

- (c) データの処理、解析方法、内容の説明

ナラ気象観測所職員に対し：

- (a) 日常的点検項目、方法の説明
- (b) 測定機器の清掃方法、頻度等の説明
- (c) 蒸発計水槽の給水（週一回）及び清掃に関する指導
- (d) メモリーカードの交換及び盤内定期点検項目、内容の説明

気象本局職員に対して：

- (a) データ処理、解析方法、内容のより詳細な説明
- (b) データの処理に係る他機種への変換方法の説明及び実測データを用いた指導

(3) 観測、維持管理体制

本調査で気象観測機器を設置した場所は既設ナラ気象観測所内にあるため蒸発計水槽の給水を含めた日常の点検、保守、清掃及びメモリーカードの交換はナラ観測所職員が行ない、データ処理・解析はマリ気象本局員及びJICA調査団員の共同で行なった。データ解析装置は気象局本局に近いバマコ調査団事務所に設置したため、JICA調査団がナラに赴いた際、ナラ気象観測所職員からメモリーカードを受取り、バマコに持ち帰り解析を行なった。また、気象局に設置されているIBM製コンピュータと調査団のNEC製コンピュータはプログラムの互換性はないが、データに関しては互換性があるため、気象局が今まで使い慣れたコンピュータで従来通り解析出来るよう気象観測データのコピーをフロッピーベースで作成し既存のマリ気象解析システムに取り込めるようにした。

5.1.4 観測データの解析及び既存データとの比較

(1) 調査の概要

太陽光発電揚水システム設計の為の基礎的なデータ収集を目的としてナラ気象観測所に日照時間、全天日射量、降雨量、気温、風向、風速、湿度及び蒸発量を測定するための観測機器を1993年12月26日に設置し、1994年1月1日より観測を開始した。

データ収録システムは電源装置、記録装置、各種センサーで構成されており、定期的に記録装置のメモリーカードを交換することと蒸発量計の水の補給を行う以外は無人による連続観測が可

能なシステムとなっている。本システムの動作電源として太陽電池及び蓄電池を併用し、無日照日が5日間あっても動作に支障のない構成となっている。調査団による観測は1994年1月1日より9月30日までの9ヶ月間実施されたが、システムが順調に稼働し、データの欠損が発生しなかった（但し、7月は気象局職員への技術移転の為、2日間観測が中断）。

本システムは15分間隔で観測データをメモリーカードに収録する方式を採用している。この場合、メモリーカードは6ヶ月分のデータを収録可能な容量があるが、本調査では気象局、ナラ気象観測所職員の協力を得て、1ヶ月に1回の割合でメモリーカードの交換を行った。このメモリーカードはJICAより供与されたパーソナルコンピューター及び解析プログラムにより処理を行った。

(2) 観測データの解析

メモリーカードに15分間隔で1日24時間分の観測値が記録されるが、これをパーソナルコンピューターで以下の処理を行った。

- (i) メモリーカードに記録されているデータを日毎に分離し、1日毎に1つのファイル（日ファイル）を作成する。分離されたファイルの内容のプリントアウトの例をANNEX Kの表K.2-1に示す。
- (ii) 1日分のデータを順次読み出し、各測定値の日平均、合計、最大値、最小値を観測値の特性に従って求める。プリントアウトの例を表K.2-2に示す。
- (iii) 指定した年月に対し、各時刻毎の月間平均を求め、月間平均の1日ファイル（月ファイル）を作成すると同時に、各測定値の月間最大値、最小値を求める。月間の時刻毎の平均値をグラフに表示したものの例を図5.1-6に示す。

上記の処理はJICAより供与された解析プログラムを使用して実施したが、比較検討を容易にするため、(ii)で作成されたデータを基に、月毎の観測データの重要なものに対する一覧表を表計算ソフトで作成し、月間の平均値、合計、最大値、最小値を計算した。本調査期間、即ち1994年1月から9月迄の9ヶ月間の月毎表計値をANNEX Lの表L.2-1から表L.2-9に示す。また、各観測項目毎の解析結果について以下説明する。

(a) 日照時間

日照計は日照のしきい値（ 0.12 kW/m^2 ）以上の日照が存在する時間を計測可能な構造となっており、観測された各月の平均日照時間、最大日照時間、最小日照時間は次の通りである。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
平均日照時間 (hr)	9.1	9.6	9.6	9.9	9.6	9.6	9.5	9.2	6.5	9.2
最大日照時間 (hr)	10.5	11.0	11.2	11.2	12.0	11.5	11.7	11.8	11.3	12.0
最小日照時間 (hr)	6.7	8.2	6.0	2.7	5.0	6.2	6.2	2.3	6.5	2.3

(b) 日射量

日射観測は15分毎の日射強度 (kW/m^2) が記録装置でメモリーカードに収録され、それをプログラムで解析する事により、日間合計値を計算する。この日間合計値は1日分の15分平均日射 (kW/m^2) を単に合計したものであるため、乗数0.25 (15分/60分) を掛ける事により1日当りの日射量 ($\text{kWh/m}^2/\text{日}$) が求められる。

ANNEX Lの表L.2-1から表L.2-9には、15分間平均日射の日間最大値 (kW/m^2)、日間合計値 (kW/m^2)、1日当日射量 ($\text{kWh/m}^2/\text{日}$) 及び夫々の各月毎の平均日射量、最大値、最小値、月間日射量が表示されている。

月別の観測結果を整理すると以下ようになる。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
最大日射強度 (kW/m^2)	0.89	1.13	1.26	1.08	1.02	1.06	1.16	1.20	1.17	1.26
全天日射量 ($\text{kWh/m}^2/\text{日}$)										
平均日量	5.21	6.00	6.48	6.50	6.07	6.06	5.92	5.63	5.91	5.98
最大日量	6.09	6.75	7.62	7.71	7.71	7.00	7.17	7.41	7.04	7.71
最小日量	3.40	5.27	4.77	1.82	3.04	4.77	2.55	1.10	3.26	1.10
月間合計 ($\text{kWh/m}^2/\text{月}$)	161.4	168.1	201.0	194.8	188.1	181.9	171.8	174.5	177.2	201.0

(c) 外気温度

観測期間内の月別絶対最大温度、絶対最小温度、月間平均温度は下表の通りであるが、観測期間内の温度差が約39℃ほどあり、絶対最大温度は6月に絶対最低温度は1月に記録されている。

(単位：℃)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
絶対最高気温	32.6	39.9	43.2	44.4	45.7	45.8	38.9	35.8	37.5	45.8
絶対最低気温	7.2	7.3	14.1	15.4	17.1	21.9	19.6	20.5	20.5	7.2
平均気温	20.3	24.9	28.9	32.7	33.7	32.8	29.0	27.3	27.6	28.6

(d) 相対湿度

Naraの雨期は6月から10月初め迄あり雨期と乾期の相対湿度の差が大きい。観測された月別最大、最小、平均値は以下の通りであった。

(単位：%)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
最高湿度	45.0	34.0	37.0	42.0	83.0	93.0	99.0	100	100	100
最低湿度	15.0	7.0	10.0	8.0	12.0	31.0	61.0	36.0	32.0	7.0
平均湿度	26.9	14.6	19.6	17.8	40.0	63.7	87.4	74.0	71.4	46.2

(e) 降雨量

前述の如く、雨期と乾期が明確に分かれており、通常降雨は6月～9月の4ヶ月に集中している。観測された月別の降雨量及び降雨日数を以下に示す。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
降雨量 (mm)	0	0	0	0	0.5	43.0	94.0	70.5	162.5	370.5
降雨日数 (日)	0	0	0	0	1	5	11	10	13	40

(f) 蒸発量

蒸発量は日射のみならず、気温、湿度、風速により影響されるが、観測期間内の月別蒸発量は以下の通りであった。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
蒸発量 (mm)	187	207	285	159	74	78	56	137	68	1,251

(3) 既存データとの比較

調査期間そのものは気象観測データを解析、分析するのに短いうえ、観測機器の現地到着の遅れ等により、本調査で実施した期間は1994年1月から9月迄の9ヶ月間と非常に短いものになってしまったが、一応、乾期と雨期の両方にまたがった期間の観測結果が得られている。

各観測項目毎のナラ気象観測所に於ける1951年～1980年の30年間の月別平均値との比較結果について以下説明する。

(a) 日照時間

(単位：時間)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
1951～1980平均	8.7	8.8	8.8	8.9	8.8	8.1	7.8	8.4	8.4	8.5
観測値	9.1	9.6	9.6	9.9	9.6	9.6	9.5	9.2	6.5	9.2

(b) 全天日射量の月平均日量

(単位：kWh/m²/日)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
1951～1990平均	5.08	5.55	6.02	6.12	5.97	5.69	5.76	6.01	5.78	5.78
観測値	5.21	6.00	6.48	6.50	6.07	6.06	5.92	5.63	5.91	5.98

観測期間は1月～9月の9ヶ月間と短く、比較するのも問題であると思われるが、以下に示す日本の日射量が比較的多い那覇市に於ける1974年～1980年の月別全天日射量と比較しても0.6～3.5kWh/m²/日（平均で1.91）ナラ地区の観測データの方が高く（平均値で比較すると那覇市の147%）、しかも一年を通じて極めて安定した日射量を得られることがわかる。

那覇市に於ける全天日射量の月平均日量（1974～1980）（単位：kWh/m²/日）

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
2.31	2.83	3.00	4.17	4.39	5.00	5.36	4.92	4.64	3.72	2.86	2.50	3.81
(1～9月平均)											4.07	

一方、米国ウイスコンシン大学でまとめた世界各地の比較的日射量の多い地域10箇所の水平面 全天日射量を表5.1-3に示すが、この月別最大値及び平均値は次の通りである。

(単位：kWh/m²/日)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
月別最大	8.50	7.37	6.56	7.48	8.42	8.61	8.41	7.85	6.73	7.77
月別平均	4.93	5.43	5.72	5.90	5.93	5.89	5.47	5.67	5.70	5.63

(注) 月別最大：月別に最大値を示している都市の日射量を示す。

これより明らかな如く、ナラ地区の日射量は季節的に年間を通じた日射量分布の異なる10地域の月別の最大値、即ち月別の最大値を記録している地域の全天日射量と比較した場合は、その平均の77%と低い値を示すが、10地域の単純平均値よりわずかに高い値(6%)を示しており、世界的にみてもマリ国は安定した、豊富な日射量の得られる地域であるといえる。ちなみに1月から9月迄の平均値に限って言えば、平均全天日射量がナラ地域のそれより高いのはアメリカのホノルル、フェニックス、そしてイスラエルのエルサレムの3地域である(フェニックスが最も高く6.68kWh/m²/日)。

(c) 外気温度

(単位：℃)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
1951-1980平均										
—最低気温	12.2	13.9	16.8	20.4	23.5	23.0	21.4	20.5	20.2	19.1
—平均気温	23.3	26.0	29.0	32.2	34.1	32.3	28.8	27.3	27.7	29.0
—最高気温	32.0	35.5	37.5	37.7	40.1	41.3	38.8	34.1	32.0	37.9
観測値(平均)										
—最低気温	12.6	15.7	20.7	24.4	26.4	27.0	23.7	22.8	23.0	21.8
—平均気温	20.3	24.9	28.9	32.7	33.7	32.8	29.0	27.3	27.6	28.6
—最高気温	28.9	34.6	37.3	41.1	41.7	39.7	35.1	33.4	33.8	36.2

(d) 降雨量

(単位：mm)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合計
1951-1980平均	0.4	0.2	1.2	5.0	12.9	46.9	107.8	150.0	81.7	406.1
観測値	0	0	0	0	0.5	43.0	94.0	70.5	162.5	370.5

(e) 相対湿度

(単位：%)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
1951-1980平均	29.0	25.0	22.0	25.0	36.0	49.0	63.0	75.0	64.0	43.1
観測値	26.9	14.6	19.6	17.8	40.0	63.7	87.4	74.0	71.4	46.2

(f) 蒸発量

(単位：mm)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合計
1951-1980平均	364	377	471	475	416	338	230	123	152	2,946
観測値	187	207	285	159	74	78	56	137	68	1,251

本調査における観測期間内の観測値とナラ気象観測所に於ける1951年～1980年の30年間の月別平均値を比較したわけであるが、著しい違いは蒸発量を除き認められない。あえて比較すれば、既存データに比較して日照時間が平均1時間程度長く、降雨量が少なく、相対湿度は多少低い、外気温度は余り差がないと言える。

尚、蒸発量については、本調査で採用した測定方法は、世界気象機関(WMO)で基準としている大型蒸発計（アメリカークラスAパン：直径120cm 深さ25cm）を使用し、この容器からの蒸発量を測定している。一方、ナラ気象観測所の既存観測システムは、小型蒸発計を用いたPICHE法を採用しており、測定方法が異なる。又、バマコ気象局に於て、両測定方法による蒸発量観測が行なわれているが、ナラにおける程、両観測値の違いは見られない。この様に、測定方法が異なる点が挙げられるが、明確な原因は不明である。

表5.1-1 月別平均日照時間 (1951-1980)

(單位：時間/日)

觀測所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
TESSALIT	9.3	10.0	9.6	10.0	9.6	8.6	8.6	8.8	8.8	9.4	8.6	8.5	9.2
KIDAL	9.1	9.7	9.6	9.8	9.8	9.9	9.7	9.5	9.3	9.8	9.6	8.9	9.5
TOMBOUCTOU	8.8	9.0	8.9	8.7	8.8	8.4	8.5	8.3	8.3	8.9	9.1	8.5	8.7
GAO	9.1	9.3	9.3	9.2	9.2	8.9	9.2	8.9	9.1	9.5	9.7	8.9	9.2
MENAKA	9.0	9.5	8.7	8.4	8.6	8.1	8.1	8.4	8.7	9.2	9.4	8.8	8.7
HOMBORI	8.4	8.9	8.1	8.1	8.2	7.9	7.8	8.0	7.9	8.4	8.8	8.0	8.2
NIORO	8.6	9.6	9.1	9.3	9.3	8.9	8.4	8.2	8.5	8.6	8.4	8.1	8.8
NARA	8.7	8.8	8.8	8.9	8.8	8.1	7.8	8.4	8.4	9.2	8.7	8.1	8.6
MOPTI	8.6	9.3	9.0	8.4	8.5	8.2	7.6	7.5	8.1	8.9	9.0	7.9	8.4
KAYES	8.5	9.2	9.5	9.7	8.9	8.1	7.2	6.7	7.6	8.2	8.4	7.8	8.3
SEGOU	9.3	9.8	9.3	9.0	8.8	8.9	8.1	7.4	8.3	9.2	9.4	9.1	8.9
SAN	9.3	9.7	8.9	8.5	9.0	8.6	8.1	7.7	8.5	9.0	9.3	8.9	8.8
KITA	9.1	9.8	9.1	8.9	8.5	8.2	7.0	9.3	7.2	8.1	8.8	8.7	8.6
KENIEBA	8.6	9.3	9.2	8.8	8.8	7.7	6.0	5.3	6.4	7.6	8.4	8.3	7.9
BAMAKO	8.8	9.1	9.0	8.0	7.7	7.9	6.6	5.5	6.9	7.9	8.7	8.4	7.9
KOUTIALA	9.4	9.8	8.7	8.5	9.1	9.1	8.1	7.3	8.2	8.8	9.6	9.4	8.8
BOUGOUNI	9.1	9.2	8.5	8.0	8.4	8.2	7.2	6.4	7.4	8.4	8.8	8.8	8.2
SIKASSO	8.9	8.8	7.9	7.4	7.9	7.9	6.7	5.9	6.4	7.0	8.6	8.6	7.7
月平均	8.9	9.4	9.0	8.8	8.8	8.4	7.8	7.6	8.0	8.7	9.0	8.6	8.6

表5.1-2 月別平均日射量 (1951-1990)

(單位: kWh/m² /日)

観測所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
TESSALIT	4.85	5.60	6.09	6.48	6.52	5.79	5.71	5.71	5.67	5.52	4.95	4.35	5.61
KIDAL	4.97	5.72	6.22	6.51	6.54	5.76	6.15	6.24	5.89	5.84	5.24	4.74	5.82
TOMBOUCTOU	5.08	5.74	6.30	6.47	6.61	6.23	6.36	6.33	6.16	5.91	5.43	4.74	5.95
GAO	5.10	5.67	5.90	6.13	6.12	5.80	5.87	5.87	5.79	5.63	5.33	4.75	5.66
MENAKA	5.18	5.77	5.93	6.08	6.08	5.70	5.91	5.88	5.91	5.82	5.43	4.91	5.72
HOMBORI	5.16	5.76	5.94	6.13	6.11	5.79	5.86	5.90	5.87	5.67	5.39	4.85	5.70
NIORO	5.02	5.63	6.08	6.29	6.12	6.00	5.94	5.84	5.85	5.59	5.16	4.67	5.68
NARA	5.08	5.55	6.02	6.12	5.97	5.69	5.76	6.01	5.78	5.62	5.18	4.84	5.64
MOPTI	5.12	5.76	6.10	6.23	6.20	5.89	5.82	5.68	5.83	5.71	5.36	4.84	5.71
KAYES	5.14	5.75	6.30	6.50	6.29	5.85	5.61	5.43	5.64	5.57	5.21	4.75	5.67
SEGOU	5.40	5.97	6.22	6.18	6.11	5.98	5.77	5.61	5.84	5.84	5.46	5.12	5.79
SAN	5.43	5.85	6.04	6.01	6.18	5.90	5.77	5.72	5.85	5.81	5.51	5.10	5.76
KITA	5.41	5.97	6.21	6.28	6.03	5.87	5.46	5.24	5.57	5.61	5.44	5.18	5.69
KENIEBA	5.27	5.90	6.22	6.33	6.15	5.67	5.11	4.95	5.29	5.41	5.27	5.04	5.55
BAMAKO	5.29	5.79	6.02	5.95	5.81	5.68	5.35	5.26	5.50	5.23	5.31	4.92	5.51
KOUTIALA	5.54	6.03	6.10	6.06	6.21	6.00	5.75	5.54	5.84	5.84	5.67	5.35	5.83
BOUGOUNI	5.43	5.83	5.94	5.88	5.85	5.70	5.32	5.12	5.52	5.65	5.38	5.08	5.56
SIKASSO	5.40	5.79	5.76	5.67	5.76	5.59	5.23	4.95	5.20	5.59	5.36	5.10	5.45
月平均	5.21	5.78	6.08	6.18	6.15	5.83	5.71	5.63	5.72	5.66	5.34	4.91	5.68

