

第4章 調査対象地域の概要

第4章 調査対象地域の概要

4-1 ナイジェリアの概観

(1) 概観

ナイジェリアは大西洋ギニア湾に面した西アフリカ諸国の1つであり、その西はベナン人民共和国、北側はニジェール共和国、そして東側はカメルーンと接している。

その位置は、ほぼ東経3°~15°、北緯4°~14°にあり、東西の距離は最大1,300km、南北に1,100km、その総面積は92万300km²であり、日本の約2.5倍で西部アフリカのおよそ1/7を占めている。現在の人口は約1億人とされており、全アフリカの人口の1/5である。

(2) ナイジェリアの自然概要

① 地形 (図-2, 図-3 参照)

ナイジェリアの地形は、大略ニジェール川~ベヌエ川によってY字に分断された山地-高原性の地形区と、これにチャド湖を含めた侵食および堆積による平原-低地の地形区とに区分される。

- 1) 山地-高原：この地形区は、a) 北部ナイジェリアの中央にあり、ジョス高原の山地(1,500~1,800m)、ハウサランドの高原(平均750m)より成る北中部高原、b) ベヌエ川源流のマンダラ山地(1,200~1,500m)、ピウ高原(600~900m)およびベヌエ川南のアランティカ、シエブシ、アダマワの山塊(1,800~2,400m)、そしてカメルーン山地から西へクロス川の平野にのびるオブドウ高原(平均1,200m)、オバン丘陵(平均1,200m)などからなる東部および北東部高地、c) 海拔1,000mに達するイダンレ丘陵を最高峰として300~600mの花崗岩円頂丘からなる西部台地、によって構成されている。これらの地域は、基盤岩類およびこれを貫く玄武岩より成り侵食作用によりコピエ(インゼルベルグ)やメサの地形が顕著にみられる。
- 2) 平原-低地：地形区分図では互いに連結した地形を示しているが、それらは地表起伏によって次の6地区に細分される。
 - a) 平均高度150mのなだらかな平地で、南東部には北西に向かって傾斜するダンゲケスタがみられる第三紀層から成るソコト平原
 - b) 国際河川のニジェール川およびピウ高原に源を発するベヌエ川によって侵食された峡谷部
 - c) 平均高度45~60mで平坦なチャド盆地
 - d) 西部台地の南麓部に帯状に分布する第三紀堆積岩から成る内部海岸低地
 - e) ウディ高原を含むニジェール川左岸の地域で第三紀堆積岩にケスタの地

形が顕著な低地

f) 西部台地から発する河川およびニジェール川によって生じたデルタ性の地形で砂や粘土より構成された海岸平野

② 河川

ナイジェリア国を流れる河川は次の3つの河川群に区分される。

- 1) 4,000km離れたギニア高原にその緒を発し、途中でソコト川、ベヌエ川を合流してギニア湾にそそいでいるニジェール川の河川群。
- 2) チャド湖へ北流するハディジャ川、ヨバ川、イエドセラム川等の河川群。
- 3) 南部の大西洋に注ぐ長さ200~300kmの中河川群：オープン川、オシェン川、オセ川、クロス川等。

これらの河川群の流域は地形的分水界により図一4に示すように大きく8つに分けることができる。

- 1) ニジェール川北部
- 2) ニジェール川中部
- 3) ベヌエ川上流部
- 4) ベヌエ川中流部
- 5) ニジェール川南部
- 6) 西部低地部
- 7) 東部低地部
- 8) チャド湖周辺

③ 気象および植生

1) 気象区 (図一5)

ナイジェリアの気候区は赤道にほぼ平行に次の4つに区分される。

- a) 亜赤道気候区：海岸より130~160kmの内部の範囲で、年降雨量1,500~3,000mm以上あり、相対湿度が60~80%のデルタ地帯。
- b) 熱帯性背後地：ナイジェリアの中央部、幅およそ300kmの地帯で、年降雨量は1,000~1,500mmだが4カ月間の乾季があり湿度50~80%。
- c) 熱帯大陸性気候：ナイジェリアの北部を占め、年降雨量500~1,000mmの範囲、乾季は10~4月の7カ月間で、相対湿度は1月に20~40%、7月で60~80%である。
- d) 高原性気候：ジョス高原およびアグコワ、オブドウ高原で月平均気温は8月の20°Cから4月の25°Cで安定しており、降雨量は1,000~1,400mmである。

2) 降雨量

ナイジェリアの年降雨量の分布は海岸からの距離およびジョス高原の存在に影響され、図一6の雨量等値線に示すとおり海岸近く、および高原地域で降雨量が多くなっているが、北にゆくほど減少している。

3) 植生

年降雨量4,000mmの海岸部熱帯雨林地域から500mm以下の半乾燥地区まで広が

るナイジェリアの植生は大きく森林区とサバンナ区の2つに分けられる(図-7)。

この両植生区の境界は北緯7°付近にあり、これより北側がサバンナ地帯で南側が森林地帯となっている。

④ 地質

ナイジェリアの地質は以下の地層により構成されている。(図-8参照)

1. 第四紀堆積物
 2. 第三紀堆積岩
 3. 中生代(白亜紀)堆積岩
 4. 先カンブリア紀の変成した基盤岩類
 5. 火山岩(第三紀)
- 1) 先カンブリア紀の基盤岩類

北中部高原、東部および北東部高地、西部台地を構成する基盤岩類で古生代に隆起し、この隆起の際ある地域では強い褶曲運動を受けた。この基盤岩類は花崗岩、片麻岩、片岩、珪岩より成る。

- 2) 中生代の堆積岩

ニジェール川-ベヌエ川流域とソコト州中央部に帯状に分布する白亜紀の海成堆積岩で、石灰岩、砂岩、頁岩より構成され一部に挟炭層がみられる。

- 3) 第三紀の堆積岩

ソコト盆地、チャド盆地およびニジェール川下流域に分布する内海-浅海成堆積岩で砂岩、頁岩より成り、中生層に比べると固結度は弱い。

また同時代の地盤運動に伴って火山活動があり、ジョス高原やピウ高原に溶岩や火山灰を噴出し、玄武岩質溶岩層や円錐火山が出現した。

- 4) 第四紀

海岸部第三紀の丘陵より発達した扇状地とその海岸平野を形づくった三角州およびニジェール川によりつくられた大きな三角州などで、主に砂や泥質堆積物によって構成されている。

4-2 調査対象地域(ソコト州)の概要

(1) 対象地域

本調査の対象地域であるソコト州はナイジェリア国の北西端に位置する州である。

地理的位置としては北緯10°から14°、東経4°から7°の間にある。

地盤の標高は海拔200~500m程度で、全体的にはあまり起伏のない平坦地である。

(2) 社会的立地条件

ソコト州は面積102,535km²、人口は460万人（1963*）である。

州内は19の Local Government に分けられており、主要部族はハウサ族、フラニ族等であるが、言語はハウサ語が主に使われている。宗教としてはイスラム教が主流である。ソコト州からは前大統領のブハリが出ており、その影響下過去かなりの開発投資が行われたと言われているが、近年その傾向はうすれている。

州内の産業としては、農業が80%以上の労働力を吸収しており、州南部では連邦政府の河川流域開発計画により28,000ヘクタールのかんがい農業が進んでいるが、他は州内全域に散在している500~5,000人規模の集落によりとうもろこし、キャッサバを中心とした天水農業が行われており、農耕地以外の草地は家畜の放牧が行われている。家畜は国内第2位の頭数（2百万頭）を保有している。

道路は比較的整備されているが、小規模村落の多くは5~10km 舗装道路からはいらない。村落のほとんどは土壁とかやぶきの家々で、伝統的な自給自足経済を営んでおり、ほとんどは電化も行われていない。

*1985年の推定では780万人

(3) 自然条件

ソコト州は半径180km 程度の亜円形を呈している。州のほぼ中央部で北東—南西方向に地形地質の境界線が存在し、この境界より東南部地域は、北中部高原として区分される地形区に属し、先カンブリア紀の基盤岩類が分布している。

一方境界の北西部は、ソコト盆地とその周辺部で、中世代の砂岩、頁岩、石灰岩と第三紀の新しい砂岩、頁岩によって構成されている。第三紀層の下部と中世層は地殻運動により褶曲し傾斜している。

また、基盤岩類のうちの花崗岩の地域では、コピエ（インゼルベルグ）地形が顕著にみられる。同州を流れるソコト川は、北中部高原に端を発し北西へ流れて国境付近で流線を南へ転じて州の南部でニジェール川に合流する。また、若干の小河川は北流しニジェール川へ流入する。

気候的には典型的熱帯大陸性気候区に相当し、年降雨量は、南部の1,000mm から北部国境付近の600mm へと漸減する。

ソコト市の平均月降雨量（mm）は表4-1のとおりである。

表4-1 ソコト市の平均月降雨量 (mm)

	高度	北緯	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
ソコト市	350m	13度	0	0	0	10	48	91	155	249	145	15	15	0	728

全体的には降雨量が少なく乾燥しているが、5月から9月の雨季には相対湿度が60%程

度まで上昇する。

この地域は各種のアカシヤおよびバオバブ樹の存在によって特徴づけられる“スーダンサバンナ”と呼ばれる植生区に属しており、砂漠のオアシスでよくみられるヤシ類も生育している。

作物としてはマンゴー、タマリンド、いなごまめ(locust-bean)、落花生および野菜類が小規模につくられているだけであり、地域の大部分は放牧地として利用されている。

(4) 水利用の現況

ソコト州では現在のところ表流水の利用可能範囲が極めて限られており、大部分の地域では地下水にたよらざるをえない。

ソコト州におけるこれまでの水供給事業は以下のとおりである。

- ① 都市型水道施設：ソコト市などの主要都市で実施されている水道施設で料金は徴収されている（10ナイラ/月/家族）。
水源は地下水および溜池が主。事業主体は州政府水道局である。
- ② National Borehole Project：連邦政府が管轄したプロジェクトで深井戸を水源とし水中ポンプ、高架水槽および共同水栓から成る水供給施設。井戸は40本掘削され（連邦政府による）、このうち12本については水道施設として完成している。なおこのNational Borehole Projectは最後まで完成しないまま中断している。
- ③ 浅井戸による村落給水：村落給水を目的としたハンドポンプ付井戸と大口径の手掘り井戸。請負工事として業者が数本～数10本単位で完成させており、これまでに約1,500カ所の施設が出来あがっている（ただしこのうちすでに使用できなくなっている施設もある）。
- ④ ソコト・リマ河川流域開発公団によるさく井工事：同公団が独自の予算で実施している深井戸による給水施設事業。同公団は2台のボーリング機械を所有しており、現在までに33本のさく井工事を終了させている。
- ⑤ ハンドポンプ付井戸（世銀）：1987年11月に世銀のファイナンスにより合計1,500本のハンドポンプ付井戸を建設する工事契約完了。コントラクターはカナダ、中国および日本の3社。

これらの給水施設のない、あるいは既存の施設が破損したままになっているようなところでは付近の河床のわずかな溜り水を利用している。地下水利用の場合にも州南部地域では先カンブリア紀の硬質な岩石、地質で構成されているため、地域住民がかんたん井戸を掘削することはできない。

以下、事前調査時に訪問した村落の水利用状況について報告する。

〔コンタクト・ミッション時調査〕

- 1) ロガギワ市 (ソコト州北方) 人口：約15,000人
 - 水 源：深井戸6"×219m
 - スクリーン：95～112m 間, ジョンソンタイプ
 - 揚 水 量：3.44 ℓ /sec (12.4m³/時)
 - ポンプ運転：8 時間/日 (Max.)
 - 高架水槽：98m³, h =9m
 - 公共水栓：5カ所 現在, セネレーター故障のため使用されていない。
- 2) グアダバク村 人口：約5,000人
 - 深井戸：6"×175m
 - タービン式ポンプの設置：エンジン駆動, 設置深度100m
 - 水 質：EC620μV/cm, pH8.0 水温32.5°C
- 3) アサダ市 人口：約15,000人
 - 深 井 戸：6"×120m
 - 揚 水 量：90m³/8時間
 - 公共水栓：18カ所
- 4) オマル湖
今年は国境沿いで干ばつとなり, この湖も例年なら雨季終了のこの時期満水となる筈だが, その水位は2～3 mも低く, 今後の畑作に少なからず影響を与える。
- 5) ガダ市 (ニジェール国境の近く) 人口：約20,000人
燃料費不足のため32m³の高架水槽を1日2回だけ満水とし, 17カ所の公共水栓に配水しているが, 絶対的に水量が不足している。(EC1,800μV/cm, pH7.6)
- 6) デンゲ村
 - 深井戸, 高架水槽 (EC140μV/cm, pH6.0)
- 7) ギダン・ディコウ村
 - ハンドポンプ設置の浅井戸, 1984年世銀プロジェクト (54m 深度, サクション位置36m, EC220μV/cm, pH6.5)

〔S/W ミッション時調査〕

- 1) マガ村 (ソコト市南方約220km) 人口：約15,000人
 - 水源：ハンドポンプ付(カナダ製)深井戸。水温32°C。全人口をこの井戸だけで給水している。この井戸の地点は電磁探査および電気探査を実施した後掘削された。
- 2) マテテ村 (ソコト市西方約150km) 人口：約3,000人

○水源：手掘りの浅井戸。深度25.5m, 水位24.8m(水温29°C, EC100 μ U/cm)。バケツとロープによる揚水方法。

3) ギダン・バワ村(グサウ市北方約150km) 人口：約4,000人

○水源：手掘りの浅井戸。深度34.3m, 水位33.9m。

4) カガラ・ダイラン村(グサウ市北方約100km) 人口：約10,000人

○水源：近くの河床に深さ2m, 直径3m程度の穴を掘り, そこからの湧水(伏流水?)をゴム袋とロープで汲みあげている。

○村の中心部にハンドポンプ付(インディア・マークII)深井戸があるが, ポンプが故障しており, 使用不能。

5) リマワ村(ソコト市北東方約80km) 人口：約6,000人

○現在ソコト・リマ河川流域開発公団にて井戸掘削中。完成後エンジン駆動の水中ポンプにより揚水予定。

—予定深度：120m

—掘削口径：6インチ

—ケーシング口径：4インチ

—掘削方法：ロータリー式(トリコンビット使用)

リグ：Bycurus-10R(アメリカ製)

—チーム編成：ドリラー 1名

ドリラー助手 2名

機械工 2名

ワーカー 6名

運転手 3名(ローリー,トラック,リグ用)

計 14名

—完成までの予定期間：約3週間

本施設の建設費はすべて開発公団により供与される。

○現在掘削中の井戸から約500m離れた地点に風車による揚水中の井戸あり。

—深度：114m

—ケーシング口径：4インチ

—静水位：32m

—動水位：34m

—揚水量：約20 l /min(目視による)

第 5 章 地下水

第5章 地下水

5-1 既往の地下水調査

ナイジェリア国の北部は降雨量が少なく、表流水の利用範囲が限られていることから、人々の生活は地下水に大きく依存している。このため地下水に関する調査も比較的古くからかつ詳細に行われている。これは鉱物資源の埋蔵に関する調査が精密に行われ、地質分布が早くから明確にされていたことにも影響されている。

当該地における地下水調査に関する報告書のリストは資料編の資料1に示したとおりである。入手した資料の中で最も古い報告書は、1973年に発行されたソコト盆地の帯水層に関する研究報告書で、水理地質断面図、地下水位等高線図も示されている。

地下水調査が開始された当初は、ソコト盆地を中心とした堆積層中の地下水理に重点がおかれていたが、その後基盤岩類分布地域における地下水調査も盛んに行われている。

調査内容としては、既存資料の整理、地表踏査、電気探査、試掘等が行われており、廃井となった井戸の状況と回復の可能性について調査を実施していることは特記すべきことであり、地下水利用がいかんか当該地にとって必要であるかを示している。

地下水調査に関連して重要な要素である気象、水文資料の収集も継続的に行われており、これら利用可能な資料の内容、数量は下記のとおりである。

- | | |
|---------------------------------------|--------------|
| 一井戸掘削記録
(地質、水位、揚水量等) | : 約1,000カ所 |
| 一気象観測記録
(気温、降水量、湿度、日照時間、風向、風力、蒸発量) | : 3カ所×10年分以上 |
| 一河川水位観測記録
(一部流量測定あり) | : 約40カ所 |
| 一地下水位観測記録 | : 約10カ所 |

