

3.2 自然条件

3.2.1 地理・地形

セネガル共和国は、西の大西洋に向かって緩らかな起伏を持つ標高100m以下の台地状の平坦地を主体として、東南部のタンバクンダ州では標高200~400mの丘陵性山地となり、樹枝状の開析谷がよく発達している。首都ダカール市周辺では、第三紀末~第四紀初期に活動した火山が標高40~50mの玄武岩丘を形成している。また、国土の北縁、中央部及び南縁をセネガル川、サロム川、ガンビー川、カサマンス川がそれぞれ西流し、その流域には沖積地が発達している。この中で沖積低地のサロム川流域では低平地であるため、海水が浸入し、塩田による製塩が行われている。地下水は塩水化のために飲料水には適さず、淡水化計画が検討されている。一方、ガンビー川、カサマンス川流域では、稲作が行われている。その他、内陸の台地に発達する河川は乾期には全く流水を見ない枯れ川となっている。これらの台地は、砂質のため主として落花生が作られているが、水利に恵まれないため1980年代の旱魃には、多大な被害をうけている。湖沼はギエール湖の他、北西部の海岸に沿って数個存在するが、ギエール湖が最も大きく湖水は首都ダカール市の重要な水道水源となっている。図3-1にセネガル共和国の地形概略図を示し、各サイトの標高を表3-9に示し、アクセス図を図3-2に示す。

表3-9 各サイトの標高

サイト名	標高 (m)
1. MBEGUE	40
2. DAROU SALAM NIORO	36
3. BAKHAYA	37
4. DIAO INSACOUNDA	2
5. NGOKI	38
6. SAMEKOUTA PEULH	14
7. SINTHIOU DEMBA DEME	24
8. KALBIRON	26
9. DEDJI	40
10. BOUTOUCOU FARA	98
11. GOUDIRY	59

