

6. 浅い地下水の取水等についての工学的手法

マリからの本件についての協力要請の内容は既に記載（国際協力事業団・昭和52年）があるのでここでは次の要点のみを示す。

- (1) 対象地域は第6経済区と呼ばれるガオ地域（面積約25万km²）
- (2) 希望すを貸与機材はロータリボーリング（Detroit Soudanaise 等地域）、パーカッション併用ボーリング（アドラル・ド・イフォラス地域）及び附属部品。
- (3) 希望する派遣専門家は、地物理専門家1名2年。ボーリング技師2名3年。
- (4) 開発された水は住民と家畜の飲用に供す。
- (5) 調査期間を通じてマリ人技術者の養成を行う。

当調査団の提示したプロジェクト系とマリ側意向との相違点等については、II 1～4等に述べたが、マリ側の当初の協力要請の内容は全体としては不相当とは言えないが、長期的、安定的に地下水を取水するためには調査内容に追加すべき項目があるように思われる。

又協力要請は水を得め方法として深井戸による地下水開発のみを想定しているが、今回の調査結果ではこれ以外水獲得の可能性もあることがわかった。とくに現地住民が使用している浅井戸を早ばつにも使えるように改良することが有望と思われる。

6.1 現地踏査による問題点の把握

今次調査の結果、マリ政府提案の地下水開発調査の技術上の問題点として次のような事項が挙げられた。

(1) 帯水層の発見の確率

マリ政府は調査区域内において発見すべき地下水として①白亜系等堆積岩中の帯水層 ②先カンブリア系の割れ目中の地下水の2者を挙げている。①の系統に属する帯水層は調査対象地域の主として南部に位置するがこれまでに調査の実績があり、現に使用されている井戸もあって、今後の調査中でも一定の割合で帯水層を発見することが可能と思われる。他地域における同系統帯水層の場合帯水層位置は地上から60～200mで発見の確率は30～40%と言われる。②の系統の地下水は、調査対象地域においては北部のアドラ・ド・ジフォラスの山岳砂漠地帯に位置する。この地域はこれまで水理地質的観点からの調査がほとんど進んでおらず、これまでに割れ目地下水は発見されていない。

花崗岩類の露出部分には割れ目が見られるがこれら割れ目が地下においてどの方向にどの程度発達しているかを知ることは地表調査からはほとんど困難視される。したがって割れ目中地下水の存在は主として試錐によって調査することになり、地下水発見の確率はかなり小さなものとなりそうである。

なお、試錐機の掘さく能力、作業能率については対象地質及び探査目的等によって異なるが、ギダルにおける動燃の経験では1年間（実働6か月）で1台1,000m程度である。帯水層位地が地上か

ら 100 m 程度としても 1 年間に 10 か所の掘さくしかできないことになる。深井戸の開発はかなりコストが高くつくことを覚悟する必要がある。

(2) 掘さく技術の移転について

マリ政府は今後の約 3 年間にわたる調査終了後、使用機械の供与を受けて養成されたマリ国の技術者の手によって、独自に地下水調査を続けていくことを考えている。

掘さく作業には各種のトラブルが多いが、これらは多年にかたる実務経験で修得された熟練技能によって解決される。この点に関して現地動燃の 2 年間の経験ではマリ人技術者への技術移転にはかなり多くの年数が必要のようであり、前記 (II, 2) のようにマリ側からもこの点についての要望が出されている。

(3) ポンプの維持

マリ政府提案の調査は、いずれの系統の帯水層の場合にも深度は地上から 100 ~ 200 m、静水面高さでも地上から数 10 m 程度になることが予想され、ポンプの使用が必要になる。ポンプには、揚水中に土砂による損傷、地表からの土砂浸入による埋没等の故障が予想される。

ポンプの動力としては風車、畜力による回転、エンジン、モータ等が考えられるがいずれも故障を全くなくすということは考えられない。とくに調査対象地域は我国と環境の異なる半砂漠地帯であるから予想外の原因によって故障が発生することを覚悟しなければならない。

ポンプ及びその動力の故障は、国内ならば簡単に調整又は修理も可能であるが、人口稀薄な調査対象地域では維持及び修理が簡単ではない。とくに飲用に供する水の場合修理日数がかかることは、生命と健康への脅威にさえなる。

今回の調査ではポンプを有する井戸がいくつかあったがいずれも故障しており稼働していなかった。故障の比較的少ないものとして手動ポンプが挙げられる。これは地上から 30 m 程度の井戸まで使用できるとのことであった。

深い地下水をとるために現地ではピットと呼ばれるコンクリート井戸の建設が行なわれていた。これは孔と併行して静水面位下まで掘さくし、筒井戸の側壁と深井戸との間に連結管を設けて深部の地下水を筒井戸に導くものである。(V 4.参照)

なお、ピットの建設は、ピットが深くなると摩擦が大きくなるため深さは人力施工では 20 ~ 30 m 程度までにはいろいろな方法が考えられるが、静水面位置がこれより深いときはポンプの維持管理体制、故障時対策等を別途用意することが必要である。

(4) 砂漠化の進行

今回の現地踏査で知りえたことの一つに井戸周辺の荒地化がある。井戸周辺には水をのむため牛、ヒツジ、らくだ等の動物が集まっている。このため井戸周辺の草は彼らに食べられてしまい裸地化し

ている。とくにヒツジは草木の根まで食べるので一旦裸地化した土地は雨期になっても草が回復しないという。

今回の調査地域ではごく概略の見つもりとして土地の10～20%が影響を受けているように思われた。

国連(ユネスコ, FAO)等によって地球上の沙漠面積の増大が明らかにされており、とくに砂あらし発生による農作物の被害が警告されているが、その原因には遊牧動物による植生破壊が大きな部分を占めていると思われる。

砂漠化を進行させないためには草の根絶をさけるため、面積あたりの遊牧頭数を定めて、草地を繰返し利用するようにしなければならない。この観点から井戸による給水も大規模な井戸が少数地点にあるよりは、小規模井戸が多地点に分散の方が望ましいとも考えられる。

以上のごとく例え試錐によって水を探しえたとしても、これを飲水として安定的、長期的に利用するためには解決すべき問題点がかなりあるので、今後の調査においても追加すべき課題がいくつかある。又、水を得る方法は深井戸開発だけではないので、現地の環境事情を考慮した上で最も適当と思われる方法を併行して調査することが得策と思われる。

6.2 水開発の目的

はじめに水開発の目的について考えて見る。水開発の目的はまず次のように分類できる。

- 水開発 A. 既存水利用の強化
- B. 新規の水資源開発

Aは現在使用されている水利用システムが抱えている問題点を解決して、これをより安定に、又は健全にしようとするものである。具体的には渇水期の水不足を補う方法、水質汚染による被害を小さくする方法等があげられる。

Bは現在の水利用の他に新しく水を得て生産を拡大したり、生産様式を向上させようとするものである。水資源計画を考えるにあたってその目的が上記A、Bのいずれにあるかを明らかにすることが必要である。

今回の調査対象地域においてA、Bいずれの要請が強いかは現地調査によってまず明らかにする必要がある。

一般に水を得て新しい事業を拡大する計画は、経済効果等が予測しやすいために財政関係者に受け入れられ易い傾向があるが、この点については注意を要する。

マリ共和国経済協力調査団報告書(国際協力事業団・昭和52年)によると、同国の農業生産なかんづく畜産は'72～'73の大旱ばつによって30%程度の減少となり、その回復に数年を要していることが報告されている。とくに今回の調査対象地域においては遊牧による動物生産はこの旱ばつによって壊滅的な損害を受け、いまなお旱ばつ前の生産まで回復していないという。

すなわち現在の水利用は旱ばつに対して極めて弱い状態にあり、このことが生産の拡大を疎害している実情にあるので、旱ばつ時の水利用を安定させて生産を安定させる効果は予想以上に大きいと思われる。

以上のような理由から今後の調査計画を立案する上では、相手国政府の要望を把握することはもちろんであるが、これと併行して直接現地において生産及び生活の実情とこれに付随する水利用の問題点をさらに調査することが非常に重要であるとする。

なお、現地の水利用システムが抱えている問題点の他の一つに水質汚染による被害がある。

井戸のまわりには飼育動物が多く集まるので、これらの動物のし尿によって地下水が汚染され、このため人も動物も消化器系統の病気が多くなる。これは開発途上国においてごく一般に認められる現象であり、その対策として水道計画が重視されている。

今回の調査区域の井戸水からはアンモニア及び亜硝酸が検出されているので病原菌が混入する可能性は充分にある。最近では簡易な浄水技術が開発されているので、小規模な水供給システムを計画することによってこのような水質の水も安心して使用することが可能と思われるので、このような水供給システムの経済性、維持方法等を調査することが重要であろう。

6.3 現況水利用安定化のための方法

今回調査した地域における地下水の利用は、その帯水層は第四系中のものであり、或は中生界中のもの等であるが、地下水の起源はいずれも雨水である。これは2つの事実から推定される。すなわち①地下水位は雨期に高く、乾期に低いという年間変動を有する。②地下水の電解度がそれほど大きくなく塩類の溶解が小さい。

言いかえると調査対象区域の地下水は水文的循環過程にある地下水と考えてよい。このような循環地下水は乾期に水量が小さくなるという欠点を有するが、雨期には再びかん養されて水量が回復するので、永久に涸渇することなく利用できるという利点を有する。

従って種々の方策を講じて乾期にも安定して水を取水できるようにすればこのような循環地下水は大変望ましい水源になる。

今回の調査対象地域においては浅部の地下水を安定して利用するための方策としてパラージが試みられている。

今回我々は3つのパラージを調査した。すなわちアンソング西方のもの、インデリマンにおけるもの、キダルにおけるものである。

これらはいずれも表面流出水を一時貯留することに役立っており、パラージによって形成された一時的な沼の周辺には豊かな植生が形成されており、雨期の水利用の安定化に役立っていることが推察される。

しかしこの水も乾期に入ると大きな蒸発散のために逸散し完全に涸渇する。

一年を通じて安定して水を取水したいという目標からみれば、これらのパラージはまだ不完全な施

設と見なされるのである。

循環地下水を一年を通じて利用することを可能ならしめる方法としては次の3つの方法が考えられる。

- A 井戸深の延長
- B 地下ダムの建設
- C 貯水池の設置

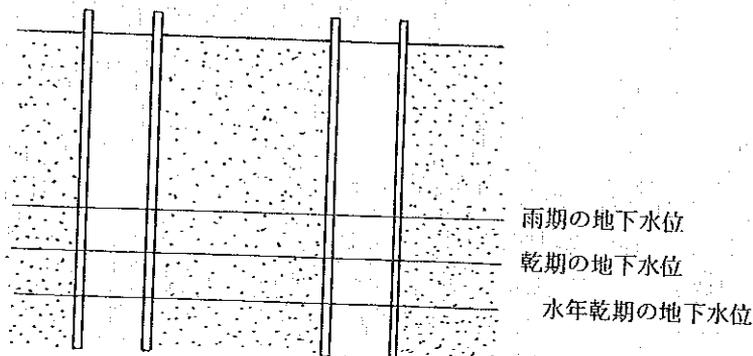
以下、順に説明する。

A 井戸深の延長

今回調査した井戸のうちその底が基盤に達しているものはわずかで、大部分は帯水層の中位に位置している。これらの井戸についてはその深さを延長することによって乾期の取水が可能になる公算が大きい。

すなわち井戸深さは、掘さく技術の制限から通常乾期の地下水位付近になることが多い。このため乾期、とりわけ渇水年の乾期には地下水位が低下し取水が困難になる。従って近代的な施工技術を導入して井戸深さを大きくしたり、深さの大きい井戸を新設すれば早ばつ年にも安定した取水が可能になる可能性が大きい。

