

ニジェール共和国
ウアラム農村復興計画
事前調査報告書

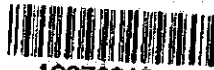
昭和63年1月

国際協力事業団

ニジェール共和国
ウアラム農村復興計画
事前調査報告書

18158

JICA LIBRARY



1067634[4]

昭和63年1月

国際協力事業団

国際協力事業団

18158

序 文

西アフリカの内陸国であるニジェール共和国は、年々拡大している我が国の対アフリカ協力の中でも援助重点国のひとつであるが、特に、その中でも近年砂漠化の危機に瀕しているウアラム郡の開発はニジェール国にとっても緊急課題となっている。

昭和62年1月に日本国政府から同国に派遣されたプロジェクト形成基礎調査団もこのような状況に対処するため、同国政府関係者と共にウアラム郡の農村復興計画にかかる調査実施のための基本方針について協議した。

同国政府は上記協議結果に基づき、昭和62年2月、我が国に「ウアラム農村復興計画」のための調査を正式に要請した。

これに対して日本国政府は同9月、農用地開発公団海外事業室調査役森本一生氏を団長とする事前調査団を派遣し、本格調査にかかる実施細則（S/W）を締結した。

本報告書は事前調査団が同国での調査及び協議結果をまとめたものであり、今後のウアラムの発展、ひいてはニジェール国の砂漠化防止の一助となれば幸いである。

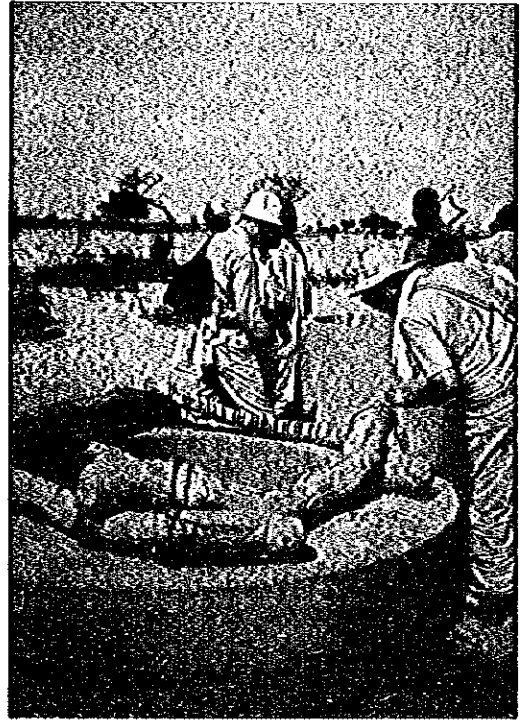
本件事前調査に御協力をいただいたニジェール政府関係機関、在象牙海岸共和国日本大使館、農林水産省、外務省等の関係各位に対し深甚なる謝意を表する次第である。

昭和63年1月

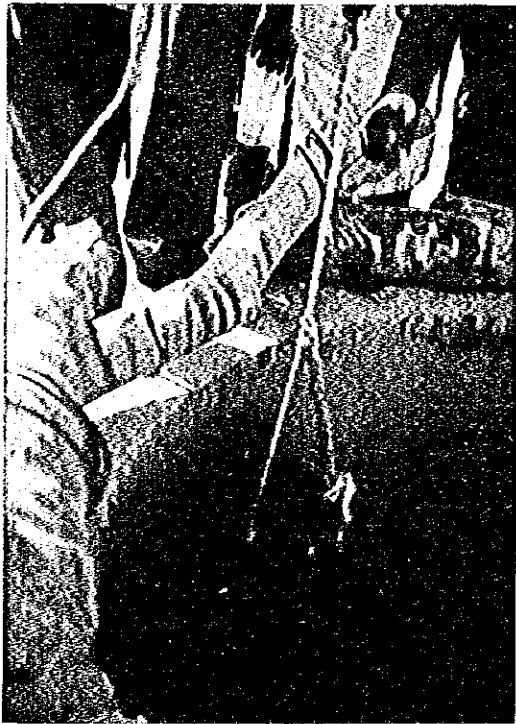
国際協力事業団
理事 山極榮司



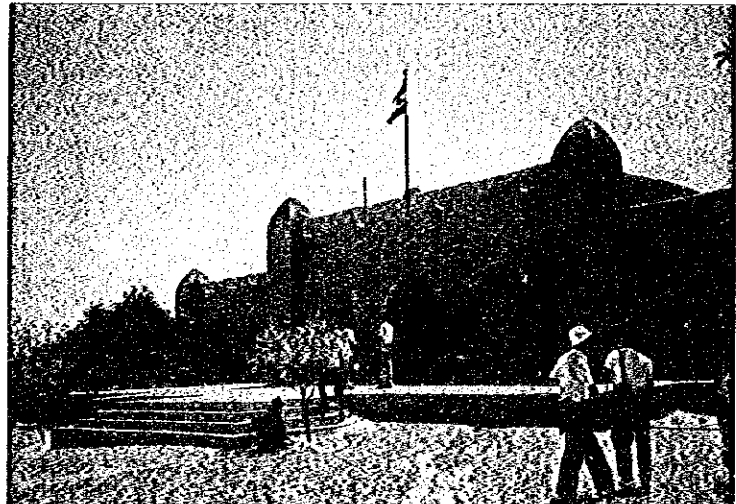
森本団長と農業省の次官



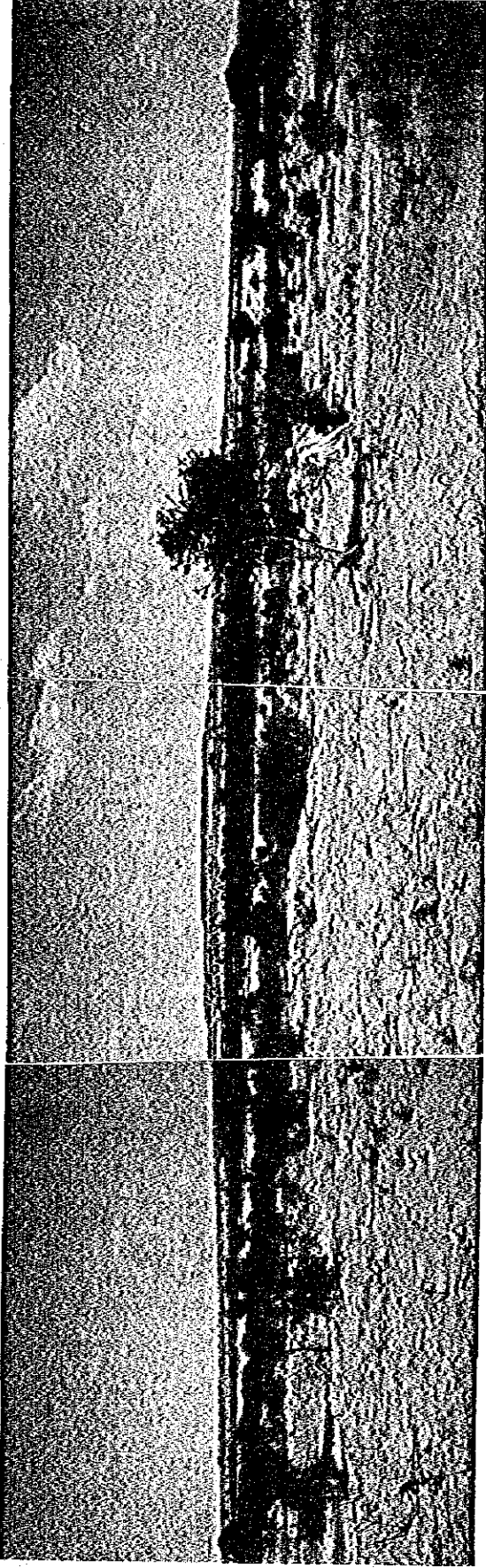
コンクリート製棒 (OFEDES型) 井戸



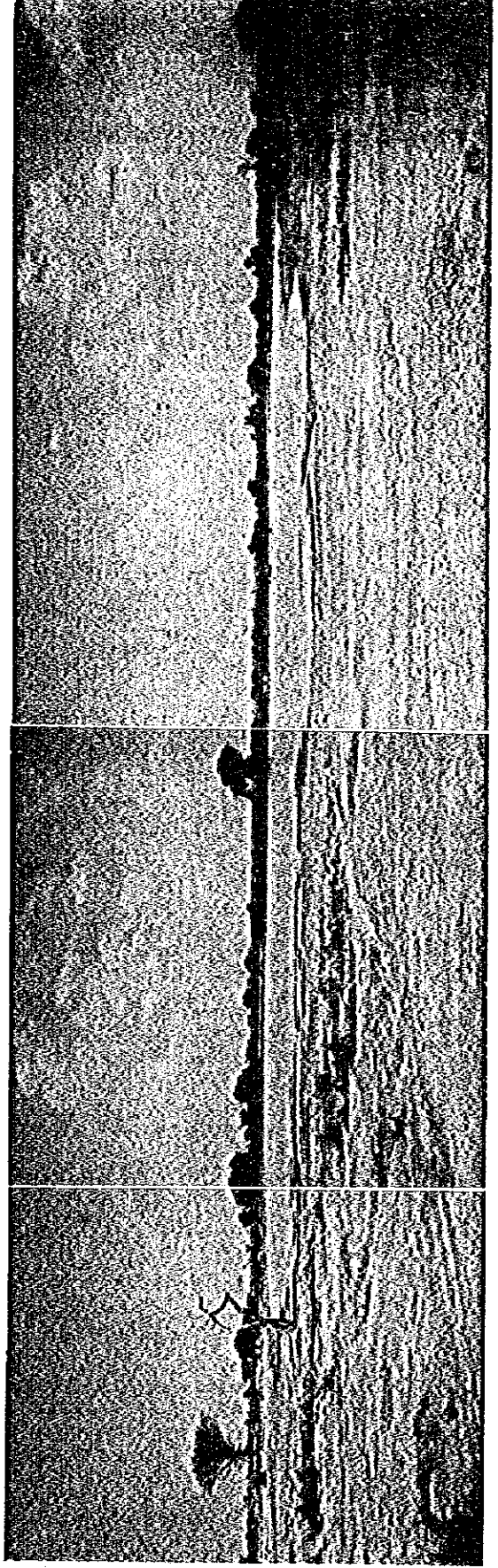
革袋によるくみあげ



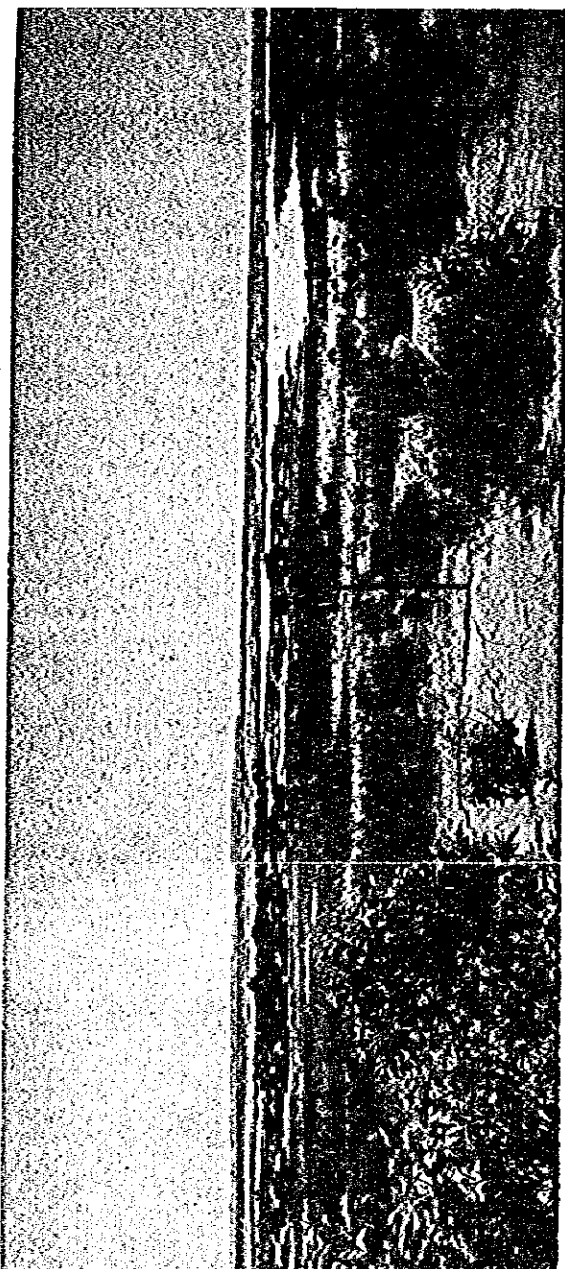
ウアラム郡庁



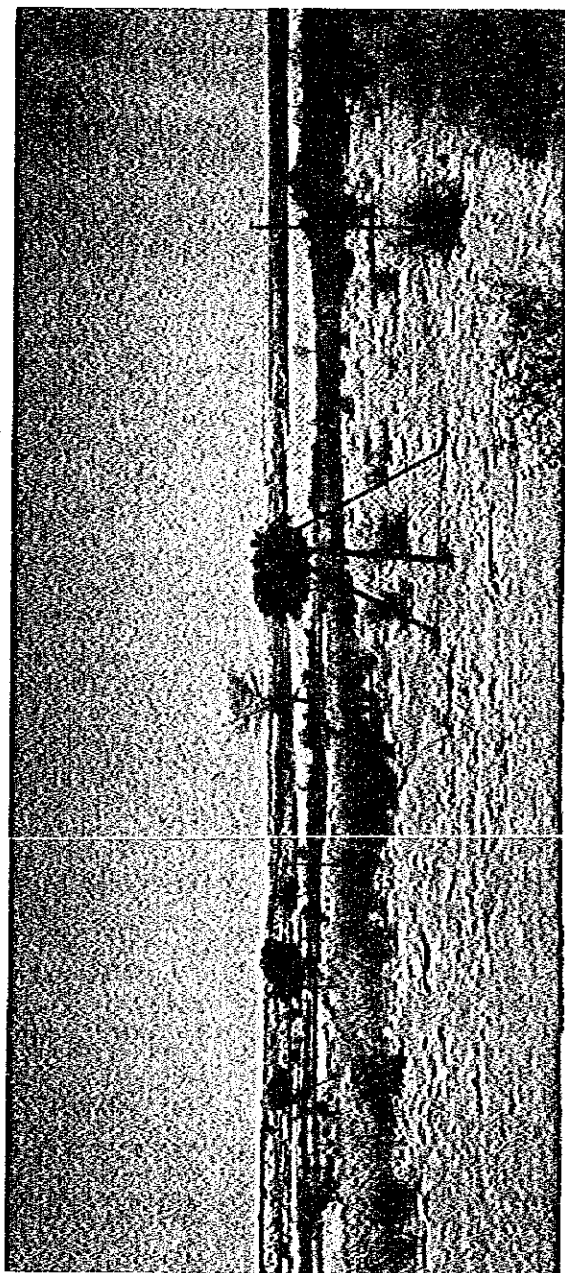
ため池（ワジ）の隅りに植生がある



郡都ウアラム近辺のため池と村落



池の滲砂防止のための堰体



池の防護柵



ユーカリの植林
(WFPの援助による)



バニバンガーのため池



井戸利用による乾期に農地(野菜畑)となる地区(バニバンガー村, 中央部にコンクリート製井戸が見える)

目 次

序文

調査位置図

調査関係写真

第1章	調査団の派遣	1
1-1	調査の目的	1
1-2	調査団の構成	1
1-3	調査行程	1
1-4	訪問先および主要面談者	2
第2章	総括	3
2-1	経済情勢	3
2-2	政府・外交情勢	4
2-3	国家経済開発計画	5
2-4	要請の背景	8
2-5	本格調査にかかる留意点	8
第3章	農業開発	10
3-1	農業	10
3-2	食糧増産の必要性	11
3-3	ウアラム地方の農業及び条件	17
3-4	プロジェクトの範囲	21
3-5	想定される農業開発	23
3-6	調査対象の要約	32
第4章	地下水開発・灌漑施設計画	33
4-1	自然状況	33
4-2	水利用及び水利施設の現況	44
4-3	農業基盤整備の現況	49
4-4	基本的な考慮事項等	50

付属資料	57
1 S/W	59
2 Minutes	68
3 要請書	77
4 ニジェール国社会経済開発計画	130

第1章 調査団の派遣

1-1 調査の目的

標記案件については、'87年1月に日本国政府が派遣したプロジェクト形成基礎調査団とニジェール政府との間で話し合われた協議内容について、同年2月、ニジェール共和国が日本国政府に正式に協力を要請したものである。

本件事前調査団の調査目的は、この経緯を踏まえて、要請内容、背景の確認、現地踏査及び関連情報・資料の捕捉収集、現地踏査及び関連プロジェクト地域の踏査を行うとともに、本格調査の内容に関しても先方関係機関との協議を行い、本格調査の実施細則（S/W）を署名締結する。

1-2 調査団の構成

総括：森本 一生 農用地開発公団海外事業室調査役
 農業：西村 美彦 国際協力事業団筑波国際農業研修センター
 水利用：石川 守 農林水産省経済局国際部国際協力課
 海外技術協力官
 地質/地下水：長江 亮二 農林水産省東北農政局計画部資源課地質官
 業務調整：中野 勉 国際協力事業団農林水産計画調査部
 農林水産技術課

1-3 調査日程

日順	月 日	日 程	調 査 内 容
1	9/28	東京----- (AF273)	JICA事務所との打ち合わせ 計画省、農業環境省、外務省協力省等関係機関との打ち合わせ OUALLAM 郡南部地域の現況調査 BANIBANGOUを始めとするOUALLAM 郡北部地域の現況調査 資料収集、団内打ち合わせ 農業環境省等関係機関との協議 同上、MINUTES 作成 S/W、MINUTES 署名 在象牙海岸共和国日本大使館帰国報告 JICA事務所との打ち合わせ
2	29	-----PARIS	
3	30	PARIS (UT811) NIAMEY	
4	10/1		
5	2		
6	3		
7	4		
8	5		
9	6		
10	7	NIAMEY(UT831)ABIDJAN	
11	8	ABIDJAN ----- (RK024)	
12	9	-----PARIS	
13	10	PARIS ----- (JL426)	
14	11	-----東京	