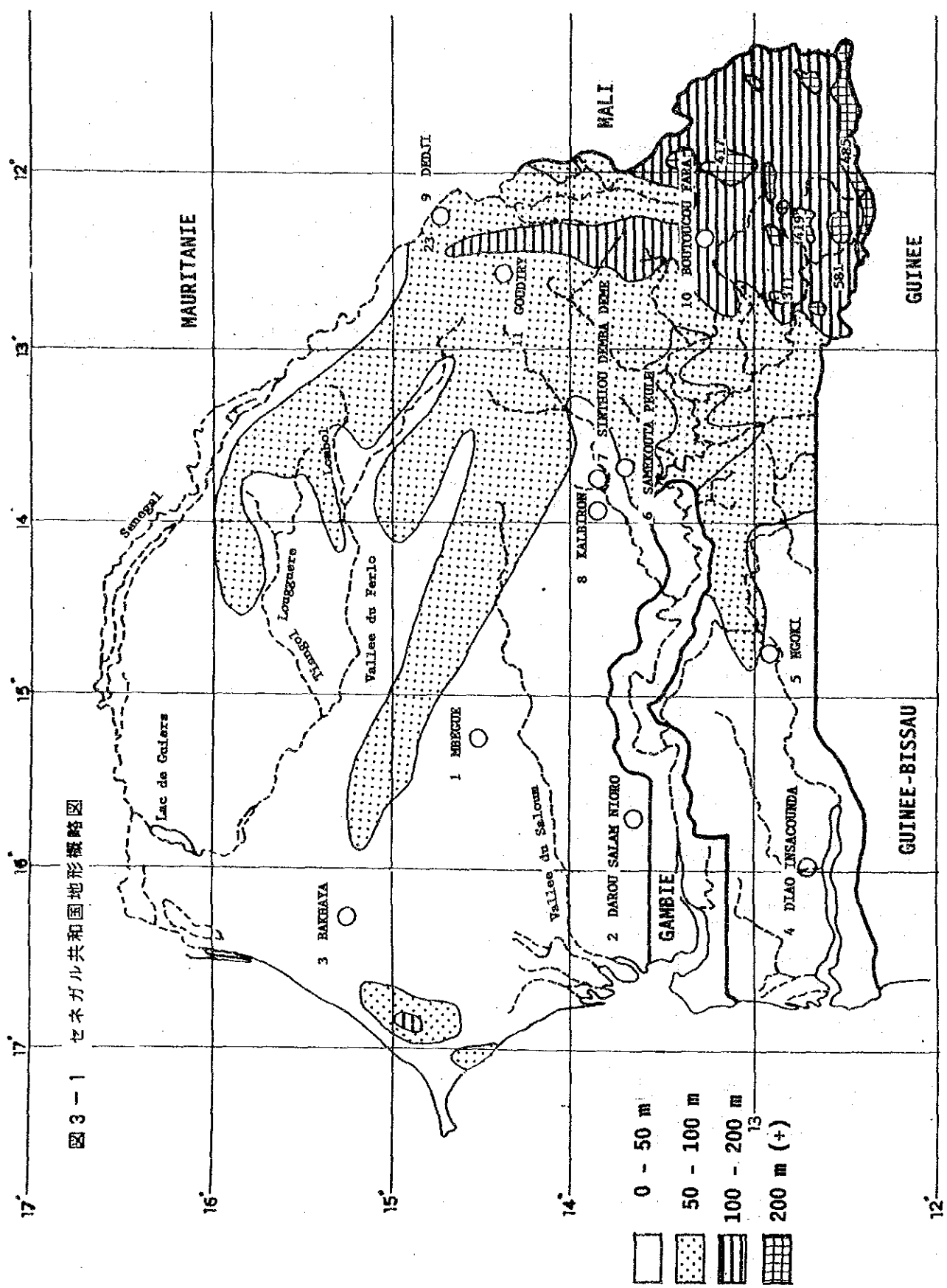


图 3-1 セネガル共和国地形概略図

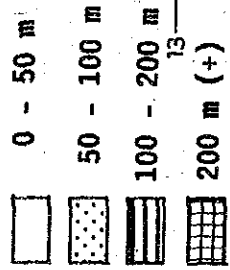


図 3-2 (c) 対象サイト アクセス図

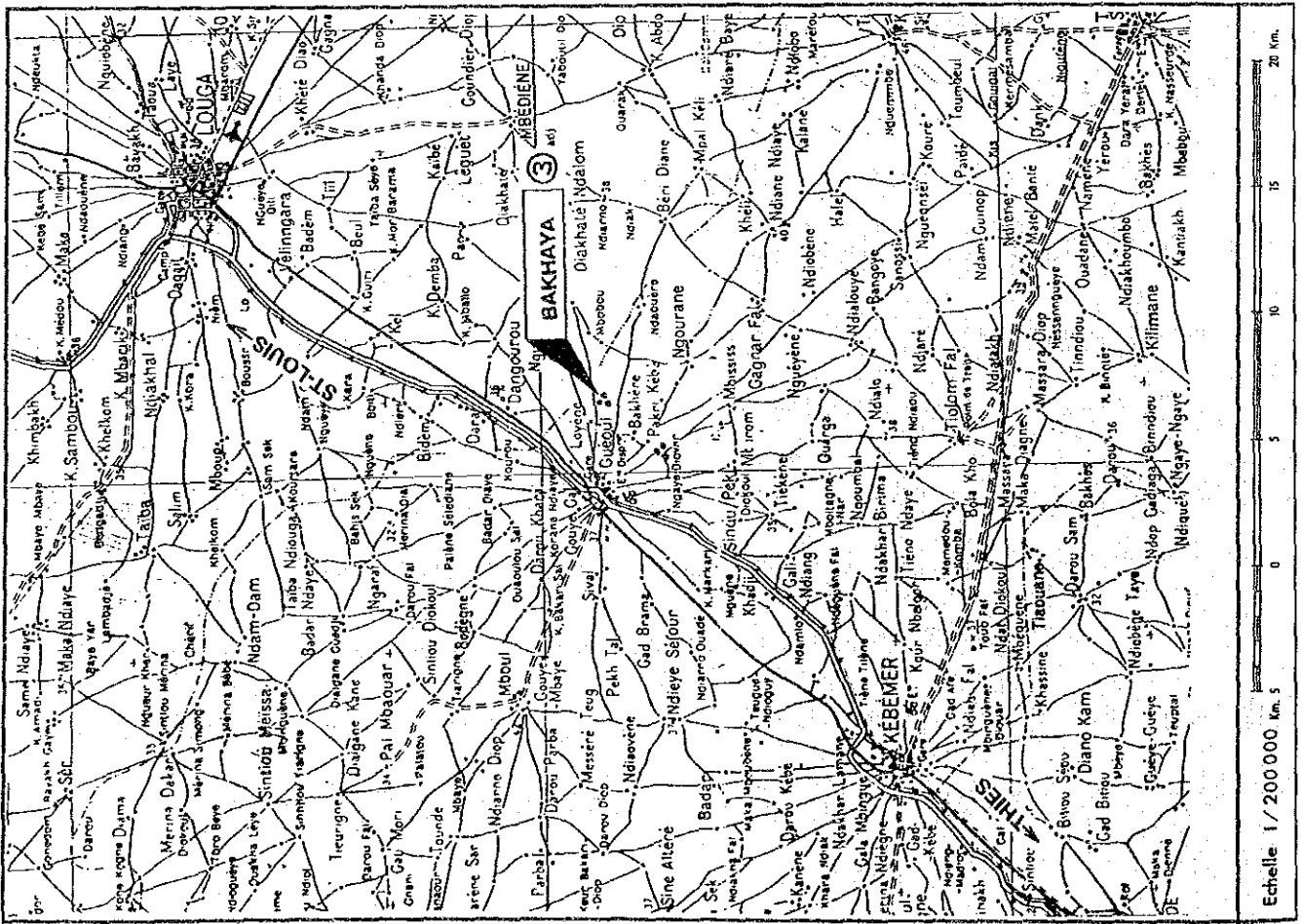


図 3-2 (d) 対象サイト アクセス図

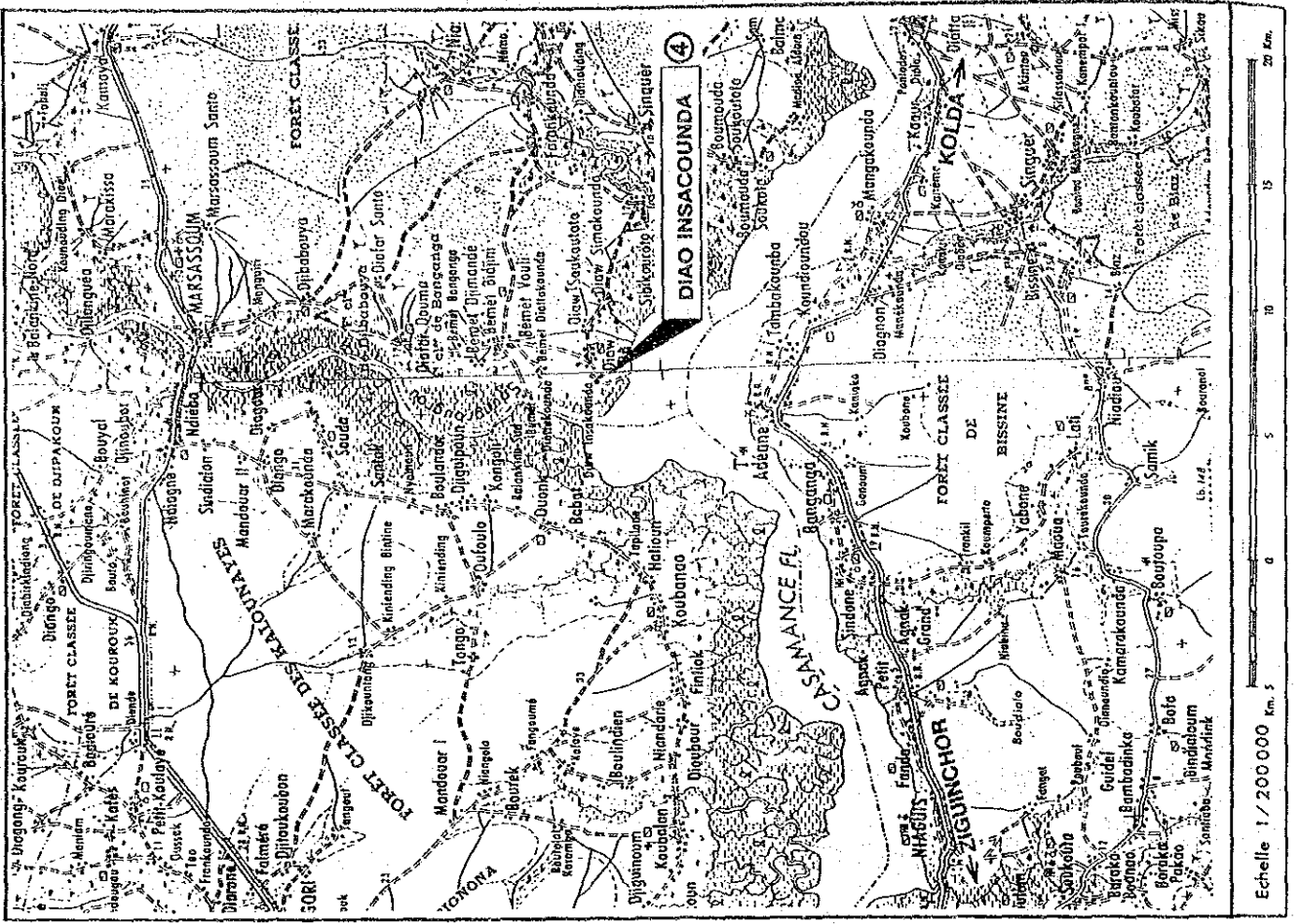


図 3-2 (f) 対象サイト アクセス図

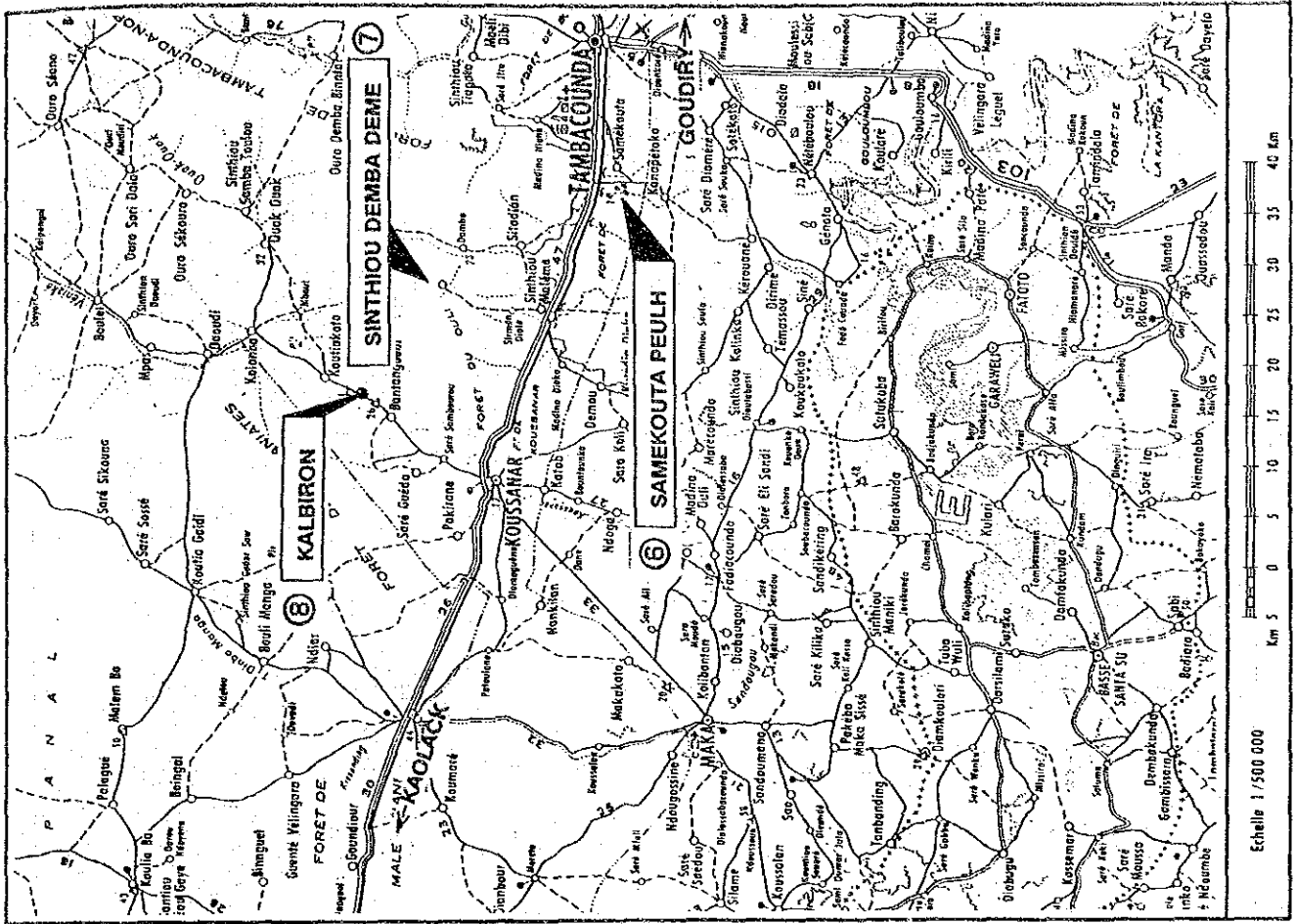


図 3-2 (e) 対象サイト アクセス図



図 3-2 (h) 対象サイト アクセス図

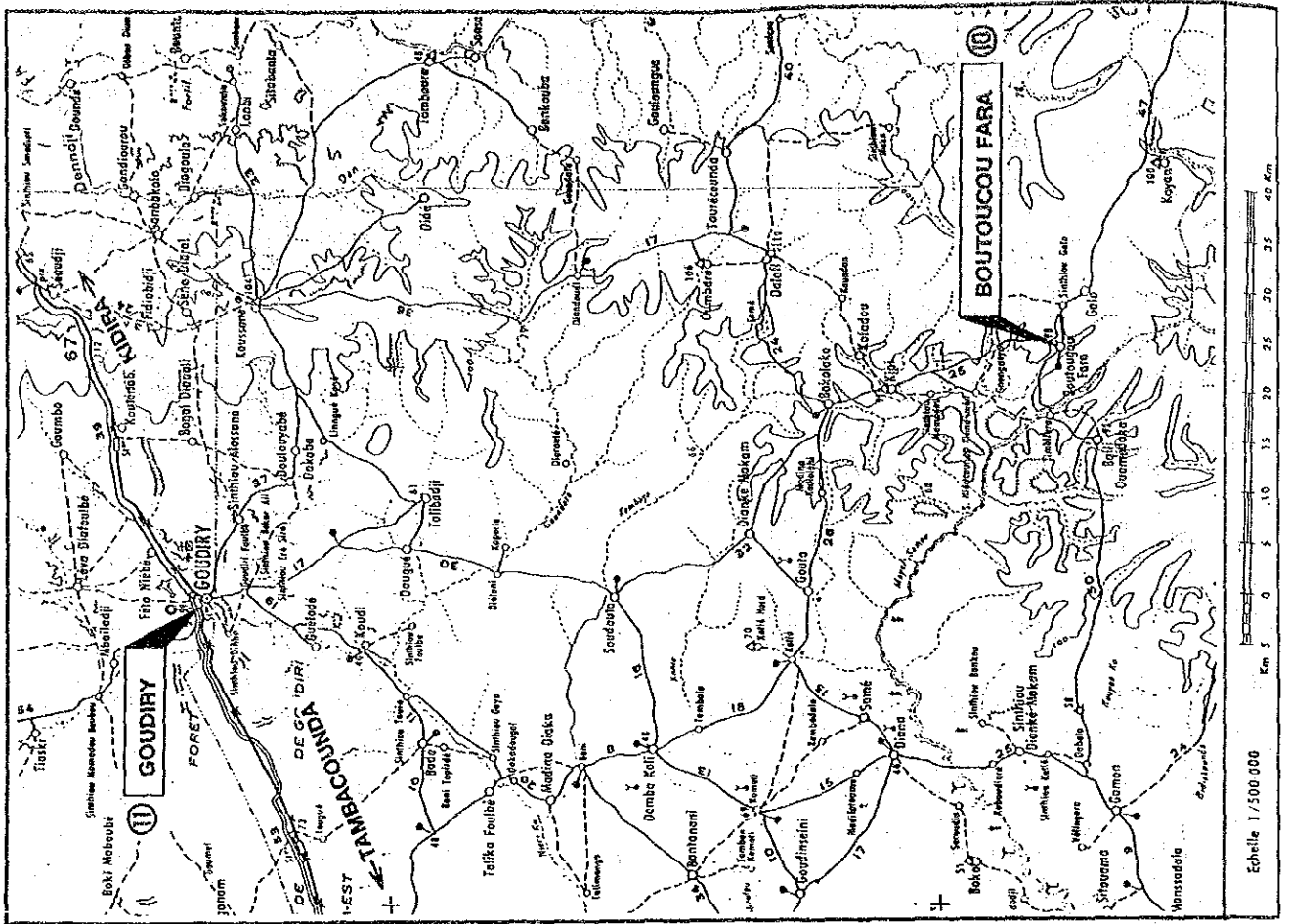
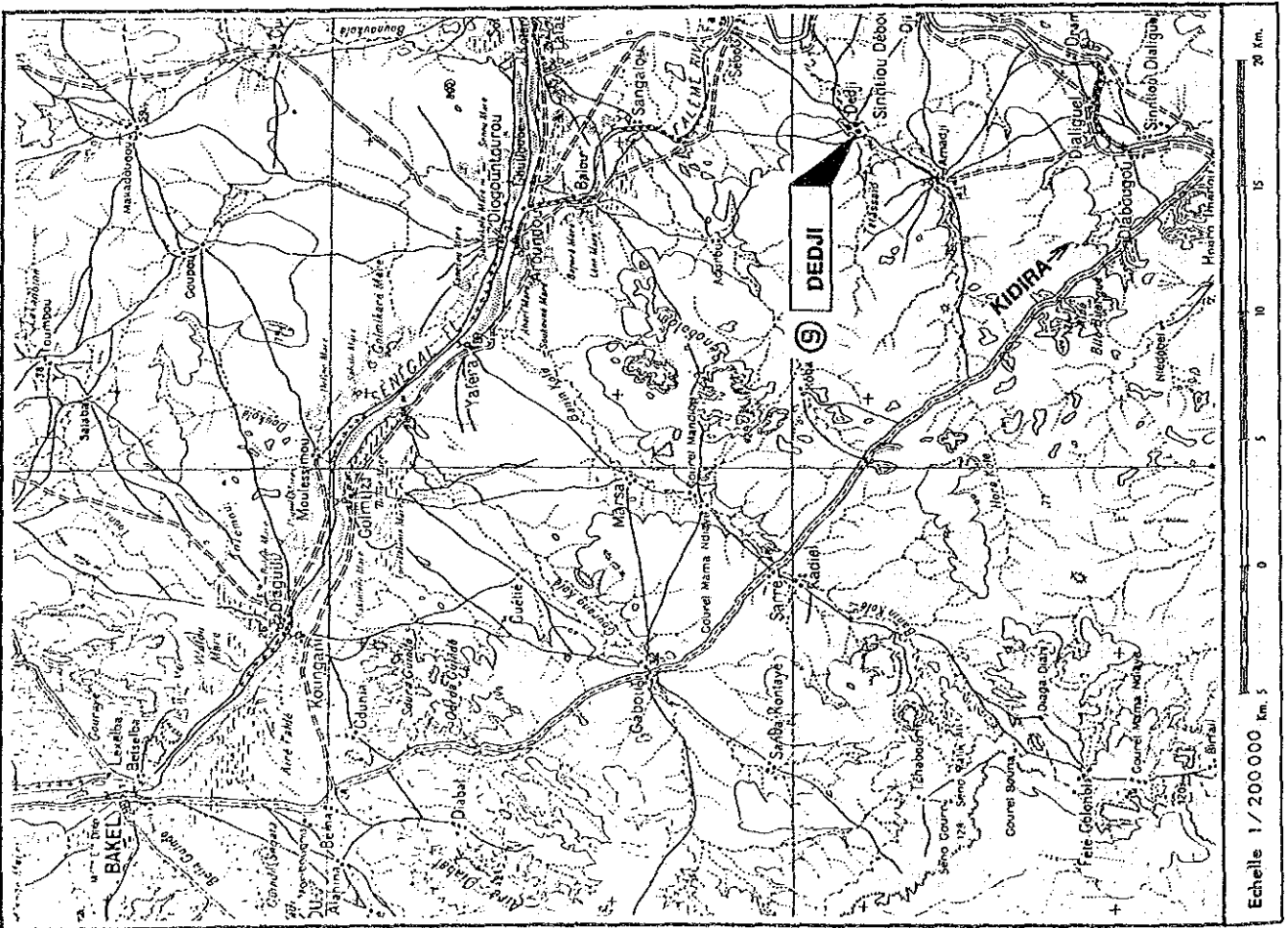


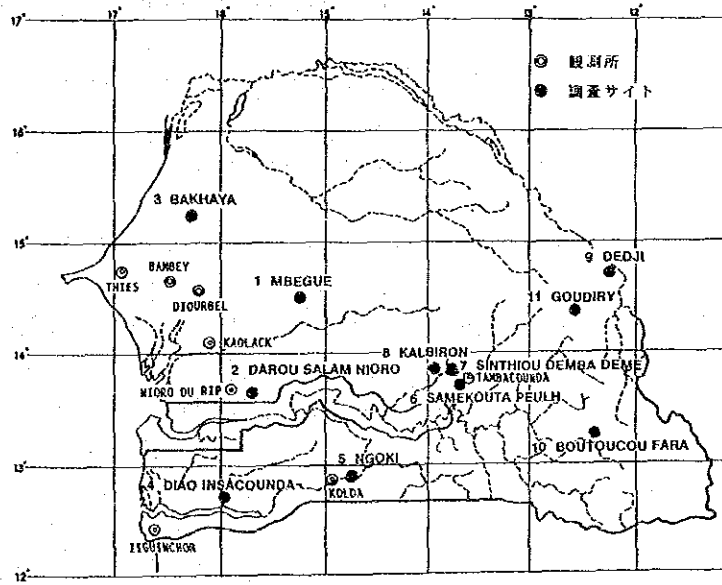
図 3-2 (g) 対象サイト アクセス図



3.2.2 気 候

セネガル共和国はサヘル地域の最西端に位置し、熱帯性乾燥地帯に属する。季節は、6月から10月までの雨期と11月から5月までの乾期に二分される。年平均降雨量は北から緯度線を越えて南下する毎に着実に増え、最北部の200mmから最南部の1600mmと差異があり、降雨量の80%が雨期に集中している。年平均気温は最西部の24℃から最東部の29℃と、東にゆくほど上昇する。また、年平均蒸発量は国土中央付近のLinguèreの4200mm/年が最大で、大西洋の海岸線に沿って最小を示している。年平均日照時間は南部のカサマンズ地方で1日7時間以下に対して、ガンビア以北の地域は8時間/日以上が観測されている。風速に関するデータは少なく、Koldaで5月の最大瞬間風速は40m/secで、Tambacoundaのそれは41m/sec(6月)である。各対象気象観測所の位置と、調査対象サイトの関係を図3-3に示し、その各観測データの月間変動を図3-4から図3-8にグラフ状で示す。

図3-3 観測所及び調査対象サイト位置図



気 温

図3-4 気温月間変動

観測所	対象サイト
KADLACK	① MBEGUE
NIORO DU RIP	② DAROU SALAM NIORO
DIOURBEL	③ BAKHAYA
ZIGUINCHOR	④ DIAO INSACOUNDA
KOLDA	⑤ NGOKI
TAMBACOUNDA	⑥ SAHEKOUTA PEULH
	⑦ SINTHIQU DEMBA DEME
	⑧ KALBIRON
	⑨ DEDJI
	⑩ BOUQUOU FARA
	⑪ GOUDIRY

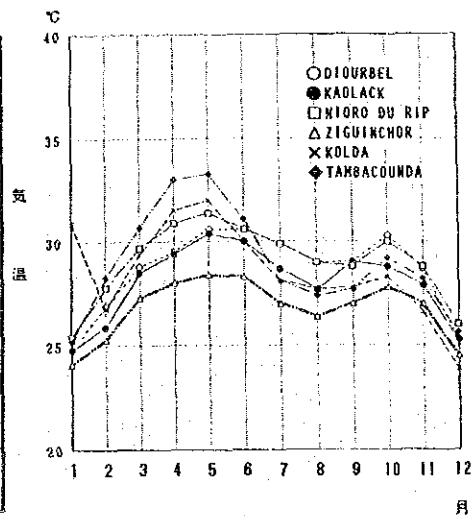
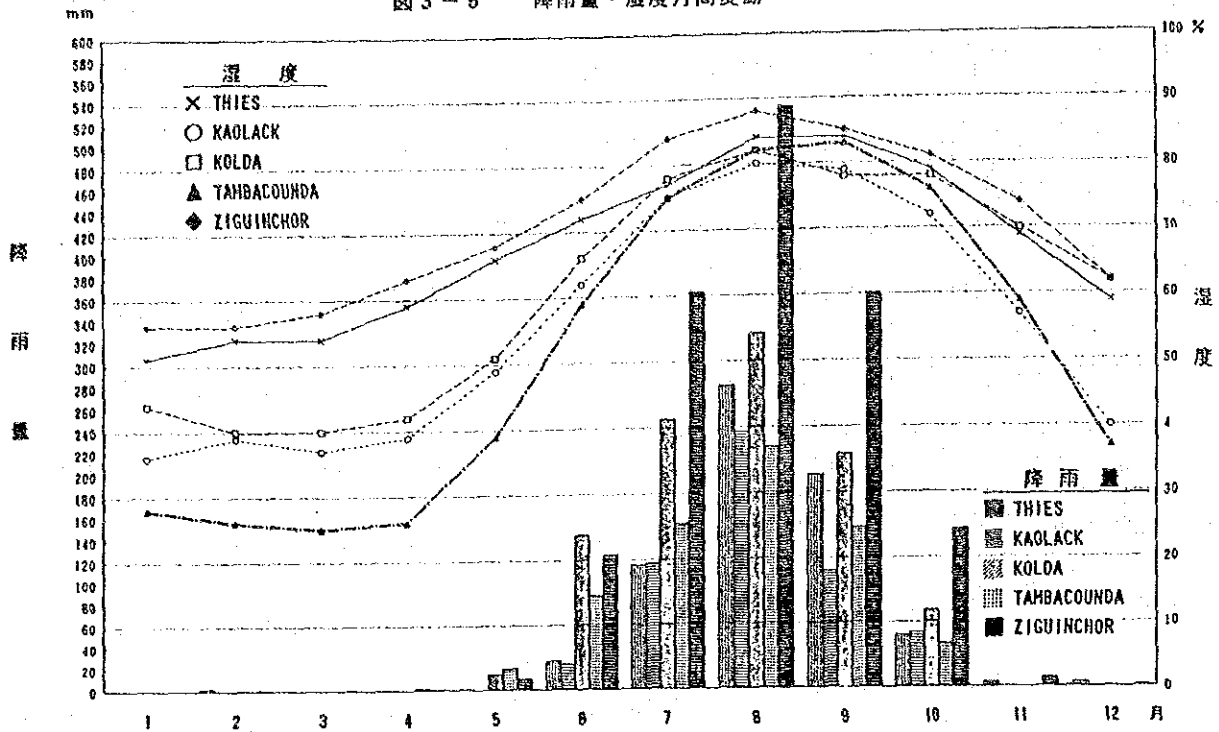


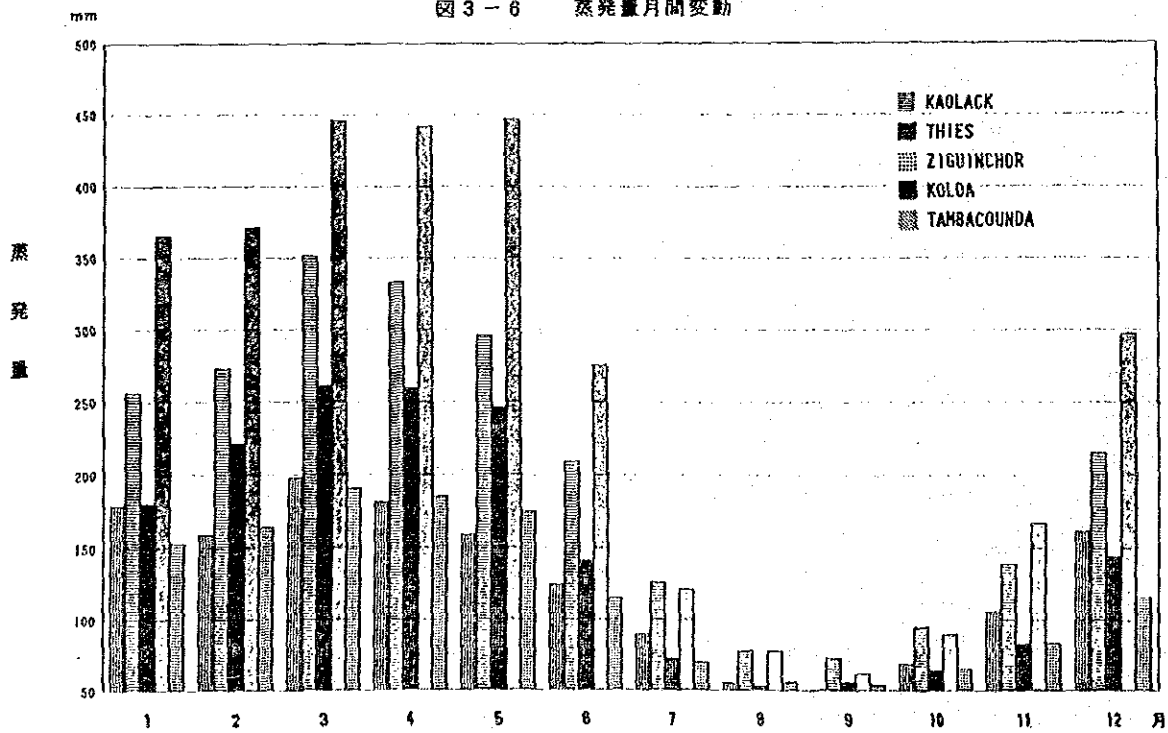
図3-5 降雨量・湿度月間変動



湿度 / 降雨量 / 蒸発量

観測所	対象サイト
KAOLACK	① MBEGUE
	② DAROU SALAM NIORO
THIES	③ BAKHAYA
ZIGUINCHOR	④ DIAO INSACOUNDA
KOLDA	⑤ NGOKI
TAMBACOUNDA	⑥ SAHEKOUTA PEULH
	⑦ SINTHIOU DEMBA DEME
	⑧ KALBIROM
	⑨ DEOJI
	⑩ BOUTOUCCOU FARA
	⑪ GOUDIRY

