

### 6.2.3 維持管理体制の評価

太陽光発電揚水システムの維持管理は、従来マリ国の既存システムで採用されているように、住民による井戸管理委員会を設立し実質的な管理を担当させて、調査団及びカウンターパートが指導する体制を取った。運転、保守、維持管理に係る指導を行った期間は7ヶ月と短く、井戸管理委員会が本来実施すべき、水管理、料金徴収及びその管理は低い基礎教育レベル、村民の経験不足等により十分な成果をあげるに至らなかった。

今回の調査を通しての、維持管理体制の問題点及び調査団がとった対応策等について以下説明する。

#### (1) 井戸管理委員会

マリ国においては、太陽光発電揚水システムを設置する場合、維持・管理を目的として井戸管理委員会が各村落あるいは受益者の間で設立されて来ており、その為の助言、指導を行う担当部門が水資源水利エネルギー省の水利局の下にある。今回のBerzack、Koera両村に対しても、彼等及びナラ地区のCACが主体となって井戸管理委員会のための両村との話し合い、委員会の設立、委員会規約の締結等を行った。両村とも協力的で、太陽光発電揚水システム運開前に井戸管理委員会を設立することができた。しかし、通常村長を始め一部の実力者により村落共同体の諸々の事項が決定されており、設立された委員会も長老中心の構成となっている。特にBerzackにこの傾向が強い。調査期間中若い世代の参入を推奨してきたが、出稼ぎなど難しい実情をかかえている様子であった。委員会そのものの活動を評価するにはあまりにも期間が短い。運開時における維持管理の基礎となる資金の積立は約束通り実行したし、その後の水料金徴収、管理に関し、カウンターパートの協力を得て機会ある毎に指導を行い、記録を正確に残す点を除いて一応評価できる状態になって来ており、引き続き指導してゆく体制を整えれば十分に維持管理ができるようになるものと思われる。

#### (2) 財務管理

太陽光発電揚水システムの維持・管理及び故障時の修理のため、資金を蓄積する必要がある。その為、第5章で説明したように、井戸管理委員会設立時に協議して、水料金を設定した。これにもとづいて、水料金の徴収を正確に実行させるため、水料金徴収の台帳の記帳指導を実施した。しかし財務担当者が文字、数字の読み書きができず、財務管理について成果があったとはいえない。Berzack、Koera共ナラ地区においては経済的にも比較的裕福な村である。Koeraにおいては、太陽光発電揚水システムの警備及び水管理に選任された者は読み書きが出来るため、村民全体の教育レベルについて調査しなかったが、Berzackでは村長を除き読み書きが出来る者がいないこと

が、運転・保守・維持管理の指導を行っている過程で判明した。そのため調査期間中Berzackにおいては調査団の費用で識字教育を実施したが、短期間で成果を得ることは困難であり、長期的に国又は地方自治体レベルの腰をすえた指導を継続していかない限り、有用な人の育成は困難と思われる。このようにして基礎教育を施した人達を管理に登用してゆくに従って、管理技術も向上することになる。

### (3) CACの採用

調査団による指導は、言葉の問題（村落ではフランス語は通じず部族の言葉を使用している）及び慣習の問題により限度があるため、本調査期間中にナラの地域開発センター（CAC）に井戸管理委員会の財務管理指導を依頼した。特に今回の調査では治安問題により調査団の動きが大幅に制限を受けたので、CACの指導は委員会にとって有効であったと判断される。ただ、CACの活動資金がここ数年凍結されており、今回調査では調査団は交通費、日当等を止むを得ず負担したが、このような組織は住民の組織運営の支援のために創設されたものであり、今後はより充実した内容にすべく、国又は地方政府の強力なバックアップが必要と判断される。

### (4) 水管理

日常の水料金の徴収だけでなく、1日当りの揚水量、飲料水としての使用量、家畜の使用量をより正確に把握するために、記録用の各種フォームを調査団が作成し、計器の読み方、記録の仕方を指導した。Koeraについては前述の如く読み書きが出来る警備員がその任に当たったため、一応の成果を得ることができたが、Berzackでは読み書きが出来るものが居なく、止むを得ず10才代の若い人を対象とした識字教育を実施した。教育内容は、(a) 積算流量計を読んで数字を記録する、(b) 飲雑用水を受け取った家族名が書ける程度のアルファベットの記入、(c) 水料金を計算して徴収した金額を記録する、(d) 家畜の頭数を数えて持主の名前を記入する、等が出来るだけの極く基礎的なものである。未だ実現していないが、ある程度のレベルに達した者を水管理者として登用してゆくことにより、ある程度の水管理のレベルにすることができるものと判断される。調査団が水管理用に作成した水管理記録のフォームを表6.2-2から表6.2-5に示す。

### (5) 補修体制

調査期間中は調査団が不良部品の調達・取替えを実施した。本システムは本調査期間中の実証を主目的としているため十分な予備品が納入されていないので、必要に応じて調査団による購入又は納入業者の好意で、一部取替部品の提供を受けた。今後、設計条件以上の厳しい気象条件により稼働時間の増加と共にトラブルは発生していくものと予想されるが、点検・補修作業は技術

移転もかねて、常にカウンターパート及びCNESOLERの技師と共に行ったので、ハイテク製品を除く電気・機械製品の補修はマリ側で充分行えるものと判断できる。頻度が高い水もれなどの給水系統の故障は、弁・配管類の部品がマリ国でも入手可能であり部品調達の問題は少ない。一方、電気製品は日本規格に準じているため部品によっては調達が困難と思われる。特にデータロガー、インバーター、ソーラコントローラー等のハイテク製品は、一般的にいて、補修技術をいくら指導したとしても現地での補修は故障していると思われるエレメントの取替えができる程度で本格的な補修は困難であり、メーカーに送って、工場で検査・修理しなければならないのが実情である。従って、予備品としてシステムを構成している種々の交換用のエレメントが必要となるが、今回調査で納入されている予備品では十分でなく、その上代理店がマリ国になく直接日本メーカーと連絡を取ることになるため調達の時間、経費は多大なものになると予測できる。又、補修体制確立の為には部品調達費用のみならず人件費、通信交通費が必要となりその費用捻出には水料金徴収だけでは補う事ができないのは明らかであり、補修費に対する行政機関の支金援助体制が不可欠である。

表 6.2-1 経済評価 (BERZACK)

	プロジェクト 外年	建設費		運転維持費		合計 費用	揚水 費用	家畜 販売	合計 便益	便益
		労務費	その他	労務費	その他					
1994	0	34,000	64,000			98,000			0	-98,000
1995	1			7,400	7,300	14,700	17,900		17,900	3,200
1996	2			7,400	7,300	14,700	17,900		17,900	3,200
1997	3			7,400	7,300	14,700	17,900		17,900	3,200
1998	4			7,400	7,300	14,700	17,900		17,900	3,200
1999	5			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2000	6			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2001	7			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2002	8			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2003	9			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2004	10			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2005	11			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2006	12			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2007	13			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2008	14			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2009	15			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2010	16			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2011	17			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2012	18			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2013	19			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2014	20			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500

IRR 9.4%

表6.2-2 月別揚水・使用量

村名：ベルザック

月：

日付	測定時刻		揚水量				使用量			
			積算流量計読み (A)		1日当揚水量 (B)		積算流量計読み (C)		1日当使用量 (D)	
	時	分	m3	L(リットル)	m3	L(リットル)	m3	L(リットル)	m3	L(リットル)
			先月末積算流量計読み		先月末積算流量計読み					
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
			月間揚水量				月間使用量			
							揚水・使用流量差			

1日当揚水流量 = 前日の揚水積算流量計読み - 当日の揚水積算流量計読み

1日当使用流量 = 前日の使用積算流量計読み - 当日の使用積算流量計読み

表6.2-3 日別販売水量：飲料水

村名：ベルザック

日付

/ /

NO.	家族名	容 器						販売水量 L (リットル) a+c+e	徴収額 (CFA) b+d+f
		ドラム缶(200L)		50 L 以上		50~20 L			
		本数 a(リットル) 200L×本数	b(CFA) 50CFA×本数	本数 c(リットル) 50L×本数	d(CFA) 10CFA×本数	本数 e(リットル) 20L×本数	f(CFA) 本数×5CFA		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
計									

記帳：

確認：

日付：

表6.2-4 日別販売水量記録：家畜 村名：ベルザック

日付		/		/		/		日付	
NO.	家族名		家畜頭数		NO.	家族名		家畜頭数	
	名	氏	大型	小型		名	氏	大型	小型
1					1				
2					2				
3					3				
4					4				
5					5				
6					6				
7					7				
8					8				
9					9				
10					10				
11					11				
12					12				
13					13				
14					14				
15					15				
計					計				

記帳：

確認：

日付：

記帳：

確認：

日付：

表6.2-5 月別販売水量・徴収額

村名：ベルザック

月：

日付	販売水量		徴収額 (CFA)	家畜頭数		
	m3	L(リットル)		大型	小型	ロバ
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
合計						



### 6.3 家庭用システム設置サイトの選定

実証調査において、飲雑用水、家畜用水の揚水を主目的とする家庭用太陽光発電揚水システムを1ないし2組設置する計画である。

本調査中に既存井戸調査及び揚水試験を実施し、太陽光発電揚水システムの設置井戸2ヶ所を選定したが、その選定過程において、4ヶ所の村落がシステムを既存井戸に設置することを拒絶した。その理由として、既存のコンクリート枠製井戸は村民にとって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ためと思われる。このように、既存井戸へ太陽光発電揚水システムを設置することは、住民意識の点で難しいことが予想される。一方、ハンドポンプの故障等により放置されているボアホールが数多くの村落にみられ、これらのボアホールへのシステム設置は歓迎するという意向が見られた。

実証調査では、この実情を踏まえ、家庭用システム設置対象井戸として、基礎調査において揚水試験を実施した既存井戸に加えて、既存ボアホールもその対象とすることは妥当と判断される。実証調査初めに基礎調査期間中に実施できなかった16ヶ所の既存井戸に対する住民意識調査と共に既存ボアホールの実態調査・住民意識調査及び揚水試験を実施して、システム設置井戸を選定する。

以下に設置サイトの選定手順を示す。

#### (1) 既存井戸に対する住民意識調査

基礎調査において、揚水試験機器のサイト到着が遅れたため、井戸調査の結果、太陽光発電揚水システム設置の可能性の高い8ヶ所を選んで1993年に揚水試験及び住民意識調査を実施し、Berzack、Koera両村落の井戸への設置を決定した。残り井戸（10ヶ所）に対しても1994年に揚水試験を実施しているため、Berzack、Koeraの両井戸を除いた16ヶ所の井戸に対して太陽光発電揚水システム設置に対する住民意識について調査する。

#### (2) 既存ボアホールの実態調査及び住民意識調査

ハンドポンプが設置されなかったボアホールは大部分破損しており、使用することが困難なうえ、ハンドポンプの故障がなく使用されているボアホールへの太陽光発電揚水システムを設置することは、維持管理のための費用負担の増大に対する住民感情からいって困難が予想されるので、システム設置の対象となるボアホールとしては、ハンドポンプが故障したまま放置されているボアホールが適当と考えられる。

しかしながら、既存資料ではハンドポンプが故障しているかどうか不明であるので、太陽光発電揚水システムを設置する1次候補地として、台帳上ハンドポンプが設置されているボアホール約40ヶ所程度を選定し、使用実態、土地条件などを調査する。また、合せてボアホールに太陽光発電揚水システムを設置することに対する住民の意識調査を実施する。

### (3) 既存ボアホールでの揚水試験・水質調査

上記の既存ボアホール実態調査及び住民意識調査の結果にもとづいて、太陽光発電揚水システムを設置する2次候補地として、10ヶ所程度の既存ボアホールを選定し、揚水試験及び水質調査を実施する。帯水層の水理的性質を詳細に把握するため、揚水試験は長時間揚水（約3日間）とする。また、水質調査は水質分析を含むものとし、地下水利用方法の参考にすると共に、地下水開発の可能性を検討するための資料とする。

### (4) 家庭用太陽光発電揚水システムの設置

基礎調査でBerzack、Koeraに設置したシステムと同じく、飲雑用水、家畜用水を主目的とした家庭用太陽光発電用水システムを既存井戸又は既存ボアホールに設置する。システムを設置する井戸又はボアホールは上記の調査にもとづいて、カウンターパート及びナラ地区の関係者と協議のうえ決定する。

## 6.4 太陽光発電揚水システムの概念設計

### 6.4.1 設計の為の基本条件

太陽光発電揚水システムの設計においては設置する地域の特徴を把握し、設計段階で適切な対策を講じる必要がある。本調査によって得られた観測・運転データの解析結果に基づき、ナラ地区における太陽光発電揚水システムの設計に際し、留意すべき基本条件について以下述べる。

#### (1) 最高周囲温度

過去、ナラ気象観測所で観測された最高気温は1949年5月の48℃であり、本調査期間中に測定された最高気温は45.8℃となっている。一方、太陽光発電揚水システムの観測システムで記録された外気温度は最高55℃近くまで上がっているが6.1で述べた様に外気温センサー取付け位置に問題があると思われ実際の温度より高めに観測されていると見られる。又、制御盤内温度は55℃近くまで上昇しているが、インバーター自体の発熱及び余剰エネルギーを消費する抵抗による発熱が影響していると考えられる。以上のデータより設計最高周囲温度は55℃以上が適当と考えられるが、インバーター等、耐熱設計上対応できないものもあるので、熱交換器等の冷却システムの採用により盤内温度の上昇を抑制する対策が必要である。

#### (2) 設計風速

過去30年間のマリ国の気象観測データによると、記録された最大風速はGaoの33.5m/秒であり、一方ナラ地区における最大風速は27.2m/秒となっている。このデータより設計最大風速を30m/秒に低減可能である。

#### (3) 日射量

太陽電池出力を決定する重要な値であり、正確な把握が必要である。日照時間よりオンゲストロム式で計算された過去40年間の年平均の日射量はナラ地区では5.64kWh/m<sup>2</sup>/日となっている。本調査では9ヶ月間のデータしか回収できなかった為、年間を通したデータが得られなかったが、調査期間中の平均日射量は5.98kWh/m<sup>2</sup>/日であり、過去40年間のナラ地区での平均値5.64より高い値となっている。設計には安全側をみて5.64kWh/m<sup>2</sup>/日が太陽電池容量算出の目安と考えられるが、今後の観測データによる見直しが必要である。

#### (4) 太陽電池温度による出力補正

日射量と共に、太陽電池出力を決定する要因である。解析結果から最高太陽電池温度は約75℃、温度による出力係数は85%から95%となっている。設計には安全側にみて最高太陽電池温度を80℃として出力補正(0.74程度)を行うことが妥当である。

#### (5) 防塵対策

細かい砂塵が多いため、制御盤は防塵対策を施しても、砂塵の侵入は完全には防止できないので、継電器などの電気制御部品は防塵仕様とすることが必要である。

#### (6) 劣化防止対策

外気温は50℃近くになり、日射強度も年間を通して高いので、直射日光を受けるフランジ部のパッキン等は、高温、紫外線に強い材料を使用する。

#### (7) ノイズ対策

データロガーの計測回路は弱電流を扱うため、外部からのノイズの影響を受けやすく観測データの信頼性を損うことになる。このノイズの影響を抑えるため、シールド付ケーブルの使用、ケーブル配線の方法等を考慮する必要がある。