表5.1-3 世界各地の月別平均全天日射量

(単位: kWh/m²/日)

国名	国名観測地点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
タイ	Bangkok	4.98	5.65	5.26	5.63	5.62	5.28	4.51	4.68	4.36	4.44	5.33	5.05	5.07
インドネシア	Jakarta	4.20	4.44	4.65	4.61	4.35	4.20	4.51	4.95	5.25	4.91	4.62	4.30	4.58
オーストラリア	Alice spring	7.51	7.21	6.47	5.42	4.29	3.92	4.20	5.35	6.41	6.88	7.25	7.45	6.03
アメリカ	Honolulu	4.20	4.81	5.63	6.30	7.20	7.14	7.34	7.05	6.50	5.88	5.00	4.23	5.94
アメリカ	Phoenix	3.45	4.75	6.06	7.48	8.42	8.61	7.58	7.12	6.61	5.26	3.94	3.26	6.05
インド	New dehi	4.09	5.49	6.56	7.00	7.55	7.05	4.64	5.59	5.49	5.55	4.77	3.91	5.64
イスラエル	Jerusalem	3.37	4.20	5.30	6.82	7.84	8.57	8.41	7.85	6.73	5.28	3.74	3.05	5.93
ケニア	Nairobi	6.49	6.92	6.50	5.65	4.84	4.62	3.77	4.26	5.40	5.72	5.65	6.07	5.49
南ア連邦	Capetown	8.50	7.37	6.11	4.27	2.81	2.67	2.80	3.58	5.11	6.41	7.84	8.47	5.50
スペイン	Almeria	2.50	3.44	4.69	5.85	6.42	6.84	6.92	6.29	5.15	3.92	2.80	2.21	4.75
最大値		8.50	7.37	6.56	7.48	8.42	8.61	8.41	7.85	6.73	6.88	7.84	7.46	7.68
世界各国月平均		4.93	5.43	5.72	5.90	5.93	5.89	5.47	5.67	5.70	5.43	5.09	4.80	5.50

(注) (1) 出典: G.O.G. Löf et al, World Distribution of Solar Radiation, Solar Energy Lab. Univ. of Wisconsin, 1966

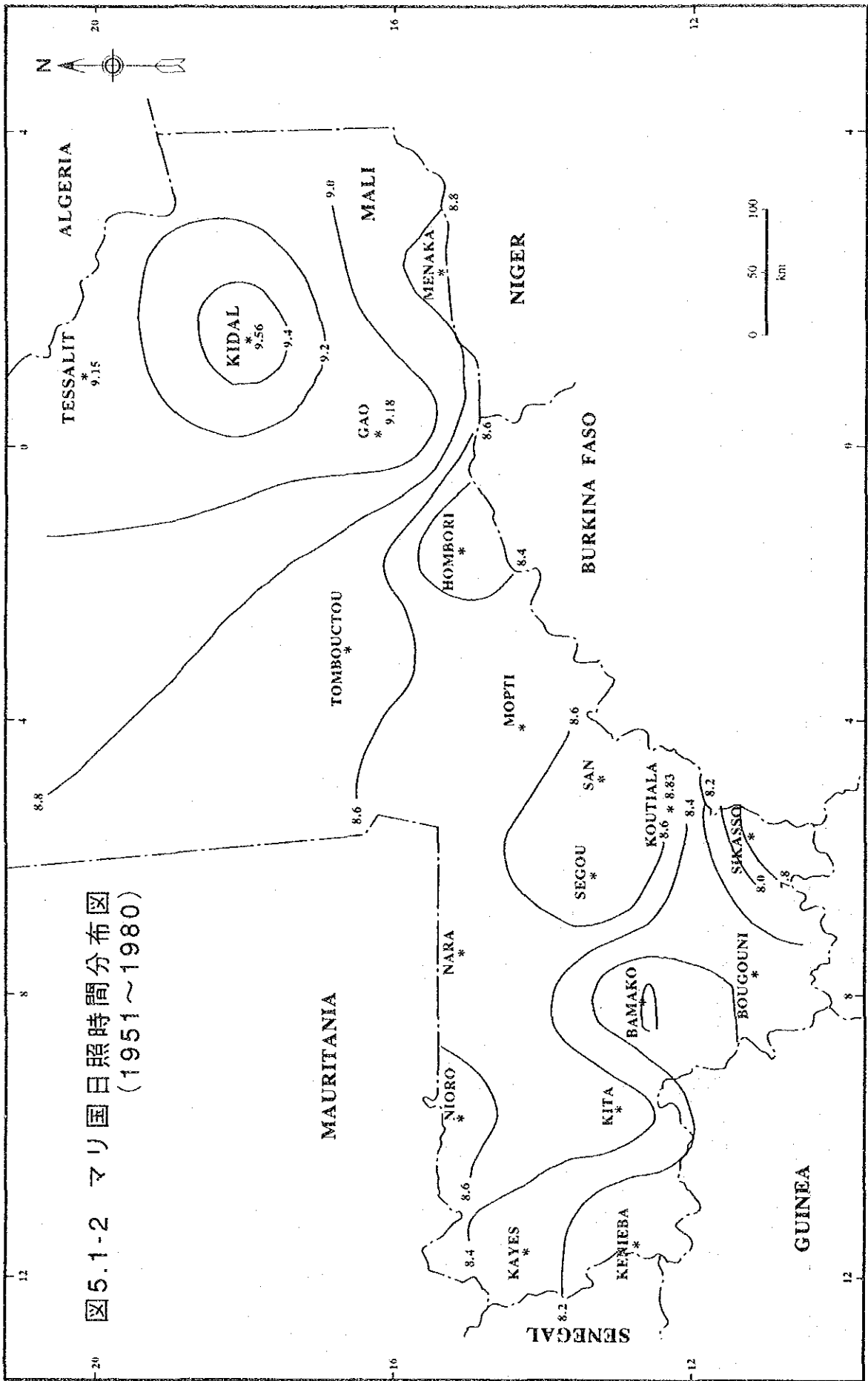


図5.1-2 マリ国日照時間分布図
(1951~1980)

図5.1-3 マリ国の年間降水量分布図
(1951~1980年間平均)

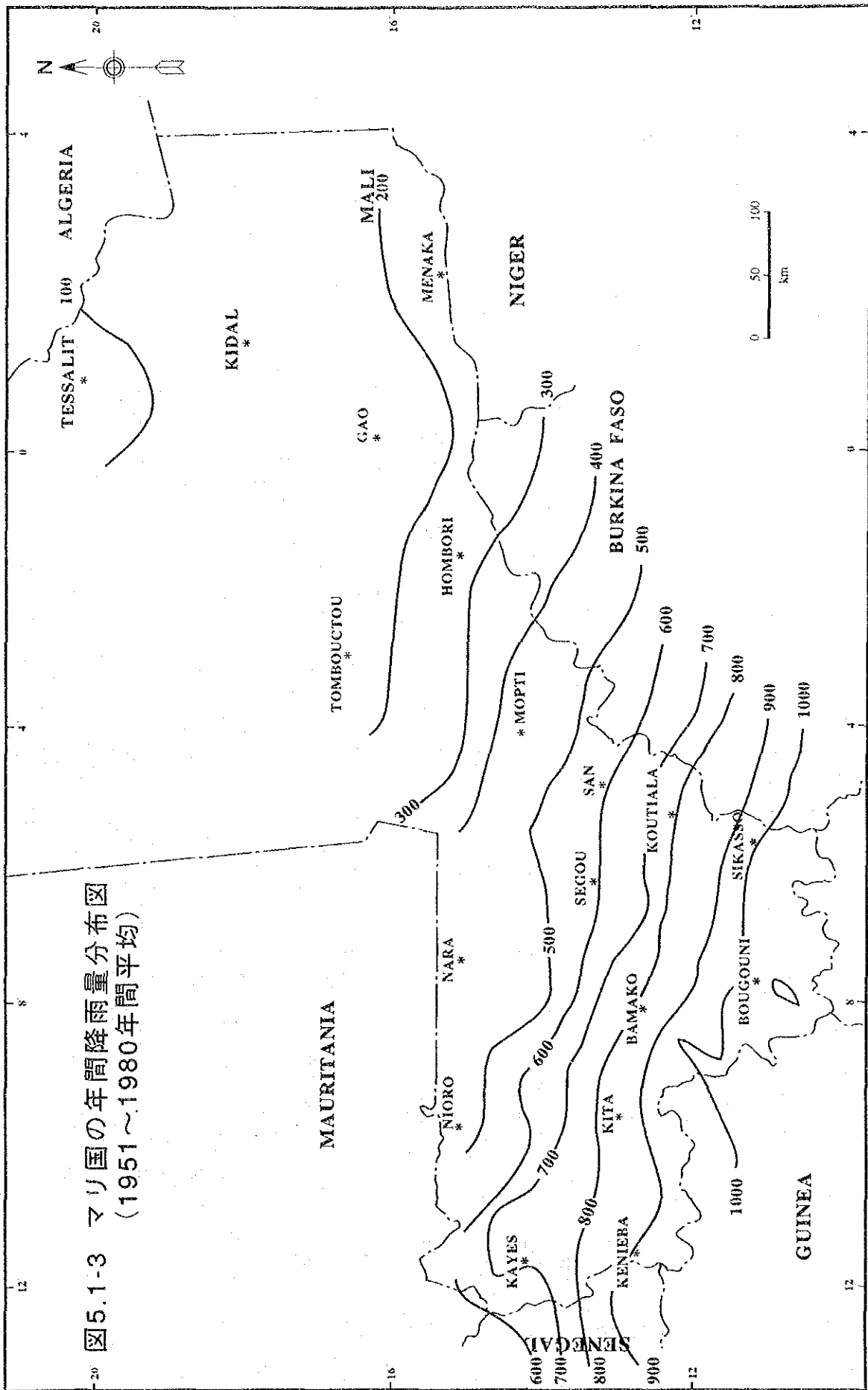
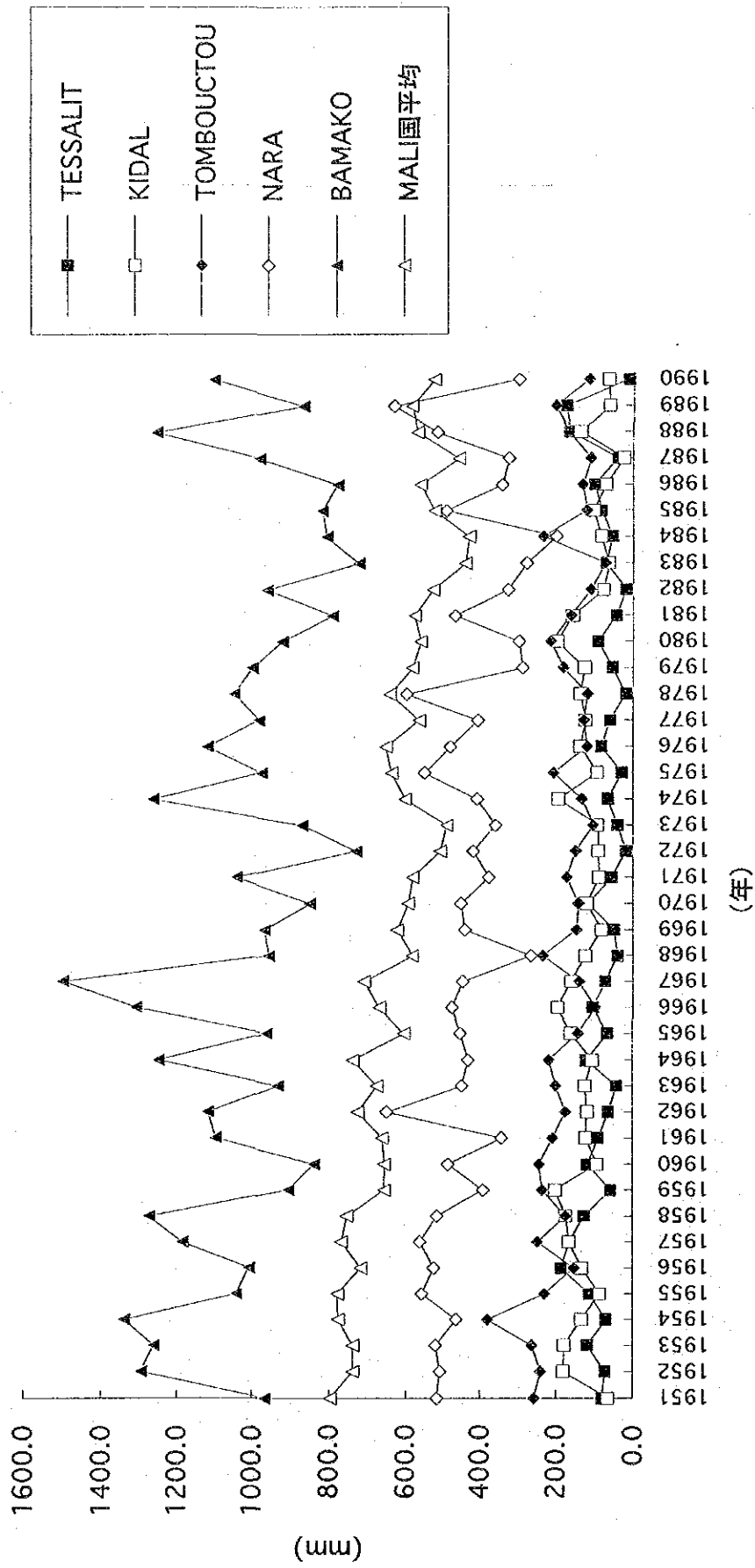


図5.1-4年間降雨量の推移 (1951-1990)