1-4 訪問先及び主要面談者

農業環境省

Douramana Moussa	SG
Amadou Dodo	DEPSA
Assako Imolen	DGR
Anza Zakara	DPP

計画省

Varina Souleymane	DEPP/SPDR
Sanna Idrissa	DDP

大蔵省

Mne Idrissa Zeinabou Yabo	DGD
---------------------------	-----

外務省

Dambina Baoua

ウアラム郡

Samey Altine	Sous - Prefet Ouallam
--------------	-----------------------

在象牙海岸日本大使館

黒木参事館

蘭 書記官

畝 "

JOCVニジェール

阿部調整員

安城 "

JICAフランス事務所

吉満所長

朝日所員

第2章 総括

2-1 経済情勢

ニジェールは、旱魃による不作もあって1984年に1人当たり国民総生産が190^{F_n}と、世界最低から第9位の後発開発途上国である。(1979年270^{F_n}/人、1980~1981年330^{F_n}/人、1982年310^{F_n}/人、1983年240^{F_n}/人)

食糧自給は1968年~1973年及び1983年~84年の大旱魃による餓死等の社会問題の発生に鑑み、最重点政策である。農業・畜産部門への投資は、前政権時代の平均7%から大きく増加し、3ヵ年計画の25%、発展5ヵ年計画の33%、補強臨時2ヵ年計画の35%、国家投資計画の37%を占める。

一般予算は、1983年度(1982年10月~1983年9月)がウラン関係歳入の減少および公的債務の元利支払の増加に対処して、初めて前年比13.4%減の813億F/CFAに、1984年度がウラン関係歳入および関税・国有資産歳入の減少により、さらに前年比1.3%減の802億F/CFAになった後、1985年度が前年比7.1%増の860億F/CFA、1986年度が前年比2.8%増の879億F/CFAになったが、これは1985年度から外国援助を合算計上した結果であり、緊縮型に変わりはない。

これに伴って投資予算も、1982年度の260億F/CFAから1983年度、1984年度70億F/CFAに減少した後、1985年度691億F/CFA、1986年度800億F/CFAに増額したが、これも外国援助の合算計上によるもので、一般予算からの移転はそれぞれ60億F/CFA、55億F/CFAと前年に比して減少している。

この間公的債務の元利支払は、1982年度の166億F/CFA(一般予算の17.7%)から1983年の200億F/CFA(同24.5%)に1984年度は、340億F/CFA(同42.4%相当)に達したが、一般予算に172億F/CFA(同21.5%)しか計上できず、結局、1983年11月のパリ・クラブで元利支払不能分について、4年半据置き、9年返済という第1回リスケジュールの原則的承認を受けた。1985年度はリスケジュールを前提に218億F/CFA(同25.4%)だけを計上し、1984年12月にリスケジュールの原則的承認をえた。1986年度も実質460億F/CFAを249億F/CFA(同28.3%)の計上にとどめ1985年11月第3回リスケジュールの原則承認を得た。

なおニジェールの公的対外債務の推移は以下のとおりである。

公的対外債務の推移(ニジェール国)

(単位10億F/CFA)

項目 年度	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
債務	27.8	42.5	54.8	86.7	183.5	202.5	274.5
元利支払	2.3	2.4	3.1	8.4	19.9	35.9	26.8

1983年の融資者内訳は、国際機関39%、外国政府30%、銀行・金融機関28%などである。

2-2 政府・外交情勢

ニジェールは、1901年からのフランス総監府統治下の軍事管区時代を経て、1922年からフランスの植民地として統治されたが、1958年フランス・アメリカ共同体の枠内での共和国発足、1960年に外交・財政・国防等の公的権限がフランスから移管された後、1960年8月3日に正式に独立した。

ニジェールの現政権は、1974年4月15日のクーデターで成立した軍事政権で、現政権成立までの過程は次のようである。

① 1959年3月12日憲法（共和国宣言を控えて制定・・・議会制）

閣議議長、政府の長は、行政権を持ち、議会によって指名され、議会に対して責任を負う。議会は60名から成り立法権を持つとともに政府をコントロールする。

② 1960年11月8日憲法（独立直後の制定・・・大統領制）

共和国大統領は、国民投票により任期5年で選任され、行政権を持ち、軍隊の長であり、法律の提案権および規則制定権を持つ。議会は50名から成り、立法権および予算決定権を持つ。

③ 1974年4月22日布告（オルドナンス）（現政権成立直後・・・最高軍事評議会）

憲法を停止し、国民議会を解散し、最高軍事評議会（1974年4月15日に設置）の権限を定める。

最高軍事評議会は、諸制度の運用を常態に復帰できる情勢になるまですべての立法・行政権を持ち、その議長は国家元首であり、国際関係において国を代表する。

官庁は引き続きその職務を執行し、諸制度、法律、デクレは明示的に、廃棄されない限り存続する。

なお、政治結社とこれに準ずるものは、1984年4月15日宣言によって廃止されている。

現政権は、民政・憲政復帰に関して、慎重な態度をとり続けていたが、最近に至り1983年に首相ポストの創設、1983年文民内閣の発足等民政・憲政制への復帰の動きが具体化しつつある。

一方外交に関しては、後発開発途上国という経済的条件、旧仏領植民地という歴史的・文化的条件、内陸国・サヘルという地理的・風土的条件、国際商品ウランに大幅に依存する貿易条件、外国の協力に大幅に依存する財政的条件、大半の住民がイスラム教徒で近隣諸国と部族が共通であるという宗教的・部族的条件からして主権、領土保全、国家安全、民生向上を目標に次のような外交の原則を堅持している。

① 非同盟：世界のいかなるブロックにも属さないことを基本とする。

② 善隣：近隣国との2国間親交、多国間機構条約への積極的参加に努めるとともに、近隣国・近隣国間の安定のため必要に応じ、調停者となる。

③ イスラム会議機構（OIC）への積極的参加

④ アフリカ統一機構（OAU）憲章の厳格な遵守：OAU内では穏健派とされ、1985年7月イデ・ウマル氏（元外務・協力大臣）が事務局長に選任されるなど発言力を高めつつある。

- ⑤ アラブ・アフリカ協力の促進：とくに穏健派アラブ諸国との外交が活発である。
- ⑥ 1次産品の世界市場における正統な評価：現在の国際的な経済、貿易・通関体制は大国に有利な傾向があると見ている。

なおイスラエル、南アフリカとは断交している。

2-3 国家経済開発計画

ニジェールの経済開発計画は、投資計画を中心とした内容で、財源の大半は外国援助を期待したものであり、最近の計画の概要は以下のようになっている。

① 補強臨時計画（1984年～1985年）

投資目標1,300億F/CFA、実績不明

世界的不況、特にウラン価格低迷および前記リスケジュールを余儀なくされた財政情勢に対処するため下記の投資対象に重点を置き、達成事項の保全を目標としている。

- a) 灌漑化、組織化、既設インフラの保守、農業研究、砂漠化対策による生産力向上を通じて食糧自給を追求
- b) 雇用を左右する農業、鉱業、工業、エネルギー部門の活動維持
- c) 発展社会の創設
- d) 教育、職業訓練、保健等社会部門の達成事項の保全

② 国家投資計画（1986年～1988年）

投資目標2,370億F/CFA

この計画の特色は、

- a) 経済回復追求のため直接生産部門に重点移行（45%）
- b) 生産システムの主要原動力である地方開発を優先

資金源は、借款40.2%、贈与55.5%で国内財源は4.3%である。

③ 国家経済社会開発計画（1987年～1991年）

1987年4月に策定された最新の5ヵ年計画で、投資目標は、5,800億F/CFAである。

この計画では、農業開発に重点を置き総括投資額の48.4%、2,803億F/CFAをこの部門に振り向けている。農村開発部門に含まれる農業分野の開発は、1,490億F/CFAと総投資額の25.7%と特に重視している。農村開発の部門別の投資予算は、下表に示すとおりである。

農村開発部門別投資予算

(100万F/CFA)

Sous-programmes プログラム項目	Total	Plan 1987-1991 計画合計
Agriculture 農業	149,000	25.7%
Elevage 牧畜	40,600	7.0%
Foret, faune, peche 林業、狩猟、漁業	23,200	4.0%
Microrealisations 小規模設備	15,100	2.6%
Hydraulique villageoise et pastorale 村落及び牧地水利	52,400	9.1%
TOTAL DEVELOPPEMENT RURAL 農村開発合計	280,300	48.4%

地方開発部門の戦略は以下の4点に概括することができる。

- a) 農業・林業・牧畜の潜在力の保護と復興
- b) 食料自給追求の継続
- c) 農村所得の増大と生活条件の改善
- d) 地方にすむ人々の参加と責任の分担

この戦略を実現するため9項目からなる詳細な計画は、具体的なプログラム、担当機関、実施主体等を明記しており、その概要を表1に示す。

表-1 農村開発部門活動計画

(単位: 100万F/CFA)

Programmes et mesures プログラムおよび措置	Etat du dossier 書類の状況	Responsable 担当機関	Operateurs 施行者	Periode 期間	Investissement en millions de F. CFA 投資額(100万F/CFA)
Developpement rural 農村開発					280,300
1. Credit agricole 農村貸付	作成中 en cours a finaliser 完了を要す	MTEPSEM	Actionnaire 株主	1987-1991	
2. Recherche agricole..... 農業研究	en cours 作成中	MEN/ESR	INRAN	1987-1991	
3. Dynamisation du mouvement cooperaif 協同	a elaborer 立案を要す	UNC	UNC	1987-1991	
4. Programme de promotion des exportations..... 輸出振興プログラム	a elaborer 立案を要す	CCAIA MCIT	CNCE operateurs prives 民間企業	1987-1991	
5. Valorisation de la recherche et vulgarisation de ses resultats 研究の活用および研究 成果の普及	a elaborer 立案を要す	INRAN	INRAN Ministeres (MA-MRA MHE)	1988-1991	
6. Previson et alerte precoces (PAC)..... 早期予測警戒 (PAC)	a finaliser 完了を要す	Prefets 知事	services techniques departementaux et de plan 省技術局および 計画局	1987-1991	
7. Aide en cas de secheresse..... 旱魃時の援助	a elaborer 立案を要す	Etat-Major FAN FAN 参謀本部	OPVN Armee 陸軍 prefectures 県		
8. Code rural..... 農村法	en cours 作成中	Ministere des Res- sources animales 動物資援者	Comite ad hoc et structures decentrali- sees 機関分散特別 委員会	1987-1989	
9. Micro-realisa- tions..... 小規模設備		MP/MT	一般人民 populations cadres nationaux 国家幹部	1987-1991	15,100

2-4 要請の背景

ニジェール共和国政府は食料自給の達成と砂漠化防止を国家開発計画の最重要課題として取り組んでいる。

一方、同国の首都ニアメの北方に位置するウアラム郡では、現在サハラ砂漠の南下が村落の存亡にかかわる問題となっている。

このためニジェール共和国政府は、関係省庁より構成されたウアラム農村復興計画実施委員会を設置した。しかしながら、同計画推進のための調査費用・技術が不足していること及び計画が緊急性を有していることから同国政府は日本側へ調査の協力を求めた。

これに応じて日本国政府は'87年1月にプロジェクト形成基礎調査団を派遣した。上記調査団との協議を踏まえてニジェール共和国政府は'87年2月、日本国政府に対して本件計画にかかるMaster Plan 調査を正式に要請したものである。

2-5 本格調査にかかる留意点

ア. カウンターパート

本調査のカウンターパート機関は、農業省調査・計画・統計局である。同局は、日本の協力による開発調査、無償資金協力の経験が乏しいので、調査開始時に再度、日本の協力の仕組み、日本の協力システムにおける本調査の位置付け、更に本調査と緊急に実施を要するプロジェクトとの関係等の説明をカウンターパート機関に行い、「ニ」側に十分理解させることが円滑に調査を進める上で必要となろう。

イ. 土地利用

本調査地域は、年平均降水量が500～200mm/mで、サバンナ、ステップ気候に属している。本地域の農業は、雨季（6月～9月）の天水に依頼し、主としてパールミレットの栽培を行っている。

ウアラム郡の農業的土地利用資料として、農業省から農業生産統計が発行されているが、一般的に信頼性に乏しいことが多い。

本調査の土地利用は、衛星写真だけでは乾季の植生判読が困難であるため、雨季の末期におけるパールミレット、ソルガムが成熟した時期の土地利用状況を把握することが必要であるとともに、農業生産統計とつき合わせ、統計資料の信頼性を検討しておく必要がある。

ウ. 井戸の水利用

浅井戸一基当たりの乾季の水利用面積は、現地聴取り調査によれば0.25ha程度と小さく、井戸の掘削・据付け費用（3,000～6,000千円/ヶ基、10,000～20,000千円/ha）が極めて高額になっているので、井戸の掘削を深くすることで、乾季の揚水量を確保する等井戸の水利用面積を増大させる方策を検討する必要がある。

又、Bani-Bangou では、聴取り調査によれば、一戸当たり0.20～0.25haの井戸掛け畑地を配分しているが、この配分基準はニジェール河沿いのポンプかんがいと同一であり、井戸による極小かん

がいは過大な配分面積と考えられるので、営農条件を考慮し適切な配分基準を勧告することも必要であろう。

エ. ため池の建設

1960年代中期にニジェールは、Maggia 流域 (Tahou 県) に、雨季に棉とソルガムへの補給かんがいと乾季に野菜へのかんがいを行う目的で7箇所のため池を建設した。報告によれば、これらのダムが十分利用されていない原因として以下の3点が指摘されている。

- ① 1978年に起きた大雨で数か所のダムの堤体に亀裂が入り、ため池の貯水容量が減ったままになっている。
- ② 堆砂が当初の予想以上に進行し、貯水容量の減少と大雨の際の越堤が起きている。
- ③ ダムサイトでは、過去に平均降水量を下回る年が数年連続して起きており、所定の貯水量の確保が出来なかった。

以上のことから、ため池を建設する際の留意点として、ダム建設の基本となる水文資料を十分検討し、高水時に池の安全を保持するとともに、貯水量を有効に利用した水利用計画の検討が必要である。

第3章 農業開発

3-1 農業の概要

ニジェールの国土は乾燥地及び半乾燥地の範囲に入る降水量の少ない地域に属するがここはさらに4つの地域に区分される。

(図-1 参照)

- (1) サハラ砂漠地域 (砂漠) 100mm 以下 降水地域
- (2) 北サヘル地域 (草原ステップ) 100 ~ 350mm "
- (3) 南サヘル地域 (灌木ステップ) 350 ~ 750mm "
- (4) スーダン気候地域 (サバンナ) 750mm 以上 "

したがってここでの農業は雨の量によりその形態が変わる。

砂漠地域ではオアシス以外においての農業は不可能であり、ステップサバンナ地域では雨時にのみ栽培が可能であり乾期はむずかしい。また農業の主体となる地域はニジェール川周辺の水利の良い所に限定される。このためここにおける栽培作物の種類も水利条件によってことなる。主作物として穀類のパールミレット、ソルガム、米が栽培される。

これに続き、メイズ、フォニオ(アワ)、小麦が栽培されるが栽培面積は僅かである。また豆も重要な作物で特にニエベ(ササゲ)はパールミレットに次ぐ栽培が行われている。その他に落花生やアフリカ原産といわれているバンバラ豆やインゲンなどが栽培される。イモ類もアフリカ文化圏の中では重要な主食となっているがニジェールでもその地位は高いものの水の関係から栽培は限られている。

キャッサバ、ヤムなどは南部及び水の利のよい所で栽培される。

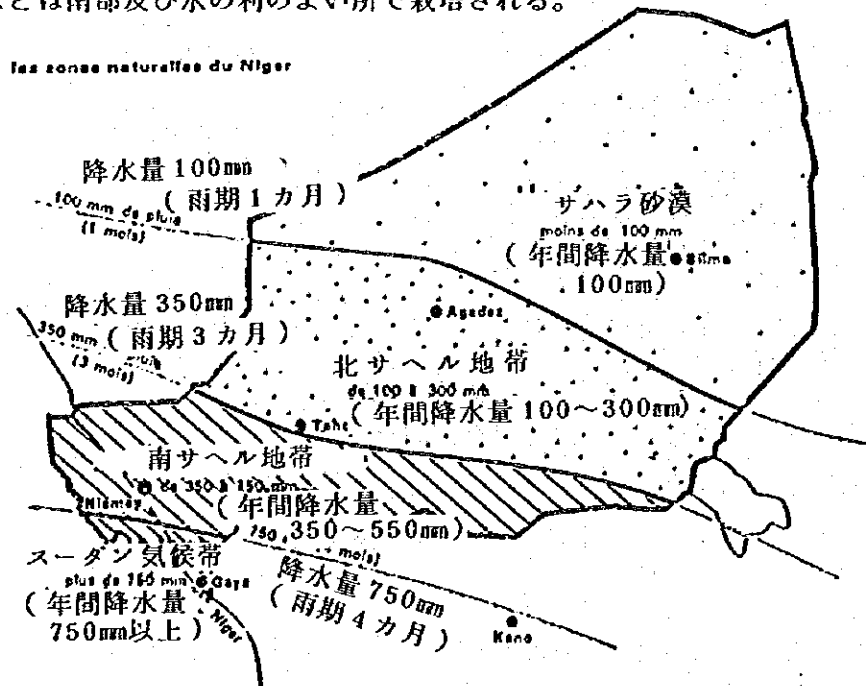


図-1 ニジェールにおける気候区分と降水量

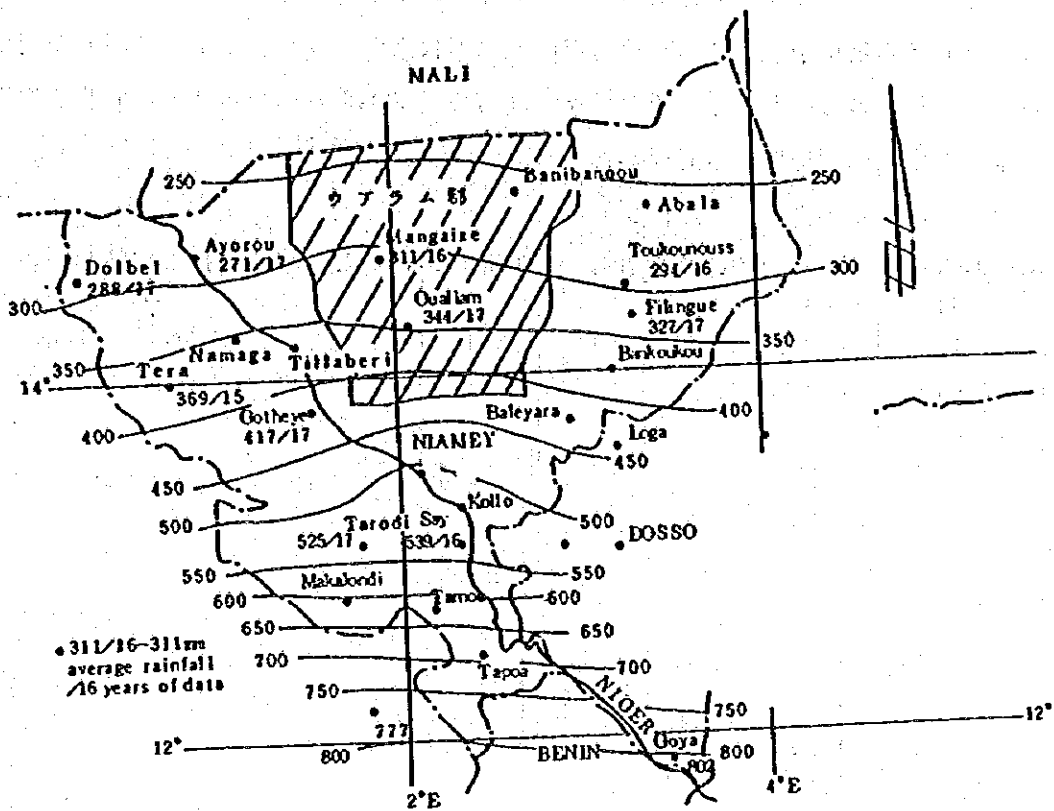


図-2 ニアメ県の降水分布 (mm)

