56本 45本完了 |
| | SAY | 11,943 | 95,062 | 7.96 | 218 | 不明 | 259,610 | — | 65 | — | 基盤花崗岩片麻岩 コンチネンタル・ターミナル | ニジュール川沿水利条件良 | 水量が少なく、乾期に濁水する。 3・4月水不足 | ニジュール川 | 有 | 〃 | 無 | 800,000 | 雨期困難 | 大統領声明 Forage 計画 65本 | Liptako Forage FAC Puits |
| | TERA | 14,890 | 211,954 | 14.23 | 166 | 不明 | 219,639 | 93 | 40 | 53 | 基盤花崗岩片麻岩 | 〃 | 水量が少なく、乾期に濁水する。 4・5月水不足 | ニジュール川 ダム | 無 | 〃 | 1台 | 1,325,000 | 〃 | 貯水塔計画 1981 | FAC Forage 3本 完了 |
| DOSSO | GAYA | 4,040 | 109,163 | 27.02 | 202 | 農業+畜産 | 271,125 | 66 | 60 | 6 | コンチネンタル・ターミナル コンチネンタル・アンテルカレル | 普通 一部塩害有 | 上部砂層が崩壊するため OFEDES型の井戸 | ニジュール川 | 3人 | 1回/3年 | 無 | 7,000,000 | 雨期困難 | 砂利 現地調達可 | FED |
| | LOGA | 2,760 | 60,551 | 21.94 | 117 | 農業+畜産 | — | 88 | 87 | 1 | コンチネンタル・ターミナル | 普通 | 上部砂層が崩壊するため OFEDES型の井戸 | — | 2人 | 〃 | 〃 | 1,500,000 | 6~10月困難 | 人夫賃 600 CFA/day | FED スイス計画 Puits- Forage 5本 |
| | BIRNI-NGAOURÉ | 4,420 | 139,253 | 31.51 | 303 | 農業主体 | — | 154 | 152 | 2 | コンチネンタル・ターミナル | Fakara 地区 塩害有 | 深度70m以上の井戸の 技術協力、水量の少ない ワジの井戸は水質不良 | — | 無 | 〃 | 〃 | 不明 | 6~10月困難 | 砂利 現地調達可 人夫賃 750 CFA/day | FED Puits |
| | DOGON-DOUTCH | 11,050 | 219,573 | 19.87 | 252 | 農業+畜産 | 160,661 | 429 | 420 | 9 | コンチネンタル・ターミナル コンチネンタル・アンテルカレル | 普通 一部塩害有 | 北部の丘陵地は水位が深く、 井戸が少ない。 | 沼 | 3人 | 〃 | 〃 | 7,000,000 8,000,000 | 雨期困難 北部特に悪い | 人夫賃 700~800 CFA/day | FED |
| TAHOUA | BOUZA | 3,589 | 142,222 | 39.63 | 129 | 農業+畜産 | 202,500 | 80 | 79 | 1 | コンチネンタル・アンテルカレル | コンチネンタル・アンテルカレルの上層層は不良 | 深度80m以上の井戸の 技術協力 水量が少ない。 | — | 4人 | 1回/3年 | 無 | 7,100,000 | 7~9月 通行不可能 | Malbaza セメント工場 砂利 北部調達可 | スイス計画 |
| | KEITA | 4,860 | 127,463 | 26.23 | 190 | 農業+畜産 | 164,721 | 79 | 77 | 2 | 〃 | 北部は不良 | 遊牧民用井戸が少ない。 | ダム | 2人 | 〃 | 〃 | 3,000,000 | 雨期困難 | 砂利 現地調達可 | 不明 |
| | ILLELA | 6,719 | 131,773 | 19.61 | 123 | 農業+畜産 | 118,052 | 127 | 125 | 2 | コンチネンタル・ターミナル | 普通 | 不明 | 沼 | 3人 | 〃 | 〃 | 不明 | 7・8月 交通不可能 | 〃 | 無 |
| | TCHIN-TABARADEN | 73,540 | 103,790 | 1.41 | 233 | 遊牧主体 | 広大な面積のため不明 | 111 | 92 | 19 | コンチネンタル・アンテルカレル | 〃 | 水不足地帯 遊牧民用井戸が少ない | — | 4人 | 1回/1年 | 1台 | 1,750,000 | 7・8月 交通不可能 | 砂利 採取地偏る | BAD ONG |

表 8-2 要 望 地 の ま と め

| 県 | 郡 | 浅 井 戸 | | 深 井 戸 | | OFEDES 型 浅 井 戸 (1979年) | | | | | 井戸無所有 村落数 (1977) | 備 考 |
|--------|-----------------|----------|----------------------------------|--------------------|--|------------------------|----------|----------|----------|-------------------|------------------------|---|
| | | 掘削深さ (m) | 問 題 点 | 掘削深さ (m) | 問 題 点 | 個 数 | 平均深度 (m) | 最小深度 (m) | 最大深度 (m) | 井戸数 村落数 | | |
| NIAMEY | TILLA-BBRI | 25 | 基盤岩地帯であるので、候補地の選定には慎重を要する。 | 60 | 水量が少ない。 足踏式 Forage | 49 | 20.6 | 6.0 | 35.5 | 49 / 149 0.33 | 99 | 地質調査が必要である。 深井戸は打撃式が有効である。 |
| | OUALLAM | 60 | 従来より掘削深度は深くなる。 | 140 | ポンプステーション以外 は不適當 | 178 | 29.4 | 5.5 | 72.8 | 178 / 232 0.77 | 73 | ポンプステーション 4カ所 深度 144m 建設費 2億 CFA (1974) |
| | SAY | 30 | 基盤岩地帯であるので、候補地の選定には慎重を要する。 | 60 | 水量が少ない。 足踏式 Forage | 65 | 25.0 | 5.2 | 63.9 | 65 / 231 0.28 | 154 | 地質調査が必要である。 深井戸は打撃式が有効である。 |
| | TÉRA | 20 | 基盤岩地帯であるので、候補地の選定には慎重を要する。 | 60 | 水量が少ない。 足踏式 Forage | 34 | 16.2 | 5.4 | 32.6 | 34 / 246 0.14 | 139 | 地質調査が必要である。 深井戸は打撃式が有効である。 |
| DOSSO | GAYA | 25 | 上部砂層は崩壊しやすい。 | 300 | 掘削深度は南部で浅く、 北部で深くなる。 (440m) | 95 | 25.0 | 5.2 | 95.2 | 95 / 202 0.47 | 147 | 自噴井戸 4カ所 ポンプステーション 2カ所 |
| | LOGA | 60 | 崩壊しやすい上部砂層は、厚く堆積し、水位は 50m 前後と深い。 | 250 | 開発実績が少なく、不明 | 87 | 45.9 | 12.0 | 89.7 | 87 / 125 0.70 | 66 | ポンプステーション 1カ所 深度 250m Puits-Forage 計画 |
| | BIRNI-NGAOURÉ | 60 | 従来より掘削深度は深くなる。 | 100 | ポンプステーション以外 は不適當 | 152 | 21.2 | 3.7 | 74.6 | 152 / 303 0.50 | 250 | ポンプステーション 2カ所 深度 170m と 100m |
| | DOGON-DOUTCHI | 100 | 従来より掘削深度は深くなる。 | 300 | コンチネンタル・アンテルカレルからの採水は 400~500m と深くなる。 | 423 | 23.9 | 5.4 | 101.5 | 423 / 248 1.71 | 102 | 自噴井戸 5カ所 ポンプステーション 4カ所 |
| TAHOUA | BOUZA | 85 80 | 崩壊しやすい上部砂層は厚く堆積し、水量は少ない。 | 350 | テガマ砂岩層の分布状態の究明 | 68 | 23.5 | 6.5 | 100.0 | 68 / 129 0.53 | 89 | ポンプステーション 1カ所 深度 374m |
| | KEITA | 25 | 崩壊しやすい上部砂層は、厚く堆積し、水量は少ない。 | 450 | テガマ砂岩層の分布状態の究明 | 67 | 19.1 | 4.8 | 79.2 | 67 / 212 0.32 | 139 | ポンプステーション 1カ所 深度 434m |
| | ILIÉLA | 60 | 従来より掘削深度は深くなる。 | 600 | テガマ砂岩層の分布状態の究明 | 125 | 26.3 | 6.0 | 84.5 | 125 / 132 0.95 | 33 | ポンプステーション 2カ所 深度 590m |
| | TCHIN-TABARADEN | — | 水位が深く、工事中止例もある。 | 200~300 500~800 | 掘削深度は市周辺では 200~300m、東北部は 500~800m と深くなる。 | 49 | 60.0 | 10.7 | 102.4 | 49 / 233 0.21 | 不 明 数字的には大 | ポンプステーション 19カ所 地質調査が必要である。 要望地中で最遠距離 |