なお、これらの観測資料は、現在カドゥナ市にある水資源研究所のデータバンクに登録中である。

既存の井戸台帳の例を資料6に示してある。

5-2 水文・気象

ソコト州の主な河川は図-10に示したとおりであり、州東部の先カンブリア紀基盤岩類分布地域を源とする河川は西流し、そしてソコト市付近から徐々に南に流路を向け、州の南西部にてニジェール川に合流する。

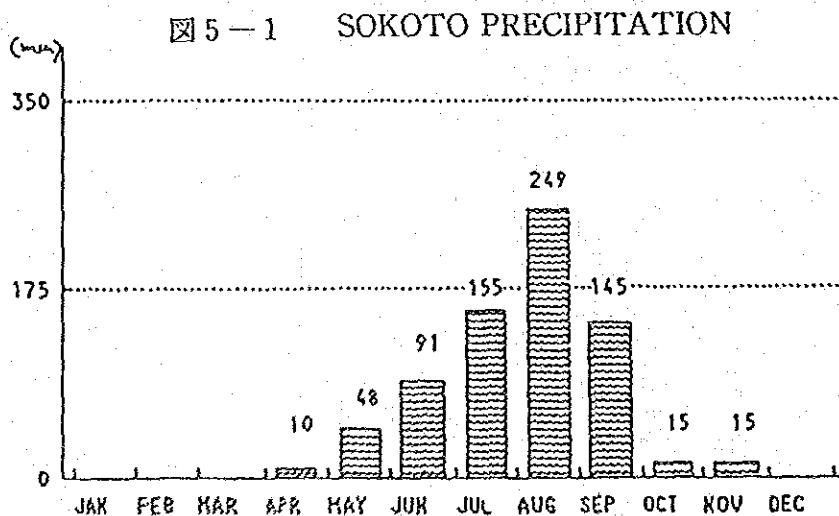
これらの河川は、上流域では流水は雨季のみであり、乾季には干上がってしまい、ソコト

川の本流でも通年流れがあるのはソコト市より下流である。ソコト市の下流約150kmにあるアルグング市付近での年間最低水深は2.7m程度(5月)である。既存の水位観測記録の例を図一11に示した。

ソコト地方の気候は乾季と雨季の2シーズンに明確に区分される。5月から10月までの雨季の雨はギニア湾付近の湿った空気が北に流されてきてもたらされるものであり、過去35年間のこの期間中のソコト市における平均降水量は762mmである。なお、州の南部では1,270mmであるが北部にゆくに従って減少し(408mm)、やがてサハラ砂漠へと移ってゆく。降水のない10月から4月には乾燥した砂塵を運びいわゆる“ハマターン”が北東方向から吹き荒れることがある。

ソコト州において最も気温が下がるのは12月から1月にかけてであり、日最低气温の平均は15.5°Cである。最も暑いのは4月であり、この月の日最高気温の平均は40°C、日最低气温の平均は24.4°Cである。また日最高気温の年平均は35.6°Cであり、日最低气温の年平均は21.1°Cである。

ソコト市における各月の降水量の分布は図5-1に示したとおりである。



5-3 水理地質

本地域の地質区分は表5-1の様に整理されている(図一12参照)。図一13には模式的な地質断面図を示した。

地層は大別すると先カンブリア紀の基盤岩類と、中生代、白亜紀およびそれ以後の堆積層(ソコト盆地)とに区分され、それぞれ州の南東部と北西部とに分布地域が分かれている。

ソコト盆地の堆積層(白堊系~第三系)は半固結の砂、礫、粘土および若干の石灰岩層から成っている。この中で最も古い地層(グンドゥン累層)はテラスデポジットである。この上位のリマ層群は海成層でソコト層群によっておおわれている。そしてグワンドゥン累層は再

表5-1

時代		地層名	岩相
新 世 代	第四紀	第四紀層	
	第三紀	グワンドゥ累層	粘土と石英粗砂との互層
		ソコト層群	
		カランバイナ累層 ダンジ累層	粘土質石灰岩～石灰質粘土 石灰岩の薄層をはさむ泥土、泥岩の互層
中 生 代	白	リマ層群	細粒砂岩、泥岩、頁岩等
	亜	イロ累層	粗砂～礫、泥土の薄層夾在
	紀	グンドゥン累層	砂および礫のレンズをはさむ粘土層
先 カン ブリア 紀	基 盤 岩 類	区分不可能な基盤岩類	花崗岩質岩、火山岩類、変堆積岩類
		石英岩	石英岩
		区分不可能な変堆積岩	変成岩、頁岩、砂岩、礫岩等
		古期花崗岩類	ペグマタイト、花崗岩、アプライト、変成岩

びテラスデポジットとなっている。

この堆積層の走向は北東方向で、傾斜は1kmにつき4m程度のゆるい角度で北に傾いている。この堆積層は場所によっては自噴帯を形成する。

以下各々の地層の水理地質状況を説明する。

1) 先カンブリア紀の基盤岩類

本岩類は対象地域（ソコト州）の面積の42%を占めている。岩石の種類は花崗岩、シグマタイト、変麻岩、および堆積岩あるいは火山岩を母岩とした変成岩等で構成されている。

本岩類における地下水の賦存状況は岩体の新鮮部分直上部の風化帯および岩体に貫入している脈状岩に伴う亀裂等にある。

本岩類における地下水の揚水量は一般的に少量で10～40ℓ/min程度である。ただし本層に掘削された井戸のうち400ℓ/minあるいはそれ以上の揚水量が得られている井戸も全体の1%程度ある。

本層中の井戸の掘削深度は11～88mの範囲にある。

本層における井戸の成功率は過去63%であり、不成功に終わった井戸の平均深度は

40m 程度である。

地下水位は深い所では35m を越すこともある。

水質的にはフッ素、鉄、硬度が若干高いこともあるが、いずれも WHO の基準値を大きく上まわることはなく、一般的に飲料水として適切な水質であると言えることができる。

2) グンドゥシ累層

本層は最も下位の堆積層として基盤岩類をおおっており、地表部に露頭している面積はソコト州全体の14%程度である。砂、礫から粘土等によって構成されている。

本層中の帯水層は石英質の細～粗粒砂であり、その厚さは20～140m に及んでいる。

井戸深度は70%程度が70m 以浅であり、100m を越す井戸は全体の10%である。

静水位は10～30m の井戸が過半数であり、30m を越すこともまれではない。

本層における井戸掘削の成功率は95%と高く、水量も全体の70%の井戸で100 ℓ/min 以上の高い揚水量を示している。

水質的にも良好で、T.D.S.値も低く、軟質である。ただし水位が深い場合には pH が高かったり（8 以上）鉄分が多かったりすることがある。

3) イロ累層

本層は州の南西部に分布しており、帯水層の分布深度は概して浅く、中粒砂～礫等で構成されている。

本層中で掘られた不成功に終わった井戸はない。

本層はニジュール川流域に分布しているため、井戸深度も30～40m 程度と浅く、水位も大略10m 以浅と高い。

本層中に掘られた井戸の65%が100 ℓ/min 以上の揚水量を記録しており、10 ℓ/min 以下の揚水量の井戸はたった1本である。

水質的にはおおむね問題はないが、南部にゆくと若干酸性となる。またフッ素を1～2 ppm 含むこともある。

4) リマ層群

本層は州を横切る様な形状で北東～南西方向に帯状に分布している。占める面積は全州の約10%。

本層の帯水層は細～粗粒砂で構成されており、しばしば粘土層が挟まれている。

本層は2つの亜層（RG-1 および RG-2）に分けられる。

RG-1 :

本層はソコト～ゴロニョ道路の北および西部に分布している。帯水層は細砂

であるが地下水の取水は非常に困難で水位も極めて低い。

本層の井戸の平均深度は69mであり、10%程度の本数は100mを越している。

静水位は大部分が50m以下であり、揚水量は10ℓ/min程度しか出ない。

水質についても人間の使用基準はクリアーしているものの、一般的に良くない。特に硬度が高く(250ppm以上)T.D.S.の含有率も大きい。

RG-2 :

本層はソコト州の南部に分布しており、帯水層としての性質は良好である。

井戸掘削の成功率も95%と極めて高い。

平均深度は79mで72%が60m以上の深さとなっている。

静水位は地形状況に応じて変化しており、10mから60mまでの間に60%の井戸が含まれている。

揚水量は多く全体の71%の井戸が100ℓ/min以上の量を産出している。

水質は、使用上は問題がないが鉄分、フッ素、硬度が高いものがあり、また浮遊物質が多くのサンプルにみられる。

5) ソコト層群

本層はリマ層群の上位に位置し、ソコト州の面積の3%を占めている。

本層の帯水層は石灰岩層であるが、この層が欠除していたりあるいは適正でない場合には、これより下部のリマ層群を掘削している。従って本層の開発は下記3つの場合がある。

① ソコト層群中の石灰岩層

成功率は95%。井戸深度は浅く、大部分が21~30mで40mを越すことはまれである。水位も30mを越すことはなく10~20m程度である。

揚水量は非常にバラつき10~400ℓ/minと幅がある。

水質的には全般的に硬度が高く、また深度が浅いことから地表からの汚染物質が混入していることもある。

② RG-1まで掘削

井戸深は深く90m以上になることもあり130mを越えている井戸もある。地下水位も深く30~50m程度となっている。揚水量は比較的多く、40ℓ/min程度は半分以上の井戸が確保できている。

③ RG-2まで掘削

平均深度68mで大部分が40~90mの範囲内にある。水位の分布には変化があ

り、0～50mまで示されている。井戸掘削の成功率は91%であった。水量は豊富で72%の井戸が100ℓ/minを越えている。

6) グワンドゥ累層

本層はソコト州の西部を広い範囲で占めており(全体面積の22%)、帯水層は比較的能力のある砂層で構成されている。

本層はその性質から4つの亜層(GF-1, GF-2, GF-3およびGF-4)に区分される。

GF-1 :

帯水層は中粒砂で構成され、揚水量も多く、成功率は99%と非常に高い。

平均深度は他の地層とくらべると浅く、48mである。静水位も同様に浅く20m以浅の井戸が大部分を占める。

水質は良好で軟水型を示している。

GF-2 :

本亜層はソコト層中の石灰岩層を対象としたものである。成功率は67%と低く、揚水量も50%が40ℓ/min以下である。

GF-3 :

本亜層はリマ層群中のRG-2まで掘削したものである。

井戸成功率は97%と高いが、井戸深度は深く70%の井戸が100m以深であり最も深い井戸は175mにも及んでいる。水位もこれに応じて深くなっている。しかし、揚水量は極めて豊富であり、すべての井戸が100ℓ/minの揚水量を得ている。

GF-4 :

本亜層はイロ累層まで掘削したものであり、例はあまり多くはない。

平均深度は68mで静水位は20～40m程度、揚水量は100ℓ/min以上と多い。

7) 第四紀層

本層の分布は主河川の流域(はんらん原)に限られており、帯水層は浅層部の砂層で構成されている。

井戸深度は30m以浅で水深も5～7m程度である。

揚水量は多く、最低でも30ℓ/minは揚水可能である。

水質的には全く問題がない。

次に NIJA WATER CO.から提供された1982年に施工されたソコト州の National Borehole Project 実績表 (No. 1 ~ 3) から、41本の井戸を採水対象層別に Sediment, Cretaceous Sediment, Crystalline Basement の3区域に大別して、水理状況の比較を作成してみると、表5-2のようになる。

表5-2

項目 \ 地層	Sediment	C. Sediment	C. Basement
さく井本数	12本	17本	12本
さく井深度 (m)	41.0~210.0	90.8~271.0	12.0~64.0
Dry 井戸	—	—	1本
自噴井	2本	—	—
S.W.L (自然水位 m)	+3.9~-96.9	-0.49~-64.3	-3.0~-32.0
YIELD (l/sec)	1.05~4.3	3.7~6.3	0.016~3.5
D.D (ドロ-ダウン m)	0.39~37.0	1.43~63.9	5.0~50.0
比湧出量の平均 (l/s/m)	0.21	0.34	0.074
“ “ (m ³ /d/m)	18.14	29.5	6.39
(備考)	6,231/s/mの1本を除く11本の平均	2,587l/s/mと1,643 l/s/mの2本を除く15本の平均	Dry及び資料のない2本を除く10本の平均

これによると Sedimentary f. のさく井にくらべて、Cretaceous f. は比湧出量 (水位降下1.0m当りの水量) が1.6倍となっており、Complex Basementでは1/3になっていることが判る。

次に同資料のうちで揚水試験 (帯水層試験) が行われた井戸について、同じく対象層別に、透水量係数 (T)、貯留係数 (S) の算出してあるものを分類比較してみると表5-3のようになる。

採水対象層別に分類した場合の透水量係数 (T) と貯留係数 (S) を比較してみると、その平均値は、

$$\text{Sedimentary f. では } T=5.07\text{m}^3\text{pd/m}$$

$$S=4.1\times 10^{-4}$$

$$\text{また、Cretaceous T.f. では } T=33.13\text{m}^3\text{pd/m}$$

$$S=4.0\times 10^{-4}$$

となり、(T) は Cretaceous S.f. の方が6.6倍となっている。(S) は略々同じ状態である。

表5-3 採水対象層別の(T)と(S)の比較表(ソコト州)

地層分類	村名	Borehole No.	D.Contracter	透水量係数(T) m ³ pd/m	貯留係数(S)
Sedimentary formation	ACWADA	No. 5/4	SDNL	※ 132.0	1.4 × 10 ⁻²
	ARGUNGU	No. 2/4	"	11.23	1.74 × 10 ⁻³
	BODDAI	No. 6/3	"	1.84	8.87 × 10 ⁻⁶
	GADA	No. 8/2	"	6.62	2.55 × 10 ⁻⁵
	KENDE	No. 8/4	"	3.14	6.7 × 10 ⁻⁴
	KOKOTAU	No. 10/3	"	※ 319.0	1.4 × 10 ⁻³
	KWINTANI	No. 6/4	"	1.24	1.4 × 10 ⁻⁴
	SURU	No. 9/4	"	10.4	9.05 × 10 ⁻¹
	UMBUTU	No. 4/4	"	1.05	—
	(平均値)			※ コピー不鮮明で除外 (5.07)	(4.1 × 10 ⁻⁴)
Cretaceous Sedimentary formation	DABAGE ARDU	No. 8/3	SDNL	3.92	1.82 × 10 ⁻⁵
	GAJIT	No. 1/2	"	17.1	6.58 × 10 ⁻⁵
	GARI	No. 3/2	"	※ 606.1	1.85 × 10 ⁻³
	GIDAN ALKALI	No. 2/3	"	15.2	5.03 × 10 ⁻⁵
	GOSHE	No. 4/3	"	※ 148.13	1.2 × 10 ⁻³
	GUDRUM	No. 9/3	"	※ 280.2	1.15 × 10 ⁻³
	JAREDI	No. 5/3	"	4.45	2.57 × 10 ⁻⁵
	KADIGIWA	No. 5/2	"	90.36	2.2 × 10 ⁻⁴
	LABAN	No. 7/2	"	90.7	7.2 × 10 ⁻⁴
	MALLAM BUZU	No. 2/2	"	2.06	9.95 × 10 ⁻⁶
	MAMMAN SOKA	No. 6/2	"	5.05	6.3 × 10 ⁻²
	MORAI	No. 3/3	"	62.6	1.91 × 10 ⁻⁴
	ROGO GIWA	No. 1/3	"	71.7	2.37 × 10 ⁻⁴
	WABABI	No. 7/3	"	1.25	5.77 × 10 ⁻⁶
(平均値)			※ コピー不鮮明で除外 (33.13)	(4.0 × 10 ⁻⁴)	

なお、Crystalline Rocks (Basement Complex Rocks=Pre-Cambrian) にさく井された12本の井戸については、コントラクターは BEC (BAYAKS ENGINEERING Co.) であって、揚水記録はあるが、その地質の性格上の問題からか、水理常数の算出はされていない。何故かコントラクターが Sedimentary formation については SDNL, Crystalline Rocks については BEC と2つに区分けされた理由は不明である。

5-4 地下水開発の留意点

(1) 本地域の水理地質的な区分は極めて明瞭であり、各水理地質区によりそれぞれ特徴がある。従って調査および開発にあたっては各々の特徴に適應した方法をとらなくてはならない。

(2) 水理地質的には大きく基盤岩類分布地域と堆積層分布地域とに分けられる。

基盤岩類分布地域での井戸の開発成功率は過去63%と低く、事前の調査方法を十分に検討しなければならない。

堆積層分布地域での掘削成功率は85%以上でありあまり問題はないが、堆積層中であっても地層のちがいによる揚水量あるいは静水位のちがいが明確であるのでより詳細な地層分布の把握が重要な要素となる。