出典: Agro-ecological zonation study Niamey department

3-2 食糧増産の必要性

ニジェールにおける食糧自給は必ずしも十分でなく農業開発計画の第1目標に挙げられている。穀類を主食として扱い、この生産、消費の動向をここ数年に亘り試してみると表1のようになる。さらに作物別の生産量(1985年)を表2に示した。

これによるとパールミレットは150万トン生産され全穀類の70%を占めている。ソルガムは32.8万トンでこれに次ぎ、米、小麦、トウモロコシとなっている。穀類の他にイモ類も大切な主食となっておりキャッサバは11.5万生産されている。さつまいも2.9万トン、じゃがいも1万トンとなっている。これらの主食と同等に重要な豆のニエベは11.5万トンの生産となっている。これらの農産物は国民総生産の26.9%に当り、パールミレットは1.9億CFAでその48%を占めている。

しかしながら穀類の生産は十分でなく必要量の10%近くを毎年輸入している。(表-1参照)特に雨期の降水量、降水パターンによってこの生産は大きく影響し早ばつの年は食糧自給に影響を与える。したがって早ばつの時の食糧確保が最重要課題となる。

また食糧問題は生産面だけでなく、消費量の基となる人口の問題が関係する。農村開発グループによると、1日1人当り2100カロリーを必要量として計算した場合、1991年の食糧需要予測は表3の通りである。これを基にして1991年の食糧の余剰と不足量を表4に算出した。

これによると、穀類のミレットはある適度の需要をみたすものの、ソルガム、トウモロコシ、小麦、米については不足が予想される。他方豆のニエベは余剰となり、キャッサバも余剰すると予想されている。これらの傾向をみると量の確保と同時に、量から質への変換として栽培作物の種類の変化も考慮した生産体制を考える必要がある。

(特に都市部における小麦、米、趣向型)

ニジェール政府はこれらの条件を考慮し、1991年における農業生産目標を作成した。(表5参照)

表1 量における資源-利用均衡
- 1979-1984年穀類概括

生産 単位(千トン) Production en mil./tonnes	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Production disponible 利用可能生産	1389	1503	1431	1444	1479	919
Importations (I) 輸入	68	66	67	134	119	233
Excédent ou déficit 過剰もしくは不足	183	261	155	199	147	-302
Besoins 必要	1274	1308	1343	1379	1416	1454
Exportations 輸出					35	

(資料：計画省：DAEP, (I)評価：FMI)

表2 面積、生産及び主要作物の生産高
(1985年)：

Cultures 作物	Superficies physiques en milliers d'hectares 土地面積(単位：千ヘクタール)	Rendements en kg/ha 生産高(単位：kg/ヘクタール)	Productions milliers de tonnes 生産(単位：千トン)
Mil あわ	3 162.7	458	1 449.9
Sorgho もろこし	1 141.2	288	328.8
Riz 米	20.0	2 803	56.1
Mais とうもろこし	3.6	259	1.0
Blé 小麦	4.1 (1984)	1 705 (1984)	8.3 (84)
Nièhé ニエベ	1 566.3	74	115.4
Manioc キャッサバ	13.8	11 700	161.9
Arachide 落花生	29.8	285	8.5
Patate* さつまいも	2.6	11 124	28.9
Canne à sucre* さとうきび	2.7	12 754	34.4
Pomme terre* じゃがいも	1.4	7 335	10.3
Cultures potagères* 野菜作物	9.0	12 421	11.2
Tabac* タバコ	1.2	693	0.8

* on 1986年

資料：計画省/DAEP

表3 1991年の必要見積り(人的消費のみ)

生存に必要な 1日分食糧 1991年平均 (カロリー換算の%)	Ration aliment. moyenne en 1991 (en % de l'apport total en calories)	Desoins en calories par jour 1日当りカロリー必要量 nets 正味	Desoins bruts(1) 総量	Poids brut 総重量 (2) (en grs) (g)	Besoins 1人当り年必要量 annuels par habit. (en kg) (kg)	Besoins nets nationaux (3) 総国民必要量 (en tonnes) (トン)
Céréales 穀物	65.5	1375	1815	541	197.5	1516136
Racines et Tubercules 根及び茎	3.0	63	85	57	20.8	159741
Legumineuses 豆科植物	10.3	216	228	63	23	176555
Autres Vegetaux 他の野菜	1.3	27	31	31	11.3	86876
Fruits 果物	0.8	17	20	20	7.3	56049
Viandes et Abats 肉及び臓物	3.8	80	92	46	16.8	128913
Huiles et Graisses 油脂類	6.9	145	117	21	7.7	58851
Sures 砂糖	2.1	44	51			
Arachide bouché 落花生	3.6	76	106	18	6.6	50444
Lait et derives 牛乳及び乳製品	2.4	50	57	84	30.7	235407
Poissons 魚	0.1	2	2	2	0.7	5605
Oeufs 玉子	0.1	2	2			
Divers その他	0.1	2	2			

(1) 消費時の損失を含む。

(2) 1日1人当り2100 cal 必要として。

(3) 人的消費として必要。損失、種用、加工品を含まず。

資料：農村開発グループ

表4 農業生産：1991年の余剰と不足

1991年の国内の 必要を満すのに必 要な生産 (1000トン)	Production necessaire pour satisfaire les besoins interieurs (*) en 1991 (1000T)	objectifs production 1991 1991年生産目標 (1000T) (1000トン)	Excedent ou deficit en 1991 1991年余剰または不足 (1000T) (1000トン)
Mil あわ	1334.0	1334.0	0.0
Sorgho もろこし	364.9	330.0	-34.9
Riz 米	82.5	72.9	-9.6
Mais とうもろこし	38.1	6.5	-31.6
Ble 小麦	68.5	7.3	-61.2
Niche ニエベ	241.2	275.0	33.8
Autres Legumineuses 他の豆科植物	15.0	15.0	0.0
Manioc キャッサバ	144.2	200.0	55.8
Patate さつまいも	33.9	37.9	4.0
Pomme de terre じゃがいも	13.0	13.0	0.0
Arachide 落花生	214.6	140.0	-74.6
Canne a sucre 砂糖きび	37.0	37.0	0.0
Fruits 果物	56.0	56.0	0.0
Colton 木綿	3.0	8.4	5.4
Autres Vegetux 他の野菜	88.9	125.0	36.1

(*) 人的消費+損失+種用+加工

資料：農村開発グループ

表5 農業生産：1991年の目標

	TAUX DE CROISSANCE ANNUEL MOYEN*					
	1987年-1991年平均成長率					
	1987-1991					
	Superficie 面積 (1000 ha) 1000ヘクタール	Rendement 単位面積当り生産量 (kg/ha) kg/ヘクタール	Production 生産量 (1000T) 1000トン	Superficie 面積 (en%) %	Rendement 単位面積当り生産率 (en%) %	Production 生産量 (en%) %
Mil あわ	3285.7	406	1334.0	1.1	0.0	1.1
Sorgho もろこし	1182.8	274	330.0	2.2	-2.0	0.3
Riz 米	22.8	3200	73.0	1.9	3.5	5.4
Mais とうもろこし	11.4	571	6.5	1.8	1.0	0.4
Blé 小麦	3.1	2320	7.3	3.7	2.6	7.1
Nièbe ニエベ	1883.3	150	275.0	4.7	-1.5	3.0
Autres Legumineuses 他の豆科植物	13.4	1120	15.0	4.9	2.0	8.4
Manioc キャッサバ	23.3	8585	200.0	0.5	1.0	1.5
Patate さつまいも	3.0	12500	37.9	1.9	1.0	3.0
Pomme de terre じゃがいも	1.6	8250	13.0	1.9	2.0	4.5
Arachide 落花生	305.7	458	140.0	11.8	0.0	11.8
Canne à sucre 砂糖きび	2.9	12700	37.0	1.0	0.0	1.0
Fruits 果物			56.0			10.0
Coton 木綿	12.0	700	8.4	3.7	0.0	3.7
Autres Végétaux 他の野菜	11.9	10500	125.0	2.2	3.0	5.5
TOTAL 合計	6712.0			2.6		2.9

資料：農村開発グループ

* 出発点：1980-85年平均を1985年のものとする。

3-3 ウアラム地方の農業及び条件

ニジェール国北西部に位置するウアラム郡は北をマリ国境に接し、サヘル地帯の一角にあり、またこの東側にニジェール川が走り南は首都ニアメに接している。気候は降水量250mmから350mmの熱帯半乾燥気候を示し、90%以上の年間降水量は6月中旬～9月の3ヵ月半に集中し、それ以外の月はほとんど降雨がない乾燥した気候を示す。また年間蒸発量は3,000mmを越えるため降水量と水バランスは2,800mm前後のマイナスとなっている。気温も年平均気温で30.3℃、月平均気温の最高は5月に記録される36℃以上の猛暑であり最低は12月の23.9℃の月平均気温となる。(図-3参照)このように強度に降水量が少なく気温の高い同地区の農業は栽培時期、作物の種類において限定条件がもたらされる。

またこれらの気象条件は年によって変化があり特に降水量は著しい年格差が見られる。図-4にウアラム郡の1951年から86年まで降水量の変移を示したが、これによると最高で700mmにも達することがある一方、少ない年では200mmにも満たないこともある。このような降水量の年変化は作物の作況に大きな影響を与え、不安定な食糧生産体制を余技無くされる。また作況は降水量の絶対量だけでなく、分散の状態、雨期の入る時期によっても大きく左右される。

この様な条件下で営まれている農業は穀類を中心とした天水農業である。同郡でのニジェール川の水利用には大規模なかんがい計画が必要とされるため現況では困難である。したがってかんがい事業のないここでは米は生産されていない。

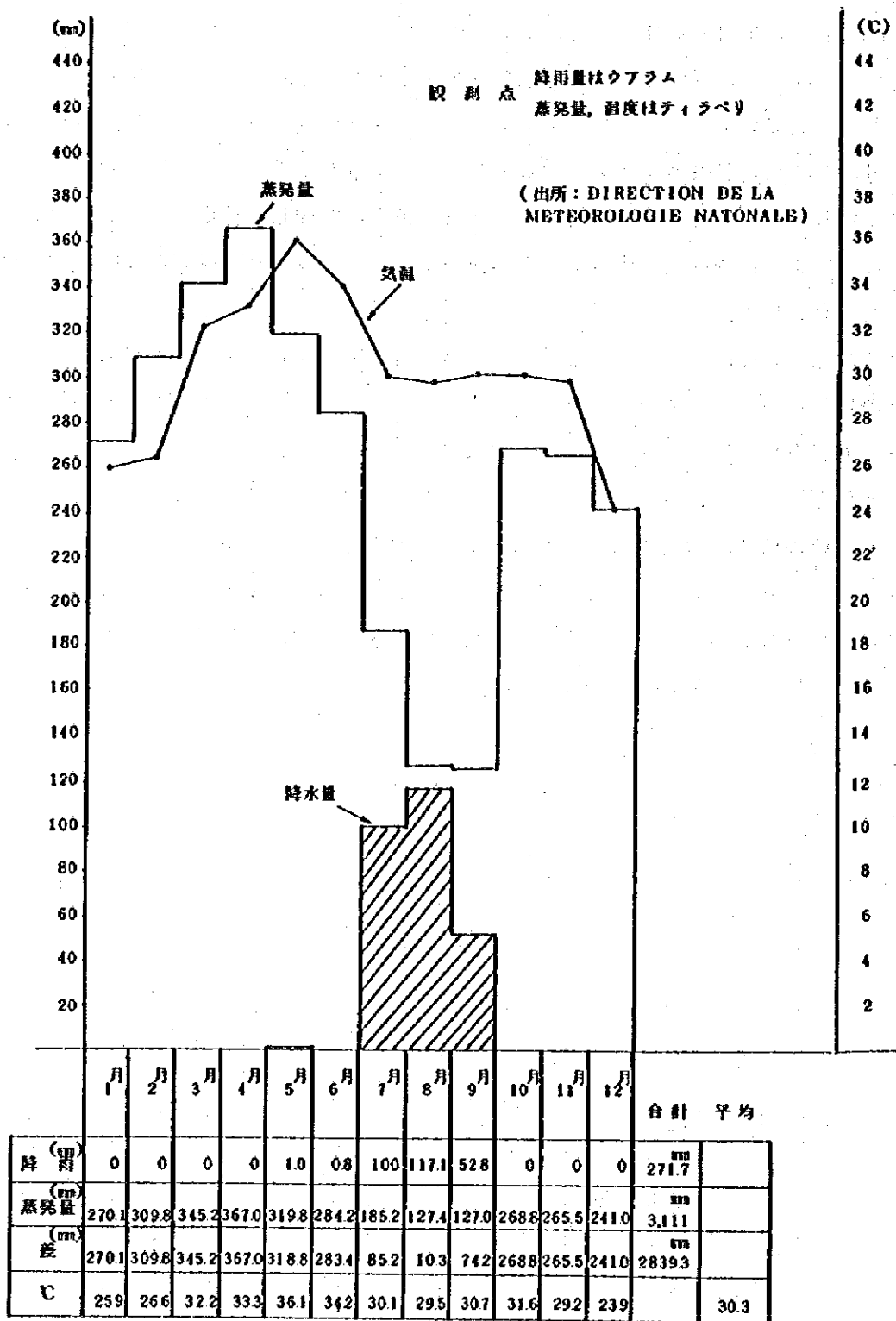


図-3 降水量, 蒸発量, 温度(1985年月別)対比グラフ

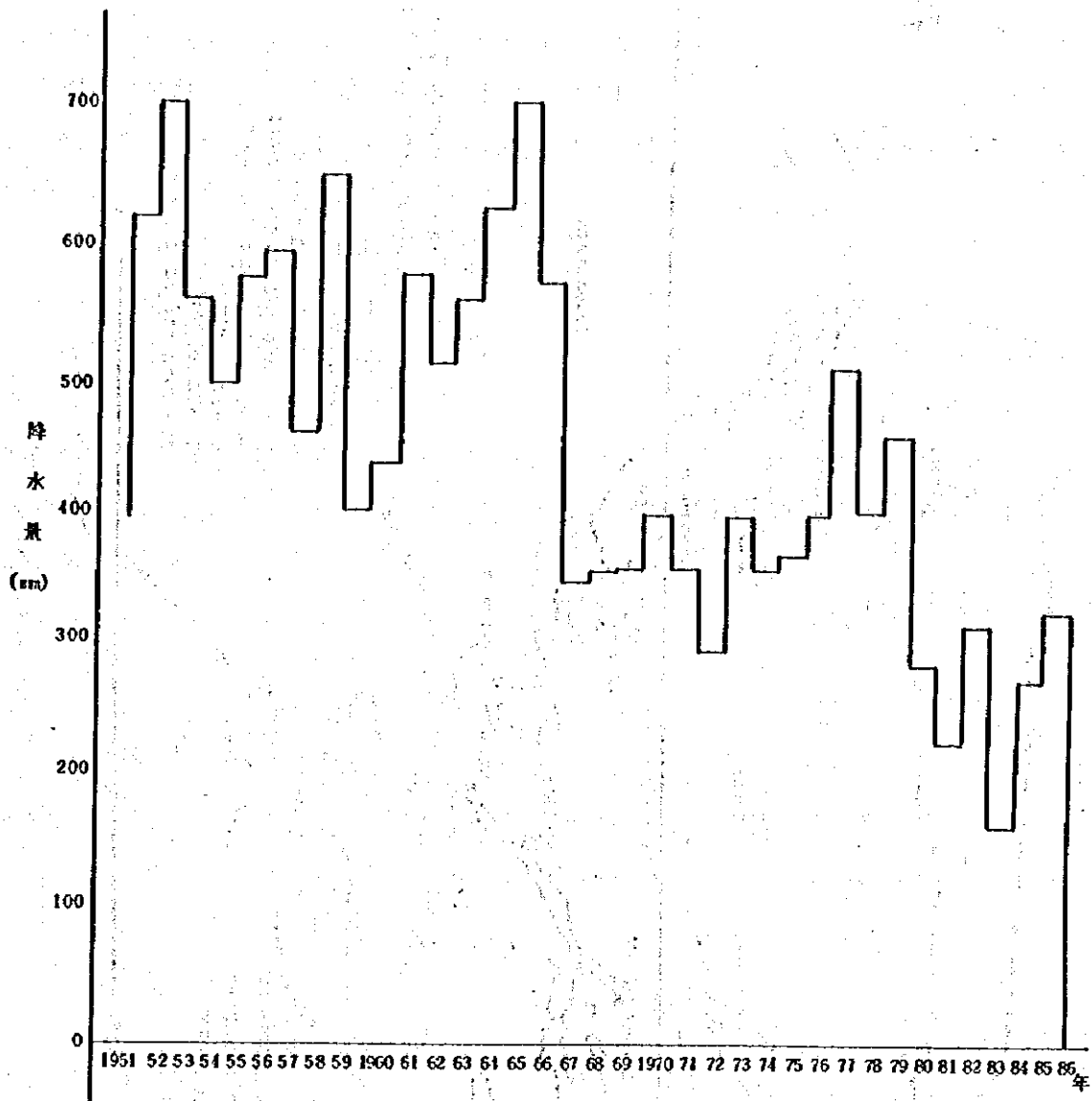


図-4 ウアラム郡における年間降水量の推移(1951年~1986年)