なお井戸底が岩盤に達しているときは次に述べる地下ダムが効果的な場合がある。



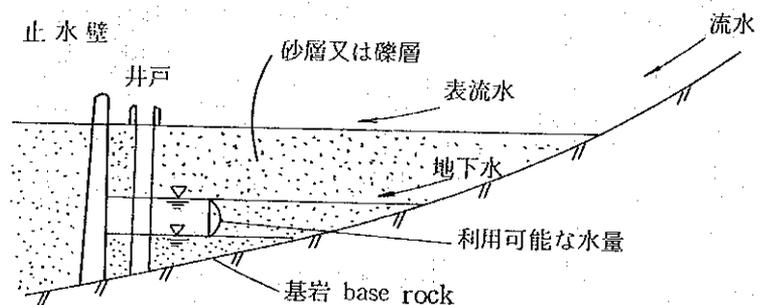
井戸の新設又は深さの延長

B 地下ダムの建設

① 地下ダムは、地中に止水壁を建設することによって地下に人工的な貯水池を作り、安定した水利用を可能ならしめようとするものである。

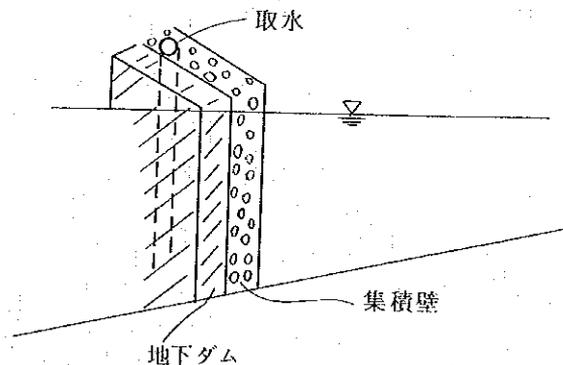
② 貯留水の蒸発を避けるため帯水層の性質に応じて地表面と水面の間の距離をえらぶ必要がある。概ね3~8m程度と思われる。

③ 止水壁には、色々なタイプが



考えられるが、最近経済的にコンクリート壁を建設する技術が開発された。

- ④ 帯水層が砂質、礫質であるときは雨水は自然にかんようされるが、表面付近にシルト質の堆積があるときは、簡易な表層改良を行う必要がある。
- ⑤ 地下ダムは日本において1つが完成し、1つが建設中、7つが調査中である。
- ⑥ 今回調査した地域内ではキダル、Tineskko、テツサリ周辺で建設可能と考えられる。
- ⑦ 地下ダムから大量の水を取水するためには、地中集水壁を併置するのが効果的である。



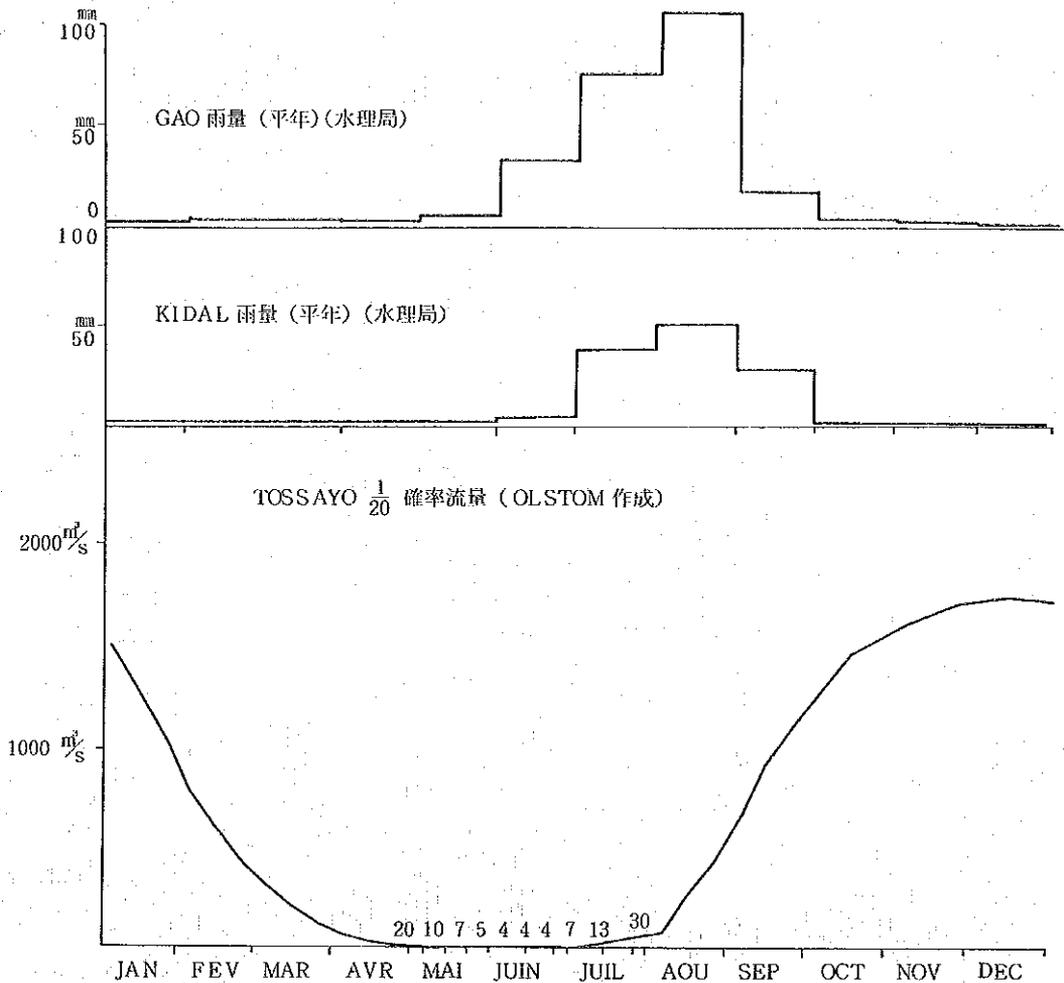
C 貯水池の設計

- ① 貯水池を利用して、雨期に貯水した水を乾期に利用すれば1年を通じて安定な水の利用が可能になる。使用の目的を人間及び家畜の飲用水に限定すれば乾期に供給すべき水量はそれほど大きくない。
- ② 貯水池はコンクリート構造物とすることが最も確実である。地下水層を貯水槽として利用できる場合、人工的な帯水層を設置する場合には非常に経済的な貯水が可能となるが、これには十分な調査が必要である。
- ③ 貯水池には蒸発による水の逸散を防ぐため天井を設ける。又浸透による逸散を防ぐためには側壁・底が必要になる。
- ④ 貯水池への貯水、揚水は手動ポンプ又は人力による。
- ⑤ 貯水池は一時的な湖（パラージにより形成されたものを含む）の発生する地域においてこれに隣接して設けることが考えられる。

6.4 ニジュール川の利用について

ニジュール川は水量が豊かであり、最も大きな可能性を有する水資源であるが、渇水年における流況を作成すると第14図のようであって、5月～7月上旬にかけて流量がほぼ0になる時期がある。従ってニジュール川を利用する場合にはこの時期における補給の方法を考えなければならない。

- ① 最も単純な方法はたまり水の使用、及びごく周辺の井戸取水である。利用する水量が小さいときはこの方法が可能である。



第14図 ニジェール川の流量

② ニジェール川周辺に地下貯水池として利用可能な良好な帯水層があるときは豊水期（9月～2月）のニジェール川の水を人工的にかんようすることによって渇水期（5月～7月）の使用に供することが出来る。

このような地下水の人工かん養技術に関しては日本を含む世界各国が技術開発を行っている。

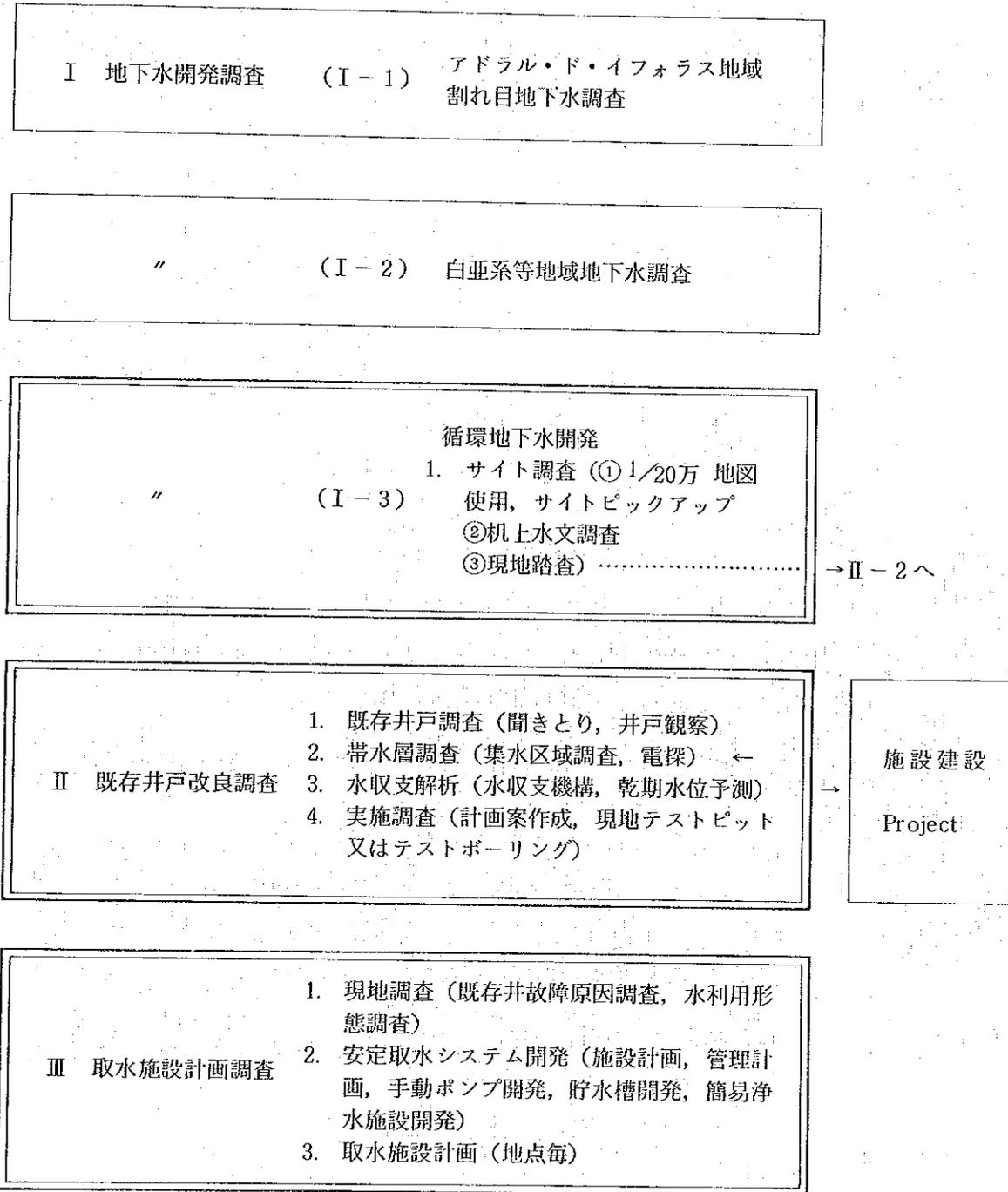
③ 異常渇水年において緊急給水を行う場合にはニジェール川は水源として重要である。

すなわち異常渇水年において家畜の全滅を防ぐため、トラックによる緊急給水を行うことが一案として考えられる。緊急給水を可能ならしめるためには渇水時を想定して、取水方法・運搬方法・現地貯水方法を検討して平常時に用意しておく必要がある。

6.5 調査の手順について

以上のような考察から、今後の調査においては例えば第10表のように課題及び内容を追加することも一案である。又この中でまず優先させるものとして第11表に示すようなプレートライナによる既存井戸の改良の可能性の検討があろう。

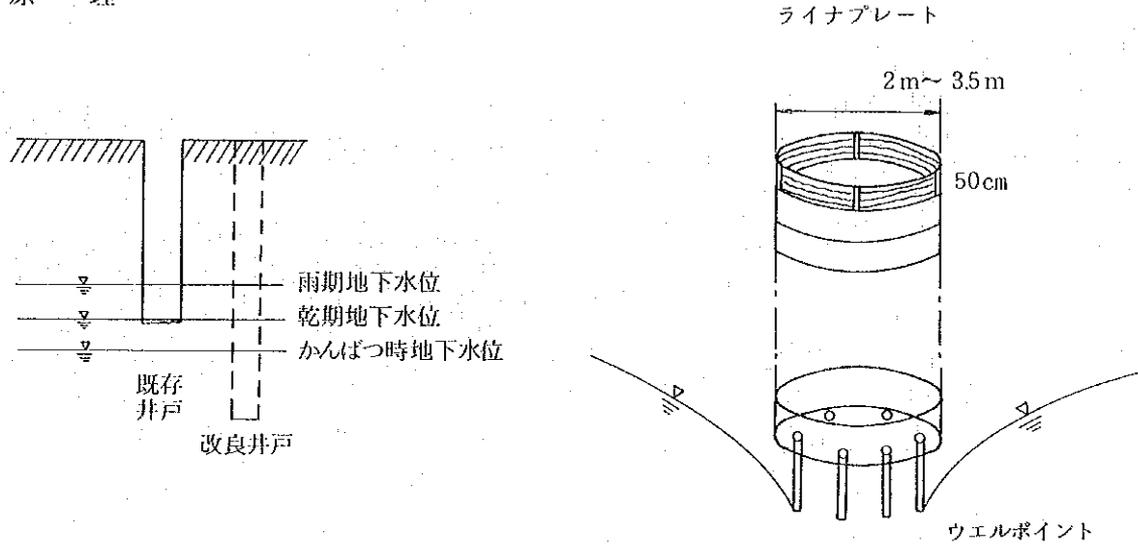
第10表 マリ水資源開発調査（ガオ地域）（案）



追加課題

第11表 安定取水のための既存井戸改良調査

原 理



調査手順

1. 既存井戸調査（聞きとり，井戸観察）
2. 帯水層調査（集水区域，電気探査）
3. 水収支解析（水収支機構，乾期水位推定） 国内
4. 実施調査（計画案作成，テストピット〔ライナプレート〕）