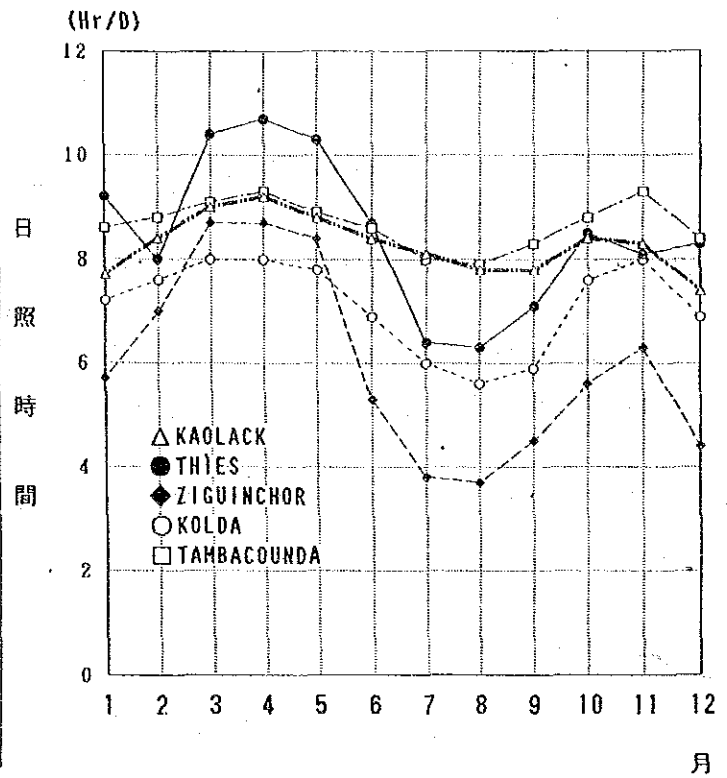
図3-6 蒸発量月間変動



日照時間

観測所	対象サイト
KAOLACK	① MBEGUE
	② DAROU SALAM NIORO
THIES	③ BAKHAYA
ZIGUINCHOR	④ DIAO INSACOUNDA
KOLDA	⑤ NGOKI
TAMBACOUNDA	⑥ SAMEKOUTA PEULH
	⑦ SINTHIOU DEMBA DEME
	⑧ KALBIRON
	⑨ DEDJI
	⑩ BOUTOUCOU FARA
	⑪ GOUDIRY

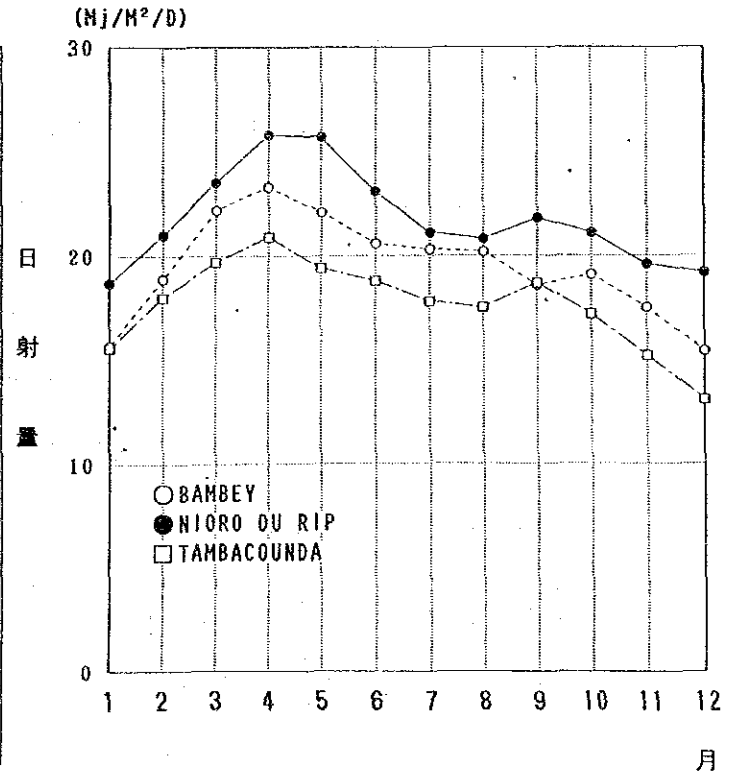
図3-7 日照時間月間変動



日射量

観測所	対象サイト
BAMBEY	③ BAKHAYA
NIORO DU RIP	① MBEGUE
	② DAROU SALAM NIORO
	④ DIAO INSACOUNDA
	⑤ NGOKI
	⑥ SAMEKOUTA PEULH
TAMBACOUNDA	⑦ SINTHIOU DEMBA DEME
	⑧ KALBIRON
	⑨ DEDJI
	⑩ BOUTOUCOU FARA
	⑪ GOUDIRY

図3-8 日射量月間変動



3.3 社会環境

3.3.1 基礎インフラ

本調査対象サイトへの道路は、ラテライト又は砂地であり、アスファルト舗装部分はない。

電力に関しては、1サイト(Goudiry)がセネガル電力公社の独立したディーゼル発電所による時間制限の給電をされているが、設備が古く容量は充分でない。他の10サイトは給電されていない。

全調査対象サイトに電話等の通信施設、上下水道施設、その他エネルギー供給施設はない。

3.3.2 公共/行政施設

セネガル共和国の地方住民が住居としているのは、一般的にカレー(carré)と称される特有の囲いの中に数世帯が居住しているもので、その中に5人から15人が生活している。各対象サイトには、公共及び行政施設が整っていないサイトが多く、セネガル共和国の地方村落に見られる集会場、青年の家等も見られない。この様な中で、女性達は洗濯などをしながら浅井戸のまわりを社交場としている。表3-10に本プロジェクトの調査対象サイトの囲い数及び公共、行政施設を示す。

表3-10 調査対象サイトの囲い数及び公共/行政施設

サイト名	囲い数	市場	行政事務所	郵便局	電気電力公社	気象観測所
1. MBEGUE	144	1	0	0	0	0
2. DAROU SALAM NIORO	101	1	0	0	0	0
3. BAKHAYA	38	0	0	0	0	0
4. DIAD INSACOUNDA	145	0	0	0	0	0
5. NGOKI	47	0	0	0	0	0
6. SAMEKOUTA PEULH	27	0	0	0	0	0
7. SINTHIOU DEMBA DEME	18	0	0	0	0	0
8. KALBIRON	45	0	0	0	0	0
9. DEDJI	40	0	0	0	0	0
10. BOUTOUCCOU FARA	40	0	0	0	0	0
11. GOUDIRY	350	1	1	1	1	1

3.3.3 保健・教育・宗教

(1) 保健・衛生

調査対象サイトのトイレは掘込式であるが、乾燥した環境である事に加えて表層地質が砂である為、トイレ周辺の衛生状態は比較的良い。しかし、医療施設の面からみると診療所さえないサイトもあり、住民がおかれている全般的な衛生状況は良好とはいえない。本調査対象サイトでの保健関連施設状況を表3-11に示す。

表3-11 保健関連施設状況

サイト名	トイレ数	保健所	診療所	産院	病院
1. MBEGUE	50	1	1	0	0
2. DAROU SALAM NIORO	80	1	0	0	0
3. BAKHAYA	12	0	0	0	0
4. DIAO INSACOUNDA	145	0	1	0	0
5. NGOKI	30	1	0	0	0
6. SAMEKOUTA PEULH	10	2	0	0	0
7. SINTHIOU DEMBA DEME	0	0	0	0	0
8. KALBIRON	0	0	0	0	0
9. DEDJI	-	0	1	0	0
10. BOUTOUCOU FARA	-	0	0	0	0
11. GOUDIRY	-	0	0	1	1

(2) 教育

セネガル共和国の成人の識字率は28%（男性37%、女性19%）であり、初等学校就学率は60%（1987年）、さらに高等教育を受けるものは15%になる。識字率をアフリカ諸国と比較してみると、高い数字とはいえないが、初等学校就学率が、1960年には40%であった事をみると教育の重要性が認識されてきていると考えられる。回教徒が多いセネガル共和国では、イスラムの礼法を教えるアラブ学校が多数あり、コーランがアラビア語で書かれているために、その基礎を教える目的で開校されている。また識字率を上げるために識字教室を設ける村落もある。教育施設一覧を表3-12に示す。

表 3-12 サイト別教育施設一覧

サイト名	アラブ学校			小学校		識字教室
	学校数	クラス数	青空教室	学校数	クラス数	
1. MBEGUE	1	1	0	1	1	0
2. DAROU SALAM NIORO	2	2	1	0	0	0
3. BAKHAYA	1	1	0	0	0	0
4. DIAO INSACOUNDA	0	0	1	1	3	0
5. NGOKI	0	0	0	1	2	2
6. SAMEKOUTA PEULH	0	0	0	0	0	2
7. SINTHIOU DEMBA DEME	0	0	0	0	0	0
8. KALBIRON	0	0	1	0	0	0
9. DEDJI	2	1	0	0	0	0
10. BOUTOUCOU FARA	0	0	0	1	1	0
11. GOUDIRY	1	1	0	1	7	0

(3) 宗教

セネガル共和国々民の94%が回教、5%がキリスト教、残る1%が土着の宗教を信仰している。本調査対象サイトでも、殆どのサイトにイスラム寺院があり、回教信者の普及と、その信奉のほどがうかがわれる。サイト別のイスラム寺院及びキリスト教会の存在状況を表3-13に示す。

表 3-13 サイト別宗教施設一覧

サイト名	イスラム寺院	キリスト教会
1. MBEGUE	4	0
2. DAROU SALAM NIORO	1	0
3. BAKHAYA	3	0
4. DIAO INSACOUNDA	2	0
5. NGOKI	1	0
6. SAMEKOUTA PEULH	2	0
7. SINTHIOU DEMBA DEME	1	0
8. KALBIRON	1	0
9. DEDJI	1	0
10. BOUTOUCOU FARA	0	0
11. GOUDIRY	3	1

3.4 給水状況

3.4.1 水利用現況

(1) 利用水源

本調査対象サイトの給水施設は小規模な開放式浅井戸を主とし、集落の規模によっては、それに簡単な揚水及び給水施設を設置したものである。しかも、大多数の井戸は、動力ポンプが無く乾期には水位低下によって水が涸れる場合もある非衛生的な手掘りの浅井戸やコンクリート・ライニングされた浅井戸であり、動力化された深井戸を利用している集落は一部に過ぎない。

現在浅井戸を利用しているサイトでは、人力により水を汲み上げており女性・子供にかかる労力がかなりのものである。また、浅い位置の地下水を利用しているため地表からの汚染が、かなり進んでいる。

さらに、水源までの距離が1 kmを越えるサイトもあり、水汲みに要する時間が2時間に及ぶ村民もいる。この状況の平均的値を表3-14にまとめた。

表3-14 サイト別水利用状況

サイト名	浅井戸数	水源までの平均距離(m)	平均取水所要時間(分/回)
1. MBEGUE	3	175	45
2. DAROU SALAM NIORO	1	350	90
3. BAKHAYA	1	200	30
4. DIAO INSACOUNDA	14	20	40
5. NGOKI	1	750	45
6. SAMEKOUTA PEULH	3	170	35
7. SINTHIOU DEMBA DEME	1	300	60
8. KALBIRON	3	350	90
9. DEDJI	3	300	30
10. BOUTOUCOU FARA	4	530	45
11. GOUDIRY	30	100	30

(2) 水消費量

調査対象サイトの水消費量は3~30ℓ/人/日の広範囲で、平均は15ℓ/人/日であるが、都市化した Goudiryを除けば、平均12.7ℓ/人/日である。家畜の場合、7~40ℓ/頭/日の平均は20ℓ/頭/日で、Goudiryを除いた平均は18.3ℓ/頭/日となる。各サイトでの現在平均水消費量を表3-15に示す。

表3-15 平均水消費量

サイト名	住民 (ℓ/人/日)	家畜 (ℓ/頭/日)
1. MBEGUE	15	20
2. DAROU SALAM NIORO	17	22
3. BAKHAYA	20	27
4. DIAO INSACOUNDA	15	20
5. NGOKI	10	17
6. SAMEKOUTA PEULH	10	20
7. SINTHIOU DEMBA DEME	3	7
8. KALBIRON	7	15
9. DEDJI	10	20
10. BOUTOUCOU FARA	20	15
11. GOUDIRY	30	40

(3) 住民の水消費内訳

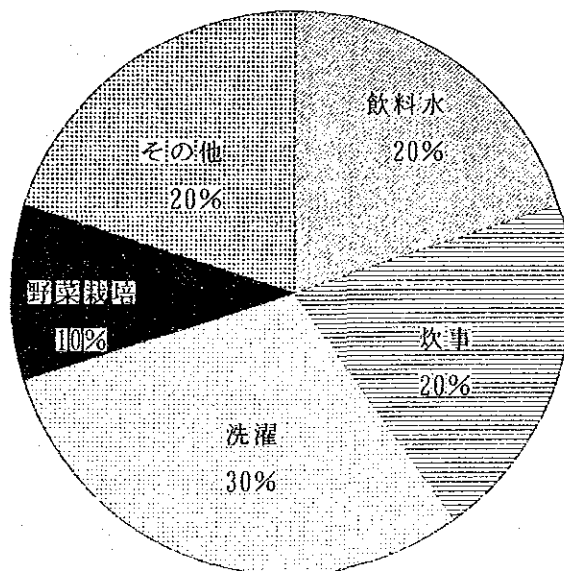
村落の住民が消費する水は飲料、炊事、洗濯、野菜栽培等多目的に使用される。調査サイト別の住民水消費内訳を表3-16に、またその平均的な住民の水消費量内訳を図3-9に示す。

表 3-16 サイト別住民水消費量内訳

(単位：%)

サイト名	飲料	炊事	洗濯	野菜栽培	その他
1. MBEGUE	40	10	30	0	20
2. DAROU SALAM NIORO	15	20	35	20	10
3. BAKHAYA	20	15	20	30	15
4. DIAO INSACOUNDA	10	15	30	25	20
5. NGOKI	10	15	40	20	15
6. SAMEKOUTA PEULH	15	20	35	0	30
7. SINTHIOU DEMBA DEME	25	20	15	0	40
8. KALBIRON	20	20	30	0	30
9. DEDJI	10	30	40	5	15
10. BOUTOUCOU FARA	20	20	35	5	20
11. GOUDIRY	15	10	40	20	15

図 3-9 住民の平均水消費内訳



(4) 村落レベルの給水施設維持管理体制

給水施設が設置されているサイトでは、給水施設の竣工検査後、地方工務水利局より各村落レベルの自治組織である水管理委員会 (comité de gestion) に引き渡され運営、管理されている。水管理委員は、委員長、副委員長、会計係、監視係の4名を最小人数として12名以内で構成され、集落の代表として2年間その任につく。歴史的に水汲み作業が女性の仕事とされる同国であるが、水管理委員会についてもより多くの女性の参加が望ましいとされている。表3-17に調査対象サイトの水管理委員会の現状を示す。

表3-17 水管理委員会の現状

サイト名	現在の委員会 設置状況	給水施設完成 後の委員会の 設置予定	現在委員数	
			合計	女性
1. MBEGUE	-	○	-	-
2. DAROU SALAM NIORO	○	○	8	1
3. BAKHAYA	○	○	6	0
4. DIAO INSACOUNDA	○	○	12	6
5. NGOKI	○	○	4	1
6. SAMEKOUTA PEULH	-	○	-	-
7. SINTHIOU DEMBA DEME	○	○	6	2
8. KALBIRON	○	○	6	2
9. DEDJI	-	○	-	-
10. BOUTOUCOU FARA	-	○	-	-
11. GOUDIRY	○	○	8	0

水管理委員会が成立すると、その委員会は地方工務水利局・維持管理部 (DEM) と施設の維持管理に関する契約を結ぶ。また、その地域を管轄するDEMの代表者が水管理委員会の名誉委員となり、委員会の相談役として参加する。

水管理委員会は、給水施設の日常の運営管理及び維持管理費の徴収を主な業務としている。集められた負担金は給水施設運転管理者の給与、施設の簡易な修理費、燃料他の購入費等に利用されている。また、会計報告を含む年間総会を開き、その議事録をDEM及び地元行政当局に提出する義務がある。

維持管理費の住民負担分は約70%であるが、政府負担分を軽減する方向にある。現在、水管理委員会が住民から徴収している額は、一家庭一ヶ月当たり100~800 FCFAであるが、滞納者には給水禁止等の制裁措置があるため、100%近い徴収率である。月毎の過不足はあるが、年間では収支がどうにか成り立っている。

給水施設を実際に管理するのは運転管理者であり、村落総会により下記の資格基準を満たす村民から選定され、水管理委員会と雇用契約を結ぶ。

- 18才以上
- 小学校卒業
- 健康良好

これにより選出された者は、Lougaの維持管理本部で2ヶ月間の実地訓練を含む6ヶ月間の訓練を受け運転管理者としての資格を得る。給水施設の運転管理者としての日常的な業務は、施設の始動、停止を始め、施設・機材の維持管理及び監視を行い、維持管理班へ報告を行う。