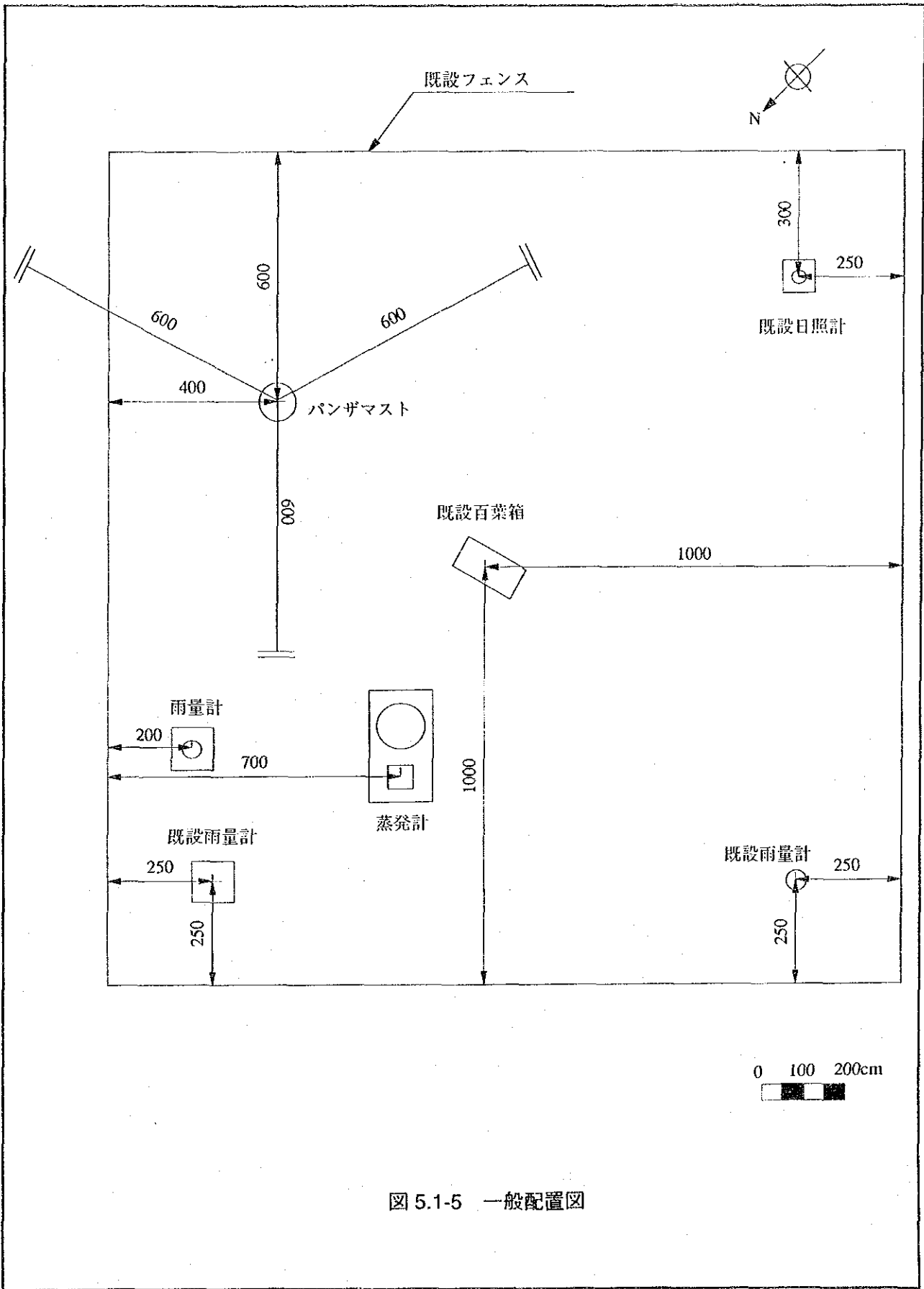
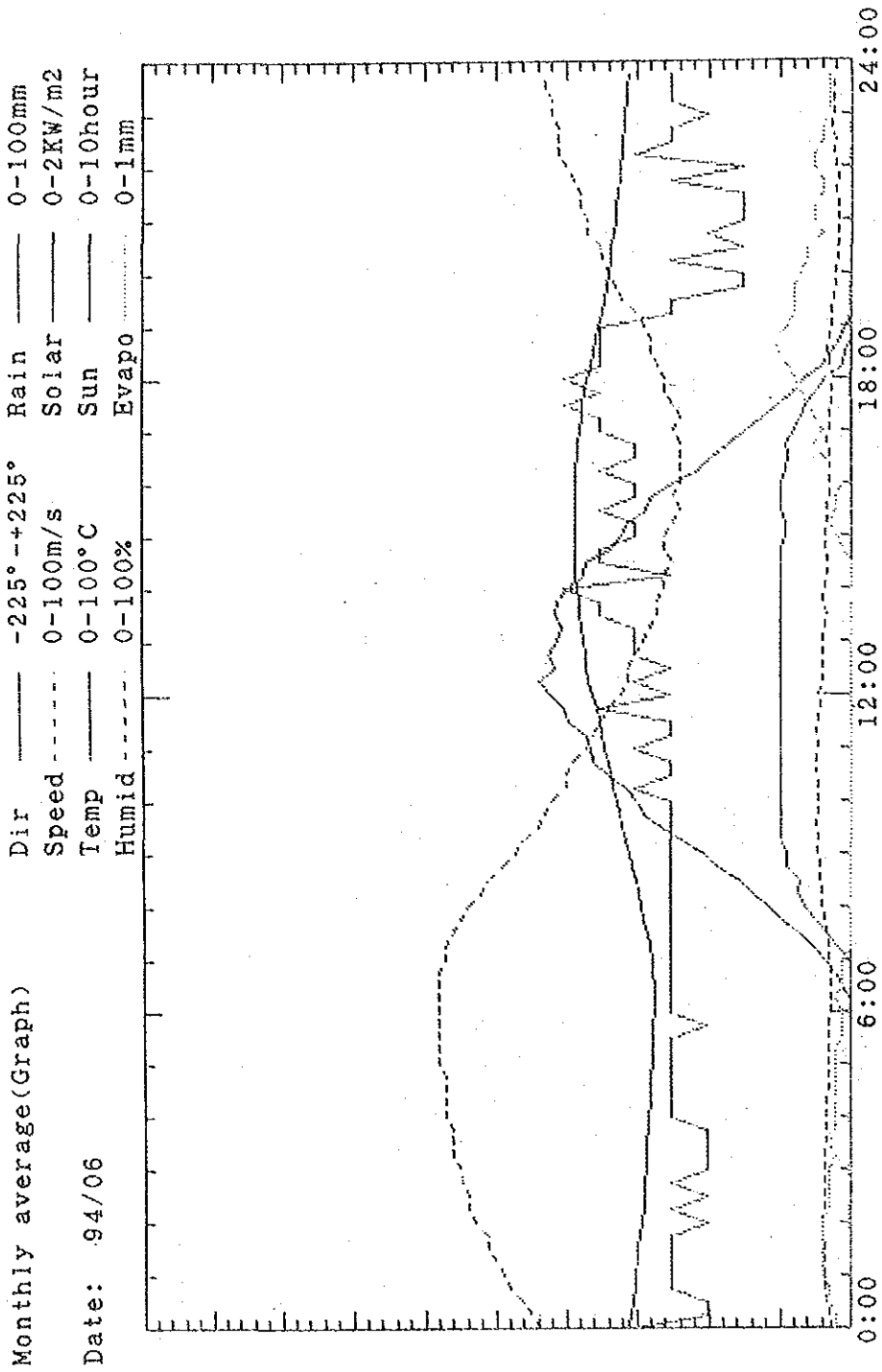


図 5.1-5 一般配置図

図5.1-6 月間平均値 (1994年6月)



5.2 太陽光発電揚水システム設置井戸の選定

5.2.1 揚水試験対象井戸の選定

(1) 既存井戸調査

(a) 調査の目的

既存井戸の分布状況、村落の分布状況、降雨量の地域差、地質分布等の資料を基に、既存井戸の調査対象を選定し調査を行った。この調査の目的は以下の通りである。

- (i) ナラ地区の井戸利用の状況の把握
- (ii) 地下水賦存量の推定の為実施する揚水試験対象井戸（20ヶ所）選定の基礎資料収集
- (iii) さらに、太陽光発電揚水システムの実証試験実施井戸（2ヶ所）選定の基礎資料収集

(b) 村落調査結果との整合性

井戸調査に先行して村落調査（30ヶ所）が実施されており、その対象村落（以下代表村落と言う）を優先して既存井戸調査の対象となる井戸の選定を行った。しかし、以下の項目に該当する村落の井戸は除外した。

- (i) 代表村落が特定の地域に集中している場合は人口の多い村落の井戸を選定し、他の人口の少ない村落は除外した（調査対象全域の既存井戸の状況把握の必要上）。
- (ii) 揚水試験実施及び太陽光発電揚水システム設置井戸の選定が本調査の目的の1つであるので、揚水試験中の井戸崩壊によるトラブル及び揚水ポンプの実証試験中の崩壊による実証試験中断等のトラブルを避けるため、コンクリート枠製掘抜井戸を優先し、手製掘抜井戸しかない村落の多くを除外した。

その結果、代表村落30ヶ所のうち、15ヶ所の村落の井戸が調査対象に含まれた。

(c) 調査対象井戸

代表村落の井戸を優先的に選定した後、さらに以下の条件で対象井戸を絞り込み、結果的に52ヶ所の井戸を選定した。

- (i) 既存井戸の全体像を把握するため、地区別 (Arrondissement) の村落数を考慮する。
- (ii) ギレ地区は治安上問題あるとの理由で、立入り禁止通告を受けたので除外した。
- (iii) ナラ中央地区は他と比較して村落当たりの人口が多い事、又交通の便が良く、太陽光発電揚水システムの実証試験の候補地としての可能性が高いので、システム設置を意識して選定した。
- (iv) 既存井戸と地質条件の関係を把握するため、調査対象村落が以下の地質分布域に配分されるよう考慮した。
 - ・ 基盤岩(Precambrian・Ordoviceeu)分布
 - ・ コンティネンタル・インターカレア(Continental Intercalaire)分布域
 - ・ 沖積層(Alluvious)分布域

その結果、選定された井戸は次の通りとなった。

地区名	村落数	対象井戸数	内代表村落数
Nara-Central	77	21	5
Balle	74	6	3
Dilly	81	11	3
Falou	53	7	2
Mourdiah	49	7	2
Guire	31	—	—
合計	365	52	15

(d) 井戸調査

既存井戸52ヶ所の内、今回調査で4ヶ所を除き48ヶ所の現地調査を実施した。48ヶ所の井戸のうち、コンクリート枠製掘抜井戸は37箇所、手製掘抜井戸は11箇所である。調査の結果、以下の傾向が認められる。

- (i) 乾季末の井戸の水深が殆ど零近くに低下する井戸が圧倒的に多い。これは、手掘りの為、乾季末の水位付近までしか掘削出来ないという技術的制限によるものと考えられる。

	乾季末の水深 (d)						計
	d=0m	0m < d ≤ 1m	1m < d ≤ 2m	2m < d ≤ 3m	3m < d ≤ 4m	4m < d	
コンクリート 井戸数	15	11	4	1	0	6	37
枠製井戸 率	41%	30%	11%	3%	0%	16%	100%
手製掘抜 井戸数	6	3	2	0	0	0	11
井戸 率	55%	27%	18%	0%	0%	0%	100%

- (ii) 井戸の深さが20m以下のものが多いが40m前後の井戸は4ヶ村に見られ、コンティネンタルインターカレア (Continental Intercalaire) 分布域やその周縁域に分布している。
- (iii) ナラ中央、デイリ地区の井戸水の導電率が $2,000\mu\text{ S/cm}$ 前後のものが多いがFalou、Mourdiah地区では $1,000\mu\text{ S/cm}$ 以下の井戸水が多い。これは前者がSchist表層内の地下水が多く、後者はワジ堆積物、化石谷堆積物内に賦存していることによるものと考えられる (表3.6-5参照)。
- (iv) 揚水可能量 (又は揚水実績) が乾季末に日量 10 m^3 以上と評価できる井戸は10ヶ所しか見出せず、殆どの井戸では乾期に水量が不足する。

(2) 揚水試験対象井戸の選定

井戸調査結果に基づいて、以下の条件を設定して揚水試験対象井戸としての評価を行い、20ヶ所の井戸を選定した。

(a) 井戸構造

素掘井戸はもとより、手製掘抜井戸も揚水試験によって井戸孔壁が破損する恐れがあるため、これらの構造の井戸を除外することとし、揚水試験及び太陽光発電揚水システムの設置を考慮して、コンクリート枠製の井戸のみを選定した。

(b) 揚水可能量 (揚水実績)

太陽光発電揚水システムを設置するという目的から、揚水可能量 (又は揚水実績) が大きい井戸を選定するのが望ましく、聴取り調査結果に基づいてランク付けを行った。

(c) 乾季末水深

乾季末においても井戸から一定の揚水量が得られるためには、乾季末の水深が十分に深いことが望まれる。また、揚水試験を行う上でも水中ポンプの安全な設置を保証する水深が必要であり、乾季末の水深によるランク付けを行った。

(d) 水質 (導電率)

太陽光発電揚水システム設置井戸を選定するという目的からすれば、井戸の水質が良好であり、飲雑用水、家畜用水、家庭菜園用水等多目的に利用できる井戸であることが求めら

れる。この観点から、井戸水の導電率が $1,000\mu S/cm$ 未満であることが望ましい、との基準を設定した。

以上を踏まえた井戸のランク付けの結果は前述の現地調査結果と合わせて表5.2-1に示されており、そのランク付けの基準を表5.2-2に示す。井戸評価結果の地域別結果を下表に示す。

	揚水試験対象井戸としての評価結果 (井戸数)					
	区 分	A	B	C	D	E
	評価内容	最良	良好	問題あり	問題多し	不適當
地区名	Balle	0	1	0	0	1
	Dilly	0	0	1	2	8
	Falou	0	0	0	2	5
	Mourdiah	0	0	1	4	2
	Nara-Central	1	2	4	7	7
合 計	1	3	6	15	23	

表5.2-1に示す井戸評価結果と次に示す基準にもとづいて20ヶ所の揚水試験対象井戸を選定した。

- (a) 総合評価結果が、A（優良）、B（良好）、又は C（問題あり）となった井戸については全て揚水試験を行うものとした。（計 10ヶ所）
- (b) Dilly と Fogoty の2ヶ所の井戸は、E（不適當）に評価されるが、農業調査の観点から見て注目されている場所にあるため、揚水試験を行うものとした。
- (c) 残りの 8ヶ所の井戸は、D（問題多い）に評価された計 15ヶ所の井戸の中から地域的バランスやアクセス条件等を考慮して選定した。

5.2.2 揚水試験

(1) 揚水試験実施箇所

揚水試験機材の現地到着の遅れにより、太陽光発電揚水システム設置井戸の選定期限までに揚水試験を実施できる井戸の数が制約されたため、試験対象井戸に優先順位をつけ、優先順位の高い井戸から試験を実施することとした。優先順位の決定は以下の基準によって行った。

- (a) 太陽光発電揚水システムの設置条件に適した井戸、つまり、上記の井戸評価結果が良好なものを優先させる。
- (b) ただし、太陽光発電揚水システムの設置とその後の維持・管理の容易さを考慮して、アクセス条件の悪い井戸での揚水試験は後日に廻すものとした。

このような基準で選定された20ヶ所の揚水試験対象井戸と、これらの試験優先順位を表 5.2-3 に示す。このうち、太陽光発電揚水システムを設置する目的のために、1993年度は以下の8ヶ所の揚水試験を実施した。なお、Dembasalaは乾期末水深は10mもあり、乾期揚水量も10m³/日以上であり導電率も低く、井戸の総合評価として"A"にランク付けされた唯一の井戸であったが、揚水試験の実施に対し住民の強い拒絶があったため、試験は実施できなかった。

揚水試験実施箇所

- (1) Kaloumba (Nara-Central)
- (2) Kabida Bambara (Nara-Central)
- (3) Kabida Soninke (Nar-Central)
- (4) Toulei (Nara-Central)
- (5) Berzack (Nara-Central)
- (6) Koera (Mourdia)
- (7) Kolly (Nara-Central)
- (8) Missira Makana (Nara-Central)

なお、残りの12ヶ所の井戸での揚水試験は1994年度に実施する予定であったが、雨季による道路事情の悪化、治安悪化に伴う行動範囲の制約もあり、井戸調査結果及び道路事情にもとづいて、結局下表に示す10ヶ所の揚水試験を実施した。

揚水試験の当初予定箇所と試験実施箇所

Arrondissement	当初予定箇所	実施箇所	実施数
Nara	Guineybe Tendye Tichilat Zidou Toure	Guineybe Tendye — Zidou Toure Goumbou Keyban	5
Balle	Kassakare	—	0
Dilly	Debous Dilly Fogoti	— Dilly Fogoti Dyelwa	3
Falou	Karfabougou Sountyana	— —	0
Mourdiah	Bomandyougou Mourdiah	Bomandyougou Mourdiah	2

(2) 揚水試験方法

揚水試験はアフリカ統一基準であるC.I.E.H. (Comite Interfricain D'Etudes Hydrauliques) の簡易井戸揚水試験基準 (Essais de Debit Simplifies sur Puits) に準じて実施した。具体的には、以下の要領で実施した。

(a) 準備作業

井戸の上に鉄パイプ製の三又 (簡易やぐら) を組み、チェーンブロックを用いて、水中ポンプと揚水管を設置した。水中ポンプは、水深が深い場合には井戸底と水面の間付近の深度に設置したが、水深が浅い場合には井戸底から10~20cm程度上に設置した。

(b) 揚水方法

ディーゼル発電機を電源とした水中ポンプによって揚水した。揚水量は通常 5~6 m³/時程度としたが、揚水時間は水位低下量や揚水量などを考慮して判断することとし、揚水時間の平均は約60分、最短で25分、最長で100分であった。

(c) 揚水量の計測

揚水量は送出路に組み込まれた水道用流量計によって計測した。計測間隔は以下のとおり。

- ・揚水開始~開始後6分まで : 1分間隔
- ・開始後6分以降、20分まで : 2分間隔
- ・開始後20分以降、60分まで : 5分間隔
- ・開始後60分以降 : 10分間隔

(d) 水位低下の測定

手動水位計によって揚水に伴う水位低下を測定した。この測定間隔は揚水量の計測間隔と同様である。

(e) 水位回復の測定

揚水停止後、手動水位計によって水位回復を測定した。この計測中は住民の井戸使用を禁止しなければならないため、計測時間は井戸を利用しようと待っている住民の状況を考慮して判断した。計測時間の平均は80分であり、最短は50分、最長は110分であった。

水位回復の計測間隔は以下のとおり。

- ・揚水停止~停止後2分まで : 30秒間隔
- ・停止後2分以降、10分まで : 1分間隔
- ・停止後10分以降、30分まで : 2分間隔
- ・停止後30分以降、60分まで : 5分間隔
- ・停止後60分以降 : 10分間隔

(f) 観測井における水位測定について

揚水試験井から約100m以内に他の井戸が所在する場合には、この井戸を観測井として水位変化を計測し、揚水がその周辺に及ぼす影響について調査する計画であった。しかし、いずれの試験井においても、そこから約100m以内には他の井戸は所在していなかったため、この計測は行わなかった。