(出所: DIRECTION DE LA METEOROLOGIE
NATIONALE)

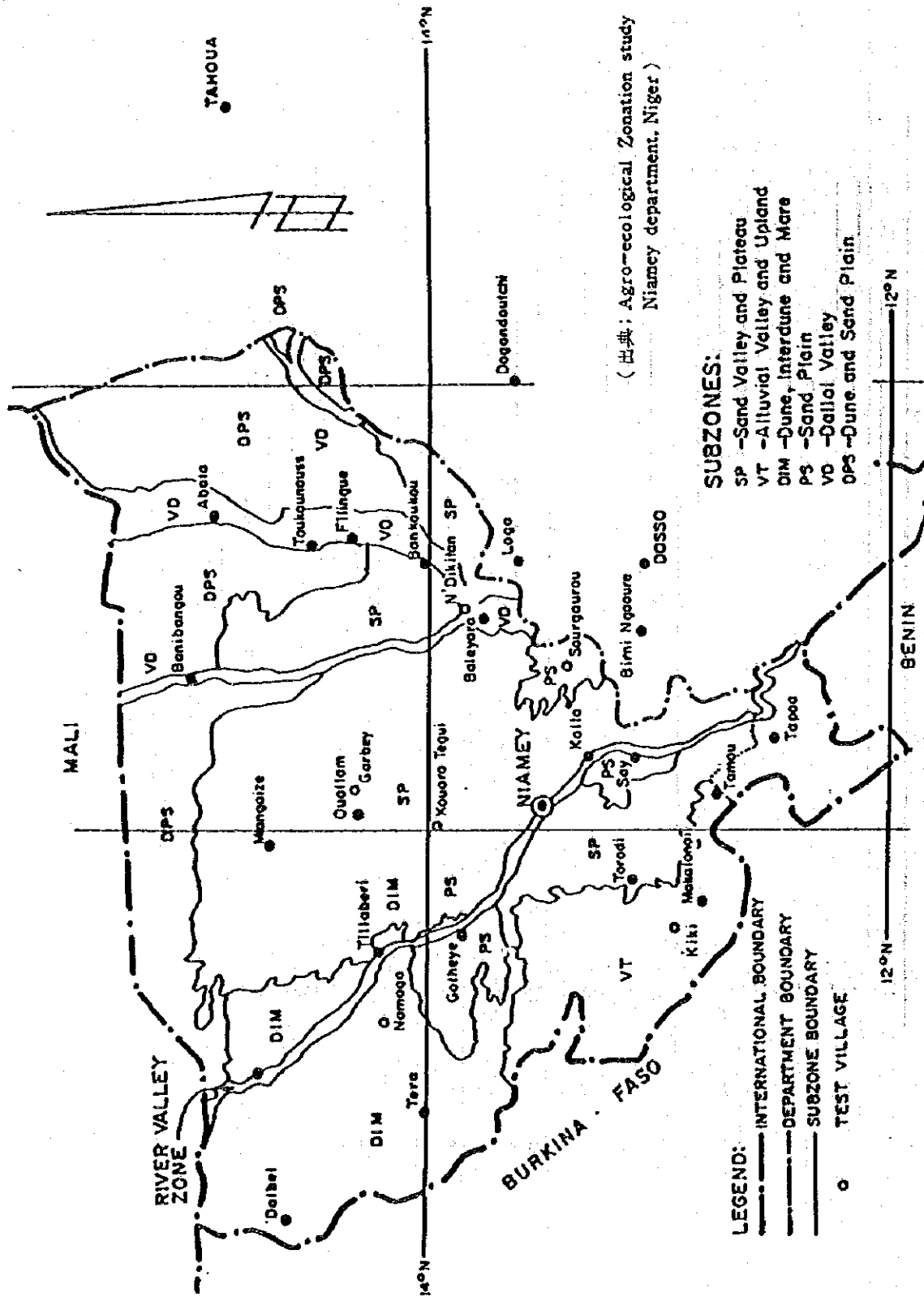


図-5 ニアメ県の地表面形態分類図

同郡における主要作物は限られた降水量からパールミレットが主食作物として雨の集中する雨期の6月中旬～10月にかけて栽培される。また豆のニエベの栽培がこれに次であり、場所によってはパールミレットとの混作も行われている。ソルガムの栽培についてはパールミレットに比べその量は少ないが南部地域、水利の良い地域において見られる。通常ソルガムの方がパールミレットより収量が高いと言われ、粒もソルガムの方が大きく味もよいとされている。このためパールミレットよりはソルガムの栽培の方に農家の人々は興味を持つが水の関係から乾燥が強いところではパールミレットが栽培される。稲作栽培は同郡においては先に述べたように全く見られない。また落花生栽培は、1982年まで年間1000しちかくの収量をあげていたが、以後栽培は全くなされなくなった。これは他の地域も同様であり、ニジェール南部にあった唯一の搾油工場が操業を中止したため落花生の必要性が少なくなったことによる。

これらの天水農業の他に乾期における井戸水、池水を利用した乾期野菜栽培が僅か見られる。しかしこの規模は小さくまだ限られたものであり季節外の栽培として扱われているが今後増える可能性がある。

土壌についてはニアメ県全体をカバーする50万分の1の土壌図が作成されておりまたUSAIDによって地表形態分類図(図-5)も作成されている。この中でウアラム郡はほぼ砂土の平地と砂丘地帯となっている。実際平地、バレーは砂漠かなる保水性の小さい土で一部池周辺等でシルトがみられるだけである。一方丘陵地帯では浸食作用で残った鉄等の鉱物を含んだやや固い岩石(砂岩)で出来ている。

このためここでの土壌は有機質の少ないまた保水性も小さく、他のサヘル地帯と同様にあまり肥沃土壌とは言えない。したがってここでの農業も水はけのよい条件を好むパールミレット、ソルガムが中心的に植えられている。ただあまりに保水力が小さいために一部の作物は栽培不能となることもあり、また雨期始めの砂嵐による砂の移動、旱ばつ等により作物に被害をもたらす。概してウアラム町周辺や中北部にこの悪条件が多々見うけられる、一方郡東部は比較的恵まれた土壌条件を持っているようである。表6にパールミレット栽培圃場の土壌分析結果の一例を示す。

3-4 プロジェクトの範囲

ウアラム郡における本プロジェクトの範囲は前記した村落の復興計画に関係した農業開発を実施することにより、ウアラム郡全体の農業開発実施に資するものとする。同郡の統計資料を含む必要なデータは十分でなく開発計画作成に当ってはかなりの調査を必要とするであろう。

次に既存のデータから主要な基準を設定する。

30カ村における基本

本調査で対照となる30カ村はウアラム郡全域に点在しており各々の小バレー(平坦地、凹地)の代表的村落である。30カ村の農地面積は既存のデータからは得られないので他のデータから算出すると2.14万haという解を得た。必ずしもこれが正確であるとは言えないが、現況では一指標となる

表6 パールミレット栽培地の土壌条件の例

Sites 場所	Sadore	Gobery	Gaya
緯度 Latitude	13 18' N	13 05' N	11 59' N
経度 Longitude	2 21' E	2 54' E	3 30' E
降水量 Pluviom. (mm)	560	600	840
土質 Compositton sols (%)			
レキ Sable grossier	52	50	17
粗砂 Sable fin	42	45	49
シルト Limon	0.3	3	23
pH			
水 Eau (1:1)	5.3	5.2	5.4
Kcl KCL	4.3	4.3	4.9
有機質 Matiere Organique (%)	0.22	0.3	0.84
含量			
全窒素 Total N (%)	0.013	0.02	0.027
有動態 P disponible	3.2	2.6	2.5
リン酸 (ppm P)			

出典 : Adapte de IFDC/ICRISAT、1986

であろう。この数字はパールミレットの郡全体の栽培面積から換算したものであり、この栽培面積もその年降水量によって変わってくるため一定していないが1986/7年の実績を基にして得た。次に30カ村の基準なるものについて列記する。

対象既存農地面積 : 22,000ha

(パールミレット栽培耕地)

主食作物の必要生産量 : 7,000 t

換算データ

ウアラム郡におけるパールミレット栽培 (1986/7年)

生産量	栽培面積	収量
33,566(t)	102,024(ha)	329(kg/ha)

ウアラム郡 238カ村 人口 : 135,477人 (年度不詳)

調査対象30カ村 : 28,584人

一人当たり必要平均栽培面積 : 0.75ha/人

(102,024 ha/135,477人)

対象地区における必要栽培面積 : 21,438ha

(0.75ha × 28,584人)

一人当り平均パールミレット生産量 : 248kg

(33,566 t / 135,477 人)

対象地区における必要ミレット生産量 : 7,053 t

(21,438ha × 329kg)

また1991年のニジェールにおける1人当り年間必要量予測によると1日1人当り2,100calを必要量として計算した場合、穀類197.5 kg、根茎類(イモ類)20.8 kgという量が見込まれている。(表-3を参照)本調査におけるパールミレット必要量を248 kgとして算出したことは、同地区がこれ以外の主食を供さないことを考慮すれば十分利用出来得るものと考えられる。

3-5 想定される農業開発

1) プロジェクトにおける農業開発の目的および目標

本プロジェクトはサハラ砂漠の南下する過程において、サヘル南部に位置するウアラム郡が砂漠化進行の真ただ中に有り、村落の維持、存続が難しくなっている中で、いかに住民に安定した生活を与え、離村を防ぐかにある。かかる条件の中で農業開発はいかに進められるべきか開発目標を掲げなければならない。

まずここでの農業開発の目標は2つに要約されよう。

(1) 食糧の確保と安定的供給

ウアラム郡における食糧は必ずしも十分満たされてはおらず、特に近年の大早ばつによりしばしば住民は食糧不足の危機に遭遇している。これは雨期の不安定な降水量と不定期な雨期入による天水農業の持つ不確実な農業生産体制に問題がある。これを解決するにはかんがい農業の導入が即、考えられるが、開発資本の少ないここでの農業開発には大資本を必要とする大規模かんがい農業開発は不可能である。このために当面の課題として現況の天然資源をいかに最大限に生かすであろう。さらに食糧の絶対量の確保と同時に早ばつ時における食糧の確保が重要な課題となる。早ばつ時の最低限の食糧を確保し、食糧の供給を安定させる必要がある。

現状では、食糧不足の場合、離村が行われ、人口の流出があり、これらが都市部へ流れたりし社会的不安をまねく。したがって住民の食糧確保は村の存続、維持または復興に欠かせない課題である。

(2) 乾期における過剰労働力の吸収、利用

ウアラム郡内における主要産業は農業であり人口の90%が農業従事者である。他に商人、公務員等がいるが工業的産業に従事している人はほとんどいない。したがってここでの生活基盤は農業だけと考えてよい。

同郡内の農業は先に述べたように雨期作のミレット栽培であり、この栽培も6月中旬から

10月までである。したがって農繁期は播種の行われる6月と除草の必要な栽培期間及び収穫期の9～10月である。一方農閑期は11月から次年の6月までの乾期となる約半年がそれに当る。この期間は村内にはほとんど仕事がなく過剰労働力となっている。一部の者は都市部へ出稼ぎに行ったりするものの、村内における労働吸収は困難となっている。したがってこの長い農閑期の過剰労働力をいかに郡内で活用するかは大きな問題である。

近年FAO、UNICEF等の国際機関、USAID、GTZイスラム開発銀行等の各国、及びカリタス、CARE、福音教会等の民間団体の援助により乾期における浅井戸利用及び池水利用のプロジェクトが実施されている。これは主として野菜栽培、植林用樹木の育苗事業として行われている。

また農業以外の産業を発達させることも重要な失業対策、労働力の吸収となるであろうが、現状ではむずかしい。最も一般的な公共事業を行うにも十分な予算がなく勿論主要な2次3次産業もないところでは、僅かに残された水を利用する労働集約的な農業が重要となるであろう。

2) 事業実施の可能性

ここにおける農業開発の可能性は限られた天然資源と人的資源をいかに最大限に利用するかにかかっている。そこでここでの農業の可能性につき記述するが、これらは次のいくつかに分類されるであろう。

(1) 調査に必要な概況

i) 天水農業の改善（従来農法）

ウアラム郡及びニジェールにおける主体となる農業形態では、パールミレット及びニエベが雨期に栽培される。（図-6参照）またここでの農業は降水量の影響を受け、年による収量差が著しいという不安定な生産面を持つ。また増収効果としては栽培技術の発展というよりは栽培面積の拡大という面からの効果が大であり、未耕地の残っている当地ではいかに能率よく作業するかが重要な課題となろう。しかしながら単位面積当りの収量は依然として低くニジェールの平均でパールミレットは400kg/ha、ソルガムは350kg/ha、ニエベ50kg/haとなっている。ウアラム郡における平均収量はさらに低くパールミレット330kg/ha、ソルガム290kg/haとなっている（表7、8参照）。

以上の状況下で従来農法を改良するのに当り次の2点がプロジェクト効果として目標に挙げられよう。

a) 増収

b) 食糧の安定的確保

上記の目標を達成するために想定される事業（方法）を考察すると次のようになろう。

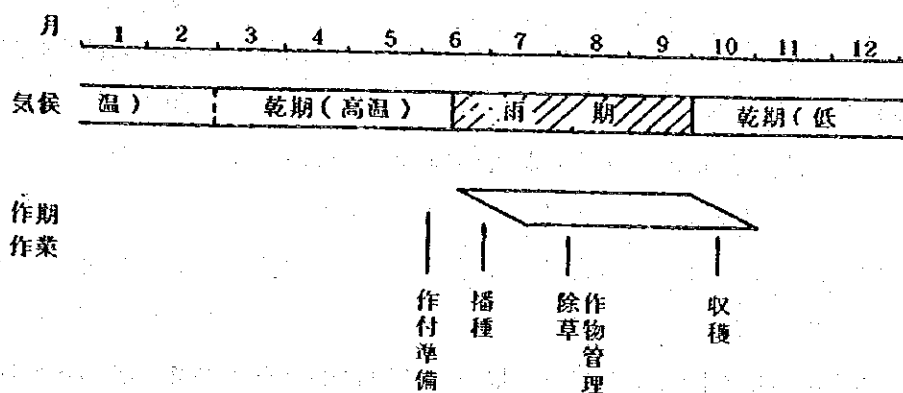


図-6 従来農法；パールミレットの栽培カレンダー

表7 エジュールにおける主要農産物生産統計 (1985)

Culture	Production (tonne)	Rendement (kg/ha)	Superficies developpees (ha)
Mil	352,752	443	796,568
Niebe	8,073	50	159,852
Sorgho	32,752	342	95,663
Riz pluvial	14,827	1,717	8,637
Riz aménagement	40,453	4,052	9,985

出典：Service des Statistiques Agricoles, MDR.

表8 ウアラム郡における穀類生産

年	1980/1	1981/2	1982/3	1983/4	1984/5	1985/6	1986/7
ミレット 栽培面積 (ha)	152,000	145,000	154,300	157,370	76,321	122,625	102,024
生産 (t)	44,080	44,950	50,929	53,190	5,800	38,010	33,566
ha当り収量 (kg/ha)	290	310	330	338	76	310	329
ソルガム 栽培面積 (ha)	3,500	6,900	3,000	3,250	0	3,745	3,433
生産 (t)	1,050	2,000	900	780	0	755	491
ha当り収量 (kg/ha)	300	290	300	240	0	202	143
米	0	0	0	0	0	0	0

出典：プロジェクト形成基礎調査団報告書

a) 増収方法

(イ) 栽培面積の拡大

- 適地の選定 (開発ポテンシャルの高い地区)
- 栽培の能率化 — 農具の改良

(ロ) 集約栽培の導入

- 有料品種 (種子) の導入
- 肥料の導入

○ 水の確保 —池、井戸利用による Supplemental Irrigationの導入

b) 食糧の安定的確保

(イ) 最低栽培面積の確保 —かんがい耕地の確保

(ロ) 食糧倉庫の建設

○ 庭先倉庫

○ 組合倉庫

増収方法は栽培面積の拡大化と集約栽培による単位面積当り収量の増加との効果が想定される。現況における適地、特に雨期における栽培適地が残っているのでその開発が考えられる。また同時に栽培の能率化を進めることにより栽培面積の拡大を図る必要がある。このためには現況の農具より能率の上がるものを使用しなければ難しい。エンジン付の農機具はここでの経済性からみて適さないので畜力利用も一つの方向と考えられる。しかしながらこれには訓練が必要であり地道な努力が要される。いずれにせよ、農作物価格が低いニジェールでは大きな投資を必要とする農業開発は不可能である。

(2) 乾期作栽培 (かんがい農業)

通常当地では乾期作は降水量の関係から天水農業は行われていない。しかしながら雨期に得た表流水を池やワジに集めこれを乾期作に利用する方法や井戸水を利用する小規模のかんがいと考えられる。すでに一部外国の援助等で実施されているプロジェクトもあり参考になるであろう。何れにしろ、乾期における農業はかんがい無しには不可能である。したがってかんがいの水資源をどのように確保し、どのくらいの量を貯水するかによって栽培面積が決まることになる。ここでは栽培の限定要因が耕地より水にあるからである。しかしながらプロジェクト推進に当っては開発規模を設定する必要がある。既存のデータから調査対象地区のかんがい目標面積を試算すると次のようになる。

i) 井戸水利用小規模かんがい面積

30カ村の目標かんがい面積；

120 ha

Fanka Kuirra村の例から試算

人口 1,200 人

利用可能井戸 5 井戸 (浅井戸)

野菜畑面積 5 ha

1人平均耕作面積 0.42 a

対象地区の目標耕作面積

$0.42 \text{ a} \times 28,584 \text{ 人} = 120 \text{ ha}$

ii) 池の水利用のかんがい

ウアラム郡には恒級的河川はなく、降雨があった時に川となるワジが発達しているだけ

である。この表流水はワジを通過してニジェール川に注ぐのであるが一部バレー（谷）と称されているワジの低地に貯水されて池を形成する。ほとんどの池は一時的なもので雨期明け後2～3ヵ月でなくなるものが多いが一部の池には年間水を保つものもある。池周辺を改修することにより貯水量を増やせば乾期作としての耕地が確保できる。しかし池の貯水量にもよるが大規模なかんがい計画は無理で1池 100ha未満の耕地となるであろう。