3.4.2 対象水源

調査対象サイトの調査及び地方工務水利局の井戸資料の分析により既存水源井の現状を検討し、以下に記した。

(1) 採水対象層

セネガル共和国に於ける地下水の賦存は不圧地下水と被圧地下水に2分される。不圧地下水は沖積層、砂丘砂層ないし風化帯等に産する地下水で地下水面が通気帯と直接に接しており、地表よりの降雨の浸透が容易な地下水であるとともに気候・気象の影響を受けやすく、四季を通じて水位変動の大きい地下水である。このため、セネガル共和国の地下水源として重要なのは異常早魃においても地下水位、取水量等の影響の少ない被圧地下水である。

本調査対象サイトの採水対象層の分析を行うにあたり、セネガル水理地質断面A-A', B-B'を作成した(図3-10)。図3-11に調査対象サイト関連水源井取水帯水層図を示す。図に示されるように11サイトに在る既存深井戸のいずれもがセネガルの主要帯水層であるMiocène(中新世)、Eocène(始新世)、Maestrichtien(中生代)の各層いずれかから取水を行っている。特にMaestrichtien層とMiocène層からの取水が多く、一般にこれ等は量、質共に良好な帯水層である。

調査対象地域の採水対象層の評価のため全11サイトの関連性を解析するために井戸地質柱状図を作成し、図3-12に示した。

(2) 水源井の構造

セネガル共和国の井戸構造は、浅井戸単独型、深井戸単独型、深井戸-浅井戸連結型、浅井戸-深井戸合成型の4種類に分類される。この分類を「図3-13井戸一般構造図」に示す。

浅井戸単独型、深井戸単独型の2種類は、通常的一般各国にみられるものである。深井戸-浅井戸連結型、浅井戸-深井戸合成型の2種類の井戸方式は、浅井戸のみでは乾期に水位が低下して水が涸れてしまうため、そのすぐ側または、浅井戸内に、高い水位の得られる被圧地下水を有する帯水層に至る深井戸を掘削し、浅井戸の連結管を経て、または、浅井戸底部へ直接地下水を誘導することによって、通年平均して水が得られるようにする。したがって、口径の大きな浅井戸からロープのついたバケツ・皮袋等の比較的大きな容器を使い、手汲みにより数人同時に衛生上の問題はともかくとして井戸水が利用できる仕組みになっている。本調査対象水源井は、全サイト深井戸単独型である。

本調査対象サイトの水源井は、村落給水を目的としてつくられたもの、もしくは道路工事用水源としてつくられた深井戸である。給水目的の水源井は地方工務水利局の計画のもとに、将来、動力揚水設備を設置すべくプログラムされ、給水施設の建設が待たれている深井戸単独型である。他方の水源井は集落周辺国道工事に際して、工事用水源としてつくられた深井戸が、セネガル政府道路局より地方工務水利局に移管された深井戸である。

本調査対象サイトの既存深井戸の径は $\phi 4 \sim 10\frac{3}{4}$ "で井戸深度は42~305mである。DédjiとBoutoucou Faraの両サイトの井戸口径は $\phi 4$ "であるが、ケーシングの材質がPVC(ポリ塩化ビニール)であるため、井戸曲がりなどを考慮すると適切な井戸構造とは言いがたい。残りの9サイトについては構造上の問題はない。

図 3-10 水理地質断面図

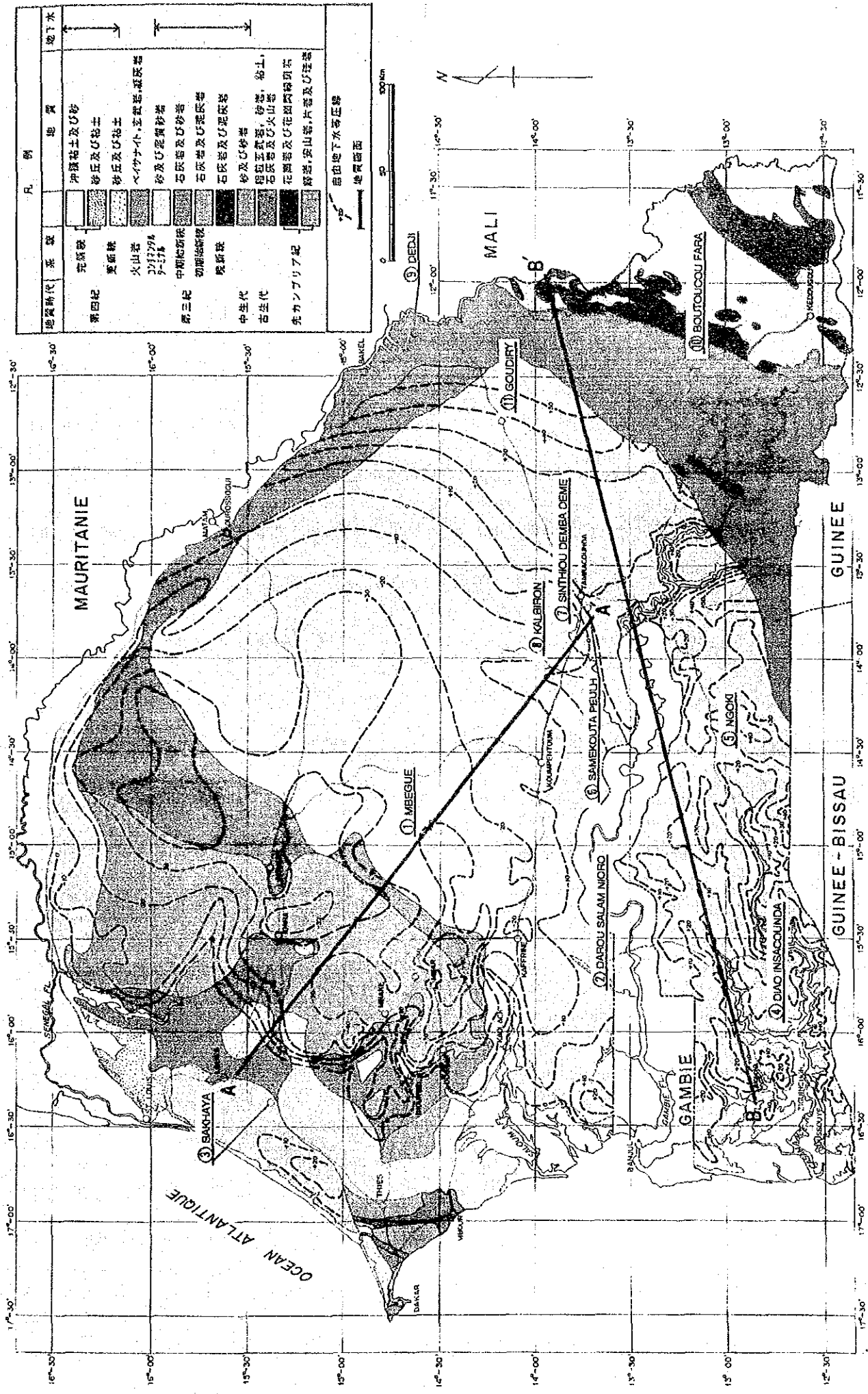


図 3-11 水源井取水帯水層図

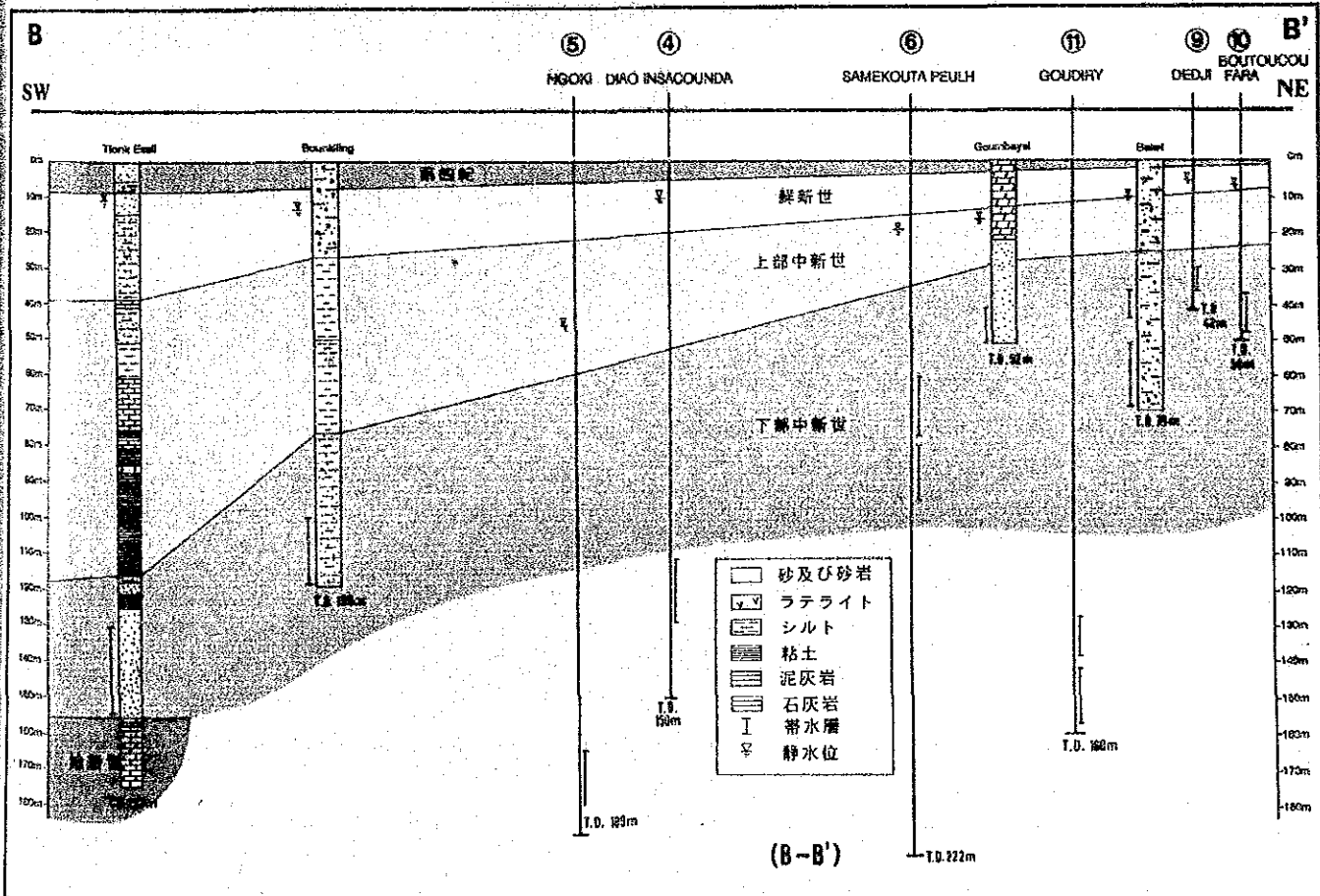
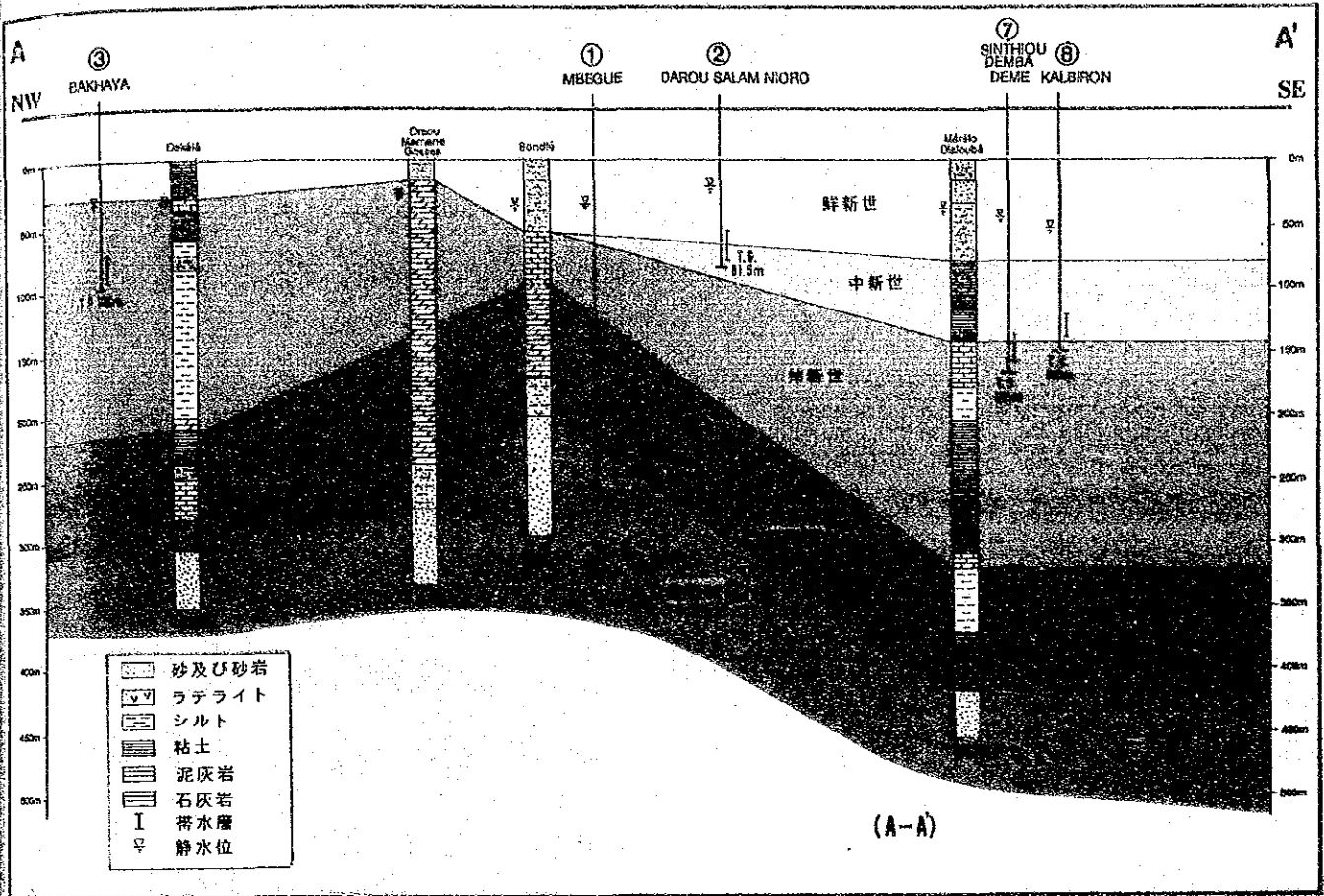
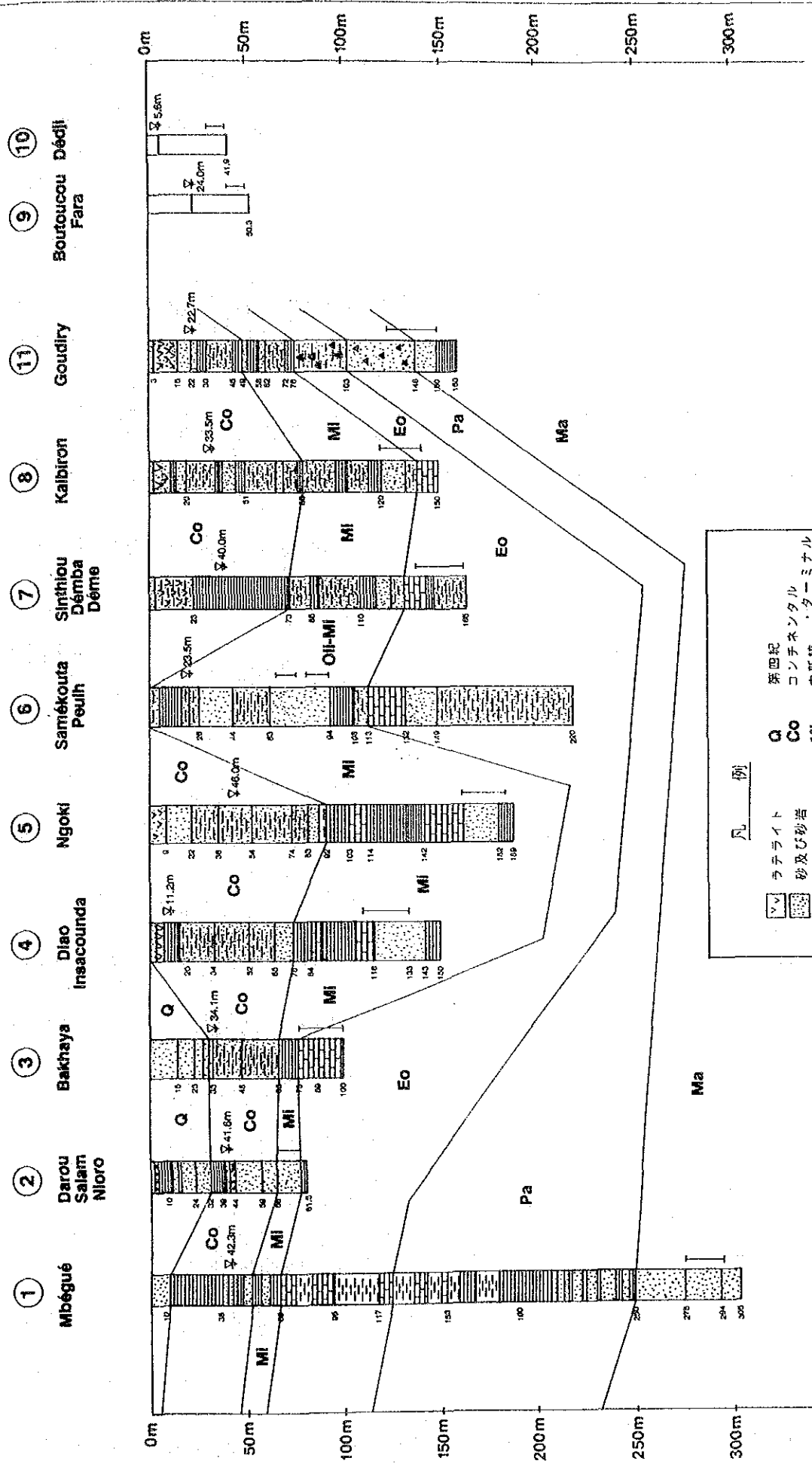