(3) 特に基盤岩類中の地下水については涵養機構、流動機構の確立が難しく、循環速度についても不明である。従ってこの種類の調査を出来るだけ多く行う必要がある。

第6章 本格調査の内容

第6章 本格調査の内容

6-1 調査の基本方針

対象地域は熱帯大陸性気候区に属しており、年降雨量は600～900mm程度しかない。従って利用可能な表流水の量は限られているため、住民は生活するための水源を地下水に求めざるをえない。

しかし水理地質的に見た場合、同州の面積の約半分は一般的には地下水の開発が困難な先カンブリア紀の地層（基盤岩類）で占められており、人口約460万人の同州の水需要を満たすためには詳細な調査と計画が要求されている。

連邦政府および州政府は、これまでも地下水開発に関する調査および資料の収集等を外国援助も含めたびたび行ってきているが、その結果はまだ体系化されていない。また基盤岩類中の地下水探査の方法とその有効性についても特に新たな検討を加えているわけではない。

この様な状況を背景としてナイジェリア国政府は日本国政府に対し地下水開発に関する技術協力を要請してきた次第であり、本報告書にも述べられているとおり、今回の事前調査で締結されたS/Wによる本格調査の目的は下記のとおりである。

- 1) ソコト州における地下水資源の能力評価
- 2) 選定された地域における地下水開発計画の策定

また本格調査によって期待される主な成果物は次に示される。

- ① 地下水流動シミュレーションモデル（全地域対象）
- ② 水理地質図（全地域対象）
- ③ 物理探査を主とする最適探査の方法論の確立（特定地域対象、Basement領域）
- ④ 給水施設計画（特定地域対象）

地下水開発計画（給水施設計画）を具体的に策定する地域（村落）については、ナイジェリア側が要望している47カ所のすべてを実施することは困難であり、選定する必要がある。47カ所のうち物理探査を含む詳細調査の実施村落数は約20カ所、このうちさらに試掘調査まで実施するのは8カ所程度と想定している。

なお調査の実施にあたってはカドゥナ市にある国家水資源研究所との連携も考慮しておくべきである。

6-2 調査項目および内容

本格調査の項目は下記のように大区分される。

- ① 既存資料の収集/整理

- ② 地表概査
- ③ 物理探査
- ④ 試掘調査
- ⑤ 測定/観測
- ⑥ 地下水解析
- ⑦ 地下水流動シミュレーションモデル策定
- ⑧ 簡易給水施設による給水実証調査
- ⑨ 調査地域別給水施設計画および実施計画

これらの調査結果から当該地における最適な地下水開発計画を策定することになる。

以下各々の項目につき詳細を述べる。

① 既存資料の収集/整理

調査の目的を達成するために必要な資料、すなわち地形、地質、水理地質、水文、気象、水源、給水システムに関する図面、文献、観測データ、表等を収集し整理する。

ただし資料編に添付したとおり、事前調査時に多量の関係資料を収集してきているので、本格調査の現地調査開始前の国内作業時にこの資料を十分に整理、検討しておくことが必要である。この時に日本にてランドサットによる空中写真（赤外線）を入手すべきである。

なお航空写真はラゴスの Federal Survey の Airal Photo Survey Section にて入手可能とのことである。

② 地表概査

ソコト州の面積は約10万 km²と広大である。従って対象地域を絞った地表踏査により全体の概観を把握することになる。地形と地質が大略次の様な相関があるため、それぞれの区分で代表的な場所を選定することは可能である。

先カンブリア系の基盤岩類分布地域……………州内河川の上流域
 白亜系分布地域……………州内河川の中流域
 第三系分布地域……………州内河川の下流域

なおナイジェリア側より調査要請されている47カ所の村落については、地形、地質、水文、植生、土地利用状況、現在の給水施設、水源、人口等につき調査しておく必要がある。

踏査時既存井の資料を出来るだけ多く収集する。

③ 物理探査

物理探査は47カ所の村落から事前に選定された約20カ所の村落において上記1), 2) の調査結果、地域的なバランスを考慮し実施される。

物理探査は2種類の方法で行う。すなわち1村落の中あるいはその周辺で4～5カ所程度対象地点を選定し、電磁探査を行う。1カ所の測定範囲は1km²程度とし、解析深度は最低200mとする。この電磁探査によって絞り込まれた候補地にて電気探査を実施する。1村落で3～4カ所行う。1カ所の測定点数は4～5点程度で、解析深度は同様に200mとする。電磁探査は原則として基盤岩類分布地域を対象とする。

なお、この物理探査に必要な測定器および付属品はJICAより貸与される。

④ 試掘調査

地表踏査、物理探査等により地下水開発の可能性が高いと想定された地点にて試掘調査を行う。数量は試掘井8本、試掘井に伴う観測孔2本の計10本程度とする。

試掘井の仕様は下記のとおりである。

1) 試掘井の形状

	基盤岩地域	堆積岩/層地域
一本数	4本	4本(+2本)
一深度	150m	200m
一掘削口径	8-5/8"	9-5/8"
一ケーシング口径	6"	6"
一スクリーン長	30m	40m

2) 坑内検層

- 一 比抵抗検層
- 一 自然電位検層
- 一 温度検層

3) 揚水試験

- 一 段階揚水試験：5段階×3時間/段階
- 一 回復試験：最大12時間
- 一 連続揚水試験：48時間
- 一 回復試験：最大12時間

4) 採水および分析

- 一 連続揚水時の24時間目と48時間目の合計2回採水する。
- 一 この水を現地にて分析するとともに、1検体は日本にもちかえりトリチウム分析を行う。(計8検体)

観測孔は堆積岩/層に掘削する2本の試掘井に伴うものであり、設定深度150m、ケーシング口径2"程度である。本井との距離は5mとする。

これらの試掘井は現地業者に発注する形態をとる。

⑤ 測定/観測

測定/観測する項目および数量は下記のとおりである。

	箇所数	回数	
井戸水位 (自記) :	5カ所	自記 (1カ月巻)	
” (手動) :	10カ所	1回/週	※雨季, 乾季にそれぞれ1度ずつ 一斉測定を行う (50カ所)
井戸水質 :	5カ所	1回/月	※トリチウム分析(5カ所×1回) 乾季
河川流量 :	3カ所	1回/月	

原則的には測定/観測は地元へ委託する。また各観測地点の標高はナイジェリア側に測定を依頼してある。

⑥ 地下水解析

既存資料の整理および現地調査の結果に基づいて地下水解析を行う。解析される内容は水理地質構造, 地下水の涵養機構, 流動機構等であり, これらは水理地質図として表される。

なお同時に既存資料を基本とした井戸台帳, 水位等既存の観測資料の整理, 制作を行う。

⑦ 地下水流動シミュレーションモデルの策定

調査対象について, 精度の高いシミュレーションを行うためには, 相応の精度のデータが必要であるが, 本調査においては広大な対象面積に対して十分な観測点が設置されない。このため精度の高いシミュレーションを実施することは困難であることが予想される。

表6-1 領域別のシミュレーションモデルのあてはめの一例

	Sediment 領域	Basement 領域
水収支式の利用	可能	可能
タンクモデル	可能 領域を適宜分割	可能
FEM	可能	現象の物理性の反映に 問題あり

一方で、将来の地下水開発計画において開発可能量の算定、最適揚水計画の策定を厳密に行う場合、シミュレーションは不可欠といえる。

このようなことから、本調査においては、シミュレーションモデルの作成を行い、試行（テストラン）までを行うこととする。実際の精密なシミュレーション実施は境界条件の設定等に問題があり、不可能と判断される。本調査のレベルではモデルの作成に加え、十分な境界条件を与えるに足る観測体制、資料収集、調査方法に対する提言を行う。

事前調査団の提言は1つの例として表6-1を示す。

○水収支式

いわゆる線形の水収支式といわれるもので、以下のように与えられる。

$$P + R_{in} + G_{in} = E + R_{out} + G_{out} + \Delta S$$

ここに、P；降雨量、 R_{in} ；表流水としての流入、 G_{in} ；地下水としての流入、E；蒸発量、 R_{out} ；表流水としての流出、 G_{out} ；地下水としての流出、 ΔS ；貯留量の変化

この「線形水収支式」を領域を適宜分割して適用し、水収支構成諸要素を算出する。算定に必要な諸量はP、E、Gなどであるが、既存観測資料などから得られる。また本調査で実施される表流水観測、地下水位観測などにより、 R_{in} 、 R_{out} 、 G_{in} 、 G_{out} を算出することができる。

○タンクモデル

上記の水収支式の諸元が決定されるだけのデータが存在すればタンクモデル（複合一並列タンクモデル）を適用することができる。タンクを流域の涵養機構—流動機構を反映するように組み合わせ、上記機構の再現・検証を行う。

○FEM

地下水流動場のシミュレーションとして広く行われている手法としてFEMがある。FEMは流れの運動方程式としてのDarcy則と連続の式に立脚し、現象の物理性の反映が可能である。

本調査におけるFEMの適用は対象領域別に検討する必要がある。Sediment領域については、対象面積の広さという点を除いては問題がないものと思われる。一方、Basement領域に対しては問題があるものと考えられる。Basement領域の地下水流動は裂か水として与えられ、上記Darcy則の基本概念である層流拡抗則の範囲外である。また帯水層の領域の境界が不明瞭である。岩盤地下水として、領域を1つのシステム(Black-box)として定義し、FEMを適用することも可能であるが、現象の物理性の反映という点で問題がある。

これらの手法の他にもシミュレーション手法は数多く存在するので、本調査の対象領域の特性である、面積の広さ、地質条件等を考慮して最適な手法によるテストランを行うべきである。

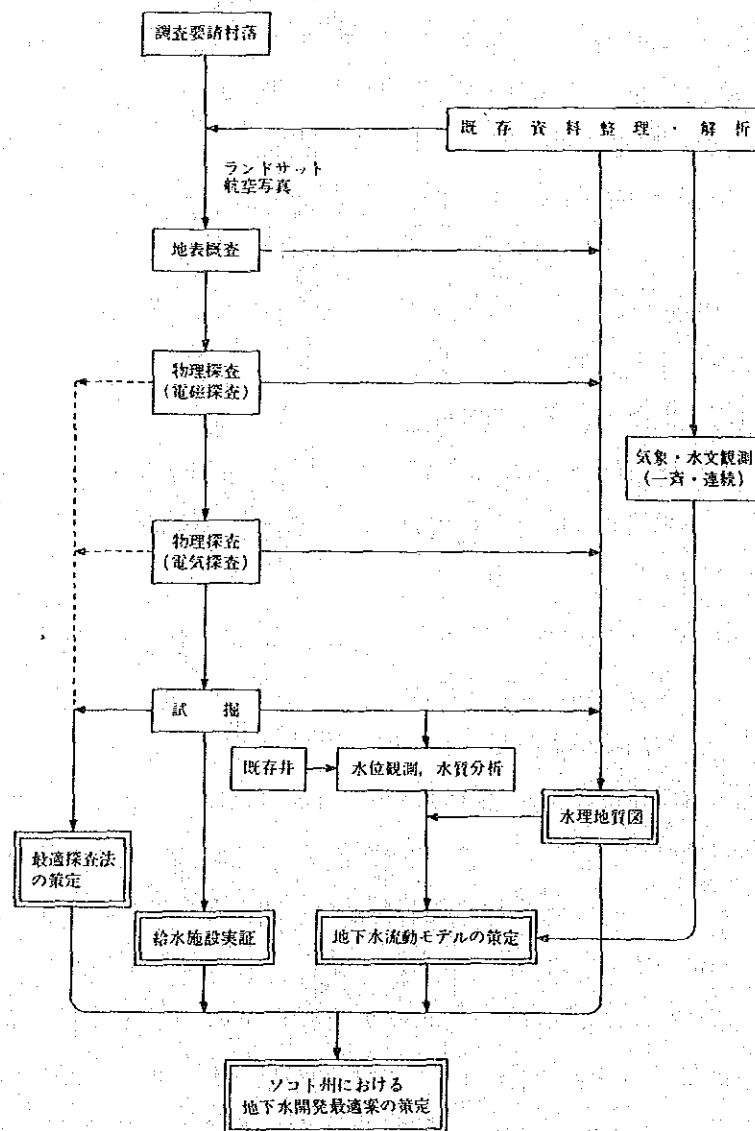
⑧ 簡易給水施設による給水実証調査

完成した試掘井について簡易給水施設を設置し、給水システムに関する実証調査を行う。

給水施設のうち1カ所については水中ポンプを挿入し、発電機により駆動させ高架水槽による給水システムとし、他の4～5カ所程度については手押しポンプによる給水とする。

この簡易給水施設の建設についても地元業者に対して発注するものとしている。

図6-1 調査の流れ図(案)



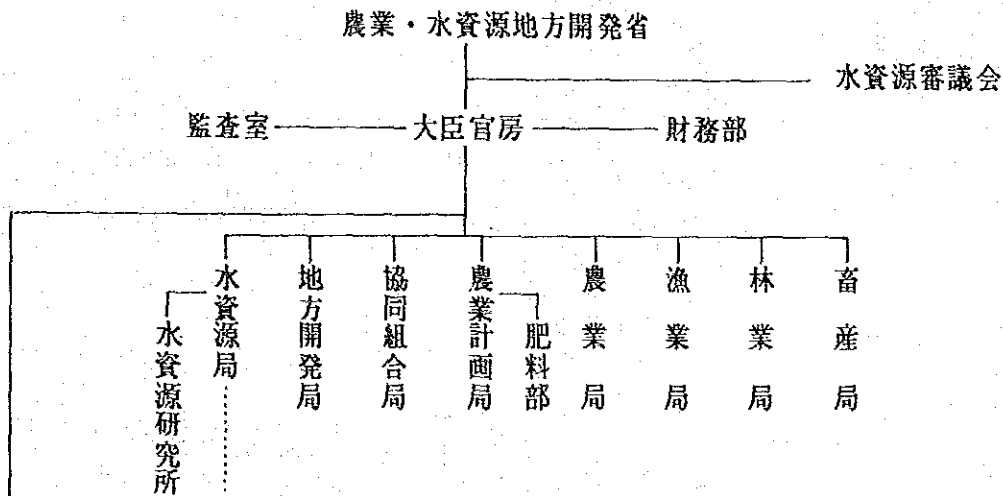
6-3 調査実施体制

本調査のカウンターパート機関としては、連邦政府農業・水資源地方開発省（水資源省）水資源局がこの任にあたり、州政府水道局およびソコト・リマ河川流域開発公団がこれに協力することになる。また状況に応じてカドゥナ市にある水資源研究所の組織にも協力参加を求めることもある。

なお村落給水計画の実施については大統領直轄の Directorate of Food, Road & Rural Development も独自に行っているが、本調査ではこの組織と直接的なつながりはない。

関係各機関の組織を図6-2、図6-3に示す。連邦政府水資源局は州政府水道局に対し指導する立場にある。

図6-2 関係機関組織図（その1）



河川流域開発公団 (11)

- ・アナンブラ・イボ川
- ・ベニンオウエナ川
- ・チャド川
- ・クロス川
- ・ベヌエ川上流
- ・ソコト・リマ川
- ・ハジェダ・ジャマーレ川
- ・ベヌエ川下流
- ・ニジェール川デルタ域
- ・ニジェール川
- ・オグン・オシュン川