8-2) 水質試験

対象地域の3県に於ける水質試験は、浅井戸28試料、深井戸12試料の合計40試料についておこなった。

試験項目は下記の項目で、評価はWHO基準でおこなった。

(1) 試験項目

- I) 臭気・味・濁度
- II) 水温・気温 (アルコール温度計)
- III) 電気伝導度 (電気伝導度計)
- IV) アンモニア (比色法)
- V) 溶存鉄 (#)
- VI) マンガンイオン (#)
- VII) 水素イオン濃度 (pH) (ガラス電極法)

(2) 浅井戸の試験結果

外観： 濁りの多い水は2割程度あり、利用者にとっても問題になるケースと一致していた。

水温・気温： 気温と水温の差は2℃から6℃、平均4℃位で気温の方が高い。水温の方が高いケースが2例あった。これは気温が20℃前後の場合である。

pH： pHの値は5.3~7.8の範囲に分布し、弱酸性の傾向にある。

電気伝導度： 68~7450 $\mu\text{g}/\text{cm}$ の広範囲にわたる値が得られたが、大部分は1,000以下であった。現地での水質評価が悪いものについては、電気伝導度(塩分)の値が高い傾向にある。

アンモニア： 0.5 mg 以下(WHO基準)は、28試料のうち6試料にすぎず、浅井戸の家畜等の、ふん尿による水質汚染が推測される。

マンガン： 0～0.5 ppmのやゝ多い傾向にあるが、すべてWHOの暫定基準にはすべて適合する。

鉄： 0～1.0 ppmの範囲に分布していたが、0.1 ppmを超えたのは2試料のみであるので、問題はないようである。

(3) 深井戸の試験結果

外 観： 問題になるような試料はなく、外観は良い。

水温・気温： 水温 30℃前後と一定し、気温との差では最高 7.5℃であった。

pH： pHの値は 6.0～9.1の範囲に分布し、大部分が 6.4～7.2の間に集中していた。

電気伝導度： 浅井戸にくらべ、バラツキの範囲が狭く、150～640 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の間に集中していた。現地評価で塩分多いという試料では、最高値 950 $\mu\text{S}/\text{cm}$ を示した。

アンモニア： 浅井戸同様 0.5 ppm以下は、10試料のうち2試料だけであった。

マンガン： 全試料 0.1 ppm以下であるので、問題はないようである。

鉄： 1試料の 0.6 ppmを除き、0.1 ppm以下であるので、問題はないようである。

第9章 井戸開発の組織

井戸開発実施機関は、1980年10月23日に鉱山水理省より分離独立した水理省に属する OFEDES が担当し、井戸開発の企画・施工・管理の一環作業をおこなっている。

9-1) OFEDES の機構

OFEDES の組織及び、地下水開発工事の人員構成は図9-1及び表9-1の通りである。

OFEDES の組織は、各県及び郡ごとに出身機関が設置されており、全国的に完備された組織である。

地下水開発工事は、技術部 (Service Technique) が主体となり、下部組織の新設井戸課 (Section Puits Neufs)、ボーリング井戸課 (Section Forage)、井戸管理課 (Section Entretien Puits) ポンプステーション、地方要地課 (Section SP et CS)、機材課 (Section Matériel) が管理指導をおこない、各県ごとに設置されている OFEDES の工事々務所が実務を担当している。

地下水開発工事の人員構成は、各県ごと及び浅井戸と深井戸とに区分しているが、対象地域についてみると、ニアメイ県が302人、タウア県が255人であるが、ドゥソ県は60人と極端に少なくなっている。浅井戸と深井戸については、需要度の高い浅井戸の関係者は多いが、高度の技術を要する深井戸関係者は非常に少なく、ロータリーリグの所有台数(7台)よりみても支障があるような人員構成である。

深井戸の技術者の育成対策としては、アルジェリアやセネガルに1~2年間位の現場研修方式及び専門技術者はフランス、スイス、ドイツの大学に留学させて、年間10人位の技術者が誕生しているとのことである。

9-2) 設備と保有機械台数

県単位に設置してある OFEDES の工事々務所が、それぞれ掘削機械、資材倉庫、修理工場を保有管理している。

浅井戸施工に必要なデリック（ズリ搬出機）は、ニアメイ県で 15 台、ドソソ県で 5 台、タウア県で 12 台を保有しており、技術者数と比較すると少ないので、デリック台数の増加と硬岩掘削用のピック掘りを併用するならば今迄以上の機動力と効率が高くなることが期待できる。

深井戸施工に必要なロータリーリグは、表 9-2 に示してあるように、計 7 台（1 台故障）を保有しているが、メーカー及び機種異なるもので、スペアパーツの不足及び熟練工の育成に困難をきたしている。また、1973 年以降はロータリーリグの購入はなく、今後の地下水開発計画の遂行に支障をきたす面もあるようである。

資材倉庫と修理工場に関しては、現地調査の折り視察したが、各工事々務所共に補給部品と資材の不足により、工程管理に支障をきたしており、日本の援助協力を要請された。

9-3) 技術レベルと実績

OFEDES の組織上では、各部門に技術指導の役割でフランス人の技術者が配置されているが、ニジェール人の技術者が主体となって地下水開発の施工、維持、管理を実施しているので、技術レベルは相当に高いと判断された。

各地の井戸施工記録が、水理省に保管されており、これらの資料を基にニジェール全体の水理地質条件の概要を把握しており、地下水開発計画の基礎資料として利用している。一般的には、このような基礎資料があるために、新規に井戸を建設する場合には、電気探査やボーリング調査等の精査は実施していないようである。よって、既存井戸資料の少ない地域に於いて、深井戸を開発する場合には、本格的な地質調査が必要

となるので、調査器具や技術的にみて外国の援助が必要のように思われる。

ロータリーリグの操作は、OFEDESのニジェール人スタッフによっておこなわれているので、技術的には問題はないが、新機種の導入については、研修や現地指導が必要とのことである。

ニジェールの伝統的技術によって施工されるOFEDES型の浅井戸を見ると、ニジェールの技術レベルが高いことが判明する。すなわち、当井戸は個数が最も多く、生活用水確保の主役となっているが、高性能の機械を使用せずに、最大掘削長103m、失敗例は少なく、施工期間1.0～2.0月/個所の実績によって、地下水開発計画を確実に推進している。