利 点

1. 調査に住民の知識・経験を活かすことができる。
2. 工事は現地技術者及住民のみでできる（技術移転が容易）
3. 当面の課題であるかんばつ対策として効果的。
4. 井戸のメンテナンスが容易（安定している，技術者が不要）
5. 小規模・多地点の井戸開発が可能（砂漠化を促進しない，生産拡大）
6. 日本独自の技術である。

7. ロジスティックス

ロジスティックスは兵站学と一般に訳されているように、本来は戦場での後方からの補給、輸送および設営とそれらに関連しての連絡・事務を指す用語であることが知られている。今後マリ国において地下水開発調査計画を進めるとすれば、ロジスティックスの検討とそれにもとづく施設・設備の十分な整備なしには、このプロジェクト自体が成り立ちえないものと考えられる。

われわれコンタクト・ミッション・メンバーは従来の国内外の各種調査等においてこの点の重要性を認識しているが、マリでの調査等ではその自然環境のきびしさ、社会的基盤の未熟さから、この点が格別の問題となることを指摘しうる。ロジスティックスの検討は今回の調査団派遣の目的のうち最大のものの一つであった。

今回は幸い、現地視察に際してマリ国政府関係機関から提供された本件についての供与と、動燃関係者の厚意によるベース基地や前進基地に対しての訪問その他によって、ロジスティックスの検討につき貴重な経験・資料をえた。

(1) 動燃ガオ事務所および周辺の施設概況

ガオ市内のホテル・アトランティド近くの建物の2フロアを賃借し、その料金は30万マリフラン／月程度といわれる。事務室、食堂、台所、居室からなり、空調設備はなく、天井吊り扇風器にたよっている。裏側に発電機を設けた車庫と駐車場、屋上に無線用アンテナ。(1日3回程度、約300km離れたキダル・キャンプと定時通信。短波周波数5.034メガ・ヘルツ)

資材置場、水・燃料供給基地：

倉庫(マリ人の管理者)、化学分析実験室(冷蔵庫・空調付)、飲料水プール(4基)、浄水装置、水タンク車。

飲料および炊事用水：

浄水後のニジュール川水を煮沸して使用。20～30ℓ／人・日。

ガソリン：

石油会社(ガオにはTOTAL、EXSSONあり)と契約し、必要量を確保。

(2) 動燃キダル・キャンプの概況(第15図)

オフィス：

約10坪で食堂兼用のプレハブ。断熱材を使用し、空調2台—戸外40℃程のとき室内30℃—、蛍光灯4、冷蔵庫、椅子、机、本棚、無線設備。

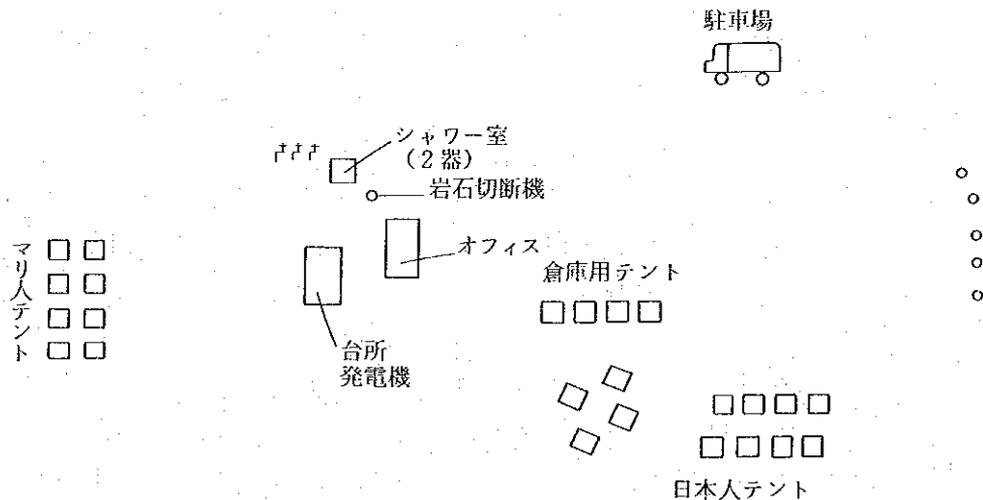
台所・発電機：

冷蔵庫の内部を改造し、流し、冷蔵庫、電気釜、電子レンジ等を備える。発電機。

テント：

小川テント社の特注品であり、アルミの断熱材を張ったフライ（日中テント内を外気より4℃程低くするという）をもつ、1人1張（独りの生活空間が必要）としている。高さは2m程度で、テント内の行動には便利だが、強風に弱いとのこと。グラウンドシートとテントとが1体をなして、虫、砂の侵入を防ぐ。テント内部にはベッド、ランプ、蛍光灯、マット、毛布、干物用針金が備えられている。

マリ人用テントは3～4人1張りで、彼らにはその方が都合とのことである。



第15図 動燃キダル基地の施設等配置略図

(3) 車輛について

砂漠地帯での運送等の近代的手段としての車輛の重要性、車輛の性能の良否が各種調査活動に与える影響については十分検討と認識が必要である。車種としては調査及び連絡用ジープ、水・燃料運搬用タンク車、資材運搬用トラックが考えられ、動燃その他もこのような車種を備えている。動燃は発電機を搭載している機器整備車を有している。留意点などを列記すると次のようである。

- 1) 新車であること。
- 2) 左ハンドル。（優秀なマリ人の運転手が雇用可能な場合もある。日本人は国際運転免許証が勿論必要）
- 3) 砂漠気候（高温、日較差、低湿度別表など参照）に耐えうるもの。
- 4) 砂漠環境（砂地、砂礫地、草原、かん木林）において長期間の使用に耐えうるもの。機械部分に対する砂塵の侵入についての対策。
- 5) タイヤの重要性—径とタイヤ幅及びタイヤ空気圧の調整。
- 6) 無線（FM）の装備。動燃の車輛は大部分が周波数151.49メガ・サイクルのFMを装備し、20km程度までの交信を可能としている。
- 7) 砂地に入ったときの脱出板、スコップの装備。

- 8) 車進行方向をみるためジャイロ・コンパス（360°目盛）をボンネット部にとりつける。（動燃）
- 9) 走行距離計は随時0からセットしうるものとする。
- 10) 空調の装着についてに検討課題である。すなわち、日光直射下の車内温度をどの程度下げうるか、空調作動によるエンジンへの影響（バッテリーのときはその消耗度と充電方法）、車の乗降が頻繁な場合での人体に与える影響を考察する必要がある。
- 11) 動燃の日産パトロールではガソリン消費量として平均3 km/ℓが経験的に見込まれている。
- 12) 車輛整備はマリ人の多くは従来ランドローバーに馴れているといわれる。しかし日本製車輛が増えつつあるので状況は多少とも変るものと考えられるが、なるべく同メーカーのものに車輛を統一した方が得策であろう。また交換部品は事情の許す範囲において多量にあることが望ましい。
- 13) タンクローリーの水タンクの構造は、はげしい震動に耐えうるものである必要がある。日本の自衛隊が最近装備しているタンクローリーを検討すること。
- 14) 車輛の場合もとくに機能が単純でかつ頑丈であるものがよい。

(4) 水および食糧について

今回の視察旅行の範囲内においては水源として利用できるものは、ほとんど、ニジェールの川水および浅井戸（地下第1水層を取水しているもの）のものであった。道路状態等の点から野外調査を行うに適する乾期にはこれらの水位はかなり低下してしまう。また川水、浅井戸水は生活排水などである程度汚染されているので、生活用水については量の確保とともに質の改善（浄化・煮沸）を行う必要がある。また、水については運搬の問題が生じてくる。タンク車の配置あるいはジェリ・タンクやドラム缶による方法が考えられるが、今回の経験ではジェリ・タンクによることが、比較的短期の野外調査の場合には適しているように考えられた。これらの容器は車のはげしい振動に耐えうるものであることは勿論であり、また、破損を極力防止するような方法で運搬する必要がある。ちなみにエビアン水（ポリエチレン容器に入った市販の水）を今回運搬したが、かなり破損がみられた。

食糧はかなりの部分を日本から持ちこむ必要があるであろう。動燃は隊員のために大量（搬入物質総量の約1/3に相当する量-朝日新聞）の食糧品を現地に送っている。それらは米、玄米パン、餅そば、うどん、缶詰類、漬け物などであり、インスタント食品（みそ汁、ラーメン、赤飯など）も欠かすことができない。炎熱暑気的环境下で、食欲・消化力が極度に低下する状況に応じての食品の選択と確保が重要である。

嗜好品については、坂本記者（朝日新聞）によると動燃隊員の月間消費量は1人当たりビール40本、日本酒2本、ワイン5本、ジン1本、ジュース50本、たばこ75箱となっている。

食糧、水についての一般的事項はⅢ 5.に述べた。

(5) 今回の視察旅行及び野外調査における基礎的資器材について

今次の短期（ガオおよびその周辺で12日間）の視察旅行は一般概況調査が主であったので、一部の

井戸についての水温測定などのほかは特殊の調査・観測用機材は携行しなかった。以下はそのような一般概況調査において用いた野営等の基礎的資材について述べ、今後の調査ミッションの活動に参考となると考えられる点につき言及する。

車	輜 [*]	4台（うち3台は動燃から借用）
テ	ン ト [*]	1組
陣	幕 [*]	1枚
寝	袋 [*]	8ヶ
毛	布 [*]	8枚
電	導 度 計 [※]	1ヶ（水質測定用）
ポ	リ タ ン ク [※]	3ヶ
懐	中 電 燈 [※]	6ヶ
ス	コ ッ プ [*]	3本
ガ	ス バ ナ ー [※]	2ヶ（LPG使用）
固	型 燃 料 [※]	10ヶ
燭	灯 [※]	10本
ク	リ ノ メ ー タ ー [※]	1ヶ
ハ	ン マ ー [※]	1ヶ
双	眼 鏡 [※]	1ヶ
ハ	ン ゴ ー [*]	3ヶ
水	筒 [*]	5ヶ
薬	缶 [*]	1ヶ
鍋		2ヶ

作業衣[※]、キャラバン・シューズ[※]、リュックサック[※]、調査用布カバン[※]、地形図[※]、地質図[※]、衛星写真[※]、蚊取線香[※]、フィルム[※]、医薬品[※]、食器[○]、ガソリン[○]、米（6kg）^{*}、水（60ℓ）^{*}、インスタント食品[※]、缶詰各種[○]、ジュース[○]、砂糖[○]、干パン[○]、マリ人食糧[○]（マリ人自身で準備）

ガオで主として使用した資材：

事務用品[※]、蚊帳[※]、高度計[※]、

参加者 日本人5名、マリ人8名（うち5名運転手）

以上は今回の当ミッションの短期の現地視察旅行に関する記録であるが、今後の調査ミッションの活動は現地での野外調査がかなりの規模で行われることとなるので、充分かつ周到な生活基盤の準備

（注） *印……動燃ガオ事務所から借用したもの。
 ※印……当ミッションが東京から携行したもの。
 ○印……バマコ及びガオで購入したもの。

を要することとなる。

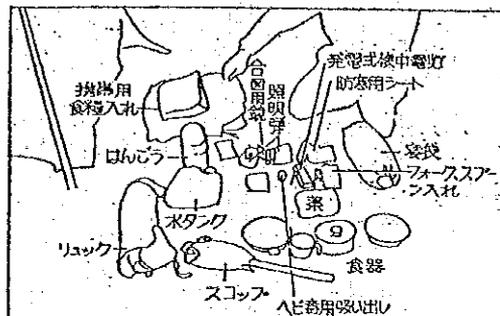
これについてはさらに後記する。

現在、動燃が野外調査にあたり準備している非常用備品の一部については次のようである。(主として朝日新聞による)