* 国家水資源審議会

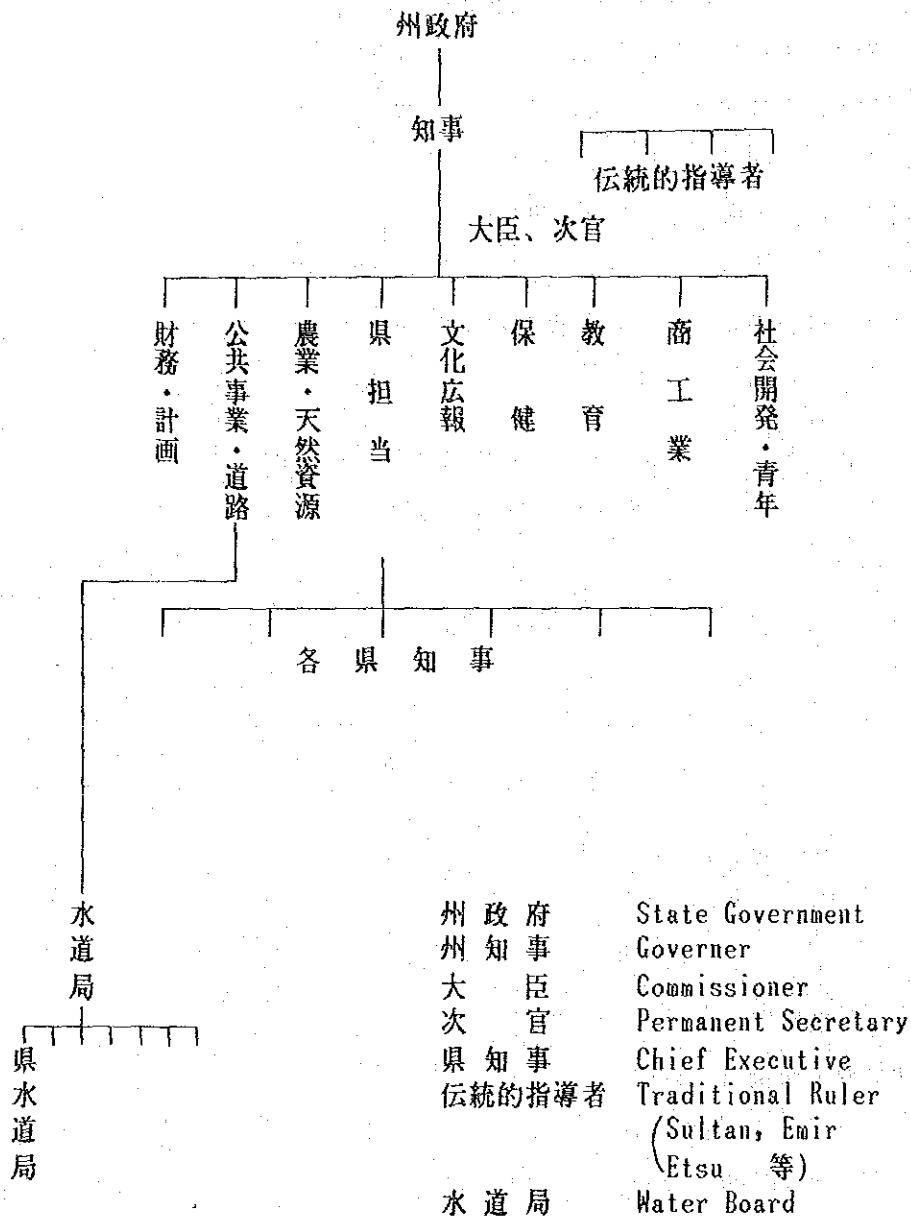
議長：首相

メンバー：各州農業水資源相
各州水道局長

連邦政府水資源局他各部署

分科会 (5) 上水道，水利，かんがい，ダム，人材育成

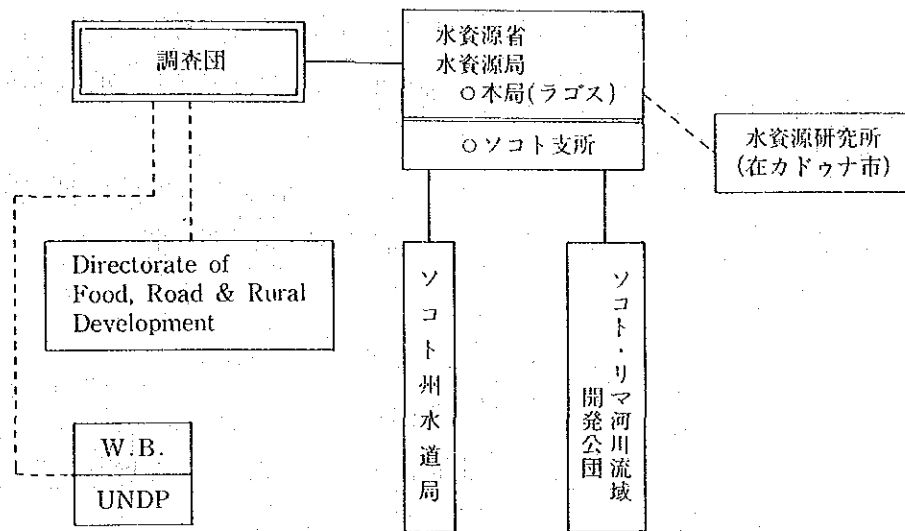
図6-3 関係機関組織図 (その2)



本調査を実施する場合、調査団と関係各機関との関連は図6-4の様になり、実際現地調査を行う場合のカウンターパートは連邦政府水資源局ソコト支所、ソコト州政府水道局およびソコト・リマ河川流域開発公団の3組織から選抜されることになる。

井戸の試掘および給水施設の建設は現地業者に請負わせる予定であるが、試掘の一部をソコト・リマ河川流域開発公団が行うことも可能と考えられる。

図 6-4 調査団と関係各機関との関係



6-4 調査用資機材

本格調査に必要な調査用機材は表 6-2 に示すとおりである。試掘および給水施設の建設については現地業者に発注する予定でありこれに関する資機材は除いてある。

表 6-2 調査用機材リスト

品名	数量	仕様	備考
1) 電磁探査装置	1 式	探査深度 300m 以上	海外にて購入
2) 電気探査装置	2 式	探査深度 200m 以上	
3) 孔内検層器	1 式	比抵抗, 自然電位, 温度および ガンマーの各検層プローブ付	
4) 自記水位計	5 台	1 カ月巻き, ケーブル 70m	井戸用
5) 手動式水位計	15 台	2 芯式, ケーブル 100m	井戸用
6) 電気流速計	3 台	0.03~ 3 m/sec	河川用
7) 水質計	5 台	測定項目: pH, EC, 温度, 濁度, DO	一体型
8) 簡易水質分析器	1 式	水道法 18 項目	100 検体分析可能な試薬を 含む
9) テレスコープ	1 台	反射鏡式	
10) パソコン	1 台		
11) ワークプロ	1 台		
12) コピーマシーン	1 台		
13) 車輛	2 台	ステーションワゴン (4WD)	現地にて購入

6-5 調査工程ならびに要員計画

本調査の対象地域は雨季（6～9月）と乾季（10～5月）の気象条件の差異が著しく、従って現地調査の工程はこれにより制約される。基本的には雨季における野外での活動は困難であり、この期間は国内作業に専念することになる。

このような条件下での調査になるため本調査にかかる工程は約20～25カ月と見込まれる。

要員計画としては下記専門家が要とされる。

一総括	1名：団長
一水理地質	1名：井戸台帳、水理地質図の作成等
一水理地質	1名：空中写真、地形図の解読等
一水文/水収支	1名：水文観測資料の解析、水収支モデル策定等
一物探	1名：電磁探査
一物探	2名：電気探査
一さく井指導	1名：試掘井の指導
一給水施設	1名：給水施設建設の指導等
一事業評価	1名：事業の評価等

6-6 調査実施にあたっての留意点

① 雨季、乾季の相違

対象領域ソコト州はサバンナ気候に含まれ、顕著な雨季、乾季の相違を呈している。

このことは、調査の工程上問題となるばかりでなく、地下水源の評価という、本調査の最終目標に対しても重大な影響を与えるものである。

本対象領域の地下水は涵養源としての降雨に連動していることが十分予想され、乾季には地下水位の低下、もしくは井戸枯れ等の事態が生ずるものと考えられる。

このような気候的特徴による地下水流動機構の変化を適確に把握するために、雨季、乾季、各1回以上の水文観測（地下水位観測、表流水観測、水質調査等）が必要である。

また、住民の給水計画を検討するにあたっては、乾季の影響を十分配慮することが必要である。

② 地質条件

ソコト州の大半は地質分類上、先カンブリア紀に由来する結晶片岩、変麻岩、頁岩等（Crystalline）により構成されている。これらの地質は緻密な構造を持ち、帯水層としての性質は劣っているものと言われている。このような地質構造での地下水の賦存状況は風化帯あるいは亀裂における裂か水として与えられることが一般的であるが、その賦存量は多くの場合期待されない。その評価も不連続な風化帯、亀裂を調査することになるので困難

であることが通例とされている。

このような領域に対しては、重点集落を少数選定し、その周辺での調査に限定して行うことが妥当であると考えられる。

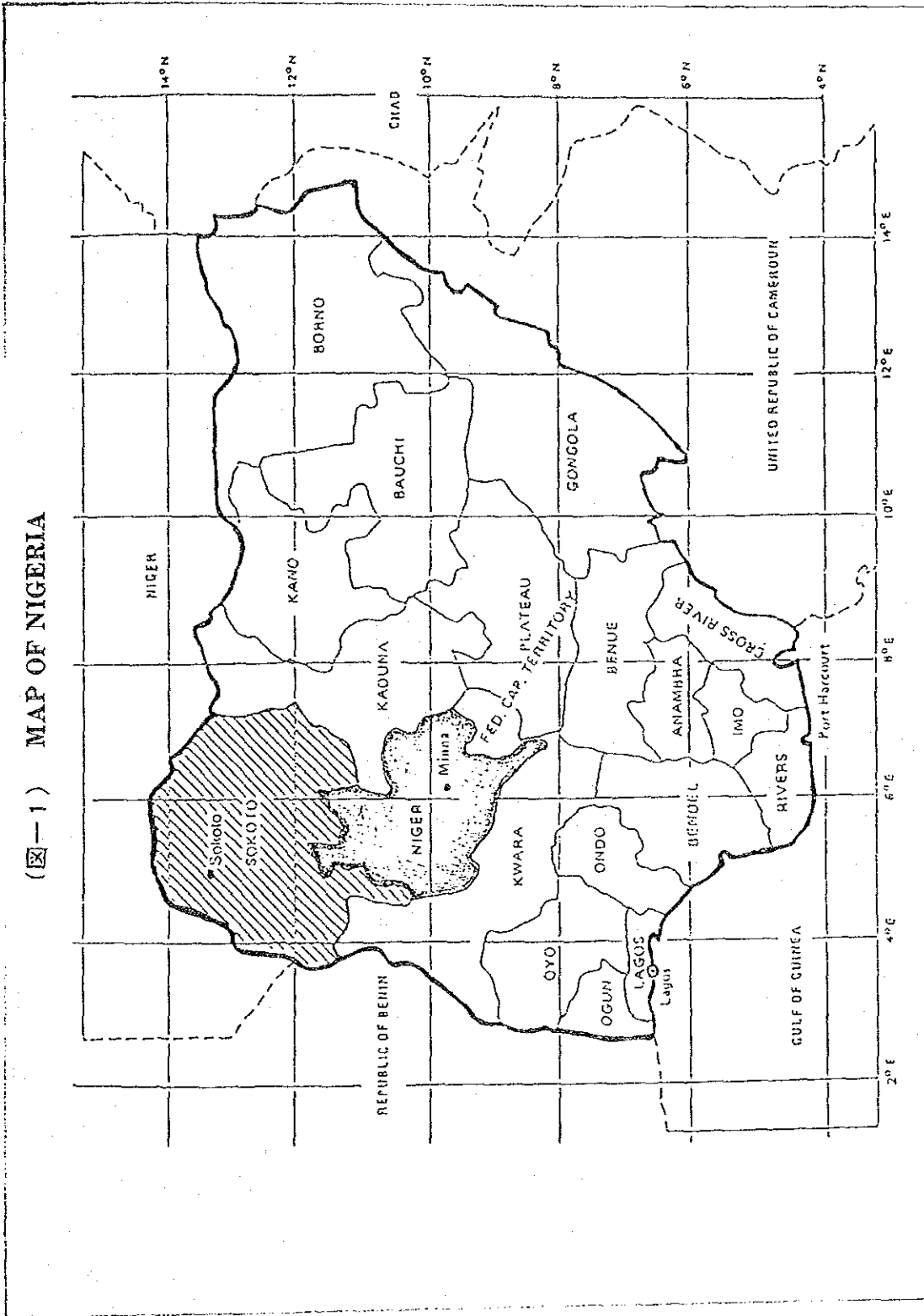
③ 既存資料

周辺のアフリカ諸国とくらべ水理地質および水文に関する資料は豊富である。従ってこの既存資料をいかに整理できるかが調査の成否を方向づけることになるので十分な時間をかけて吟味すべきである。

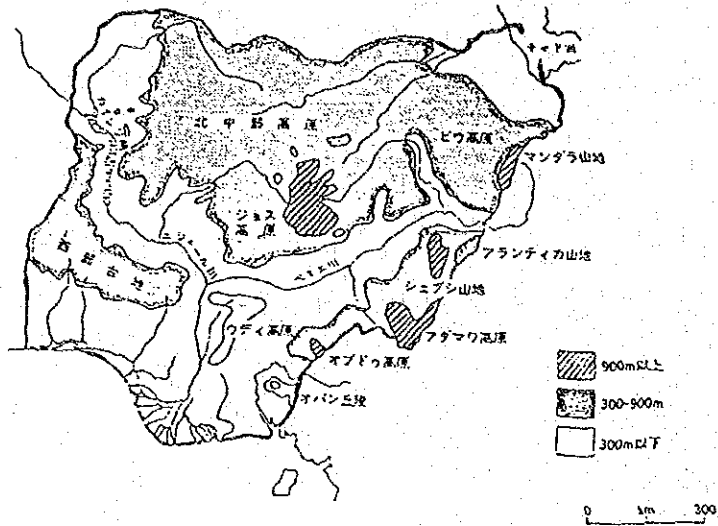
④ 地下水開発に関する関心も高く、熱心な専門家も多い。

資料編

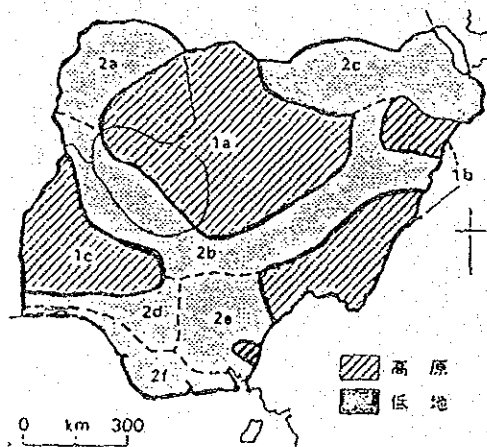
(图-1) MAP OF NIGERIA



(図-2) ナイジェリアの地形区 (その1)

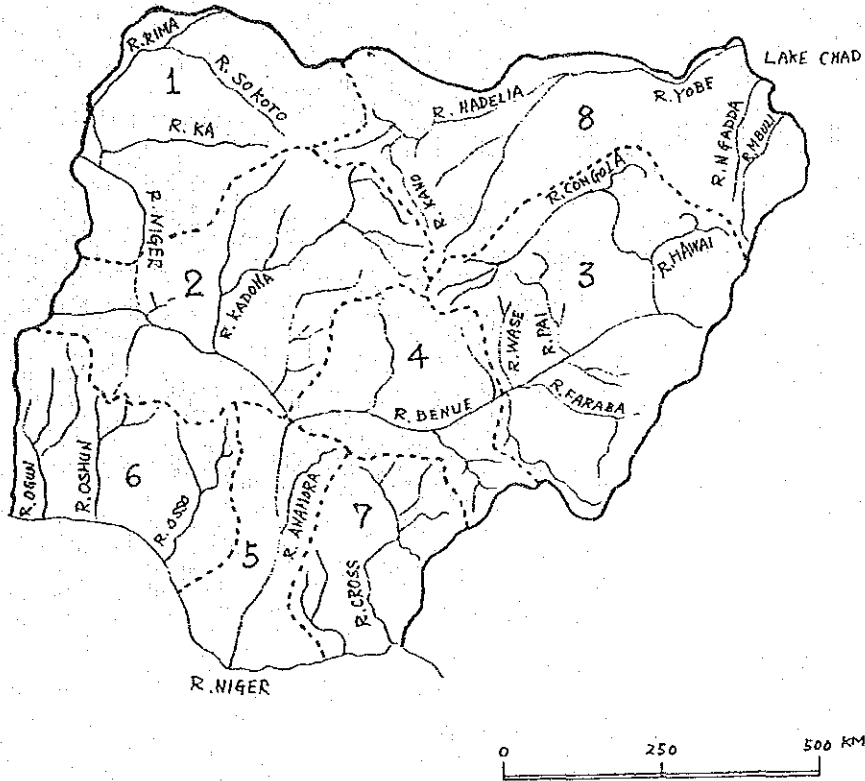


(図-3) ナイジェリアの地形区 (その2)

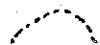


- 1—高原 a—北中部高原 b—東部および北東部高地 c—西部台地
 2—低地 a—ソコト平原 b—ニジェール川—ベアエ川の谷
 c—チャド盆地 d—西部ナイジェリアの内部海岸低地 e—
 東部ナイジェリアの低地およびケスタ地域 f—海岸地帯