### 6.4.2 家庭用システム

飲雑用水、家畜用水を目的として既存井戸またはボアホールを対象として設置するシステムで、本調査で設置した太陽光発電揚水システムと同様に次の構成要素から成る。

- 太陽電池アレイ
- 制御盤（インバーター、ソーラーコントローラー、レベルコントローラー含む）
- 水中ポンプ
- 貯水タンク
- 水汲場
- 家畜水飲場
- 避雷設備

#### ーデータ収録装置

システムの概念図を図6.4-1に示す。

家庭用システムの設計において留意する項目を以下に述べる。

#### (a) 水中ポンプ

井戸の構造、計画揚水量、水位変動等の井戸諸元を考慮の上、選定井戸に最も適したポンプを採用する。

#### (b) 貯水タンク

給水水圧は貯水タンクの設置高さや給水配管及び流量計による圧力損失によって左右されるので全体配置レイアウトを検討の上、各蛇口において十分な水圧が得られるように貯水タンクの設置高さを決定する。一般的な目安として架台高さを最低2m確保するようにする。又、貯水タンクには水位計を取付け目視による水位確認ができるようにする。

貯水タンクの容量は、揚水量と水利用の形態、及び頻度によって決まるもので、揚水ポンプの機能を最適化とするため、貯水タンクの寸法は設置場所ごとに計算して求める必要がある。

井戸あるいはボアホールで揚水した水が家庭菜園に利用される場合は、飲料水用の貯水タンクのほかに、家庭菜園用の貯水槽が必要であり、この場合、貯水槽の給水口（貯水タンクより下位に設置）にはバルブを設ける必要があり、このバルブの開閉によって貯水タンク、あるいは貯水槽へ水が送られる。

#### (c) ロバ車用給水口

ロバ車用給水口を貯水タンク下流側に設置し、ポンプ停止時においても給水可能な配置とする。

#### (d) 水汲場

水汲場広さ7.2m×5m、蛇口高さ75cm、蛇口数9個を基本的なサイズとする。各蛇口にはホースを取付け、取水を容易にする。又、水汲場の排水が井戸に逆流しないよう、水汲場の配置及び排水経路を考慮する。

#### (e) 家畜水飲場

水飲場広さは、 $3.84\text{m}^3$  ( $9.6\text{m}\times 1.0\text{m}\times 0.4\text{m}$ ) を基本的なサイズとし、家畜数に応じて水飲場の数を追加する。

(f) フィルター

フィルターの目詰りは揚水量に大きな影響を与え清掃にも日数がかかるため、フィルターを必要としない電磁流量計による揚水量積算を検討する。又、従来の機械式積算流量計を使用する場合には、フィルターを2台並列に設置することにより、清掃中も運転に支障がない設計とする。

(g) 一日当たり必要水量

飲雑用水や家畜用水として水を供給するには、そのために必要な水量を計算する必要がある。1日に必要な水量を計算し、揚水可能量と比較しなければならない。これにより、水の優先利用順位を決定し、また水不足の心配を解消することができる。

参考として、以下にサヘルでの一般的な水の必要量を示す。

人 間：20リットル／日／人

家 畜：牛：30リットル／日／頭

山羊、羊：5リットル／日／頭

ロバ、馬：20リットル／日／頭

ラクダ：80リットル／日／頭（ラクダは1週間給水しなくても平気である）

家庭菜園：50～60m<sup>3</sup>／日／ヘクタール

(h) インバータ

インバータは、電動ポンプの出力及び太陽電池の出力を考慮して機種選定をする必要がある。

### 6.4.3 農業用システム

農業実証を対象とした太陽光発電揚水システムの設計は、その規模、地形、取水場の状況によって違いがあるが、基本的な設計条件は家庭用システムと変わらない。マレを灌漑に利用した農業実証が実施された場合、マレ改修による貯水池から農業用水を取水することになる。このケースにおいては、揚程が10m以下と低いので、陸上ポンプを採用するか、又は揚水場を建設するのが困難な貯水池や河川等から取水する時に適用されているフローティングポンプの採用を考える。

陸上ポンプの長所は次の通りである。

- －水中ポンプよりさらに汎用性が高く、補修が簡単である。
- －電動機器部分の防水対策が不要であり、コストが安く、耐用年数が長い。

－故障時の取替えが容易であり、停止期間を大幅に短縮できる。

一方、フローティングポンプの長所として次の点が挙げられる。

- －水面に浮かべるだけで揚水可能であり据付が簡単である。
- －取外し・移動が簡単で保守が容易である。
- －揚水場の建設が不要で土木工事の建設コストを低減できる。

又、農業用水として揚水量が多くなることが考えられるが、複数台のポンプを設置し所要揚水量を確保するとともに、運転台数を制御することにより太陽光発電電力の有効利用を計ることが可能となる。

農業用システムの詳細は、農業実証の規模、計画内容等が具体化した段階でシステム設計を行うことになるが、設計に必要な諸元として以下の項目が挙げられる。

- (a) 貯水池、農場等の一般配置図
- (b) 各構造物の寸法、特に貯水池
- (c) 作付計画に合せた月別水需要
- (d) 計画された給水方法

農業実証調査用太陽光発電揚水システムの概念図を図6.4-2に示す。

図6.4-1 家庭用太陽光発電揚水システム概念図

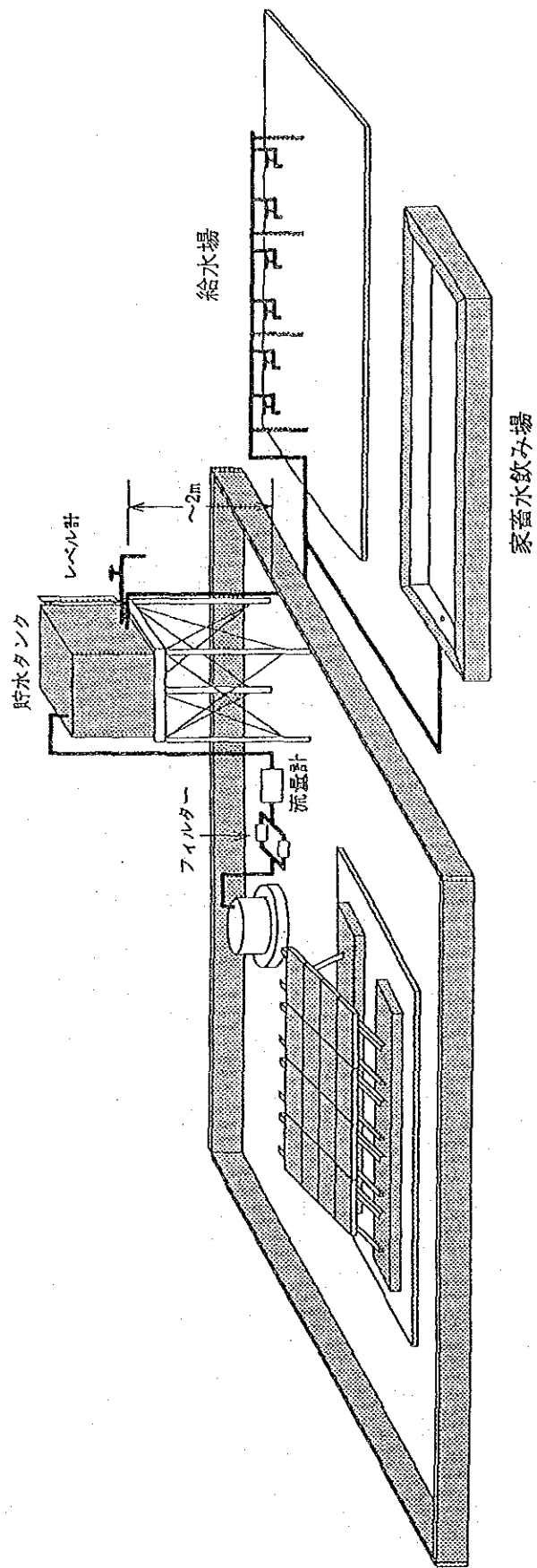
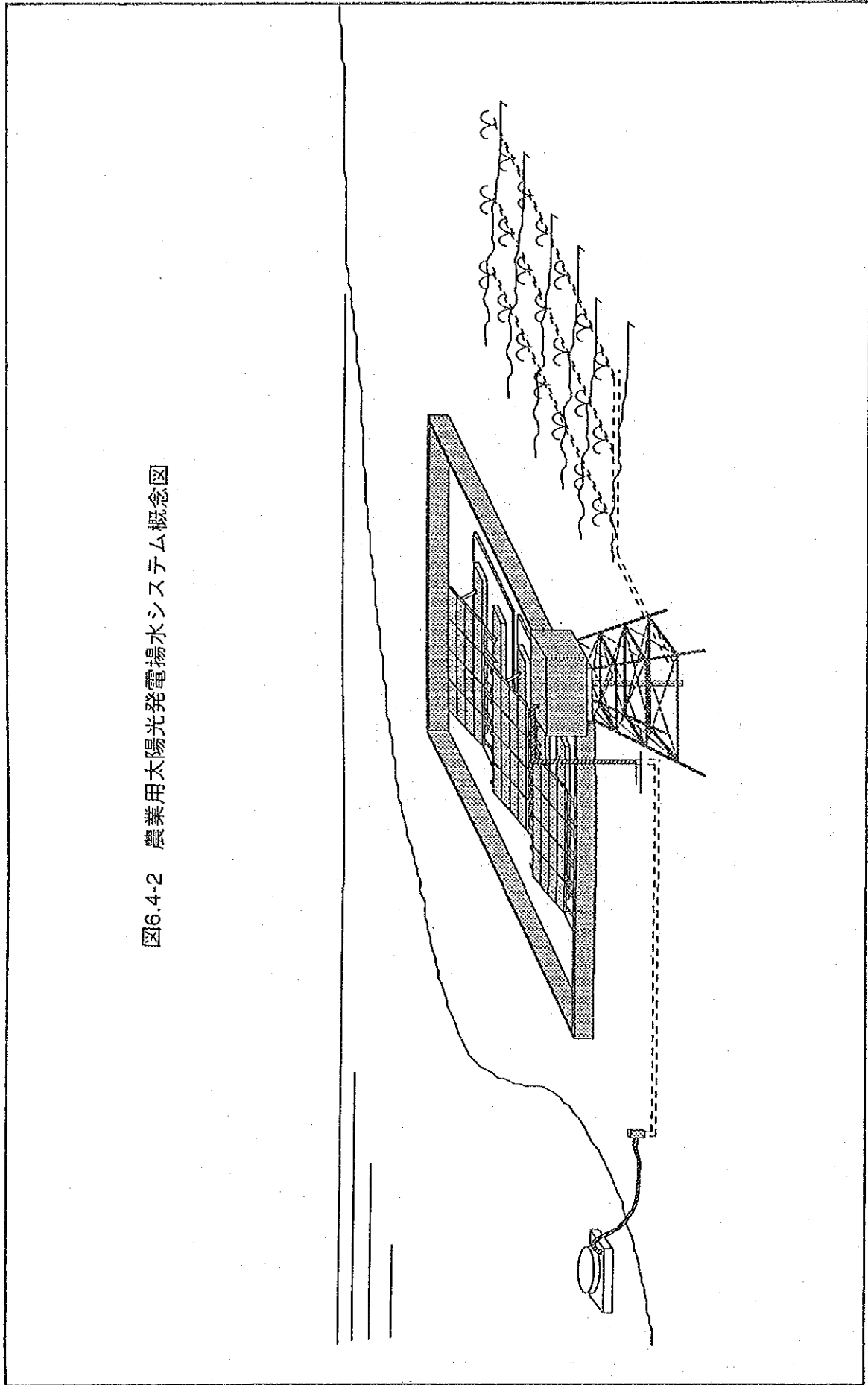




図6.4-2 農業用太陽光発電揚水システム概念図



## 6.5 第2段階におけるシステムの運営維持管理

低い基礎教育レベル、公共の目的に対する村民の活動経験の不足、低生産性による低い経済的負担能力等に加え、通信手段の不備、不便なアクセス、マリ国に於ける施設の維持・管理のバックアップ体制の不備等により、ナラ地区に於ける太陽光発電揚水システムの維持・管理を非常に困難なものとしている。このような状況の元に、Berzack、Koeraの両施設と新規に設置する施設を対象に、ハイテク技術を駆使した太陽光発電揚水システムをいかに保守するかを、実際のシステムの運転、住民との意見交換、マリ政府関係諸機関との意見交換を通じて、策定していく必要がある。

実証調査での課題として、以下のものが考えられる。

### (1) 基礎教育レベルの向上

基礎教育及び識字教育を行なうことは、実証調査の目的ではなく、国レベル、地方自治体レベルで実施するものである。しかしながら、水の管理（販売、記録等）に必要な数字の読み書き、家族名の記入、簡単な加減算等ができる人が殆んどいない村落が存在することも事実であり、基礎調査で調査団が実施した識字教育の結果を踏まえて、システムを設置した村落の実情に合わせた教育をマリ国の関係機関と協議し、マリ側にその体制を作り実施してもらう必要がある。

### (2) 維持・管理用に徴収した金の記録、保管

財務管理について、CACの協力を得て、基礎調査期間中に井戸管理委員会の委員を対象に指導したが、両村落とも財務担当者が文字、数字の読み書きができず、それ迄の村落が実施して来た資金管理の方法をみても、十分な効果があったとは思われない。井戸管理委員会の委員の構成も含めて、もっと若い人を登用し、財務管理の徹底を計らせる必要がある。

徴収した金にしても、記録があいまいで、徴収した金そのものの保管も不明瞭であり、基礎調査では、管理を確実なものとするため、金庫を調査団が用意し使用させるようにした。しかしながら、これだけでは本来の目的である設備の補修に使用されずに他に流用される恐れがあり、村民も安心できる第三者又は機関での資金管理及び目的外に使用させない方策を講ずる必要がある。

### (3) 村民の共同所有物に対する意識の高揚

井戸管理委員会もそうであるが、村長を始め一部の年長いた人達により村落共同体の諸々の事項が決定されており、組織が硬直化しているように見受けられる。日常の水管理業務、施設の維

持管理のみならず、委員会活動にもっと若い世代の人々の登用を行ない、活性化を計る必要がある。

#### (4) 設備の保守・管理をバックアップする体制の確立

ボアホールに設置したハンドポンプは構造が簡単で、故障した場合の補修技術の困難さ、取替部品の品数、費用も太陽光発電揚水システムのそれと比較すると格段に少なくすむ。しかしながら、ナラ地区に設置された約350ヶ所のハンドポンプの内60%近くが、故障したまま放置されている状況にある。それは住民が修復の費用を負担できない、又は他に代替となる井戸がある為に、修復する意欲が不足していることに起因していると思われるが、修復のための技術者への連絡、技術者の巡回が遅かったり、補修機材の不足も、その大きな原因の一つと考えられる。このような状況の中で、実現性の高い支援体制について検討する必要がある。

## 第7章 基本的農業開発戦略

基本的農業開発戦略を村落類型別に策定する。村落類型は「3.3.2村落の類型化」で述べたごとく、累計Ⅰ農耕/牧畜、類型Ⅱ牧畜/農耕、類型Ⅲ移動放牧である。このうち類型Ⅰが全村落の90%を占めるため開発戦略についてもこの類型に重点を置いた。

### 7.1 水資源の確保と活用

#### 7.1.1 飲雑用水、家畜揚水のための地下水開発

[類型Ⅰ、類型Ⅱ、類型Ⅲに共通]

本地域の深井戸の約60%は塩濃度1,000ppm以上の地下水であり、揚水可能量は平均1m<sup>3</sup>/h程度で、灌漑用水として使用するのには次の様な問題がある。