ニジェール政府は、このOFEDES型の浅井戸を、水不足の解決方法として重視しているようである。

図9-1 O.F.E.D.S. の組織図

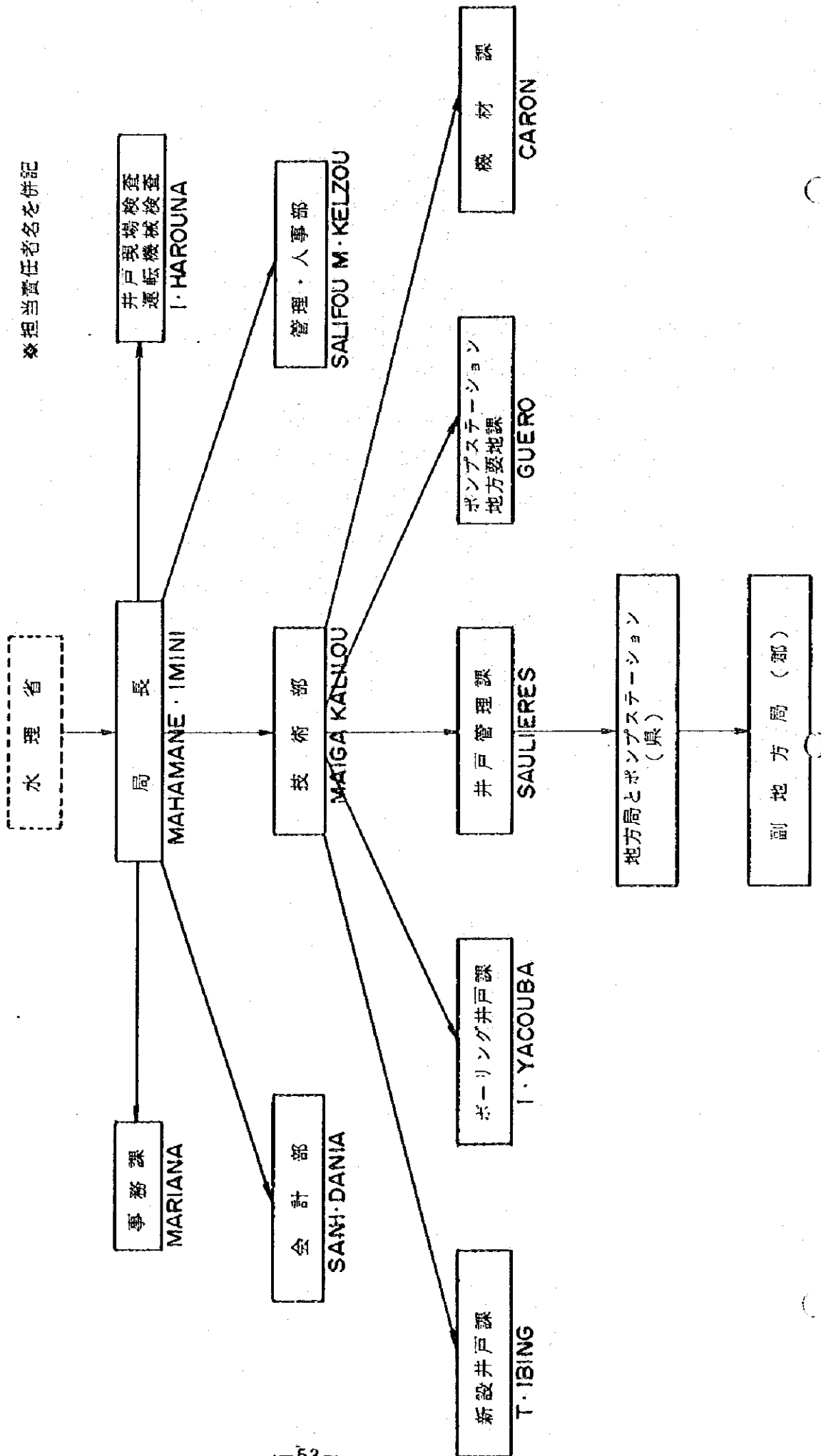


表9-1 地下水開発工事のOFEDES人員構成

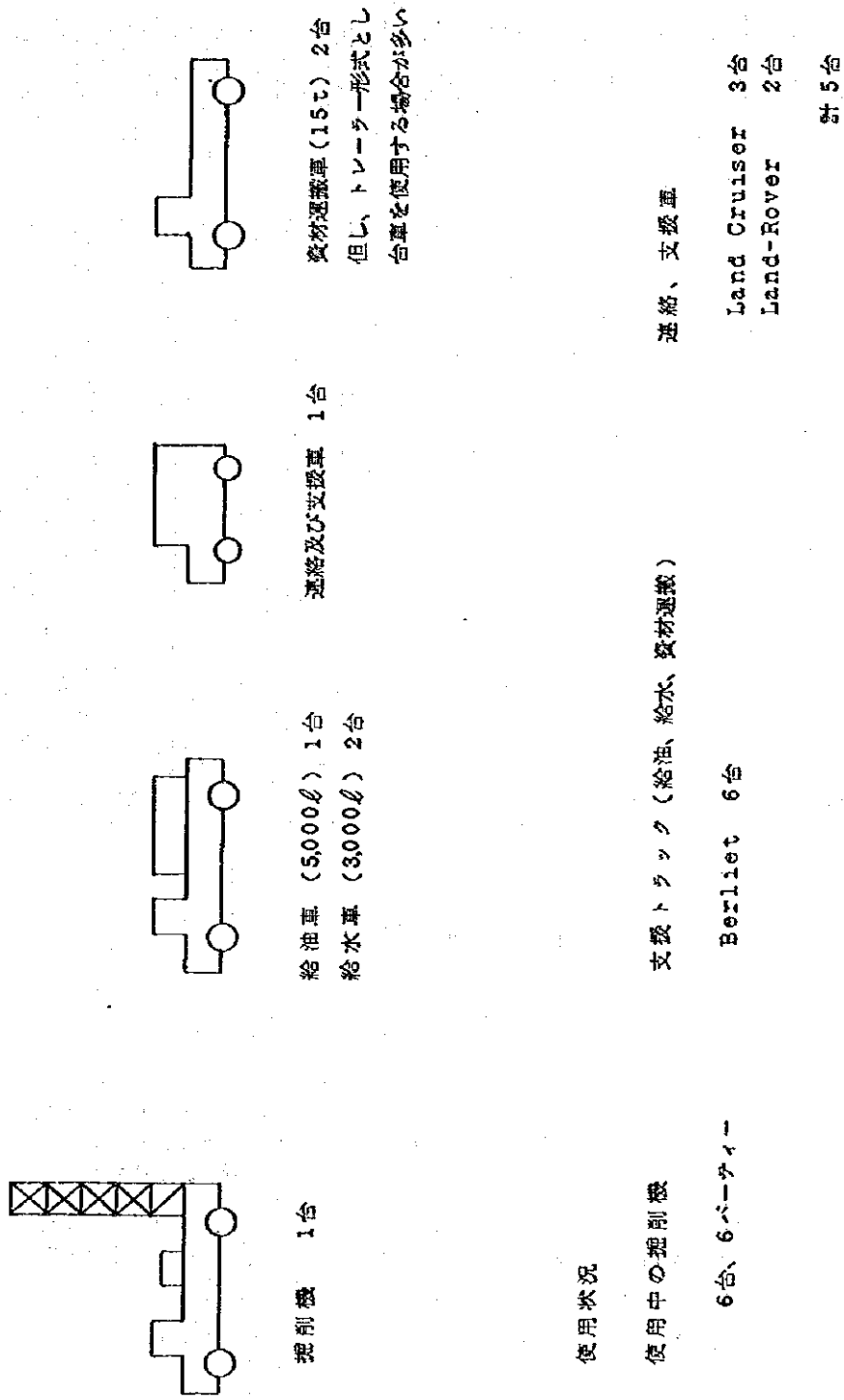
*印は対象地域

| 職 種 | 区 分 | * Niamey | * Dosso | Maradi | * Tahoua | Zinder | Diffa | Agadez | (Forage) | 合 計 |
|---------------------|-----|----------|---------|--------|----------|--------|-------|--------|----------|------|
| 管 理 人 (Puits) | | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 | | 17 |
| ガ ー ド マ ン | | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 14 |
| 運 転 手 | | 7 | 1 | 6 | 6 | 11 | 2 | 2 | 5 | 40 |
| 注 油 工 | | 8 | 1 | 7 | 7 | 9 | 4 | 2 | 6 | 44 |
| 井 戸 掘 工 | | 56 | 8 | 38 | 44 | 68 | 8 | 6 | | 228 |
| 井 戸 掘 工 助 手 | | 39 | 6 | 26 | 35 | 52 | 8 | 6 | | 172 |
| ク ー リ ン グ 工 | | 10 | 2 | 1 | 9 | 10 | 4 | 1 | | 40 |
| 人 夫 | | 178 | 40 | 190 | 150 | 272 | 40 | 30 | 34 | 934 |
| 現 場 監 督 (Forage) | | | | | | | | | 4 | 4 |
| ボ ー リ ン グ 工 | | | | | | | | | 4 | 4 |
| ボ ー リ ン グ 工 助 手 | | | | | | | | | 4 | 4 |
| 現 場 管 理 人 | | | | | | | | | 1 | 1 |
| 機 械 工 | | | | | | | | | 4 | 4 |
| 機 械 工 助 手 | | | | | | | | | 3 | 3 |
| 料 理 人 | | | | | | | | | 3 | 3 |
| 地 球 物 理 学 者 | | | | | | | | | 1 | 1 |
| 合 計 | | 302 | 60 | 276 | 255 | 426 | 70 | 48 | 71 | 1513 |

表9-2 深井戸掘削用機械一覽表

| 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 | 所要運転人員 (人) |
|--------|-------|------------|-----------|----------|-------|---------------|
| ダベイ | アメリカ | 孔径8½" 500m | 1 | 1974 | 古 | 18 |
| ボマー | 西独 | 孔径8½" 400m | 1 | 1973 | 普通 | 12 |
| 利根ボリング | 日本 | 孔径8½" 300m | 1 | 1977 | 普通 | 12 |
| アクトドリル | デンマーク | 花崗岩 60m | 1 | 1978 | 良好 | 7 |
| モールドリル | アメリカ | 孔径4½" 100m | 1 | 1977 | 良好 | - |
| サイスマイク | カナダ | 孔径4½" 500m | 1 | 1977 | 悪 | - |
| ブシルス | 西独 | 打撃式 150m | 1 | 1977 | 良好 | - |
| 計 | | | 7 | | | |

図 9-2 深井戸掘削標準構成



第10章 各国援助の状況

各国援助の状況については、各国援助のリストより対象地域の Niamey, Dosso, Tahoua の3県に於ける井戸分類別に援助の実態をまとめると、次表のとおりである。

表10-1 浅井戸 (Puits) の援助 (施工 OFEDES)

| № | Niamey (個所) | Dosso (個所) | Tahoua (個所) | 期 間 | 備 考 |
|---|----------------|---------------|----------------|-------------|-----------------|
| 1 | 12 | 6 | 16 | '78.4~'80.3 | 特別基金 リビア・FNI |
| 2 | 68 | | 68 | '80.3~'83.9 | FAD |
| 3 | 200 | | | '80.3~'83.9 | 西 ド イ ツ |
| 4 | 7 | | | '80.8 | 特別基金 フィレンダ郡 |
| 5 | | 132 | | — | ベルギー |
| 6 | | 138 | 138 | '73 ~ '81 | IUED スイス |
| 7 | 20 | 20 | 20 | — | UNICEF |