(図-4) ナイジェリアの水文界

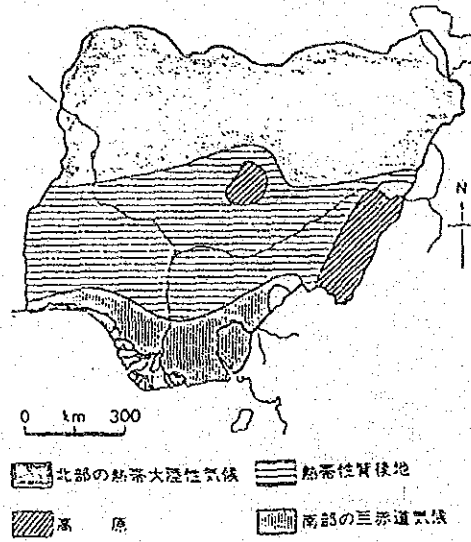


LEGEND

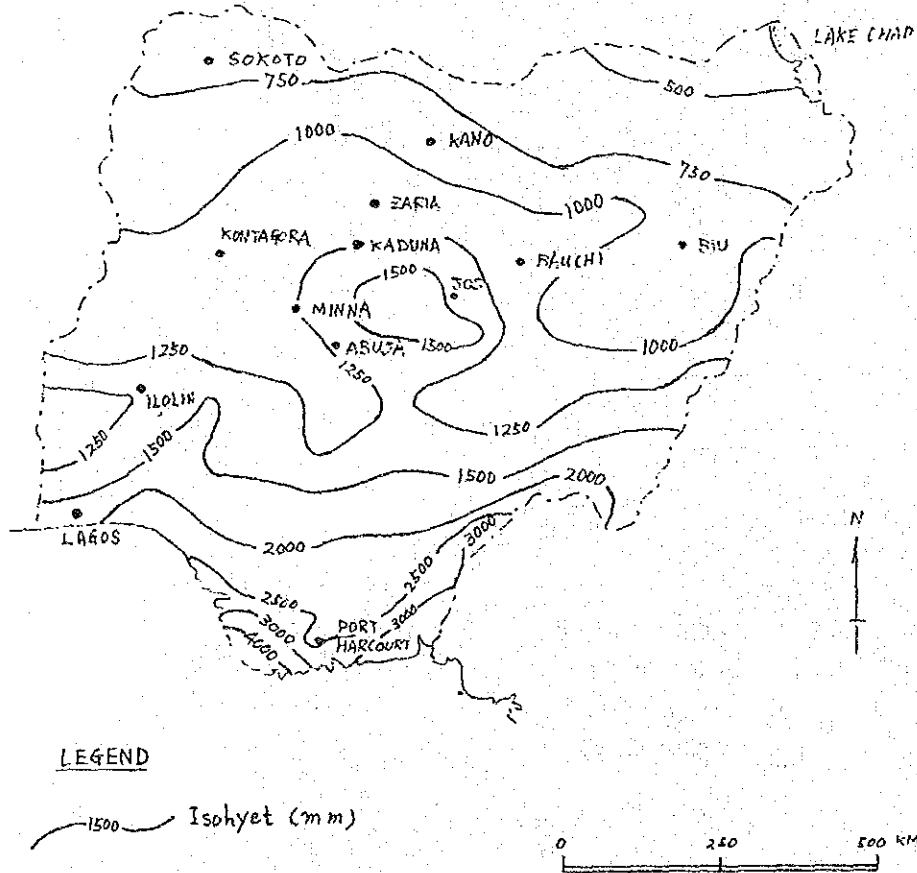
 Boundary of Hydrological Areas

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1. NIGER NORTH | 5. NIGER SOUTH |
| 2. NIGER CENTRAL | 6. WESTERN LITTORAL |
| 3. UPPER BENUE | 7. EASTERN LITTORAL |
| 4. LOWER BENUE | 8. LAKE CHAD |