図 3-12 井戸地質柱状図



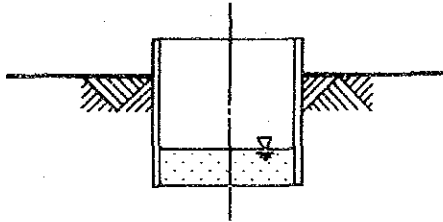
凡例

Q	第四紀	第四紀
Co	中新統・ターミナル	中新統・ターミナル
MI	中新統	中新統
OII-MI	漸新世	漸新世
Eo	始新統	始新統
Pa	白亜系	白亜系
Ma	第三紀	第三紀
I	潜水層	潜水層
♀	静水位	静水位

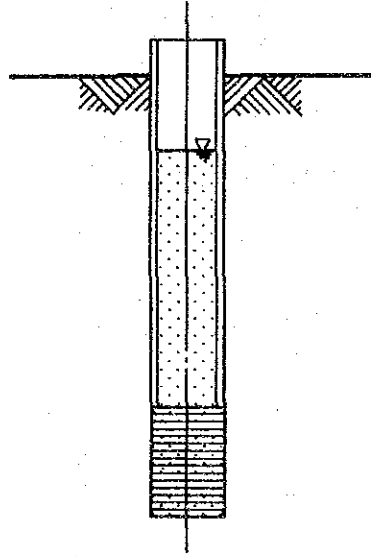
▽	ラテライト
□	砂及び砂岩
■	粘土
▨	砂質粘土
▩	礫
▪	石灰岩
▲	褐炭

圖 3 - 13 井戶一般構造圖

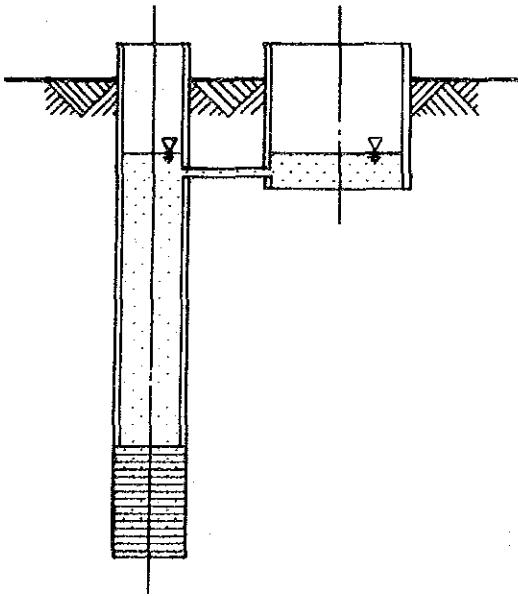
淺井戶单独型
(Puits)



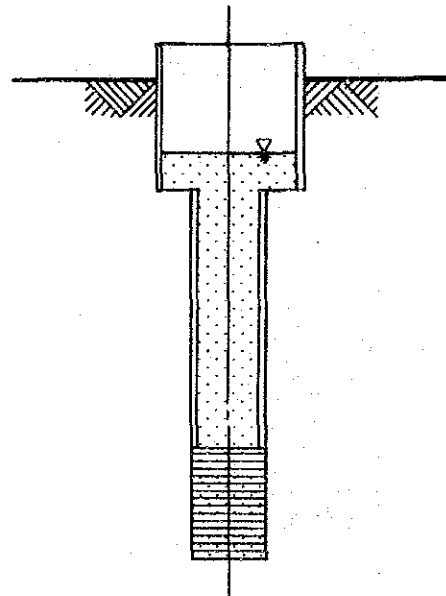
深井戶单独型
(Forage)



深井戶・淺井戶連結型
(Forage-Puits)



淺井戶・深井戶合成型
(Puits-Forage)



深井戸のさく井年代は最も古いもので1976年、最も新しいものは1992年に完成したものである。以上、本調査対象深井戸状況を表3-18に示す。また、図3-14に本調査対象サイトの井戸構造図を示した。

(3)揚水量

各サイトの水源井につき計画給水量に対して十分な水量が得られるかどうかについて揚水量の判定が必要である。

井戸建設時の揚水試験結果をもとに、揚水量と水位降下の関係を図3-15の両対数表に取りまとめた。全て右上がりの直線であり、限界揚水量の判定となる変曲点が現れていない。そこで、試験結果の揚水量、静水位、揚水位そして水位降下をもとに、揚水能力の判定基準として比湧水量を表3-19に取りまとめた。揚水量は5.1~72.0 m^3/hr 、静水位は、5.6~46.0m、揚水位は17.4~64.8m、水位降下は2.3~18.8mであり、比湧水量は0.47~31.28 $\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}$ となった。各井戸の適正水位降下を5mと仮定すると、適正揚水量は2.4~156.4 m^3/hr となる。ここで、井戸口径が $\phi 4''$ であるDédji とBoutoucou Fara両サイトの適正揚水量は2.4~5.7 m^3/hr と井戸の能力は非常に小さい。しかし、他の井戸における適正揚水量は、50 m^3/hr 以上と判定され、計画給水量は十分に確保される。

図3-15 調査対象水源の揚水試験結果

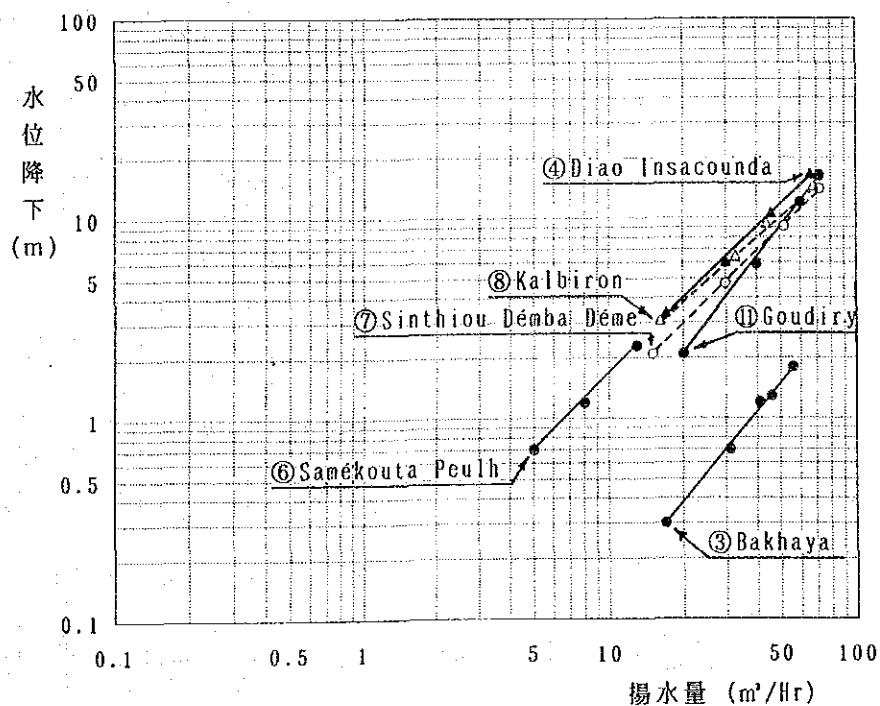
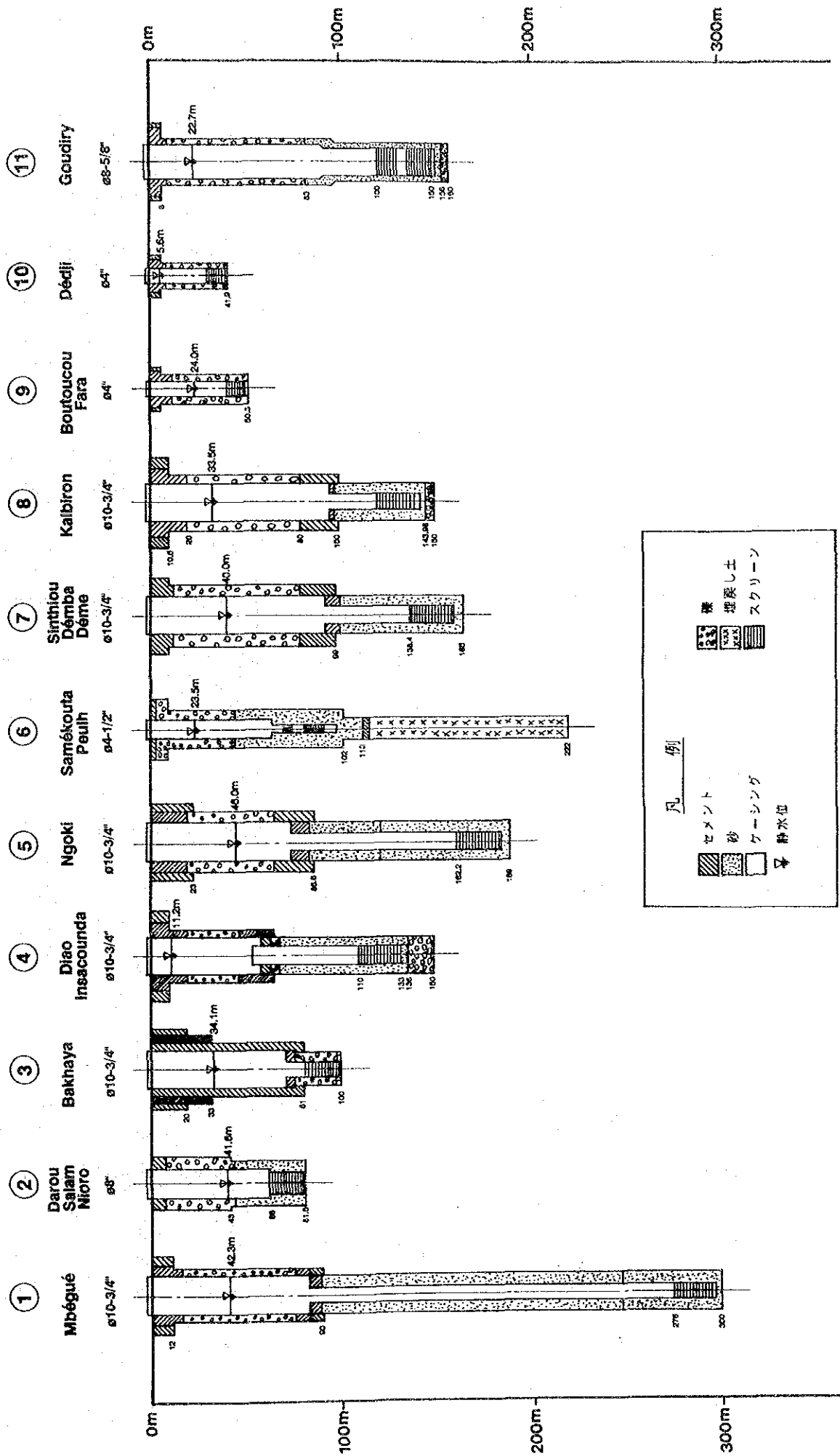


表 3-18 既存深井戸資料

サ イ ト 名	井戸型	建設年	プロジェクト名	融資機関	さく井業者名	井戸径 (in)	深 度 (m)	スクリン 位置 (m)	採水帯水層
1. MBEGUE	Forage	1991	CEAO II	BOAD	COFOR	10 $\frac{3}{4}$	305	277 - 297	白亜紀砂岩
2. DAROU SALAM NIORO	Forage	1976	BNE	セネガル	SONAFOR	8	81	66 - 81	中新世砂岩
3. BAKHAYA	Forage	1986	PSU	BID	SASIF	10 $\frac{3}{4}$	100	81 - 100	始新世石灰岩
4. DIAO INSACOUNDA	Forage	1992	CEAO II	BID	SONAFOR	10 $\frac{3}{4}$	150	110 - 133	中新世砂岩
5. NGOKI	Forage	1991	CEAO II	BID	COFOR	10 $\frac{3}{4}$	189	162 - 182	中新世砂岩
6. SAMEKOUTA PEULH	Forage	1986	P L	USAID	INTRAFOR- COFOR	4 $\frac{1}{2}$	222	67 - 77, 83 - 93	中新世砂岩
7. SINTHIOU DEMBA DEME	Forage	1992	CEAO II	BID	COFOR	10 $\frac{3}{4}$	165	138 - 158	始新世石灰岩 及び砂岩
8. KALBIRON	Forage	1992	CEAO II	BID	SONAFOR	10 $\frac{3}{4}$	150	121 - 141	中新世砂岩
9. DEDJI	Forage	1984	CEAO I	クレジット	FORACO	4-PVC	42	—	—
10. BOUTOUCOU FARA	Forage	1984	CEAO I	クレジット	FORACO	4-PVC	50	—	—
11. GOUDIRY	Forage	1982	BOAD	BOAD	INTRAFOR- COFOR	8 $\frac{3}{4}$	160	124 - 132, 138 - 150	白亜紀砂岩

図 3-14 各サイトの井戸構造図



凡 例

	セメント
	砂
	ケーシング
	静水位
	礫
	埋戻し土
	スクリーン

表 3 - 19 調査対象井の比湧水量

サイト名	揚水量 (m ³ /hr)	静水位 (m)	揚水位 (m)	水位降下 (m)	比湧水量 (m ³ /hr/m)
1. MBEGUE	72.0	42.3	58.6	16.3	4.42
2. DAROU SALAM NIORO	25.7	41.6	43.9	2.3	11.17
3. BAKHAYA	56.3	34.1	35.9	1.8	31.28
4. DIAO INSACOUNDA	65.7	10.4	27.0	16.6	3.96
5. NGOKI	52.0	46.0	64.8	18.8	2.77
6. SAMEKOUTA PEULH	13.3	21.7	24.0	2.3	5.78
7. SINTHIOU DEMBA DEME	71.5	40.0	54.0	14.0	5.11
8. KALBIRON	68.2	33.5	48.1	14.6	4.67
9. DEDJI	5.1	5.6	17.4	11.8	0.43
10. BOUTOUCOU FARA	7.5	24.0	30.6	6.6	1.14
11. GOUDIRY	56.0	22.7	26.5	3.8	14.74

(4)水質

水質分析用サンプリングを各サイトの水源となる深井戸について行い、分析試験を実施した。セネガル共和国は固有の基準を作っていないが、WHO基準を採用しているためWHO、日本の飲料水水質基準との比較検討を行った。その結果は表3-20に示す通りである。全ての調査対象水源井は飲料水用水源として問題はないと判定された。

表 3-20 調査対象水源の水質

サ イ ト 名	Cl ⁻ (mg/l)	T-Fe (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	Ca (mg/l)	全硬度 (mg/l)	pH (-)	伝導度 (μ S/cm)
1.MBEGUE	170	0.2	0.8	0.6	< 0.006	< 0.23	25	210	8.8	1,031
2.DAROU SALAM NIORO	60	1.0	0.4	< 0.4	< 0.006	0.23	5	200	6.5	180
3.BAKHAYA	75	< 0.2	0.5	< 0.4	0.01	3.0	300	340	7.3	590
4.DIAO INSACOUNDA	125	0.3	0.5	< 0.4	< 0.006	< 0.23	40	350	8.9	818
5.NGOKI	25	< 0.2	0.3	< 0.4	< 0.006	< 0.23	35	310	7.6	602
6.SAMEKOUTA PEULH	15	< 0.2	0.5	1.0	< 0.006	0.23	50	270	7.6	140
7.SINTHIOU DEMBA DEME	15	0.2	0.6	< 0.4	< 0.006	< 0.23	35	315	7.9	701
8.KALBIRON	10	0.2	0.2	< 0.4	< 0.006	< 0.23	70	260	7.1	444
9.DEDJI	15	< 0.2	0.4	< 0.4	0.03	2.5	110	300	7.3	502
10.BOUTOUCOU FARA	10	0.2	0.7	< 0.4	< 0.006	< 0.23	30	265	7.1	438
11.GOUDIRY	10	1.0	0.2	< 0.4	< 0.006	< 0.23	15	60	6.6	120
飲料水水質基準値										
W H O	250	0.3	1.5	-	10	-	-	500	6.5-8.5	2,000
日 本	200	0.3	0.8	-	-	10	-	300	5.8-8.6	-

3.4.3 既存給水施設

調査対象深井戸のうち給水施設が設置されているものは調査11サイト中5サイトで、その内2サイトは調査時に停止状態であった。給水施設のない6サイトでは、地表からの汚染や異物の投入を防止するため、井戸の口元に鉄製の井戸蓋が溶接されている。

Darou Salam Nioro には、動力化ポンプが設置され、小容量の地上型水槽並びに配水用公共水栓及び家畜水飲場が整備されている。現地調査中は、揚水ポンプの故障で、約1週間前から給水を中断しており、修理を地方工務水利局に依頼中であった。