量的な問題として、1日当たり10時間の連続揚水が可能としても、1日の揚水量は10m<sup>3</sup>であり、これによって灌漑できる面積は0.1haにすぎず、50m以上の深度の井戸削井費用に対して受益面積は余りにも小さい。

また質的な問題として、塩濃度が1,000ppm以上の灌漑水を連続使用しての作物の生育は、ほぼ不可能である。ナラ地域の地下水のほとんどは塩濃度が500ppm以上であり、500ppm~1,000ppmの水は稲科作物の灌漑水として使用可能である。しかしナラ地域で灌漑計画の対象となっているのは、主として野菜であり、塩濃度が500ppm以下である必要がある。500ppm以上の灌漑水では、トマト、オクラ等の野菜類は苗床から本畑への移植時に活着しなかったり、たとえ活着しても実を結ばない等の障害が現れる。

従って、量的にも質的にも灌漑用水として不適當である。

飲雑用水及び家畜用水としては、季節的にはマレも利用されているが、通年利用可能なのは地下水である。水質的に多少問題のある地区もあるが、総じてNara県においては、将来とも地下水は、飲雑用水及び家畜用水の水源として最重要であると考えられる。

#### (1) 開発可能量

開発可能な地下水資源は水文循環している地下水であり、涵養量、蒸発散損失、地区外収支によって決まる。このうち涵養量は「3.6.2地下水の分布と賦存量」の項で述べたごとく25mm/年、地域全体で766×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/年と推定されている。蒸発散損失は本地域のよう

に、乾期が長く、かつ乾燥が厳しいところでは、地下水面より毛管水あるいは土壌の水分吸引力の差によって、地表面に水分が移動し蒸発散によって失われていくものである。また、地区外収支については、本地域はサーベント・バレーの最上流域であり、地下水は地区外より流入するよりも、地区外へ流去してしまう量の方が圧倒的に多いと考えられる。

従って、地下水開発の最大ポテンシャルは上記涵養量の数分の1の $100\sim 200\times 10^6\text{m}^3/\text{年}$ と想定される。しかし、この量は井戸等の取水施設の能力や、揚水による水位低下あるいは、水位降下による環境への影響を考慮していないので、現実的に安全な開発可能量は $20\sim 40\times 10^6\text{m}^3/\text{年}$ 程度であろう。

現在本地域での地下水利用量は $4\times 10^6\text{m}^3/\text{年}$ 程度と推定されており、開発可能量の $10\sim 20\%$ は既に利用されていることになる。

## (2) 取水井戸

本地域の帯水層の平均的な透水量係数は $10^{-5}\sim 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 程度であり、このような帯水層より通常の浅井戸あるいは深井戸による揚水では、一時に大量の取水や長時間の連続揚水は難しい。

地下水が浅所帯水層の不圧地下水の場合には、伝統的な方法で掘られた井戸による取水が効果的である。地下水を衛生的に利用するために地上立ち上がり部を設けツルベで汲み上げる。経済的に許せば、上蓋で密閉しハンドポンプを使用して取水するのが望ましい。

地下水が浅所帯水層の不圧地下水であっても、湧出量が多量であれば、本地域の地質条件では手掘り井戸では孔壁が崩壊し易く、井戸の建設が困難である。このような場合には、ボーリングにより井戸建設を行い、ハンドポンプあるいは動力ポンプで取水する。

深井戸については、ボーリングによる削井であり、ハンドポンプあるいは、動力ポンプによって取水する。

## (3) 地下水開発優先地区

本地域の地下水開発の優先地区については、地下水の揚水可能量と水質について考慮する必要がある、塩濃度で $1,500\text{ppm}$ 程度以下で揚水可能量が $1\text{m}^3/\text{h}$ 程度以上の優先地区としては次の通りである。

① Dilly-Fogoty-Dembasala 線上の地区

② Berzack-Nima Belebougou-Soutourabougou 線上の地区

③ Mourdiah 周辺地区

④ Falou 周辺地区

(4) 地下水開発に伴う調査試験及びモニタリング

Nara 県に分布する井戸は、近接した場所に位置する井戸であっても、揚水可能量や水質にばらつきが見られるが、その規則性は把握されていない。将来の地下水開発を効果的に実施するためには、今後実施される地下水開発において、削井時の電気検層及び揚水試験のデータを蓄積することが重要である。また、地下水開発に伴う地下水位及び水質の変化は土壌、植生等の環境に影響を与えることも考えられるため、モニタリング・システムを整備する必要がある。

7.1.2 マレの利用効率の向上と灌漑への利用

[ 類型Ⅰ、類型Ⅱ に共通 ]

(1) マレの利用効率の向上

ナラ地域では720個のマレが存在し、その内の約58%では、トマトやニエベ等の野菜栽培に利用されている。全体の5%に当たる34個のマレはほとんどが50 ha 以上であり、これらのマレのうちナラ北部にはKawasを始めとする50 ha 以上のマレの周りに村落が発達しており、住民は飲雑用水、その他の目的で幅広くマレを利用している。現地調査の結果ではほとんどのマレは維持、管理が行われていない。その原因の一部はショベル、つるはし、一輪車、荷車などの不足と考えられる。これらの道具があれば、村落単位の共同作業が可能になりマレの利用効率も向上するものと思われる。又、雨期の水を利用して野菜等の栽培を行うためにはマレの一部を堤防で囲い畑として利用することも可能である。村落でのマレの利用効率向上のための共同作業としては、以下の事が今後重要である。

- 1) マレ湖底の堆砂の除去及び掘削による水深増大(湖水面蒸発量の抑制)
- 2) 土砂流入防止の為の上流土手等の建設(日干し煉瓦の活用等)
- 3) マレ周辺での植林計画
- 4) 水利用時の水質汚濁防止
- 5) 囲い堤(Polder Dike)の建設

(2) マレの大きさと改修規模の関係

マレの改修規模を決定するためには、その流域の面積が必要であるし、地表水の流出機構の解析や湖底の土質、地質の調査や飲雑用水、家畜用水等の利用状況の把握が必要である。現時点ではこれらのデータの蓄積が不十分なので以下の仮定に基づきマレの湖水面積と改修規模の関係を概略検討してみる。

- (a) 1993年の現地調査の結果では、マレの最大水位は平均1.5m前後であり、Kabida-Bambara等の大きなマレでは降雨により湖水面積が増大し、満水状態であったと思われる。
- (b) 3.5地表水で求められた各年の地表水流出高を用いて確率計算を行い、1993年の地表水流出高の確率年を求めてみた。(ANNEX C 図C-8参照)

確率年	地表流出高 mm/年
2	58
3	38
5	26
10	16
20	10

この結果、1993年の地表水流出高36.4mmは非超過確率年3年にはほぼ相当し、マレは3ヶ年の内、少なくとも2ヶ年は満水すると言える。

- (c) 改修するマレの規模は地表水の流出高によって決定される。従って、ここでは将来のマレの水利用を考慮して、改修規模は3ヶ年の内2ヶ年は満水となるマレの水を貯留し利用出来る計画とする。
- (d) 満水時のマレの湖水面積を  $A\text{m}^2$ 、最大水深  $H=1.5\text{m}$  とした時の貯水量  $V$  は近似的に  $V=1/3 \cdot H=0.5 \cdot A$  で求められる。又、掘削深は法面の安定性や揚水の揚程を考慮して4mとする。

以上のことよりマレの湖底を4m掘削するとしたときの改修に必要な貯水面積は  $1/8 \cdot A$  となり、マレの改修貯水面積は満水時の湖水面積の約  $1/8$  程度あれば良いと言える。マレの地形や地質はそれぞれのマレで異なっており、今後、前述の水文その他のデータの蓄積を行い、これを基にそれぞれのマレの改修規模を策定することが必要である。

(3) 灌漑への利用

10 ha以上の大きなマレでは湖底を掘削し、その貯留水を灌漑やその他の目的に利用することが可能である。ここでは雨期及び乾期の灌漑のための作物及びその作付面積を想定しマレの改修規模と灌漑可能面積の関係を検討する。

マレの大きさは現地調査の結果でも明らかな様に、千差万別で平均的な大きさを特定することは出来ない。従って、便宜的に15 haのマレを想定する。前述のマレの大きさと改修規模の関係から、マレの改修面積は満水時の面積の約1/8と判断される。従って、マレの改修規模は湖水面積  $120\text{m} \times 120\text{m} = 14,400\text{m}^2$ 、最大水深4.0mとした。又、将来、当地域で導入が想定される代表的な作物としては雨期作の陸稲、オクラ及びナスが、乾期作としてはトマトが考えられるので、作付面積を以下のように想定する。

作付計画

雨期作		乾期作	
陸稲	0.5 ha	トマト	2 ha
オクラ	1.0 ha		
ナス	1.0 ha		
計	2.5 ha		2 ha

(a) 湖水面からの蒸発量

ナラ地域での湖水面からの月別蒸発量は下表に示す通りである。

月別の湖面蒸発量

(単位: mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
湖面蒸発量 mm/日	6.2	7.6	9.1	10.1	11.0	9.1	8.5	7.2	6.9	7.1	8.0	5.7	
湖面蒸発量 mm/月	193	213	282	302	341	273	264	222	208	220	239	178	2,935



(b) 灌漑必要用水量

(i) 作物蒸発散量

雨期作の陸稲、オクラ、ナス、及び乾期作のトマトの蒸発散量は以下の通りである。算定に当たっての詳細は ANNEX C.C.3.2 に示す。

作物別の蒸発散量

(単位：mm)

	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
<u>雨期作</u>									
陸稲	205	242	271	244	29				991
オクラ	5	95	231	62					493
ナス	5	217	269	174					665
<u>乾期作</u>									
トマト					4	171	216	282	673

(ii) 有効雨量

降雨は全て有効となるわけではなく、その一部は地表流出、地下浸透及び蒸発で失われ、残りが作物に有効に使われる。月別の有効雨量は、Effective Rainfall (FAO) を参考にしてナラ観測所の最近10ヶ年の平均値の70%の値とした。

月別の有効雨量

(単位：mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
平均月雨量	0	0	0	1.8	2.4	35.2	132.3	145.3	58.3	10.8	0	0	386.8
平均月有効雨量	0	0	0	0	0	25	93	102	41	7	0	0	268

(iii) 灌漑必要水量

前述の作物蒸発散量及び有効雨量を基に作物ごとの灌漑必要水量を求める。作物の作付けは雨期作の陸稲、オクラ、ナス、及び乾期作のトマトとする。

結果は以下の通りである。期別の灌漑水量は雨期作で18,400m<sup>3</sup>、乾期作で17,220m<sup>3</sup>と

なり、合計で35,620m<sup>3</sup>が必要となる。又、灌漑必要水量の最大は10月に生じる。  
尚、灌漑必要水量の算定はANNEX C. 表C-16に記載する。

作物別の灌漑必要水量

(単位：m<sup>3</sup>)

	作付面積	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
<u>雨期作</u>										
陸 稲	0.5 ha	645	1,255	1,650	1,525	185				5,260
オクラ	1.0	0	1,920	2,800	780					5,500
ナス	1.0	0	2,200	3,270	2,170	0				7,640
小 計	2.5	645	5,375	7,720	4,475	185				18,400
<u>乾期作</u>										
トマト	2.0					100	4,280	5,800	7,040	17,220
合 計	4.5	645	5,375	7,720	4,475	285	4,280	5,800	7,040	35,620

(c) 水収支計算

これまでに求められた結果を基に各ケースの水収支計算を行い、マレの改修規模と灌漑可能面積の関係を検討する。

(i) 水収支計算の条件

- 改修したマレは8月末に満水とする。
- 9月以降の降雨によるマレへの地表水の流入はないものとする。
- 湖面蒸発量、有効雨量、灌漑必要水量の値は前述の通りとする。
- 地下水浸透量は1mm/日とする。
- ケース別の貯水池の規模

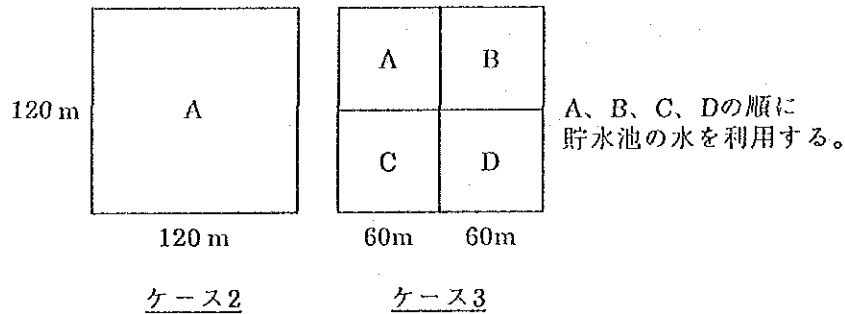
ケース1： 現況のマレ

最大湖水面積 150,000m<sup>2</sup>、最大水深 1.5m、貯水量 75,000m<sup>3</sup>

ケース2： 湖水面積 120m×120m=14,400m<sup>2</sup>、最大水深 4m、貯水量 57,600m<sup>3</sup>

ケース3： 湖水面積 60m×60m×4ヶ=14,400m<sup>2</sup>、最大水深 4m、貯水量 57,600m<sup>3</sup>

ケース2のマレを4分割し、使用順位を決め、最初の貯水池の水がなくなると次の貯水池の水を利用する。



(ii) 水収支計算結果

各ケースでの損失量及び残不足量は以下の通りである。

	貯水量 (m <sup>3</sup> )	損失量 (m <sup>3</sup> )	かんがい 必要水量 (m <sup>3</sup> )	不足量 (m <sup>3</sup> )
ケース1	75,000	57,000	35,000	17,000
ケース2	57,600	24,100	35,000	1,500
ケース3	57,600	17,300	35,000	-5,300

- ケース1(現況のマレ)では1月中旬にマレの水は消滅する。従って、乾期作の灌漑はほとんど不可能であり、ほとんどのマレの水は湖面からの蒸発により失われていることがわかる。
- ケース2ではケース1と比べ、約2.5ヵ月後の3月末に貯水池の水は空になる。3月に必要水量の3%に当たる1,500m<sup>3</sup>が不足となる。
- ケース3の結果では3月末でも貯水池Dでは水深1.5mの水、約5,300m<sup>3</sup>が残っている。ケース2と比べ損失量は6,800m<sup>3</sup>(約30%)も減っていて、湖水面の蒸発を良く防いでいるといえる。
- 以上の結果、ケース3の貯水池では雨期作2.5ha及び乾期作2.0haの作物を灌漑することが可能である。

尚、各ケースの水収支計算結果はANNEX C.3に示す。

### 7.1.3 集水灌漑の導入、試験

[類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

集水灌漑の導入、試験、研究は近年の旱魃の被害を被っている西アフリカ近隣諸国でも精力的に行われている。ナラ地域でも県農業課で集水灌漑の導入が近い将来計画されている。当地域は全体的に北部、中央部、西部は地形勾配2%以下の平坦な地形で、南部に行くに従い緩い起伏が出現する。東部は2%程度までの緩い勾配である。従って平坦とは言え、わずかの傾斜での降雨の耕地外流出を防ぎ、出来る限り耕地内に降雨を貯留させるために集水域及び耕地の地形や土壌等の環境条件に応じたタイプを適用すべきである。提案するタイプは以下に示す通りで、詳細はANNEX C. 図 C-8 に示す。