(3) かんがい農業の条件

対象地区におけるかんがいは浅井戸、池からを水源とした単純なかんがい方法が適するであろうことは前記したとおりであり大規模なかんがい開発計画は経済性からみて無理であることから、投資を出来るだけ節約した小規模タイプのものになるであろう。（一部には雑飲用水の利用と同程度になるであろう。）

現在行われている人力による運搬が過剰労働の活用、水のロスを最少限にした節水である等の利点があり小規模における最も有効な手段である。しかしながらやや規模が大きくなれば、重力を利用した水路方式も考慮せねばならないであろう。何れにせよ、本計画におけるかんがいは村落における小規模なもので村落の自給を主目的として、かつ労働力の吸収を図るものである。このかんがい農業では下記の栽培によって便益がもたらされる。（図-7参照）

i) 雨期作における Supplemental irrigation

ii) 乾期作の導入（野菜栽培等）

このかんがいにおける用水量の決定には消費水量を知る必要がある。消費水量は畑作物の場合蒸発散量で決まる。蒸発散量は実測するか、気象観測のデータによって推定計算を行うが実測の場合、時間と労力を要し短期の調査により蒸発散量のデータを取るのにはむずかしい。またペンマン式等の気象要素によって推定する場合も、気象データの不足等によってかなりの観測を必要とするため同様にむずかしい面を持つ。このため、対象地区に近い所のデータを利用し最少限必要なデータは観測によって得る必要がある。また国や国際機関*の研究所で扱っている類似の値も十分活用する必要がある。

* INRAN；ニジェール国立農業研究所、AGRHYMET；農業気象研究所

ICRISAT；国際半乾燥地熱帯研究所

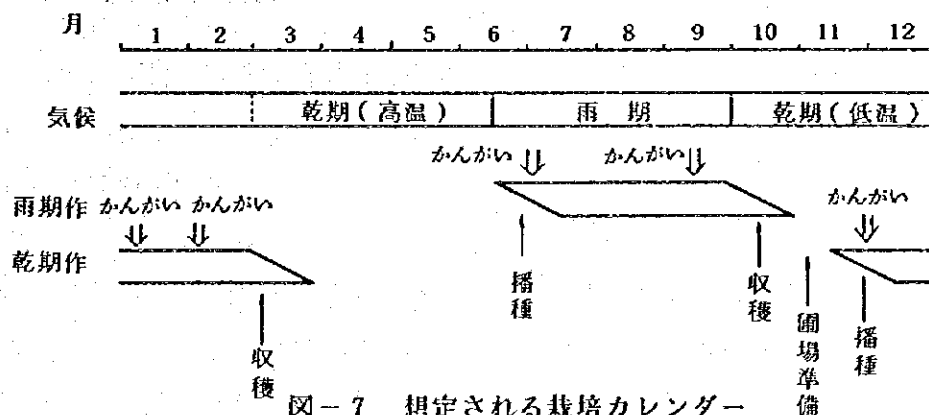


図-7 想定される栽培カレンダー

(4) Supplemental irrigationにおけるかんがい

パールミレットやニエベに対するかんがいは栽培期間中の水の重要時期に補助的にかんがいをを行い増収効果をねらうものである。特に水が必要とされる時は播種期、開花期、登熟期とされるが使用可能な水量によってかんがい面積、回数、量が制限される。勿論雨期の栽培であるため降雨時は不必要であり、不足となった時に行うかんがいで増収効果と同時に生産の安定性を得ることが出来る。FAOによるパールミレット1作の消費水量は167mmと試算されており、実験による理論上の必要水量は374mmニエベ317mmという結果もあり、各々約300~350の水が必要とされる。(表-9、10参照) いずれにせよSupplemental irrigationは育成期間中2回ぐらゐのかんがいをを行い収量を高めるもので、1回のかんがい量、時期、かんがいの方法については詳しく調査して決定する必要がある。耕地全体のかんがいを考えるよりは、水量、圃場管理能力によってかんがい面積を決めることになる。

表9：HKP品種のアワ栽培における有効蒸発

散量 (ETR)

Periode 期 間	現場測定 ETR (mm/日) ETR mesurée au champ mm/j	模擬ETR ETR simulée (FOREST FR- ANGUIN) タイ プのモラル (mm/日)	水消費収支 (FAO) Bilan de consommation hydrique mm/J(mm/日)	理論上の水要量 Besoin en eau theorique ETM mm/J (ETM mm/日)
	Moyenne 平均 ± Ecart ± Type 標準偏差			
21-31/5	1.6	1.6	2.0	2.0
1-10/6	0.8 ± 0.06	1.2	0.2	3.6
11-20/6	0.9 ± 0.2	1.2	0.8	4.8
21-30/6	1.4	1.8	1.9	5.7
1-10/7	2.47 ± 0.35	2.5	2.5	5.8
11-20/7	3.73 ± 0.25	4.0	4.0	4.8
21-31/7	2.03 ± 0.35	1.5	1.7	4.7
1-10/8	1.40 ± 0.10	1.2	1.2	3.5
11-20/8	2.93 ± 0.21	3.5	2.4	2.5
21-31/8	4.0 ± 0.10			
1-10/9	3.43 ± 0.06			
11-20/9	3.07 ± 0.31			
21-30/9	1.43 ± 0.38			

★ 推定値

出典：A. GANDA and C. JACOBSEN
栽培の調査および生産 (1986年生産期)
(AGRHYMETプログラム)

表10：品種3 / 4 HKのアワ+品種TN88/63のニエベの組合せ栽培における有効蒸発散量

(ETR)

PERIODE 期 間	現場測定 ETR (mm/日) ETR mesure au champ mm/j	Besoins en eau utheorique du mil ETM mm/j	Besoins en eau utheor. du niebe ETM -mm/j
	Moyenne ± Ecart ± Type 平均 ± 標準偏差	アワの理論上の 水所要量 (ETM mm/日)	ニエベの理論上の 水所要量 (ETM mm/日)
21-31/5	1.6	2.0	
1-10/6	1.2	3.6	
11-20/6	0.63±0.25	4.8	
21-30/6	1.33±0.06	5.7	1.9
1-10/7	2.83±0.40	5.8	3.5
11-20/7	2.97±0.65	4.8	3.9
21-31/7	2.37±0.75	4.7	4.7
1-10/8	2.00±0.26	3.5	4.5
11-20/8	3.30±0.10	2.5	4.5
21-31/8	3.77±0.21		3.7
1-10/9	4.20±0.50		3.0
11-20/9	2.33±1.05		2.0
21-30/9	2.63±0.58		

出典：同表9

(5) 乾期栽培におけるかんがい

乾期栽培はかんがい水を利用して主として換金作物を生産するものであるが、住民にとっては生活の糧とすると共に現金収入を得る道でもある。また農閑期の仕事の提供として意義が高い。ここでの栽培は野菜が換金作物として選ばれており他に樹木の育苗場として稚苗の栽培も選定される。しかし主体は季節外農業としての野菜栽培ということになる。すでにいくつかの村で実施されている乾期栽培の野菜はズイカ、カボチャ、ニエベ、ニンジン、レタス、タマネギ等である。

しかしながら、ある種の作物は外国の援助等で入って来たもので、必ずしも現地には適していないものもある。したがって計画実施に際し、導入作物の検討には十分な調査がなされなければならない。主な考慮すべき条件は

- 1) 出来るだけ水を必要としない作物
- 2) 現地でニーズのある作物
 - i) 自給作物
 - ii) 販売用作物（市場性のあるもの）
 - a) 輸送性のあるもの
 - b) 値段のよいもの
- 3) 安易に栽培できるもの

特に乾燥地においては水消費量が問題となっているので前述した方法により節水型経済効果のあがるものを求めなければならない。いくつかの作物の要水量（消費量）、用水量等につき表11、12、13を参照されたい。

表 1 1 Briggs (colorado U.S.A.における)
による作物別用水量

作物	要水量	作物	要水量
アルファルファ	1068	オオムギ	539
カボチャ	834	コムギ	507
エンドウ	800	ジャガイモ	448
ライ	724	ナタネ	441
スイートクロバー	709	テンサイ	377
ワタ	646	トウモロコシ	369
エンパク	614	モロコシ	306
ソバ	578	アワ	275

山田登, 干地農業概論 (1949) による

表 1 2 Hyderabadにおける作物別用水量

作物	生育日数	用水量 m^3/Aa	
		総合計	1日当り
ワタ	202	10,700	53
スイトウ	98	10,600	109
ジャガイモ	88	6,800	76
トウモロコシ	100	4,550	46
コムギ	88	3,750	43
エンパク	88	3,700	41
オオムギ	88	3,600	41
エンドウ	88	3,000	35

註: 用水量は, 蒸発量, 蒸散量及浸透量を含む
Irrigation and drainage of arid
lands (1967) による。

表 1 3 耐干性による作物の分類

高井 (1966)

	耐干性の比較的大きい作物	耐干性の小さい作物
食用作物	小麦 ライ麦 きび さつまいも あわ 落花生	大麦 大豆 いんげん豆 とうもろこし
工業作物	ごま 砂糖きび きくいも 綿	えごま こうぞ みつまた
飼料作物	アルファルファ カウビー ソルゴー スーダングラス	チモン ラジノクロバー 赤クロ バー アルサイフクロバー
園芸作物	かぼちゃ とうがらし らっきょう ういろう ぶどう 梅 栗	いちご さうり 西瓜 なす ト マト 柿 梨 りんご いちじく

大系農業百科事典 (1966) による

(6) 肥料効果

増収効果を高めるためにはかんがいを行うと同時に施肥も重要となる。しかしながら肥料は高価であるため十分な効果が認められない限りこの導入はむずかしい。また水がなければこの効果もないことは言うまでもない。そこで主な肥料を使用した場合の試算を行うと次のようである。

複合肥料 (15-15-15) を 1 ha 当り 100kg を施用した場合

(1 ha 当りの N-P-K は 1.5 - 1.5 - 1.5 kg)

$$65CF/kg \times 100kg = 6500CF/ha$$

パールミレットの粗収入 (ニジェールの平均を使用)

$$80CF/kg \times 400 kg/ha = 32000CF/ha$$

ニジェールのパールミレットの平均収量を 400 kg/ha として 80CF で売った場合 32000CF となるが、この場合ほとんど無肥料である。もし肥料を 100 kg/ha 使用した場合 2 割以上 (480 kg/ha) の増収効果が上がらなければ肥料を使うメリットがなくなる。したがって肥料の使用は経済性をよく見きわめて施肥量、施用時期を決めなければならない。

農産物の価格と肥料価格の変化を表 14、15 に掲げたので参考にされたい。

表 14 Prix de vent des produits agricoles, par periode et par marche, en FCFA/kg.

期間及び市場における農産物価格

Marche 市場	Prix (FCFA/kg)
Local : 地方	
Prix recolte (Octobre 1985) : 収穫物価格 (1985年10月)	
Mil, grains パールミレット	120
Sorgho, grains ソルガム	145
Niebe, fanes ニエベ (乾燥)	110
Niebe, gousses ニエベ (サヤ付き)	225
Riz paddy 米	70
Prix 3 mois apres recolte : 収穫後 3 ヶ月間の価格 (Janvier 1986) :	
Mil, grains パールミレット	85
Sorgho, grains ソルガム	90
Niebe, fanes ニエベ (乾燥)	145
Niebe, gousses ニエベ (サヤ付き)	250
Riz paddy 米	90
Officiel : 公定	
Prix OPVN/RINI/SONARA :	
Mil, grains パールミレット	70
Sorgho, grains ソルガム	70
Niebe, fanes ニエベ (乾燥)	127
Niebe, gousses ニエベ (サヤ付き)	120
Riz paddy 米	90

出典 : Etude Retrospective De L'affre et de la Demande D'engrais au Niger Sep. 1986

表15 主要肥料の年別価格変動

年 種類	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
尿素	35	35	35	50	50	50	60	60	65
複合肥料									
15-15-15	30	30	30	45	45	45	52	60	65
”									
14-23-12	—	—	—	—	—	—	—	60	65
過磷酸石灰	20	20	20	35	35	40	45	45	50
重過石	—	—	—	—	—	—	70	70	75

出典：Etude Retrospective
De L'affre et de la Demande D'engrais au Nig. 1986

3-6 調査対象の要約

前記したようにウアラム郡の農村復興を計るには厳しい自然条件と南下する砂漠化現象に立ち向かわなければならないが、同郡における開発の可能性はサヘルの中では高い方である。したがって現況より僅かでもよいが利益を村民に与え、定住の安定化を行うことである。この中で今回対象となったウアラム郡内30カ村がモデルとなって郡全体に事業が広まることを期待したい。本調査の概要は資料の不足している中から推定して次のように要約されよう。

- i) 既耕地における農業改善 22,000ha
- ii) 井戸かんがいによる新規耕地の開発 120ha
- iii) 池水周辺かんがいによる新規耕地の開発 300ha
- iv) 食糧の自給と安定供給及び農閑期における雇用機会の開発、拡大
- v) 雨期作の増収法
- vi) 乾期作の開発導入

第4章 地下水開発・灌漑施設計画

4-1 自然状況

1) 地形概要

対象地域はニジェール国の南西部に位置するニアメー県ウアラム郡である。

東西の幅約33km、南北の幅約28km、面積22,132km²、標高340～200m、地形勾配1/300で、北から南にゆるやかに傾斜する区域である。

地形分類図より、棚状の平原や、ゆるやかな起伏をなす化石砂丘面より成るコンチネンタル・ターミナル帯である。約3本のワシ状の盆地がこの面を侵食している。Bani-Bangou から Daouda-Bangou にいたるものが最も大きく、順に、TuizegorouからSaman、Mangaizeから Boukandaに至るものが存在している。Dine からOuallamを通り、Tolkoboyに至る地帯も盆状を呈している。すべて南北に分布している。

2) 地質概要

ニジェール国の大部分は、古生代の初頭に沈降した西部よりマンデン盆地と、東部ニジェール盆地の2つの堆積盆地より形成されている。

対象地域は、ウリマンデン盆地北西部に位置し、分布する地質状況は下記の通りである。

2-1) 基盤岩

リプタコグルマ地方に露出している。これは安定陸塊の南東端に当たり、しゅう曲作用を受けた花崗岩類及び変成岩類や貫入岩類で構成されている。時代は先カンブリア代である。

2-2) コンチネンタル・ハマディアン

対象地域に露頭は存在しないが、地下地質では大きな分布をしていると推定される。基盤とコンチネンタル・ターミナル層に挟まれた上記白亜紀から第3紀始新世の地層である。

地層は頁岩、泥岩、化石を含む粘土質石灰岩よりなる。

対象地域では西側が浅く、OuallamとTillaberyの中間の調査ボーリング資料によれば約50mで基盤に達している。その上部はコンチネンタル・ターミナル層である。東に向かって断層によるためか深くなっている。

2-3) コンチネンタル・ターミナル層

(第3紀大陸終成期層)

第3紀初頭にニジェールで最後の海進が発生した。ニジェール河と東経6°の線にはさまれた狭い湾を形成した。熱帯性の森林におおわれていたが、強い風化を伴い基盤をとときには60m以上も粘土化している。その後新たな隆起が起こり、この湾内に、大陸終成期系と呼ばれる多様な地層が形成された。海成堆積の中新世～鮮新世にあたと推定されている。岩質は、泥岩、シルト、鉄分の多い砂から成りIullemmedenに盆地をおおっている。厚さはDogordoutchi一帯で450m、マリで150m程度になる。

フィソングエとタブアの間の地帯には、基底にホライト状の石灰岩からなる、鉄鉱石、次いで泥質砂岩、表面には一連の褐色粘土が見られる。

J. GREIGERTはコンチネタル・ターミナル層を3つの層序に区分した。

①ADARDOUTCHIをタイプロカリティーとしたC1¹

層厚はDogondoutchi付近で80mのオーダーに達する。砂岩、鉄分の多い泥質なカオリナイトとゲータイトから成る魚卵状の岩石の発達が著しい。

ニアメー一帯では鉄分の多いシルト層が数mの層をなし、亜磷酸鉄の鉱物を含む。

基本的に魚卵石の層準は当層の下半分にみうけられ、鉄質の甲皮状岩石が上半分に規則的に分布している。

②亜炭を含む泥質砂岩層C1²

Iullemeden盆地西部の北側に露頭している。この層は暗かっ色の泥岩、石英粒子の細粒砂岩、鉄分の多い泥質砂岩から成る。

当層は炭化した木材を多く含んでいる。

③コンチネタル・ターミナル下部C1²⁻¹

亜炭を含む泥質砂岩が主体である。特に鉄分の多い魚卵状構造をした層準が基底に在存している。

④砂質泥岩C1³

単純な砂岩、赤色の泥質シルトから成り、数十mの層状を呈している。層の上部は固結しており、泥質シルト中には、同心円状の酸化鉄の穴の細管が網目のように存在している。他層に比して魚卵石はまれにしか含まれない。

下部とは不整合の関係にある。

これらの各地層は大規模な盆地状構造を形成しており、地表部に第4紀の砂層や化石砂丘が分布しているのが一般的な地質状況である。

3) 水理地質概要

地下水は地層の透水層中に賦在するものであるから、全体的には、地質構造によって支配されている。特に、基盤の形状と地層の堆積状況、岩相及びその連続性などについて、十分検討する必要がある。対象地域は、年間雨量 300～800mm、年間蒸発量が上まわり、雨期の降雨時の地下かん養しか、地下水は見込むことができない。

表層の地下水を別にすると、十分に利用されているとはいえず、広大な面積に比し揚水量が少ないため、水位低下等は発生していない。

図-1にニジュールの水理地質図を示す。

3-1) 基盤の地下水

基盤より採水している井戸は予想以上に開発されているが、一般的に3 m³/日以下と揚水量は少ない。しかし将来基盤内の水理地質状況が解明されれば、亀裂地下水を対象にした地下水