Bakhaya にはエンジンがけの旧式動力ポンプが設置され稼働しているが、揚水量は小さく改修が必要と認められた。

Dédji と Boutoucou Fara の両サイトには、回転式の手動ポンプが設置され、利用されていた。作業量のわりには揚水量が少なく効率が良いとは言い難いものであったが、井戸容量から見ると十分な揚水設備と判断できる。

Goudiry は高さ15m、容量400m³の高架型水槽及び容量400m³の地上型水槽を備えた地方都市型の給水施設で、各戸給水と公共水栓により給水されている。水源である深井戸は、帯水層の砂流出等のトラブルのため、1992年2月下旬より給水が中断しており、50km程離れた深井戸のある集落から飲料水を購入し給水車で輸送している。また、この地区には病院や公共施設も多く早急な改修が求められている。

各調査対象サイトの既存水利用施設を表3-21に記した。

表 3-21 サイト別既存水利用施設

サ イ ト 名	浅井戸	対象深井戸揚水施設	貯 水 施 設	配 水 施 設
1.MBEGUE	有り	無し	無し	無し
2.DAROU SALAM NIORO	有り	動力化ポンプ	小容量地上型水槽	公共水栓×1基、家畜水飲場×1基
3.BAKHAYA	有り	小型動力化ポンプ	小容量開放式コンクリート水槽	無し
4.DIAO INSACOUNDA	有り	無し	無し	無し
5.NGOKI	有り	無し	無し	無し
6.SAMEKOUTA PEULH	有り	無し	無し	無し
7.SINTHIOU DEMBA DEME	有り	無し	無し	小容量家畜水飲場
8.KALBIRON	有り	無し	無し	小容量家畜水飲場
9.DEDJI	有り	手回し式ポンプ	無し	無し
10.BOUTOUCOU FARA	有り	手回し式ポンプ	無し	小容量家畜水飲場
11.GOUDIRY	有り	動力化ポンプ	高架型水槽(400m ³ , 15m) 地上型水槽(400m ³)	配管網約4km、公共水栓×6基、 各戸給水、家畜水飲場×8基

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4.1 計画の目的

セネガルに於いては、熱帯性乾燥地帯に住む地方住民に対する水供給問題は極めて重要な課題として取り上げられてきた。本計画の対象サイトは現在、給水施設が完備されておらず、水位の不安定な浅井戸を利用して、長いロープを用いた手汲みで揚水を行っているところが大方で、衛生状態は極めて悪い。また1970年代後半以来の地下水位低下の激しい状況にある今日、利用が困難である場合が多く、このため住民は深井戸の利用出来る遠隔の他集落まで水を汲みに行くことを余儀無くされる水環境にあり、住民が水汲みに費やす労苦は容易なものではない。

本村落給水計画の目的は、衛生的な生活用水を安定的に供給するための給水施設を整備することであり、この完成により対象地区住民の生活環境は大幅に改善されることになる。計画の内容は、既存深井戸を適切に更正整備して、水源とし、太陽光利用揚水設備及びその一部を収納する機械室、給水管路、貯水タンク、公共水栓、家畜水飲場の給水設備により構成される一貫した水道施設の建設と、これらに関する維持管理機材を無償資金協力により調達するものである。

4.2 要請内容の検討

4.2.1 計画の妥当性・必要性

セネガル政府に対して過去8回の日本政府からの無償資金協力による地方水道整備計画は、地方住民及び関連家畜への給水を目的として実施され、その成果は高い評価を得た。このため、本計画実施による地方住民への利便性及び生活環境改善に対する寄与は大きい。さらに、非産油国であるセネガルは、本計画で太陽光利用揚水システムを設置することにより、エネルギー問題の解決及び施設の維持管理費軽減に寄与する。各対象サイトの給水事情現況を調査し、以下のように検討した結果、計画対象サイトに給水施設整備の必要性、緊急度は高く、無償資金協力事業として取り上げる妥当性があると判断される。

4.2.2 給水施設建設サイトの検討

セネガル国政府は日本政府による地方水道整備計画の継続的实施を強く望むと共に、わが国に対して新しくLOUGA, KAOLACK, TAMBACOUNDA, KOLDAの4州11サイトにおける太陽光利用揚水システムを考慮に入れた給水施設としての「村落給水計画」の実施を要請してきた。要請4州11サイト名を表4-1に示す。

表 4 - 1 要請サイト一覧

州	サイト名
KAOLACK	1. MBEGUE
	2. DAROU SALAM NIORO
LOUGA	3. BAKHAYA
KOLDA	4. DIAO INSACOUNDA
	5. NGOKI
TAMBACOUNDA	6. SAMEKOUTA PEULH
	7. SINTHIOU DEMBA DEME
	8. KALBIRON
	9. DEDJI
	10. BOUTOUCCOU PARA
	11. GOUDIRY

各要請サイトの現地調査結果を踏まえ、各サイトの水需要、全揚程、定格出力を施設計画基準として設定し、本計画における実施可能性を項目毎に評価した結果を表 4 - 2 に総括した。

表 4 - 2 給水施設建設サイト評価一覧

サイト名	水源能力	井戸構造	集落規模	アクセス	水質	既存給水施設	太陽利用出力規模	太陽利用実施評価
1. MBEGUE	○	○	×	△	○	-	×	×
2. DAROU SALAM NIORO	○	○	×	○	△	稼働停止	×	×
3. BAKHAYA	○	○	○	○	○	旧式動力ポンプ	○	○
4. DIAO INSACOUNDA	○	○	○	△	○	-	○	○
5. NGOKI	○	○	○	○	○	-	○	○
6. SAMEKOUTA PEULH	○	○	○	○	○	-	○	○
7. SINTHIOU DEMBA DEME	○	○	○	△	○	-	○	○
8. KALBIRON	○	○	○	△	○	-	○	○
9. DEDJI	×	×	○	×	○	手回しポンプ	△	×
10. BOUTOUCCOU PARA	×	×	○	△	○	手回しポンプ	○	×
11. GOUDIRY	○	○	×	△	△	稼働停止	×	×

○：適正 △：適合 ×：不適正

(1) 水源能力

水源能力については、当該集落の計画給水量を既存井戸より取水可能かどうかについて検討した。まず、計画給水量を取水した場合の静水位と水位降下より揚水水位が許容限度内にあるかどうかを判断材料として、水源能力を判定した。DédjiとBoutoucou Faraについては、現在手回しポンプが設置されており、静水位が5.6~24mと比較的浅いにもかかわらず、計画水量を取水すると水位降下が28.9~50.6mと大きくなり、太陽光利用揚水システムを設置するための水源としての能力がないと判定される。又、両2サイトの既存深井戸は、1984年に建設されているが井戸資料も不備な点が多く、現在の評価では既存水源の利用は困難である。

(2) 井戸構造

井戸構造の判定では、水中モーター・ポンプが井戸のなかに適切に設置できるかどうかの検討が重要である。所要の容量を満たす水中モーター・ポンプの最小径は国内外を問わずφ4"井戸用程度であるが、計画対象井の井戸径は、φ4½"のSamékouta Peulhを除いてφ8"以上であるため問題はないが、DédjiとBoutoucou Faraについては、井戸径が限界のφ4"であり、ケーシングがPVCパイプであるため、井戸曲がり等の発生から水中モーター・ポンプの設置には困難が予想される。

(3) 集落規模

集落規模は、人口や村落の分布や広がりから判定される。MbéguéとDarou Salam NioreそしてGoudiryは太陽光利用給水の適切な規模よりも、人口と村落の広がりが大きく、在来型給水に適するサイトと判断される。

(4) アクセス

首都ダカール市よりそれぞれのサイトへの距離は、最も近いBakhayaで180km、最も遠いNgokiでは770kmもある。アクセスの評価では、現状で大型の資材運搬車両の通行が困難と認められるのはDédjiだけである。Diao Insacounda, Sinthiou Démba Déme, KalbironそしてBoutoucou Faraの4サイトについては、雨期などにおける通行がやや困難になると想定される。

(5) 水質

既存水源の水質評価では、Darou Salam Niore及び Goudiryに於いて基準に比較して鉄分が多少認められるが、全般的に見て良好である。

(6) 既存の給水施設

Darou Salam Niore には、ボアホールポンプが設置され、小規模地上型水槽、公共水栓、家畜水飲場が整備されている。Bakhayaにはディーゼルエンジン駆動の旧式動力ポンプ(Pompe à balancier)が設置され稼働しているが、揚水量は小さく改修が必要と認められた。更に、Dédji と Boutoucou Faraの両サイトには、手回しの回転ポンプが設置され、利用されていた。Goudiry は高さ15mで 400m³の高架水槽のある地方都市型の給水施設で、各個給水と公共水栓により給水されている。水源である深井戸のトラブルのため、1992年2月下旬より給水が中断しており、50km離れたところから給水車で飲料水を輸送している。病院や公共施設も多く早急な改修が求められるサイトである。

(7) 太陽光利用出力規模及び使用環境条件

太陽光利用給水システムの現状における実用化に当たっては、経済性と技術的信頼性を考えた場合、規模的な制約がある。まず経済性に関しては、太陽光利用方式をディーゼル方式と費用面から比較したところ、ポンプの定格出力が 5.5kw程度のものであれば太陽光利用方式が有利であると確認された(資-7参照)。また、技術的な信頼性については、現在まで実用化されてきた太陽光利用の揚水設備のポンプ出力が 5.5kw以下であり、現状では信頼できる上限とされている。従って、実用的適正規模をポンプ出力 5.5kw以下と設定し、それを基準として太陽光利用システム導入の有効性を判定した。

一方、セネガルの環境条件を考慮して、各地の年平均日照時間が 6 hr/d以上、年平均日射量が 5 kWh/m²/d以上であるため、太陽光利用方式の導入には非常に恵まれた環境にあると判断される。使用環境による発電設備への悪影響として、亜熱帯性サバナ気候の同国では、極端に高い気温や雨期の集中的な降雨、落雷等が想定されるが、機器の設置方法等に関する適切な設計・施工により問題はない。また、サヘル地域特有の降砂によるPVアレイ表面の汚れも定期的な清掃作業により容易に解決される。従って、全調査対象サイトに関して、太陽光利用方式の導入に対する環境条件からの制約は全く無いと考えられる。

(8) 太陽光利用実施評価

以上の評価を検討すると、太陽光利用の揚水システムの実施適切サイトとしては、Bakhaya, Diao Insacounda, Ngoki, Samékouta Peulh, Sinthiou Démba Déme そして Kalbironの6サイトが選定される。MbéguéとDarou Salam Nioro およびGoudiry の3サイトは、太陽光利用の揚水システムの実施サイトとしては規模が大きすぎることから、在来型揚水方式とすることが適切である。DédjiとBoutoucou Faraの2サイトは既存の水源に問題があるため動力化揚水を計画するに当たっては、新たな水源開発が必要である。適切な深井戸構造であればその集落規模に必要な地下水は十分得られる地域であり、新規水源の条件によっては太陽光利用の揚水システム導入の可能性も十分にある。

(9) 総合評価

要請サイト11地区について、技術的視点によるプロジェクト実施可能なサイトは以下のように要約され、6サイトが本計画の実施可能サイトとなる。それら6サイトにおける裨益人口は、5,410人そして家畜頭数は17,150頭と試算される。表4-3に計画対象サイトの計画人口及び家畜頭数を示す。

太陽光利用適切サイト： 6サイト

在来型揚水方式サイト： 3サイト

水源に問題あるサイト： 2サイト

表4-3 計画対象サイト別計画人口及び家畜頭数一覧

サイト名	計画人口	計画家畜頭数
1. BAKHAYA	1,220	1,470
2. DIAO INSACOUNDA	900	4,440
3. NGOKI	1,150	1,930
4. SAMEKOUTA PEULH	640	3,750
5. SINTHIOU DEMBA DEME	500	2,940
6. KALBIRON	1,000	2,620
合計	5,410	17,150

4.2.3 維持管理機材調達の見直し

本計画は3州に在る6サイトの地方水道施設を建設するのみでなくセネガル国政府の推進する地方水道整備の重要な柱の一つとなっている維持管理体制の強化のため、それに必要な機材を調達することを含んでいる。

セネガルに於ける地方水道整備計画の企画と実施は、本計画の実施機関である地方開発水利省・地方工務水利局により行われており、完成後維持管理上の修理保全作業の実務面は、地方工務水利局のもとに、維持管理部によって行われる。

我が国よりの無償資金協力として、第一次より第八次まで供与されて来た地方水道計画の成功は施設建設のみでなく、初期に於ける維持管理体制への配慮によるものが大きく、これは我が国サイドのみならず、セネガル側、国際機関からも高い評価を得るところの大きな要素のひとつといわれている。

即ち、1979年第一次の計画が検討されていた時点において、全国に140ヶ所の深井戸を水源とする給水施設が散在していたが、それ等の深井戸、揚水機等の整備、保全のために水利施設整備事務所が保持していた機材は、わずかな老朽化した車輛搭載型ホイスト、関連車輛等のみで、整備保全任務に当たれるチーム数は限られ、19万km²の国土に散在する給水地点への保全作業は困難を極めていた。また、各給水施設における揚水機械の操業状態は、使用不能であったり、故障寸前のももあり、特に地下水位の低下による揚水量不足のものが多くなっていた。これ等に対する取換や修理期間中に代用するために必要な予備用揚水機械の種類、数量も少なく、問題の発生する現場に充分対応出来ない実情であった。

この様な状況を踏まえて第一次計画以来、施設の建設と共にホイスト、関連車輛、現場用工具類等が継続的に調達され、それ等自体の整備を行うと共に、局地的な問題はあるが、現在(1992年)611ヶ所の給水施設の整備保全を行い得る体制が整いつつある。

また、予備用揚水機械に関しては、本体をはじめ補機類の互換性や操業の容易さを重視してその要項や機種が定められ、スペア・パーツ等の予備品類についても、画一的な供給とせず、操業実績から適切な内容と数量の選定を行い、より効果的な維持管理機材の調達が行われて来ており、今後もこの方針がとられる事が望ましいといえる。

地方工務水利局自体、維持管理体制の強化という政策を地方水道整備の重要な柱として

おり、機構を改め、人材を用意する等努力を重ねているが、設備、機材の不足から切角の組織、要員が効率的に機能出来ず、成果を上げ難くしている。このため、調達される機材の果たす役割は、機材の数量的増加の意義を持つのみでなく、地元住民により組織されている水管理委員会のもとで簡易な部品交換を地元住民の手で行なえる等維持管理に関する自助努力を推進する上でも、維持管理体制強化という理念づくりの上でも効果をあげる事となり、維持管理機材の調達は重要な役割を果たしている。

本案件で調達の対象となる機材に関して、従来の実績と、老朽機材の代替、又今回は太陽光利用システムの維持管理・測定・データ処理等を勘案して、太陽光利用揚水機械をはじめ、整備保全チームのための重機、作業用車輛等主要機材を中心に、次の様に検討を行った。

(1) 車輛等

① 全輪駆動ステーション・ワゴン

地方給水施設の運営管理に関わる要員と軽貨物の輸送に使用される。アクセスの悪いサイトへの乗り入れも必要となるため全輪駆動車とする。

② バン型車輛

地方工務水利局のダカール本部と全国の主要都市に設置された地方事務所間の連絡用として、人員、軽貨物の輸送を対象とする。舗装路を主に走行するため全輪駆動の必要はない。

③ ピックアップ・トラック

地方水道施設の維持管理のためのサイト巡回に使用するため、軽微なワークショップ機材を常時搭載する。かなりの悪路を走行することを考慮して全輪駆動車とする。

④ トレーラー

上記ピックアップ・トラック等がサイトへ出動する時に牽引するための荷台付トレーラーで、車輛に搭載できない大きさの資機材を運搬する場合に使用される。

(2) 整備・点検用機器

① 水位測定器

水位の恒常的測定は水源管理に極めて重要であるため、各サイトでのモニタリング用と

して配備する。

②水質測定器

サイトでの水質管理を目的として、伝導度及びpHを現場で容易に測定することが可能な携帯用機器とする。

③流量計

給水施設の流量管理を目的とする。

④マルチメータ

電圧、電流、抵抗、周波数を測定するもので、本計画では特に維持管理の対象として重要な電装品の保守点検には不可欠な機材である。

⑤電力計

PVモジュールの点検を目的とし、現場で力率等を測定するものである。

⑥オシロスコープ

PVモジュールの点検を目的とし電圧・電流等の変化を曲線で現すものである。

⑦日射量計

現場での日射量計測を行うためのものである。

⑧サイト用整備工具

各サイト毎の日常の整備に用いる工具類として配備する。配線作業等に必要である半田ごても含む。

(3)予備用揚水機材

①ポンプ

供給される深井戸用揚水機と互換性のある定格のものを選定し、予備として用意する。修理保全のため、地方より持ち帰った故障品を修理する間、交換用代品として使用する。

②PVパネル及びインバーター

太陽光を利用して発電するPVパネルは、容易に故障するものではないが、適当数の予備を用意する。インバーターは、PV発電による電力が直流であるため水中ポンプの

作動に必要である交流に変換する。故障の際、現場に於ける修理が困難であるため、交換用代品として使用する。

(4)その他

①無線通信機

本局及び出先機関と地方集落の現場で保全作業に当たる機動チーム間の連絡に使用される。電話通信事情の悪い現地で限られた機材、要員が短時間で広範囲な活動をするための高効率化に役立つ。