動燃非常用リュックの内容：(第16図)

食糧(2~3日分)、はんごう、水筒、サブリュック、スコップ、合図用鏡、照明弾、発電式懐中電燈、防寒シート(12ミクロンの厚さ)、寝袋、缶切・ナイフ・セット、食器、救急薬品、ヘビ毒用吸い出し。

非常用備品としては、以上の他、針金、タオル、マッチ、固型燃料、麻ひも等が考えられ、食糧としては干パン、黒砂糖、サラミ・ソーセージ、饅頭等及び登山用に開発された栄養価の高い携帯食糧、野戦食糧(第2次大戦中の米国等のもの)が参考となろう。



第16図 動燃の非常用リュックの内容
(朝日新聞より)

(6) 輸送と調査基地

動燃等の場合では、通常、資器材の輸送は日本からアビジャンまでを海路、アビジャンからガオ間が陸路をとるといわれる。輸送所要期間は上記海路が約3か月、陸路が約1か月の計4か月が実績である。資器材の日本での発注、納品、積込、アビジャンでの積み下ろし、上記陸路での税関手続その他を考慮すると、全体期間は約半年を要することとなろう。調査地がガオ以北とか以東であれば、さらにガオからそこまでの輸送が必要であるが、それらの地区(地点)へは雨期の陸送は道路状態から、ほとんど困難であるといわれる。一部の輸送に空路を用いる方法については現に動燃においても検討中である。マリ国内の輸送の場合における現地輸送会社の利用、日本商社の活用については既往の文献・資料(3)にもふれられている。輸送期間、輸送途次における資器材の破損防止の対策は十分に行われる要があり、おそらく輸送問題は今後の調査活動に関連しての最大の障害事項の一つであろう。

調査のための基地の建設・整備については動燃がこの国において経験してきた事情を種々聴取した。また、マリ国政府担当機関等との今回の話合においてこの問題について特別な注意喚起や提案がなされている。日本人にとって特殊地域であるマリ国東北部での調査活動については業務の制御・管理並びに調査団員のくつろぎをうるための事務・作業施設の整備が必要である。将来の基地は調査地区が何処に決定してもガオを中心的基地として利用することになるから、規模の差はあるにしても動燃のガオ事務所とはほぼ同様な機能をもつ基地の施設・整備の検討・準備に直ちにとりかかる要があろう。とくに調査等の器機の維持に必要な補修工場的機能をもたせることが要求される。

調査の前進基地は今後の調査地区や展開規模、調査内容等によって設営の方針が変わってくるものと考えられる。今回の視察旅行の経験からして前進基地には次の機能をもたせることが最低・共通条件

となろう。

- (1) テント，炊事，照明などの野営設備。
- (2) 飲料及び炊事用水確保のための簡易浄水装置。
- (3) 日中の気温上昇時の対策施設

キャンピング・カー，冷房付車輛，簡易冷房プレハブ・ハウスの配置，ビーチパラソルその他。

- (4) 資器材倉庫。
- (5) 試錐機等の応急補修施設。
- (6) ガオ基地との短波交信装置。
- (7) 以上のための動力装置。

前進基地設営については前記の動燃キダルキャンプの状況がよい参考となるが，水資源調査の場合には動燃キダルキャンプの場合に比べより機動性（移動性）にとんだ内容・機能になるものと思われる。今回の視察旅行でえた経験としては野外調査にあたっての留意点はとくに資器材の運搬，水の確保，気温のコントロールにあるように思えた。今回は時期的に気温の上昇が著るしくなりはじめて砂嵐の前駆がみられる，やや悪条件下の旅行であったため，午前10時頃から午後4時頃までの間の移動調査は原則として実施しなかった。調査地区及び調査時期にもよるがこのような日中の熱気遮へい対策については，作業能率及び健康維持の点から積極的な対策を必要とすると考える。また，1月頃のキダル等では夜間から未明にかけて気温が5～6℃程度にまで下がるといわれ，砂漠地域特有の気温の日較差がみられる。

以上の調査用基地及び前進基地の運営に関しては調査専門家以外に車輛，さく井機器，井戸用ポンプなどについての技術者，現地人運転手，コック，労務者が必要である。これらに関する労務管理業務の重要性もまた強調されている。マリ人雇用にあたっての方法，給与体系については動燃等の情報を一層詳しく知りかつ必要に応じマリ政府，動燃とも事前に接渉することが必要であろう。

8. 医療および健康管理

現地での疾病としてはマラリヤ、赤痢、破傷風、狂犬病その他があるといわれる。今回の調査団はあらかじめ黄熱病および天然痘については予防接種・注射を出発前にすませていたが、約30日余の短期間の旅行であったにもかかわらず、下痢症状には大部分の団員が悩まされた。団員の1名は急性腸内アメーバ症（いわゆるアメーバー赤痢と思われる）に感染し10日間バマコにおいて入院した。団は東京から抗生物質としてケフレックス（塩野義製薬）その他を携行し、団員の1部は下痢症状に対して直ちにこれら抗生物質を服用した。団員の1部は抗生物質の服用で一時的に症状が回復するが、暫くしてまた下痢症状となるといった断続的下痢に悩まされたが、動燃関係者の言でも現地の気候風土に馴れるまでは多くの人がかかる症状になるといわれる。

マラリヤについてはダラプリム（英国製）の定期的服用によって感染した団員はなかった。しかし、ニジュール川に接した場所（ガオもその一つ）においては住民の多くが慢性的に感染しており、とくに乳幼児のこれによる死亡もあるといわれている。

破傷風の予防注射は動燃関係者は行っているといわれるので、今後長期の現場作業を伴う調査の源には対策を講ずることが必要と思われる。数はきわめて少ないが毒蛇は動燃が調査を行っているキダルは付近に接息するといわれる。今回は毒蛇の種類を確認できず、血清の有無についても確実な情報をえていない。

医療施設についてはバマコの国立病院（オピタル・ド・ボワン・G）に前記の腸内アメーバ症に罹患した団員1名が短期入院し、その施設、医療レベルの一端を知ることができた。病室などの設備は日本の場合に比べるべくもないが、仏人の医者もいて治療は一応のレベルにあるようである。ガオには2病院があるといわれる（引用文献資料(3)）。そのうちの一つの加療・診断は今回うけているが、マリ人の医者があり、点滴注射をうけることができた。一応の外科手術も可能といわれる。

また、ガオにはフランス製医薬品をそろえた薬局が1軒あるが、常備薬品等は日本から携行すべきである。

当調査団が携行した薬品は次である。

抗生物質（ケフレックスなど）

マラリヤ特効薬（ダラプリム）

風邪薬（ベンザ他）、征露丸、鎮痛剤（セデス）、虫除けクリーム、眼薬、救急箱1組、

なお、この他に、調査団員の多くは栄養剤、抗生物質、消化剤等の各自の常服薬を携行した。

野外調査においては直射日光下の行動は一般に慎重にすべきであり、団員の2,3は軽い日射病症状を経験した。炎暑下にあっては大部分の団員は著るしい食欲の減退を招き、固形食糧よりは流動状の食事が好適であった。

例えば現地のオートミール様食事（これは米と牛乳とによるかゆ）、パック赤飯その他から調理したかゆなどが、極度の食欲不振の場合には適していた。

道路状態などによる車輛の烈しい振動に対して内臓機能を保護するため、腹帯などの使用がすすめられ、2,3の団員によって実行された。

前述（V. 6(6)）のように日中数時間にわたる休息・仮眠のため、早朝の起床と夜更かしがつづくこととなり、1日の睡眠時間が分断される。このような生活パターンの変化も加って、野外調査等は現地の気候・風土に順能するまでは作業に無理がなく、十分な時間的余裕をもって行動し、健康管理には特段の注意が必要であることが再認証された。

VI 付 録

面 会 者 リ ス ト

氏 名	所 属
内 田 園 生	セネガル日本大使館 大 使
沖 本 精 一	" 参 事 官
川 越 一 徳	" 一 等 書 記 官
小 瀬 武	" 館 員
飯 沢 吉 高	"
Mr. Lamine Kéïta	Ministre du Developpement Industriel et du Tourisme
Mr. NDEMBLE	工業開発観光省水利エネルギー局局長
Mr. Sekou TRAORÉ	" " 次長
Mr. J. P. SASMAYOUX	" " 仏技術顧問
Mr. KARIM LDEMBLE	" "
Mr. Sekou DIALLO	" 地質鉱山局局長 Director Général Direction Nationale de la Geologie et des Mines (DNGM)
Mr. Ba	同 上
Mr. Abdou DIARRA	"
Mr. Moustapha DEME	国際協力局 局 長
Mr. Saribou KONE	"
Mr. Adama SISSOKO	"
Mr. Nakounte DIAKITE	"
Miss. Bintou FOFANA	"
Mr. Makan KARENTAO	工業開発・組立省 Socete Nationale de Recherches et d'Exploitation des Ressources Minières du Mali (SONAREM) BAMAKO kati (本社)
Mr. B. DIALLO	"
菊 地 清	動力炉・核燃料開発事業団 マリウラン調査隊 隊長
青 山 茂 夫	" " 副隊長
塩 田	"
横 山 明 弘	"
Mr. Koré	SONAREM GAO
Mr. DIALLO	OPERATION Puits GAO
高 木	アビジャン日本大使館 一等書記官
豊 田	" 二等書記官
Mr. KANE	アビジャンアフリカ開発銀行
Mr. BOUZID	" 地質・水利課
Mr. FUDZIE	" かんがい課
Mr. Osaliban	アビジャン世界銀行
Mr. MATON	フランス協力省 経済開発局 水利課長
Mr. CHAZALETTE	" 地域局 マリ国担当官
Mr. THOMAS	" 経済開発局 貸付課事務官
Mr. REYNIER BURGEAP	" 応用水理研究所研究員
村 田 遙 人	パリ日本大使館 二等書記官
武 井 工 魂	UNESCO

訪問機関打合・話合メモ

(1) アフリカ開発銀行 (African Development Fund)

アビジャン

53年4月11日

開銀側出席者: Mr. Kane, Mr. Bouzid, Mr. Fudzie

(開銀)

現在、1) マリおよびニジェール (Operation Puits)

2) モーリタニアの井戸

3) セネガルのダム (雨水を集める) 他

の3プロジェクトがある。

1) マリ関係

早ばつ後開銀が出資しマリ政府は住民、家畜へ水の供給を実施した。第1段階として地質、写真地質、物探が実施された。資金は開銀の他西独、国連が出しこの計画はマリ自身が作業・調査しこの継続を可能とするよう協力する事である。開銀資金はさく井器材、物探器材、運搬および供給器材用のもので、具体的にはさく井機、デネレーター、コンプレッサー、車輛、タクンクローリーである。マリについては基本的調査を行っていて、地質図作成、水文学的調査を行った。これは任呈・航空写真からの作業、掘さくされた井戸や試掘についてのカードの作製である。また、ポスプ揚水テスト、含水層の状態に関する調査もやる。

(当方) 第1段階の調査規模他はどのようなものか。また、担当機関は？。

(開銀) さく井は1200本で計画全体としては6,000本である。プロジェクト名は"Operation Puits"となっているが、ほかに"マリ地下水プロジェクト"もあり内容的には2つである。担当水利・エネルギー局。

(当方) プロジェクト実施地域はどこか。

(開銀) 実施中であり3年間つづく。従来掘さくした井戸、試掘を調べまた、空中写真を併用する。マリ政府はカード化を行ない調査地域を決定する。

(当方) プロジェクトに関する計画書や中間報告はあるか。

(開銀) 5月中旬に現場の人から報告がある予定であるので、後に文書でお知らせすることは可能である。他の調査としてはオートボルタ、ガーナの北部、ベニンもカバーしている。この調査は一般資源調査としてのリスト・アップである。

20万分の1地形図、地質図、岩石鉱物地図、農業地図、(土地利用・分析)さらに地表図調査で地質や水調査を行なっている。5万分の1地質図(有望の場合)もやる。12月にロメ

の会議があり、これらの結果が発表されよう。

(当方) さく井機の機種と付属品は何か。

(開銀) 米国製 (Failing 社) が大部分だが、仏製も 1 部で買付けている。日本側の公回の目的は何か。

(当方) (マリ水資源開発計画についての概要を説明した)