(g) 住民への水供給

揚水中及びその後の水位回復計測中には住民の井戸使用を停止させなければならないため、簡易水槽を用意し、これに揚水した水を貯めて、住民に供給した。又、備付けの水槽などがある場合には、ホースによってこれらへも給水した。この給水態勢は、住民から揚水試験の了解を得る上で非常に有効であったと共に、一次的にはあれ、自動揚水の便利さを住民に体験してもらう機会ともなり、住民の好評を得た。

(3) 揚水試験結果

揚水試験によって得られた揚水量とこれに対応した水位低下量、及び揚水停止後の水位回復速度などの資料にもとづいて、比湧出量や乾季末揚水可能量の解析を行い、1993年実施分の結果を揚水試験表5.2-4に、1994年実施分を表5.2-5に示す。表5.2-4の"乾季末水深"は住民からの聴取に頼らざるを得なかったが、基礎調査期間中継続した井戸水位観測結果にもとづいて、修正を行い、Berzak、Koeraを除く井戸について、比較し易いように表5.2-5に再度掲載してある。尚、解析結果の詳細はANNEX Jに示す。

(4) 井戸の水位観測

揚水試験の対象として選定した井戸の水位観測を住民の協力を得て実施した。この水位観測結果から明らかとなった水位変動には、次のようなパターンが認められる。代表的なパターンを図5.2-1に示す。

(a) 連続的な水位変化を示し、観測日間の異常な水位変化が少ないことから、観測水位が静水位を反映していると判断される井戸。

これらの井戸においては、日常の揚水による水位低下が急速に回復することを示しており、次の2つのパターンに分類される。

(i) 水位が、乾季末まで緩やかに下降していたものが、雨季に入ると急上昇を示すもので、

Koeraがその典型である。Bomandyougouの水位もこのパターンであり、Kaloumbaもこれに近い。

これは、これらの井戸の帯水層の透水性が高く、地下水位が降雨を敏感に反映することを示しており、これらが位置する埋設谷や化石谷帯水層の特徴であると推察される。

- (ii) 水位変動の幅が小さく、雨季に入っても顕著な水位上昇を示さないもので、Touletがその典型である。Berzak、Kabida Soninke、Kabida Bambaraの水位もこのパターンを示している。

- (b) 水位記録がジグザクであり、明らかに揚水量が水位を強く規制していると推察されることから、観測水位の多くが静水位よりも低いものと判断される井戸。

これは揚水によって低下した水位が静水位まで回復する前に、さらに揚水されていることを示している。ただし、雨季に入ると水位の異常値は少なくなり、比較的安定した水位を示すことが多い。これは雨季にはマレ等の地表水や村落近くの手製井戸を主に使うため、井戸利用が非常に少なくなることを反映しているものと推察される。これは、さらに次の2つのパターンに分類される。

- (i) 水位が、乾季には激しいジグザクを示していたものが、雨季に入ると比較的連続的な上昇を示すものでFogotiがその典型である。Geneybe、Aidou Toure、Dillyの水位もこのパターンを示している。
- (ii) 上記と同様に乾季の水位は激しいジグザクを示すが、雨季の水位には顕著な上昇傾向は認められない井戸で、Koliがこの典型である。Missira Makana、Tichilat、Tendye、Mourdiahの井戸もこのパターンを示している。

5.2.3 井戸の総合評価及び設置井戸の選定

(1) 井戸条件のランク付け

井戸調査、揚水試験、水位観測結果にもとづいて、太陽光発電揚水システムを設置する井戸を選定する目的で、揚水試験を実施した井戸の構造、揚水可能量、乾期末水深、水質に対するランク付けを行った。その結果を表5.2-6及び下表に示す。尚、ランク付けの基準は揚水試験対象井戸の選定のためのそれと同じである。

評価区分	井戸 (所在地)
A	Kabida Bambara, Kaloumba
B	Kabida Soninke, Koli
B~C	Missira Makana
C	Guineibe, Tendye, Bomandyougou, Mourdia, Koera
C~D	Zidou Toure, dilly
D	Toulet, Berzack
D~E	Fogoti
E	Goumbou, Keyban, dieloua

(2) システムを設置する既設井戸の条件

本調査で太陽光発電揚水システムを設置する既設井戸の選定に当たって、揚水試験実施井戸の選定条件に加えて、調達された水中ポンプの仕様及び井戸を所有する村落の状況を考慮し、以下の項目を設定した。

- (a) 井戸の水位が、導入する水中ポンプの揚程範囲内であること。乾季末に於ても井戸水位が約35mより浅い事が望ましい。
- (b) 乾季末に於ても揚水するためには、少なくとも、井戸の水深が水中ポンプの長さ以上であることが必要であり、余裕を見て乾季末水深が約2m以上であることが望ましい。
- (c) 井戸の周囲に、太陽光発電施設や貯水・給水施設を設置する場所が確保できる事。
- (d) 設置に対する地元住民の理解が得られる事。
- (e) 設置後の維持・管理に対する理解と、これを保証する住民組織の存在及び維持費用負担の意志及び能力があること。
- (f) システムを設置することにより社会的効果が大きい井戸であること。
- (g) 井戸の所有権や他のプロジェクト等との関係で、問題や混乱をもたらさない井戸であること。

(3) 既設井戸の総合評価

既存井戸の現地調査（48ヶ所）、揚水試験結果、及び上記追加条件を加味して、太陽光発電揚水システム据付開始前に揚水試験が完了した7井戸に対して、太陽光発電揚水システムを設置する為の井戸の再評価を実施した。評価結果を表5.2-7に示すが各項目毎の評価基準を以下の如く設定した。

(a) 既存井戸評価

既存井戸（48ヶ所）の現地調査に基づく評価結果は乾季末の水深に対する評価を考慮したものとなっているが、太陽光発電揚水システムを設置することを目的として再評価し直す必要がある。そのためシステムを構成する水中ポンプに密接な関係のある水深に対する評価を除いて井戸評価の見直しを以下の如く行った。

	現地調査時の総合評価	水深に対する評価	水深を除いた評価
Berzack	D	D	C
Kabida Bambara	B	A	B
Kabida Soninke	C	A	C
Kaloumba	B	A	B
Koli	C	C	C
Toulei	C	C	C
Koera	C	D	B

(b) 乾季末井戸水位（水位の地表よりの深さ）

今回設置される太陽光発電揚水システムの水中ポンプは基準揚程25m、揚水量6.9m³/hr、容量1.1kwであり、設置井戸選定には、この技術仕様を考慮する必要がある。

本調査開始前に上記仕様の水中ポンプを選定したのは、現地調査期間が1993年9月～1994年9月と限られている為、井戸調査実施後では、本調査の目的とする“実績による運転及びデータ収集”の期間が短くなり、十分な成果が期待出来なくなる恐れがあるためである。尚、水中ポンプの仕様は、事前調査で収集したデータより推定したナラ地域の平均的な井戸の深さに余裕をみて決定された。

水中ポンプの揚程、水タンクまでの想定配管長、揚水量、配管損失、水タンクの地上高及び適用可能な井戸水位は以下の通りである。

揚程 (m)	配管長 (m)	揚水量 (m ³ /hr)	配管損失 (m)	水タンク高 (m)	適用可能 井戸水位 (m)
40	65	1.32	0.2	3.0	36.8
38	63	2.52	0.6	3.0	34.4
35	60	3.84	1.3	3.0	30.7
30	55	5.58	2.5	3.0	24.5
25	50	7.02	3.6	3.0	18.4
20	45	8.34	4.6	3.0	12.4

以上より、評価基準を以下の如く設定した。

- A: 18.4m以下、即ち水中ポンプの定格値に近い状況以下の水位とする。
- B: 30.7m以下、即ちハンドポンプの3倍程度の揚水能力があり、十分需要に対応できる。
- C: 36.8m以下、即ちハンドポンプの揚水能力を多少上回る程度の揚水量の確保が可能である。
- D: -
- E: 36.8m以上、即ちこれ以上では急速に揚水可能量が減少し、水中ポンプがハンチングを起こす恐れがあるため、絶対避けるべきである。

(c) 乾季末の水深

水中ポンプの長さが1mあり、その中間部分が井戸水の吸入口部となっている。従って、乾季末の井戸水位が低下した場合でも井戸水を有効に利用する為には以下の事項を考慮する必要がある。

- (i) 砂などの堆積を考慮して、水中ポンプを井戸底より0.5m以上離して設置する必要がある。
- (ii) 水中ポンプ自体が水面上に出ることは好ましくない。その為、吸入口部より0.5m以上離れた位置に水中ポンプの運転停止の為のセンサーを取付ける必要がある。
- (iii) 一方、運転可能な水位を感知する為のセンサーは運転停止のセンサー位置より上部に取付けられるわけであるが、これが近過ぎると水中ポンプがハンチングを起こすので、ある程度離して設置する必要がある。平均的な井戸径(1.8m)及び(b)で説明した適用

可能水位36.8m（揚程40m）の揚水量1.32m³/hrを基に計算すると、両センサー内の離隔距離1mで水中ポンプの運転維持時間は1.9時間、0.5mで1.0時間、0.25mで0.5時間（30分）となる。

上記3条件を考慮したハンチングを起こさないための最低水深は1.75m程度と計算されるが、余裕を見て、2mを必要最低水深とした。

以上より、乾季末水深に対する水深評価基準を以下の如く設定した。

- A： 2m以上、即ち2m以上あれば技術的に問題ないものと判断される。
- B： 2m以下であるが井戸さらいを実施することにより2m以上の水深確保が可能と期待できる井戸。
- C： 2m以下であるが、井戸さらいを実施することにより2m以上の水深確保が困難であるが、乾季末の水深低下による水中ポンプの運転不可となる期間が比較的短くてすむようになる井戸。
- D： 2m以下であり、井戸さらいしても水深を大きくすることが困難であり、比較的長期間水中ポンプ以外の手段で揚水しなければならない井戸。
- E： 乾季末に水深が著しく低下し、いかなる手段を使っても揚水が困難な井戸。

(d) その他

アクセスの容易さ、システムの設置場所の有無、村民の設置に対する同意の有無、維持管理の費用負担意志の有無及び他計画の有無に対しては以下の如く設定した。

	A	B	C	D	E
(i) アクセスの容易さ（時間）	<0.5	<1.0	≤2.0	>2.0	—
(ii) 設置場所	—	有	—	無	—
(iii) 設置に対する同意	—	同意	—	拒否	—
(iv) 費用負担	—	同意	—	拒否	—
(v) 他計画	—	無	有	—	—

表5.2-7に示すようにBerzack及びKoeraの両井戸がシステム設置の住民の同意及び維持管理の為の費用負担の意志の有無を考慮すると優先順位が高い。最終的には次節に説明してあるように、マリ側と協議の上両井戸に決定された。

(4) 設置井戸の選定

既存井戸調査から太陽光発電揚水システム設置井戸決定に至るまでの経緯をまとめると以下の様になる。

(a) 既存井戸調査

準備期間を含め、11月10日～12月14日まで実施した。調査対象井戸として52箇所を選定し、48箇所を終了した。

(b) 揚水試験

(i) 既存井戸調査結果と、これに基づいて選定された揚水試験対象井戸(20箇所)について、マリ側カウンターパートに報告し、了承を得た。

(ii) 揚水試験は、準備期間を含め、12月15日から12月30日まで実施し、優先度の高い8箇所での試験を終了した。ただし、システム設置井戸を選定するための協議までに試験を終了できた井戸は7箇所である。

(iii) 住民の意識調査

12月中旬以降、マリ側カウンターパートによって、優先度の高い揚水試験対象井戸を対象に、システム設置に対する住民意識の調査が行なわれた。

(iv) 設置井戸選定のための合同協議

12月27日に、ナラ事務所に於て、調査団員とマリ側カウンターパートとの合同会議が開催され、当システム設置井戸の候補地選定について協議した。既存井戸調査結果、揚水試験結果、及び住民意識調査結果が報告され当システム設置を住民が歓迎していることを第一条件とするという立場から、Berzack とKoera の2箇所の井戸が候補地として選定された。

(v) ナラ地域行政関係者への報告と協議

12月28日、ナラのコマンダン事務所に於て、ナラ地域行政関係者に対し、当システム設置井戸候補地選定結果を報告した。ナラ地域行政関係者としては、コマンドーを始め、村長、政党代表者、婦人組織代表、開発担当者等が出席した。

BerzackとKoeraの2箇所が候補地として挙げられた事に対して両村落での活動経験のあ

る開発担当者等から、次の様な意見が出された。

- Berzackは、井戸状況からすれば、当システムの設置に適した井戸であると評価できる。また、村長の指導性も高く、システム設置に賛成である。
- Koeraは、住民の開発意欲が旺盛であり、住民組織もしっかりしており、当システム設置に適した村落であると評価できる。

この選定結果に対する否定的意見は出されず、又、設置井戸の変更を求める意見もなく、満場一致で両井戸へのシステム設置が了承された。なお、婦人組織代表からは、本プロジェクトに対する感謝の表明と共に、“全ての村落に太陽光発電揚水システムが設置され、婦人の揚水労働が軽減される日が早く来ることを望む”という趣旨の期待が表明された。

(4) システム設置を拒絶する村民意識について

今回の太陽光発電揚水システム設置井戸選定過程においては、4ヶ所の村落が、当システムを既存井戸に設置することを拒絶した。ただし、これらのいずれの村落においても、既存井戸へのシステム設置は拒絶するが、新たに掘削する井戸や放棄されているボアホール (forages) にシステムを設置することは歓迎するとの立場であった。

住民から出された意見を総合すると、既存井戸へのシステム設置を拒絶する理由は、以下のようによまとめられる。

- (a) これまでは無料で使用できた既存井戸を、システムの設置によって有料化することには住民の強い抵抗がある。
- (b) 手押しポンプは破損率が高いため信頼度が低く、手製井戸は乾季に涸れることが多いために、既存のコンクリート枠製井戸は住民にとっての最後の生命線となっており、これを保守しようとする住民意識が極めて強い。

本格実証段階で当システムを設置する場合には、このような住民意識を十分に配慮することが肝要であろう。

表 5.2-1(1/2) 井戸調査結果一覧表

No.	村落名	人口	人種	築造		移転	穀類	職業	学校	村内外・周辺の水源分布数				マシ	その他	プロジェクト
				大型	小型					深井	浅井	手掘穴	コールド			
NARA CENTORAL																
1	Berzak	1,000 (379)	MAU/PEU	320	300	400	Mi/Ar	-	-	-	-	-	1	-	-	
2	Daye	700	SAR	500	250	>1,000	Mi	To	-	-	-	-	1	-	-	
3	Debey Jidououreu	700	SAR	670	500	9,000	Mi/Ar	To/Po	-	-	-	-	1	-	-	
4	Dembasala	1,000 (512)	MAU	500	500	?	Mi	To	-	-	-	-	1	-	-	
5	Dyaloub	1,000	MAU	180	500	1,500	Mi/Ar	To	-	-	-	-	2	-	-	
6	Dougouli	8,000	MAU	4,000	5,000	?	Mi	To	-	-	-	-	2	-	-	
7	Gombou	8,000 (814)	SAR	348	600	?	Mi	To	-	-	-	-	2	-	-	
8	Guinebe	726	BAM/SAR	354	700	?	Mi/Ar	To/Po	-	-	-	-	2	-	-	
9	Kabida Bambara	726	SAR	580	300	>4,000	Mi/So	To/Po	-	-	-	-	2	-	-	
10	Kabida Soninke	726	SAR	4,000	1,500	>1,000	Mi/So	Po/To	-	-	-	-	3	-	-	
11	Kaloumba	1,000 (1,038)	SAR	1,000	500	>1,000	Mi	To	-	-	-	-	3	-	-	
12	Keibane	1,500	SAR/MAU	499	600	400	Mi/Ar	To	-	-	-	-	1	-	-	
13	Kolly	1,200	SAR	3,000	600	non	Mi	To/Po	-	-	-	-	1	-	-	
14	Koronga	300	MAU	50	?	?	Mi/Ar	To	-	-	-	-	1	-	-	
15	Missira Makana	160	BAM	10,000	100	?	Mi/Ar	To	-	-	-	-	1	-	-	
16	Seve	300	SAR	134	200	>3,000	Mi/So	To/Oi	-	-	-	-	1	-	-	
17	Tendye	300	MAU	290	600	>1,000	Mi/So	To/Po	-	-	-	-	1	-	-	
18	Tichilat	820	PEU	500	400	non	Mi	To	-	-	-	-	1	-	-	
19	Tyofi	500	PEU	3,120	5,000	1,200	Mi/Ar	To/Oi	-	-	-	-	2	-	-	
20	Touli	1,180	PEU	700	1,400	non	Mi/So	To/Oi	-	-	-	-	1	-	-	
21	Zidou Ture	6,000	SAR/MAU/PEU	1,140	1,020	900	Mi/Ar	To/Oi	-	-	-	-	2	-	-	
22	Kassakare	3,000	SAR/MAU	1,150	600	>1,600	Mi/Ar	To/Oi	-	-	-	-	3	-	-	
23	Sampaka	600	PEU	2,150	500	non	Mi/Ar	To	-	-	-	-	1	-	-	
24	Bakabaka	200	MAU/BAM	170	300	5,000	Mi/Ar	To	-	-	-	-	2	-	-	
25	Bana	400	SAR/PEU	250	200	>1,000	Mi/Ar	To	-	-	-	-	3	-	-	
26	Deuba	200	PEU/BAM	200	200	>3,000	Mi	To	-	-	-	-	3	-	-	
27	Debous	200	PEU/SAR	1,200	400	non	Mi	To	-	-	-	-	4	-	-	
28	Dioula	481.3	PEU/BAM/SAR	2,200	500	>5,000	Mi/So	To/Oi	-	-	-	-	4	-	-	
29	Dilly	2,500	PEU	3,260	4,000	700	Mi	To	-	-	-	-	10	-	-	
30	Foxy	200	PEU	110	50	non	Mi/Ar	To	-	-	-	-	2	-	-	
31	Kolal	400	PEU	260	200	non	Mi	To	-	-	-	-	3	-	-	
32	Mamaribougou	400	BAM	240	200	non	Mi	To	-	-	-	-	1	-	-	
33	Sambe	>500	PEU	600	300	non	Mi/Ar	To	-	-	-	-	1	-	-	
34	Touroume	8,084	BAM	2,900	6,000	non	Mi/Ar	To	-	-	-	-	1	-	-	
FALOU																
35	Diganan	670	SAR	650	400	2,000	Mi/So	Oi/To	-	-	-	-	3	-	-	
36	Faibu	875	SAR	100	212	non	Mi	Oi/To	-	-	-	-	3	-	-	
37	Karabougou	800	SAR	300	100	6,000	Mi/Ar	Oi/To	-	-	-	-	1	-	-	
38	Koron	300	SAR/PEU	200	100	non	Mi/Ar	Oi/To	-	-	-	-	2	-	-	
39	Sampaga Koura	1,500	SAR	1,000	500	non	Mi/So	Oi/To	-	-	-	-	2	-	-	
40	Souniyana	400	BAM	100	300	non	Mi/Ar	Oi/To	-	-	-	-	3	-	-	
41	Wessbougou	800	SAR	400	700	non	Mi	To/Oi	-	-	-	-	20	-	-	
MOURIDIAH																
42	Bomandougou	500	BAM	150	500	non	Mi/So	To/Oi	-	-	-	-	3	-	-	
43	Dalibougou	300	BAM	200	300	non	Mi	To/Oi	-	-	-	-	10	-	-	
44	Galo	1,000	SAR	600	700	>3,000	Mi/Ar	To/Oi	-	-	-	-	8	-	-	
45	Koura	3,963	BAN/SAR/MAU	880	669	>>3,000	Mi/So	To/Oi	-	-	-	-	12	-	-	
46	Moudiah	>500	SAR	400	600	non	Mi/Ar	To/Oi	-	-	-	-	15	-	-	
47	Talan	600	BAM	250	400	3,000	Mi/Ar	Ma	-	-	-	-	2	-	-	
48	Yerecoule	600	BAM	250	400	3,000	Mi/Ar	Ma	-	-	-	-	3	-	-	