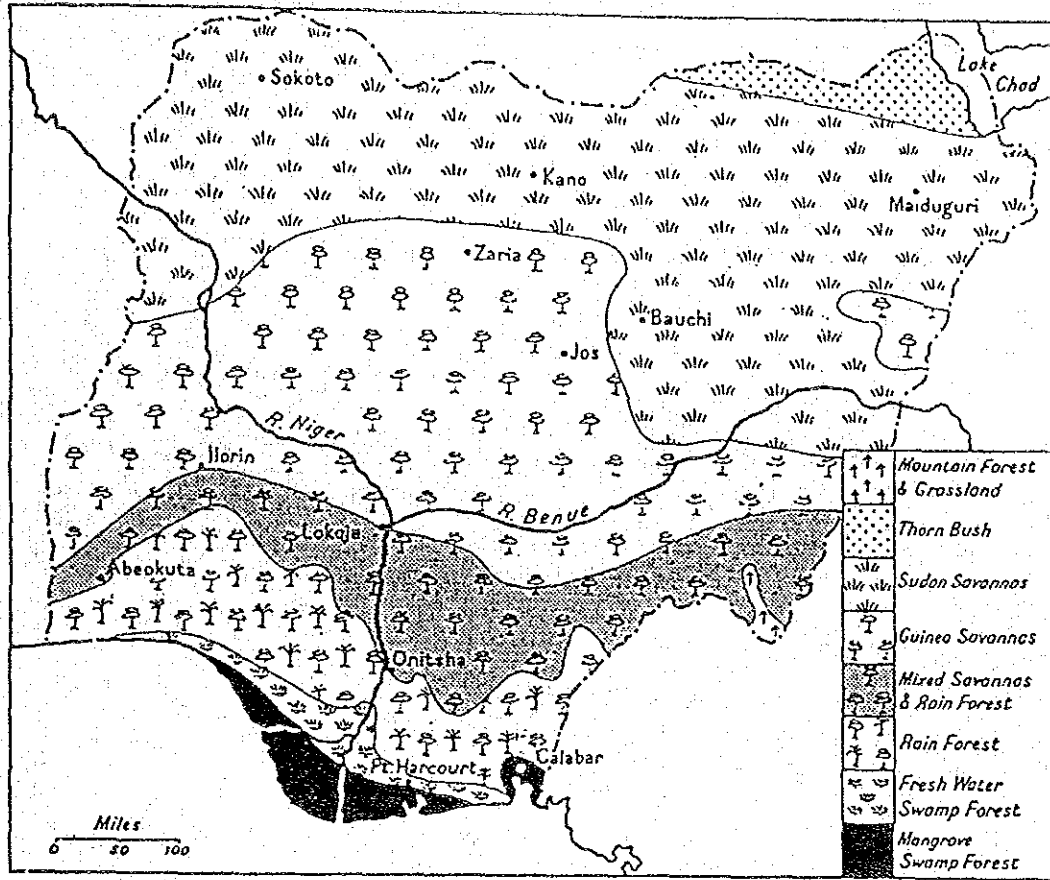
(图-5) 气候区分



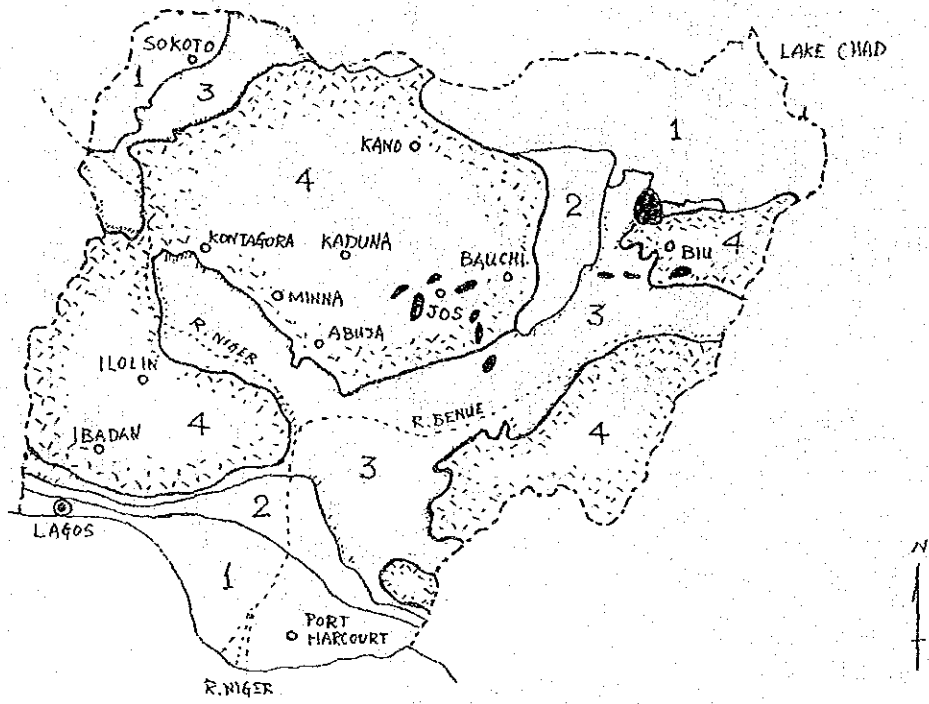
(图-6) 年平均降雨量分布图



(図-7) ナイジェリアの植生区分図



(图-8) DISPOSITION OF MAJOR GEOLOGICAL UNITS



LEGEND

1

QUATERNARY

2

TERTIARY

3

UPPER CRETACEOUS

4

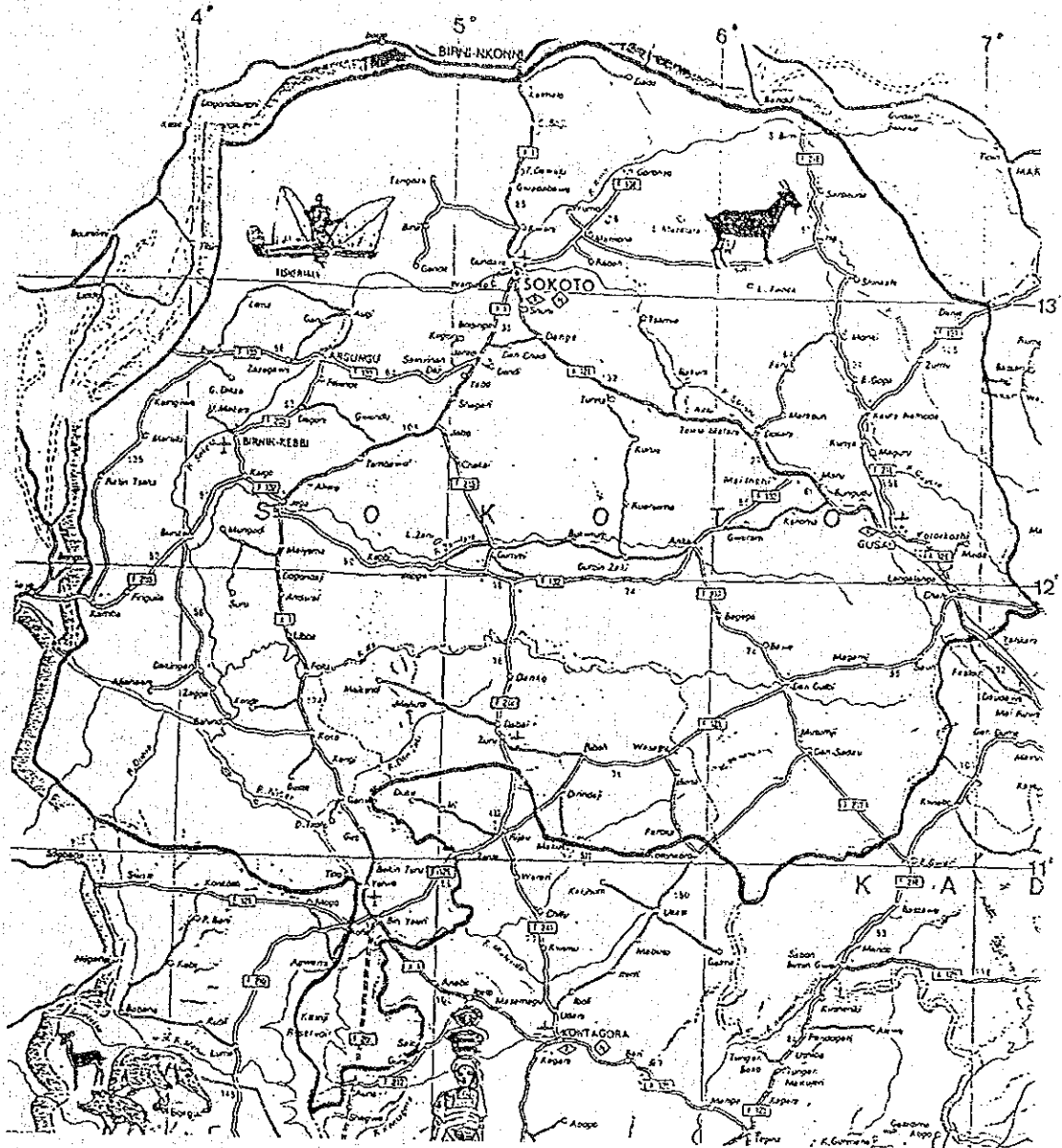
CRYSTALLINE ROCKS

SEDIMENTARY STRATA

● ● ●

VOLCANIC ROCKS

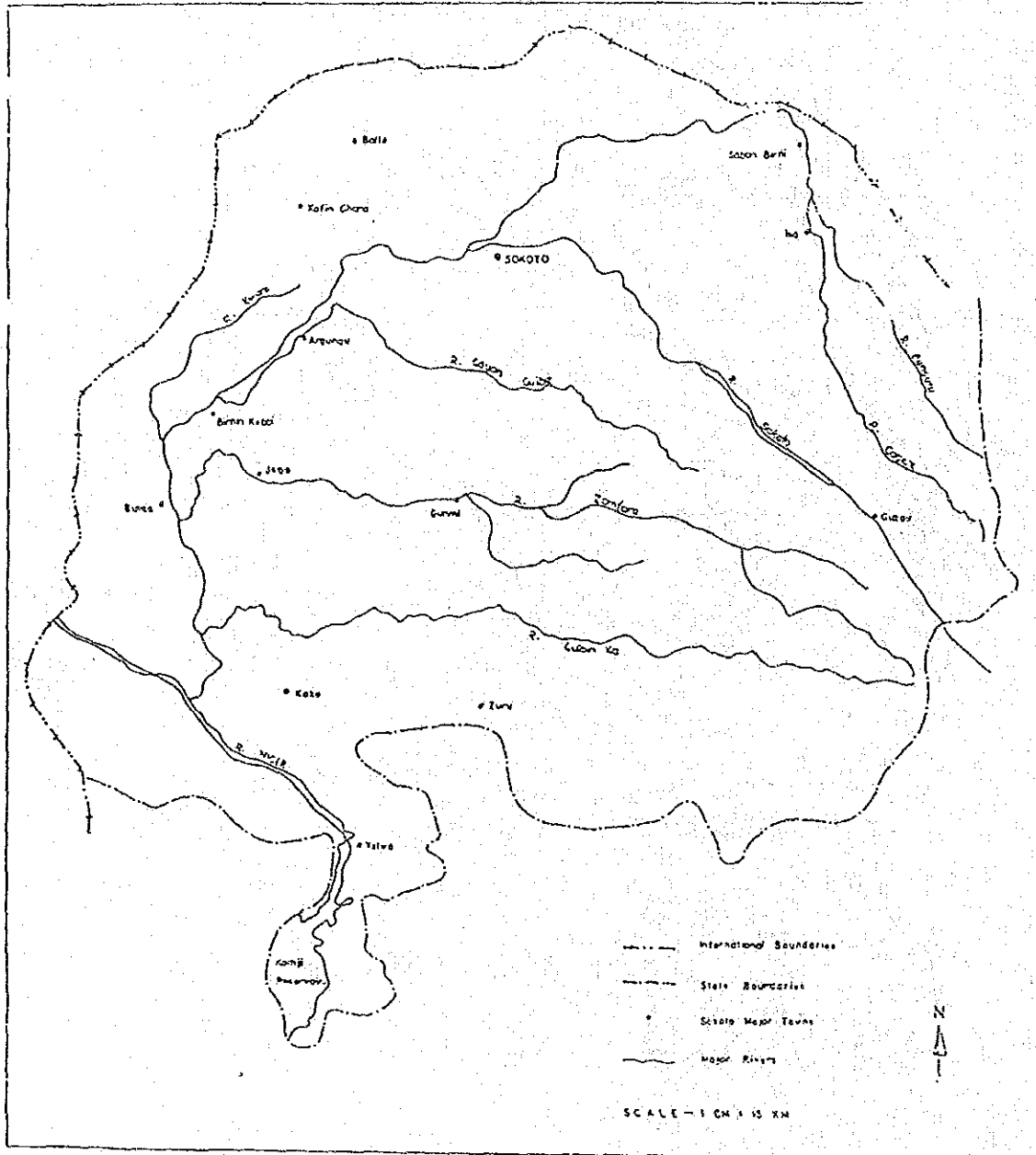
(图一9) ソコト州全図



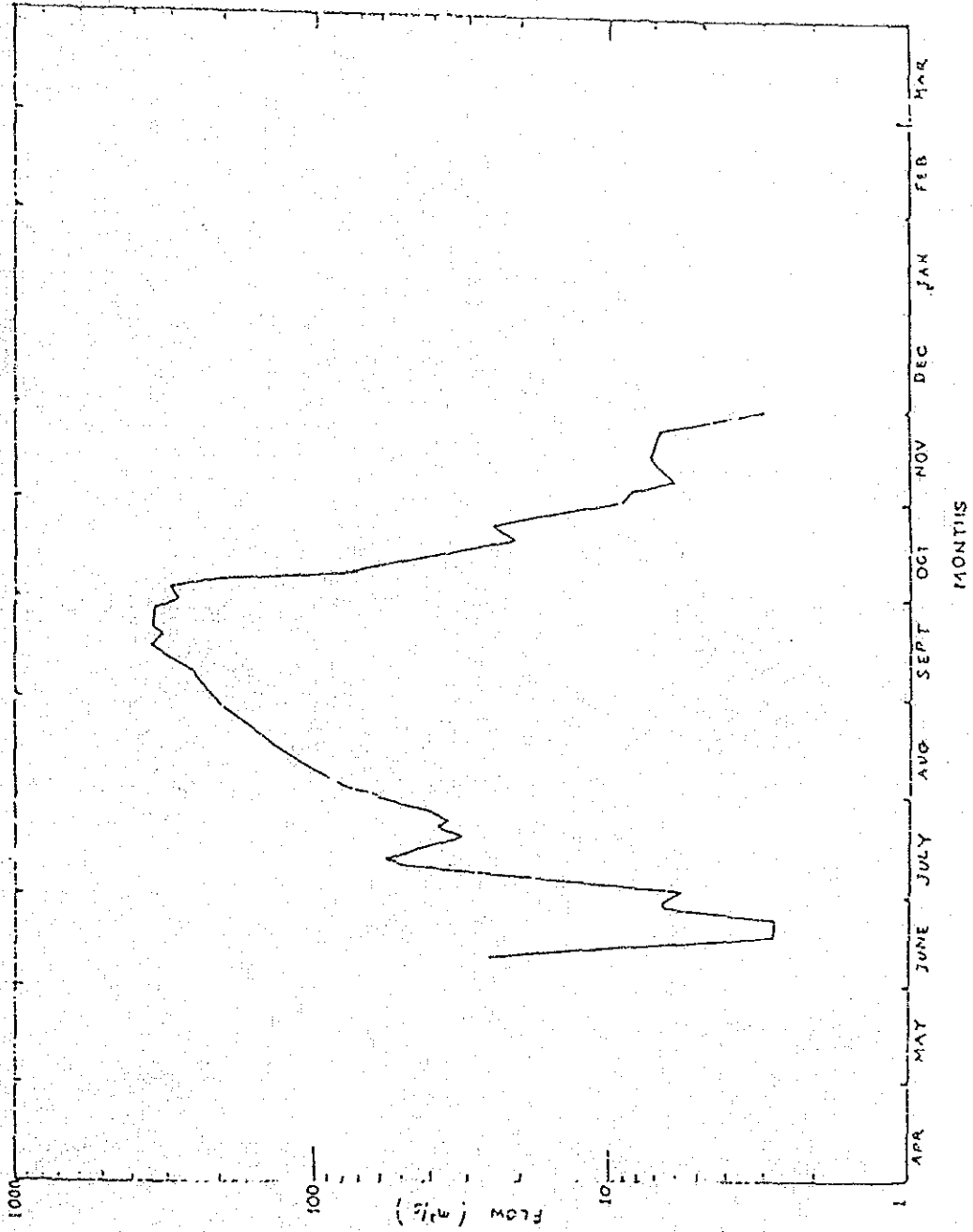
1:2 000 000

(図一〇) ソコト州の主要河川

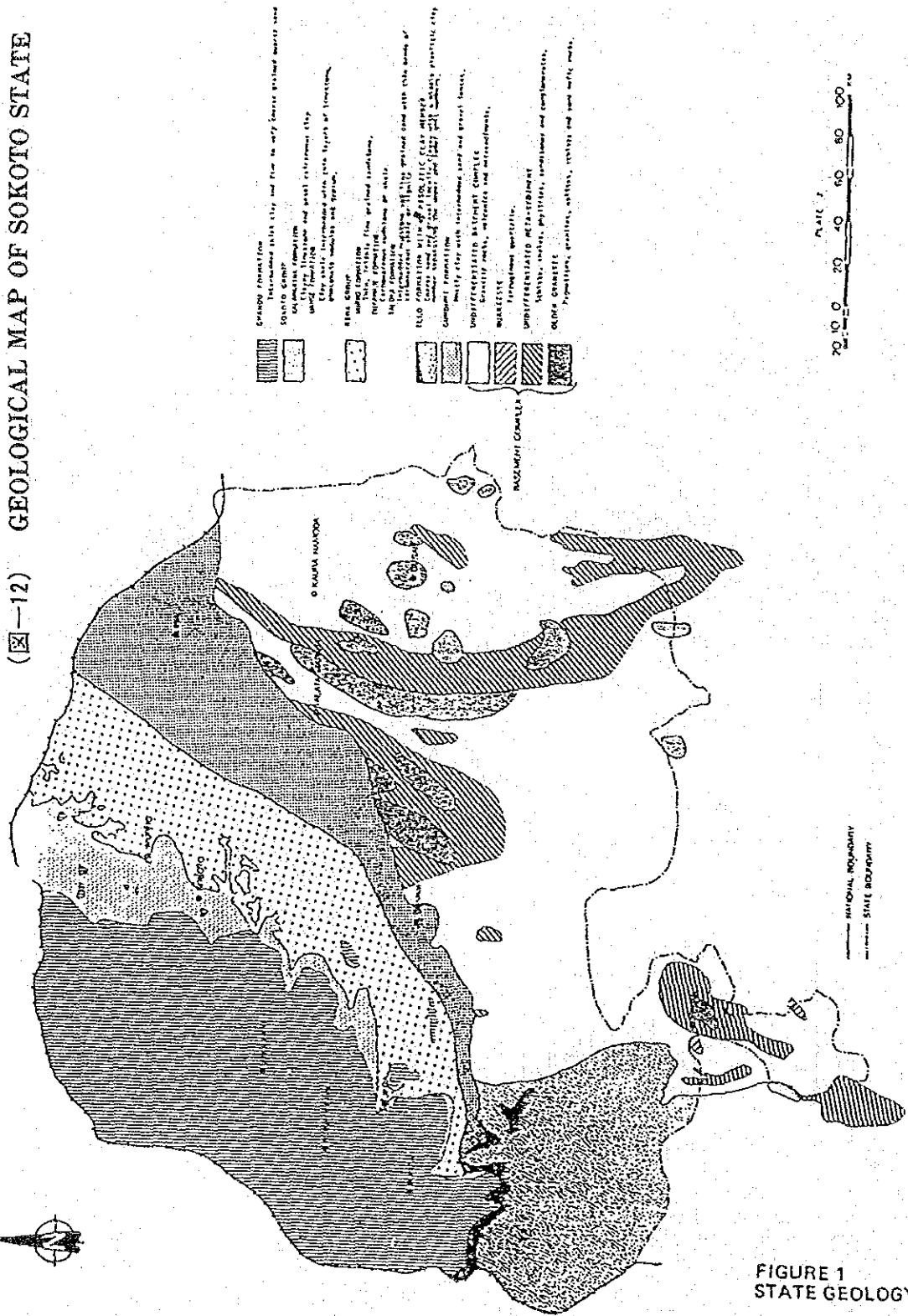
MAJOR RIVERS IN SOKOTO STATE



(图-11) HYDROGRAPH OF RIVER RIMA AT ARGUNGU 1977/78



(图-12) GEOLOGICAL MAP OF SOKOTO STATE



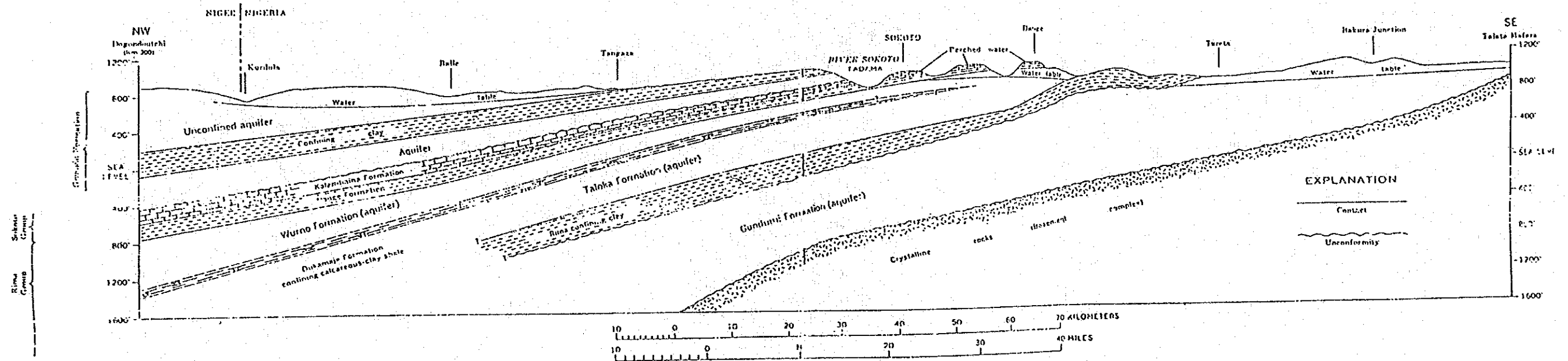
(13) GEOHYDROLOGIC SECTION THROUGH NORTHEASTERN SOKOTO BASIN, NORTHWESTERN NIGERIA,
SHOWING PRINCIPAL AQUIFERS AND CONFINING BEDS

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR
GEOLOGICAL SURVEY

PREPARED IN COOPERATION WITH THE
GEOLOGICAL SURVEY OF NIGERIA
UNDER THE AUSPICES OF THE
U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT

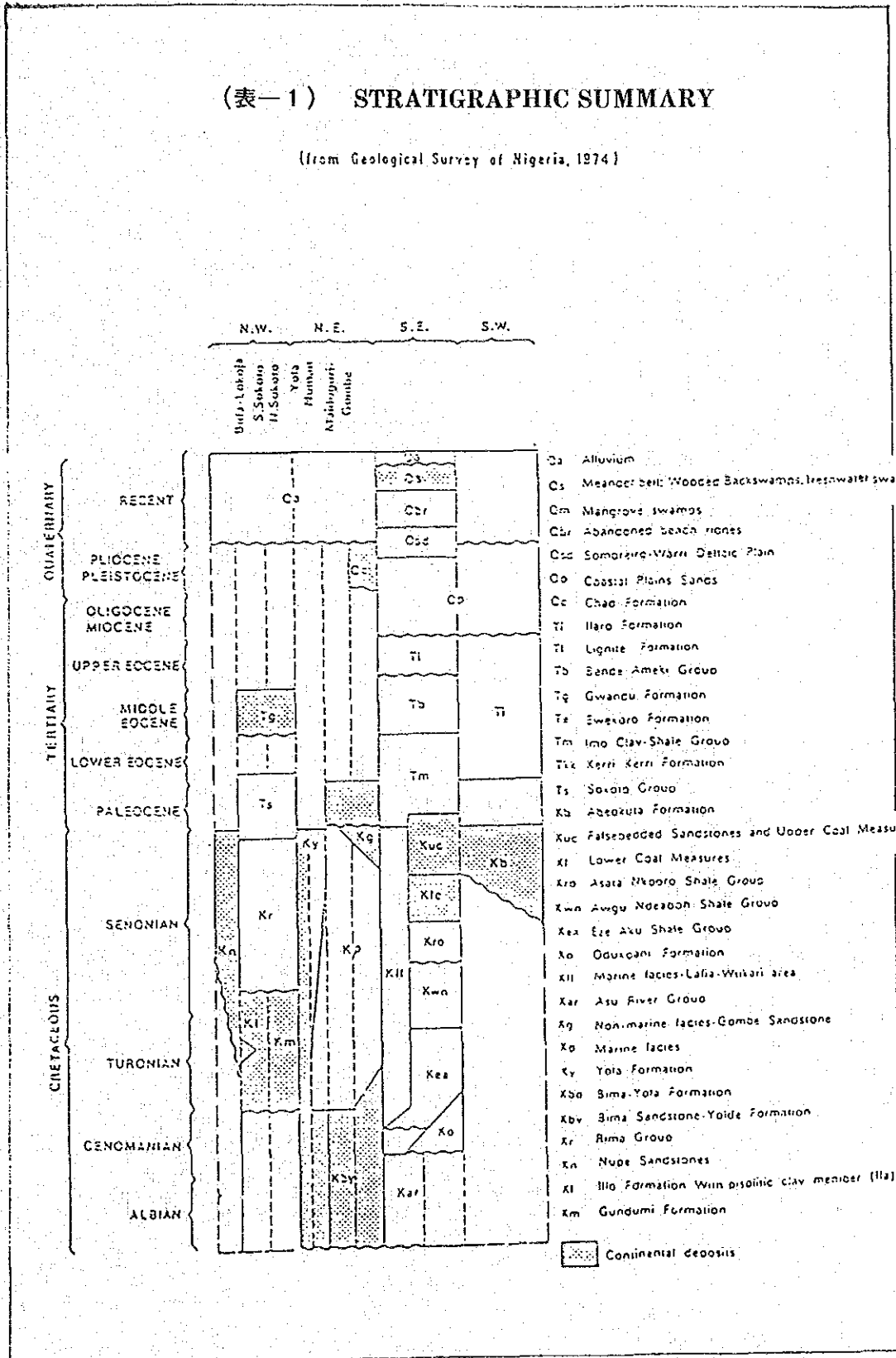


WATER-SUPPLY PAPER 1757-
PLATE 3



(表-1) STRATIGRAPHIC SUMMARY

(From Geological Survey of Nigeria, 1974)



ソコト州の National Borehole Project 実績表(1)