(開銀) マリでのさく井は深度 80 ~ 100 m だが、北部では 300 ~ 600 m のものがある。物探は電探が主であるが、地震を補足している。私の意見として強調したいのは空中写真による予備的調査であり、クラック・ゾーンや断層、岩相の異い、岩石の接触関係の調査を行うことである。

(当方) Failing 社のものはロータリー、パーカッションの併用式か。また、掘さく孔径如何。

(開銀) ロータリーが主で、パーカッション地質による。孔径は 7 インチ。試掘井から生産井への切り替へ可能。

(当方) いわゆる Puits (筒井戸) は有効な方式かどうか。

(開銀) このタイプは地域によっては有効。ポンプを使わないので深くへはゆけない。開孔率が少なく 20% しかない。実用的だが将来は廃たる運命にある。深い井戸が必要。

(当方) 帯水層の粒形が細かい場合が多いが、ストレーナーの型その他に特殊技術が必要ではないか。

(開銀) 砂の粒度によってストレーナーを工夫する要がある。

(当方) 1 井での取水能力は数 m^3/h といったように少ないが、この場合のポンプの種類は。

(開銀) 象牙海岸付近でも水が少ないが、これに対しては手動式。現在コーティバールの C I H (アフリカ諸国 利センター) という組織で作っている。マリでもこのタイプを利用できるだろう。

(当方) 風車井、畜力揚水の方式があるが、ポンプは重要ファクターと思うが。

(開銀) 畜力は 2 種一引っ張りと同転がある。精度上の問題で巡廻して修理する必要がある。

(開銀) 次に Niger とモーリタニアについては実際の仕事はこれから始めるところである。

(当方) 在アビジョン日本大使館から提供の資料によると、モーリタニアではロータリーが多いが、これは国あるいは専門家の要望等によるものか。

(開銀) 相手国の要望に従ってやっている。その国の実情に合うものとして。

(当方) Niger における帯水層の地質学的所見あるいは目標はどうか。

(開銀) 地表下浅い沖積統のものが多い。処によってはコンテナタル・インターカラリーまたは同ターミナルが地表に出ておりそれをねらうこともある。

(当方) モーリタニアでの状況はどうか。

(開銀) モーリタニア政府によるさく井は実施済みである。出来上った水井戸にはポンプをとり付けることを国連サヘル地域機構や開銀に要望があった。ポンプの供給についての報告書がある。

(当方) モーリタニアでの 36 本の成功井に対して全体では何本を掘ったのか。

(開銀) さく井の成功率は30 m以浅の井戸の場合には45%, 30~40 mで55%であるが、写真地質調査、物探を入れると70%, また40 m以深で70%である。

(当方) 航空会社の解析に際して砂漠地帯特有の注意は何か。

(開銀) マリの地鉄鉱山局に衛星Center ができて1年前から仕事をしている。また衛星写真は当行でも用いており、各国の要請で民間機関でも扱っている。日本としてはマリについての衛星写真利用のプロセクトはあるのか。

(当方) マリの水資源開発調査の場合にもNASAからの衛星写真を用いてやるつもりである。

(開銀) 雨季の前・中・後の3回の異なる写真の比較をする必要がある。これらの写真から植生、地層の含水率、間隙性、割れ目帯、水たまりについての情報がえられる。これらに既存の報告書や資料を検討されたい。地質に関しては地表踏査を併せて実行する必要がある。また小型飛行機により温度分布、放射能異常をとらえることができる。

(当方) セネガルでのダムについて聞きたい。

(開銀) セネガル等での灌漑、飲料水用のダムは容量100~500万 m^3 程度のいわゆるアース・ダムである。セメント等の建設資材は最小限ですませるようにする。下流部に対しての影響は余りなく、ダム付近の農村の稲作、野菜栽培、飲料用に用いられる。ダムに貯水される雨水は降雨量の10%位でこれは普通の状態では自然の蒸発量に略匹敵する。乾期に沖積層帯水層から取水している場合にも問題はない。これらは支流に設けられる小型のダムである。

(当方) 地下ダムの建設、貯水槽および既存井の改修による水安定利用の構想をもっている。今日時間がなければ明日に引きつづけて話してもよいが。

(開銀) 貯水槽 (Cistern) については我々も実施している。地下ダムに関しては地域の地表、地下水等の状況に左右されると思う。年間降雨量200 mm程度の地域では問題があると考えている。井戸の改修によるものも地域の状況によると思われる。

(当方) これらの安定取水の考えは勿論、早ばつ時に焦点を合せたものである。乾期に水位が低下し水が少なくなることが、手掘井戸で一般的であり、井戸の深度の帯水層が利用可能となれば早ばつ期や年間を通じての取水が可能となろう。

(2) 世界銀行 (The World Bank)

アビジャン

53年4月11日

世界銀行側: Mr. Rory O'sullivan

(世銀)

ここはワシントン世銀の出先機関で、農林、水理、教育の3つのセクションがありスタッフ

は17人。各国政府は関係の仕事の援助が多い。水資源についてはいくつかのプロゼクトがある。西部アフリカの総合開発や農業に関連するもので、最初のブラオリテイは雨水にのみ用水を依存している地域におかれる。マリには灌漑その他で二つのプロゼクトがある。

(当方から今回調査の目的・概要説明した)

(世銀) 今の説明に地域的に一番近いのはGao 周辺の小規模の水田灌漑計画である。一般に西アフリカでの水の供給はきわめて難事で10年位前までは西アフリカには水がないといわれ、乾期には井戸の多くは枯渇した。最近、岩盤の割れ目での水の発見があったが産水量は少ない。

1000 l/h 程度が普通であるが、例外的にニジェールでの仕事が多くこれが参考となると思うが答えは余りよくない。問題は揚水であり、土地問題が絡んでトアレグによって井戸がこわされた。機械揚水は維持に問題があり畜力か手動がよい。1~6か月毎の井戸の定期点検が必要だが部品の運搬が難かしい。この理由で筒井戸が好まれる。(バケツを下ろして揚水のもの)

マリの Operation Puits との関係は当行でもっている。あのタイプの井戸は職員経費とか事務費とかが40%もふくまれてくるので建設費が高くついている。Gao 南部の畜力による筒井戸もコストが高い。当行にはお尋ねに關しての資料が余りない。

という団体が関連資料をもっているが、早ばつ後はその団体は資金を出していない。我々は(マリ)南部での水調査の際の物理探査の有効性には疑問をもっている。生産井を1m掘るのに住民が協力すれば6万円ですが、下請けに出すと20万円かかる。(ニジェールの例) マリの事情にくわしいBiscaldi (BRGM, パリ), Vailllex, Le Oine (BURGEAP, パリ) 等の私人の地下水理学者(コンサルタント)がいるので、この人達と会うことがよい。

(当方) 早ばつ時には既存の井戸を深くしたり、手掘りによって層中にopenタイプの井戸を作ったりして処置することはどうか。

(世銀) 問題は水位で深く掘って水が出てくるか否かを事前に確める必要がありそのことは住宅の方がよく知っている。ニジェールでは井戸の建設に付近の人達が労力提供をし、比較的安く、6万シェフター(SAF)/m位で作ったが、トゴのときはダイナマイトを使用したりして20万SAF/mもかかった。

普通井戸深度は7~8m位で、サヘル地域での乾期に耐える井戸底から10m位の水位(水深)が必要である。

井戸の増し掘りについては、600井を象牙海岸で掘ったがそのうちの一部には建築用の「ロード・ウェル」(humcr pile drilling)法を用いた。この技術はFORACYがもっており、硬岩のときも18m位は掘れる。いずれにしても増し掘りの見込みをつけるのに試掘をまずやる必要がある。帯水層については現住民がよく知っていて、統計的に物探によるより、村長の知識の方が正確であるとも言われている。

(当方) マリで数年前に風車中がトアレグによりこわされたと聞いた。遊牧民の協力範囲に作ったの

で風車が彼らの感情を刺激したのでは。

(世銀) よくわからぬが、中央政府が彼らの土地に侵入したと感じたのかも知れぬ。

(当方) 早ばつ時の対策として天井等をプラスチック・シートで補強した簡易貯水槽を用いる可能性はどうか。

(世銀) 蒸発量が多くかつ降雨量が少ないので中々難かしいし、また砂の侵入もあろう。乾期の後半には一般的に水が枯渇するのでいくつかの地区では自然の湖の利用で水事情は多少改善できる。しかしこれは水の用途にもよる。また、自然環境の破壊の原因ともなることがあって、リビヤでやられているが、貯水槽建設計画には事前に注留を要する。家畜がそこに集中する結果として牧草が全滅するような事も起る。地下タンクの建設については建設費が嵩むのが一般的問題で、マリでも当行が一度これを計画したが、追加経費がかからぬようにすることが必要。西アフリカでは井戸による水の貯蔵が多い。

(当方) 割れ目帯の水についてマリでの調査結果はあるか。

(世銀) マリの西部で判明しているし、象牙海岸でも実施した。衛星写真を用いて割れ目系を検討するがこれは適応性のあるときとないときがある。象牙海岸の場合は効果がなかった。西アフリカでは普通は物探のみでは適応性に疑問があり、水理地質や確認のための試掘を併せる必要がある。調査の手順としては1) 航空写真での調査 2) 専門家による現地調査 3) 試掘がよいと思う。

(当方) 日本の場合、地下ダム方式が開発されている。もし必要なら文献を送ってもよい。

(世銀) 地下ダムについてはAgeba (ヨルダン) 湾に近い都市の例があるが人口密度の低いところでの地下ダムにはコストの面で問題がある。

(3) フランス開発協力省

パリ

53年4月13日(日本側は当調査団員の外パリ日本大使館 村田書記官が参加)

開発協力省側出席者:

Mr. Maton, Mr. Chazalette, Miss. Thomas, Mr. De Reynier

(開発協力省)

日本大使館から私方に情報交換につき申し入れがあったので、質問があれば当方からお答もするが、貴方の今回の現地での仕事についてまず説明してほしい。

(当方) マリおよびアビシヤンでの活動について説明した)

(開・協省) マリで水利担当部局の人に会い、資料も入手されたと思うが。

(当方) 資料はある程度もらったが総てではないので、適当と思うものがあれば教えてほしい。

(開協省) 相当前だが仏で資金も出して2機関(BRGM, BURGEAP)が実施し、そのうちの資料の一つはガオ車両の水井戸45本についてのものである。町から離れた井戸の場合の維持の難かしさがこの資料から理解できよう。

また、BRGMはサヘル地域の地下について検査をしており、これにはマリの分もふくまれている。この調査の資金は開発協力省が提供し、BRGMが出版、各国の政府関係機関へ配布した。*

(当方) マリ関係の地質図については一部に50万分の1縮尺のものありといわれるが。

(開協省) みていない。100万分の1縮尺のものがあるかもしれないが、詳細はわからぬ。

(当方) アフリカ水理機構出版のものでニジェール河についての1970年の分があるがその後のORSTOMの報告書があればよいが。

(開協省) 時間が経っているので、目下協力省が資金を出して1970年以降の早ばつデータをふくものをORSTOMでレバイスをしている。早ばつ時期を含んだもので水文学的データが多くふくまれている。

(当方) その報告書を入手して帰りたいが。

(開・協省 レニエ氏) 割れ目帯の水については経験がないが、結晶質岩中の水については西アフリカの諸国で当面している問題である。

象牙海岸、オート・ホルダ、ガーナ等のマリより南で水も多い地域で基盤をカバーしている地層について実施した。

毎年の降雨によって浅層に水の補給があるところでマリとは性格の異なる地域である。アドラル・ド・イフォラス北方のオウザール(In Ouzzal)について調査したが、ここはアドラル・ド・イフォラスと似たmassifeの環境のところで、うちの職員が行なっているが、私はその実際の調査内容については知らない。ニアメからガオにかけての地域については、物探、地形、地質を行なって、割れ目帯について試掘もする予定である。

残念ながらよい成果はえられなかったが、これより以北でも難かしからう。

次にコンティネンタル・インターカラリ、コンティネンタル・ターミナルであるが、地下35~60mに比較的広い広がりを示していて、その中の帯水層についてもかなりよく知られている。

(当方) マリより南部の降雨量の多い地域では降雨量の何%位が地下水となるのか。

(開・協省 レニエ氏) BRGMの調査によれば400mmの年間降雨量中65mm程度か。ガオ周辺その他では水の浸透は殆んどゼロと書いてある。

(当方) マリのブルム付近での白亜系ベース(コンティネンタル・インターカラリ-基底)の帯水状況は。

* 入手文献・資料リストNo. 38

(開・協省 レニエ氏) 自身やってないのでよく判らぬが、Mr. saad の報文に“ニジェールの輪”〔トンプクトウ (Tombouctou) ～ガオ付近のニジェール川の東南へ曲る部分〕というのがあり、その第1部がマリ東部に関するものである。この報分が参考となろう。

(当方) 2Km四方にわたり井戸の周の革が家 によって食べられてしまうというが、水が開発されてもこの状態が進むのか。早ばつ時には既存中の改修(深度増加等)を行う必要を感じた。ギタルやアネフィスでは砂層を手掘りにしているが、掘削深度が限定される。近代的方法によって既存中の深度増加等を行う必要があろう。

(開・協省) 深い帯水層に関しては試掘が行なわれているのだが、問題はでき上った井戸の管理にある。私自身は井戸そのものについては詳しく調査していないが、多くの井戸が使えぬ状態で白亜系中の40～80m深度のものでは水の汲上げは手動方式である。バマコには45井があり、その井戸についての資料は出ている。基盤地域の砂層は薄く、衛星写真による調査や、電磁法も用いている。電磁法はカナダがやった。

ニジェール川のデルタについては水文学的に複雑であるので衛星写真による地表調査等をORSTOMが実施している。

(当方) いわゆる調査についてのロデスティックスの点では何か示唆していただけるか。

(開・協省) 茶色い表紙の報告書をみたか。バマコ、～ガオ間の連絡は国連の無線機を用いた。この地域の一般的調査については水色の補足資料があり、必要ならアビジャンのCIHに連絡すれば入手できよう。

VI 付 録

3. 日本政府調査団とマリ国水利・エネルギー局との共同作業報告（仏文）

Le Samedi 18, Lundi 20 et Mardi 21 Mars trois séances de travail ont réuni à la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie la Délégation japonaise et la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie.