図-1 水理地質図

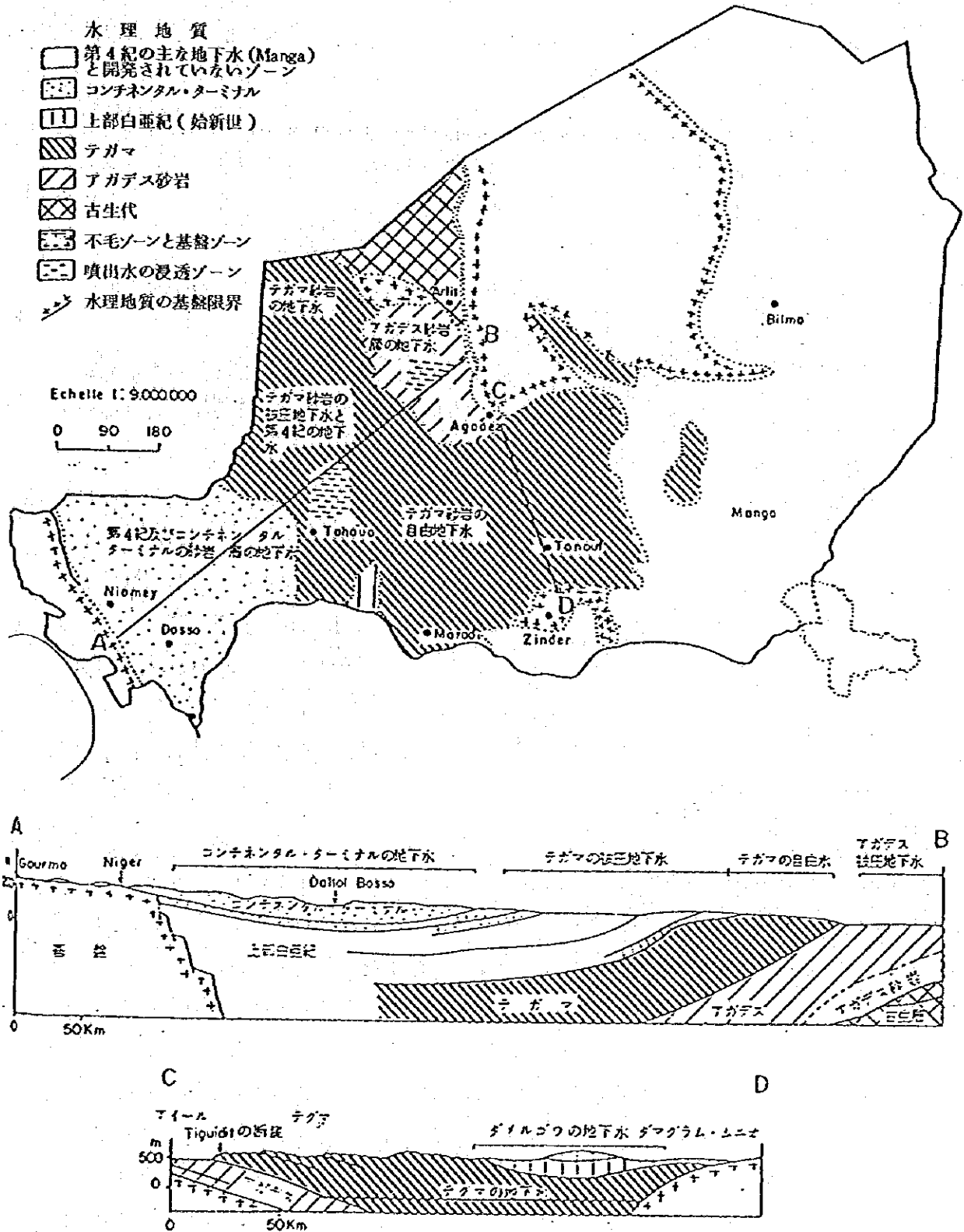
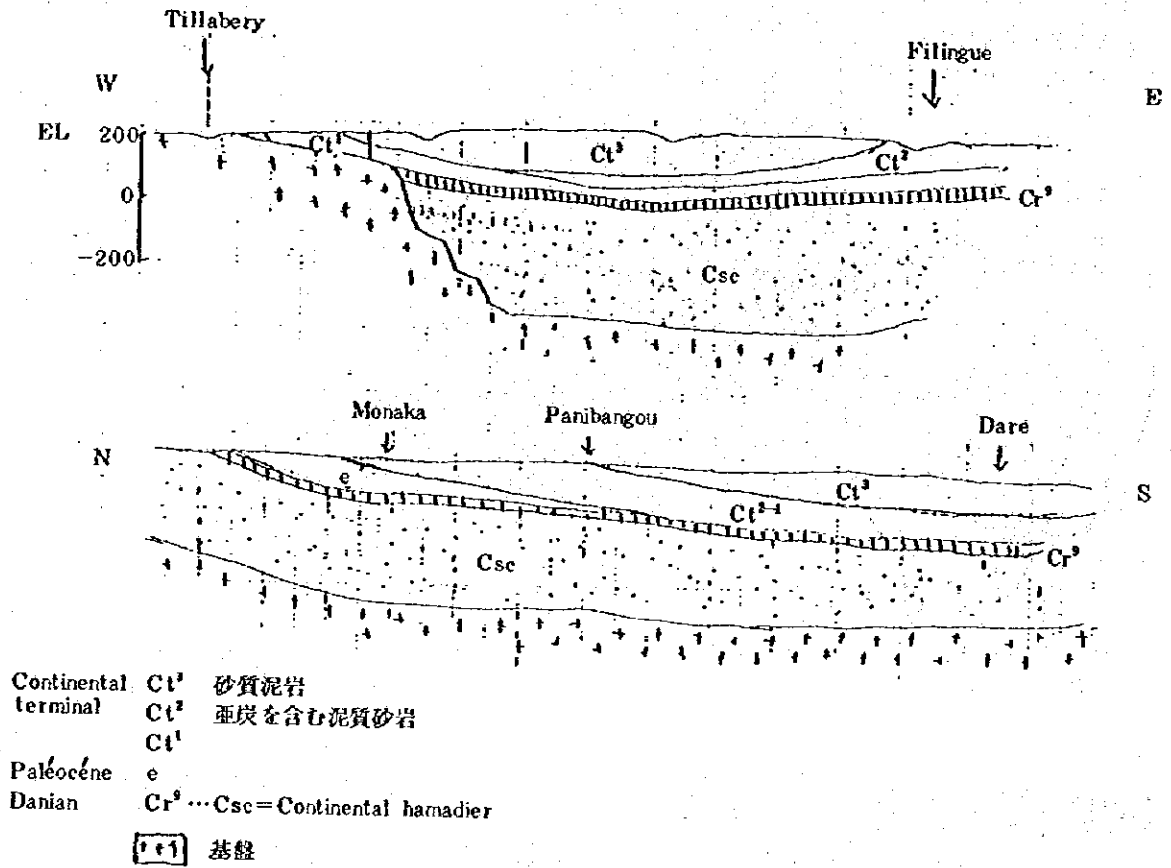


図-2 Estimated schymatic hydrogeological section of studied area



開発の可能性は大きいと考えられる。

3-2) コンチネンタル・ターミナル層の地下水

地質概要で述べたように、当層は上部からC¹³、C¹²、C¹¹と3層に区分されており、対象地区では浅部で浅井戸が最も多く掘削されている層である。

模式的な水理地質断面を図-2に示した。文献によれば、3つの自由地下水層と2つの被圧地下水層、あるいは半被圧地下水層が知られているが、図-2からはそれがどの層に当たるのかは不明である。

C¹¹、C¹²、C¹³ともに泥質砂岩を主体としており、良好な帯水層を形成しているものと思われる。図-2よりこれらの層の厚さは200m以外であり、今回の地下水開発の主要な帯水層となる。

対象地区での地下水理状況を図-2から推定すれば、N-S断面より、C¹³層上部には自由地下水、中～下部にはルーフと呼ばれる赤褐色の風化頁岩が発達しており、これが加圧層となり被圧地下水が発達しているものと思われる。既存の地下水利用の大部分はC¹³層中の自由地下水を利用しているものと思われ、井戸の深度も30m程度であり乾期には井戸枯れを起こす井戸も多い。このため、大量の地下水開発をするためには井戸を深く掘削する必要がある。水理地質的にはコンチネンタル・ターミナル層は良好な帯水層であり、揚水量は帯水層厚に比例することが知られており、井戸が深いほど地下水利用量は多くなることがわかる。

水質的には、2ヶ所の井戸で270Ms/cm、343Ms/cm、pH6、01、30、7、31、3℃程度であり、おおむね良好と思われる。しかし鉄分を多く含んだ地層が多く、正確な水質分析が望まれる。

3-3) Csc (コンチネンタル・ハマディアン) 層中の地下水

泥岩、頁岩、石灰岩が主体であり、深層の地下水は期待されるが、対象地区では深度が深く、コスト高になるためこれ以上述べない。

4) 気象

ニジェール国ウアラム郡は、北緯14°に位置しており、年間降水量が250～350mmと少なく、さらに蒸発量が3,000mm以上もある降水量に比して蒸発量が非常に多い典型的な乾燥地帯であり、サハラ砂漠に隣接するサヘル地域に含まれており1972年頃の大干ばつ、近年では1984年の干ばつが襲うなど、砂漠化の進行が問題となっている地域である。

本地域の気候は、6～9月が雨期で10～5月が乾期である。年平均気温は30℃前後であるが、一年の内5月が最高気温を示めし、12月が最低気温を示めす。

本地域及びその周辺での気象観測は、ウアラム、マンガジ、ティラベリなどで行われている。(ただしウアラム、マンガジは降雨データのみ。) これら気象データの手は、ニアメにあるDIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALEで可能である。

(1) 気温

気温に関する入手データは、郡部ウアラムの西方70kmに位置するティラベリ観測所のものである。表4-1-4)-1と1976～1985年の月別平均温度を示めす。

(2) 雨量

本地域の雨量は、雨期である6～9月に年降水量の大半の降雨を見る地域であり、10～5月の乾期のうち11～2月などは、ほとんど降雨がない。ウアラムでの1980年以降の平均をとると、年降水量は287mmで、雨期の降水量は269mm、乾期の降水量は18mmとなっている。

雨量の記録もDIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALEから入手利用可能である。最っとも有望なデータは、ウアラム観測所の記録である。その他にティラベリ観測所の記録がある。表4-1-4)-2にウアラム観測所の降雨データ(1961～1986年)と表4-1-4)-3にティラベリ観測所の降雨データ(1976～1985年)を示めしてあるが、これらから明らかに、年々の降雨量が減少してきている事がうかがえる。

(3) 蒸発量

蒸発量データも、ティラベリ観測所のものである。表4-1-4)-4に1976～1985年の月別蒸発量を示めす。1985年を例にとると、年間3,106mm、となっており、雨期(6～9月)では724mm、乾期には2,382mmの蒸発量である。

(4) 風

表4-1-4)-5にティラベリ観測所の月別平均風速の記録(1976～1981年)を示めしてある。

本地域の風の害は、雨期の始めの播種期に比較的強い風が吹き、播いた種を吹き飛ばしたり、種を砂に埋もらし発芽を阻害するなどがある。

(5) 湿度および日照

表4-1-4)-6、4-1-4)-7に、ティラベリ観測所の最高相対湿度、最小相対湿度について、1976～1986年のデータを示めす。また表4-1-4)-8に太陽副射エネルギーの記録(1979～1986年)を示めす。

5) 河川および池

(1) 河川

表4-1-4)-1 月別平均温度 ティラベリ(1976~1985年)

(出典: DIRECTION DE LA METEOROLOGIE
NATIONALE
EXPLOITATION METEOROLOGIQUE

Température moyenne mensuelle (en °C)
Station de Tillabéry Période 1976 - 1985

Mois Années	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
1976	24.0	27.0	29.1	32.0	33.1	31.4	29.9	28.7	29.8	30.0	28.6	25.9
1977	26.4	26.9	29.5	33.6	34.4	33.0	29.3	28.6	29.9	31.2	27.8	24.6
1978	24.8	28.6	30.8	33.3	34.1	31.3	29.5	28.9	29.8	31.3	28.5	26.4
1979	26.4	26.4	31.7	33.1	33.9	30.7	30.6	29.5	29.8	31.8	29.5	24.8
1980	27.2	27.9	31.1	34.2	35.6	32.2	29.5	28.5	31.3	32.3	29.2	24.1
1981	22.9	27.6	31.5	34.0	34.4	34.4	30.3	30.1	30.6	32.0	28.0	20.4
1982	23.4	26.7	28.4	34.3	34.8	33.2	31.6	28.6	31.9	32.0	27.7	25.1
1983	21.8	28.6	31.6	34.7	35.9	32.8	31.2	29.6	31.5	31.1	28.5	26.3
1984	24.2	26.4	31.7	34.3	34.8	33.4	32.1	32.2	30.9	31.9	29.6	24.4
1985	25.9	26.6	32.2	33.3	36.1	34.2	30.1	29.5	30.7	31.6	29.2	23.9
TOTAL	240.0	273.0	307.7	336.8	347.4	326.6	304.7	294.2	306.2	315.2	286.6	245.9
MOYENNES	24.7	27.3	30.8	33.7	34.7	32.7	30.4	29.4	30.6	31.5	28.7	24.6

ANNEX M ウアラムの気象データ

表 4-1-4)-2 降水量 ウアラム (1951~1986年)

Station: OUALLAM

Pluviométrie mensuelle et manuelle en mm: Période 1951 - 1986

Mois Années	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC	Total annuel
1951	0	0	9.0	0	18.0	69.0	90.0	136.0	36.0	28.0	0	0	384.0
1952	0	0	0	3.0	35.0	27.4	162.8	249.1	125.2	9.5	0	0	611.0
1953	0	0	0	0	130.5	189.8	178.9	125.0	73.0	0	0	0	697.2
1954	0	0	0	0	118.0	40.3	218.5	148.6	28.1	7.0	0	0	558.5
1955	0	0	0	0	7.1	63.6	198.4	142.4	82.0	0	0	0	488.5
1956	0	0	0	0	15.8	61.0	192.5	258.5	21.8	17.3	0	0	567.3
1957	0	0	0	2.0	25.7	47.5	179.6	220.8	87.2	25.9	0	0	588.7
1958	0	0	0	1.0	1.0	28.2	201.6	148.0	96.2	0	0	0	476.0
1959	0	0	0	0	0	24.2	104.6	402.3	66.5	0	0	0	649.8
1960	0	0	26.5	0	9.3	16.7	88.4	151.9	88.1	12.3	0	0	393.2
1961	0	0	0	2.0	0	18.0	117.0	208.8	93.7	0	0	0	439.3
1962	0	0	0	0	29.8	30.7	285.3	200.0	10.2	3.5	16.0	0	575.5
1963	0	0	0	6.0	43.5	145.5	67.0	143.0	38.2	59.0	0	0	502.2
1964	0	0	2.0	20.5	37.0	57.5	129.0	251.0	56.0	0	0	0	553.0
1965	0	0	0	0.5	101.8	174.8	165.0	176.9	0	0	0	0	619.0
1966	0	0	1.0	8.0	96.0	100.0	122.0	261.2	103.5	7.5	0	0	699.2
1967	0	0	TR	TR	8.7	36.0	149.0	244.6	118.0	8.0	0	TR	564.3
1968	0	0	0	25.0	25.0	38.0	111.0	94.0	48.0	0	0	0	340.0
1969	0	0	0	0	3.0	76.0	65.8	115.0	48.2	26.2	0	0	334.2
1970	0	0	0	0	38.5	10.0	152.5	75.5	76.5	0	0	0	353.0
1971	0	0	0	0	4.0	83.5	63.0	168.5	63.5	11.5	0	0	394.0
1972	0	0	0	0	21.5	34.1	144.0	84.5	28.5	99.5	0	0	352.1
1973	0	0	0	0	1.0	41.5	103.0	124.5	17.5	2.0	0	0	289.5
1974	0	0	0	0	2.5	42.0	117.0	175.5	53.5	2.0	0	0	392.5
1975	0	0	0	5.0	1.0	32.5	119.5	149.0	42.5	0	0	0	349.5
1976	0	0	0	0	47.5	32.5	57.5	59.0	101.5	59.0	0	0	360.0
1977	0	0	0	0	17.0	29.0	79.5	162.5	103.0	2.0	0	0	393.0
1978	0	0	19.0	54.5	12.0	42.0	172.6	103.2	87.6	14.5	0	0	505.3
1979	0	0	0	0	9.5	85.0	84.0	139.0	67.5	8.5	0	0	393.5
1980	0	0	0	0	0	28.0	144.5	212.3	62.7	0.2	0	0	427.7
1981	0	0	0	0.3	47.6	47.7	72.7	61.0	60.8	0	0	0	290.1
1982	0	0	0	0	4.3	16.5	44.0	115.0	16.7	24.1	0	0	222.6
1983	0	0	0	0	4.2	81.0	66.2	115.6	49.2	0	0	0	316.2
1984	0	0	0	0	33.3	43.8	22.3	48.7	12.5	0	0	0	160.6
1985	0	0	0	0	1.0	0.8	100.0	117.1	52.8	0	0	0	271.7
1986	0	0	0	8.2	1.1	30.6	76.3	104.3	108.2	0	0	0	320.7

(出所 : DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE)

表4-1-4)-3 降水量 ティラベリ(1976~1985年)

Station de Tillabéry Période 1976 - 1985

Mois Années	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC	Total annuel
1976				0.1	55.2	17.7	120.3	103.5	104.9	130.8			532.6
1977				0	13.4	62.8	127.3	125.4	73.8	0.2			402.9
1978			22.8	20.7	29.1	78.6	185.1	107.7	63.7	6.8			514.5
1979			0	7.3	18.9	85.2	124.8	137.7	72.3	39.3			485.5
1980				1.3	0.4	48.6	196.4	217.3	25.9	0			489.9
1981				2.3	20.5	10.3	44.4	61.3	111.5	0			250.3
1982			1.6		8.9	32.7	103.9	123.4	0.4	6.0			276.3
1983					0.1	82.0	83.0	113.7	30.8	19.8			329.4
1984					42.6	13.3	49.3	46.1	211.8				363.1
1985						21.4	109.0	89.9	28.3				248.6
TOTAUX MOYENNES			24.4	31.7	189.1	452.6	1143.5	1126.0	723.4	202.9			3893.7
			2.4	3.2	18.9	45.3	114.4	112.6	72.3	20.3			389.4
NORMALE (Moyenne 1931 - 1960)	0	1.0	2.0	1.4	17.9	55.4	131.9	203.3	85.6	10.8	0.2	0	509.5

表4-1-4)-4 蒸発量 ティラベリ(1976~1985年)