| 計 | 307 | 296 | 242 | | 合計 845 個所 |

表10-2 深井戸 (Puits-Forage) の援助

| № | Niamey (個所) | Dosso (個所) | Tahoua (個所) | 期 間 | 備 考 |
|---|----------------|------------------|----------------|-----------------|--|
| 1 | | 6 | 11 | '80.12 ~ '82.12 | その他9個所、計26個所 リグ1台(ボマーク)にて 施工。スイス |
| 2 | | 全国で11個所の井戸 | | 5年間 | オランダ 229億 CFA Puits: OFEDES Forage: オランダ |
| 3 | | CEAOによる500個所の水源地 | | — | 15億 CFA |
| 計 | 0 | 6 | 11 | | 確定分 |

表10-3 深井戸（足踏み式 Forage, 及びポンプステーション）の援助

| № | Niamey (個 所) | Dosso (個 所) | Tahoua (個 所) | 期 間 | 出資機関 | 備 考 |
|---|-----------------|----------------|-----------------|----------------|--------|------------------------|
| 1 | 130 | | | '80.3 ~ '80.10 | FAC | リブタコ地方 (ニアメイ・チラベリ郡) |
| 2 | 200 | | | '81.2 ~ '83.4 | BOAD | リブタコ地方 |
| 3 | 333 | | | — | FORACO | リブタコ地方基盤地帯 |
| 4 | 20 | | | — | FNI | リブタコ地方(サイ郡) |
| 5 | 100 | | | '81.10 ~ '82.7 | オランダ | リブタコ地方 |
| 6 | | | 1.4 億 CFA | — | 特別基金 | |
| 計 | 783 | 0 | 1.4 億 CFA | | | |

* リブタコ地方とは、ニアメイ県のチラベリ郡の大部分・テラ郡・サイ郡・ニアメイ郡の一部の基盤地帯で、水量が少ないので足踏み式 Forage, タウア県については、水頭が低いのでポンプステーションと考えられる。

* 施工者は、援助国関係民間会社、OFEDES及びOFEDES+ 技術援助

表 10-4 Niamey・Dosso・Tahoua に関する計画及び研究

| 計画・研究名 | 対象地区 | 出資機関 | 金額 (億 CFA) | 期間 | 研究・計画機関 |
|---------------------------------------|------------------|----------|---------------|-----|---------|
| 5つの副都市の給水 マダロンフェ・ゴチエ テラ・トロデイ・ガヤ | Niamey リブタコ地方 | 西ドイツ | 1.72 | 1年間 | GKW |
| TEKNIFORの機械化 井戸(Puits) | Niamey | FED | 5.44 | 2年間 | OFEDES |
| ニアメイの都市盆地 | Niamey | CIEH | 0.05 | — | ORSTOM |
| 地下資料銀行 | | FAC | 0.60 | — | BRGM |
| 保健グループ | | FED | | | 水理省 |
| 断続帯水層内の地下水 研 究 | | AIEA・FNI | 0.105 | — | AIEA |
| FAC による財政援助 の変遷 | | FAC | 0.05 | — | CIEH |
| ニジェールの水利開発 計画研究 | ニジェール全域 | — | 0.74 | — | SOGREAH |

各国援助の状況よりみると、浅井戸は、3県均等に計画されているようであり、個所数845と最も多い。深井戸については、リブタコ地方(ニアメイ県)を対象に、足踏み式と考えられる井戸を、合計783個所建設する予定であり、ニアメイ県に於ける井戸無所有村落数(1977年)である799村落とほぼ同数程度計画されている。

ドゥソ・タウア県が主体となる、ウリマンデン盆地で施工されている Puits-Forage やポンプステーションの建設計画はドゥソ県で6カ所で、タウア県で11カ所の Puits-Forage が確定しているのみで、非常に少ないようである。

また、大規模牧畜用を目的とするポンプステーションの計画は、ほとんどないと考えられ、生活用水の確保を目的とする建設計画が優先しているようである。

第11章 地下水開発計画の検討

11-1) 事前調査団の報告

地下水開発計画の対象地域は、事前調査団の結論に基づき、ニアメイ、ドゥソ、タウアの3県に限定し、要望地区の選定には下記の条件を考慮した。

- (1) 地下水位が、GL-50m以内の比較的浅い地点を優先する。
- (2) 水質が飲料水として、不適当なことが知られている地区を除外する。
- (3) 帯水層がGL-300m以内の深さにあるものを優先する。
最大深度はGL-400mを越えないこと。
- (4) 人口が多い村落、学校、病院等の社会的重要度の高い施設のある村落を優先する。