Après une brève allocution de bienvenue prononcée par le Directeur de l'Hydraulique et de l'Energie, des échanges de vues ont ensuite eu lieu sur les points suivants:

1°) Programme et modalités d'exécution:

La Délégation japonaise a d'abord situé le cadre de sa mission qui est de discuter les modalités d'exécution du projet de forages d'eau dans la région de Gao, et de recueillir des informations sur la zone d'intervention. Elle a fait savoir que des missions ultérieures vont procéder à des études fondamentales avant d'entreprendre les travaux de forages proprement dits. Ces études fondamentales auront pour but de faire la synthèse des connaissances accumulées sur la zone d'étude proposée, de déterminer les caractéristiques des équipements à acquérir, d'élaborer un programme d'exécution technique des forages à réaliser et de que les sites pour l'exécution de ces forages.

La délégation japonaise a remis à la Direction de l'Hydraulique à la demande de cette dernière le planning provisoire de la réalisation des études et des travaux de forages à entreprendre ainsi que le document décrivant les objectifs des différentes études dont les copies sont jointes au présent procès verbal comme annexe.

La Direction de l'Hydraulique et de l'Energie a alors demandé des précisions sur le décalage entre la réalisation des études fondamentales et le début des travaux de forages. Le Directeur de l'Hydraulique et de l'Energie a tout particulièrement insisté sur l'urgence du démarrage de ces travaux.

A ce sujet, la délégation japonaise a exprimé son principe d'exécuter des forages d'essai d'abord; portant sur intervention du Directeur de l'Hydraulique et de l'Energie, elle a expliqué que dans les zones prioritaires et en cas de succès de ces forages d'essai, ils peuvent être effectués de façon qu'ils soient exploités pour la production.

La Délégation japonaise a fait savoir qu'une mission de programme de travaux se rendra prochainement au Mali (Août 1978) pour élaborer un programme d'exécution technique.

Le type d'équipement adapté à la zone pour réaliser les forages sera défini par la mission de Janvier 1979.

Après avoir largement débattu des différents aspects de ce premier point, les deux parties sont tombées d'accord pour faire des études fondamentales (photogéologie, hydrogéologie et géophysique) avant d'entreprendre l'exécution des forages d'essai, bien que ceux-ci soient nécessaires à l'étalonnage des mesures géophysiques étant donné le long délai nécessaire à la commande du matériel de forage.

2°) Personnel:

A propos du personnel, la délégation japonaise propose l'envoi d'experts consultants pour des missions de courtes durées dans le cadre des activités de différentes missions comme indiqué dans le planning d'exécution provisoire ci-joint.

La partie malienne quant à elle souhaiterait, conformément à ses objectifs de transfert de technologie et de formation de jeunes cadres nationaux sur leur propre terrain, la présence d'une équipe d'experts pendant une période suffisamment longue, permettant cette formation in situ.

Le problème de la formation du personnel national a été évoqué. Deux possibilités ont été envisagées:

- la formation sur place avec les spécialistes japonaise et dans les conditions proposées par la délégation japonaise
- l'envoi de stagiaires maliens au Japon.

La délégation japonaise s'est déclarée prête à recevoir un stagiaire au cours de l'année fiscale (Avril 1978—Mars 1979) pour une période de 3 à 4 mois. La partie malienne a souligné que le problème de la langue du stage (l'anglais) se pose étant donné que la majorité des candidats ne la comprennent pas. Elle demande que la partie japonaise y trouve des solutions le moment venu.

3°) Financement:

La délégation japonaise a indiqué qu'afin d'exécuter le projet de Coopération de développement hydraulique au Mali, son Gouvernement est entrain d'exercer son meilleur effort avec bonne volonté pour financer les différentes études et l'acquisition des équipements nécessaires au cours des années fiscales 1978—1980.

4°) La délégation malienne a tout d'abord donné des informations sur le fonctionnement des comités locaux, régionaux et national de planification des points d'eau, basé sur la structure économique-administrative du Pays.

Compte tenu de ces informations, il a été convenu d'attendre la fin de la mission de prise de contact et les excursions que la délégation japonaise fera dans la région de Gao du 23 Mars au 7 Avril 1978 pour délimiter avec plus de précision les zones d'intervention.

5°) La délégation japonaise a proposé un système de réservoir qui utilise l'eau de surface comme une des mesures pouvant répondre aux demandes pressantes d'approvisionnement en eau. La Direction de l'Hydraulique et de l'Energie a répondu que ce système est théoriquement utile, mais qu'il faut tenir compte de l'environnement de la région (température élevée, sable....) pour sa réalisation.

Pour la Délégation Japonaise

T. BOJO

Pour la Délégation Malienne
Le Directeur Général de l'Hydraulique
et de l'Energie

A. DEMBELE

ANNEXE N° 1

Objectifs de la présente mission d'étude préliminaire

Entendre les souhaits du gouvernement malien concernant les objectifs, l'importance et les zones d'activités du programme de mise en valeur de l'eau souterraine au Mali et inspecter les zones principales pour déterminer la politique fondamentale des études à effectuer.

Objectifs de la mission; programme de travail:

Faisant suite aux travaux réalisés par la mission de Mars 1978, discuter avec le gouvernement du Mali; de l'incidence du projet, du programme, des facilités qui seront accordées, de la préparation des rapports... relatifs aux études à effectuer pour conclure un accord définitif (toutes les études seront effectuées d'après ce programme de travail établi d'un commun accord.

Objectifs pour les missions d'étude prévues pour l'année fiscale 1978:

En se basant sur les résultats des prospections effectuées sur place dans le cadre de la mission d'étude de Mars 1978 et à la suite de l'examen de la documentation mise à notre disposition par le gouvernement du Mali, se familiariser avec le terrain pour mieux le connaître et déterminer d'une manière concrète les zones où seront réalisés les forages.

ANNEXE N° 2
 PROJET DU PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DE L'EAU SOUTERRAINE AU MALI
 DANS LA REGION DE GAO

Année fiscale	1977		1978		1979		1980		1981	
	Année fisc. 1977	Année fisc. 1978	Année fisc. 1978	Année fisc. 1978	Année fisc. 1979	Année fisc. 1979	Année fisc. 1980	Année fisc. 1980	Année fisc. 1981	Année fisc. 1981
Missions d'étude	16/3	10/4	8	9	1	4	10	10		
Achat et acheminement des équipements d'étude		Mission programme du travail	7	12						
Experts:										
Chef/mission										
Géologue					1	4	10	10		4
Photogéolog.										
Hydrogéolog.										
Pospection										
Géophysique										
(électrique et										
sismique chimiste)					2				1	
Achat et acheminement ateliers forage							4	10		
Equipe de forages								10		
Accueil des stagiaires Cadre de gestion										
Cours de mise en valeur des ressources en eau souterraine			9	12			9	12		9
										12

R A P P O R T – IIème PHASE

I. Introduction

Conformément à son programme, la mission japonaise des Eaux Souterraines a entamé du 23 Mars au 4 Avril 1978 la seconde phase de son séjour au Mali, consacrée à la visite de la zone d'intervention du projet: la région de Gao.

Dès son arrivée, elle a pris contact avec les autorités administratives locales et les différents services intéressés opérant dans la zone: la Sonarem, le secteur Opération Puits et la P.N.C., les visites ont permis de recueillir un maximum d'information sur place et de faire le point sur les différentes interventions et sur l'état actuel des recherches géologiques et hydrogéologiques. La Délégation Japonaise a pu prendre contact avec les dures réalités du secteur et l'importance des investissements consentis afin d'apporter une solution au problème d'eau de la région.

Après les prises de contact avec les services qui se sont terminées par une discussion technique, la mission a entrepris la visite des chantiers et des sites des puits, puisards et forages. L'éloignement et les difficultés d'accès ont, dans une certaine mesure, entravé le bon déroulement des excursions qui se sont finalement limitées aux seuls chefs-lieu de cercle de Gao, Bourem, Kidal et Ansongo. Pendant ces visites, le problème d'eau a fait l'objet d'une attention particulière. La géologie, l'hydrogéologie, la topographie n'étaient pas également négligées. Un échange de points de vue a toujours eu lieu.

La tournée d'environ 1300 km à l'intérieur de la région a permis aux spécialistes japonais de se rendre compte de toute l'acuité du problème d'eau sans la solution duquel tout développement du secteur est difficile, voire même impossible, à envisager.

Généralités sur la zone.

Le secteur visité se situe à l'extrémité nord-est du Mali entre les latitudes 15° 30' et 20° N et les longitudes 0° 30' ouest et 3° est. Il s'étend sur les cercles de Gao, Bourem, Ansongo, Ménaka et Kidal.

Au point de vue du relief, on distingue le massif cristallin de l'Adrar des Iforas, d'altitude variant de 500 à 800 m, entouré de plaines sédimentaires en parties recouvertes de dunes. L'altitude dans les plaines varie entre 700 et 500 m.

La pluviométrie est faible, caractéristique de climat semi-aride au sud (300 mm/an) et de climat aride au nord (100 mm/an).

En dehors du Niger qui limite la zone au sud-ouest le réseau hydrographique est insignifiant. Il est généralement réduit à des cours d'eau temporaires (oueds) où l'eau coule après les fortes pluies pendant quelques minutes (10–20 mm) et cela 2 à 3 fois dans l'année. On trouve également dans les espaces interdunaires et les dépressions des mares également temporaires.

Les principales voies d'accès restent les vallées du Tilemsi et de l'Azaouak; les pistes sont utilisables seulement en saison sèche.

II. Déroulement de la mission.

La délégation a eu auprès de la P.N.C. un appui considérable. Elle a eu à sa disposition 4 véhicules, dont 3 fournis par la P.N.C. Cette dernière a également fourni tout le matériel de camping.

Lundi 27-3-78

Départ de Gao à 5h30 pour Bourem. La délégation a visité les chantiers, le fonçage de puits à Djebok ainsi que les puits et forages existants dans la localité.

La délégation est arrivée à Bourem à 11h30 après avoir visité les forages de Tin Amaskor et Ag Arbech précédemment équipés respectivement de pompe à manège et d'éolienne.

Les différents points se trouvent tous dans le détroit soudanais.

A Bourem une séance de travail a réuni à 16h le commandant de cercle entouré des membres du comité local de l'eau et la délégation. Après la présentation des membres, le commandant a mis l'accent sur l'importance de ce projet dans son cercle qui a été le plus touché pendant la sécheresse. Le commandant a ensuite rappelé la nécessité de rouvrir le secteur de l'Opération Puits de Bourem.

Après la réunion, la délégation a visité certains nouveaux quartiers de la ville totalement dépourvus de points d'eau.

Mardi 28-3-78

Départ de Bourem à 5h30 pour Anéfis. La délégation a été diminuée d'une personne. M. Sato, tombé malade, a été évacué sur Gao.