Direction de la Météorologie
Nationale

Evaporation mensuelle (en mm) - Piche

Station de Tillabéry Période 1976 - 1985

Exploitation Météorologique

Mois Années	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
1986	305.4	302.6	377.0	351.2	278.8	238.5	152.2	133.9	142.7	156.5	271.0	302.0
1977	336.9	365.6	452.8	427.0	318.0	270.8	163.9	134.9	146.7	270.0	321.0	312.0
1978	324.0	336.0	342.0	300.0	293.0	214.0	167.0	132.0	145.0	209.0	298.0	305.0
1979	311.3	288.4	368.0	385.7	273.6	188.1	168.3	147.9	144.4	215.0	251.5	255.9
1980	273.1	293.1	347.7	275.1	292.4	195.4	128.8	92.6	149.3	209.4	238.1	249.8
1981	236.8	271.1	313.4	334.4	268.7	253.1	165.3	142.8	132.0	237.8	283.4	261.0
1982	243.8	247.1	320.5	293.0	265.8	220.6	190.1	100.7	182.6	207.2	263.3	248.4
1983	282.8	305.7	372.1	371.2	324.3	212.8	175.6	130.4	173.4	289.7	267.4	258.7
1984	241.3	270.4	347.4	307.0	312.4	232.5	201.7	193.8	167.1	225.3	257.0	257.4
1985	270.1	304.8	345.2	367.0	319.8	284.2	185.2	127.4	127.0	268.8	265.5	241.0

表 4-1-4)-5 月別平均風速 ティラベリ(1976~1981年)

DIRECTION DE LA METEOROLOGIE
NATIONALE
EXPLOITATION METEOROLOGIQUE

Vitesse moyenne mensuelle du vent (en m/s)
Station de Tillabéry Période 1976 - 1985

Mois Années	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
1976	2.5	2.6	2.9	2.1	2.3	2.6	1.7	1.5	1.6	0.9	0.8	1.5
1977	2.6	3.2	3.0	2.0	2.0	2.8	2.3	2.2	1.0	1.1	1.9	2.5
1978	2.6	2.4	2.0	2.5	2.8	3.0	2.7	2.1	1.8	1.9	3.0	3.3
1979	3.8	4.3	4.2	4.1	4.2	3.5	2.8	1.8	1.4	1.4	1.4	2.4
1980	2.1	2.2	2.6	2.0	2.9	2.9	2.2	1.4	1.2	1.1	1.3	1.9
1981	2.2	2.4	1.8	2.1	2.7	3.1	3.1	2.2	2.1	1.5	2.8	2.3
1982	2.5	2.2	2.3	1.5	1.8	2.1	2.6	2.0	1.8	1.3	2.0	1.7
1983	3.5	2.3	2.0	2.4	2.6	2.7	2.6	1.6	1.7	2.1	1.6	1.5
1984	2.2	2.3	1.5	1.6	2.1	2.4	2.4	2.3	2.0	1.5	1.6	2.6
1985	2.5	3.5	3.3	1.9	2.1	2.9	2.7	2.1	1.8	1.7	1.8	2.4
TOTAUX	26.5	27.4	25.6	22.2	25.5	28.0	25.1	19.2	16.4	14.5	18.2	22.1
MOYENNES	2.7	2.7	2.6	2.2	2.6	2.8	2.5	1.9	1.6	1.5	1.8	2.2

表 4-1-4)-6 最高相対湿度 ティラベリ(1979~1986年)

Direction de la Météorologie
Nationale
Exploitation Météorologique

Humidité Relative Maximale en %
Station de Tillabéry Période 1979 - 1986

Mois Années	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
1979	34	56	39	40	68	84	89	91	89	79	66	45
1980	46	50	41	51	62	80	89	93	85	74	58	46
1981	38	31	36	46	68	72	84	86	86	73	37	46
1982	46	44	46	48	62	72	82	94	84	70	51	49
1983	34	38	30	38	53	75	84	92	84	55	52	46
1984	35	35	36	45	60	74	77	77	85	66	49	35
1985	37	24	30	29	51	62	81	86	83	57	49	41
1986	44	30	39	47	57	72	83	88	90			

表 4-1-4)-7 最小相対湿度 ティラベリ(1979~1986年)

出典: Direction de la Météorologie
Nationale
Exploitation Météorologique

Humidité Relative Minimale en %
Station de Tillabéry Période 1979 - 1986

Mois Années	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
1979	18	16	13	11	30	43	52	53	46	29	19	21
1980	19	19	14	18	25	37	50	56	37	24	16	17
1981	14	9	8	16	28	27	42	44	40	18	15	11
1982	15	17	23	15	24	32	37	56	33	30	17	19
1983	18	15	13	15	21	33	44	53	39	18	15	15
1984	14	12	9	14	24	34	35	36	40	23	13	14
1985	12	7	10	9	18	26	40	43	39	16	15	16
1986	19	12	13	15	25	38	43	47	46			

表 4-1-4)-8 太陽副射エネルギー ティラベリ(1979~1986年)

Direction de la Météorologie
Nationale
Exploitation Météorologique

Insolation mensuelle en Heure et 1/10
Station de Tillabéry Période 1979 - 1986

Mois Années	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
1979	306.6	294.1	259.7	295.8	238.5	247.4	233.1	279.7	865.1	285.8	281.8	292.3
1980	292.6	247.9	313.1	293.0	283.5	195.6	248.0	258.0	304.1	264.4	287.9	289.4
1981	312.1	263.8	271.6	260.8	293.2	307.9	269.6	278.8	274.7	308.6	276.9	301.6
1982	306.8	246.4	219.0	245.7	267.9	252.8	266.9	236.2	251.2	261.6	276.1	275.7
1983	269.1	258.7	271.5	252.6	250.1	225.3	248.0	266.3	260.2	285.8	289.7	278.2
1984	261.8	264.6	264.1	237.5	233.5	225.7	247.1	251.6	200.8	230.4	254.6	218.0
1985	233.6	174.9	178.5	193.8	272.7	207.7	234.4	246.0	239.6	270.9	304.6	262.4
1986	287.9	282.3	238.3	260.6	274.1	252.7	229.5	251.1	248.2	286.3	273.7	

本地域では、恒久的な河川は見られず、平原に降った雨が盆地状の所に集まり雨期にだけ川を形成するワジが存在しているのみである。本地域では、代表的なものとしてBani BangouからDaouda Bangou、TuizegorouからSaman、MangaizeからBoukandaに至る3本のワジ状の盆地が南北に分布しており、北から南にかけて地形勾配1/300で推移している。本地域の大半の村落は、これらのワジ周辺に形成され、雨期に涵養された地下水の利用や池の利用を行っている。

(2) 池

本地域には、Bani Bangou、Tuizegorou、Anantondiなど数多くの池が存在しているが、Bani Bangouに見られる恒久的な池は数ヶ所存在するのみである。大半の池は雨期の降雨により形成され、ワジの一段低い窪地に水が溜ったもので、雨期終了後3~6ヶ月存在する一時的なものである。これらの池は水深2~3m程度であり、水のほとんどは、蒸発により消滅している。

池の保全は住民の生活上最っとも重要であるため、動物による汚染防止などを目的として、池の周囲を金網で囲んでいる。また砂漠化防止の一環として外国の援助等により飛砂による池の埋ぼつを防止するため、ユーカリ、アカシアなどの乾燥に強い樹種を防風林とする植林計画がTuizegorouなどで進行中である。

4-2 水利用および水利施設の現況

恒久的な河川がなく典型的な乾燥地帯である本地域の水利用は、飲料水等の確保のための井戸利用や雨期における天水農業、乾期における地下水・池などを利用したかんがい農業などがある。

1) 飲雑用水

飲雑水の確保は、村落成立の重要要件となっており、本地域では、地下水依存型の井戸と池周辺に井戸を掘った池依存型の井戸の用水確保に大別できる。これらの井戸の中には、手押しポンプが設置された深さ30m以上の飲料水専用のもも存在するが、一般には、20~30m程度の浅井戸で、手汲みで水を汲み上げており、乾期には、かんがい用井戸を兼ねるものが多い。これらの井戸は、図4-2-1に示めすOFEDDES型の浅井戸が多く、従来使われてきた伝統的井戸が手掘りのため、土砂の崩壊や、土砂の流入による埋ぼつ、掘削深度不足からの水涸れ、水質汚染などの支在では経済的でなく、非現実的なものと思われる。本地域のかんがいは、パールミレットなどの雨期作の収穫後、労働力に余裕が出る乾期の12月頃に栽培が開始される野菜作（ジャガイモ、トマト、レタス、カボチャ、スイカ、ピーマン、ニンジン等）が中心である。

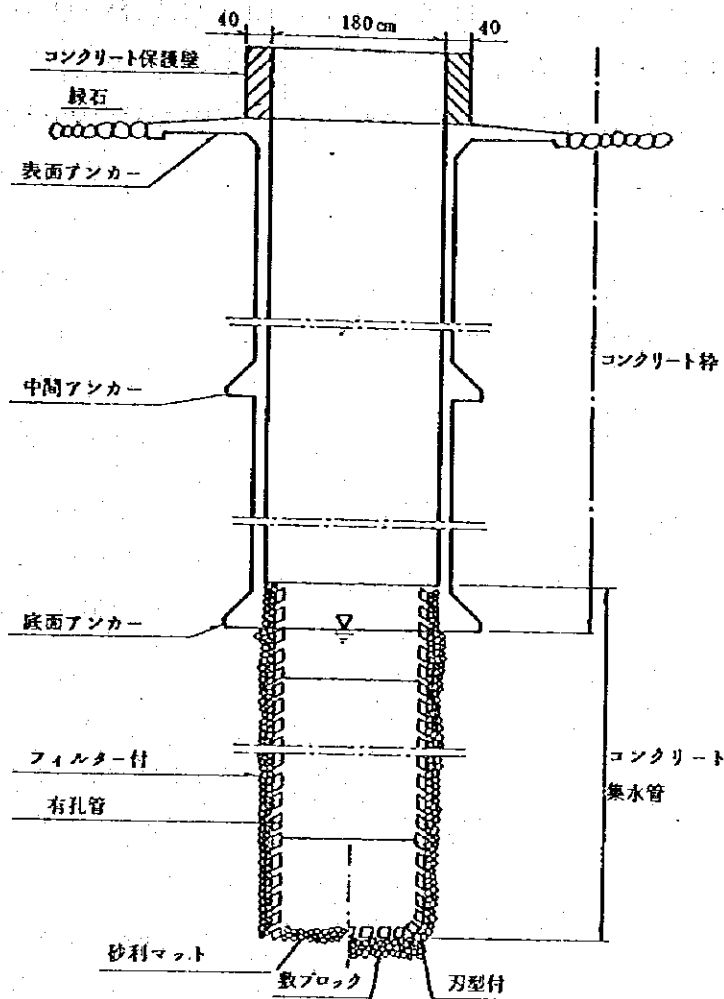


図4-2-1 OFEDES型の浅井戸

このかんがいは、飲雑用水と同様に地下水依存型の井戸や池に依存した井戸から行われるものと、池の周辺で池から直接取水し池によっては、一年を通してジャガイモなどの栽培が可能となって障をきたしており、1963年以後、本地域での井戸掘削は、OFEDES型で行われている。

2) かんがい用水

本地域は、6～9月の雨期と10～5月の乾期に分かれており、雨期には天水によるパールミレット栽培を中心とした農業を行っている。パールミレット増産のための雨期及び乾期のかんがいは、効果が大きいと思われるが、かんがい規模が大きく、例えば、ニジェール河からの導水などの大規模な計画となり、現いる所もある。乾期の労働力の吸収並びに農作物の増産等を計るためには、地下水の涵養、池の開発及び、これらの水資源の確保を直接行う施設としての井戸等の整備が一段と重要となっている。

3) 各国の援助

水利用施設の援助は、OFEDES型井戸に見られるよう伝統的井戸を近代化する計画がFEDの援助で行われており、その他各国の数多くの援助が進行中である。以下に示めす。(ニジェール共和国プロジェクト形成基礎調査団報告書(ウアラム郡農村開発計画概要書) P37~38から参照した。)

参 考

● 実施中の関係プロジェクト

同地区におけるすでに実施しているプロジェクトは次の通り。

① ウアラム地区における 100本の井戸の近代化計画

i) ウアラム地区に点在する井戸をコンクリートで周辺を固め、水を野菜畑、植林苗育苗等に利用する事業で委員会を作り井戸管理をさせることを目的としている。

ii) 事業実施は水利環境省で行う。なおこの計画はF. E. D (E E C) の援助で行われている。

② サルガン村における浅井戸計画

井戸12本で8 haの野菜畑をかんがいする。

USAIDの援助で実施した。

③ ゲッセ村における浅井戸計画

井戸16本で9 haの野菜畑のかんがいをカバー。

GT2、UNICEFの援助

④ ワデイバングウ沼の漁栽培プロジェクト

沼で魚を育て食糧とする。(生産向上プロジェクト)

USAIDによる網、舟の援助

⑤ タマシェック村における浅井戸計画

井戸14本で4 haの野菜畑をかんがい。

カリタス (NGO) による協力

また分野別協力は次のとおりである。

ウアラム郡における主な開発プロジェクト

〈農 業〉

ニジェール/OMS/UNICEF共同プロジェクト；乾期の野菜栽培用水と飲料水の確保及び改良型フェンス (キニベイ、N Gaba 村井戸等)

ウアラム北部プロジェクト (カリタス) ；パニ・バンゲー小区に属する24村の野菜栽培用水と村民用井戸の設置及び野菜種子の配布

ニアメ生産性プロジェクト (PPN) ；シミリ、トンディ・キウインディの2カ所の技術改善センター (CPT) を村民育成センター (CVF) として村民教育を実施し、また野菜圃場の確保の援助

グセプロジェクト (UNICEF) ；18村の乾期圃場における普及プロジェクト (グセを中心とした池、トルコバエのフェンス、ファンド、バンダの村林、ファンナカ、コイラの井戸)

ニジェール共和国福音教会 (EERN) ；食糧援助、物資援助、排水用モーター設置

(アミルガンダ)、穀物店(アミルガンダ、サルカダムナ)、野菜畑
創設(バルドゥガ、アミルガンダ、トルコバエ)

アンテナ INRAN ; 農業気象の基礎的データ収集

〈森 林〉

FEDプロジェクト ; フェンス資材の供給(ウアラム20ha、ウェディ・バンガー16ha)

IDA森林プロジェクト ; 砂丘の固定化のため植林事業とそのミニ苗床の設置(ブレ12ha、
ディゼゴル56ha、アグダ・フォガ12ha)

ニジェール/OMS/UNICEF共同プロジェクト ; 乾期かんがい圃場の生け垣、防風
林の設置(5カ村)

グセ・プロジェクト(UNICEF) ; 生け垣、村林の設置、(18村、グセ、トルコバエ、
ファンドウ、バンダ等)

臨時植林計画 ; 乾期かんがい圃場にミニ苗床設置(10カ所)

ニアメ生産性プロジェクト(PPN) ; ミニ苗床設置(シミリ、トンディ、キウインディ)
及び魚の放流(アダムス、ウェディ、バングウの沼)

ウアラム北部プロジェクト(カリタス) ; 井戸の確保による生け垣と植林計画(スーマト、
ガルベ、ムンドゥク、バゼゼイラ、カベバンガー、INEKAR、シ
ナゴデル)

〈畜 産〉

ウアラム北部プロジェクト(カリタス) ; 純血鶏、赤毛山羊の肥育

ニアメ生産性プロジェクト(PPN) ; 羊の肥育

管区団体予算 ; 200頭の羊の投資

牧畜復興計画 ; 600頭の羊と 330頭の山羊の投資

〈水資源開発〉

実施中

BIDプロジェクト(イスラム開発銀行) ; ウアラム郡内74の作孔とポンプ設置伝統的
井戸 100の改修計画(FEDの融資) ; 100カ所の井戸改修

サウジアラビア計画(サウジアラビア王国の融資) ; 105カ所の井戸建設

CEAD計画 ; 50の作孔とポンプの設置

予 定

ALG水源(オーソリティ・オブ・リブタコ・グルマ) ; 10カ所の井戸(ニアメ、ドソ
県で 330の作孔と 140の井戸建設)

協定委員会(Conseil de l'Entente)フェーズII ; ニアメ、ドソ県で 400の作孔

4-3 農業基盤整備の現況

ウアラム地区における農業基盤整備の現況は、ほとんどのものが小規模かつ低水準の整備状況にある。

1) 乾期作の圃場

乾期の農業は、雨期作のパールミレットを栽培している圃場とは別に、村落の共有地となっている井戸のある場所で行われる。これは、井戸又は井戸水がこのような地域では、大変貴重なものであり、かつ、井戸掘削などが、外国の援助を借りながらも村落全員の人手や費用負担が行われているなどによるためである。この共有地は、雨期には利用されず野原となっているが、乾期の12月には、1区画 0.5 a 程度を枯木や草などを使った柵で囲い込んだ小規模な区画の圃場を作り、野菜などを栽培しはじめる。一家族に配分される圃場は、その家族の労働力並びに意欲に応じて配分されており、平均的には、一家族当たり3~4圃場、約1.5 a~2 a程度の耕作面積である。これらの耕作地に対するかんがい、見るべき施設がなく、井戸等から汲み上げた水を人力で運び手撒きによるかんがい方式で行われている。このため現地では、水を運ぶなどの労働の点から25 aの圃場当たり1本の井戸が理想的な基準となっている。しかし、25 a 当たり1本では、相互の井戸が近すぎて互いに干渉し合い揚水量に影響していると思われる。

2) 池周辺でのかんがい

池の周辺には、前記したように金網による池の保全や防風林が植えられているのみで、池から水を汲み上げる施設や耕地へ導水する水路などのかんがい施設は見あたらない。

この池の周辺では、池の周りの地下水位が一段と高い事を利用して野菜などが、栽培されている。このため、耕作適地は限られており、池から数十mの範囲の所でしか耕作がされておらず、いずれも小区画の圃場となっている。

3) 道路の整備

首都ニアメから本地区の郡都であるウアラムを通過してトンディクインディまでの110kmの道路は、主要道路の部類(第2種幹線)に含まれよく保全などの整備がされている。またトンディクインディからツイゼゴルーを通過してバニバンゲーまで行く120kmの道路に見られる主要村落を連絡する幹線道路は、現況の利用状況から判断して比較的整備されていると思われる。この幹線道路には、雨期の降雨が道路を横ぎって流下するよう道路を掘り下げた横断Iがワジ周辺に設けられており、高速の通過を困難とする所もある。調査中、この様な所に横断暗さよIの工事が行われているのが見うけられた。今後、本地域の振興を推進するものの一つとして、道路の主要性が増してくると思われる。