村名, Borehole No. (map No.)	経度	緯度	Drill Co.	完成日	掘削深度	スクリン Top	スクリン Bottom	スクリン Length	スクリン サイズ	G.P. サイズ	S.W.L.	イヤリフト	ポンプテスト	フロー ゲージ	pH	E.C.	比湧出量	地質	分類
	E	N			m	m	m	m	#	mm	m	l/sec	l/sec	m		μs/cm	l/s/m		
AGIYADA 5/4 (50)	4°34'30"	12°04'10"	SDNL	12.10.82	210	110-115 150-155	190-195	15		8-12	88.8	5.3	2.43	0.39	-	-	6.231	砂, 粘土 WURNO f.	S
ARGUNGU 3/4 (28)	4°31'35"	12°44'35"	SDNL	20.10.82	55	45.5	53.0	7.5		8-12	0.28 1/Sec	4.2	3.7	15.4			0.290	砂, 粘土	S
BARDOKI 6 (51)	5°00'20"	12°06'20"	BEC	11.4.83	60	6-12	50-59	15	10	4-6	7.6	1.25	1.05	30.			0.035	砂, 粘土, 砂利	S
BARKIN DAJI 5 (74)	5°06'30"	11°59'40"	BEC	4.12.82	31.7	20-30	30	10	10	4-6	4.0	0.33	0.33?	18.			0.018	石灰, シス, 変成岩	B
BARAN ZAKI 4/2 (3)			SDNL	2.82	40	30	40	10		8-12	0.97	-	3.70	21.93	-	-	0.173	砂, 粘土	S
BUNGA 6 (32)	6°49'00"	12°46'30"	BEC	6.6.83	42	10	20	10	10	4-6	3.0	-	0.22	34.			0.006	風化基盤岩	B
BUBUCHE 1/4 (28)	4°37'50"	12°56'35"	SDNL	12.9.82	54	32.5	40	7.5	-	8-12	+ 3.9	5.0	4.0	15.16	5.7	190	0.264	砂, 粘土 GHANDU f.	S
BODAI 6/3 (29)	5°21'25"	12°48'00"	SDNL	4.82	153	103	118	15		8-12	63.94	-	2.57	37.36			0.069	砂, 粘土	S
DABAQE ARDU 8/3 (29)	5°23'20"	12°56'30"	SDNL	4.82	190	162	177	15	-	8-12	76.60		2.53	17.86			0.142	(cret) 砂, 粘土, 石灰岩	C
GADA 8/2 (4)	5°59'40"	13°46'30"	SDNL	3.82	206	142-149.5	168-180.5	22.5	-	8-12	41.50		2.63	33.5	-	-	0.079	砂, 粘土	S
GAJIT 1/2 (5)	6°10'15"	13°36'30"	SDNL	1.82	205	74-80	173-183	16	-	8-12	9.61		3.70	5.37			0.689	砂, 粘土 (cret.)	C
GARI AWAL 10 (97)	-	-	BEC	8.5.83	30	20	28	8	10	4-6	6.0		1.4 m ³ /h	18.3			0.021	クリスタリンベース	B
GARI 3/2 (11)	5°44'20"	12°24'10"	SDNL	1.82	201	186	180	16		8-12	30.63		3.7	1.43			2.587	(cret. sed.)	C
GIDDAN ALHASAN 8 (31)	6°02'20"	12°37'20"	BEC	27.5.82	90.8	45	60	15	10	4-6	8.23		22.7 m ³ /h	11.21			0.562	cret. sed. 61m-72m	C
GIDAN ALKALI 3/3 (10)	5°20'00"	13°08'50"	SDNL	2.82	189	111	120	9	30mm	8-12	44.57		2.7	17.87			0.151	(cret. sed.)	C
GOSHE 4/3 (28)	5°50'10"	12°42'00"	SDNL	3.82	125	60-69 76-82	82	15	10	8-12	20.21		6.0	3.65			1.643	(cret. sed.)	C
GUDRAM 9/3 (9)	4°47'00"	13°29'20"	SDNL	5.82	108.5	34	44	10	10	8-12	17.0		4.16	8.82			0.472	(cret. sed.)	C

MIJA WATER Co. File No. 2009

File No. 10-19

ソコト州の National Borehole Project 実績表(2)

村名 Borehole No. (mapシ-1 No.)	経度 E	緯度 N	Drill Co.	完成日	掘削深 m	スクリーン	スクリーン	スクリーン	スロット	径	S.W.L.	イヤツカ	ポンプテスト	ドローダウン	pH	E.C.	比湧出量 l/s/m	地質	分類	
						Top	Bottom	Length	サイズ	mm										mm
GULUMBE 3/4 (50)	4°21'40"	12°24'10"	SDNL	5.9.82	200	123~126 131~134	145~150	11	10	8~12	13.19		4.34	4.6	6.4	310	0.943	(cret. sod.)	C	
JARKUKA - (75)	6°03'30"	11°58'00"	BEC	8.8.82	22	8	18	10	10	4~6	7.0		Dry				-	クリスタリン・ベース	B	
BARDOI - (51)	5°00'20"	12°06'20"	BEC	26.10.82	64	54	64.8	14.8	10	4~6	32.0		1.35	28			0.048	クリスタリン・ベース	B	
JAREDI 5/3 (29)	5°07'00"	12°47'20"	SDNL	.3.82	98	62~69.5	74~81.5	10	-	8~12	39.45		2.56	15.38				0.166	(cret. sod.)	C
KADEGIWA 5/2 (11)	5°45'20"	13°15'30"	SDNL	.2.82	128	42~48	94.5~100.5	12	-	8~12	21.21		5.5	8.58	-	-		0.641	(cret. sod.)	C
KENDE 8/4 (72)	4°15'30"	11°31'00"	SDNL	.10.82	200	100~105 125~130	165~170	15	-	8~12	2.37		3.22	26.3	6.1	213		0.122	GWANDU f.	S
KOKOTAU 10/3 (9)	4°36'30"	12°22'20"	SDNL	.5.82	180	43	58	15	-	8~12	29.17		3.47	4.33				0.806	砂, 粘土	S
KWINTANI 6/4 ()	4°27'40"	11°56'20"	SDNL	8.10.82	192	147~157	180~182.5	12.5		8~12	96.88		1.62	18.15				0.089	WARNO f.	S
LABAN 7/2 (3)	5°23'30"	13°32'30"	SDNL	.3.82	182	103~113 123~125	144~148 160~166	22		8~12	62.68		2.7	9.10				0.297	(cret. sod.) 28" 石灰岩	C
KARAKAI 4 (53)	6°27'20"	12°22'30"	BEC	13.6.82	38	29.5	34.5	10	10	4~6	6.0		3 ^m / ₄	14.65				0.057	クリスタリン・ベース	B
MATSERI - ()			BEC	25.3.82	73	40	55	15	10	4~6	20.6		0.43	40				0.011	クリスタリン・ベース	B
MAKUKU 1/9 (98)	5°35'40"	11°03'40"	BEC	11.7.82	42	29.2	39.2	10	10	4~6	3.4		3.5	15.35				0.225	クリスタリン・ベース	B
MALLAM BAZU 2/2 (5)	6°14'20"	13°36'40"	SDNL	.1.82	216	153~158 172~182	206~211	20	10	8~12	0.49		2.56	34.73				0.074	(cret. sod.)	C
MAMMAN SUKA 6/2 (3)	5°19'00"	13°33'20"	SDNL	.2.82	124	80	96	16	-	8~12	35.16		3.03	18.79				0.161	(cret. sod.)	C
MORAI 3/3 (10)	5°16'30"	13°05'40"	SDNL	.4.82	182	88~98	113~125	22	-	8~12	13.18		4.54	11.28				0.402	(cret. sod.)	C
NAHUCHE 3 (54)	6°32'30"	12°22'10"	BEC	.5.82	62	37	52	15	10	4~6	6.0		0.44	50				0.009	クリスタリン・ベース	B
NAHUCHE 2/3 (54)	6°32'30"	12°22'11"	BEC	10.6.82	52.7	15	25	10	10	4~6	6.0		1.5 ^m / ₄	-				-	クリスタリン・ベース	B

NISA WATER CO. File No. 20~29

File No. 30~39

ソコト州の National Borehole Project 実績表(3)

村名 Borehole No. (map-sheet No.)	経度	緯度	Drill co.	完成日	掘削深度 m	スクリュー Top	スクリュー Bottom	スクリュー Length m	スロット サイズ #	F.P.径 mm	S.W.L m	イヤリ %	ポンプテスト m ³ /hr	フロー ダウン m	pH	E.C. μS/cm	比濁度 g/s/m	地質	分類
	E	N				m	m		m										
RUDU 7 (29)	5°18'30"	12°53'00"	BEC	30.8.82	271	107.5-115.5 119-127	247-257 257-267	26	20	4-6	32.0		20.5 m ³ /hr	63.85			0.089	(Cret. sed.)	C
ROGO GINA 1/3 (10)	5°17'50"	13°07'00"	SDNL	2.82	219	95	104	9	10	8-12	41.39		2.70	9.61			0.281	(Cret. Sed.)	C
SHANGARA 4 (?)			BEC	21.4.82	12	4	7	3	10	4-6	3.0		1.17	5.0			0.234	ハースト	B
SURU 7/4 (72)	4°11'00"	11°55'30"	SDNL	28.9.82	198	164	174	10	-	8-12	16.69		4.34	10.43			0.416	SHANDU f.	S
UMBUTU 4/4 ()	4°40'30"	12°09'10"	SDNL	11.10.82	56	23	33	10	-	8-12	7.62		1.20	22.25			0.054	WURNO f.	S
JARKUKA ()	6°03'30"	11°58'00"	BEC	11.8.82	60	10	20	10	10	4-6	9.50		0.4 1.8 m ³ /hr	16.5			0.109	ハースト	B
WABABI 7/3 ()	5°24'20"	12°52'20"	SDNL	4.82	184	94-99 110-115	125-150	15	-	8-12	64.31		1.44	30.79			0.047	(Cret. Sed.)	C

[備考]

Drilling Contractor: ---- SDNL (STORJEXPORT DEVELOPMENT NIGERIA LIMITED)

---- BEC (BAYAKS ENGINEERING COMPANY LTD.)

(分類) S ---- Sedimentary Formation (Sokoto Group & Quaternary)

C ---- Cretaceous Sedimentary Formation (Illo Group & Rima Group)

B ---- Basement Complex Rocks (Pre-Cambrian: Crystalline)

但し、Cretaceous formation の WURNO 層に貫入した 2 本は Sedimentary (Tertiary) に含めた。

資料1 収集資料リスト

1) 地図類

○ NIGERIA Road Map 1 : 1,500,000 計1葉

○ 地形図 1 : 500,000 計5葉

Sheet No. 6

" No. 7

" No. 8

" No. 10

" No. 15

○ 地形図 1 : 250,000 計26葉 (16種類)

Sheet No. 1 : KURDULA (2)

" No. 2 : SOKOTO (2)

" No. 6 : ARGUNGU (2)

" No. 6A : ZOGIRMA (1)

" No. 7 : GUMMI (2)

" No. 8 : GUSAU (1)

" No. 17 : KAMBA (1)

" No. 18 : SHANGA (1)

" No. 29 : YELWA (1)

" No. 29A : BABANA (1)

" No. 30 : KONTAGORA (1)

" No. 31 : TEGINA (1)

" No. 42 : MINNA (3)

" No. 43 : ABUJA (3)

" No. 51 : LAFIAGZ (2)

" No. 52 : BARO (2)

○ 地形図 1 : 100,000 計58葉

Sheet No. 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13,
26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 48, 49,
50, 51, 52, 53, 54, 55, 71, 72, 73,
74, 75, 76, 77, 78, 94, 95, 96, 97,
98, 99, 100, 117, 118, 119, 120,
121, 122, 138, 139, 142, 143,
163, 164, 165, 203, 204, 205, 206

○ Geological Map of Nigeria 1 : 2,000,000 計1葉

○ 地質図 1 : 250,000 計6葉

Sheet No. 1 : TANGAZA

" No. 2 : SOKOTO

Sheet No. 3 : SHINKAFE
 " No. 6 : BIRNIN KEBBI
 " No. 7 : GUMMI
 " No. 8 : GUSAU

- Distribution of Ground Water in Northern Nigeria 1 : 2,000,000 (コピー)
- National/Authority Borehole Location Map in Sokoto State 1 : 750,000 (手書きコピー)
- Water Supply Scheme, NIGER State Water Board (手書きコピー)
- Hydrogeological Map, Bauchi state 1 : 500,000
- ソコト州水文観測所位置図 1 : 563,380 (手書きコピー)
- HYDROMETRIC STATIONS IN HYDROLOGICAL AREA 1 : 2,000,000 (手書きコピー)

2) 文献

- NIGERIA, A DESCRIPTIVE GEOGRAPHY (1973) : OXFORD UNIVERSITY PRESS.
- THE GEOLOGY OF PARTS OF NIGER, ZARIA AND SOKOTO PROVINCES (1957) : Geological Survey of Nigeria.
- Aquifers in the Sokoto Basin, Northwestern Nigeria, with a Description of the General Hydrogeology of the Region (1973) : Prepared in cooperation with the Geological Survey of Nigeria under the auspices of the U.S. Agency for International Development. (コピー)
- SOKOTO AGRICULTURAL AND RURAL DEVELOPMENT AUTHORITY, 1200 BOREHOLE PROJECT FINAL REPORT, VOLUME-II, SUMMARY OF HYDROGEOLOGICAL DATA(MAY, 1986) : WARDROP Engineering Consultants.
- Location Maps for Above.
- Hydrological Year Book, 1977-1978 (1980) : Federal Ministry of Water Resources.
- Present Status and Future Requirement of the FMOH/UNICEF(FIT) Rural Clinic Water and Sanitation Project (Nov., 1987) : UNICEF.
- From a Pilot Project to a National Strategy, UNICEF Nigeria Water and Sanitation Programme, 1981-1986 (June, 1987) : UNICEF.

以下 Water Resources/SOKOTO より借用した文献

- Federal Ministry of Agriculture, Water Resources, & Rural Development (Department of Water Resources).
 ASSESSMENT AND REHABILITATION OF ABANDONED BOREHOLES IN NIGERIA, FINAL REPORT, ZONE A(1980 ?) : DEPTOL CONSULTANTS-Ibadan.
- Federal Ministry of Water Resources.

Geophysical investigations for the location of suitable sites for drilling of productive boreholes in the basement complex areas of Nigeria, SOKOTO STATE, Volume-1 (1982?): GEOSURVEYS AND DRILLING SERVICES LTD-KANO.

○ Federal Ministry of Water Resources.

Monitoring and Management of Hydrometric Stations, Wells and Boreholes in SOKOTO-RIMA BASIN, Zone-A, 1st Progress Report (Nov., 1983): UNECON ASSOCIATES-ILUPEJU, LAGOS STATE.

○ Federal Ministry of Water Resources.

2nd Progress Report (Feb., 1984):

○ Federal Ministry of Water Resources.

3rd Progress Report (July, 1984):

○ Federal Ministry of Water Resources.

Final Report (Sept., 1984):

以下 Water Resources/SOKOTO にて閲覧できる文献

○ Federal Ministry of Water Resources.

Pre-Drilling Hydrogeological Investigations. Area-II, Final Report (March, 1978):

by NIGER-TECHNO Ltd, Lagos in Association with TECHNOSYNESIS, S. P.A., Roma, GEOEXPERT, S.P.A., Roma.

○ Federal Ministry of Water Resources.

Pre-Drilling Hydrogeological Investigations, phase-1. Area-III (SOKOTO), (May, 1978) Report and Appendix (Data):

by Joint Venture GC, GWE, INSUMMA.

○ Federal Ministry of Water Resources.

Studies to fill in data gaps in the Basement Complex. Pre-Drilling Hydrogeological Investigations in Areas X, XI, & XII, Volume-III (Maps, Album), Final Report (Dec., 1982):

by ALOUS GEO-SCIENCES (NIG) LTD, Lagos, DUBON PROJECT Engineering PVT..LTD, India.

○ 同上用図面集

○ Federal Ministry of Water Resources.

Monitoring and Management of Hydrometric Station, Wells and Boreholes in the SOKOTO-RIMA BASIN (Region-2). Second progress report (Oct., 1984):

by NIDA KONSUL LTD, IBABAN.