11-2) ニジェール国の要望

- (1) 要望井戸本数及びタイプ
- (2) 要望地のプライオリティー
- (3) その他

以上の要望内容については、第1章 1-3)に於いて記載してある通りである。

11-3) 地下水開発計画の条件

(1) 水理地質

対象地域に於ける地質構造は、ほぼ解明されており、水理地質上有利な盆地状構造を形成している。帯水層は、古生層中に5枚、中生層中に2枚、第3紀層中に5枚及び第4紀層中の自由地下水を確認している。

これらのうち最も利用度の高い帯水層は、第3紀層のコンチネン

タル・ターミナルで、基盤岩地帯を除けば、対象地域に広範囲に分布している。

当層は、事前調査団の報告の条件に適合し、地下水開発の成功率が高いことより、コンチネンタル・ターミナルを採水層の主体にした計画が望ましい。

尚、第4紀層中の自由地下水は、早魃には渇水する可能性が大であり、その他の帯水層は、掘削深度が深くなったり、成功率が低下する傾向がある。

(2) 井戸の型式

井戸の型式は、第7章表7-1のように分類されており、井戸数・耐久性・工事費・掘削技術・維持管理等に関しては、OFEDES型の浅井戸が優れている。

(3) 技術レベル

浅井戸については、OFEDESの施工実績からみて、資材補給体制が確立していれば、ニジェール人独自によって井戸建設及び計画運営ができると考えられる。

深井戸については、大部分の深井戸の建設が外国援助による実情からみて、ポンプステーションを建設するには、技術指導が不可欠であり、部品補給体制の確立、地質調査の実施、工事用道路の整備等が必要であるので、ニジェール国独自で井戸建設を実施することは無理と考えられる。

(4) 井戸工事のOFEDES人員構成

表9-1にみられるように、浅井戸の担当技術者は多数いるので、機材と資材の供給があれば、今迄以上の井戸を建設できる人員構成である。これに比較すると、深井戸の担当技術者は少数であるので、技術者の育成が急務のようである。

井戸工事に必要な労働力は、農閑期にはナイジェリア国等に出稼

ぎにゆく余剰労働力があるので、人夫の確保はできるとのことである。

(5) 水質及び水量

地下水位が浅く、水枯れしたり、汚染しやすいダロル(ワジ)沿いの浅井戸を除けば、一般的に水質は良いようである。但し、水質試験ではアンモニアを検出している試料が多い。

この原因としては、人間と家畜が共同で井戸を使用しており、排水溝の完備していない井戸の周辺には水溜りができて、不衛生な環境になっていることに起因するものと考えられる。

よって、井戸の周辺に家畜進入防護柵や排水溝を設置すれば、水質汚染は防止できるであろう。

井戸所有村落は、数km~数十km離れて散在しているので、井戸相互間の水位干渉は無いこと、手汲式の井戸が主体となっているので、使用水量は最小限にとどまっており、過剰揚水による水位低下は発生していないこと、水理地質上からみて、地下水の賦存状態は良好であることより、今回の地下水計画を実施しても、既存井戸に対する水量的な問題は発生しないと判断する。

(6) 要望地リスト

各郡長より提出された要望地は、別添要望地リストの通りであり、要望村落数及び要望井戸タイプについては、次に示す通りである。

| Niamey県 | 浅井戸要望地数 | Dosso県 | 浅井戸要望地数 | Tahoua県 | 浅井戸要望地数 |
|------------|---------|------------------|---------|---------------------|---------|
| | 深井戸要望地数 | | 深井戸要望地数 | | 深井戸要望地数 |
| Tillabéri郡 | 27 | Gaya郡 | 16 | Bouza郡 | 15 |
| | - | | - | | - |
| Ouallam郡 | 60 | Loga郡 | 9 | Keita郡 | 46 |
| | 10 | | - | | - |
| Say郡 | 不明 | Birni-Ngaouré郡 | 14 | Illéla郡 | 不明 |
| | " | | 2 | | " |
| Téra郡 * | 36 | Dogon-doutchi郡 * | 37 | Tchin-Ta baraden郡 * | 42 |
| | - | | - | | 8 |
| 合計 | 123+a | | 76 | | 103+a |
| | 10+a | | 2 | | 8+a |

総合計は、浅井戸要望地数 = 302カ所 + a (187カ所 + a.)

深井戸要望地数 = 20カ所 + a (12カ所 + a)である。

()内の数字は、要望地のプライオリティ - 4位の郡 (*印)を除いた数字である。

(7) 要望地の位置

ニジェール国に於いては、県庁や郡庁の所在地、人口が多い村落、学校、病院等の社会的重要度の高い施設のある地域には、ポンプステーション、足踏み式 Forage, OFEDES型の浅井戸がゆきわたっており、配水設備は完備している。

よって、ニジェール側の要望地は、交通事情のよい都市部から数kmから数十kmと離れていたり、地形図(1/200,000)には記載していないような小村落が多いようである。

これらの要望地は、広大な面積をもつ各郡に散在しており、雨期には交通手段の確保は難かしく、首都ニアメイ市を離れるに従って道路事情が悪くなる傾向がある。

(8) その他

井戸建設に必要な資材のうち、砂、砂利、セメント類は現地調達できるが、その他の資材は輸入品である。

ニアメイ市は、日常生活品が豊富で、医療施設も整っているが、他都市は不備である。要望地は、宿泊施設の無い僻地であるので、日常生活品の補給体制が必要である。

11-4) 計画地の選定

浅井戸建設の要望地は、ある地域に集中しておらず、広大な面積をもつ各郡に散在しており、所在地を確認できない村落が多いので、計画地を選定することは難かしい。

よって、浅井戸の建設数が決定した場合には、計画地及び順位については、ニジェール側で決定してもよいと考えている。

深井戸建設の要望地は、ワラム郡とビルニンガウレ郡であるが、調査結果より優先順位によって候補地を選定すると、次のような6地点が考えられる(図11-1参照)。尚、チンタバラデン郡は、ニジェール側の要望地のプライオリティーにより除外した。

1. ワラム郡北部、ゴソの西北
2. ロガ郡東部
3. ビルニンガウレ郡、ファカラ地方
4. イレラ郡
5. ケイタ郡北部
6. ケイタ郡東部

11-6) 地下水開発計画

以上のような諸条件より、総合的な地下水開発計画を検討すると、次のような開発計画がニジェール国にとって最善であると考えられる。

(i) 井戸タイプによる建設優先順位

| 目的 | 対象 | 井戸建設優先順位 |
|---------|---|---|
| 生活用水の確保 | 井戸無所有村落 〔要望〕 村落用井戸 100本×3県 遊牧民用井戸 10本×3県 | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">OFEDES型浅井戸</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">1割位 十分な地下水を 得られない場合がある</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Puits-Forage</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">ポンプステーション</div> |
| 大規模牧畜用 | 大移動する 遊牧民 | |

尚、足踏式井戸は、外国援助計画が多いため、今回の計画から除外する。足踏式井戸の外国援助計画地であるニアメイ県のリブタコ地方は、浅井戸の建設本数を減らしてもよいと考えている。

(2) 実施計画案

対象地域のニアメイ、ドツソ、タウアの3県にニジェール側の要望である300本(100本×3県)のOFEDES型の浅井戸を建設するものとする。このうち1割位の浅井戸は、十分な地下水が得られないケースがあると予測し、これらの浅井戸に対しては、Puits-Forageに改善する計画案として考える。要望地リストによると、深井戸建設の要望地はワラム郡に偏っているので、調査結果による6地点の候補地(ポンプステーション)を採用する。

井戸建設1個所当りの人員構成及び年間の井戸建設数は、平均的には次のような実績がある。

i) OFEDES型の浅井戸(OFEDESの実績より)

人員構成： 5名/班、井戸建設数： 15本/年

ii) Puits-Forage(スイス計画より)

人員構成： 7名/班、井戸建設数： 13本/年

但し、Puitsは施工済みである。

iii) ポンプステーション(外国援助の実績より)