また、村落周辺の耕作道路は、未整備ながらも、現況の営農水準のもとでは、十分と思われるが、その詳細をさらに調査する必要があると思われる。

4) その他

食糧や肥料などを保管する倉庫については、FAO等の援助により行われているが、農業振興に伴って、肥料などの生産材や農産物が増加する為、今後、倉庫の必要性は増すと思われる。

また本地域の畜産は、依然移動部族の主な仕事であるが、1984年のウアラム郡における家畜保有数は、牛34千頭、羊70千頭、やぎ30千頭であり、この地域の重要な産業の1つである。このため牧草地、牧畜用井戸、屠殺場等のインフラについても今後整備を図って行かなければならないと思われる。

雨期における村落内の排水が問題となっている村落も一部見受けられ、石積みによる簡易な排水工事が行われていた。生活改善の上からも、これらの対策を検討する必要があると思われる。

4-4 基本的な考慮事項等

1) 各種関係資料

気象、水理地質および地形図関係については以下のとおりである。

(1) 気象データ

DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE (ニアメ) で入手可能である。

観測項目…気温、雨量、蒸発量、湿度、風速、太陽副射エネルギー

観測期間…観測地点により異なるが、ウアラム測候所の降水量データは、1951年から現在まで。

なお、本地域内での気象観測は、ウアラムとマンガジの2ヶ所のみで行なわれており、しかも、観測項目が少なく、また観測期間が短いため、ティラベリなどの周辺の観測データを参考とする必要がある。また、池の貯水可能量算定等には、現地で降雨量、水才量などの実測も場合により必要と思われる。

(2) 水理地質データ

ニジェール国水理環境省及びフランス国 Institut Geographique National、ニジェール国地質鉱物調査所等により入手可能である。

項目…地質図、ボーリングデータ、揚水試験データ、深井戸リスト等

なお、これらのデータ使用に当っては、十分な検証が必要であると考えられる。また必要ならば、試掘井戸、ボーリング等の調査を実施するのが望ましい。

(3) 地形図

フランス国 Institut Geographique National (パリ及びニジェール国ニアメ) で入手可能。

項目…1/1,000,000、1/500,000、1/200,000の地形図、航空写真プリント、スポット衛星データ等

2) 本格調査実施にあたり考慮すべき事項

(1) 地質地下水関係

地下水は通常、涵養、流動、流出（揚水）の過程で循環しており、自然のバランスを保っている。このような水文循環は少量の揚水であれば、その影響を吸収してしまう余裕をもっているが、ある限度を越すと自然のバランスを崩す。つまり地下水の補給量を上まわる大量揚水は、長時間後には地下水の枯渇とそれに伴う各種の障害をもたらす。

このため継続して地下水利用ができる限度を調べることが必要である。このために必要なフローチャートを図-3に示す。

図3は、披圧地下水盆を例にとった地下水盆管理計画の手順を示した流れ図である。この流れにそって、地下水盆管理の手順の概略を説明しておく。

a) 管理計画の目標の設定

まず、管理対象地域、開発、保全の目的、目的達成までの期間などの計画目標を設定する。調査精度もこれによってきまる。

b) 地下水盆管理地域の範囲の限定

地下水盆管理の基礎となる水収支を検討するため、水収支区の範囲を限定する。水収支区の範囲は原則として地下水盆の範囲をとることがのぞましい。この段階の調査には、地質学の知識が有効な働きをする。この段階で、適応する地下水盆の水収支モデルの大綱がきまるのが普通である。

c) 水収支期間の選定

水収支計算のための時間を刻む幅は、最終的には、計画目標、資料の精度、地下水盆および水収支モデル、水収支計算から生ずる誤差などを決定する。一応の目安としては、経年変化が問題となる場合には水文年単位、農業用水や冷暖房用水などのように、季節的に使用量の変化が問題となるところでは、月または旬単位とする。検討に必要な過去の観測資料の集積期間は、水収支計算単位時間が水文年単位のと看で過去約10年間、月または旬単位のと看で過去1～2年間の月または旬別の資料が完備されるのがのぞましい。

d) 既存井戸資料の収集

できるかぎり既存の関連資料を収集することがのぞまれる。そのなかでも井戸資料は重点的に収集する必要がある。最近では、いろいろな機関で既存井戸資料の収集整理がおこなわれており、その活用がのぞまれる。そのような資料が整理されていない場合には、

① 地質柱状記録、② 揚水量記録、③ 水位記録、④ 揚水量試験記録を主体として収集する。表1. 1は、そのための調査票の一例を示したものであるが、集計の便を考てコード化されている。

e) 既存井戸による観測・試験

精度の高い水位記録は、水収支計算の精度を高めるためには、ぜひ必要である。そのた

めには、既設井戸や湧泉などの水露頭を利用して、いっせい、および長期の測水をおこなう。場合によっては、既設井戸を利用して揚水試験をおこなうことがのぞましい。地下水盆管理には水収支論的な量的な観点とともに、水質の面からの検討も必要である。観測、試験項目のなかに水質試験もあわせておこなうよう配慮することがのぞましい。

f) 試験井戸の設置と観測

一般に、既設井戸の資料だけでは十分な情報を得ることができないので、必要に応じて試験井戸を設置する。その規模、位置、本数、試験項目については、調査目的を考慮して、おもに地質学的な判断によってきめる。

g) 各パラメータの抽出

前述の資料および試験結果から、各種のパラメータを抽出する。パラメータは、採用する水収支モデルによっても多少の相違がある。一般に、① 帯水層係数、② 過去の水位変動、③ 初期水位（水収支計算を開始する時点の水位）、④ 過去の揚水量実績、⑤ 地下水盆の形状、領域区分、⑥ 帯水層単元の区分、⑦ 境界条件などである。これらの抽出、整理の方法も、採用される水収支モデルによって異なる。

h) 水収支テスト計算（内挿検定）

求められたパラメータ群を水収支モデルに代入して試算をおこなう。具体的な作業としては、計算で求められた地下水水位の変化、地盤沈下速度、水質の変化などの地下水盆モデルからの応答が、実際の数値と対応するかを過去にさかのぼって検討する。

両者が一致しない場合は、比較的精度の低いパラメータ（一般に帯水層係数、境界条件、揚水量など）を補正し、両者が一致した段階で水収支モデルの内挿検定を終了する。それでも一致しないときには、モデルそのものの再検討が必要である。検定には、地下水に含まれるトリチウム濃度やラドン濃度、地表水あるいは不圧地下水の水収支の検討によって裏付けされた、被圧帯水層系へのかん養実績量も使用される。

内挿検定の段階で、適当にパラメータ群を組み合わせて、結果のみでつじつまをあわせてしまうのは、自然に対する認識の過程を無視した方法で、発展性のないやり方である。

i) 水収支の将来予測

内挿検定を終了した地下水盆モデルに、いろいろな条件を勘案した将来揚水計画案を代入し、モデルの動態を観察する。将来揚水計画案としては、大別して、揚水を計画的に規制する場合と、人工地下水によってかん養を人為的に促進する場合とが考えられる。

j) 管理計画案の評価と採用

どの将来揚水計画案が好ましいか、その判断の基準となるものは、許容揚水量に代表される許容の概念である。この許容量の決定には、行政的な目標基準としての、多分に社会的な要素がからんでくる。

k) 計画の実施

以上の手順をふんで決定された計画の実施にあたっては、技術的な問題にかぎらず、社会経済的な問題、さらには法制上の問題がからんでくる。それ以上に、いずれも問題が地域住民の生活に直接かかわるだけに、広範にわたる意見が計画に反映されなければならない。問題の所在を明確にし、その内容を具体的に明示して、住民の理解と協力がえられなにかぎり、この種の計画は成立しない。水収支シミュレーションの精度の向上によって求められる具体的な応答は、住民のコンセンサスをえるための一助になると思われる。

実施の段階に入っても、計画が予定どおり進行しているかどうかの検討が必要である。そのためのモニタリング・システムの完備が求められる。

以上の手順は、あくまでも一般論として述べたものであり、この実行については、地域の条件に対応して、多分に弾力的に考えた方がよい。

以上述べたことは、長期的にみれば必要欠くべからざることであるが、当面短期的に農村復興計画に必要な地下水開発の方法を述べる。開発対象はコンチネンタル・ターミナル層とする。図-4にこのためのフローチャートを示した。この図は、地下水盆全体としての許容揚水量に対しては考慮してなく、地下水の開発量は毎年の地下水かん養量に比して小量であると仮定してある。この流れにそって概略を説明する。

a) 開発計画の目標の設定

開発対象地域、開発の目的、目的達成の期間などの計画目標の設定

b) 地下水盆管理地域の範囲の限定

地下水盆の範囲は必然的にウアラム郡全域に限られる。

c) 地質踏査、既存地質資料の収集整理

これらにより帯水層となるコンチネンタル・ターミナル層の地下への広がりを見積る。

d) 既存地下水調査資料

できるかぎり既存の関連資料を収集することが望まれる。そのなかでも井戸資料は重点的に収集する必要がある。そのような資料が整理されていない場合には、① 地質柱状記録 ② 揚水量記録、③ 水伝記録、④ 揚水試験記録を主体に収集する。

e) 物理探査

既存資料収集、試掘井だけでは地区全体の帯水層の広がりを精度高く推定するのは困難なため、砂漠地帯で有効な物理探査が必要である。種々の方法が考えられるが、電気探査は接地抵抗が高すぎて実施に手間がかかりすぎ、EM法のような電磁気探査が有効と思われる。

f) 既存井戸による観測・試験

精度の高い水伝記録が必要である。そのためには既設井戸や湧泉などの水露頭を利用して一斉および長期の測水を行う。また量的な観点とともに、水質の面からの検討も必要である。観測、試験項目のなかに水質試験もあわせて行うことが望ましい。

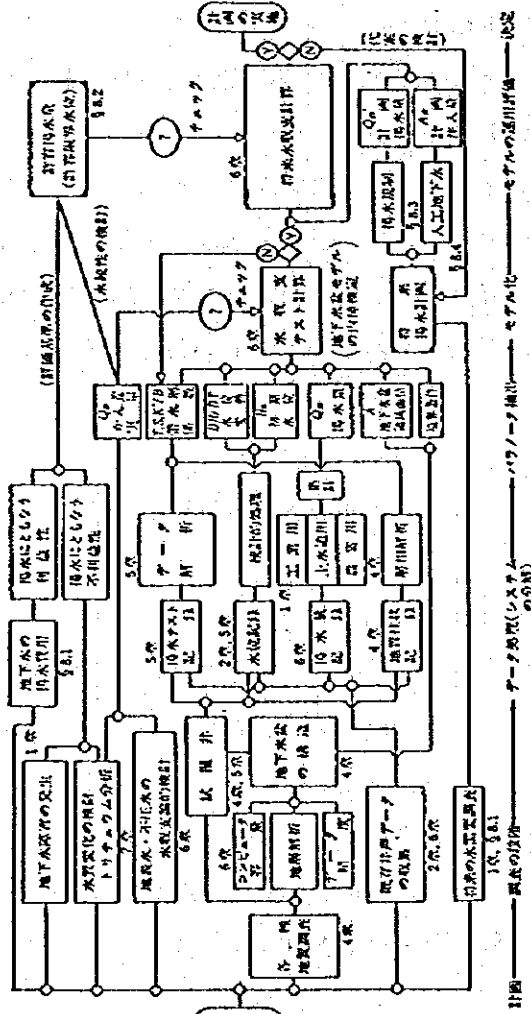
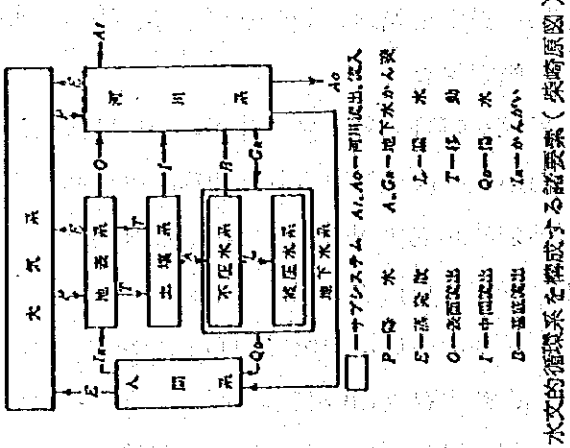


図-3 被圧地下水管理計画の手順を示す流れ図



水文の循環系を構成する諸要素（柴崎原図）

g) 試験井戸の設置と観測

当地区は浅井戸が大部分で、既設井戸の資料だけでは十分な情報を得ることができないので、必要に応じて試験井戸を設置する。その規模、位置、本数、試験項目については、おもに地質学的な判断によってきめる。その深度はなるべく帯水層全体を代表するようにする。揚水テストにより、帯水層定数、限界揚水量等の把握を行なう。

h) 以上述べた項目により、帯水層の分布、精度の高い地下水盆の構造を推定する。

i) 地下水賦存量

各種調査項目を総合判断して、地下水賦存量の推定をする。経済的条件、社会的条件も考慮して、地下水開発可能量の推定を行なう。

j) 計画の実施

計画の実施にあたっては技術的な問題にかぎらず、社会経済的な問題、さらには法制上の問題がからんでくる。それ以上にいずれも問題が地域住民の生活に直接かかわるだけに広範にわたる意見が計画に交映されなければならない。また実施の段階に入っても計画が予定通り進行しているかどうかの検討が必要であり、そのための地下水位経時観測等のモニタリング・システムの完備が望まれる。以上の手順はあくまでも地下水盆全体としての水収支から導かれる許容揚水量を考慮してなく、短期的な場合にだけ適用され、長期的には水収支を精度良く行ない許容揚水量を決定する必要がある。

(2) 水源計画

本地域は、降雨量よりも蒸発量が数倍もある乾燥地帯であり、雨期に一年間の降雨のほとんどが集中し、乾期には河川の流水が見られない。このため、雨期の降雨による地下涵養とワジの一部の池の形成が本地域の重要な水源となる。

本地域の水源計画を策定するに当たって、井戸による地下水利用と池の利用を合理的かつ効果的に計画する必要がある。このためには、水の利用状況、降雨状況、地質地下水に関する調査等を詳細に実施することが重要である。以下に留意点及び技術的検討事項を示す。(なお(1)の地質地下水関係と重複する部分を除く。)

① 本地域の水源開発は、地下水の開発と池の開発がある。また地下水の開発では、飲料用とかがい用では、井戸の深さ、大きさ、ポンプの有無などの計画策定におのずと相違がある。

② ニジェール国では、現在OFEDDES型井戸が主流であるが、かならずしもOFEDDES型井戸が良い場合ばかりではないと思われる。特に25 a 当り1本の井戸を理想とする井戸開発は、相互の井戸が干渉し合って、揚水量に影響する。これを解決するため、掘削深くし、井戸の間隔を広くとる場合OFEDDES型では、掘削深の限度が100mとなっており対応が不可能な場合もあり、井戸の形式についての検討が必要である。

③ 本地域の池は、一般に雨期終了後3～5ヶ月で消滅してしまうが、存続期間の延長と利用可能用水の増大に関する方策を検討する。

④ その方策の1つに、池の嵩上げ案が考えられる。

具体的調査項目は、リモートセンシングによる、池の位置、水面面積及び水面の時系列的変化などの確認、降雨や集水面積から流出量の計算などの水才学的解析、嵩上げのための地形測量の実施等があげられる。

⑤ 池の嵩上げの場合、堤体材料の検討、洪水吐の規模の算定が重要となってくる。

また、貯留量の増加のための池の掘り下げや、築定材料の河床からの確保は、漏水の原因となると思われるため施工計画に注意を払う必要がある。

⑥ 水源計画を立てるには、流域面積、降雨量、地形地質等池のハードに関する詳細な調査が必要であるとともに、水源を利用する側の調査、例えば他の要素により制限される定住人口等のソフトに関する調査も重要である。

(3) 圃場段階における水利用計画

深井戸や池の開発は、かんがい耕作地の拡大と井戸や池からの水の汲み上げや水の運搬距離が長くなるなど、従来の人力で行っていた方式そのままであると労働強化を伴い、部分的には耕作不能の耕地が出来、放棄される所も出て来ると思われる。そのため揚水方式を含めた合理的で経済的なかんがい方式の導入を検討する必要がある。(風車、竜骨車、パイプラインによるドリップかんがい等。)

(4) 保全対策

動物による汚染防止、飛砂などによる埋ぼつから池や井戸を守る金網、防風林等の保全対策は、本地域のような砂漠化の進行している地域の開発には、かかせないものである。

(5) その他提言

本地域には、ため池の新設を中心とした農村開発計画が策定できる良好な開発可能地が存在しており、新規開発農村の構想が提言できると思われる。

参 考 文 献

- 国際協力事業団、ニジェールプロジェクト形成基礎調査団報告書（I）、1987
- 国際協力事業団、ニジェール共和国プロジェクト形成基礎調査団報告書（ウアラム郡農村開発計画概要書）、1987
- 国際協力事業団、地下水開発計画基本設計調査報告書、1981
- GREIGERT, J. et POUGNET, R., Essai de description des formations géologiques de la République du Niger, Paris, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 1967
- MARGAT, J. Aquifère du Continental intercalaire du bassin sédimentaire du Niger (Mali, Niger, Nigeria), hydrogéologie géologie de l'ingénieur, SECTION III No 2 - 1982
- GREIGERT, J., Description des formations crétacées et tertiaires du bassin des Iullemeden, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 1966
- ピエール・ドナン、フランソワ・ランクルノン、小堀巖訳、ニジェール、文庫クセジュ、白水社、1987年
- Comité interafricain d'études hydrauliques, Carte de planification des ressources en eau souterraine, B. R. G. M., 1976
- ウアラム東部の浅井戸資料 29井
- 水収支研究グループ、柴崎達雄編、地下水盆の管理〔理論と実際〕、東海大学出版会、1975
- 水収支研究グループ、地下水資源学、共立出版、1973
- 村落水理計画 - イスラム開発銀行 (B. I. D)
- プロジェクト活動報告書
- ニジェール共和国水理環境省水理基礎工事課 1986年1月21日～5月31日 (和訳)

地 図

Institut Géographique National

NIAMEY,	ND-31,	1 / 1000000
OUALLAM,	ND-31-XV	1 / 200000
MENAKA,	ND-31-XXI	1 / 200000
TILLABERI,	ND-31-XIV	1 / 200000
IN-DELI MAN,	ND-31-XX	1 / 200000