・穀類 Mi:ミレット、Ar:落花生、So:ソルガム
 ・築造 To:トマト、Po:ポテト、Oi:ミネギ、Ma:マンガ
 ・学校 診療所 E:小学校あり、S:診療所あり
 ・人口の()内の数字は1987年人口統計による。

表 5.2-1(2/2) 井戸調査結果一覽表

No.	村名	構造	直徑 (m)	深さ (m)	標高 (m)	調査した井戸の状況		水位変動 (m)	乾期末 水深 (m)	日量 (m ³ /日)	導電率 (水質) (μS/cm)	プロジェクト	アクセス	井戸評価		総合評価		
						測定水位(測定日)	水量 (m)							構造	水質			
NARA CENTRAL																		
1	Berzak	PC	1.8	35.7	0.10	24.3	1/12/93	13	22-35	0.5-1.5	>20	?	4	975	D	B	D E	
2	Dayc	PC	1.2	5.0	0.00	4.7	19/1/93	>5	0-5	?	?	1	?	1050	E	C	E E	
3	Debay Idououren	PR	1.2	15.0	0.40	7.0	19/1/93	10	5-15	0	8	1.1	4	1912	E	C	E A	
4	Dembasala	PC	1.6	32.0	0.30	7.2	13/12/93	21	0.7-22	10	8	0.6	>10	369	B	B	A D	
5	Dyaloub	PC	1.0	15.5	1.00	10.9	20/1/93	8	7-15.5	0	8	0.9	6	1373	B	B	A D	
6	Dougoum	PT	0.6	15.8	0.00	11.8	3/1/93	12	2-14	1.5	>10	0.6	>5	2540	E	E	D E	
7	Gounbou	PC	1.9	29.0	0.60	19.0	21/1/93	23	6-29	0	4	0.4	2	1903	B	B	D E	
8	Gounebe	PC	1.8	27.5	0.40	19.0	20/1/93	13	14-27	0.5	8	1	4	2063	B	B	D E	
9	Kabida Bambara	PC	1.8	14.5	0.55	4.0	22/1/93	1	4-5	9	>>10	0.4	>10	764	B	B	D E	
10	Kabida Soninke	PC	1.8	7.0	0.30	2.6	22/1/93	9	0.5-1.5	5.5	>8	0.4	8	942	B	B	D E	
11	Kaloumba	PC	1.8	18.4	0.70	13.0	21/1/93	2	9-11	9	>10	0.6	10	708	B	B	D E	
12	Kebane	PC	1.2	17.0	0.20	7.0	19/1/93	11	6-17	0	8	0.4	2	1257	B	B	D E	
13	Kolly	PC	1.7	27.0	0.30	25.3	3/12/93	5	21-26	1	>>10	0.5	8	1219	B	B	D E	
14	Koronga	PC	1.8	14.5	0.40	12.0	22/1/93	2	12-14	0.5	?	1.2	1	1770	B	B	D E	
15	Missira Makana	PC	1.8	30.8	0.40	22.2	22/1/93	8	22.5-30.3	0.5	>>10	1.1	1	1696	B	B	D E	
16	Seye	PC	1.3	39.0	0.30	37.4	1/12/93	0	37-37	2	>2?	1.5	>>2	677	B	B	D E	
17	Tendye	PC	1.8	43.1	0.40	42.0	2/12/93	3	40-43	0	>3	0.6	2	2150	B	B	D E	
18	Tichilat	PC	1.8	41.4	0.50	39.9	2/12/93	3	40-43	0	20	0.8	10	2490	B	B	D E	
19	Tyof	PC	1.9	29.0	0.70	23.3	22/1/93	7	22-29	0	10	1.4	3	2014	B	B	D E	
20	Toutel	PC	1.3	8.2	0.70	7.2	12/12/93	1	5.6-6.6	1.5	>20	0.9	10	2780	B	B	D E	
21	Zidou Ture	PC	1.8	30.0	0.35	25.2	22/1/93	1	14-14	8	>20	3	10	1122	B	B	D E	
22	Kassakre	PC	1.8	22.5	0.70	18.7	7/12/93	0	14-14	8	>20	3	10	884	B	B	D E	
23	Sampaka	PC	1.5	16.0	0.70	16.0	7/12/93	16	0-16	dry-up	1	<0.3	3	3	3	B	B	D E
DILLY																		
24	Bakabaka	PC	1.4	18.1	0.60	11.5	3/12/93	10	8-18	0	10	1.6	<0.2	852	B	B	D E	
25	Bama	PT	0.7	9.0	0.50	5.1	4/12/93	5	2-7	2	>>5	2.1	>4	1765	E	E	D E	
26	Damba	PT	1.0	6.3	0.00	4.3	5/12/93	3	2-5	1	>>10	1.4	>10	940	E	E	D E	
27	Debouss	PC	1.4	14.0	0.90	9.3	4/12/93	9	3-12	3	40	2.5	20	2193	E	E	D E	
28	Dieloua	PC	1.0	9.4	1.10	8.1	5/12/93	3	6-9	0.4	20	1.2	<10	1149	B	B	D E	
29	Dilly	PC	1.8	10.2	0.40	8.5	14/12/93	7	3-9.9	0.3	11	1	1.6	873	B	B	D E	
30	Fogoly	PC	1.4	15.4	0.80	12.3	12/12/93	8	7.4-15	dry-up	2	0	0.8	2580	E	E	D E	
31	Kolal	PT	0.6	8.8	0.50	5.5	6/12/93	9	0-9	0	5	2.4	2	350	E	E	D E	
32	Mamaibougou	PC	1.6	12.7	1.20	8.7	5/12/93	4	7-11.2	1.5	3	1.4	2	1915	E	E	D E	
33	Sambe	PT	0.6	19.9	0.00	19.8	4/12/93	2	18-20	0	2	2	0.4	1399	E	E	D E	
34	Toureme	PC	1.7	19.0	0.40	18.9	6/12/93	18.5	0.5-19	dry-up	?	?	2.6	dry	2.6	E	E	D E
FALOU																		
35	Diganan	PC	1.5	33.0	0.50	22.5	28/1/93	29	4-33	0	>4	4.5	<3	1071	E	E	D E	
36	Falou	PC	1.8	5.4	0.00	3.3	27/1/93	-	no use	-	>10	3.5	3	331	E	E	D E	
37	Karabougou	PC	1.5	14.3	0.80	7.2	28/1/93	9	5-14.3	0	>10	3.5	10?	1110	E	E	D E	
38	Koron	PC	1.2	11.2	0.80	10.6	27/1/93	2	9-11	0	1	3.5	>0.6	906	E	E	D E	
39	Sampaga Koura	PT	0.7	8.5	0.00	7.8	28/1/93	2	6-8	0.5	4	3.5	3	524	E	E	D E	
40	Souniyana	PC	1.9	18.9	0.70	16.9	26/1/93	3	15-18	1	>3	3.2	>2	997	E	E	D E	
41	Wesibougou	PT	1.0	11.2	0.00	10.2	28/1/93	6	4-10	1	<2	4	1	848	E	E	D E	
MOURIDIAH																		
42	Bomandougou	PC	1.5	15.7	0.60	9.9	24/1/93	1	9-15.2	0.5	>5	2.4	>5	1037	E	E	D E	
43	Dalibougou	PT	0.8	5.0	0.00	4.0	24/1/93	6	4-5	0	3	2.5	2	1385	E	E	D E	
44	Galo	PC	1.8	19.8	0.40	15.1	25/1/93	6	14-20	0	>>5	3.5	>5	266	E	E	D E	
45	Keera	PC	1.4	8.6	0.80	3.9	25/1/93	5	1-0.5	1-0.5	>>10	1.6	>10	132	E	E	D E	
46	Moudiah	PC	1.8	6.9	0.40	3.2	26/1/93	5	1.6-6.5	0.5	>5	1.5	>5	193	E	E	D E	
47	Talan	PT	1.0	6.3	0.40	5.0	25/1/93	2	4-6	0	2	3	1	452	E	E	D E	
48	Yerecoute	PC	1.8	26.3	0.30	20.2	25/1/94	6	18.5-25	1	6	2.5	4	431	E	E	D E	

注1: 水位は全て井戸の縁線上端から測定した値である。
 注2: 井戸構造のPCはコンクリート管製、PTは木枠製、PRは石積製、PSは手掘穴。
 注3: No.36Falou: の井戸は汚染により放棄されているため、構造評価及び水質評価をEとした。

表 5.2-2 井戸のランク付けの基準

	評 価 点				
	A	B	C	D	E
(a) 井戸の構造	—	PC	—	—	Others
(b) 揚水可能量 (乾期末揚水量)					
(雨期末揚水量) : $\geq 20\text{m}^3$	$\geq 20\text{m}^3$	$\geq 10\text{m}^3$	$\geq 5\text{m}^3$	$< 5\text{m}^3$	—
揚水量) : $\geq 10\text{m}^3$	—	—	$\geq 10\text{m}^3$	$\geq 5\text{m}^3$	$< 5\text{m}^3$
: $\geq 5\text{m}^3$	—	—	—	$\geq 5\text{m}^3$	$< 5\text{m}^3$
: $< 5\text{m}^3$	—	—	—	—	$< 5\text{m}^3$
(c) 乾期末水深	$\geq 3\text{m}$	$\geq 2\text{m}$	$\geq 1\text{m}$	$\geq 0.5\text{m}$	$< 0.5\text{m}$
(d) 水質 (導電率, $\mu\text{S/cm}$)	< 500	$< 1,000$	$< 2,000$	$< 3,000$	$\geq 3,000$
(e) 総合評価	A or B only	$C \geq 1$ and Non D or E	$D = 1$ and Non E	$D \geq 2$ or $E = 1$	$E \geq 2$

(注) (1)井戸の構造の PC はコンクリート枠製掘抜井戸をしめす。

(注) (2)総合評価は上記基準で行うが、井戸の構造評価が"E" の場合は無条件で総合評価は"E" となる。

表5.2-3 揚水試験対象井戸と試験優先順位

地区名	村落名	総合評価	所要時間	優先順位	対象井戸数
NARA-CENTRAL	Berzack	D	0.4	6	11
	Dembasala	A	0.6	1	
	Guineive	D	1.0	16	
	Kabida Bambara	B	0.4	3	
	Kabida Soninke	C	0.4	4	
	Kaloumba	B	0.6	2	
	Kolly	C	0.5	8	
	Missira Makana	C	1.0	9	
	Tichilat	D	0.8	14	
	Toulel	C	0.9	5	
	Zidou Toure	D	0.9	15	
BALLE	Kassakare	B	3.0	11	1
DILLY	Debous	C	2.5	12	3
	Dilly	E	1.0	20	
	Fogoty	E	0.8	19	
FALOU	Karfabougou	D	3.5	18	2
	Sountyana	D	3.2	17	
MOURDIAH	Bomandiougou	D	2.4	13	3
	Koera	C	1.6	7	
	Mourdiah	D	1.5	10	

表5-2-4 揚水試験結果の評価

井戸の 深度 (m)	井戸の 直径 (m)	静水位 (試験時) (m)	雨季直後 の水深 (m)	乾季末 の水深 (m)	水位の 季節変動量 (m)	揚水試験結果		揚水速度 (m/s)	本位低下 (m)	本位回復速度 (m/s)	揚水強度 (m ³ /日)	雨季直後の揚水可能性		乾季末の揚水可能性		(水質) 揚水率 (% Sl/cm)	井戸条件 の番号
						揚水時間 (分)	揚水量 (m ³)					総揚水量 (m ³ /日)	試験揚水量 (m ³ /日)	総揚水量 (m ³ /日)	試験揚水量 (m ³ /日)		
36.10	1.80	24.73	14.10	1.50	13.00	90	7.06	2.16	0.25	0.63	3.30	20	35	4	5	975	D
14.70	1.80	4.06	10.50	9.00	1.00	45	3.99	1.15	0.46	1.17	3.30	10	60	10	50	764	B
6.96	1.80	2.72	6.50	5.50	1.00	30	2.87	1.34	0.51	0.90	2.10	10	25	8	20	942	C
18.50	1.80	8.32	11.40	9.00	2.00	100	8.98	2.77	0.37	0.57	3.20	10	22	10	18	708	B
27.50	1.80	26.17	6.50	1.00	5.00	65	4.06	0.29	0.28	0.74	7.50	10	30	8	7	1219	C
30.80	1.80	24.42	8.50	0.50	8.00	80	6.46	1.13	0.16	0.41	5.72	10	20	10	2-3	1696	C
8.30	1.58	6.34	2.60	1.50	1.00	25	1.08	0.54	0.24	0.47	2.00	20	7	10	4	2780	C
8.80	1.80	4.42	5.80	0.5-3	2.5-5	60	6.05	0.09	0.02-0.8	0.04-1.42	67.30	10	13-25	10	1.5-15	132	C