#### 集水灌漑のタイプ及びその適用

タイプ	適応作物	地形勾配	備考
(1) Contour Bund	粟、稗等雑穀類	0.5 - 1.5%	耕起が必要である。
(2) Broad bed and Furrow	粟、稗等雑穀類	0.5%±	耕起が必要である。
(3) Circular Hoops	粟、稗等雑穀類	1.0 - 3.0%	合理的な堆肥使用が可能
(4) Semi-Octagons Hoops	散播作物(飼料作物)	1.0%±	* 6:1 - 12:1
(5) Semi-Circular Hoops	散播作物、野菜類	0.5%±	* 3:1
(6) Trapezoidal Bund	散播作物(飼料作物)	0.5%±	* 20:1
(7) V shaped microcatchments	果樹	1.0 - 2.0%	* 20:1 - 30:1

注) \* は経験的に求められている集水面積 : 耕地面積比を示す

集水灌漑の特徴としては、造成費が安価で修復が簡単に出来ることである。又、植栽単位毎の集水面積が小さいので、流出率が比較的大きい等の利点がある反面、耕地内で集水を行うので、作付け密度が低くなる欠点がある。作物の収量を向上させるためには、気象条件、地形条件、土壌特性等を考慮し最適な集水面積と耕作面積の比率を決定しなければならない。等高線と平行に設置する畔や畝の造成は地形が平坦で高低差の判定が難しいので、十分に注意しなければならない。

## 7.2 太陽光発電揚水システムの農業開発への活用

### 7.2.1 太陽エネルギーの有効利用

ナラ地域は、月平均の1日当りの日射量が $6.0\text{kWh/m}^2/\text{日}$ は期待でき、世界的に見ても安定した豊富な日射量が得られる地域である。マリ国においては、太陽エネルギーは太陽熱と太陽光の両分野で進められてきたが、最も広範囲に渡って使用されている分野は飲雑用水、家畜用水、農業用水の確保を目的とした揚水である。ニジェール川沿いの地域を中心に太陽光発電揚水システムの開発が進められてきており、これまでに222システムが設置され世界でも有数の太陽光発電揚水システム保有国になっている。

マリ国は石油資源に恵まれない上に内陸国で、石油を中心とする商業エネルギーコストが非常に高いものになっており、国家財政上も問題となっている。このような状況で、世界的にみても太陽エネルギーに恵まれた国の一つであるマリで、太陽エネルギーの積極的な活用を計ることは重要である。即ち、飲雑用水、家畜用水の確保を通じ砂漠地帯における民生の安定及び定住化の促進、農業用水確保による生産性の向上を計ることは意義のあるものといえる。

しかしながら、石油を燃料とするディーゼル発電機を電源とした揚水システムと比較した場合、以下のような利点、欠点がある。

#### (利点)

- ・周囲に豊富な太陽光エネルギーを利用するのでエネルギーに対する支出はない。
- ・道路網等を利用して輸送する必要がなく、自然条件を除きエネルギー供給に支障をきたす要因はない。
- ・太陽光発電システムは静止機であり、ディーゼル等の回転機と比較して故障率が低い。
- ・騒音、排ガス、排油等がなく、環境にやさしいシステムである。

#### (欠点)

- ・初期投資が高い。
- ・高度の技術が使用されており、補修技術の習得に難点があり、一部現地での補修が困難な部分もある。
- ・既存のシステムを含め、予備品等補修部品の汎用性に問題がある。

### 7.2.2 太陽光発電揚水システムの農業開発への活用

### (1) 家庭用システム

基礎調査の住民の聴取り調査の結果、既存井戸への太陽光発電揚水システムの設置に対する住民の理解を得られなかったケースもあり、飲雑用水、家畜用水及び家庭菜園などの灌漑等のための揚水を目的とした太陽光発電揚水システムの設置を、既存井戸に限定せずボアホールも対象に考えるべきと判断する。尚、既存井戸の揚水試験等は基礎調査で完了しており、システムを設置する井戸およびボアホールを以下の手順で選定する必要がある。

- ・ 既存井戸に対する住民意識調査
- ・ 既存ボアホールの実態調査及び住民意識調査
- ・ 既存ボアホールでの揚水試験・水質調査

### (2) 農業用システム

飲雑用水、家畜用水と比較して、農業のための揚水量は多く、灌漑規模、作付面積等によって大きく変化するので、以下の緒元が明確になった段階で、最適なシステムを設計することになる。

- ・ 水源（貯水池等）、農場等の一般配置図
- ・ 各構造物の寸法、特に貯水池
- ・ 作付計画に合わせた月別水需要

## 7.2.3 太陽光発電揚水システム

飲雑用水、家畜用水を目的として既存井戸またはボアホールに設置する小規模システムは、本調査で設置した太陽光発電揚水システムと同様に次の構成要素から成る。

- ・ 太陽電池アレイ
- ・ 制御盤
- ・ 水中ポンプ
- ・ 貯水タンク
- ・ 水汲場
- ・ 家畜水飲場
- ・ 避雷設備

尚、各々の構成要素の緒元及び留意点等の詳細については第6章に示してある。

一方、灌漑を主目的とした太陽光発電揚水システムでは、上記の小規模システムと比較して、揚水量が非常に多くなり、また、取水場の状況によって機器の設計条件、仕様等が変わるが、基

本的なシステム構成、気象条件などは同じである。第7.1.2節で示されているマレを利用した灌漑システムへの適用を考えた場合、揚程が10m以下と低いので陸上ポンプの採用が妥当と考える。陸上ポンプは、水中ポンプより汎用性が高く補修が容易であり耐用年数が長いなどの長所が挙げられる。一方、代案として、貯水池の建設工程によっては、揚水場を建設するのが困難な貯水池、池、河川等から取水する場合に使用されているフローティングポンプの採用も併せて検討する必要がある。

また、ポンプは複数台設置する。これにより太陽エネルギーに合わせた台数制御も可能となり、太陽光発電電力の有効利用を計ることが可能となる。尚、計画に示されているように、太陽光発電揚水システムが雨期、乾期を通じた灌漑に利用されることは、設置されたシステムの利用効率を高めることを意味し、石油等の輸入燃料の消費節減の効果も大きいものとなる。

#### 7.2.4 システムの維持管理

ナラ地域の既存6システムは、現在半数は稼働停止しており、システム運営は順調に行われているとはいえない。その理由は、ナラ地域の低い基礎教育レベル及び経済的負担能力に加え通信手段の不備、不便な交通、財政困難による維持管理、補修体制の不備にある。太陽エネルギーの有効活用を計るためには、設置された設備の維持管理が重要であり、そのための長期的体制をいかに確立するかを、次の観点をふまえて策定してゆくことは重要と判断する。

- － 基礎教育レベルの向上
- － 維持・管理用に徴収した金の記録、保管
- － 村民の共同所有物に対する意識の高揚
- － 設備の保守・管理をバックアップする体制の確立

家庭用システムのみならず農業用システムに対して、基礎調査時と同様、マリ政府のミッション及びCACの指導により管理委員会を設立し、維持管理の各担当者の選定、水の利用目的に応じた水料金体系の確立を行い、さらに運転・保守、料金徴収等を行うことになる。

## 7.3 食糧自給率の向上

### 7.3.1 土地利用システムの改善

#### [類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

ナラ県で認められる3つの現況の農業土地利用システムは、村落周辺の永久畑(ソフォロ)、マレ周辺の野菜畑(ジリフォロ)、村落から離れたところにある焼き畑(フォロ)の3つである。それぞれの農業土地利用システムについて以下のような方針で今後改善を図る。

永久畑については、連作による地力の消耗や病害虫の発生のため収量が著しく減少している。従って、輪作体系の組立、アレイ・クロッピングの導入と有機物の施用等による地力の維持増進と連作障害の軽減が必要である。家畜の飼料として永久畑の作物残滓が利用されており、土壤肥沃度の低下の一因となっている。また、栽培中の作物への家畜の被害も認められる。永久畑には柵の建設によって家畜の侵入を防ぐようにし、その代わりに輪作体系の中に牧草を組み込み、家畜の飼料として利用することを勧める。

野菜畑については連作障害が認められているので、これを是正するために野菜の輪作体系を確立する。また、適正な施肥技術の検討をし、土壤肥沃度の低下を防ぐ必要もある。

焼き畑については以下の対策をとる。

- ・ 永久畑の輪作体系の定着とともに、焼き畑にも徐々に輪作体系を導入する。
- ・ 耕作期間の長期化を避け、可能な限り2年以内にする。
- ・ 焼き畑習慣については、現在の規制(切り株の維持、10年以上の休閑期間、飛び火対策など)を徹底する。
- ・ 失火に対する啓蒙活動を実施する。

輪作体系については7.3.2章にて、施肥については7.3.3章にて、アレイ・クロッピングについては7.4.1章にてそれぞれ後述する。

#### [類型Ⅰ]

一般に類型Ⅰにおいては全体から見てややソフォロ、ジリフォロの比率が高い傾向にある。従って、焼き畑によらない土地利用方式における地力の維持向上が特に重要となる。たとえば、アグロ・フォレストリーのアレイ・クロッピングにおいて、まめ科木本の導入による窒素固定の促進、あるいはきまめやセスバニアなどの茎葉を緑肥として鋤き込むなどの利用法を工夫す



べきである。土地利用に当たってはソフォロの長期にわたる略奪的耕作のために退化を誘発し不毛の裸地と化している例も見られるので、毎年の堆肥の施用を怠ってはならない。さらに、家畜の侵入を防止する有刺まめ科低木の生け垣などの植栽が望ましい。ジリフォロについては連作障害やかんがい水の塩害が認められているので、これらを矯正する輪作体系の導入や畑地位置(かん水水源)の変更など適切な方策を取り入れ、また適正な施肥技術の検討によって土壌肥沃度の低下を防ぐ必要がある。

#### [類型Ⅱ]

類型Ⅰに比べて家畜の飼養頭数が多いため、家畜の飼料として適切な柳葉アカシア、プロソピス、ざんねむなどを植栽し作物の収穫後に飼料として利用する。また、この類型Ⅱでは休閑期間は長いが連作によるストリガの発生などの弊害が目立つので、連作を輪作に切り替えるような普及指導が重要である。とくに、輪作体系中に牧草を組み入れることは地力の回復と家畜飼料の確保の一石二鳥の効果が、とくに家畜頭数の多いこの類型にとって好ましい対応と考えられる。

#### [類型Ⅲ]

類型Ⅲでは各村落の外部に分布する草地や灌木林を移動放牧(移牧)に利用している。栽培中の村落の畑に家畜を近づけない、習慣的な放牧巡回経路に沿って移動し、特定の水場を利用するなどし、いわゆる放牧不文律に従った放牧活動を守り、たとえば早魃時においてもこれを乱して定着村民との紛争を起こさないことが要求される。サヘルにおいては遊牧活動による土地利用が農耕の到来する以前から行われてきた経緯もあり、長期的には類型Ⅲの村落が一層の定着化で類型Ⅱに移行することによって過放牧による草地の退化を予防し、草地や灌木林についても将来は共同利用権を設定して草地改良や計画放牧など望ましい管理が確立される方向に誘導すべきである。

### 7.3.2 作付け体系の改善

#### (1) 作物選定

##### [類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

作物選定の第一条件としては、ナラ県の農民が既に栽培経験を持ち、現在、栽培されている作物をできるだけ利用することである。従って、現在栽培されている作物については、その品種や耕種法については改良する必要があるが、基本的には今後も栽培を続けるべきと考える。これらの作物は農民への技術普及が容易であるばかりでなく、現地の人々の食習慣や生活習慣を急激に変えないという面からも重要と考える。

第二の条件として、村落周辺で行われているもろこし及びとうじんびえの栽培地での収奪的農法を是正し、輪作体系及びアグロ・フォレストリーを確立するための作物を検討する必要がある。アグロ・フォレストリーについては7.4.1章にて後述する。ナラ県における、もろこし及びとうじんびえとの輪作体系の確立のための作物としては下記の条件を満たすことが望ましいと考える。

- 土壌肥沃度の維持・増進
- もろこし又は、とうじんびえによる連作障害の軽減
- 土壌侵食の防止

上記の条件を満たす作物として、窒素固定により土壌肥沃度を増進し、もろこし等の作物との連作障害を起こさないマメ科飼料作物を新規導入すべきと考える。飼料作物は広く地面を被覆し、土壌侵食の防止に対しても効果が高い。現在、アフリカで栽培されているマメ科作物は下記のとおりである。

- *Dolichos sericeus*
- *Dolichos uniflorus*
- *Cajanus cajan*
- *Centrosema pubescens*
- *Glycine wightii*
- *Pueraria phaseoloides*
- *Stylosanthes gracilis*
- *Lablab purpureus*

現在の知見ではナラ県にてこれらのマメ科飼料作物が適切であるかは不明であるが、これらのマメ科飼料作物を中心として導入試験を行い、今後輪作体系を確立することが適当であると考える。この地域に適合することが判明すれば、これらは牧草であるため、家畜頭数の多い類型Ⅱにとくに適すると思われる。

第三の条件として、雨期におけるマレの水の有効利用として雨期における野菜栽培の導入を行う。野菜栽培は食糧増産とは直接的には結び付かないが、換金作物として重要であり農民の経済状態を向上することが可能となる。これは現在類型Ⅰに採り入れられている。雨期におけるマレ周辺での野菜栽培は湿害及び病虫害の発生という問題がある。現在、ナラ県で栽培されている野菜は湿害に弱いものが多い。従って、現在栽培されている野菜をマレから離れた、やや高い場所で栽培する場合と、新規の作物を導入する場合とが考えら

れる。現在ナラ県で栽培されているオクラ、なす、とうもろこし等をやや高い場所で湿害を避けながら換金作物として栽培する。又、わずかながらナラ県内で栽培されており、湿害に対して強い抵抗性を持つ陸稲をマレ周辺で栽培することも検討する。雨期における野菜及び陸稲の栽培はナラ県ではほとんど行われていないので、栽培試験を行い徐々にその技術を普及していくことが望ましい。

## (2) 品種の検討

### [類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

現在栽培されている作物の品種は、大部分が在来品種である。従って、より安定的な作物生産を行うためには、新品種導入の検討が必要である。特に、食糧の安定的生産及び向上という観点から、主要穀物であるもろこし、とうじんびえとささげ、らっかせいについては以下の特性を持つ新品種の導入を図る。

- ・ マリ及び周辺諸国の試験機関で栽培実績のある品種
- ・ 耐旱性がある品種
- ・ 降雨の有無や水資源の量にできるだけ左右されない、生育日数の短い品種
- ・ 多量の肥料を投入しなくても安定的で妥当な収量が確保できる品種

高収量の品種の導入については、一般的に高収量を得るためには化学肥料の投入量に比例するものが多く、ナラ県の現状を考えると化学肥料を投入して高収量を上げることは現在の農家の経営状態を勘案すると難しいと考える。従って、高収量よりも安定的な収量の確保が期待できる品種が重要であると考えられる。以上のような条件を満たすもろこし、とうじんびえ、ささげ及びらっかせいの品種としては下記のものがある。

もろこし : Maliso 84-1、ECSV401、CE-90、CE-151  
とうじんびえ : P-006、NKP  
ささげ : T-N 88-62、Ngorongoron  
らっかせい : 47-10、55437