人員構成： 7名/班、井戸建設数： 2カ所/年

但し、支援車や付帯設備関係者は除いた員数である。

ニジェール側の実施計画案として、OFEDESの実績及び要望井戸本数よりみて、浅井戸建設期間は3年間、浅井戸建設チームは7班を編成する必要があるとの提案があった。

調査団は、第1章の1-4)で前述してあるように、OFEDES型の浅井戸(一部Puits-Forage)を建設することが、ニジェール国に

とって最善であると判断するが、井戸建設数、深井戸建設要望地、資機材、工事費等について、ニジェール側と協議する必要があると考えている。

よって、不確定要素があるため、ニジェール側の要望をできるだけ尊重した、次のような実施計画及び工程計画を作成した。

- 1) 7班のチームを編成することにより、1年間に100本のOFEDS型の浅井戸を建設し、3年間でニジェール側の要望である300本の村落用井戸を建設する。
- ii) 十分な地下水を得られない1割位の浅井戸に対して、ロータリリグのチームを1班編成し、Puits-Forageに改善する。
この場合、浅井戸の建設後にPuits-Forageに着手する。
- iii) 井戸タイプによる建設優先順位を考慮し、ii)の工事完了後Puits-Forageのチームを利用して、3年間で6個所のポンプステーションを建設する。

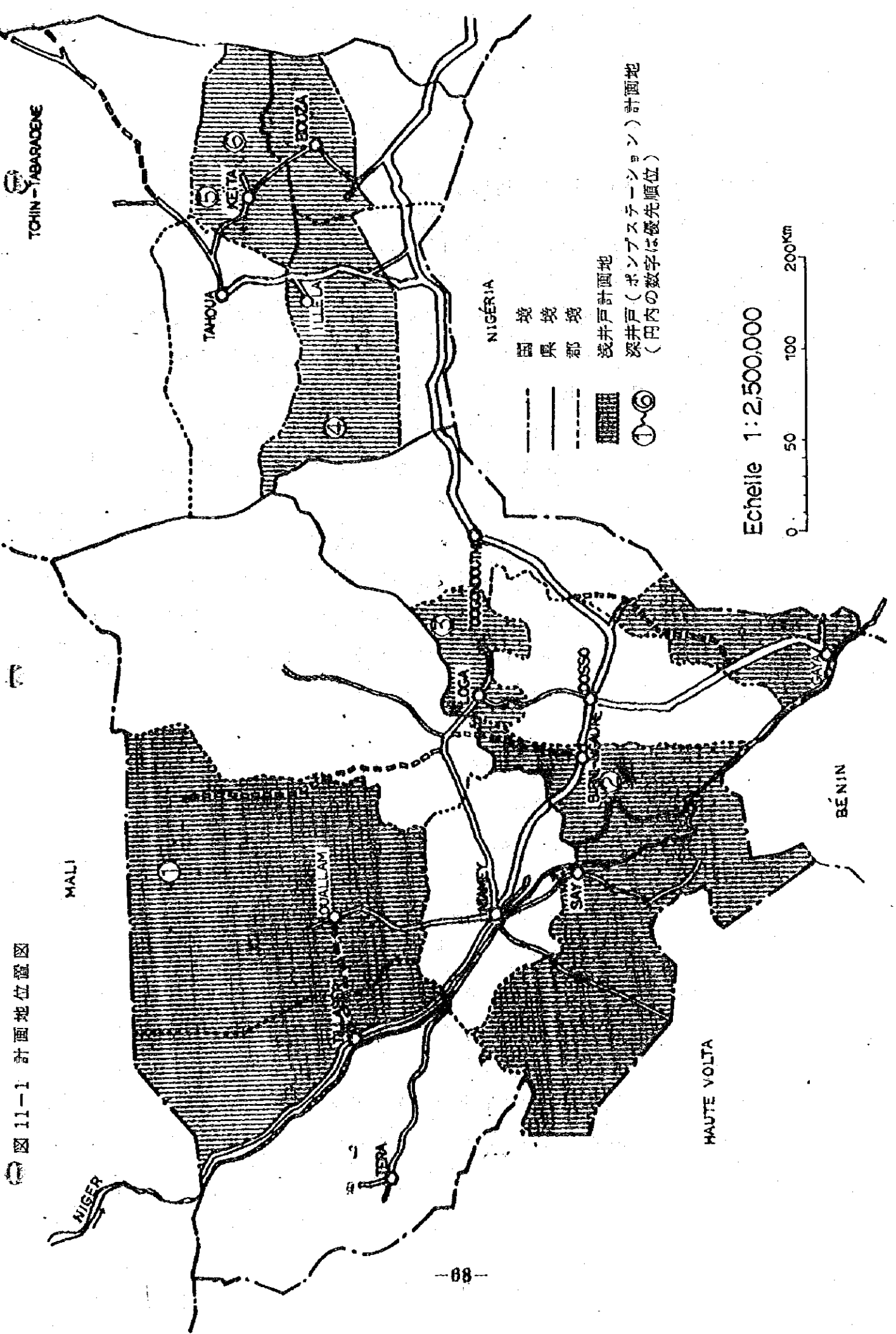
工程計画については、日本とニジェール政府との協議及び準備に5カ月間、海上輸送に2カ月間、陸上輸送に1カ月の計8カ月間位を要すると考えられ、ニジェール国に資機材の到着後の実施工程は次表の通りである。

| 項目 | | 期間 | | |
|-----------------------------|----------------|------|------|------|
| | | 1年 | 2年 | 3年 |
| 生確 活 用 水 の 保 | OFEDS型の 浅井戸 | 100本 | 100本 | 100本 |
| | Puits-Forage | 10本 | 10本 | 10本 |
| 大牧 規 蓄 機 用 | ポンプステーション | 2カ所 | 2カ所 | 2カ所 |

以上の実施計画案は、かなり大規模な計画であり、計画を実現させるためには、日本政府とニジェール政府との協議が必要である。

よって、両国の協議資料とするために、今回の実施計画案に基づき第12章で工事費の算出をおこない、地下水開発計画の規模を明瞭にしてあるので参照されたい。

図 11-1 計画地位置図



第12章 地下水開発工事費概算

工事費は、第11章に於いて検討した計画に基づき算出した。

工事費の算出には、次の条件を考慮しておこなった。

- i) OFEDES型の浅井戸の建設に必要な大型・小型機材及び資材のうちセメント・鉄筋は、日本から輸入するものとして計算する。上記以外の人件費、現地運搬費、骨材費、燃料費は別途に扱う。
- ii) Puits-Forageの工事費区分は、OFEDES型の浅井戸と同一条件でおこない、日本が技術指導をおこなうものとして、技術指導費を計上した。
- iii) ポンプステーションの建設に必要な大型機材は、OFEDES型の浅井戸及びPuits-Forageの建設に使用したものを転用する。
- iv) 工事費の計算は、ニジェール国の歩掛り、類似工事費等を参考に算出した。尚、物価上昇率は考慮しなかった。換金レートは1円 \div 1CFAである。

以上の条件により算出したデータを整理したのが、表12-1~12-5と図12-1~12-2である。

表12-1は、OFEDES型浅井戸の建設費(1カ所当り)を掘削深度60mと30mについて、内訳費を記載したものであり、図12-1は、各掘削深度ごとの建設費その他の相関性をグラフ化したものである。

要望地の浅井戸の平均掘削深度は40m位と考えられるので、図12-1より建設費は3,680,000CFAと判断できる。

表12-2~12-4は、各井戸タイプについて、井戸建設に必要な資機材費用の内訳を記載したものである。

図12-2は浅井戸建設数、工事費、作業班編成との相関性をグラフ化したもので、開発計画の資料として作成した。

これらの検討データと地下水開発計画案を基に、ニジュール側の要望を段階的に実施する方法として、工事費を算出したのが表12-5である。

以上の工事費は、あくまでも概算見積りであり、実際の運用に当っては細項目についての再検討や調整の積算が必要である。

表 12-1 OFEDES 型浅井戸の建設費

i) 掘削深度 60m Puits の場合 (1カ所当り)