※1: 水位回復速度と井戸径より求めた井戸への地下水兩養速度

※2: NARA現地宿舎からの車による以下の通り

※3: 評価区分は以下の通り

- A: 最良
- B: 良好
- C: 問題あり
- D: 問題多し
- E: 不適当

表5.2-5 井戸調査・揚水試験結果一覧表

所在地	井戸の 深度 (m)	井戸の 直径 (m)	静水位 (試験時) (m)	雨季直後 水深 (m)	乾季末 の水深 (m)	水位の 季節変動量 (m)	揚水試験結果			涌水量 (m ³ /h)	比湧出率 (m ³ /hm)	雨季直後の揚水可能量		試験結果 (m ³ /日)	聴取結果 (m ³ /日)	揚水可能量 (m ³ /日)	水質 (溶存率) (μS/cm)	井戸条件 の評価
							揚水量 (m ³)	水低下 (m)	水位回復速度 (mh)			聴取結果 (m ³ /日)	聴取結果 (m ³ /日)					
(NARA CENTRAL Arr.)																		
Barzak	36.1	1.8	25.73	(14.1)	(1.5)	13.0	7.06	2.16	0.25	0.63	3.30	20	(35)	4	5	975	D	
Gombou	29.2	1.7	9.84	(23)	(0)	(23.0)	7.73	3.19	0.09	0.2	2.42	4	(15)	2	(0.5)	1,884	E	
Guinebe	29	1.9	19.56	(15)	10.5-5	14.0-6.5	5.57	2.01	0.52	0.92	2.77	8	(46)	4	3-35	2,250	C	
Kabida Bambara	14.5	1.8	4.06	(10.5)	8.5	2.0	3.99	1.15	0.46	1.17	3.5	10	(60)	10	45	764	A	
Kabida Soninke	7	1.8	2.77	(6.5)	1.7-3.1	1.8-3.4	2.87	1.34	0.51	0.9	2.1	10	(25)	5	7-13	942	B	
Kaloumba	13.4	1.8	8.32	(11.4)	10	1.4	8.95	2.77	0.37	0.57	3.2	10	(22)	10	18	708	A	
Keyban	17.5	1.8	9.01	(11.5)	(0)	(11.5)	7	3.82	0.32	0.32	1.83	8	(9)	2	(0.1)	1,330	E	
Koli	29.5	1.8	26.17	(8.5)	2.2	6.3	4.06	0.29	0.29	0.74	7.5	10	(30)	8	10	1,219	B	
Missira Makana	30.8	1.8	24.42	(8.3)	0.8-4.6	7.5-3.7	6.46	1.13	0.16	0.41	5.72	10	(20)	10	3-12	1,696	B~C	
Tendye	46.1	1.8	44.5	(6.1)	1.3-1.1	4.3-5.0	4.13	0.52	0.33	0.84	7.94	>3	(10)	2	4-6	1,226	C	
Toulet	8.2	1.6	6.34	(2.6)	1.9	0.7	1.08	0.54	0.24	0.47	2	20	(7)	10	5	2,780	D	
Zidou Toure	30.7	1.8	26.64	(5.7)	0-1.3	5.7-4.4	4.23	0.85	0.13	0.32	4.97	10	(12)	>5	0.2-3	2,780	C~D	
(DILLY Arr.)																		
Diefoua	9.2	1.6	7.76	(3.2)	(0.2)	(3.0)	1.09	0.43	0.33	0.26	1.82	20	(6)	<10	(0.1)	1,369	E	
Dilly	10.3	1.8	6.85	(7.3)	0.3-1.3	7.0-6.0	4.99	1.18	0.37	1	4.22	11	(31)	1.6	1-5	1,034	C~D	
Fogodi	15.5	1.4	10.38	(8.1)	1.2-0	6.9-8.0	5	2.27	0.15	0.24	2.2	2	(9)	0	0.1-1	2,310	D~E	
(MOURDIAH Arr.)																		
Bomandyougou	15.7	1.6	10.88	(6.7)	3.6	3.1	4.76	0.37	0.13	0.08	12.86	>5	(14)	>5	6	979	C	
Mouridiah	7.1	1.8	3.55	(5.5)	3.4	2.1	8.3	1.42	0.79	2.13	5.85	>5	(23)	>5	2	233	C	
Koera	8.8	1.8-1.5	4.42	(5.8)	(0.5-3)	2.5-5	6.05	0.09	0.02-0.8	0.04-1.42	67.3	10	(13-25)	10	1.5-15	132	C	

注1: "雨季直後の水深"及び"乾季末の水深"の () 内の数字は住民からの聴取によるもの。注2: "揚水可能量"の () 内の数字は、水位変動量を主として住民から聴取したデータを用いて算出したもの。

注3: 導電率は最新値を採用した。

表5.2-6 井戸条件評価結果

井戸所在地	井戸の構造	揚水可能量	乾季末水深	水質	総合評価
Barzack	B	D	D	B	D
Goumbou	B	E	E	C	E
Guineibe	B	D	A~C	C	C
Kabida Bambara	B	A	A	B	A
Kabida Soninke	B	B	C	B	B
Kaloumba	B	B	A	B	A
Keyban	B	E	E	C	E
Koli	B	B	B	C	B
Missira Makana	B	B	A~D	C	B~C
Tendye	B	D	C	C	C
Toulel	B	D	B	D	D
Zidou Toure	B	E	C~E	D	C~D
Dieloua	B	E	E	C	E
Dilly	B	D	C~E	C	C~D
Fogoti	B	E	C~E	C	D~E
Bomandyougou	B	D	A	B	C
Mourdiah	B	D	A	A	C
Koera	B	C	D	A	C

※評価基準は表5.2-2と同様。

表 5.2-7 太陽光発電揚水施設設置井戸総合評価

番号	村落名	井戸 評価	乾期末 井戸 水位(m)	乾期末 水深 (m)	7/7セ (hr)	施設 設置 スペース	設置 同意 の有無	費用 負担 の有無	他計画 の有無	総合 評価
1	Berzack	C	C(35.7)	C(0.5)	A(0.4)	B	B	B	B	B
2	Kabida Bambara	B	A(14.5)	A(9.0)	A(0.4)	D	D	D	C	D
3	Kabida Soninke	C	A(7.0)	A(5.5)	A(0.4)	B	B	D	C	C
4	Kaloumba	B	A(18.4)	B(1.0)	B(0.6)	B	D	D	B	D
5	Kolly	C	B(27.0)	B(1.0)	A(0.5)	B	D	D	B	D
6	Toulel	C	A(8.2)	B(1.5)	B(0.9)	B	-	-	B	-
7	Koera	B	A(8.6)	B(1.0)	C(1.6)	B	B	B	B	B

(註) Toulelについては水質(導電率 $2,780\mu\text{S/cm}$)が悪く、牧畜用にしか使用されていない。太陽光発電揚水システムを設置する井戸として、生活用水及びその他(牧畜、菜園等)多用途に使用されている井戸が望ましいので、マリ側による村民の設置に対する意識調査を実施しなかった。

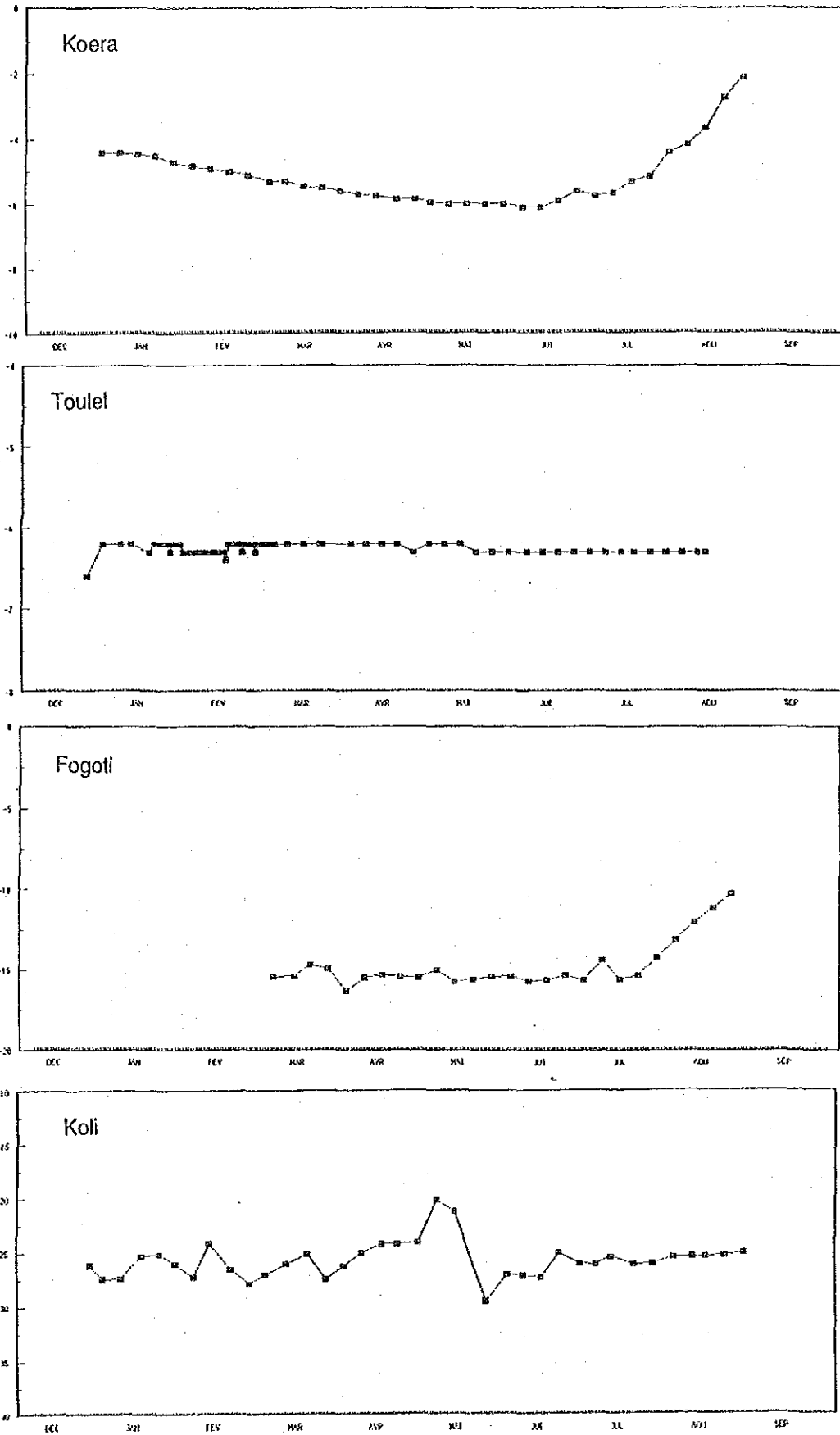


図5.2-1 既存井戸の水位変動

5.3 太陽光発電揚水システム

5.3.1 システム設置井戸の現況

本太陽光発電揚水システムを設置するBerzack及びKoera両村落の位置を図5.3-1に示す。

(1) Berzack

Berzackは、Nara-Central郡に属しナラ市の南東約7kmに位置している。人口約1000人のモール族の村落である。村は4箇所の35～40mの深さの井戸を保有している。4つのうち3つは手汲み井戸で残りの1つにドイツの援助によって風力ポンプとハンドポンプが設置されているが、トラブルが多く並置されているハンドポンプを使って水を汲み揚げている期間の方が長い。手汲み井戸の内1つは塩分濃度が高く、家畜の飲料水としても問題が多く、1つは水質の問題はないが乾期に干上がることが多い。

今回太陽光発電揚水システムを設置した井戸は手汲み井戸の残りの井戸で、村から約500m程離れているが、飲雑用水及び家畜用水に活用されており、風力ポンプ設置井戸と共に村にとって重要な存在となっている。1978年に掘削された内径2m 外径2.8mのコンクリートライニングされた井戸である。井戸深度が36m以上ありその底部は基盤岩（カンブリア紀）にまで達していると推測される。基盤岩の風化層を滞水層としており周辺に浸透した降水が水源となっており、乾季末の揚水可能量が日当たり5m³程度と推測される。水質は比較的良好で、同村の4箇所の井戸のなかでは、975 μ S/cmと一番低い導電率を示している。Berzack周辺の小村落も、乾季になりマレの水が枯れるとこの井戸を利用している。しかし井戸深度が深いため、水汲みは相当の労力を要しラクダやロバ等も利用しており、太陽光発電揚水システム設置による経済的効果が大きい。

聴取り調査に寄れば、この井戸は乾季末水深が0.5～1.5m程度しかなく、これは乾季の水量低下のみならず、前述の様に乾季の水源が少なくなった時に需要が増えること及び井戸底部に砂が堆積したためと考えられる。1993～1994年の乾期には太陽光発電揚水システムを設置して、従来の手汲みによる取水量より多量の水を汲み上げたにもかかわらず揚水システムの水位低下による稼働停止が無かったが（風力ポンプが設置されている井戸は干上がった）、村民にとって乾期末における最後の重要な井戸でもあり、1994年6月に調査団によって井戸浚いを行い、井戸底を約2.4m掘下げポンプ位置もそれに合わせて変更した。この結果、この井戸の乾期末に干上がる頻度が極端に少なくなったものと確信する。

住民の太陽光発電揚水システム設置に対する関心は高く今回の設置に多大なる期待をもってお

り、設置後の維持運営についても十分な体制をとっていく姿勢を見せている。

(2) Koera

Koeraは、Mourdiah郡に属しナラ市の南約104kmに位置しており、バマコーナラ間の幹線道路沿いに位置している。人口約1000人のサラコレ族の村落である。村には5箇所の井戸があるが、今回太陽光発電揚水システムを設置する井戸は、村の東部に隣接しており飲雑用水及び家畜用水として村にとって最も重要な存在となっている。

設置井戸はフランス植民地時代の1960年に掘削されたものであるが、井戸周囲は内径1.85m、外径2.7mのコンクリートで補強されており頑丈な構造となっている。井戸深度が約10mと浅く沖積砂層に掘られており基盤岩までは達していない。旧河川堆積物と考えられる沖積砂層を滞水層としており周辺域に浸透した降水及び旧河川（化石谷）内を上流から流下してきた地下水が水源となっている。比湧出量が揚水試験を行なった他の井戸の10～20倍の67.3m³/hもあり、乾季末の揚水可能量も日当たり10m³を期待できる。水質が非常によく今回井戸調査を実施した井戸のなかで、導電率は132 μ S/cmと最も良い値を示している。また井戸に近接して大きな木があり、井戸周辺は住民にとって憩いの場となっている。聞き取り調査結果ではこの井戸の乾季末水深が0.5～1.5m程度に低下するようであり、乾季末には揚水システムが稼働しなくなる可能性がある。聴取り調査及び井戸水深の実測等により、井戸底部には沈泥が厚く堆積している模様であり、乾期末でも揚水システムが問題なく稼働できるよう、Berzackと同様、1994年7月に調査団が井戸浚いを実施し井戸底を約1.2m掘下げた。

住民の太陽光発電揚水システム設置に対する期待は大きく、設置後の維持・管理を積極的に行なっていく姿勢が見られる。

5.3.2 システムの概要

本調査で設置された太陽光発電揚水システムは、35枚の太陽電池モジュールから構成される太陽電池アレイにより発生された直流電圧を、インバーターにより3相交流に変換し、定格容量1.1kW多段式水中ポンプを駆動するものである。水中ポンプは定格揚程25mにおいて6.9m³/時の揚水能力を有している。揚水された水は10m³の貯水タンクに蓄えられた後、飲雑用水及び家畜用水として供給される。ポンプの運転は、全て自動制御され、日射量・貯水タンク水位・井戸水位の各条件を検知することにより運転制御される。主要構成要素の仕様を下記に示し、図5.3-2にシステム構成図を示す。また本システムは、気象条件（日射量、外気温）及び運転状況のデータ収録装置を備えている。

太陽電池アレイ	: 最大出力 1.79kW(ポンプ用)/0.11kW(制御用)
制御盤	: 電圧/周波数比一定制御型(V/f一定VVVF制御)インバータ 定格容量6.5kW,入力電圧DC416V(max),定格出力電圧3相200V
水中ポンプ	: 3相200V 1.1kW,定格容量0.115m ³ /分,定格揚程25m
貯水タンク	: 容量10m ³ (2.0m x 2.5m x 2.0m)、パネルタンク
水汲み場	: コンクリート(7.2m×5m)、水道栓9タップ
家畜水飲場	: 容量3.84m ³ (9.6m×1.0m×0.4m)
避雷設備	: 高さ6m、10cmφポール
データ収録装置	: ICカード式データロガー

主要構成要素の詳細はANNEX-Mに示す。

太陽光発電揚水システムが設置されたBerzack及びKoeraの井戸の深さはそれぞれ36m、10mであり上述のポンプの定格揚程と比較して上下に大きく離れている。本来、ポンプの選定及びその電源となる太陽光発電設備の設計は設置される井戸の構造（特に深さ）、計画揚水量、井戸の水位変動（季節、揚水による）等を基に行なわれるべきものである。しかしながら、本調査の調査期間は2年間と短く、所定の井戸調査、村落調査、住民の意識調査を実施した後、揚水システムを設計、調達、据付を行なうのはシステムの据付すらおぼつかなく、例え、据付が調査期間内に完了したとしてもシステム稼働に伴う調査は時間的に困難になる。このため、事前調査の段階で得られた井戸に関する情報を基に、ある程度の余裕を見込んでポンプの仕様を事前に決定したものである。

5.3.3 システム設置及び技術移転

(1) 設置体制

太陽光発電揚水システム設置は、同様なシステムの据付及び維持管理に実績がある太陽・再利用エネルギー資源開発室(CNESOLER)と協力し、調査団員の統括のもとに実施した。CNESOLERは水利エネルギー局(DNHE)に属し、マリ国に於ける太陽光発電技術を実質的に支えている国立研究機関であるが、太陽光を含むエネルギー開発の研究はもとより、Kayes, Mopti, Koulikoroの各地域に於ける太陽光発電揚水システムの据付実績を有し、その規模も本システムとはほぼ同様であり、本システム設置に対し十分な協力を得ることができた。

(2) 設置工事

当システム設置井戸が、1993年12月28日に決定された後、カウンターパートと共に現地を詳細に調査し、システムを設置する上での留意事項を洗いだすと共に、設置工程の説明及び設置期間中の村民の協力依頼を行ない、住民の当調査に対する理解を要請した。太陽光発電揚水システム設置に先立って、地形測量を実施した。この地形測量結果と今回据付けられるシステムの技術的仕様（特に水中ポンプ）を考慮して、システムを構成する諸設備の配置を決定した。両システムの一般配置図を図5.3-3及び図5.3-4に示す。