Pendant le trajet de Bourem à Anéfis, la délégation a visité le puit citerne d'Almoustarast, les puisards d'Agamor. A Anéfis, l'hydrogéologue a visité les puisards situés le long de l'oued. Ce sont partout des puisards peu profonds (10–20 m). Ils constituent les seules ressources en eau de la ville, toutes les tentatives de puits ayant jusqu'ici échoué.

Ce trajet constituait la visite des puits du Tilemsi. Ce sont tous des puits foncés dans les sédiments du continental intercalaire et du crétacé et rarement du continental terminal. Quant aux puisards, ils sont exécutés dans les formations quaternaires.

Mercredi 29-3-78

Départ d'Anéfis à 5h30 pour Kidal où la délégation est arrivée tôt dans la matinée. Après une visite au commandant de cercle, elle s'est rendue au camp de la P.N.C. où a eu lieu une séance de travail.

Les spécialistes japonais de la P.N.C. ont parlé de leurs activités dans la zone, basée sur la recherche de l'uranium dans l'Adrar des Iforas. Ils ont également donné des informations techniques intéressantes surtout concernant la structure géologique du massif. Ils disposent de 5 ateliers de sondage. Le forage est exécuté avec carottage systématique.

La délégation des eaux souterraines a ensuite situé le but de sa mission et un échange de points de vue a eu lieu sur les possibilités aquifères de l'Adrar.

Après la séance de travail, la délégation a visité les chantiers de forage. Cela a permis de constater que la zone d'altération des granits atteint 50 m et la présence de zones de fractures entraînant parfois des pertes d'eau importantes.

Jeudi 30-3-78

La délégation a visité en compagnie du commandant de cercle la digue de retenue d'eau de Kidal et les puisards situés en bordure de l'oued qui traverse la ville. L'hydrologue a proposé différents sites de construction de barrages de retenue. Après la visite des points d'eau de la ville, la délégation est rentrée à Gao le même jour.

Vendredi 31-3-78

La journée a été consacrée au repos et à la préparation de la seconde phase de la tournée.

Samedi 1-4-78

Départ pour Ansongo à 5h30. Le commandant de cercle pendant la séance de travail a rappelé les difficultés d'approvisionnement en eau de son cercle malgré la proximité du fleuve Niger. Le manque d'eau provoque parfois d'importants mouvements de troupeaux vers les pays limitrophes (Haute-Volta, Niger).

Après la visite des puits de la ville, la délégation s'est rendue à In Delimane. Pendant le trajet, les puits pastoraux d'Infana, Tin Amar et Taganan Gahout ont été visités.

Dimanche 2-4-78

Après la visite de la mare d'In Delimane et des puisards, la délégation a regagné Gao dans l'après-midi.

III. Activités de la Mission.

Les activités principales ont été les suivantes:

(1) Recueillir des informations hydrogéologiques principalement en observant des puits, le niveau de la nappe souterraine, la structure des puits, les formations géologiques; mesure de la température d'eau et analyse de la conductivité des échantillons d'eau prélevés pendant la tournée (13 en tout).

(2) Recueillir des renseignements relatifs aux réservoirs et lacs artificiels. Observer et examiner la structure des réservoirs, leur position hydrologique ainsi que leur capacité de collecte d'eau à Kidal et In Délimane.

(3) Recueillir des informations générales relatives aux caractères topographiques et géologiques de la région.

On a observé du point de vue hydrogéologique les caractères topographiques et géologiques le long de la route et dans les environs et on a procédé en particulier à l'étude de base sur la possibilité de les interpréter au moyen des photographies aériennes, y compris des photographies satellites.

(4) Caractères hydrologiques de la région montagneuse. On a procédé aux observations préliminaires sur la pluviométrie et l'évapotranspiration dans les régions de Kidal et Tessalit. On a procédé ensuite au classement géologique du sol superficiel de la région de Kidal au moyen de la photographie aérienne en le combinant avec les facteurs morphologiques; on a procédé à l'étude des différents cas possibles pour le système de collecte d'eau.

(5) Mesure de température: pendant l'excursion, 4 à 5 mesures sont été effectuées par jour pour obtenir des connaissances générales sur la distribution des températures. Il s'agit toutefois de mesures particulières aux endroits visités et à la période de l'excursion.

(6) Conditions de la route.

On a noté la largeur de la piste ainsi que l'état de surface de la piste le long de la route, la vitesse des véhicules et le degré de chaos dûs à l'état de la piste.

(7) Equipements et organisation pour les études.

Les équipements, installations ainsi que le système de gestion de l'office d'étude de la P.N.C. à Gao et de sa base de campement à Kidal ont été inspectés et examinés.

(8) Sécurité et santé des membres de la mission.

On a noté et étudié l'état de santé des membres de l'équipe pendant le voyage.

Il faut rappeler que toutes ces observations ont été faites pendant une courte durée sur une partie très limitée de la région de Gao.

R A P P O R T

(3ème partie)

INTRODUCTION

Le présent rapport a été élaboré par les représentants du Gouvernement Malien et la Mission de prise de contact japonaise sur la base des deux précédents et des discussions ayant eu lieu entre les deux parties.

La première partie du rapport relate le planning général d'exécution du projet prévu pour trois ans par les organismes intéressés respectifs du Japon et du Mali, ainsi que la nature et le déroulement des travaux prévus dans le cadre du projet.

La seconde partie du rapport est un compte-rendu des excursions réalisées en commun dans une partie de la région de Gao.

Quant à la troisième partie, elle fait la synthèse provisoire des différents points relatifs au présent projet tout en présentant des directives à suivre pour les actions futures.

I. Eaux des zones de fracturation dans les roches précambriennes de l'Adrar des Iforas.

L'Adrar des Iforas est constitué de roches massives généralement dépourvues de porosité. Cependant, la présence d'une forte zone d'altération atteignant 50 m d'épaisseur et parfois de zones de fractures permet l'existence d'une perméabilité. Les eaux de pluie peuvent s'y infiltrer pendant la saison des pluies, mais le mouvement de ces eaux n'est pas connu.

Les résultats de plusieurs forages exécutés par la P.N.C. dans le cadre de la recherche de l'uranium dans la région de Kidal montrent l'existence de zones d'altération et de zones de fracturation. Les forages n'ont cependant pas rencontré d'eau.

Il est difficile d'exploiter ces eaux de fracturation comme source d'approvisionnement en eau.

II. Eaux des oueds des zones précambriennes

Après les pluies, un volume important d'eau s'écoule des montagnes vers les oueds qui sont des cours d'eau temporaires au tracé mal défini. Les oueds renferment des nappes de faible importance qui alimentent pourtant la plupart des puits et puisards de la région. Ces puits et puisards sont généralement creusés à la main dans le lit des oueds ou à proximité. La plupart de ces points d'eau tarissent en saison sèche. L'aquifère des oueds est peu profonde et le coût de l'exécution des puits moindre.

Il serait souhaitable de prévoir la construction de barrages souterrains pour obtenir de l'eau pendant toute l'année.

III. Eaux souterraines du crétacé

En ce qui concerne le crétacé dont les formations affluent à l'ouest, au sud-ouest et au sud de l'Adrar des Iforas, les forages exécutés permettent d'obtenir de l'eau et des informations géologiques relatives à leur état.

Cependant, il ne semble pas exister de point d'eau qui traverse toute l'épaisseur du crétacé pour atteindre le socle précambrien. Néanmoins, lorsque on considère la mise en valeur future des ressources en eau, il paraît essentiel d'obtenir des informations très détaillées concernant la géologie subsurface et les aquifères. Il est donc souhaitable de forer des puits d'essai à travers le crétacé, ce qui permettra d'examiner la capacité aquifère dans les environs des surfaces discordantes séparant le crétacé et le complexe précambrien afin d'obtenir des données. Evidemment la profondeur présumée des puits dépend des conditions géologiques de la zone choisie, mais dans ce cas-là, il serait souhaitable de forer par la méthode rotary des puits dont la profondeur

serait de l'ordre de 200 à 300 m et réaliser ensuite des logs requis.

IV. Eaux souterraines du tertiaire et du quaternaire

Plusieurs puits de ces formations ont été examinés pendant l'excursion dans la région de Gao.

Les points d'eau exploitant la nappe du quaternaire sont situés dans les oueds ou dans les environs.

Il semble que des nappes aquifères existent partout dans les formations du tertiaire. Des travaux de reconnaissance sont quand même nécessaires pour obtenir des informations hydro-géologiques sur ces nappes.

V. Choix des zones d'intervention

Il va sans dire que pour le choix des zones d'intervention, il faut tenir compte d'un grand nombre de facteurs tels que les problèmes sociaux, la politique industrielle du Gouvernement Malien dans la région et bien d'autres.

Compte tenu de ces points, il est actuellement difficile pour la mission de prise de contact japonaise de déterminer définitivement les zones d'intervention qui devront être compatibles avec les désirs du Gouvernement Malien.

Les zones d'intervention seront déterminées lors de l'arrivée de la mission de programme à la suite des examens qui seront réalisés.

Pour ces raisons, il a été convenu entre la mission de prise de contact japonaise et la partie malienne le choix des zones pilotes suivantes:

Gao et environs
Gao – Ansongo
Kidal et environs.

VI. Méthode d'étude

Il est nécessaire de voir l'efficacité technique des méthodes à utiliser. Un complexe de travaux sera exécuté pendant les études. La délégation japonaise a posé un certain nombre de

questions à la partie malienne concernant l'utilisation des prospections électriques pour le développement des ressources en eau.

La possibilité d'utilisation et la méthode de prospection sismique pour connaître la configuration des roches du soubassement précambrien a été également envisagée.

Les méthodes de forage les plus appropriées sont également à voir.

L'exécution de puits pour la solution du problème de l'eau reste la plus valable pour la région de Gao par exemple. C'est pourquoi il est important d'étudier les méthodes économiques et fonctionnelles pour leur exécution.

Pour les forages, la rotary et la percussion ont été envisagées. Cela dépendra des cas. Dans le cas des puits ordinaires, il serait possible des fois d'augmenter le débit en améliorant les ouvrages.

VII. Quelques idées sur l'utilisation rationnelle des eaux souterraines en période de sécheresse.

La possibilité d'une agriculture, même en période de sécheresse, grâce à des puits est très intéressante. Le développement continu de la stabilisation des eaux souterraines est important.

Il y a des méthodes pour stabiliser les eaux souterraines en période de sécheresse:

- 1)– les forages,
- 2)– l'amélioration des puits.
- 3)– la construction de barrages souterrains,
- 4)– les petits réservoirs.

Amélioration des puits

On a remarqué que la hauteur d'eau dans les différents puits visités diminue beaucoup en saison sèche. Dans certains puits, l'utilisation de l'eau devient difficile à cause du remplissage du puits entraînant une diminution de la profondeur.

La profondeur des puits dans les roches est souvent limitée par les techniques de creusement.

Il serait possible d'utiliser l'eau des puits en période de sécheresse si les puits étaient approfondis grâce à une technologie appropriée. Il serait alors utile d'étudier les caractéristiques des aquifères pour des sondages électriques afin de voir les possibilités d'approfondissement des ouvrages.

Construction de barrages souterrains

Pendant l'excursion, nous avons étudié la topographie de la région du Kidal (qui appartient à l'Adrar des Iforas) d'un point de vue hydrogéologique. Nous avons trouvé quelques bassins de rivières surtout composés de roches saines. On peut donc considérer que les eaux de pluie qui y tombent coulent directement vers les rivières sans infiltration. Comme c'est une quantité d'eau considérable, on peut penser à l'utiliser. Si nous parvenons à recueillir cette eau sans évaporation, on pourrait l'utiliser même en période de sécheresse.

Récemment, des techniques permettant de construire des barrages souterrains à moindre frais ont été élaborées au Japon. On peut emmagasiner l'eau sous le sol en construisant un barrage souterrain. L'eau ainsi emmagasinée s'évapore très peu. Elle permet également une utilisation rationnelle des puits.

Dans l'Adrar des Iforas l'étude de l'utilisation des eaux de pluie en relation avec les barrages souterrains est utile.

Petits réservoirs

On peut utiliser les eaux de pluie rationnellement pendant l'année si on l'emmagasine dans des réservoirs.

Nous avons trouvé des mares temporaires dont certaines sont constituées grâce à des digues. Mais, l'eau de ces mares s'évapore.

Si l'on construit des réservoirs à l'emplacement des mares, il serait possible d'utiliser plus rationnellement l'eau. En cas d'extrême sécheresse, on pourrait même y transporter de l'eau d'un autre point, comme par exemple du fleuve Niger.

Il est cependant nécessaire d'étudier les conditions concrètes de construction économique des réservoirs.