資料2 面談者リスト

- 国家計画省 (Federal Ministry of National Planning)
 - M. Shitu : Secretary for Development Aid
 - J.C. Chalokuu : Principal Secretary

- 農業・水資源省水資源局 (Federal Department of Water Resources, Federal Ministry of Agriculture, Water Resources and Rural Development)
 - Dr. Kau : Director
 - J.A. Hanidu : Assistant Director (Hydrology/Hydrogeology)

- 連邦政府水資源局ソコト支所 (Federal Department of Water Resources, SOKOTO office)
 - J.A. Shamanda : Zonal officer

- ソコト州政府 (SOKOTO State Government)
 - A.M. Daku : Govenner

- ソコト州水道局 (Water Board, SOKOTO State Government)
 - U.A. Bena : General Manager
 - A. Ankal : Secretary
 - Bawasani : Engineer
 - Jaha Chabs : Project Manager

- ソコト・リマ河川流域開発公団 (SOKOTO-RIMA River Basin Development Authority)
 - M.M. Giro : General Manager
 - S.G. Dandame : Principal Geologist

- 水資源研究所/カドゥナ市 (National Water Resources Institute)
 - A.N. Bardi : Head of Data Bank
 - S.U. Abetianbe : Head of Research Center
 - O.A. Bamgboye, PhD : Principal of Education Center
 - A.A. Waheed : Hydrologist

○在ナイジェリア日本大使館

堂之脇光朗 : 特命全権大使
柴田孝男 : 参事官
加藤高史 : 一等書記官
岩月丈明 : "

○ JICA 森林プロジェクトチーム/カドゥナ市 (FRIN/JICA Trial AFFORESTATION PROJECT/Kaduna)

K. MORITA : JICA 専門家
R. SUZUKI : "

○ UNDP/ラゴス

S. Harbor : National Programmes Officer

○ UNICEF/ラゴス

C. De Rooy : Chief of Water & Sanitation Section
L.A. Donaldson : Water Supply Officer

資料3 調査日誌

- 1月26日(火) 21:30 成田発 LH703便 アンカレッジ経由
- 1月27日(水) 6:05 デュッセルドルフ着 ここでフライトがキャンセルされ急きょ国内便に乗りかえてフランクフルトに向かう。
- 11:10 デュッセルドルフ発
- 11:50 フランクフルト着 インターコンチネンタルホテル投宿。気温14℃とあたたかい。
- 1月28日(木) 14:05 フランクフルト発 LH560便
- 20:45 ラゴス到着 大使館の加藤一等書記官および落合氏の出迎えをうけスムーズに入国手続きを終える。
ホテル・ホリデイ・インでチェックインをすませたのち明日からの行程打合せを行う。気温28℃。冷房のこわれた室があり暑さに苦しめられる。
- 1月29日(金) 9:30 日本大使館にて到着のあいさつと打合せ。
- 11:00 国家計画省を訪問し目的およびスケジュールの調整を行う。
ナイジェリア側：M. Shitu/Secretary of Development Aid
J.C. Chalokuu/Principal Secretary
日本側：松浦団長、安田、戸次、関根（以上調査団）
加藤一等書記官（日本大使館）
日本側から示したS/WおよびM/Mのドラフトに対し、調査期間、調査対象地域および調査資機材の内容等につき質問があった。
- 14:45 水資源局（ラゴス）にカール局長を表敬訪問。局長からも上記同様の質問があったが日本側からの返答に納得。
- 1月30日(土) 5:30 ホテルをチェックアウトし空港へ。ソコト行きは7:30出発のはずだが本日に限り11:00に変更されたとのこと。（注一毎月の最終土曜日はサニタリーデーといって全国民が掃除をする日になっており、従って午前10時まで一切の乗り物を動かしてはいけない）
国内線待合室で結局5時間待たされる。9時半の気温が29.5℃で湿度も高い。
- 11:50 ラゴス発 カドゥナ経由（B737）満席。調査団員4名にカウンターパートのハニド氏（水資源局次長）が同行する。
- 14:00 ソコト着 Nija Water Development Co., Ltd.の山田氏の出迎えをうける。空港付近で写真を撮ろうとしたら警察官が血相を変えて飛んできた。
- 14:45 シュクラホテル投宿。日本の積水工事が施工したホテルで明るく居住性もよい（ホテル代：70ナイラ/シングル、140ナイラ/スイート）。ただし野外は極乾燥。

- 15:30 ホテル発 調査へ向かう。水資源局および州水道局同行。
- 17:20 Maga 村着 (ソコトより約200km) 調査対象地域の1つで人口15,000~20,000人。現在この村の水源はハンドポンプ付井戸1本のみ。井戸に水汲みにくる人がとぎれることがない。村の中は雨が降っていないためほこりだらけである。
- 18:20 Maga 村発
- 20:00 シュクラホテル帰着 ホテルの水は鉄サビで真茶色。夕方から気温が下がり、朝5時には20°C。
- 1月31日(日) 8:15 Water Board/SOKOTO 発 昨日と同じメンバーで3台の車に分乗して調査に向かう。
- 9:30 Matete 着 SOKOTO から Matete に通じる道路は1年前に完成した。道路沿いには集落もほとんどない。
Matete の手掘り井戸: 深さ 25.5m 水深 1.5m
EC 100 μ S/cm 水温 27°C
- 10:00 Isa 町着
- 10:45 Bidan Bewa 村着 (調査対象地域の1つとされていたがその後対象地域からはずされていることがわかった)
Bidan Bewa 村の手掘り井戸: 深さ 33.9m 水深 0.7m
対象人口 約3,000人
- 12:00 Kaura Namoda 村通過 途中井戸掘削現場に立ち寄る。掘削機(インガソルランド)が故障しており中止している。スライムは新鮮な花崗岩質岩。
- 12:25 Kagara Dairan 村着 人口約10,000人。村の中心にある井戸はハンドポンプが半年前に壊れてしまい使用出来ない。村人は近くの河床に掘った穴から湧き出る水を汲んでいる。調査対象地域の1つ。
- 14:15 Gusau 町着 途中車の接触事故とバンクで30分以上ついやす。町のゲストハウスで昼食(1月20日より5ナイラから7ナイラに値上りした)。
- 17:10 シュクラホテル帰着 1日の走行距離約650km。加藤一等書記官がラゴスより来られる。
- 2月1日(月) 9:30 ソコト州水道局訪問。ベナ局長と調査の実施方法、調査地点の選定等について協議する。水道局としては基盤岩地帯を中心に調査をして欲しいとの要望あり。
- 11:30 ソコト・リマ河川流域開発公団訪問。ギロ総裁と主に試掘の実施方法について協議。同席したグンドメ地質技師が公団の掘削技術を誇示する。このため午後掘削現場を見にゆくことにした。
- 13:30 シュクラホテル発

14:50 Rimawa 村着 ここでは現在公団が予定深度120mの井戸を掘削中。地層は白亜紀の堆積岩層。掘削機は Bycurus-10R (USA 製, 1982年)。この掘削機で過去に27本の井戸を掘っている。過去の最大掘削深度は143m。
この地層は非常にやわらかく6mを約10分間で掘削。ベントナイトの調泥方法、充填砂利の選定等にも技術的な未熟さがみられる。
掘削中の井戸から約500m離れたところに風車付の井戸あり。深度: 114m, 静水位: 32m, 動水位: 34m, 揚水量: 40ℓ/min(推定)。

15:45 Rimawa 村発

17:30 シュクラホテル帰着 あいかわらず茶色の水になやまされるが冷たいビールが飲めるのはありがたい。

2月2日(火) 8:00 加藤一等書記官ホテル出発し帰ラゴス

10:00 Geological Survey Dept.へ資料収集に行ったが担当者が出張中で入手できず。

10:30 FDWR のソコト支所にて資料収集。予想していた以上に地下水に関する調査および水文観測等が綿密になされていることがわかった。

11:30 Sokoto State Water Board。調査対象希望地域(計47カ所)のリストを受けとる。

12:00 Commissioner of Works, Sokoto State Gvmt. を表敬訪問。

12:20 Commissioner of Works, General Manager of Water Board/Sokoto State 等とともにソコト州知事(A.M. DAKU 大佐)を表敬。同知事より同州における水不足の弱状を説明されるとともに日本の調査に対するの歓迎の意を表明された。

14:15 シュクラホテル出発

15:30 Argungu 着 ソコト川の水位観測所見学。現在の水位: 2.73m, 川幅約30m, 測定は1日3回(8時, 12時, 17時)実施。施設は正確とは言えないが確実に実施している。

17:30 シュクラホテル帰着(走行距離約250km)

2月3日(水)

(JICA) 11:00 松浦, 安田および Hanidu, 空路ラゴスへ

(コンサル) 10:30 戸次, 関根, ソコトにて市場調査。工具, パイプ, 文房具, 食糧品等の調達状況および価格についての調査を行う。日常生活必需品のみならず建設資機材, 工具類についても入手可能。ただし品質は不ぞろいで良質とはいえない。

14:00 Geological Survey Dept.訪問。

2月4日(木)

(JICA) 9:00 大蔵経済省。Mr. Shitu, 松浦, 安田, 岩月書記官。日本側47カ村を

- 踏査—物理探査によってしぼりこむ方針。
- {コンサル} 8:15 Sokoto 発
- 10:20 GUSAU 町通過 道路の状況は快適だがハマターンの影響で一面空をおおう土ボコリで見通しが悪い。気温も下がる。
- 13:00 KADUNA 着 気温26°C。
中華料理屋にて昼食。メニューには日本語も記入しており、味も良好。
- 14:00 Land and Survey /Map Sales Dept-KADUNA にて地形図購入。航空写真は KADUNA では入手できず結局 LAGOS に注文することになると。
- 14:30 Geological Survey-KADUNA。図書室には資料が整理されている。地質図購入可能。
- 16:00 JICA 森林プロジェクト事務所訪問。森田専門家、鈴木専門家にカドゥナの一般状況を聞く。
- 17:30 Durbar Hotel (KADUNA) 投宿。ひさしぶりにきれいな温水シャワーを浴びる。
- 2月5日(金)
- {JICA} 8:30 大蔵経済省。Mr. Shitu, J.A. Hanidu, J.C. Chalokuu, 松浦, 安田, 加藤・岩月書記官。S/W, M/M を財務・経済開発省にて署名。
- 10:30 Dr. Kau, FDWR。UNDP の DATA BANK 構想がある。4/20頃ラマゲン入りの見通し。
- {コンサル} 8:00 Durbar Hotel をチェックアウトし JICA の森林プロジェクト事務所訪問。
- 9:00 National Water Resources Institute 訪問。Water Resources Data Bank および Research Center の責任者と会い研究所の役割、内容について話を聞く。ここでは全土の水資源に関する資料を集め、コンピューター処理する準備を進めている。
- 11:50 KADUNA 空港発 LAGOS へ
- 13:05 LAGOS 空港着
- 14:00 Holiday Inn/Lagos に投宿 (調査団合流)。
- 15:00 調査団内報告、打合せ。
- 19:00 大使公邸接宴。
- 2月6日(土) 10:00 ホテルにて本格調査の内容について打合せ。引き続き収集資料の整理を行う。
- 23:55 松浦, 安田, LH561便にてラゴス出発 帰国の途へ (2月9日日本帰着)

- 2月7日(日) 終日資料の整理。
- 2月8日(月) 9:00 UNDP/ラゴス訪問(加藤一等書記官同行)。UNDPもナイジェリアの水資源開発については積極的に援助しているとのこと。
- 11:30 UNICEF/ラゴス訪問(加藤一等書記官同行)。地下水開発援助に関するUNICEFの基本方針、設計基準等について話を聞く。
- 15:00 Panalpina World Transport Nigeria Ltd. にて輸入荷物の通関、国内輸送にかかる日数等について調査。
- 2月9日(火) 10:30 大使館にて帰国のあいさつ。
- 13:30 市内にて参考資料購入。
- 2月10日(水) 11:35 戸次、関根、SR277便にてラゴス出発 帰国の途へ(2月12日日本帰着)

資料 4 価格調査結果

- この調査は2回にわたる事前調査時（1987年11月および1988年2月）に行われた。
- 商品の物価は主としてソコト市で調べた。
- 外貨交換レートはUSドル1.00=N（ナイラ）4.2である（1988年2月10日現在）。
- 現在インフレ進行中で物価が急激に上昇する可能性がある。

A：交通関係

- 国内航空運賃（片道）
 - ・ラゴス—ソコト : N.266
 - ・ラゴス—カドゥナ : N.180
 - ・ラゴス—カノ : N.210
 - ・ソコト—カドゥナ : N.152
- 車チャーター : N.400/日
- タクシー : N.15/時or N.1/2km
- ガソリン : N.0.395/ℓ
- ディーゼル油 : N.0.295/ℓ

B：宿泊関係

- ラゴス
 - ・ホテル代 : N.250/日
 - ・食費 : N.10~30/食
- カドゥナ
 - ・ホテル代 : N.90/日
 - ・食費 : N.10~30/食
- ソコト
 - ・ホテル代 : N.70/日（シングル）
 - ・ " : N.140/日（ダブル）
 - ・食費 : N.5~20/食
- ゲストハウス
 - ・朝食 : N.6/食
 - ・昼食 : N.7/食
 - ・夕食 : N.8/食

C：人件費

- エンジニア：役所N.800/月
- " : 民間N.1,500/月
- ドリラー : N.500~600/月
- 一般人夫 : N.200/月
- トラックドライバー : N.400/月

D: 資料および文房具類

- 地形図 1:50万 : N.10/枚
- " 1:10万 : N.10/枚
- 地質図 1:200万 : N.20/枚
- " 1:25万 : N.5/枚
- コピー A4判 : N.0.5/枚
- " A3判 : N.0.8/枚
- 電動タイプライター : N.3,100
- コピーマシン : N.10,000

E: 電気製品

- 冷蔵庫 : N.1,800
- クーラー : N.4,000
- 扇風機 : N.200
- 乾電池 (単一) : N.3.4/4ヶ

F: 食糧品

- ミネラルウォーター : N.1.3/1.5ℓ
- 米 : N.3/kg
- 塩 : N.1/kg
- 砂糖 : N.3/kg
- パン : N.2/塊
- ヤム : N.7/kg
- 肉 (牛) : N.15/kg
- スパゲティ : N.5/0.5kg
- ケチャップ : N.9.5/ビン
- コンビーフ : N.8/カン
- インスタントコーヒー : N.17/ビン
- ハチミツ : N.6/ビン
- トマト : N.0.5/2kg
- 玉ネギ : N.1/3kg
- ビール : N.1.5/ビン
- ウイスキー (輸入) : N.45/ビン
- ジュース/コーラ : N.0.7/カン

G: 工事用資機材

- 発電機 (35KVA) : N.60,000
(オーストリア製)
- エンジンポンプ (3.5Hp) : N.1,500
(日本製)
- ピック : N.22
- スコップ : N.30
- ハンダゴテ : N.30
- ラジオペンチ : N.10
- ハンマー (2kg) : N.40
- ベニア板 (厚手) : N.58
- スチールパイプ (肉薄) ℓ=20フィート
 - ・2インチ : N.95/本
 - ・1インチ : N.47/本
 - ・3/4インチ : N.34/本
 - ・1/2インチ : N.31/本
- 石綿管 ℓ=20フィート
 - ・3インチ : N.100/本
- セメント (40kg/袋) : N.14/袋
- 砂利 : N.48/トン
- 鉄筋 : N.15/本

H：その他

—プロパンガス：シリンダー N.280

ガス N.35/100kg

—薬：抗生物質，カゼ薬，抗マラリヤ剤等。町の店頭で購入可能。

—通信：国内の電話事情は極めて悪い。たとえばソコト市からラゴス市への電話はほとんど通じない。ただしラゴスだけでなくソコトからも海外への電話は簡単につながる。(電話代はラゴス—日本で90ナイラ/3分)

資料5 輸送事情

一日本よりナイジェリア（ラゴス）間の輸送船は月2船程度、輸送期間（海上輸送のみ）は通常約1.5カ月。

一通関は船の到着予定の1週間前から事前通関ができるので接岸後1週間～10日間で引きとれる。

一通関に際してはナイジェリア側の保険をかける必要あり。保険料率はC&F価格の0.24%程度。

一内陸輸送は比較的容易であり、費用はラゴスからソコトまでN.150/m³程度。



SARDA NORTHERN ONE

SUMMARY OF BOREHOLE DATA AND FORMATION LOGS

12 NE
MAP 110.

15A
LOCAL GOVERNMENT AREA

LOCATION AND BOREHOLE NO.	DATE COMPL.	CASING AND SCREEN	SCREEN INTERVAL (m)	STATIC WATER LEVEL (m)	PUMPING TEST RATE (Lpm)	PUMPING WATER LEVEL (m)	EST. YIELD (Lpm)	HAND PUMP SETTING	FORMATION LOG
Kalbebbe 12 NE-7	30-10-85	PVC and 0.5 mm PVC	51-54	9.52	46	13.56	240	15	0-9 clay, 9-12 with sand, 12-25 sand and gravel, 25-39 sand and clay, 39-43 gravel, 43-46 with clay, 46-54 coarse sand.
Kalbebbe 12 NE-8	31-10-85	PVC and 0.5 mm PVC	50-53	11.59	33	24.26	54	24	0-6 sand, 6-10 clay, 10-30 gravel and sand, 30-42 sand and clay, 42-54 coarse sand.
Gidan Aute 12 NE-9	1-11-84	Steel and 0.25 mm wire	102-105	41.65	16	68.15	23	60	0-7 lateritic clay, 7-13 silty sand, 13-14 coarse sand, 14-23 clay, 23-31 gravel, 31-43 clay, 43-63 with sand, 63-109 coarse sand with some clay.
Adameva 12 NE-10	1-11-84	PVC and 0.5 mm PVC	46-49	10.10	60	18.69	145	10	0-5 sand, 5-9 sandy clay, 9-18 grey clay, 18-39 coarse sand, 39-45 with clay, 45-50 coarse sand.
Gidan Aute 12 NE-11	2-11-84	Steel and 0.25 mm wire	101-104	41.55	44	54.99	110	51	0-8 lateritic clay, 8-13 sand, 13-18 clay, 18-30 coarse sand, 30-65 clay, 65-100 sand with clay, 100-105 sand, 105-109 with clay.
Adameva 12 NE-12	2-11-84	PVC and 0.5 mm PVC	44-47	7.86	64	10.55	400	12	0-5 sand, 5-6 sandy clay, 6-9 coarse sand, 9-12 clay, 12-24 gravel, 24-43 clay with sand, 43-48 coarse sand.

資料 6 既存の井戸台帳の例

JICA