尚、配置決定及びシステム設置に関し、実情に合わせ、以下の配慮を行なった。

- (i) Berzackでは井戸深度が据付を予定している水中ポンプの仕様の上限に近い為、井戸と給水タンクの距離を極力短くして配管損失を少なくした。
- (ii) Koeraでは設置井戸は村落に隣接しておりスペースが限られ有効な配置決定が要求された。特に井戸近辺に太陽光パネルを設置するスペースがなく井戸北側の空きスペースまで約60m離し、単独にフェンスで囲った。
- (iii) Berzackの井戸は上部のコンクリート枠が破損しており補修を行なった。
- (iv) 両井戸共、乾期末には水深が低下してポンプの稼働が不可能になる恐れがあるので、井戸蓋を2つ割れとし片方をスチール製として取り外し可能とし、水深低下により揚水システムが停止した時、従来の手汲みによる汲みあげができるようにした。
- (v) 太陽光パネルの基礎周辺を広くコンクリートでおおい、風によるパネル基礎及び草木

によるパネルへの影響をなくすよう配慮した。

(3) 設置工程

設置工事はナラ事務所に近いBerzackに於て1994年1月8日の現地測量をもって着手し、2月20日に全据付工事が完了した。全体設置工程を表5.3-1に示す。

水汲み場、家畜水飲み場、貯水タンク基礎及びネットフェンスの土木工事をBerzack、Koeraの順で先行させ、引き続き機器据付を両サイトシリーズに実施した。

延べ工事日数はBerzackで22日、Koeraで17日であり、当初予定していた1サイト1ヶ月をかなり短縮出来た。この理由として、資材の現地搬入が遅れたため多くの労働力を投入した事、時期的に1～2月は乾期に当り雨による中断が無かった事及びアクセス道路状態が良くスムーズな資材運搬が出来た事、又Koeraにおいてはナラより1時間30分と遠隔のためサイトに近いMourdiahを拠点とした点などが挙げられる。

(4) 技術移転及び指導

マリ側への技術移転は平成5年度と平成6年度に分けて実施したが、5年度は資機材の現地搬入の遅れによりシステム運開が3月初旬となつた為、システム概要及び保守上の留意点を説明するに留まり本格的な技術移転は平成6年度に実施した。調査期間を通しての技術移転項目を以下に示す。

(i) 太陽光システム機器概要

- －水中ポンプ運転制御
- －観測装置の測定原理

(ii) 一般的なメンテナンスの対象項目及び方法

- －太陽光パネル清掃
- －フィルター清掃
- －貯水タンク清掃

(iii) 積算流量計及び各種計測機器の読み取り

(iv) 観測データ解析

- －メモリーカード交換方法
- －データロガー取扱方法
- －パソコン操作方法

主な技術移転内容は以下の通りである。

(a) 運転データの処理・解析に関する技術移転

94年6月から9月の現地調査、及びバマコでのデータ解析期間中、カウンターパート2名を対象に、データロガー装置、ロガーデータ解析ソフトの取り扱い説明を行った。ICカードの交換、ICカードからデータの読み込み、処理データの打出しは、充分できる程度まで技術移転は行なわれた。納入されたパソコンが日本仕様でマニュアルも日本語版しか用意されておらず応用面において対処するのは難しいが、今後必要となってくる運転データの処理という最低限の技術指導は実施できた。

(b) 計測装置の読み方指導

積算流量計をはじめとする計測機器の読み方の指導をカウンターパートの協力の下に計測に携わる村民に指導した。

項目別による理解度を、下表にまとめた。

項目	対象者理解度	
	Berzack村民	Koera村民
積算流量計	C	A
電圧計	C	B
電流計	C	B
状態表示ランプ	C	A
圧力計	C	B
水位測定	C	A

(理解度ランク) A：良く理解している

B：まあまあ理解している

C：理解が十分とはいえない

(c) 一般的なメンテナンスに関する指導

太陽光システムは日常実施する簡単な保守を除いて、技術的に困難な保守を必要としない事を、その長所としている。本システムにおいては住民が行う日常保守として、太陽光パネル面清掃、積算流量計の保護用として設置されているフィルターエレメントの清掃及び貯水タンクの清掃があげられる。

フィルターは円筒形をしており、0.1mmの溝を持つ円盤型のエレメント板が重なって構成されている。指導はフィルターの取外し/取付方法及び清掃方法について行なった。

フィルターの清掃中はシステムが運転できなくなるため、日射量が弱くなる夕方に行う様指導したが、内部を分解してエレメント板を1枚1枚洗う必要があり、村民が慣れない事もあり清掃に2日程かかるため、エレメント一式を予備品として供給し、交換する事により運転に支障がでないよう配慮した。メーカーの指針では月一度の清掃を推奨していたが、0.1mmとフィルターの目が非常に細かいため目づまりによる流量低下が著しく清掃は2週間に一度行う事とした。

5.3.4 観測、維持・管理体制

(1) 維持・管理体制

太陽光発電揚水システム設置に対する住民の理解を求めため、設置井戸の選定に先だって、マリ政府は設置候補井戸に挙がっている各村落にミッションを派遣し当調査の意義・目的の説明を行なうと同時に、住民のシステム設置に関する意識調査を実施した。

Berzack, Koera 両村落共、システム設置を強く歓迎しており設置後の運営・維持・管理も積極的に行なっていく姿勢を見せ、システム設置に大きな期待を示した。また当システムの運営・維持・管理への住民参加を促す意味で、設置当初に於て一部住民負担する案がミッションより提示され、Koeraに於ては総建設費の0.5%に相当する200,000CFA, Berzackに於ては0.25%に相当する100,000CFAを、運営・維持費として徴収する同意を得た。最大の問題点は運営・維持・管理体制にあると言われているマリの太陽光発電揚水行政に於て、長期的な体制を確立していく上で住民の理解協力は不可欠であり、今回の選定は妥当なものと判断される。

マリ側ミッションの指導の下に、Berzack及びKoeraに太陽光発電揚水システムの運営、維持を行なうための井戸管理委員会が設立された。また利用者による水道利用者組合も設立された。維持管理には、運営、修理に関わる費用とともに、それを実行しうる人材が必要である。学校教育、識字教育等、基礎教育が行き届いていない両村では、料金会計、使用水量記録などを行える人材の育成が必要のため、ナラの地域開発センター (Centre d'Action Cooperative: CAC) に運営の助力を依頼した。CACは、労働組合、畜産組合、女性組合、農業生産組合、穀物貯蔵販売組合等の組合活動を支援する地域開発センターである。

また、運営を明確化する必要があり、水道利用者会及び管理委員会の内規が、CAC指導で作成された。内規は委員会役員構成、役割、水料金、料金徴収方法を規定したものでANNEX-Mに添付している。以下各村落毎の維持管理体制を示す。

(a) Berzack

井戸管理委員会は6名により構成され、以下の役割になっている。

<u>役職</u>	<u>役割</u>	<u>補足</u>
委員長	委員のまとめ、議長の選出、会議の発令	村長が兼任
副委員長	委員長の補佐、欠席時の代行	女性
財務管理	運営費用の予算管理、出納監査	
財務管理補佐	財務運営の補佐	
会計	水販売金の出納管理	
広報・連絡	決議事項の連絡、会議の召集	

料金徴収は水の使用量に応じた料金制を採用している。料金は、下記の通り。

- ドラム缶 (200 l)	50 CFA	(10円)
- 50 l タンク	10 CFA	(2円)
- 20 l タンク	5 CFA	(1円)
- 大型家畜 (牛、馬、ラクダ)	100 CFA	/頭/月
- 小型家畜 (羊、ヤギ)	25 CFA	/頭/月
- ロバ	10 CFA	/頭/回

(但し、水汲みの為の荷車牽引のロバの飲む分は無料)

8月26日の委員会との打合せ時、以下の金額が徴収保管されている事を確認した。

住民の拠出金	100,000CFA
6月迄の徴収	22,535CFA
7月の徴収	12,930CFA
8月の徴収	10,360CFA
合計	145,825CFA

しかし、徴収した料金の保管方法及び他の資金との区別が不明瞭であったため管理用の金庫を調査団より提供し、他の金との区別を明確にするよう指導した。

料金徴収収支は、委員長である村長が自ら記帳している。これは、他に文字及び数字の読み書きが出来る者が村長以外いないからである。マリ国の教育事情が以下に示すようなものであるが、Berzackでは修学したことのある人は一人もいなく、村長のみがDNAFLAの制度を利用して一応読み書きができるということである。その後の聴き取り調査では子供の教育については積極でない親が殆んどであった。

- 基礎教育省が同国の学校教育を統括しているが、学校そのものの数が少なく、学校があっても、修学しない人が多い。
- 学校に行かなかった人に言葉を教える制度があり、識字教育局 (DNAFLA) が当たっている。
- 70%が回教徒であり、コーラン学校に行く子供が多いが、仏語等の基礎教育を受けている子供は少ない。

水の使用状況を把握する目的で水台帳を作成し、住民に記帳指導する予定であったが、村長以外記帳ができない事実を踏まえ、調査団が教師及び教材を用意し、10人程度の10才代の子供を対象として4ヶ月間午前2時間午後2時間、2クラスに分けて識字教育を実施した。

料金制度、管理委員会の役割にも、認識の薄かった住民が、8月に実施した、アンケート調査によると、かなり料金制度を理解してきており、料金徴収も順調に行われてきている。8月に実施したアンケート結果を表5.3-2に示す。

(b) Koera

15歳以上の村民全員が会員となる水道利用者組合が結成された。組合員の中から井戸管理委員会メンバー (8名) が選出され、井戸管理を受け持つ制度となっている。

役職	役割	補足
委員長	委員のまとめ、議長の選出、会議の発令	
副委員長	委員長の補佐、欠席時の代行	女性
財務管理	運営費用の予算管理、出納監査	
財務管理補佐	財務運営の補佐	
会計、2名	水販売金の出納管理	
広報・連絡、2名	決議事項の連絡、会議の召集	

維持管理費として共同畑の開墾、耕作による農作物の売り上げを、その費用に全額支出する方法を採用し、村民の日常の水利用に対しては料金を徴収していない。但し外来者 (季節移動の家畜等) には次の料金制を採用している。

-牛 (群: 20~50頭)	2,500 CFA / 群 / 月
-羊、ヤギ	1,500 CFA / 群 / 月

共同畑として、村有の耕作地 (全て村有) の中でも生産性の高いミレット畑6.8haを、村長が太陽光発電揚水システムの維持・管理用として指定した。設定されたミレット畑は今年 (1994年) 開墾され植付けられたため収穫が本年10~11月、加工が来年4月、そして販売されるのは8月になる。今迄、若い人達の為の共同畑があり、今回用意された土地の約半分の面積で

2トン程度の収穫があったそうで、その実績からすれば4トン程度の収穫が期待でき、300,000CFA程度の収益が期待される。委員会の話では全額維持管理費として充当されるとのことである。また、共同畑の共同作業に参加できない人より1日当り1,000CFA徴収し、それも維持管理費に用いられることになっている。

8月29日までに以下の金額が徴収保管されていることを確認した。尚、徴収した金の保管方法に不安があるとのことであったので、Berzackと同様、管理用の金庫を調査団が用意した。

住民の拠出金	200,000CFA
外来家畜	
牛群	2,500CFA
ロバ(55頭)	1,350CFA
	<hr/>
	203,850CFA

(c) 村民の太陽光発電揚水システムに対する認識

システム運開に先立ち3月初旬に村民と話し合った時は、以下のような印象を受けた。

- (i) 村落毎に同族、同家族的な色彩が強く、一部の村役人、長老の意見で物事が決定されており、皆が力を合わせて全員の利益の為に積極的に何かを行なうとの意識が弱い。
- (ii) 設立された委員会は今回設置された太陽光発電揚水システムを村民全体の利益のために、共同で維持・管理を行なうための調整的なものでなく、決められた料金を徴集し、それを管理することに重点を置いているように見受けられる。
- (iii) 従って、料金徴集もシステム設置の条件に入っているので徴集するもので、それが適当なものか、又どのように運用されるべきものか等明確に認識されていないように見受けられる。

今回の調査を通して村民との意見交換や村民への指導の結果、井戸管理委員会の委員だけでなく村民の意識は少しずつではあるが改善されてきていると感じられた。しかしながら、本調査期間は短かく十分な維持・管理体制を作り上げるまでには至らず、長期的な指導が必要である事を痛感させられた。

又、地下水資源に自ら限度があり、手汲みを行なっている時には、季節の変動、揚水量によって地下水が減少することを直接体感することが可能であるが、太陽光発電揚水システムを利用した場合、便利さが先に立ち、地下水の摂取量に限度があることを忘れがちになる。揚水システム

が稼働してから、機会ある毎に村民とシステム及びその運用について意見交換をして来たが、特に、このことが痛感させられた。計画性の乏しい揚水は乾期末に地下水位の著しい低下をまねき、その結果、システムの運転が不可能になり、システムそのものに対する村民の不信感を増大させる恐れがあるので、特に砂漠地帯では利用可能な地下水資源には自ら限度があることを十分認識、理解させ、より充実した利用方法を確立する必要がある。

今回は懸念していた乾期末水位低下によるシステム停止はなく順調に稼働を続けてきたが、井戸水位と揚水可能量との関係、季節的な井戸水位の変動実績に対応した計画的揚水量を決定して水の有効利用を行うためには、少なくとも年間を通した長期的なデータが必要であり今回の短い調査期間では満足のゆく結果が得られたとはいえない。

(2) 観測

システムの運転状況及び気象条件を記録し今後のシステム設計に寄与するために、本システムは自動データ収録装置を備えており、観測されたデータはパーソナルコンピュータにより解析される。観測項目・測定範囲は以下に示す通りである。

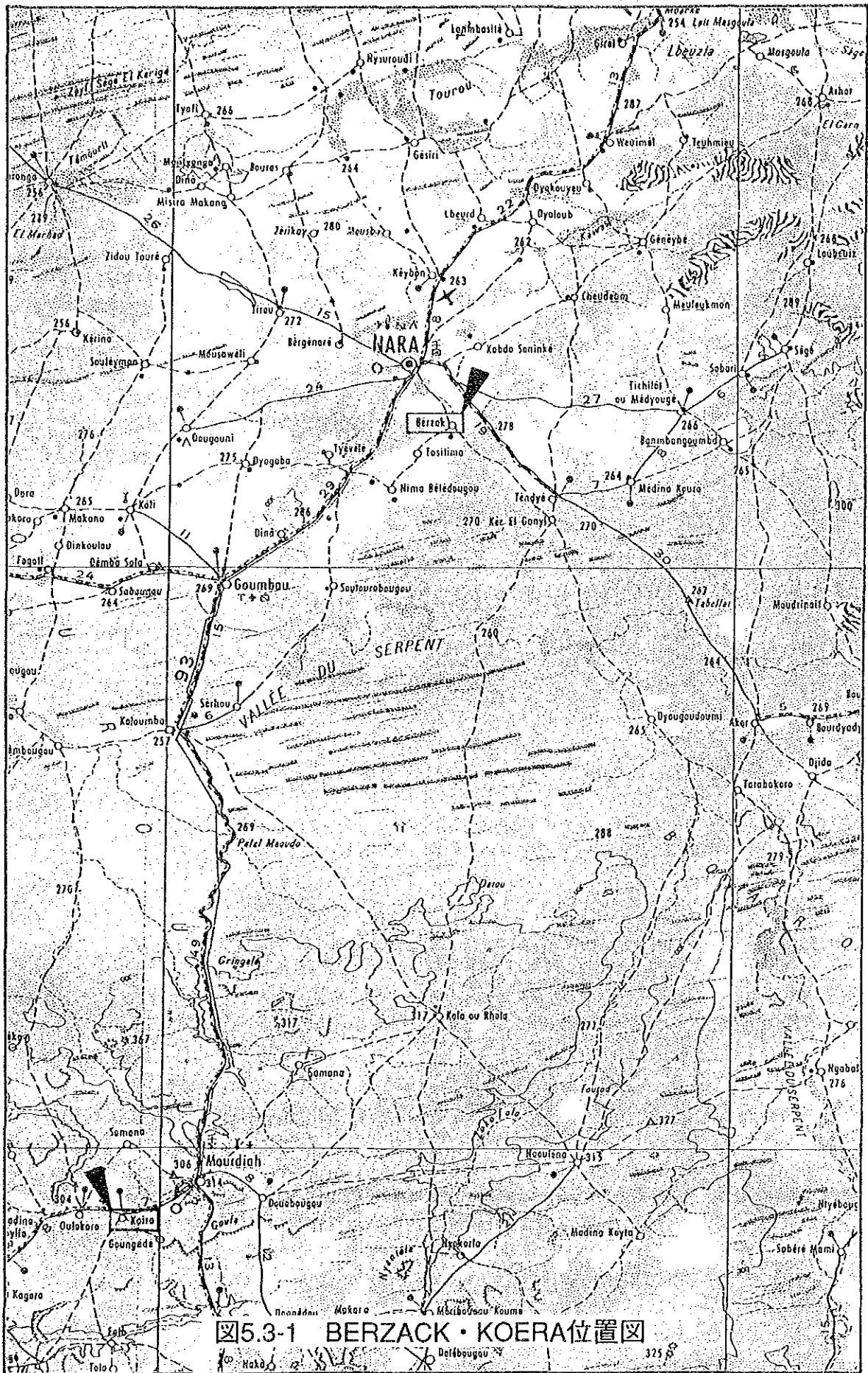
測定項目	測定範囲
1. 日射量	0～1 kW/m ²
2. 外気温度	0～60℃
3. 太陽電池温度	0～80℃
4. 制御盤内温度	0～80℃
5. インバーター出力周波数	0.5～50Hz
6. インバーター出力電流	0～17A
7. 揚水量	0～12m ³ /時