単位 GFA

| 項 目 | 費 用 | 人件費 | 運搬費 | 資材費 | その他 |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 仮 設 費 | 128,120 | 56,270 | 55,200 | 16,650 | — |
| 撤 去 費 | 87,440 | 32,240 | 55,200 | — | — |
| 0~30m の 築 造 費 | 2,190,000 | 738,900 | 549,000 | 484,500 | 417,600 |
| 30~50m " " | 1,606,000 | 638,600 | 366,000 | 323,000 | 278,400 |
| 50~60m " " | 461,750 | 221,150 | 91,500 | 80,800 | 68,300 |
| φ1.4m の フィルター // | 200,000 | 41,000 | 30,500 | 98,100 | 30,400 |
| 型付 φ " " | 28,000 | 8,210 | 6,100 | 8,390 | 5,300 |
| 水 中 掘 削 費 | 320,800 | 107,340 | 73,200 | 85,560 | 54,700 |
| 敷 ブ ロ ッ ク 費 | 30,000 | 8,210 | 6,100 | 10,600 | 5,090 |
| 上 部 枠 等 費 | 167,000 | 41,050 | 30,500 | 71,650 | 23,800 |
| 家 畜 用 施 設 費 | 81,000 | 24,630 | 18,300 | 24,380 | 13,690 |
| 計 | 5,300,110 | 1,917,500 | 1,281,600 | 1,203,630 | 897,280 |
| 割 合 (%) | 100 | 36.2 | 24.2 | 22.7 | 16.9 |

ii) 掘削深度 30m Puits の場合 (1カ所当り)

単位 GFA

| 項 目 | 費 用 | 人件費 | 運搬費 | 資材費 | その他 |
|-----------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 0 ~ 30m の 築 造 費 | 1,825,000 | 615,750 | 457,500 | 403,750 | 348,000 |
| その他費用 i) と同じ | 1,042,360 | 318,950 | 275,100 | 315,330 | 132,980 |
| 計 | 2,867,360 | 934,700 | 732,600 | 719,080 | 480,980 |
| 割 合 (%) | 100 | 32.6 | 25.5 | 25.1 | 16.8 |

図12 エンゼール国歩推りによるPulleの建設費
および費用比率グラフ(1980年8月データ)

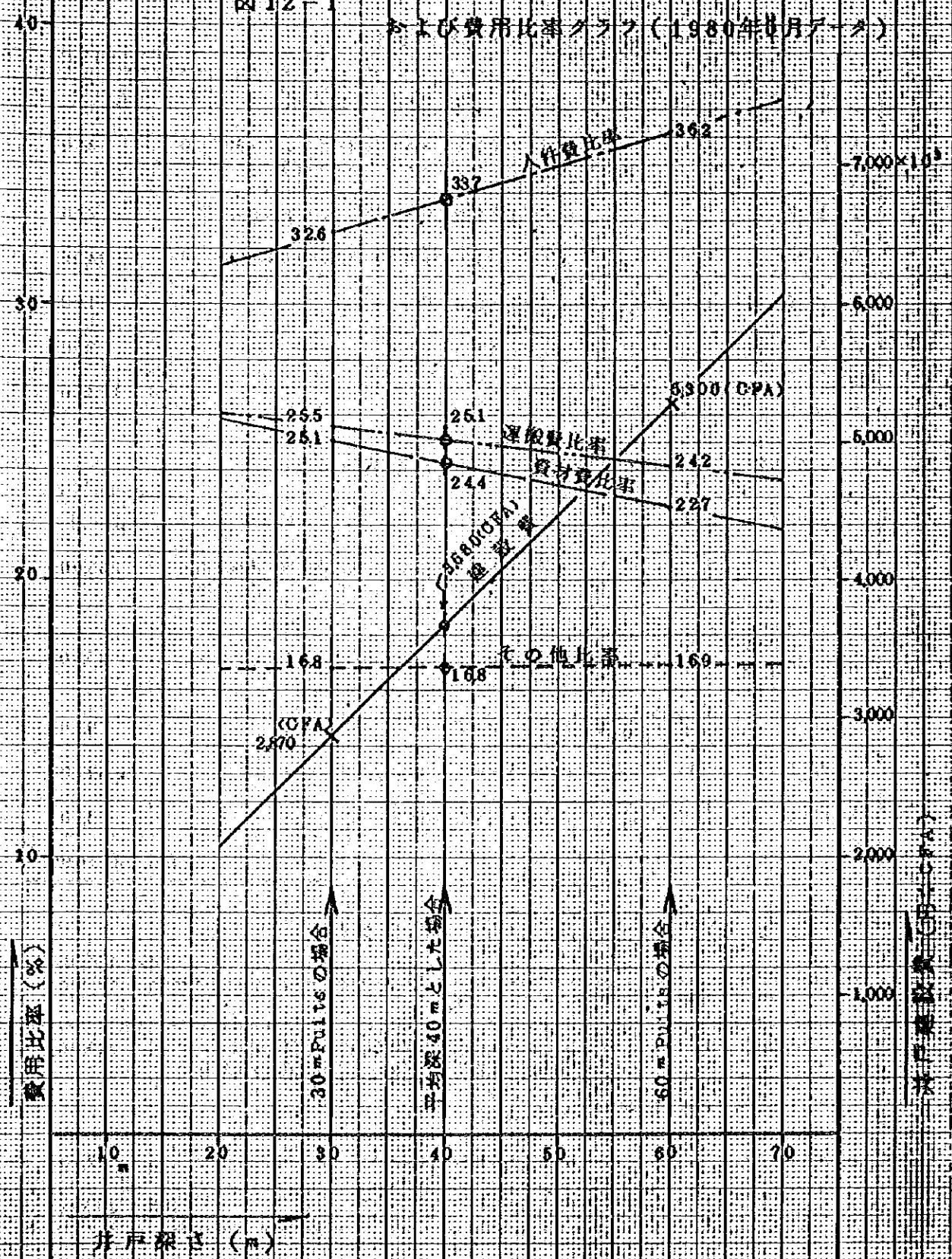


表 12-2 OFEDS 型浅井戸の資機材費用

単位×10³ CFA

| 分 類 | 単 位 | 内 訳 | 費 用 |
|--------|--------------------------|--|--------|
| 大型機材 | 1 班 当 り | トラック(7t)・連絡車輛・デリック・鉄槽・型 枠・コンプレッサ・ピックハンマー等 | 63800 |
| 小型機材 | " | シャベル・ツルハシ・手押車・ボルトスパナ 等 | 2400 |
| 共同大型機材 | 各 班 共 通 | 低床式大型トラック(20t)・給水車(6,000ℓ) | 34,300 |
| 建設資材 | 井戸1カ所当り 平均掘削深度 40m | セメント・鉄筋・鉄線 | 1900 |
| 人件費他 | " | 人件費・運搬費・骨材費 | 2300 |
| 合計 | | | 104700 |

表 12-3 Puits - Forage の資機材費用

単位×10³ CFA

| 分 類 | 単 位 | 内 訳 | 費 用 |
|---------------------|-------------------------|--|---------|
| 大型機材 | 1 班 当 り | 大型リグ・掘削用部品・揚水試験設備・連絡車両・ クレーン付トラック・タンクローリー・通信設備・ スペアパーツ 等 | 235,000 |
| キャンプ設備 ワークショップ機材 | " | モバイルオフィス・テント・コンテナ・コンプレッ サー・発電機 等 | 25,800 |
| 井戸材料 | 1 カ 所 当 り (平均深 240m) | 井戸ケーシング・ストレーナ・消耗品 | 9,100 |
| 技術指導 | 1 式 | 技術費・交通費 | 57,200 |
| 人件費他 | 1 カ 所 当 り (平均深 240m) | 人件費・運搬費・骨材費 | 4,500 |
| 合計 | | | 331,600 |