VIII. Nature et Développement des travaux

La nature des travaux à réaliser pendant trois années à partir de l'année fiscale 1978 peut se résumer en deux parties essentielles:

1)– Les études fondamentales qui comprennent la photogéologie, la géologie, l'hydrogéologie et la géophysique. Elles ont pour but de déterminer les sites des forages d'essais à exécuter.

2)– Exécution des forages d'essai. Elle suivra avec un décalage de 7 à 8 mois les études fondamentales. Dans une certaine mesure, elle se fera simultanément avec les autres méthodes d'étude.

La mission de prise de contact japonaise et la partie malienne sont tombées d'accord pour que les forages d'essais positifs soient transformés immédiatement en forages d'exploitation.

L'intervention du projet se limite essentiellement à ces travaux d'études qui permettront de faire le point sur les ressources en eau de la zone.

La finalité de l'entreprise étant d'améliorer l'approvisionnement en eau des populations, les deux parties ont convenu de la nécessité d'équiper ces forages d'exploitation. A cet effet, le Gouvernement du Mali soumettra au Gouvernement du Japon une requête correspondante pour le financement d'un projet d'équipement en moyen d'exhaure, des points d'eau créés par le présent projet.

Les études fondamentales seront entamées après la mission de programme de travaux de 1978.

Les forages de reconnaissance continueront pendant les années fiscales 1979--1980 compte tenu des études fondamentales de 1978.

Le Ministre du Développement Industriel et du Tourisme a souhaité la prolongation du délai d'un an en vue de la formation du personnel malien et en vue du transfert normal de technologie.

Bien qu'elle dépende des zones d'intervention qui seront choisies, la durée effective des travaux sur place devra être limitée à un délai relativement court compte tenu du temps requis pour l'implantation et l'évacuation des bases, le transport du matériel et des équipements, les conditions climatiques.

L'envergure du déroulement des études, les équipements, la durée des travaux sont étroitement liés à la perspective concernant le degré des facilités de financement.

IX. Bases, Antennes, Pièces détachées

Les deux parties ont discuté de la nécessité d'établir une base et des antennes. Elles sont tombées d'accord que cette base doit être implantée à Gao et que quelques antennes en nombre très réduit doivent être placées dans la zone d'intervention. Elles recevront un équipement de première nécessité pour la réalisation des études.

Le côté malien a exprimé son désir de construire une base permanente qui non seulement sera utilisée pour le projet mais aussi renforcera l'infrastructure hydraulique.

La réussite du projet dépend pour une part des infrastructures que le projet mettra en place pour l'entretien du matériel technique. Aussi, dans le souci de rentabiliser au maximum le matériel acquis (ateliers de sondages, véhicules lourds et légers, compresseurs etc...) la construction de la base de Gao comprenant des enclos de stockage, de réparation et d'entretien ainsi qu'un magasin de pièces détachées, un bâtiment pour le gardien et quelques chambres de passage pour les experts japonais, est nécessaire.

L'accent a été mis sur l'importance des pièces détachées. La partie japonaise a compris l'importance des pièces détachées et même l'octroi d'un mécanicien qui sera chargé de l'entretien du matériel. Elle a fait savoir que les méthodes permettant le service d'entretien seront discutées ultérieurement.

Synthèse

La partie malienne et la mission de prise de contact japonaise ont mené des discussions très sérieuses en présentant leur idées respectives sur le contenu des trois parties du rapport.

Sur la plupart des questions, les deux parties sont tombées d'accord. Les points pour lesquels l'accent a été mis au cours des débats sur les trois parties du rapport sont les suivantes:

1) — En ce qui concerne le planning général du présent projet que la mission de prise de contact japonaise avait présenté dans la première partie du rapport, la partie malienne a observé que la présence au Mali des experts japonais d'après le système de mission d'étude comme proposé par le côté japonais, serait trop court. Elle pense que ce temps ne suffit pas à assurer la formation des cadres nationaux et le transfert normal de technologie.

2) — Dans une audience qu'il a accordée à la mission de prise de contact japonaise le 7 Avril 1978, le Ministre du Développement Industriel et du Tourisme a déclaré qu'une période trois ans au moins est nécessaire pour les travaux de forage. Cela représente une année de plus par rapport au programme d'étude de trois ans proposé par le côté japonais.

3) — Concernant les eaux des zones de fracturation, le côté malien a souligné les différents succès enregistrés dans l'étude de ces eaux dans la partie occidentale du pays.

Quant à la partie japonaise, elle estime que des études longues sont nécessaires, et que les forages de reconnaissance dans les zones de fracturation comportent des risques.

4) — En ce qui concerne le choix des zones d'intervention, la délégation malienne et la mission de prise de contact japonaise ont présenté des vues réservées compte tenu de sa divviculté et de sa complexité.

La partie malienne a déclaré que le choix des zones d'intervention devra se faire conformément à la méthode adoptée au Mali. La partie japonaise tout en ne sous-estimant pas la position délicate du côté malien, a fait savoir qu'il ne lui reste plus beaucoup de temps avant le début des études fondamentales qui devraient quand même commencer quelque part.

Des zones d'intervention pilotes ont alors été proposées: Gao, Kidal, Ansongo et leurs environs etc.....

5)– La partie japonaise a proposé des plans pour la stabilisation de l'utilisation des ressources d'eau pour compléter la prise d'eau dans les puits ordinaires par des méthodes technologiques de construction de barrages souterrains.

La partie malienne s'y est intéressée et a estimé que ces plans pourraient être examinés par les services compétents. Elle a néanmoins émis la réserve que ces travaux ne prennent une proportion trop grande dans le présent projet.

6)– En ce qui concerne la nature, l'ordre de déroulement et les détails des études présentés par la mission japonaise dans le point VIII de la 3ème partie du rapport, la partie malienne, tout en considérant la position du Gouvernement Japonais, a déclaré qu'elle a un désir différent. Elle a insisté sur la nécessité de mettre tout de suite l'eau à la disposition des populations.

Tous ces points mentionnés ci-dessus seront à l'ordre du jour de la prochaine mission de programme des travaux. Au cours des négociations qui auront lieu entre la partie malienne et la mission de programme des travaux, ils seront discutés, reconfirmés afin de les officialiser au mieux des intérêts des deux parties.

入手文献表

1. UNESCO (1961)
ECHANGES HYDRIQUES DES PLANTES EN MILIEU ARIDE OU SEMI-ARIDE
2. ——— (1953)
COLLOQUE D'ANKARA SUR L'HYDROLOGIE DE LA ZONE ARIDE
3. ——— (1963)
ENVIRONMENTAL PHYSIOLOGY AND PSYCHOLOGY IN ARID CONDITIONS
4. UNESCO,* FAO (1970)
Ecological Study of the Mediterranean Zone
VEGETATION MAP OF THE MEDITERRANEAN ZONE
5. UNESCO (1965)
METHODOLOGY OF PLANT ECO-PHYSIOLOGY
Proceedings of the Montpellier Symposium
6. ——— (1964)
LAND USE IN SEMI-ARID MEDITERRANEAN CLIMATES
7. UNESCO (1964)
ENVIRONMENTAL PHYSIOLOGY AND PSYCHOLOGY IN ARID CONDITIONS
Proceedings of the Lucknow Symposium
8. ——— (1963)
NOMADES ET NOMADISME AU SAHARA
9. ——— (1965)
EVAPORATION REDUCTION
10. ——— (1968)
PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON THE GRANITES OF WEST AFRICA
11. ——— (1977)
DEVELOPMENT OF ARID AND SEMI-ARID LANDS: OBSTACLES AND PROSPECTS

12. ——— (1966)
ARIDLANDS
13. ——— (1963)
ENQUETE SUR LES RESSOURCES NATURELLES DU CONTINENT
AFRICAIN
14. ——— (1971)
TECTONICS OF AFRICA
15. IASH,* UNESCO (1969)
WATER IN THE UNSATURATED ZONE V-I
16. ——— (1969)
— ditto — V-II
17. IASH,* UNESCO,* WMO (1969)
FLOODS AND THEIR COMPUTATION V-I
18. ——— (1969)
— ditto — V-II
19. UNESCO (1969)
20. ——— DISCHARGE OF SELECTED RIVERS OF THE WORLD
21. ——— V-I, V-II, V-III
22. IASH,* UNESCO (1970)
23. ——— LAND SUBSIDENCE V-I, V-II
24. IASH,* UNESCO-WMO (1972)
25. ——— WORLD WATER BALANCE V-I, V-III
26. ——— (1974)
27. ——— MATHEMATICAL MODELS IN HYDROLOGY V-I, V-II, V-III
28. ———
29. UNESCO (1974)
METHODS FOR WATER BALANCE COMPUTATIONS
30. ——— (1974)
HYDROLOGICAL EFFECTS OF URBANIZATION

31. UNESCO, WMO (1977)
HYDROLOGICAL MAPS
32. UNESCO (1972)
GROUND WATER STUDIES
33. ——— (1976)
CARTES ET ATLAS SCIENTIFIQUES, Catalogue 1976
34. ——— (1977)
PUBLICATIONS CATALOGUE 1977
35. ——— (1978)
CATALOGUE DES PUBLICATIONS 1977~78
36. AFRICAN DEVELOPMENT FUND (1978)
Appraisal Report EQUIPMENT FOR 36 BOREHOLES IN MAURITANIA
37. ——— (1977)
Appraisal Report "Operation Wells" NIGER
38. BRGM (1975)
NOTICES EXPLICATIVES et CARTES DE PLANIFICATION pour
l'exploitation des eaux souterraines de L'AFRIQUE SAHELIENNE
39. ORSTOM ()
TRAVAUX ET DOCUMENTS DE L'O.R.S.T.O.M.
40. ——— ()
LA DETERMINATION PRATIQUE DE L'EVAPORATION
41. ———
L'AFRIQUE OCCIDENTALE
42. ———
LES DESERTS
43. ———
LE SAHARA
44. ———
THE NEW AFRICA

45. _____
PROBLEMES ECONOMIQUES
46. _____
NOMADES ET NOMADISME AU SAHARA
47. Sadio Diawara Dicko (1977)
Ote sur les possibilites en eau de graven, Ansongo ~ Gao. Direction Nationale
de la Geologie et des Mines (DNPM)
48. Mamadou Konate ()
Ote sur la structure, la stratigraphie et les perspectives petrolieres du graven du
Gao. DNPM
49. UN (1976)
entaire Des Points D' eau et des barrages. CILSS/RAF/116-412 (Mali)
50. _____ (1976)
- ditto - (Niger)

第 15 表 引用文献・資料表¹⁾

- (1) 国際協力事業団 (1977) マリ共和国経済協力調査報告書 75 P.
- (2) 動力炉・核燃料開発事業団 (1975) ウラン鉱床調査報告書 (ギニア, マリ)
- (3) 本城靖久 (1975) 草原とタムタムの旅
- (4) 国立地理研究所 (Institut Geographique Nationale) 20 万分の 1 地形図, Gao, Kidal, Ansongo その他 (Fond planimetrique de L'Afrique de L'ouest 1:200,000 - Type Saharien)
- (5) 赤木祥彦 (1978) 乾燥地域の地形 (一) ~ (六), 地理, Vol. 23, no. 1 ~ 5, 古今
- (6) Glennie, K.W. (1970) Desert Sedimentary Environments, Development in Sedimentology, no. 14, Elsevier Publishing Co., 222p.
- (7) Meigs, P. (1953) World Distribution of Arid and Semi-arid Homoclimates. Reviews of Research on Arid Zone Hydrology - UNESCO Arid Zone Res., 1, P.203-210
- (8) BRGM (1960) Afrique occidentale carte géologique Fenille N°5 (Mali - Haute Volta - Niger)
- (9) Choubert, G; Faure - Muret, A; Chanlot, R. (1968) Le problème du Cambrien en Afrique. Rev. Ge'ogr. phys. et. Ge'ol. dyn., (2), Vol. 10 fasc. 4
- (10) UNESCO (1971) Tectonics of Africa 602P.
- (11) Sadio Diawara Dicko (1977) Ote sur les possibilites en eau du graven, Ansongo ~ Gao, DNGM
- (12) Mamadon Konate (?) Ote sur la structure, la stratigraphie et les prospectives petrolieres du graven du Gao, DNGM
- (13) MDIT (1977) Expertise de 45 forages dans la région nord-est de gao.
- (14) BRGM (1975) Notices explicative et Cartes du planification pour L'exploitation des eaux souterraines de L'Afrique Sahe'lienne, 118P.

(注) 1) 本表の一部文献は入手文献リスト中にも重複して記載してある。

JICA