ナラ県でこれらの新品種が適切であるかは不明であるが、これらの新品種を中心として導入試験を行い、徐々に在来品種から新品種に移行して行くことが望ましい。

### (3) 作付体系の改善

#### [類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

上記で述べたような作物及び品種から勘案した計画作付け体系を図7.3-1に示す。もろこし/とうじんびえの焼畑については、2年耕作し、10年以上の休閑期間を維持する。野菜畑では陸稲・野菜の雨期作を導入する。もろこし/とうじんびえの連作地帯には下記の輪作体系を導入する。又、生育日数が出来るだけ短い品種を使用することで、雨期の降雨を出来るだけ有効に使用する作付け体系とする。

- 1年目 とうじんびえ/もろこしの単作
- 2年目 とうじんびえ/もろこしとらっかせい/ささげの混作
- 3年目 牧草

野菜栽培においては、下記の点を考慮し、輪作体系を策定する必要がある。

- 現在行われているナス科(トマト、なす、とうがらし等)の連作は避ける。
- 雨期にはできるだけイネ科作物(陸稲、とうもろこし等)を導入する。

上記の点を考慮の上、野菜の輪作体系としては、現在作付けされているものを中心に下記のものが考えられる。

- トマト(乾期)—陸稲(雨期)—たまねぎ(乾期)—とうもろこし(雨期)
- かぼちゃ(乾期)—陸稲(雨期)—トマト(乾期)—らっかせい(雨期)
- とうがらし(乾期)—陸稲(雨期)—にんじん(乾期)—オクラ(雨期)

### 7.3.3 耕種法の改善

#### (1) 機械化と農機具の改良

##### [類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

ナラ県内の農家においては農業機械の導入はほとんど行われていない。ナラ県で農業機械を導入した場合、以下の点でメリットがある。

- 動力機械の深耕による穀物栽培の収量の安定及び向上
- もろこしや、とうじんびえの穀物栽培における労働力の節約
- 耕作規模の拡大

一方、農業機械の導入には以下の問題点がある。

- もろこしやとうじんびえの換金性が低いため、増収が必ずしも現金収入の増加につながらない。
- 農業機械の修理に必要なスタッフや道具がない。
- 農業機械のスベアパーツの適切な供給が難しい。
- 燃料やオイルの安定的な供給が難しい。
- 農民に動力機械についての経験・知識が乏しい。

以上のような点を勘案した結果、現状では農業機械の導入は難しいと考える。一方、農機具の改良は農業機械の導入に比べ以下のようなメリットがある。

- 農民に既に使用経験があり、使用上の問題が発生しにくい。
- 村落内の鍛冶屋にて修理が可能である。
- 特別なスベアパーツがいらぬ。
- 価格が安価で現在の農家の収入状態でも購入が可能である。

従って、農機具の材質、形式及び使用方法についてナラ県の土壌、気象条件、栽培作物等に合うような改良の試験研究とその成果の普及が必要があると考え。農具については、鎌、シャベル及び手押し除草機(畑用)の導入が望ましい。

## (2) 農業生産資機材

[類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

種子については、現在用いられている在来品種を、試験結果に基づき導入新品種へ切り替えていく。又、現在とうじんびえ、もろこし及びささげについては多量に播かれているので種子量を減らし、らっかせいについては少なく播かれているので種子量を増やして、適正量に是正することが必要である。適正播種量(kg/ha)は下記の通りである。

<u>作物名</u>	<u>現況</u>	<u>計画</u>
とうじんびえ	20	15-18
もろこし	10	4-8
ささげ	50	15-30
らっかせい	30	50-100

現在の農家の経済レベルから勘案して、できるだけ現地のものを肥料源として有効に利用することが重要であると考え。村落周辺の永久畑及び野菜畑は現在の有機物の施用の水準(約0~2 ton/ha)を上げることが最重点の課題である。又、現地の生産物だけでは足りない場合は最低限の化学肥料の利用、特に尿素の利用を検討する。

一方、焼畑については有機物の確保も難しいことから、今後も休閑による肥沃度の自然回復に頼ることが中心となる。施肥についての方針は下記の通りである。

- 有機物の施用の水準を約5.0~10.0 ton/haまで引上げること
- 堆肥製造技術の育成
- 窒素源としてのマメ科植物の鋤き込み
- リン酸源としての磷鉱石の利用
- 窒素源としての尿素の施用
- 焼畑については休閑期間の10年以上の維持

これらの施肥技術はナラ県においては十分に確立していないので、その技術を十分に試験研究し、普及することが重要である。

農薬(殺菌剤、殺虫剤及び除草剤)についても、病害や害虫による著しい減収をさけるために散布が望ましい。しかしながら、農家の経済の現状では、自ら農薬等を購入することは、不可能であると判断する。従って、農薬に頼らない以下のような生態的かつ総合的防除対策を検討する必要がある。

- 耐病・耐虫性品種の導入
- 輪作の導入
- 作付け時期等の栽培管理上の工夫
- 混作/間作の実施

上記のような総合防除対策により、できるだけ病虫害の被害の発生を極力押さえる。また、被害の激しい地域では、現在の普及活動として行われている、政府からの農薬等の配布や散布活動で一部対応することも必要である。これらは普及活動の強化を通して実施していくこととなる。

#### 【類型Ⅰ】

類型Ⅰについては、穀物の生産が類型Ⅱよりも集約化が容易でかつ経済的にも正当化し得るので、新品種の導入(種子の購入)、肥料などの投入財を導入する余地が大きい。

[ 類型Ⅱ ]

類型Ⅱは畜産の比重が大きい以上、集約化が難しいので、防除もできる限り現行の普及職員による官給農薬の散布に頼ることが必要であろう。ただし、農耕期間には移牧に出ている家畜を除いて村落内の家畜から糞尿を集めやすく有機質の土壌補給に関しては類型Ⅰよりも有利であり、この資源を休閑後の耕うん時に十分利用すべきである。

(3) 耕種法の改善

[ 類型Ⅰ、類型Ⅱに共通 ]

上記(1)と(2)で述べた農機具の改良、農業生産資機材の投入を行うと共に、下記の技術の確立と導入を行う。

- 混作/間作技術の確立
- アグロフォレストリーの導入
- 集水農法の確立

混作/間作の体系としては、現在も行われているもろこし-ささげ、とうじんびえ-ささげ、もろこし-らっかせい、とうじんびえ-らっかせいなどの組合せが考えられる。混作/間作技術の利点は下記のとおりである。

- 既に現地で実施されている技術のため普及しやすい。
- ナラ県の周辺の試験機関でも実施されており、技術の集積がある。
- 圃場空間の有効利用になる
- 裸地が少なくなり、侵食防止や地力の向上につながる

各作物別の耕種法についてはANNEX F表 F.11に示す。アグロフォレストリーの導入については7.4.1章、集水農法の確立については7.1.3章で示す。これらの技術をナラ県内で試験を行い、普及することが望ましい。

(4) 期待収量

[ 類型Ⅰ、類型Ⅱに共通 ]

計画した耕種法による期待収量(kg/ha)は下記の通りである。

作物名	現況	期待
もろこし(焼畑)	569	700
とうじんびえ(焼畑)	384	500
もろこし	569	1,200
とうじんびえ	384	1,200
らっかせい	555	1,000
ささげ	64	500

焼畑については、今までの収量の20~30%程度の増加を目標とした。他の輪作体系作物については、マリ国の試験研究機関の半分から1/3程度の収量に設定した。期待収量、労働力のバランスから算出される一戸当たりの耕作面積(ANNEX F 表 F.13 参照)及び各作物の生産量の関係は下記の通りである。

作物名	収量 (kg/ha)	耕作面積 (ha)	生産量 (kg)
もろこし(焼畑)	700	0.5	350
とうじんびえ(焼畑)	500	0.5	250
もろこし	1,200	1.0	1,200
とうじんびえ	1,200	1.0	1,200
合計		3.0	3,000

現在のナラ県の一戸当たりの平均家族数は11.3人であり、収穫後ロスが20%とすると、一人当たりの穀物消費量は212kgとなる。これは現在のナラ県の穀物消費量182kgを上回っており、目標収量を達成することによりナラ地域における食糧自給が達成可能となる。

#### 7.3.4 収穫後処理の改善

[ 類型Ⅰ、類型Ⅱに共通 ]

脱穀は集団作業により畑の近辺の地上で行われるが、ロスが多く土砂が混って品質が落ちるため、将来もろこしに対しては足踏み脱穀機、きび・とうじんびえに対してはコーン・シェラー



型の手回し脱穀機等の導入が望まれる。貯蔵については現在の土倉(ジギネ)で十分であるが、ささげなど豆類は貯蔵中に貯蔵害虫の食害を受け易く、週市で販売されている豆もかなり被害を受けている。従って、木灰あるいは珪藻土などと混合して貯蔵し、害虫の増殖を防止するなどの対策を導入することが望ましい。臼と杵で行われる調理前の製粉は家庭の主婦にとってかなりの時間的、労力的負担となっているので手回しの製粉機などの導入による改善の余地がある。

### 7.3.5 普及活動の強化

#### [類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

普及組織としては近代的組織がすでに導入されているが、問題は普及すべき適正な技術そのものの不足、普及員の行動の前提となるバイク及び燃料の購入と整備に要する予算の不足、対象となる農民の文盲や科学的概念の欠如が技術移転を困難にしている。また、生産の強化が環境の悪化を招くおそれがあるため、普及活動は農、林、畜、生活、備蓄などの経済、識字・栄養などの基礎知識を含んだ全般にわたる啓蒙活動が望ましい。この要求に対処するため普及員の研修が不可欠であるが、ナラ県は僻地であり、県内に訓練機関も研究施設もないので活動強化の実践上極めて不利な状況にある。

従って、とりあえずは県内に普及技術開発の拠点を作り、普及員が日常出入りして知識を吸収できると同時に優秀な農民にも見学の機会が得られるようにすることが望ましい。ただし、基本的には普及員の活動が真に農民の活動に必要となるまでには、通学意欲、知識欲など農民自体の積極性の醸成に待つところが大きい。普及活動の実施に当たっては、村落の類型にふさわしい内容の技術、また類型別の特色、必要を反映した開発手法を考慮しながら活動を行うべきである。

### 7.3.6 試験研究の強化

#### [類型Ⅰ、類型Ⅱ、類型Ⅲに共通]

基礎的研究には長年月と高度な設備及び技術的経験を必要とするため、国際機関に委ねるべきであり、農民の直面する問題の解決に役立つ簡単な実用技術の開発に焦点を絞った研究活動が望まれる。ナラ県に試験場の支場すらない現状では地元の技術普及に対して綿密な支援対応が行われ難い。できれば環境と農業とを同次元で扱う試験機関の県内設置が今後の農業対策上望まれる。これによって、環境保全に支障のない、あるいは環境保護上好ましい農牧林業の実用技術が導入・改善されやすくなる。

[類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

村落周辺の連作圃場にベンチ・マークを設定し、連作による土壌養分収奪によって、単収と三要素がどのように変化するかを追跡し、望ましい作付け強度を提案する。又、天然供給量の低い条件下で比較的単収が維持できる雑穀品種を地元の在来種と外来種との交配により開発するなどが容易に着手できる項目である。

### 7.3.7 焼畑農業の改善

[類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

一般的に、森林及びステップの自然破壊の最大の要因は焼畑であるとされる。ナラ県、とくにその中北部では完全な森林の焼畑による開墾よりも、むしろ休閑地を畑に戻す直前に地上の草木を焼き払い、耕作し易くするとともに、無機養分の補給に役立たせようとして行われ、いわば休閑と一対になった農法の一部を構成している。このため、焼畑習慣を完全に止めさせ、他の農法に切り替えることは、耕地のすべてを永久畑とするか、あるいは焼畑に代わる効率的かつ実用的な開墾方法を導入しなくてはならない。従って、現状ではこれを短期間に廃止させることは不可能に近い。

現地の焼畑で問題となるのは、火入れに伴って焼き払われる部分が耕作予定面積に限らず、周囲の森林や原野までが延焼してしまう、いわゆる失火である。これを防止するため、焼畑の実施に当たっては風向きに十分留意し、風下部分に少なくとも10メートル幅の防火帯を設けるため火入れ前に草木の刈払い、伐採を励行させる。

つぎに、焼畑を頻繁に実施するほど自然破壊の発生機会が増加することになるので、出来る限りその頻度を少なくする。要するに休閑期間の延長を可能にすることが必要である。村落の人口密度が増加するとそれだけ食糧確保の必要が生じ、土地を長期間休閑する余裕が無くなる結果、休閑期間が短縮されることが問題となっている。従って、焼畑対策の根本はサヘル地域のような人口扶養力の低い地域における長期的な人口増加抑制対策である。休閑期間はその前の耕作期間、地力回復に要する期間などに関連するが、できれば10~12年が望ましく、また焼畑の耕作可能期間は地力の消耗、作物の種類とも関係するが、一般に2~3年である。砂質土壌では地力の消耗が早く、2年の耕作に続いて12年の休閑期間を設けるのが理想的であり、このことは耕作面積が耕地として利用できる面積の7分の1に限定されることを意味する。

火入れによらない休閑地の畑地化の方法として意図的な過放牧を行ったり、野草が緑のうちに鎌の導入により人力刈払いを行い、家畜により運搬・貯蔵飼料への利用するなどの試行を行

い、それが労力的、また営農上妥当であれば普及させることができる。これには農具の製作の改良など、関連した技術導入が必要となる。

#### [ 類型Ⅰ ]

焼畑の実施が年々少なくなり、永久畑化する傾向が見られ、土壌によっては退化が進行している。長期休閑地の再度の畑利用において十分な防火延焼防止に留意して、必要な対策を講じつつ行う焼畑は生態環境上許容されるので、この種の焼畑または上記の焼畑に代わる畑地化を行う方が良いと思われる。

#### [ 類型Ⅱ ]

放牧を主体としているため焼畑の割合が高く、失火による放牧草地の延焼から牧養力が低下したり、雨水の地下浸透が阻害されるなどの影響が生ずる。当該類型の分布する Dilly 郡では失火が広域に観察されるので延焼防止対策が特に重要である。

### 7.3.8 農業経営の改善

#### [ 類型Ⅰ、類型Ⅱ、類型Ⅲに共通 ]

調査地域内の農業はまさに生計維持のための日常活動に過ぎず、農民の間に経営という概念がない。農具や家財を含めた1戸当たり資産価額は Maure 族の73千 CFA から Soninke 族の122千 CFA、平均96千 CFA に過ぎず、また、年間家計収入も Maure 族の126千 CFA から Soninke 族の237千 CFA、平均183千 CFA、家族一人当たりでは23~46 CFA、平均32CFA (穀物200グラム相当)と、きわめて低位の水準にある。また、この収入の3分の1は農外所得であり、出稼ぎの送金や臨時雇用、公共事業出役からの賃金などから得ている。農業収入は3分の2に相当する72~106千 CFA でその3分の2は家畜の販売による収入である。一方、農業支出は自家労働を含めない場合年間わずか5~11千 CFA、すなわち農業収入の7~10%であり、1作平均75時間/ha の自家労働を時間当たり20 FCFA、戸当たり10 ha として見込んでも20~26千 CFA、農業収入に対して25~28%に過ぎない。

経営とは経済収支を弁えた産業活動であり、経営/経済的概念を持たない日常活動は経営とは考え難い。調査地域内でわずかに経営と見なし得る活動は Nara 及び Djigue で実施される農村婦人の集団家庭菜園あるいは農産加工/貯蓄活動である。また、経営/経済的概念としては Maure 族が伝統的に商業活動に巧みなこと、独自の文字を持ち、構成部族中で最も経済的思考能力を持つと判断される。