②コンピューター（ハード及びソフト・ウェア）及びデータ処理装置

太陽光利用データを処理・分析し、太陽光利用開発研究に役立つものである。

③予備品類

各種維持管理用機材の予備品である。また、現在までの実績も検討して、機種、部分に応じて数量等は勘案の上選定する。

4.3 計画の概要

4.3.1 実施機関及び運営体制

本計画は、地方給水を目的としたものであるが、建設される全ての給水施設のエネルギー源として太陽光利用が計画されており、セネガル政府内では本件をソーラー・プロジェクトとして位置づけていることから、ソーラー関連事業を統轄する国家近代化技術担当省(Ministère Chargé de la Modernisation de l'Etat et de la Technologie: MME T)が、E/N締結以降、施設完成までの全責任を負うこととなる。国家近代化技術担当省の組織図を図4-1に、科学技術業務特命室(Délégation aux Affaires Scientifiques et Techniques: DAST)の組織図を図4-2に示す。国家近代化技術担当省の職員総数は148名で、科学技術業務特命室の職員数は24名である。

DASTによる事業実施に当たっては、本計画が地方給水プロジェクトであることから、従来の地方給水案件の実施機関である地方開発水利省地方工務水利局(DGRH)による補完体制が不可欠となる。

図 4 - 1 国家近代化技術担当省 組織図

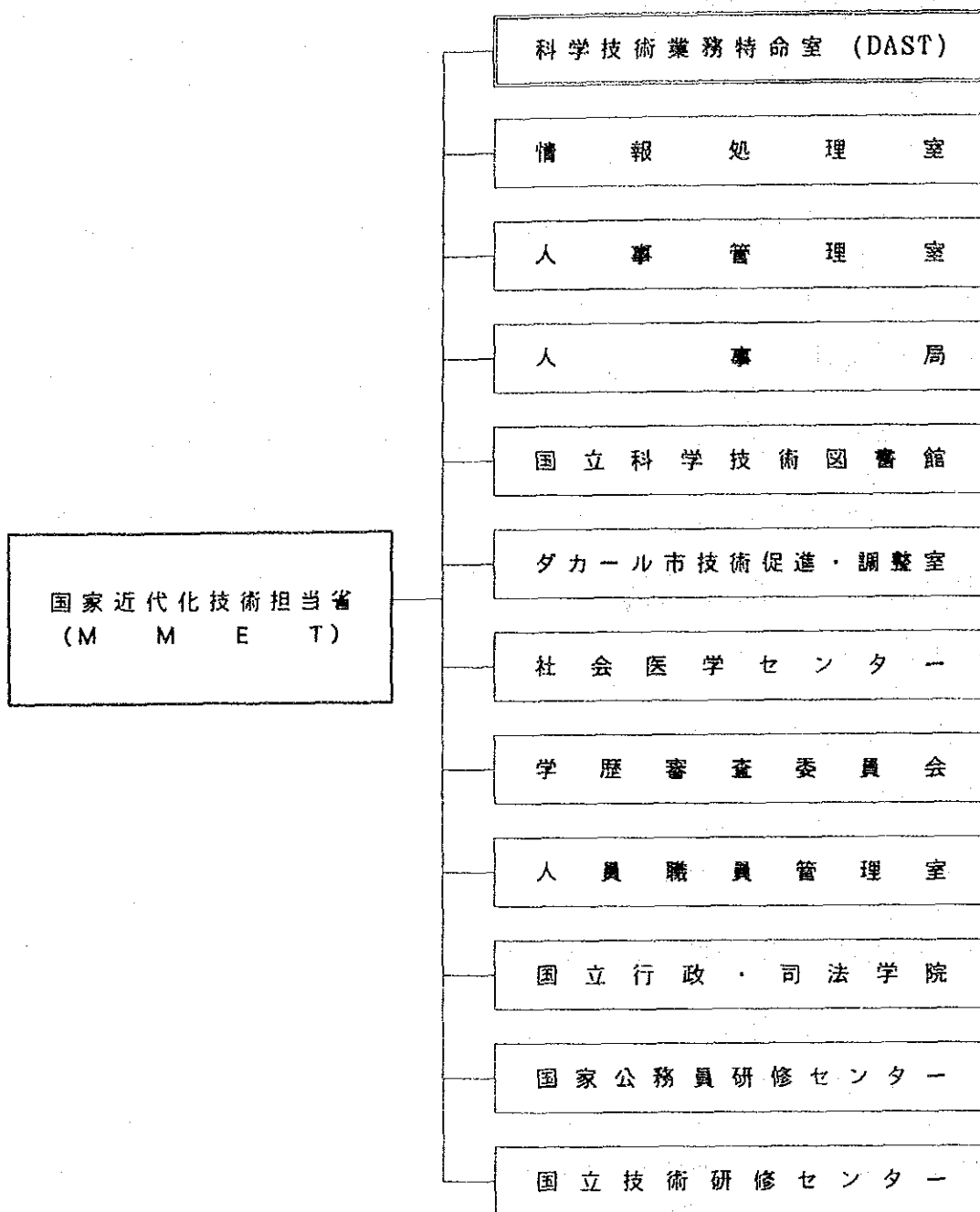
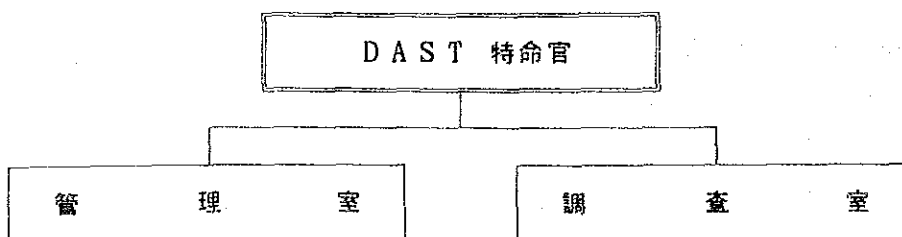


図 4 - 2 科学技術業務特命室 組織図



また、完成した施設は、DAST、DGRH両局による検収後、在来型の地方給水施設と同様にDGRH維持管理部（DEM）の通常機構に編入され、各サイトのあるLouga, Tambacounda, Ziguinchorの維持管理班にそれぞれ管轄されることとなる。維持管理班は、巡回点検や住民からの報告により必要が生ずると故障した機材の修理、老朽機材の更新をはじめ、断水時の緊急給水や、地下水位の低下に対応する揚水機の改造等、専門的な技術と装備を必要とする業務を行う。関連機材のスベアパーツ類の保管・保有についても、従来の地方給水プロジェクトと同様にルガ市に位置するDGRHの維持管理部維持課が集中的な管理を行うこととなる。

一方、各村落単位で日常行われる施設の運営管理及び維持管理費などの徴収は、DEMの監督のもと村落レベルの自治組織である水管理委員会により行われる。実際的な運転業務は、水管理委員会により村民から選定された専従の運転管理者1名が行う。運転管理者は、給水施設の完成前にDEMによる技術的な訓練を受けた上で施設の始動、停止等の基本的な運転業務を実施すると共に施設、機材に関する軽微な保守・点検作業を行いDEMへの適切な報告を行うことを任務とする。

維持管理費の徴収に関しては、燃料費が不要な太陽光利用システムの場合でも運転管理者の人件費のために受益者負担として住民よりの料金徴収が必要である。しかしながら、人件費の他に経常的な費用が不要であるため、それ以外に適度な費用を徴収することにより給水施設の将来的な修繕や拡張のための資金を貯蓄することができるのが太陽光利用システムの利点であり、既に具現化した類似案件でも各水管理委員会が成果をあげていることから、本計画においてもそうした方法がDEMにより指導される。

4.3.2 給水施設の建設

4.2.2 で述べた現地調査の結果と先方政府との協議により、本計画対象は、要請4州11サイトの内3州6サイトとする。計画対象サイトを表4-4に示す。

表4-4 計画対象サイト一覧

州	サイト名
LOUGA	1. BAKHAYA
KOLDA	2. DIAO INSACOUNDA 3. NGOKI
TAMBACOUNDA	4. SAMEKOUTA PEULH 5. SINTHIOU DEMBA DEME 6. KALBIRON

他の5サイトは本計画においては対象外である。そのサイト名及び理由を表4-5に示す。

表4-5 計画対象外サイト一覧

州	サイト名	対象としない理由
KAOLACK	MBEGUE	必要水量過多のため在来型給水施設に適する。
	DAROU SALAM NIORO	必要水量過多のため在来型給水施設に適する。
TAMBACOUNDA	DEDJI	水源井能力不足のため動力ポンプ不適である。
	BOUTOUCOU FARA	水源井能力不足のため動力ポンプ不適である。
	GOUDIRY	必要水量過多のため在来型給水施設に適する。

本計画の対象となる6サイトは3州に散在しており、首都ダカール市より近いところで180km、遠いところで770kmである。年間降雨量は北部のサイトと南部のサイトでは、600mmから1,200mmと大幅に異なる。アクセスは、主要国道を利用し、サイト近傍まで到達、その先は、未舗装道路を辿らなければならない。一部の対象サイトへの道は、季節的に悪路となる。

本計画により建設される6サイトに於ける太陽光利用給水施設の概要を下表に、施設の概念図を図4-3に示す。給水施設の建設、計画に関する基準は地方工務水利局が設定しており、従来実施して来た事業も本事業もこれに基づいている。

表4-6 計画水道施設一覧

項 目	数 量
太陽光利用揚水設備及び機械室	6ヶ所
80m ³ 貯水タンク	1基
50m ³ 貯水タンク	5基
管路	11.4km
公共水栓	17基
家畜水飲場	13基
車輛給水所	6基

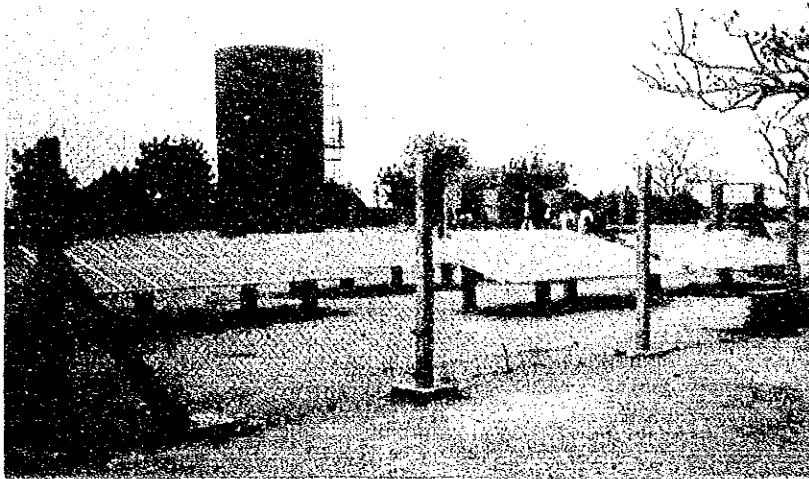
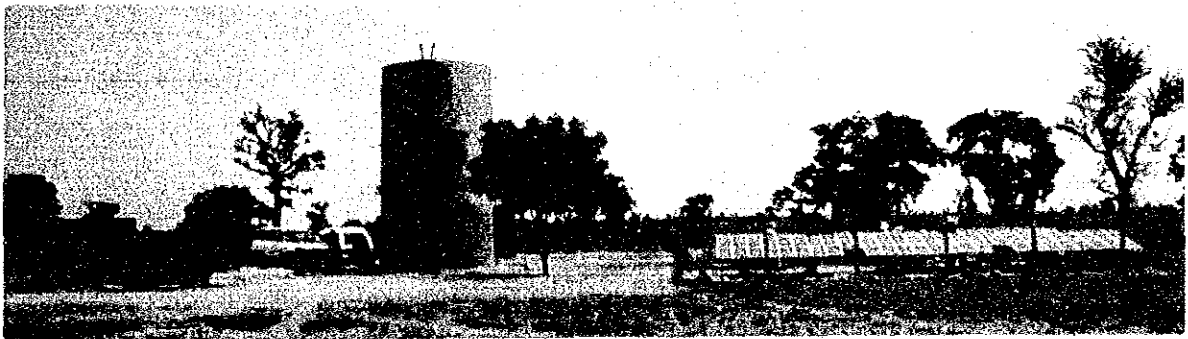
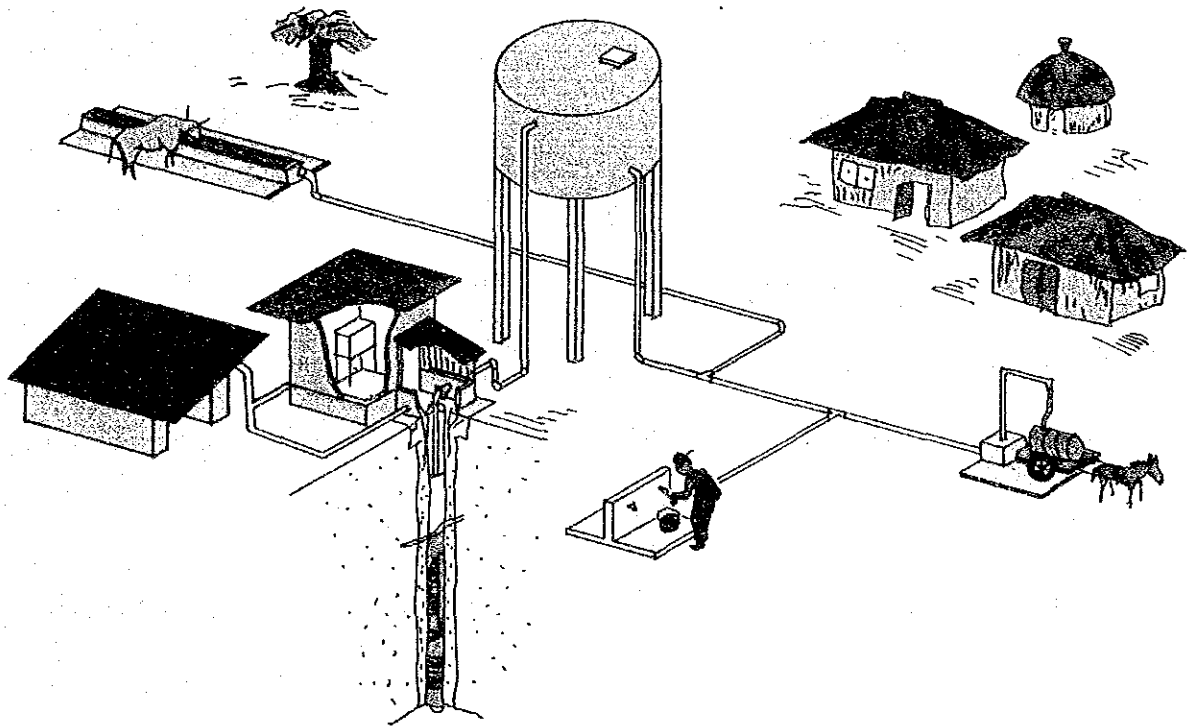


図 4 - 3
施設の概念図



4.3.3 維持管理機材の調達

本計画で調達される維持管理機材の概要は下記の通りである。

表4-7 維持管理機材一覧

項 目	名 称	用 途
1. 車輛等	全輪駆動 ステーション・ワゴン バン型車輛 ピックアップ・トラック トレーラー	要員輸送 同 上 貨物運送 同 上
2. 整備・点検用機器	水位測定器 水質測定器 流量計 計測・測定機器 整備・工具	水源井の検査 同 上 流量の検査 揚水施設検査・点検 機器の保守点検
3. 予備用揚水機材*	ポンプ PVパネル インバータ	取水・揚水 原 動 同 上
4. そ の 他	無線通信機 コンピューター及び データ処理装置 予備品類	基地と機動チーム間の連絡 太陽光データ処理・分析 機器の維持管理

(* 保全・修理時の交換代品)

4.3.4 技術協力

本計画の実施及び運営に当たって長期に渡る技術協力の必要はないが、カウンター・パート研修は望ましい。なぜならば、セネガルに於ける地方水道の整備計画の企画や管理の業務に係わる技術者に対するカウンター・パート研修の実施は、従来の実績よりみて我が国の科学技術の背景を理解し、給水事業計画上の具体的技術移転をうける機会となり、極めて有意義であり、今後もその実施による効果が期待できる。

第 5 章 基本設計

第5章 基本設計

5.1 設計方針

本計画の設計方針は、セネガル国政府の要請の背景と地方水道の整備に係わる同国の指針を尊重するとともに、日本国側責任において対象6サイトの建設を実施する方針である。対象地域の水源状況、水利用現況を十分勘案し、給水施設建設、維持管理機材調達に従来の実績と、経済性と耐久性を考慮し、施設完成後の維持管理や、社会・自然状況に適した仕様とし、過重にならぬように留意する。特に、長期間の雨期はアクセス及び施工性の問題点を含んでおり、設計上に於いて考慮した。完成後の住民の維持管理体制についても衛生環境に対する意識の向上と共に維持管理用工具を調達して具体的手法を指導する。また、現地の事情に合致した地方給水施設仕様を設定した。計画実施に当たっては、無償資金協力事業の制度上定められた日程の範囲内で事業が完了し得る内容とした。

また、本計画の内容は、自己完結するものであることは勿論であるが、既往のプロジェクト・サイトでもみられている如く、将来セネガル側の自助努力による増設計画が実施される際を考慮して、管路、分岐部分、弁類等の型式、配置等について配慮する。特に維持管理体制の強化に関しては、既存の機構や設備・機材の実状とこれ等に係る問題について整合を図る。