システム設置終了に引続き、Berzackでは94年2月12日より、Koeraにおいては、2月15日より、データロガーにより、上記測定項目の自動観測・記録を開始した。データは自動収録されるため観測のための人員配置は井戸水位観測員以外特に考慮しなかった。これらの観測データから、次章に述べる運転特性の解析を行なった。

表5.3-2 住民アンケート調査結果

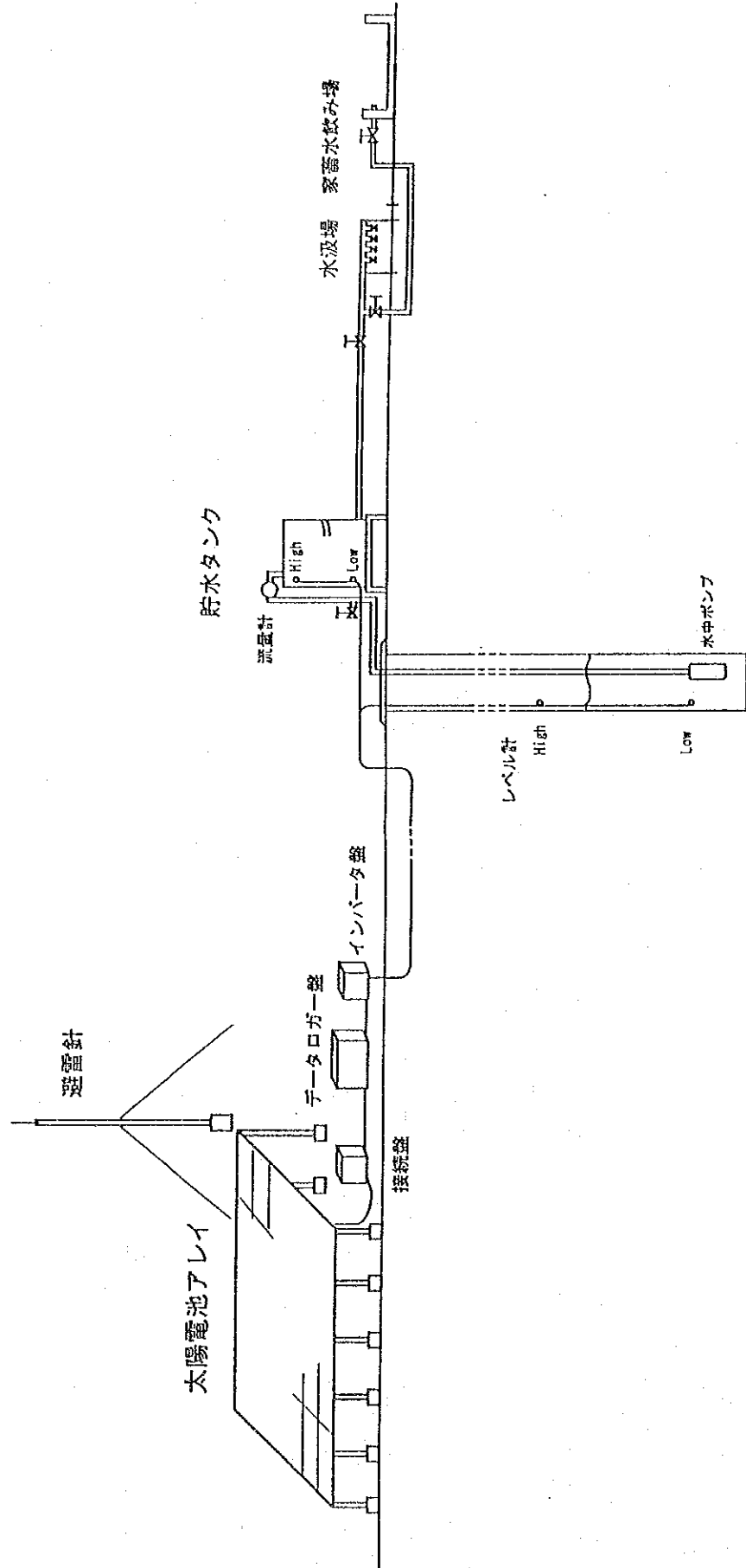
項目	質問	回答
1. 井戸の機能	便利になった	17
	不便になった	0
	変わらない	0
2. 料金制度を	知っている	11
	知らない	6
3. 料金制度の説明を	聞いたことがある	10
	聞いたことが無い	6
4. 料金制度は	納得出来る	11
	納得出来無い	6
5. 料金は	高い	4
	妥当	10
6. ドラム缶1本 () CFA位が妥当だ	25CFA	3
	30CFA	1
	50CFA	10
7. 料金は	払うべきだ	15
	払う必要は無い	0
8. 料金を払えるか	払える	13
	払えない	1
	払えるが払わない	1
	払えないが、払うべきだ	2
	解らない	0
9. 今までに料金を払った事があるか	ある	15
	無い	2
10. 水くみ時間は減ったか?	減った	17
	減ら無い	0
	解らない	0
11. ポンプが故障したら困るか	困る	10
	困らない	6
	解らない	1
12. ポンプの保守は必要か	必要	17
	不要	0
	解らない	0
13. 汲み上げた水は主になにに使うか	飲料水	17
	洗濯水	16
	畑に撒く	0
	家畜に与える	2
	その他の生活用水	0
14. この井戸を一日何回利用するか	1回	13
	3回以下	3
	5回以下	0
	5回以上	1

(注) 調査場所：Berzack
 調査時期：1994年8月
 調査人数：17名



5.3-1 BERZACK・KOERA位置図

図5.3-2 太陽光発電揚水システム



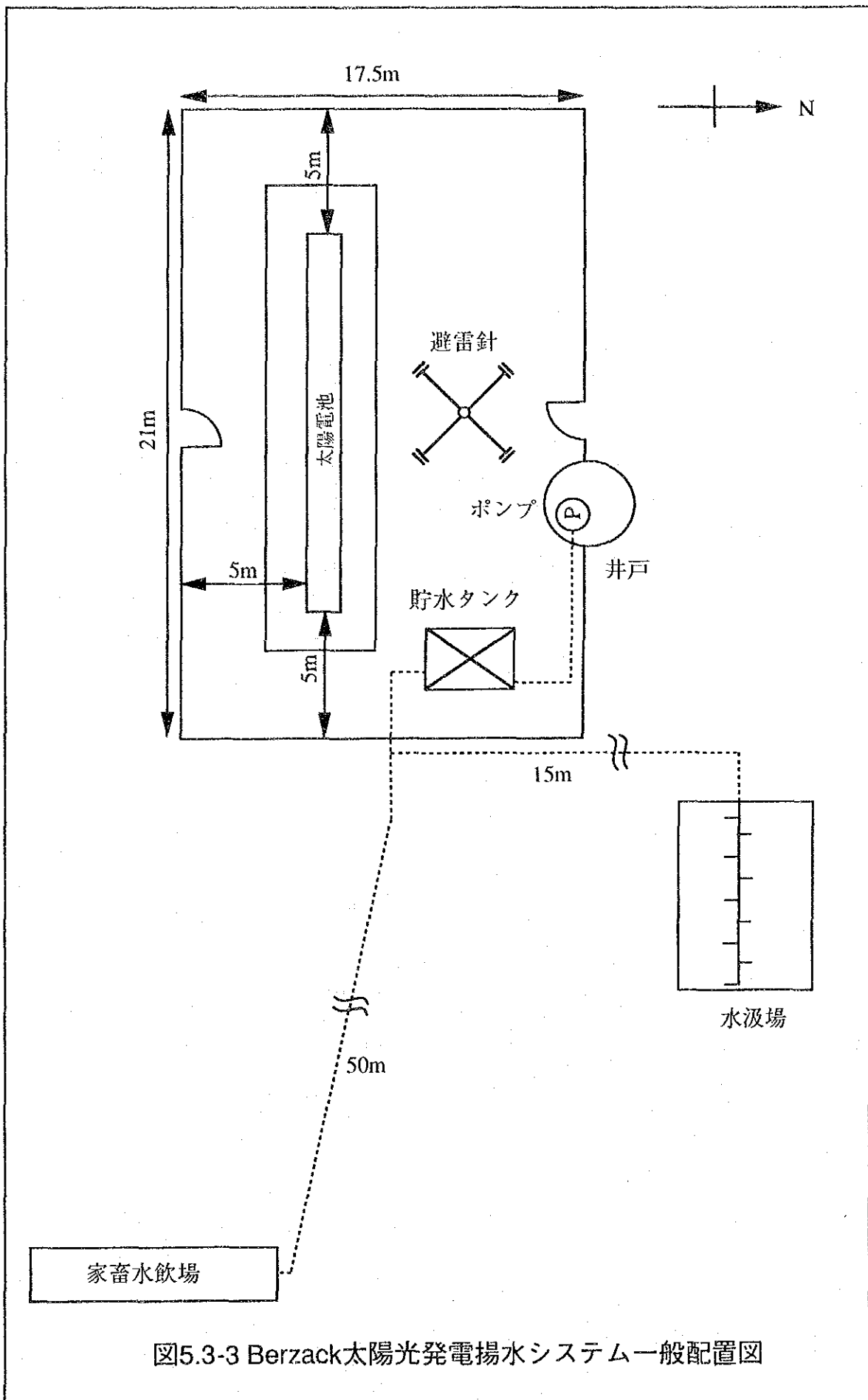


図5.3-3 Berzack太陽光発電揚水システム一般配置図

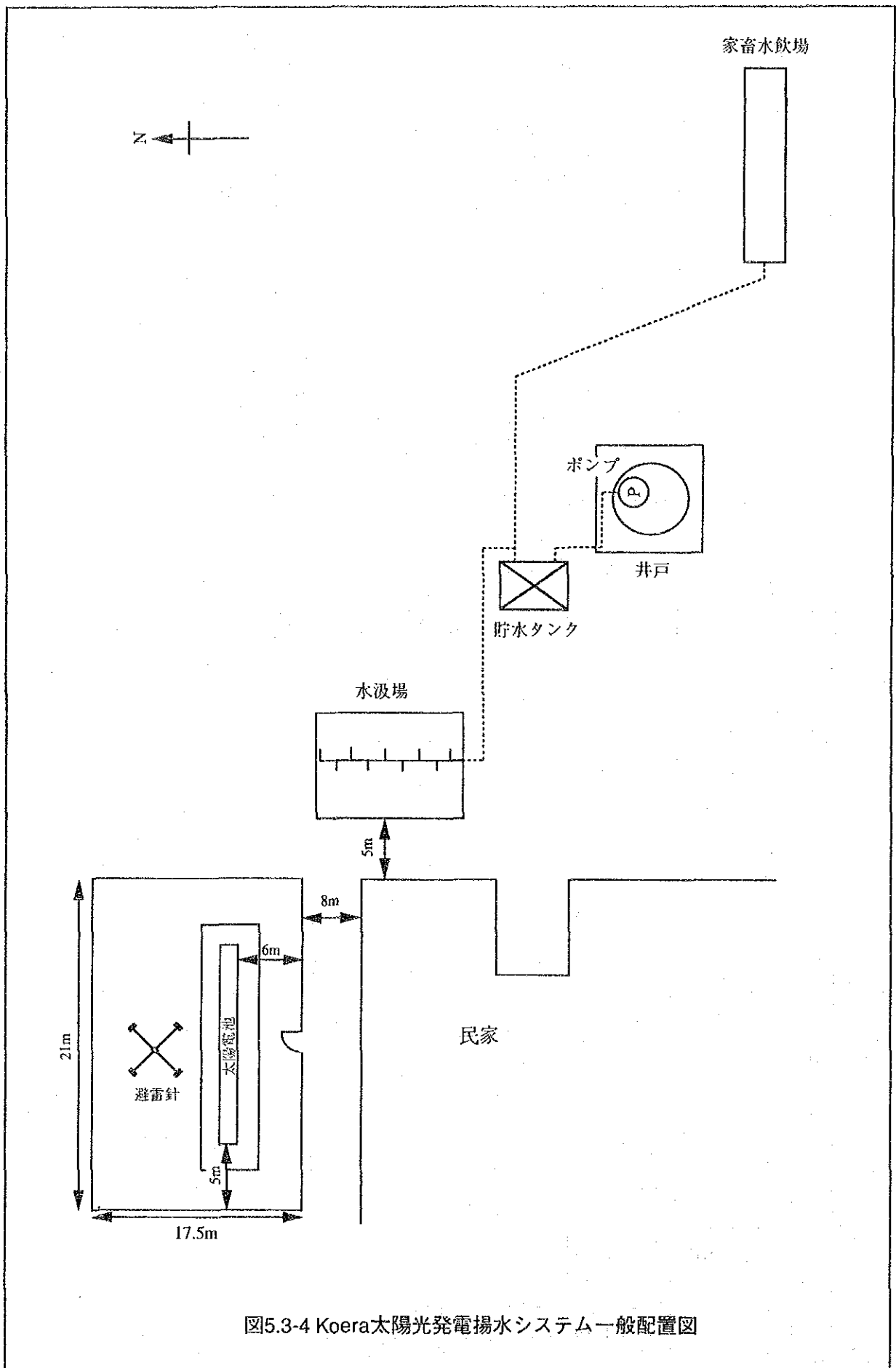


図5.3-4 Koera太陽光発電揚水システム一般配置図

第6章 太陽光発電揚水システム予備評価

6.1 太陽光発電揚水システムの運転データの解析

6.1.1 運転データ解析の目的と方法

(1) 目的

Berzack 及び Koera に設置された太陽光発電揚水システムのデータ収録装置に読み込まれたデータを解析することにより、本システムの運転稼働状況を把握すると共にシステム評価の為の資料とし、本格実証調査におけるシステム設計に寄与すること、又開発への参考となるべき提言を行うことを目的としている。

(2) 解析の方法

収録されたデータは、本調査のために別途JICAにより調達されたパーソナルコンピューター及び解析プログラムによって、日別、月別、年別のファイルに整理される。それぞれの処理の内容は以下の通りである。

(a) 日ファイル

メモリーカードに30分間隔で、外気温度、太陽電池温度、制御盤内温度、インバーター出力電流、インバーター出力周波数、日射量及び揚水量の7項目の値が連続して記録されているが、これより1日分のデータを分離し1日分のファイル（以下“日ファイル”という）を作成する。合せて、各項目の最大値、最小値、平均値を算出し、最大値、最小値についてはその発生日時を、又、インバーター出力電流、日射量、揚水量については一日の積算量を併せて計算し、ファイルに記録する。

日ファイルの内容は30分間隔の計測値及び計算された諸数値をプリントアウトできただけでなく、時間による変化をグラフ表示することもできる。グラフ表示する範囲は、ポンプが運転される時間帯が重要であり、4時から20時までとしており、各測定項目の単位は（%）表示で下記の範囲になる。

計測項目	表示符号	0~100%表示範囲
1. 外気温	Tenv	0~100℃
2. 太陽電池温度	Tsc	0~100℃
3. 制御盤内温度	Tinv	0~100℃

4. インバーター出力電流	Current	0~10A
5. インバーター出力周波数	f	0~50Hz
6. 日射量	Rad.	0~1kW/m ²
7. 揚水量	flow	0~12m ³ /時

日ファイルのプリントアウトの例を表6.1-1に示す。

(b) 月ファイル

一ヶ月分の日ファイルより同一時刻における平均値を計算し、月別の1日分（24時間）のファイル（以下“月ファイル”という）を作成する。更に、各項目の最大値、最小値、平均値を計算し、インバーター出力電流、日射量、揚水量については一ヶ月の積算量を求め、ファイルに記録する。

日ファイルと同様に、ファイル内容のプリントアウトと測定項目の時間による変化を表したグラフによる表示ができる。尚、月ファイルのプリントアウトの例を表6.1-2に示す。

(c) 年ファイル

一年間の月ファイルより同一時刻における平均値を計算し、1年間の1日分（24時間）のファイルを作成する。各項目の最大値、最小値、平均値、インバーター出力電流、日射量、揚水量及び表示方法については月ファイルと同じである。

運転データの解析には日別の各項目の最大値、最小値、平均値及び月ファイルより出力されたグラフを用いて解析した。又、外気温度と太陽電池温度、制御盤内温度の関係をみるために、以下の代表日を選定し、検討した。

Berzack: 2月17日、3月1日、4月17日、5月13日、6月20日、7月20日、8月20日、9月16日

Koera : 2月 24日、3月27日、4月16日、5月15日、6月18日、7月15日、8月26日、9月16日

6.1.2 運転実績

Berzackの太陽光発電揚水システムは2月12日より、Koeraは2月15日より運転開始し、ナラに於ける現地調査が終了した10月20日までの約8ヶ月の運転データを回収したが本報告書では9月末迄のデータを示す。両システム共、井戸浚い期間中のシステム停止を除いてシステムの故障停止による重大なデータの欠落は見られなかったが、制御盤温度については原因不明な断続的なデータ欠落が認められた。両システムの有効計測日数を下表に示す。全調査期間日数に対するデータ回収