経営の確立と改善に当たってもっとも大切なことは、当事者の数量的概念、識字であり、その背景的環境としては現在より一層貨幣経済・商業的流通が現地に浸透することである。たとえば、今後国内・国外の出稼ぎ先から帰還した村人が出稼ぎ先で会得した経営概念を故郷で応用する経済環境がその地域に発生すれば農業経営が確立され得る。ナラ県の農民はまず、経営のなかで食糧自給率を現状の62%から完全自給を目指して漸次向上させる必要がある。そのために現況から出発して、(1)自給できる投入材のもっとも効果的な利用法を確立し適用する。(2)物流経路を開拓し、自給自足から流通経済への発展を図る。(3)購入、雇用した投入財を利用した生産の可能性を検討するなど、段階的な経営形態の進歩を目指すべきである。国の支援活動としては農業金融の提供、経済面の普及業務の開始、識字・計算能力を持つ人的資源開発の推進、公的流通インフラの導入設置などが挙げられる。

#### [類型Ⅰ]

近代的農業経営の導入の可能性があり、農業の投入産出関係を確立し易い条件にあるが、やはり環境の面での制約が経営上の重要問題となる。

#### [類型Ⅱ]

農業と畜産の効果的な複合化が経営確立上の手段かつ特色となるが、農業部門と畜産部門の間の、持てる資源の最適配分によって収入を最大化できるような経営形態を検討する必要がある。下に述べる肥育を経営に採用する可能性もある。

#### [類型Ⅲ]

自然環境上の制約、とくに旱魃の家畜に及ぼす被害をもっとも受け易く、遊牧活動のなかで畜産経営を計画することは極めて困難である。しかし、当該類型で主体を占める Maure 族は経営的概念を伝統的商業従事の経験から身につけている。ただし、病弱家畜など、生産効率の悪い家畜を処分するなどの改善、過放牧による再生不良や不毛化を常に心掛けるなど家畜の放牧段階に必要な事項である。すでに、わたやらかせいの搾油粕などを利用して肥育活動を行っており、今後、肥育部門は前述の類型Ⅱと同様に経営の中核となり得る。

### 7.3.9 移動放牧の改善

#### [類型Ⅰ、類型Ⅱ、類型Ⅲに共通]

定住地を持ち、多数の家畜群を所有して長距離の移動放牧を行っている村落については、次の様な措置を講じる必要がある。

- 畜群形成の改善、即ち商品価値を念頭においた畜群形成を指導する。

- 一般に移動放牧や遊牧は生体維持が主体となり現況では痩せたまま出荷されることが多い。肉畜の場合、出荷前の一定期間を肥育に当てることにより商品価値を高め得る。
- 広域の移動放牧を営む場合、各種疫病を伝播、罹病し易いので移動通過地における防疫施設を拡充し予防接種の徹底や、罹病家畜の早期摘出に努めるべきである。家畜税の一部はこれらの対策に当てることが望ましい。

#### [ 類型Ⅱ ]

肥育システムの確立に対応して、農耕の中に飼料栽培を取り入れることが有効と考えられる。労働余力があればもろこしなどの作付面積を拡大し、青刈り飼料として貯蔵することも検討すべきである。

#### [ 類型Ⅲ ]

多くの場合、遊牧民は定住型村落を形成しないので、調査対象地域において遊牧型と見なされる村落は極めて限定されているが、雨期明けの一時期においては相当数の遊牧民が通過している。モーリタニア国境を越境してくる集団もかなり多いものと見られる。

定住地を持つ遊牧民はやがて遊放牧/農耕型村落に移行するものと考えられ、遊牧型村落は次第に姿を消すことが予測される。

遊牧或いは広域の移動放牧は稀薄な飼料資源を有効に利用すると共に、家畜流通の手段でもあり、その意義を一方的に否定するわけにはいかないが、牧草地が次第に限定されつつある現況から遊牧型を奨励することは困難であり、遊放牧/農耕型への展開を促進すべきである。

過渡期的措置としては、域内各地に適切な水飲み場及びだに駆除棚などを設け、通過する放牧群に提供すると共にそこで防疫措置を講じるようなシステムの確立が望ましい。

### 7.3.10 農村インフラの整備

[ 類型Ⅰ、類型Ⅱ、類型Ⅲに共通 ]

#### (1) 幹線道路網の整備

Bamako-Kolokani-Didieni-Mourdiah-Nara を結ぶ2車線砂利舗装以外は車輪の通過跡が道路として利用されているに過ぎない。当面、以下の幹線道路の改修、建設が必要と思われる。

Nara - Sokoro	150 km
Nara - Keiban - Mbarke	45 km
Goumbou - Dilly - Balle	140 km
Didieni - Falou - Balle	農村開発局で計画中

## (2) 衛生・医療施設

手製井戸の総数は3.6.1 既存井戸の現況で述べた如く、1,800-2,000と推定されている。これらの井戸の多くは地上立ち上がり部がなく、小動物の死骸、家畜の糞尿やゴミなどにより井戸水は汚染されており、疾病の原因ともなっている。従って、手掘り井戸の地上立ち上がり部の建設が必要である。

## (3) 教育施設

小学校の数はナラ県全域で34校と非常に少なく就学率(11%)が低い最大の理由となっている。従って、小学校の増設及び教師の確保が必要である。

## 7.4 環境改善

### 7.4.1 アグロフォレストリーの導入

#### [類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

ナラ県のような半乾燥地で、樹木面積が減少している地域では、林業との複合的な農業であるアグロフォレストリーの導入を検討する必要がある。アグロフォレストリーの想定される効果は下記の通りである。

- 表土の移動の防止
- 防風林としての効果
- 樹木からの副産物(薪、飼料、果実など)の利用
- 地温の上昇と水分蒸発の軽減
- 住民への潤い、村落の庇陰

現在、海外林業コンサルタント協会(JOFCA)の指導の下、ナラ県では1991年よりモデル植林事業が行われている。モデル植林事業で生産されている苗木とその用途は下記の通りである。

樹種名	科名	用途
<i>Acacia albida</i>	マメ科	飼料、薪、器具
<i>Acacia nilotica</i>	マメ科	飼料、薪、器具
<i>Acacia senegal</i>	マメ科	アラビアゴム、薪
<i>Adansonia digitata</i>	パンヤ科	飼料、薬
<i>Anacardium occidentale</i>	ウルシ科	食用
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	フトモモ科	木材、薪
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	クワ科	食用
<i>Parkinsonia aculeata</i>	マメ科	薪
<i>Prosopis chilensis</i>	マメ科	薪、飼料
<i>Prosopis juliflora</i>	マメ科	薪、飼料、木材
<i>Tamarindus indica</i>	マメ科	調味料、清涼剤
<i>Tamarix aphyra</i>	ギョリウ科	薪、木材
<i>Ziziphus mauritiana</i>	クロメモドキ科	食用、飼料
<i>Manguifera indica</i>	ウルシ科	食用(マンゴー)
<i>Citrus aurantifolia</i>	ミカン科	食用(ライム)
<i>Psidium guajava</i>	フトモモ科	食用(グアバ)
<i>Borassus aethiopum</i>	ヤシ科	食用、建材

モデル事業の成果を利用し、ナラ県内で有用と認められる樹種については、今後、ナラ県内に苗木生産の拠点を増やし、植林面積を増やす必要がある。また、住民の樹木に対する啓蒙活動の一環として、苗木の植付けは住民参加型のものとする。植付けには樹種の選定や樹木と灌木の組合せの技術が必要であり、苗移植後には一定の期間の灌水、苗木の家畜からの保護、枯れた苗木の補植等の管理の技術が必要となる。従って、苗木生産はナラ県森林局により行い、苗木の植付け及び管理はナラ県森林局や農業部などの関連部局の指導の下、住民が行うこととなる。

植林については上記のようなまとまった面積の植林の他にマレや集落の周辺や道路沿いに植林することが考えられる。また、農地の境界に樹木と灌木とを組み合わせる密植し、マルチストーリーの林帯を育成することも考えられる。これら境界としての植林の効果は通常のアグロフォレストリーの効果に家畜の侵入防止としての働きが加わる。

アグロフォレストリーの技術の中で乾燥地で用いられるものとしてアレイ・クロッピングがあり、樹木か灌木を生け垣のように植え、その間に作物を栽培する方式である。(図7.4-1 参照)。

作物を植え付ける際には日照をよくする為、生け垣を刈り込んで作付けを行い、栽培中には作物と競合しないように生け垣の刈込みを実施する。栽培後は樹木か灌木として使用される。アレイ・クロッピングによる長所は下記の点である。

- 生け垣として植えられた樹木が土壌侵食の防止効果がある。
- 生け垣にマメ科作物を使用した場合、窒素供給源としての働きがある。
- 生け垣として植えられた樹木の葉が有機物の供給源となる。
- 生け垣が雨水の流亡防止になり、地下水浸透を助長する。
- 生け垣が飼料用の葉、支柱材料、薪及び敷きわらの供給源となる。
- 生け垣によって雑草の繁茂を抑制する。

アレイ・クロッピングは既にマリ国や周辺諸国の半乾燥地域の試験研究機関で試験実績があり、ナラ県でもこれらの技術を導入し、普及に努めるべきと考える。今後、導入の可能性のある樹木及び灌木としては下記のものがある。

樹種名	科名	用途
Cajanus cajan	マメ科	灌木
Dolichos lablab	マメ科	灌木
Baranites属	マメ科	樹木
Zysipus属	マメ科	灌木
Leucaena leucocephala	マメ科	樹木
Cassia spectabilis	マメ科	樹木
Calliandra属	マメ科	樹木

ナラ県内ではアレイ・クロッピングの実績がないので、上記樹種を中心として、候補樹種を絞りこみ、アレイ・クロッピングの技術を試験・検討し、普及する必要がある。



#### 7.4.2 家畜飼養システムの改善

[類型Ⅰ、類型Ⅱ、類型Ⅲに共通]

農家は飼養頭数を増やすことのみを努力を傾注している現状から畜群の生産頭数、生産頭数に対する繁殖頭数比率、初産月齢、分娩間隔、0~1歳齢の斃死・生存率、出生時体重、離乳時体重、受胎時平均体重、雌の体重 kgあたりの繁殖指数などを指標として管理する。

また、飼料生産が最も多い時期に合わせて、分娩を行う繁殖方法を取り入れる。これは、雨期が始まる直前か直後に分娩させることで、これにより、飼料作物の供給が最高になるとき繁殖牛の養分要求量も最も多くなる。この条件の下では、乾期に入る前に離乳が行われ得るので子牛の生存率の向上が可能となる。

[類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

飼料供給方法の改善策として作物残滓(ささげや、らっかせいの茎葉)の収穫貯蔵法の改善、わらの貯蔵、飼料作物の栽培、乾期に利用できる飼料木を植えることである。また、作物の栽培と、草地を輪換するレイファーマーミングの導入も検討する。

囲い飼養場を設けて有機肥料を集積したり、薬浴施設、隔離施設等の家畜衛生を向上させたりするための家畜管理施設も必要である。

#### 7.4.3 土壌保全

[類型Ⅰ、類型Ⅱ、類型Ⅲに共通]

土壌劣化や沙漠化はある部分のみの対応だけでは難しく、広大な面積に対して総合的に対応しなければならない。従って、土壌保全についてまず必要なことは、ナラ県の土壌分布及び土壌浸食の現状について把握することである。正確な情報を把握した上で、最も土壌保全が必要でかつ効果的な地区について植林等の対策をとることが必要である。

農耕地以外の土地の土壌侵食は自然の被覆植生の減少、あるいは破壊が原因となっており、過放牧と密接に結び付いている。

草地の再生能力を超える過放牧を抑制することは被覆植生を保護する上で極めて重要である。井戸やマレ等の家畜用水の水源周辺や集落の周辺は特に過放牧となる傾向があり、草地の均等な利用を図るべきである。過放牧により植生が傷められた土地は植生が回復するまで一定期間

放牧を禁止する必要がある。放牧地はいくつかのブロックに分割し、輪番で放牧を行い、一定期間の放牧の後は、植生が回復するまで十分な期間放牧を禁止するような対策が望まれる。

[類型Ⅰ、類型Ⅱに共通]

土壤劣化や沙漠化の情報を蓄積し、解析する一方で、現在、農業を営んでいる地域については土壤劣化に対応する作物管理を実施する必要がある。土壤劣化に対応する作物管理は下記の通りである。

- 傾斜方向の耕起をやめ、等高線沿いの耕起を実施(7.1.3章参照)
- 間作/混作栽培の実施(7.3.2章参照)
- 牧草を組み合わせた輪作の実施(7.3.3章参照)
- アグロフォレストリー、特にアレイクロッピングの実施(7.4.1章参照)

上記の対策は土壤の裸地部分の面積を少なくし、表流水の流下する距離を減少させることで土壤侵食を減少させる。また、土壤肥沃度を向上させ、土壤構造を改善することにより、土壤侵食の抑止に有用である。従って、各章で述べられた作物管理を試験・検討する過程で土壤侵食の抑止効果についても検証し、その成果を普及する必要がある。