5.2 基本設計条件の検討

5.2.1 給水施設建設

施設建設に関する計画基準は、地方工務水利局の基準をもととし、水質に関してはWHOの基準に基づいた。また、施設のシステムについては、従来地方工務水利局が用意しているところの集落パターンに相応した施設パターンを適用し、これに現地調査の結果を勘案して設定した。計画年次は地方工務水利局の基準である10ヶ年とし年増加率は2.5%とした。計画給水量は、特に太陽光利用に適した給水量、住民1日1人当たり25~35ℓを基準とし、また、家畜に対しては、家畜1日1頭当たり15~25ℓを基準とした。

水源能力指標としての全揚程については、現状の静水位と計画給水量の揚水を行った場合の揚水水位から設定し、適正揚水量の範囲内において、計画給水量の確保は十分可能である。

揚水設備規模関連の定格出力については、揚水ポンプ能力及び効率等を考慮して設定した。現在、太陽光利用の給水システムは、経済性を考えた場合規模的な制約がある。給水量的に見ると、手押しポンプとディーゼルエンジンポンプの中間が太陽光利用の揚水システムの現在における適切な規模であると言われている。サイト毎の費用比較を行った結果（資-7を参照）、揚水機の定格出力 5.5kwを境として、それより小さなものを設置するサイトについては、太陽光利用方式による費用総額及び水価が、在来方式であるディーゼル方式の数値よりも小さくなり、それを越す出力の揚水機を使用する場合は、在来方式より上回った太陽光利用方式の建設費超過分を10年間の維持管理費の差額分ではカバーできなくなることが確認された。

本計画サイトの給水施設計画基準に関する基礎データを表5-1に示す。

表5-1 施設計画基準に関する基礎データ一覧

サイト名	2002年予測		計画給水量		静水位 (m)	揚水位 (m)	全揚程 (m)	揚水機出力 (kw)
	人口	家畜数	(m ³ /day)	(m ³ /hr)				
Bakhaya	1,220	1,470	74	12.3	34.1	34.3	61	3.7
Diao Insacounda	900	4,440	116	19.3	11.2	16.1	36	3.7
Ngoki	1,150	1,930	58	9.7	46.0	49.5	76	5.5
Samékouta Peulh	640	3,750	78	13.0	23.5	25.8	50	3.7
Sinthiou Démba Déme	500	2,940	62	10.3	40.0	42.0	67	3.7
Kalbiron	1,000	2,620	69	11.5	33.5	35.8	61	3.7

5.2.2 維持管理機材

本計画において、調達される維持管理機材の占める位置は、重要であり次の如き考慮が、はらわれなければならない。

1. 本計画の特色として太陽光利用揚水システムに即応すること。
2. 標準化を推進しているセネガル側の意向に整合しやすいこと。標準化以前のもので予備品等極力多くの互換性を有すること。
3. 既に日本国政府により供与された機材を含め、従来セネガル側現場要員が操作に習熟している機材であること。
4. 出来るだけ現地に於ける部品供給が速やかで保守体制の整っている、品質の良いものであること。

5.3 基本計画

5.3.1 給水施設建設計画

本計画に於ける給水施設は図5-1給水施設フローシートに示す如く、既存深井戸を水源として、それからの取水のための太陽光利用揚水設備、それを収納する機械室、貯水タンク、管路及び公共水栓、家畜水飲場、車輛給水所等より構成される。

これ等は先に述べた基本方針及び設計条件をもとにし、地方工務水利局の用意している集落の規模や分布に対応する施設パターンを勘案して計画されている。各地区の施設一覧表を表5-2に示す。また、その配置計画を配置図に示す。

表5-2 計画施設一覧

サイト名	太陽光利用 揚水設備	貯水槽		公共 水栓	家畜 水飲場	車輛 給水所	管路 (km)
		80m ³	50m ³				
Bakhaya	1	-	1	4	1	1	1.9
Diao Insacounda	1	1	-	3	3	1	1.7
Ngoki	1	-	1	3	2	1	2.5
Samékouta Peulh	1	-	1	2	3	1	2.7
Sinthiou Démba Déme	1	-	1	2	2	1	1.1
Kalbiron	1	-	1	3	2	1	1.5
合計	6	1	5	17	13	6	11.4

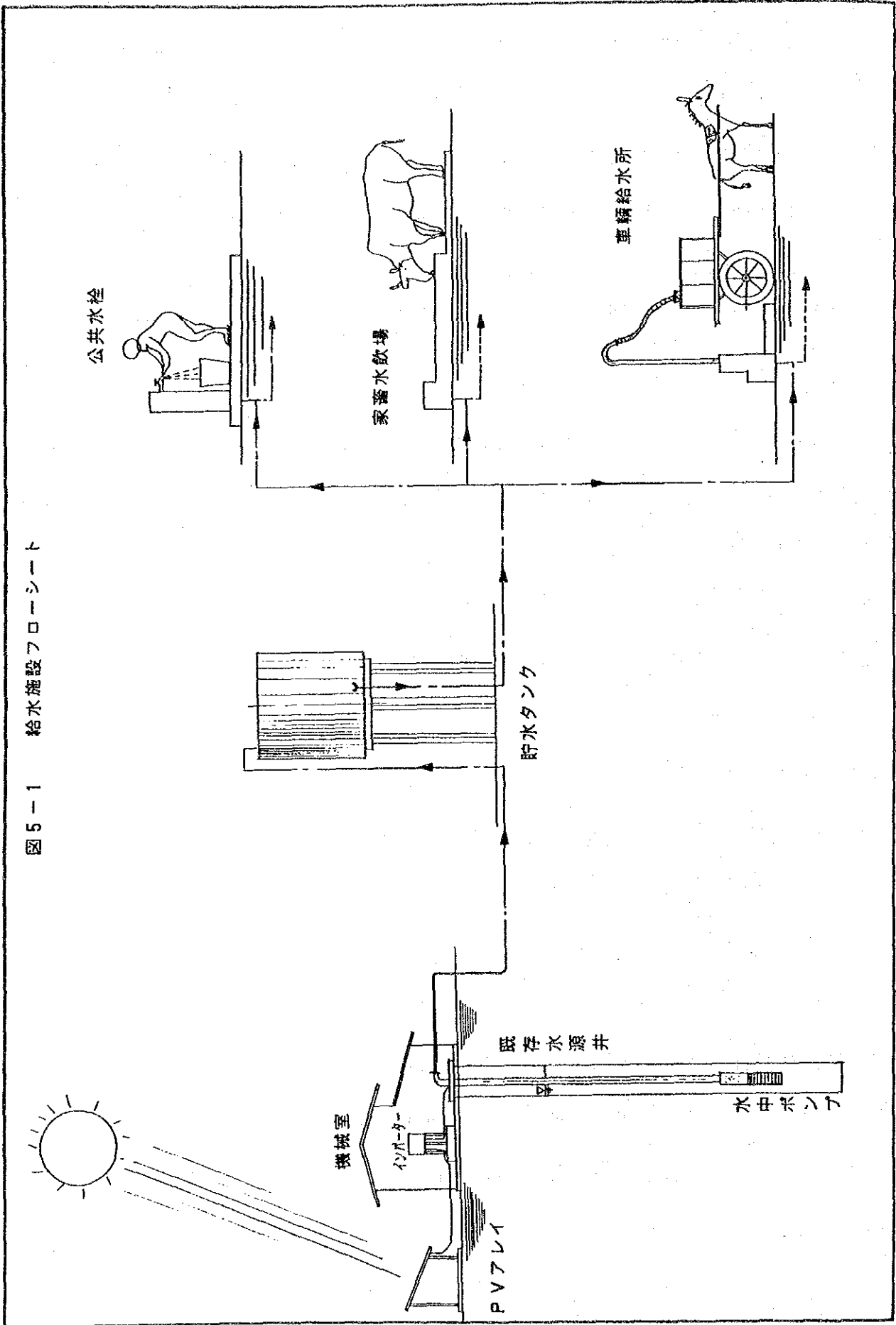
(1) 水源井

既存深井戸を水源として使用する本計画に関しては、水理地質学的、工学的に十分な検討の結果に基づき、水源井としての評価を行わなければならない。表5-3に計画給水量とそれに対応する水源井の揚水水位の関係を示す。揚水量については、本計画対象サイトにある何れの水源井でも適正揚水量の範囲内において、計画給水量を満足する取水が可能である。

表5-3 計画給水量と揚水水位

サイト名	計画給水量 (m ³ /時)	水源井水位 降下 (m)	揚水水位 (m)
Bakhaya	12.3	0.2	34.3
Diao Insacounda	19.3	4.9	16.1
Ngoki	9.7	3.5	49.5
Samékouta Peulh	13.0	2.3	25.8
Sinthiou Démba Déme	10.3	2.0	42.0
Kalbiron	11.5	2.3	35.8

図 5-1 給水施設フローシート



水質に関しては、判定基準に照らして問題ない。水源井の構造は、井戸口径4½"より10¾"までであるが、揚水機械設置上の支障はない。据付位置と取水スクリーン位置との関係は検討され不都合のないことが明らかとなっている。水源井に対する揚水機械据付に先だち揚水試験及び化学処理等の施工により、井戸能力の確認と砂やインクラステーションの除去を行い、再生、整備を図る。

(2)揚水設備

揚水設備は、PVアレイ、インバーター及び深井戸用水中モータ・ポンプから構成される。PVアレイは効率及び汎用性が高い単結晶型又は多結晶型とし、架台は耐久性が高く現地での施工が容易であるコンクリート構造とした。

ポンプはセネガルにおいて深井戸用として普及しており、電気駆動のポンプとしての効率が最も高い水中モータ・ポンプを使用する。揚水設備の運転時間は日照時間を考慮して一日6時間とし、各サイト毎の計画給水量と全揚程によりポンプの出力を定めた。水中モータ・ポンプは標準的に交流モータで駆動されるが、PVアレイから発生される電力が直流であるため、それを交換するためにインバーターが用いられる。

この他に揚水設備には、各種安全装置としてポンプ保護用の定電圧制御装置、低水位運転防止用安全装置、水槽満水時の警報装置等を備える。従来、地方給水施設は、住民による操作・管理を考慮して簡易で着実な制御系を検討の対象としているが、本計画においても極力複雑な機構や保全の困難なものを多用することを排した。

(3)機械室

井戸及びインバーターを収納する機械室は、操業要員の待機室を伴う設計とする。また、給水施設という目的からも衛生上の観点より浄化槽付の便所が併設される。既存水道施設と関連する建物となる機械室の工事中に於いても住民の給水作業をさまたげないように考慮した設計とした。

(4)貯水タンク

本計画では重力による自然流下方式による給水であるため、貯水タンクは、集落の給水区域の広がりや係わり、比較的施工の容易な脚付地上型タンクで、容量は50m³と80m³のものを選定した。この地上型タンクの使用により、適度の水圧を得ることができる。貯水タンクの材質と構造は、現地の材料と労務、技術を考慮、また、セネガルにおける保守の容易な耐久性のある鉄筋コンクリート構造とした。

(5) 管 路

貯水タンクより公共水栓、家畜水飲場等への配水は、管路により行われる。管路は機械室、貯水タンク周辺等の露出部は鋼管、給水設備への埋設部分は、多品種が現地生産されている施工上容易な塩化ビニール管とした。管路の直径の選定に当たっては、建設費と給水に係る維持管理費との相関から経済的な管路流速、これに伴う管路の径というコンセプトにもとづく基準が、一般に用いられている。本計画における管径としては、太陽光利用揚水について考慮し、管路流速の毎秒0.3m~1.1mを採用し、設置区間の目的や距離に応じて定めた。

(6) 公共水栓

住民の給水用に公共栓を集落パターンに応じて、集落内の有効な地点に配置する。設備の形式は、基本設計図の如く周辺の排水を容易にして衛生環境を害さないものとしている。水栓は高い使用頻度と気候条件に耐えられるように考慮をほらった。

(7) 家畜水飲場

集落住民への給水と共に、住民と係る家畜の水飲場設置が必要である。水飲場は、地方工務水利局の基準により10m型と称する型式のものをユニットとして選定し、コンクリート構造物である。単純な水面制御方式による、定水位槽を設置して無人状態の家畜水飲場で、弁の開閉を要する事なく、水の無用な流出を防ぎ、経済的な水利用を図れるものとしている。

(8) 車輛給水所

本計画においては、水源井の属する集落住民を主たる対象として給水計画は策定されているが、乾期において、その水源井以外には水の得られない近辺集落住民が多く存在する。これ等の住民が遠路、馬車を用いてドラム缶状の容器により、給水を受けられる。

また、早魃時の緊急給水を遠くの集落で必要とする時、地方工務水利局は、水タンク・トラックを動員して、これを行うが、これ等地上より高い位置にある水容器に給水し易い給水設備として車輛給水所を設ける。馬車、トラック類の接近に対して管路の保護に配慮し、給水弁類は開閉頻度の高さに耐えられるものとした。

本計画の給水施設に関する内容を次表に示す。

表5-4 計画給水施設設計概要

内 容	BAKHAYA	DIAO	NGOKI	SAMKOUTA	SINTHIOU	KALBIRON
		INSACOUNDA		PEULH	DEMBA DEME	
揚水設備						
計画給水量 (m ³ /h)	12.3	19.3	9.7	13.0	10.3	11.5
全揚程 (m)	61	36	76	50	67	61
ポンプ種類	水中モータ ポンプ	水中モータ ポンプ	水中モータ ポンプ	水中モータ ポンプ	水中モータ ポンプ	水中モータ ポンプ
ポンプ定格 (kw)	3.7	3.7	5.5	3.7	3.7	3.7
モータ定格 (V)	380	380	380	380	380	380
(Hz、相)	50Hz、3相	50Hz、3相	50Hz、3相	50Hz、3相	50Hz、3相	50Hz、3相
PVアレイ種類	単結晶/ 多結晶	単結晶/ 多結晶	単結晶/ 多結晶	単結晶/ 多結晶	単結晶/ 多結晶	単結晶/ 多結晶
PVアレイ 架台構造	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート
インバータ方式	DC-AC 変換式	DC-AC 変換式	DC-AC 変換式	DC-AC 変換式	DC-AC 変換式	DC-AC 変換式
機械室						
構造	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート
収納機器類	井戸用ポンプ 及インバータ	井戸用ポンプ 及インバータ	井戸用ポンプ 及インバータ	井戸用ポンプ 及インバータ	井戸用ポンプ 及インバータ	井戸用ポンプ 及インバータ
室数	2室	2室	2室	2室	2室	2室
貯水タンク						
種類	地上型	地上型	地上型	地上型	地上型	地上型
容量 (m ³)	50	80	50	50	50	50
脚高 (m)	5	5	5	5	5	5
構造	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート
公共水栓						
構造	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート
家畜水飲場						
長さ (m)	10	10	10	10	10	10
構造	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート
車輛給水所						
高さ (m)	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
構造	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート
管路						
材質	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
管径 (mm)	50~150	50~200	50~150	50~150	50~150	50~150
総延長 (km)	1.9	1.7	2.5	2.7	1.1	1.5

5.3.2 維持管理機材調達計画

本計画に含まれる維持管理用機材は以下の通りである。

項 目	数量	仕 様	用 途
(1)車 輛 等			
1) 全輪駆動 ステーション ワゴン	2台	エンジン：水冷ディーゼル・エンジン 80 PS 以上 駆動方式：4 × 4 定 員：9名以上	要員・ 軽貨物輸送
2) バン型車輛	1台	エンジン：水冷ディーゼル・エンジン 80 PS 以上 駆動方式：4 × 2 定 員：5名以上	同 上
3) ピックアップ トラック	2台	種 類：修理用機材搭載型 エンジン：水冷ディーゼル・エンジン 80 PS 以上 駆動方式：4 × 4	巡回点検 修理
4) トレーラー	1台	種 類：一軸2輪式箱型 最大積載量：250 kg 以上	貨物輸送 上記車輛 にて牽引
(2)整備・点検用機器			
1) 水位測定器	6式	種 類：手動式 適用深度：100 m	水源井検査
2) 水質測定器	2式	測定項目：伝導度、pH	同 上
3) 流量計	3式	種 類：携帯型 測定範囲：0-2 m/sec、20~150mmφ	流量検査

項 目	数量	仕 様	用 途
4) マルチメータ	3 式	測定項目：電圧、電流、抵抗、周波数 測定範囲：電圧・電流：直流及び交流 周 波 数：20-100 Hz	電装品点検
5) 電力計	3 式	種 類：力率測定可能なクランプ型	同 上
6) オシロスコープ	3 式	種 類：携帯型、液晶ディスプレイ式	同 上
7) 日射量計	4 式	種 類：携帯型	調査・管理
8) サイト用 整備工具	6 式	種 類：工具箱収納型 (半田ごてを含む)	給水施設の 保守点検

(3)予備用揚水機材

1) 深井戸用ポンプ	4 式	種 類：深井戸用 水中モータ・ポンプ	保全・修理 交換用代品
2) P V パネル	60枚	種 類：単結晶又は多結晶	同 上
3) インバーター	6 式	種 類：DC-AC変換式	同 上

(4)そ の 他

1) 無線通信機	3 式	種 類：MHF/HF、SSB 出 力：100W	事務所・ 巡回チーム間 通信
2) コンピュータ	2 式	C P U : 32ビット (クロック 20MHz以上)	データ処理・ 分析
3) データ処理装置	1 式	インターフェイス、データレコーダ、メモリカード、ドライバ等	データ処理
4) 予備品類	1 式	機材本体価格の20%相当	点検修理時 交換