表 12-4 ポンプステーションの資機材費用

単位×10³ CFA

| 分 類 | 単 位 | 内 訳 | 費 用 |
|---------------|-----------------------------|--|---------|
| 大型・小型機材 資材 | 1 カ 所 当 り (平均深 240m) | 井戸材料・揚水設備・電気設備・上屋・燃料タンク 貯水槽・家畜用給水設備・生活用共同栓・配管材・ キャンプ設備 技術指導含む | 218,200 |
| 人件費他 | " | 人件費・運搬費・骨材費 | 27,000 |
| 合計 | | | 245,200 |

図 12-2 Potts建設資機材費と
井戸建設費

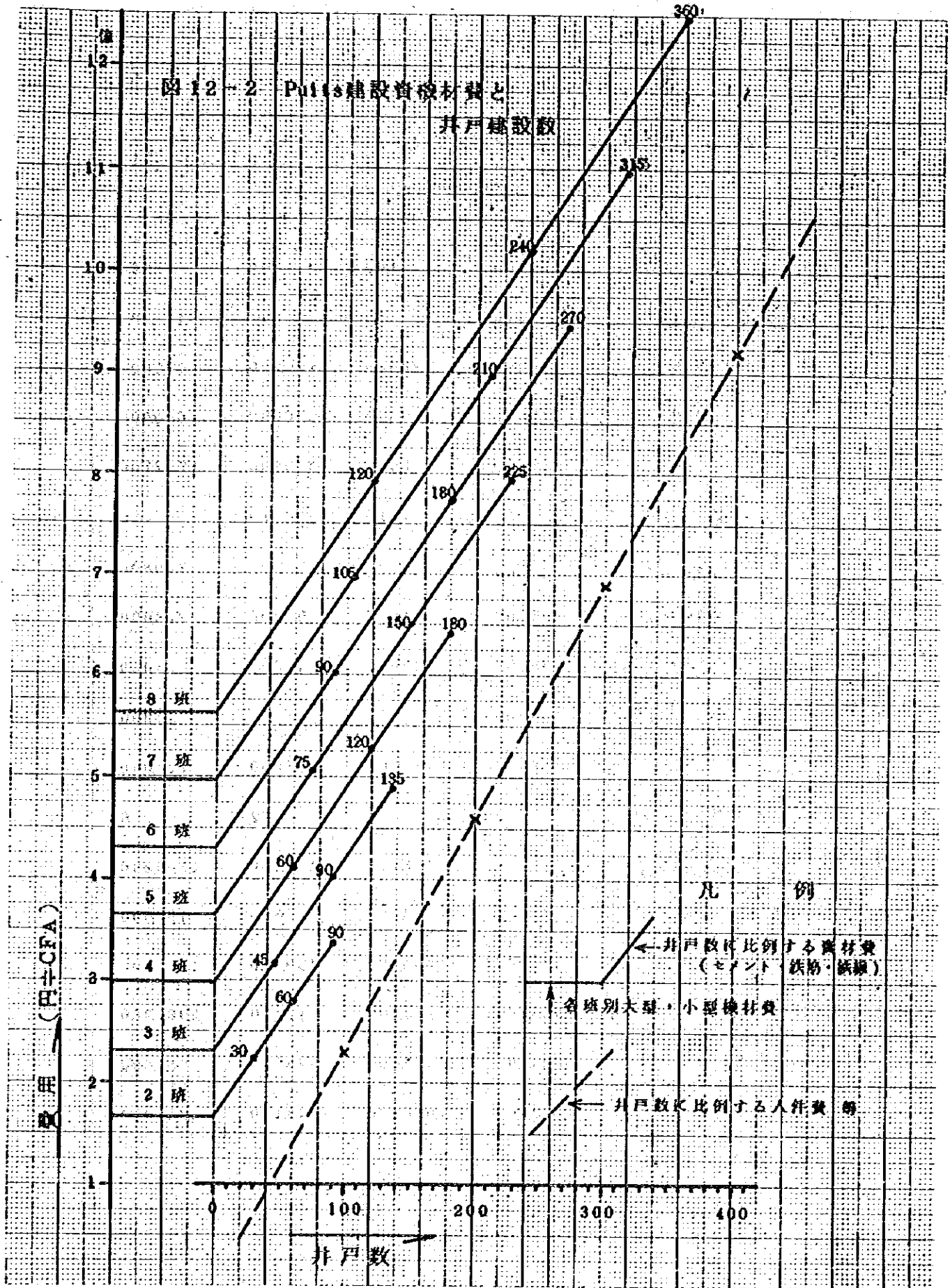


表12-5 地下水開発計画工事費

単位×10³ CFA

| 年次 | | 1年 | 2年 | 3年 | 計 |
|--------------|------------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Puits | 建設数(カ所) | 100 | 100 | 100 | 300 |
| | 大型・小型機材・共同機材 66,200/班 34,300/共通 | [7班] 497,700 | — | — | 497,700 |
| | 資材 1900/カ所 | 190,000 | 190,000 | 190,000 | 570,000 |
| | 人件費他 2300/カ所 | 230,000 | 230,000 | 230,000 | 690,000 |
| | 小計 | 917,700 | 420,000 | 420,000 | 1,757,700 |
| Puits-Forage | 建設数(カ所) | 10 | 10 | 10 | 30 |
| | 大型機材キャンプ設備 260,800/班 | [1班] 260,800 | — | — | 260,800 |
| | 資材 9,100/カ所 | 91,000 | 91,000 | 91,000 | 273,000 |
| | 人件費他 4,500/カ所 | 45,000 | 45,000 | 45,000 | 135,000 |
| | その他 技術費 交通費 | 57,200 | — | — | 57,200 |
| 小計 | 454,000 | 136,000 | 136,000 | 726,000 | |
| Pump Station | 建設数(カ所) | 2 | 2 | 2 | 6 |
| | 大型・小型機材・資材 218,200/カ所 | 436,400 | 436,400 | 436,400 | 1,309,200 |
| | 人件費他 27,000/カ所 | 54,000 | 54,000 | 54,000 | 162,000 |
| | 小計 | 490,400 | 490,400 | 490,400 | 1,471,200 |
| 大型・小型機材計 | | 1,533,100 | 717,400 | 717,400 | 2,967,900 |
| 人件費他計 | | 329,000 | 329,000 | 329,000 | 987,000 |
| 合計 | | 1,862,100 | 1,046,400 | 1,046,400 | 3,954,900 |

第13章 報告書に対するニジェール国の要望

13-1) ドラフト・レポート説明日程

| | |
|---------------|-----------------------------------|
| 1981年3月 9日(月) | 東京発 |
| 10日(火) | パリ着 日本大使館、ニジェール大使館へビザ申請 |
| 11日(水) | パリ発 |
| 12日(木) | アビジャン着 日本大使館へ報告書の説明 |
| 13日(金) | アビジャン発、ニアメイ着 水理省へ挨拶、報告書の提出及び説明 |
| 14日(土) | 合同会議 |
| 15日(日) | 協議資料の作成 |
| 16日(月) | YAHAYA TOUNKARA 水理大臣と協議 |
| 17日(火) | Minute 調印 ニアメイ発、アビジャン着 |
| 18日(水) | 日本大使館へ協議結果の説明 アビジャン発 |
| 19日(木) | パリ着、パリ発 |
| 20日(金) | 東京着 |

13-2) 協議事項

3月14日の合同会議と16日の水理大臣との協議によって、双方は次の事項を確認及び同意した。

- i) 今回の報告書は、ニジェール側の要望をできるだけ尊重して実施計画案を作成したもので、内容や数量については決定したものでない。実施計画案を具体化するには、日本政府とニジェール政府との協議が必要である。