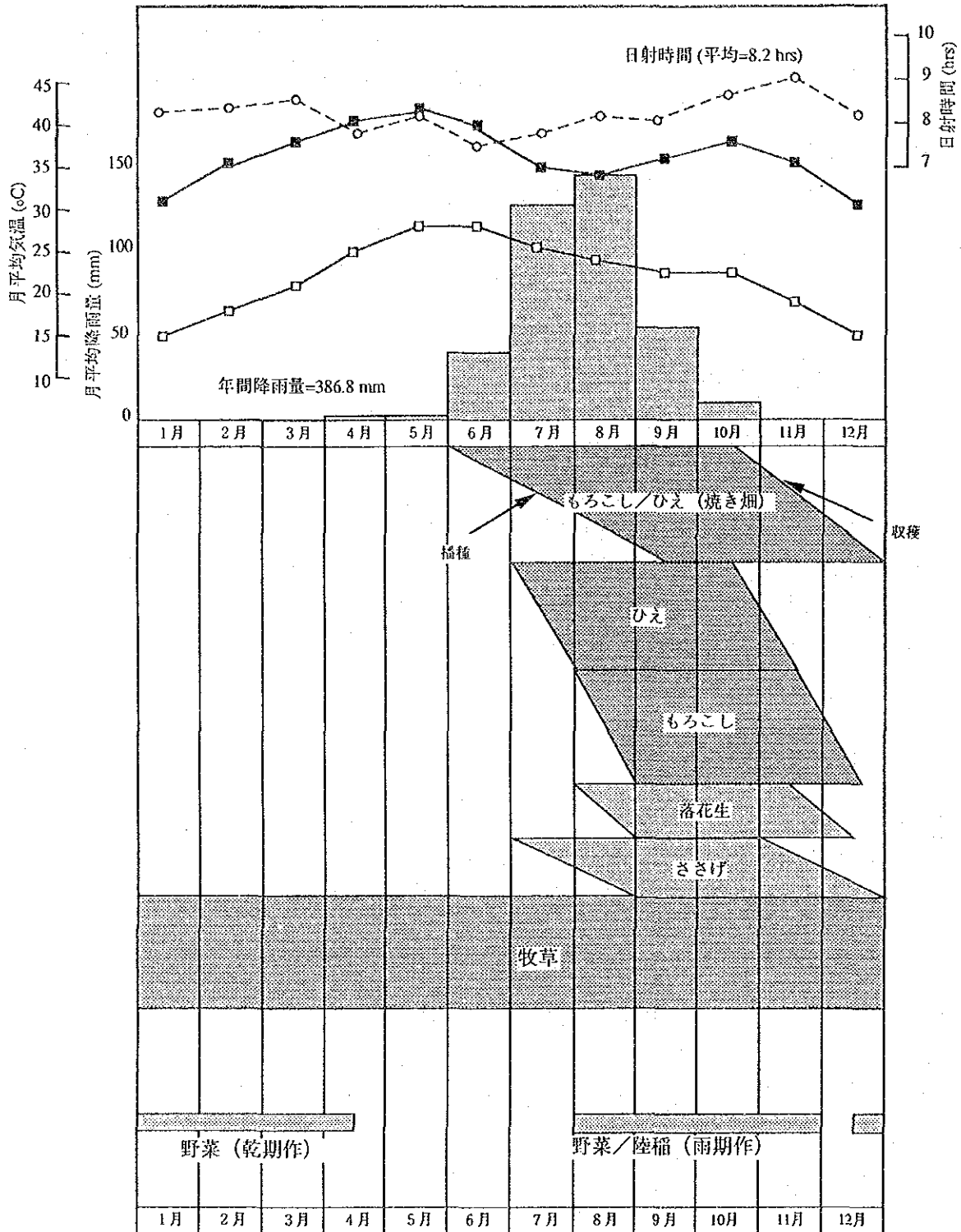


図 7.3-1 計画作付体系

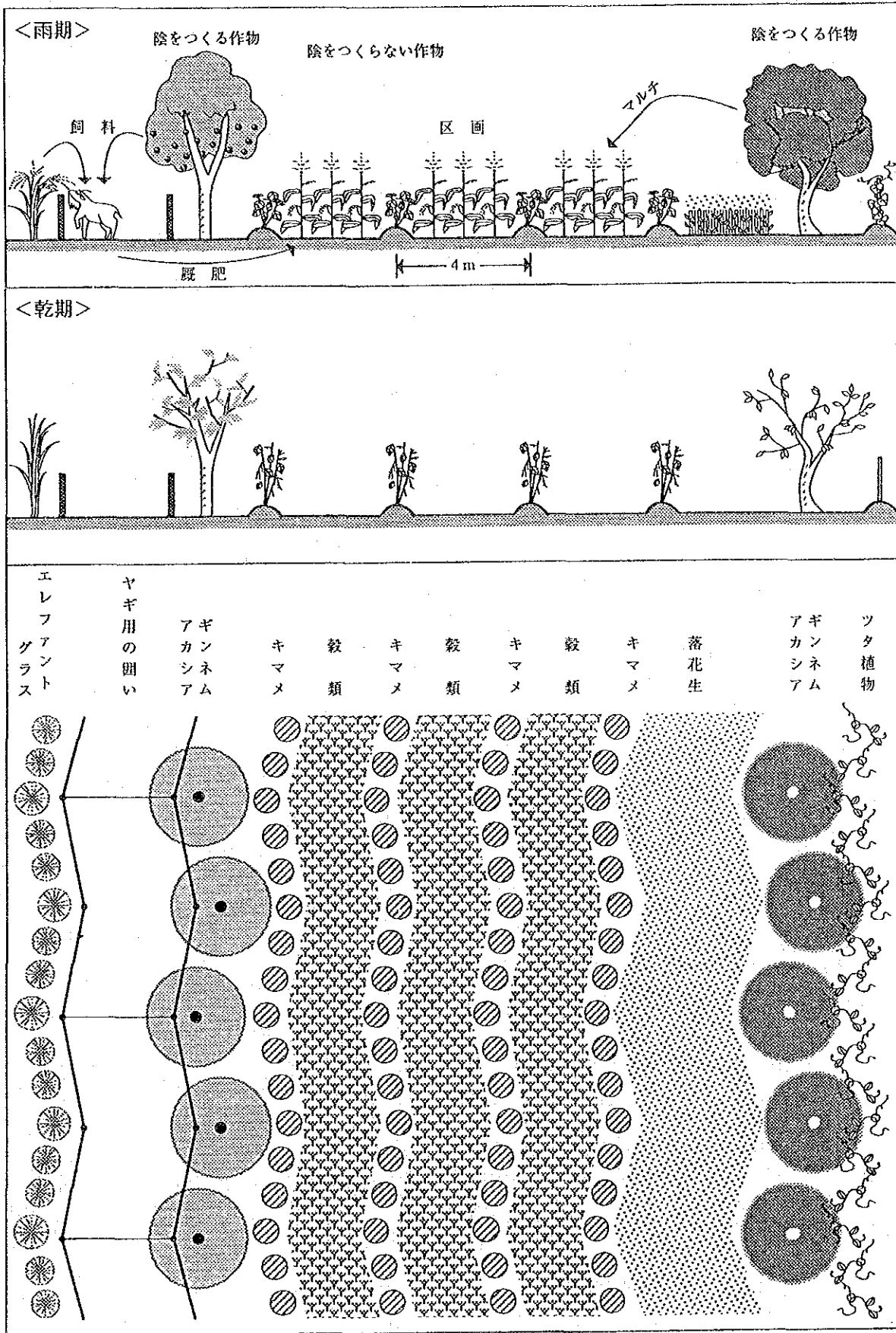


図7.4-1 アレイ・クロッピング様式図



## 第8章 実証調査の意義

### 8.1 実証調査の意義

本調査の全体計画は、ナラ地域を対象としてサヘル地帯の沙漠化防止に資するため、地域住民の定住化と農業開発及びそれらに不可欠な水資源の開発計画を策定する目的で実証調査を行うものである。

予備調査において、ナラ地域の地下水賦存量は当初の予想よりも少なく、地表面流出水の有効利用等も検討する必要があることが確認され、水資源の賦存量が同地区の農業開発計画にとって最大の要因となることが判明した。

今回の調査は本格調査の第一段階であり、限られた水資源の有効利用方法を含めた農業・水資源・太陽光発電基礎調査を実施したものである。その結果、地下水は塩濃度が高く、揚水可能量も $1\text{m}^3/\text{h}$ 程度の小さな地域が多く、ナラ地区全体の共通戦略として地下水を灌漑用水に利用するとの方針は不適當であるが、地下水は将来とも飲雑用水及び家畜用水として重要であるだけでなく、地域的に家庭菜園的な灌漑を行うことの可能な揚水量が期待される既存井戸、ボアホールもあり、限られた地下水資源の有効利用を計るために探査を引続き行うことが重要である。

農業用灌漑用水の水源として、マレが最も有望であり、湖面蒸発量を抑制するために、土木的な方法により、湖底の堆砂を除去及び掘削することにより、年間を通しての利水が可能となる。従って、将来の農業用水資源としてマレを考えるべきである。農業実証調査の水源として十分信頼することができ、実証調査を実施するための水源の問題はない。又、実証調査に必要な揚水のための動力源として、太陽光発電システムの活用を計ることは重要と判断される。

一方、マリ国は世界的にみても、太陽光発電のための自然条件に恵まれ、太陽光発電揚水システムが多く設置されている地域の一つであるが、その多くは Segou、San 地区等のニジェール川沿いの比較的地下水資源の恵まれた地域に設置されており、ナラ地区のような沙漠地域に設置されている例が少ない。この地区は、基礎的教育レベル、生産性、設備設置に伴う費用負担能力等太陽光発電揚水システムの維持・管理上の多くの問題を持っている。このような地域で実証調査を行い、諸問題の解決策を模索することは意義のあることである。

## 8.2 実証調査の目的

ナラ地域における開発の目的は民生の安定にあり、そのためには食糧供給の確保が必要であるから、非農業部門における多大の生産が期待できない当該地域においては、生命維持に要する最小限の農業生産が不可欠である。ナラ地域のような苛酷な自然条件のもとで持続的な農業生産を行うには、周辺自然環境との融和が絶対条件であり、環境との融和が破れた場合、急速な沙漠化が予測される。一方、人口増加や生活水準の向上は、より大量かつ多様な食糧の供給を必要とし、その様な需要は耕地の拡大を求め、伝統的な営農を維持するだけでは環境破壊の惹起は不可避と見られる。理論的には節水型の営農など先進技術の導入によって、ある程度の解決が可能かもしれないが、投資効率などを念頭におくと、現状では先進技術の導入も容易でない。

このような実情を踏まえ、対象地域の実態を正確に把握して、将来の開発の可能性を検証すると共に、生産拡大と環境維持という、一見、相反する開発目的を融和させる実施可能な技術的手法を模索することが実証調査の目的である。

## 8.3 実証調査の基本方針

### 8.3.1 農業実証調査

#### (1) 現地住民が応用可能な農業生産技術の開発

雑穀栽培はサヘル地域における最も普遍的かつ安定した農業生産であるが、適正品種の導入や栽培技術の改良余地は大きいものと見られる。従って、品種、作期、他作物(例えば豆類)との混作などの比較試験を実施して、成育状況や収量と土壌・気象変化などとの係わり合いを分析し、急激な変化なしに生産性を高める方法を模索する。又、耕起作業の効率化や収穫された作物の処理方法についても検証し、その結果、当該地域における最適作物品種とその栽培方法を選定する。更に、対象地域における主要産業と見なされる畜産と作物栽培や環境保全の関係についても、その実態を解明して実施可能な改善策を選定する。

#### (2) 水資源の最適利用方法の確立

量的にも時期的にも限られた水資源を最も有効に使うため、集水灌漑やマレにおける貯留利用、地下水の利用方法などについて実地試験を行い、地域内の水収支を再検討する。更にこれらの実地試験において植生との係わり合いなどを観察・記録して最適水利用方法を模索する。

(3) 広域開発計画の策定に必要な基本データの集積

対象地域の実態を把握するための自然現象や既往農業生産技術、住民の対応などに関する多角的観察・観測・記録・分析に必要なシステムを確立する。例えば雨期における降雨の有効利用という側面からは、野菜栽培をより早い時期から始めることが有利と見られるが、利用可能な水量を確認してから野菜の栽培面積を決めるという意味では、現行の方法も合理的であると考えられる。更に雑穀、豆類、野菜などの栽培体系の中で、労働配分の問題が野菜栽培の開始を遅らせるかもしれないし、気温が作期に大きな影響を持つかもしれない。このような様々な係わり合いを分析することによって、最適の栽培体系の策定や、生産と環境の融和に関する実態解明の手掛かりとする。

(4) 適正技術の定着・普及

上記の試行錯誤を通じて対象地域に適した農業技術の開発を試みるが、その過程において現地住民などの参加を求め、開発された技術が現地において定着し、更に広く普及されるような方策を講じる。

### 8.3.2 太陽光発電揚水実証調査

(1) 地下水開発の可能性の把握

対象地域内の地下水調査、開発の努力が長年続けられてきているが、量的、地域的にも未だ十分とはいえない状況にある。既存資料を基に、既存ボアホールの水質・揚水試験及び追加試験ボーリングを実施し、地下水開発の可能性を検証する。

(2) 太陽光発電揚水システムの追加設置

既存井戸及びボアホールに飲雑用水、家畜用水を目的とした太陽光発電揚水システムを1ないし2組設置する。併せて、農業実証調査グループにより実施される試験農場等への太陽光発電揚水システムの適用を計る。

(3) 気象観測及び太陽光発電システムに係わる基礎データの集積

基礎調査期間内に実施した気象観測は9ヶ月間、太陽光発電揚水システムの実証試験は7ヶ月間と短く、基礎データとしては十分なものでなかった。従って、設置された設備による観測及びシステムの運転データの収集に加え、(2)で設置する設備の運転データを通じ、基礎データの充実を計る。

(4) 太陽光発電揚水システムの維持・管理体制、方法に関する検討

既存の太陽光発電揚水システムが集中しているニジュール川沿いの地域に比較して、低い基礎教育レベル、公共の目的に対する村民の活動経験の不足、低生産性による低い経済的



負担能力等に加え、通信手段の不備、不便な交通、マリ国に於ける施設の維持・管理のバックアップ体制の不備等があり、ナラ地区に於ける太陽光発電揚水システムの維持・管理を非常に困難なものとしている。基礎調査において、運転、保守、維持管理に係わる指導を行った期間は7ヶ月弱と短く、井戸管理委員会が本来実施すべき水管理、料金徴収及びその管理すら、低い基礎教育レベル、村民の経験不足等により十分な成果をあげるに至らなかった。このような状況において、いかに高度な技術を応用した太陽光発電揚水システムの維持・管理体制を確立してゆくかを模索する。

参考文献

<農業・水資源部門>

Soil and water conservation in semi-arid areas

FAO SOILS BULLETIN 57

Water Harvesting for Plant Production

WORLD BANK TECHNICAL PAPER NUMBER 157

AFRICA TECHNICAL DEPARTMENT SERIES

Le Sahel en lutte contre la désertification

CILSS

René Marceau Rochette

Crop Water Requirements

FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER 24

Effective Rainfall

FAO IRRIGATION AND DRANAIGE PAPER 25

Etudes de préfaisabilité de la liaison routière Diédiéni-Fallou-Baillé et des possibilités de développement hydro-agricoles des arrondissements de Ballé et de Fallou

Direction nationale du Génie rural

Institut d'Economie Rurale

Recensement général de la population et de l'habitat

Ministère du Plan, Direction nationale de la Statistique et de l'Information

Diagnostic de la Région de Koulikoro Août 1985

Région de Koulikoro, Comité régional de Développement

Histoire du Sahel occidental Malien

Amadou Ba

DNGM (1986):

CARTE PHOTOGEOLOGIQUE DU MALI OCCIDENTAL AU 1/200.000

DOUBALA, FEUILLE ND - 29 - XVI

- DNGM (1986): CARTE PHOTOGEOLOGIQUE DU MALI OCCIDENTAL AU 1/200.000 , MOURDIAH, FEUILLE ND - 29 - XVII
- DNGM (-): CARTE PHOTOGEOLOGIQUE DU MALI OCCIDENTAL AU 1/200.000 BALLE, FEUILLE ND - 29 - XXIII
- DNGM (-): CARTE PHOTOGEOLOGIQUE DU MALI OCCIDENTAL AU 1/200.000 NARA, FEUILLE ND - 29 - XXIII
- DNGM (1989): CARTE GEOLOGIQUE DU MALI OCCIDENTAL AU 1/200.000. FEUILLE KANKOSSA. FEUILLE KAYES. FEUILLE KOSSANTO
- DNEF (1989): PROJET INVENTAIRE DES RESSOURCES LIGNEUSES ET OCCUPATION AGRICOLE DES TERRES AU MALI NOTICE DE CERCLE. CERCLE DE NARA.
- DNHE (1988): PROJET 5100.71.37.054 - HYDRAULIQUE VILLAGEOISE 1ère ET 2ème REGIONS - 300 forages productifs équipés  
CONTROLE ET SURVEILLANCE DES TRAVAUX  
RAPPORT DE FIN TRAVAUX.
- DNHE (1988): PROJET 5100.71.37.054 - HYDRAULIQUE VILLAGEOISE 1ère ET 2ème REGIONS - 300 forages productifs équipés  
CONTROLE ET SURVEILLANCE DES TRAVAUX  
RAPPORT DE FIN TRAVAUX.  
ANNEXE (1988)
- DNHE (1989): SYNTHESE DES RESSOURCES EN EAU, REPERTOIRE DES FORAGES DU MALI, au 31 décembre 1988, Rapport RT/89-06
- DNHE (1990): ANNUAIRE DES FORAGES N°5, FORAGES EXECUTES AU MALI DU 1er JANVIER AU 31 AOUT 1990. Rapport INF/ANN/7
- DNHE (1990): SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE DU MALI.  
Projet MLI/84/005
- DNHE(1992): RESEAU PIEZOELECTRIQUE NATIONAL.  
PRESENTATION DES MESURES EFFECTUEES DE 1981 A 1992.  
Rapport INF/RPT/8

- DNHE (1992): ATLAS HYDROGEOLOGIQUE MALI.  
Rapport INT/ANN/13
- DNHE (1992): ANNUAIRE DES FORAGES N°6. Forages exécutés entre le 1er  
Septembre 1990 et le 31 Août 1991, Rapport INF/ANN/9
- JICA (1990): THE STUDY FOR GROUNDWATER DEVELOPMENT IN  
SOKOTO STATE, VOLUME 2. MAIN REPORT
- 国際協力事業団 (1992): マリ共和国ナラ地域農業開発協力調査事前調査 (予備 2  
次) 調査及び事前 (S/W協議) 調査報告書
- MRNE (1987): PROGRAMME NATIONAL DE LUTTE CONTRE LA  
DESERTIFICATION, SYNTHESE
- NATIONS-UNIES (1981): EXPLOITATION, EVALUATION ET GESTION DES  
RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE.  
DP/UN/MLI/84/005-1
- サヘルグリーンベルト計画研究会 (1991): 第7次現地調査報告書
- Dregne, H.E., 1976. Soils of arid regions. Elsevier Scientific Publishing CO., New York.
- Rapport Final, 1977. Projet de Développement intégré de la Région de Kaarta - Phase de  
reconnaissance du volet VIII.
- Eicher, C. and Baker, D.C., 1982. Research on Agricultural Development in Sub-saharian  
Africa. A critical survey MUS International Development Paper No. 1.
- Projet Inventaire des ressources terrestres (PIRT) 1983.  
Les ressources terrestres du Mali.
- National Research Council-USA, 1984. Agroforestry in the West African Sahel. National  
Academy Press, New York.
- PIRT, 1986. Zonage agro-écologique du Mali, volume I.
- Projet Inventaire des ressources ligneuses (PIRL) 1991.  
Synthèse technique phase B.

DIAKITE, K., 1993. Rapport mensuel de chef Secteur d'agriculture de Nara

BRIDGES, E.M., 1986. WORLD SOILS, volume II. Cambridge University Press, London.

Ngugi, D., 1987. East African Agriculture. Macmillan Publishers, London.

FAO-UNESCO, 1974. Soil map of the world. FAO, Paris.

Vink, A.P.A., 1975. Land Use in Advancing Agriculture. Springer-Verlag, New York.

FAO-UNESCO, 1988. LAND EVALUATION AND FARMING SYSTEMS ANALYSIS FOR LAND USE PLANNING. FAO, Wageningen.

FAO-UNESCO, 1977. GUIDELINES FOR SOIL PROFILE DESCRIPTION. FAO, Rome.

United States Department of Agriculture (USDA), 1984. Procedures for Collecting Soil Samples and Methods of Analysis for Soil Survey.

USDA, 1951. SOIL SURVEY MANUAL. USDA HANDBOOK No. 18.

Soil Science Society of America, 1987. Glossary of Soil Science Terms. Soil Science Society of America, Wisconsin.

Les cultures associées au Mali, Sep. 1987, IER et ICRISAT

Comité de programme des cultures céréalières et légumineuses - Programme mil -, Avril 1992, Ministère de l'Agriculture

Legume trees and other fodder trees as protein source for livestock, 1992, FAO

Locust and Grasshopper Control in Africa/Asia, March 1989, USAID

Le renforcement des travaux de recherche sur le sorgho et le mil au Mali, 1991, ICRISAT

Improving Productivity of Dryland Areas, Jan. 1987, FAO

Economie rizicole des exploitations de l'Office du Niger (Volume 2), Juillet 1992, Ministère de l'Agriculture

Rapport Annuel Campagne Agricole (1987-1988), 1988, Ministère de l'Agriculture

Rapport Annuel Campagne Agricole (1988-1989), 1989, Ministère de l'Agriculture

Rapport Annuel Campagne Agricole (1989-1990), 1990, Ministère de l'Agriculture

Rapport Annuel Campagne Agricole (1990-1991), 1991, Ministère de l'Agriculture

Détermination des coûts moyens de production des principaux produits agricoles (1989-1990),  
Février 1989, Ministère de l'Agriculture

Upland Rice, 1975, International Rice Research Institute (IRRI)

Agroforestry in Sub-Saharan Africa, 1992, World Bank

熱帯の主要マメ類、1991年3月 : (社) 国際農林業協力協会

熱帯のマメ科牧草、1988年 : (社) 国際食料農業協会

Revue du Secteur agricole du Mali Nov. 1987  
Ministère de l'Agriculture

Comptes économiques du Mali, Séries révisées 1980-1990 Avr. 1992  
Ministère du Plan, Direction Nationale de la Statistique et de  
l'Information

Tableau de bord économique et financier; No 7 Juin 1993  
Ministère du Plan, Direction Nationale de la Statistique et de  
l'Information

FIS Flash Information Statistiques 1992 Mars 1993  
Ministère du Plan, Direction Nationale de la Statistique et de  
l'Information

Annuaire statistique du Mali 1989, 1990 et 1991  
Ministère du Plan, Direction Nationale de la Statistique et de  
l'Information

Annuaire statistique, Région de Koulikoro 1989, 1990 et 1991  
Ministère du Plan, Direction Nationale de la Statistique et de  
l'Information

Enquête Budget Consommation Résultats définitifs mars 1992

Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan, Direction Nationale  
de la Statistique et de l'Information

Rapport annuel Campagne agricole 1988-89, 1989-90, 1990-91 et 1991-92

Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Environnement

Schéma directeur du secteur Développement rural Vol 1, 2 et 3 Mars 1992

Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Environnement

Proposition de grandes orientations du Plan quadriennal de Développement économique, social  
et culturel 1994-1997 Oct. 1993

Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan, Direction nationale  
de la Planification

Rapport annuel 1989, Institut d'économie rurale

Ministère de l'Agriculture, IER

Programme Mil, Comité de programme des cultures céréalières et légumineuses Avr. 1992

Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Environnement, IER,  
Département de la Recherche agronomique

Les cultures associées au Mali Sep. 1987

co-publiées par IER et ICRISAT Bamako

Rapport annuel; Mois d'octobre 1993 pour la Campagne agricole

Nov. 1993 par Kalilou Diakitè, Direction générale de l'Agriculture  
Koulikoro, Secteur de développement agricole de Nara

Enquête agricole de conjoncture campagne 1991-1992, Résultats définitifs Juil. 1992

Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan, Direction nationale  
de la Statistique et de l'Information

FAX. Mission d'évaluation des récoltes au Mali - Campagne agricole 1893-94

Représentation de la FAO. Bamako

農業構造改善事業コンサルタンツハンドブック : 全国農業改善協会

熱帯の牛

: 国際農林業協力協会

FAO, Production Yearbook : FAO (Rome)

草地開発事業計画設計基準 : 日本草地協会

Schéma directeur du secteur Développement rural (Volume 1: Stratégie générale, Volume 2: Stratégies de développement, Volume 3: Plan d'action), Mars 1992, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Environnement

Projet Inventaire des ressources ligneuses du Mali/Première phase (Les formations végétales, rapport de synthèse), Février 1988, Direction Nationale des Eaux et Forêts (Ministère chargé des Ressources naturelles et de l'Elevage)/Ministère de la Coopération de la République Française

Projet Inventaire des ressources ligneuses au Mali/Première phase (Inventaire des formations végétales, rapport technique), Février 1988, Direction Nationale des Eaux et Forêts (Ministère chargé des Ressources naturelles et de l'Elevage)/Ministère de la Coopération de la République Française

Projet Inventaire des ressources ligneuses au Mali/Phase B (1. Synthèse technique, 2: Synthèse régionale), Septembre 1991, Direction Nationale des Eaux et Forêts (Ministère chargé des Ressources naturelles et de l'Elevage)/Ministère de la Coopération de la République Française

Projet Inventaire par télédétection des ressources ligneuses et de l'occupation agricole des terres au Mali (Carte de synthèse des formations végétales et de l'occupation agricole au Mali, Echelle 1:1.000.000), Octobre 1991, Direction nationale des Eaux et Forêts (Ministère de l'Environnement et de l'Elevage)/Ministère de la Coopération de la République Française

Programme national de lutte contre la désertification (Synthèse, Tome I: Diagnostic de la situation actuelle et concept de lutte, Tome II: Diagnostic de la situation actuelle et concept de lutte, Annexes: Fiche de projets prioritaires), Mai 1987, Ministère des Ressources naturelles et de l'Elevage

Adéquation des Projets LCD/GRN avec les composantes du PNLCD, Novembre 1991, Cellule provisoire de suivi, d'évaluation et de planification des actions du Programme national de lutte contre la désertification (CSE/PNLCD)/Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Environnement

Rapport d'étape de la mise en oeuvre du Programme national de lutte contre la désertification, Septembre 1993, Cellule de suivi-évaluation Environnement et du Programme national de lutte contre la désertification (CSE/PNLCD)/Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Environnement



Suivi évaluation de la reforestation de Kaloumba (Nara), Octobre 1993, Cellule de suivi-évaluation environnement et du Programme national de lutte contre la désertification (CSE/PNLCD)/Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Environnement

Projet Inventaire des ressources terrestres (PIRT, Vol. I: Zonage agro-écologique du Mali), 1986. Commission consultative nationale d'évaluation et de suivi de la mise en oeuvre de la stratégie alimentaire/Groupe Zonage écologique et adéquation des projets (CCE-USAID)

Propositions de grandes orientations du Plan quadriennal de développement économique, social et culturel 1994-1997, Octobre 1993, Direction nationale de la Planification/Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan.

Procès-verbal de la rencontre de travail entre l'équipe d'étude et de réalisation de la JOFCA et la Direction nationale des eaux et forêts dans le cadre du Projet d'étude d'afforestation en zone semi-aride à Nara, Octobre 1992, JOFCA/DNEF.

地球環境のための農業資源管理計画基礎調査報告書（平成4年度薪炭材の過剰採取による森林破壊 マリ・ホンジュラス・ネパール）、平成5年2月、  
財団法人 国際協力センター（農水省委託調査）

砂漠化地域森林復旧技術指針策定調査事業 マリ国調査報告書（第3年次/1992年度）、平成5年3月、  
社団法人 海外林業コンサルタンツ協会（JOFCA）/林野庁

Carte morphologique (Zone 3A, Nara Est, Echelle 1:50.000 approx.), Projet Inventaire et surveillance continue des ressources ligneuses au Mali, Septembre 1985, SCET agricole CTFT/Direction nationale des Eaux et Forêts, Ministère chargé des Ressources naturelles et de l'Elevage (Financée par le Ministère des relations extérieures, Coopération développement de la République Française)

Carte morphologique (Zone 3B, Nara Est, Echelle 1:50.000 approx.), Projet Inventaire et surveillance continue des ressources ligneuses au Mali, Septembre 1985, SCET agricole CTFT/Direction nationale des Eaux et Forêts, Ministère chargé des Ressources naturelles et de l'Elevage (Financée par le Ministère des relations extérieures, Coopération développement de la République Française)

Notice de zone (Zone 3A, Nara Sud), Projet Inventaire et Surveillance continue des ressources ligneuses au Mali, 1987, BDFT/SCET-AGRI CTFT (Département du CIRAD)/Direction nationale des Eaux et Forêts, Ministère chargé des Ressources naturelles et de l'Elevage

(Financée par le Ministère des Relations extérieures, Coopération Développement de la République Française)

Notice de zone (Zone 3A, Nara Sud), Projet Inventaire et Surveillance continue des ressources ligneuses au Mali), Septembre 1985, SCET-AGRI CTFT/Direction nationale des Eaux et Forêts, Ministère chargé des Ressources naturelles et de l'Elevage (Financée par le Ministère des Relations extérieures, Coopération Développement de la République Française)

Rapport d'évaluation/Mali/Projet de gestion des ressources naturelles (Rapport No 10370-MLI), 1er mai 1992, Région Afrique-Département du Sahel-Département agriculture-Banque mondiale, version française

Eléments de la politique forestière du Mali/Conférence nationale des Eaux et Forêts, 20-24 décembre 1993, Direction nationale des Eaux et Forêts - Ministère de l'Environnement

Evaluation de la Politique du Mali, 1980-1989, Septembre 1992, Direction nationale des Eaux et Forêts - Ministère du Développement rural et de l'Environnement

<太陽光発電揚水部門>

Le Pompage Solaire Photovoltaïque

AGENCE FRANÇAISE POUR LA MAÎTRISE  
DE L'ÉNERGIE 1991

Solar Pumping

WORLD BANK TECHNICAL PAPER NUMBER 168

Learning from Success, Photovoltaic-Powered Water Pumping in Mali

MERIDIAN CORPORATION IT POWER LTD.

Issues and Options in the Energy Sector Mali

ESMAP REPORT No. 8423-MLI

Le Prix de l'Eau Solaire au Mali

CEES Juin 1993

Rapport Annuel Exercice 1993

ENERGIE du MALI

Rapport Annuel Exercice 1992

ENERGIE du MALI

Rapport Annuel Exercice 1991

ENERGIE du MALI

Rapport de Fin Travaux

DNHE Projet: 5100. 71. 37. 054

DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
DE L'ÉLEVAGE ET DE L'ENVIRONNEMENT

INVENTAIRE DES PROGRAMMES ET D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

PLANIFICATION DE L'ÉNERGIE

MINISTÈRE D'ÉTAT CHARGÉ DE L'ÉQUIPEMENT

ETUDE SUR LES CONDITIONS DE RENTABILITE ET DE PRISE EN  
CHARGE DES INSTALLATIONS DE PROMPAGE SOLAIRE (MALI)

Direction National de l'Hydraulique et de l'Energie  
Cellule d'Entretien des Equipements Solaires

PROJET D'ALIMENTATION EN EAU DES CENTRES RURAUX DU SUD-MALI

MINISTERE DE L'INDUSTRIE DE  
L'HYDRAULIQUE ET DE L'ENERGIE

ENERGY PLANNING

MINISTERE D'ETAT CHARGE DE L'EQUIPMENT  
DIRECTION NATIONALE DE HYDRAULIQUE  
ET DE L'ENERGIE

SMALL-SCALE SOLAR-POWER PUMPING SYSTEMS THE TECHNOLOGY,  
ITS ECONOMICS AND ADVANCEMENT

UNDP

OPERATIONS AND MAINTENANCE MANUAL FOR A PHOTOVOLTAIC  
POWER SYSTEM

U.S. AID, SOLAREX CORPORATION

THE World Bank's Role in The Electric Power Sector

World bank

Energy Efficiency and Conservation in The Developing World

World bank

Republique du Mali strategie pour l'energie domestique

Energy Sector Management Assistance Programme

Desertification Control and Renewable Resource Management in the Sahelian  
and Sudanian Zones of West Africa

World bank

Water Allocation, Rights, and Pricing

World bank

The Long-Term Perspective Study of Sub-Saharan Africa  
Volume 1. Country Perspectives  
World bank

The Long-Term Perspective Study of Sub-Saharan Africa  
Volume 2. Economic and Sectoral Policy Issues  
World bank

The Long-Term Perspective Study of Sub-Saharan Africa  
Volume 3. Institutional and Sociopolitical Issues  
World bank

The Long-Term Perspective Study of Sub-Saharan Africa  
Volume 4. Proceedings of a Workshop on Regional Integration and Cooperation  
World bank









