

国際協力事業団
マリ共和国

マリ共和国
ナラ地域農業開発計画調査
(農業・水資源・太陽光発電)

ファイナル・レポート

平成7年1月

株式会社 三祐コンサルタンツ
日本工営株式会社

農調農
J R
94-51

マリ共和国 ナラ地域農業開発計画調査(農業・水資源・太陽光発電) ファイナル・レポート

平成7年1月

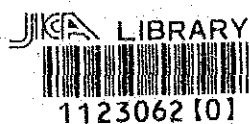
株式会社三祐コンサルタンツ
日本工営株式会社

519
80.7
AFA

国際協力事業団
マリ共和国

マリ共和国
ナラ地域農業開発計画調査
(農業・水資源・太陽光発電)

ファイナル・レポート



平成7年1月

株式会社 三祐コンサルタンツ
日本工営株式会社

国際協力事業団

8671

序文

日本国政府は、マリ共和国の要請に基づき同国クリコロ行政区ナラ県を対象として、砂漠化防止に資するための農業開発計画策定及びデータ蓄積を目的とした実証調査等を行うため農業・水資源・太陽光発電基礎調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成5年9月から平成6年3月までの間2回にわたり（株）三祐コンサルタント高橋宏徳氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、マリ共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援いただいた関係各位に対し心より感謝申し上げます。

平成7年1月

国際協力事業団

総裁 藤田公郎

国際協力事業団
総 裁 藤田 公郎

伝達状

マリ共和国ナラ地域農業開発計画調査（農業・水資源・太陽光発電）の報告書をここに提出できることを喜びといたすものであります。この報告書には、日本政府関係省庁や国際協力事業団の上記計画調査に関する助言や提言、並びにバマコで持たれたマリ共和国農村開発省等との会議でのコメント等を反映して計画地域の農業開発戦略を取りまとめてあります。

本報告書は現地調査及び国内解析結果により、当地域の基本的農業開発戦略として飲雑用水、家畜用水のための地下水開発、マレの利用効率の向上、太陽光発電揚水の活用、食糧自給率の向上及び環境改善について、様々な角度から提言を行っています。又、水資源の賦存量が当地域の農業開発計画にとって最大の要因であり農業実証調査を行うに当たってはマレを改修し蒸発を抑制し、有効利用を図ることで対応することを提案しています。

マリ国にとって国家開発目標を達成するためには、沙漠化防止国家計画 (PNL CD) を推進していくことは重要であり、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行うナラ地域での農業実証調査の早期実施が望まれています。

この機会に、国際協力事業団、外務省、農林水産省やマリ共和国農村開発省及び関係省庁の調査団に対する多大な協力に対してここに深甚の謝意を表します。

平成7年1月
ナラ地域農業開発計画調査団団長
高橋 宏徳

調査対象地域位置図

目次

表の目次

図の目次

資料編の目次

省略記号及び単位

	頁
第1章 序論	1-1
1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査の目的	1-2
1.3 調査の経緯	1-3
第2章 社会経済的背景	2-1
2.1 国家経済	2-1
2.1.1 経済の現状	2-1
2.1.2 国家開発計画	2-2
2.1.3 国家経済における農業政策	2-4
2.2 砂漠化防止国家計画	2-6
2.3 エネルギーセクター	2-8
2.3.1 エネルギーセクターの現状	2-8
2.3.2 電力セクターの現状	2-9
2.3.3 新・再生エネルギーセクター	2-10
第3章 調査対象地域の一般状況	3-1
3.1 自然状況	3-1
3.1.1 位置及び範囲	3-1
3.1.2 地形及び地質	3-1
3.1.3 土壌	3-2
3.1.4 気象及び水文	3-5
3.1.5 水理地質	3-9

3.2	社会経済状況	3-11
3.2.1	行政区分	3-11
3.2.2	人口及び人口分布	3-12
3.2.3	部族	3-16
3.2.4	雇用機会及び所得	3-16
3.2.5	社会インフラ	3-18
3.2.6	行政組織の概要	3-20
3.3	村落形態	3-22
3.3.1	村落の形成	3-22
3.3.2	村落の類型化	3-22
3.3.3	類型別の特徴	3-23
3.4	土地利用及び所有形態	3-24
3.4.1	土地利用の現況	3-24
3.4.2	土地所有形態	3-26
3.4.3	土地利用システム	3-27
3.5	地表水	3-29
3.5.1	地表流出	3-29
3.5.2	自然貯留水(マレ)の分布と規模及び利用状況	3-30
3.5.3	集水かんがいの現況	3-35
3.6	地下水	3-36
3.6.1	既存井戸利用の現況	3-36
3.6.2	地下水の分布と賦存量	3-41
3.7	農・畜・林業の現況	3-49
3.7.1	農業	3-49
3.7.2	畜産業	3-54
3.7.3	林業	3-57
3.7.4	試験・研究・普及体制	3-60
3.7.5	農・畜・林産物の加工・貯蔵及び市場	3-60
3.7.6	農民組織及び農業支援体制	3-63
3.8	太陽光発電揚水プロジェクトの現況	3-66
3.8.1	開発の経緯及び体制	3-66
3.8.2	開発の現状	3-66
3.8.3	維持・管理体制の現況及び問題点	3-69

3.9	環境保全の現況	3-72
3.9.1	自然植生及び植生密度	3-72
3.9.2	野生動物の生態及び分布	3-75
3.9.3	土壌劣化及び飛砂・砂丘	3-78
第4章	開発制限要因と営農上の問題	4-1
4.1	各類型に共通な開発制限要因と営農上の問題点	4-1
4.2	類型別開発制限要因と営農上の問題点	4-3
4.3	開発の方向性	4-5
第5章	太陽光発電揚水システム予備調査	5-1
5.1	太陽エネルギーのポテンシャル	5-1
5.1.1	既存気象観測システムの現状	5-1
5.1.2	既存気象観測データ	5-2
5.1.3	気象観測機器	5-5
5.1.4	観測データの解析及び既存データとの比較	5-7
5.2	太陽光発電揚水システム設置井戸の選定	5-23
5.2.1	揚水試験対象井戸の選定	5-23
5.2.2	揚水試験	5-26
5.2.3	井戸の総合評価及び設置井戸の選定	5-30
5.3	太陽光発電揚水システム	5-46
5.3.1	システム設置井戸の現況	5-46
5.3.2	システムの概要	5-48
5.3.3	システム設置及び技術移転	5-49
5.3.4	観測、維持・管理体制	5-52
第6章	太陽光発電揚水システム予備評価	6-1
6.1	太陽光発電揚水システムの運転データの解析	6-1
6.1.1	運転データ解析の目的と方法	6-1
6.1.2	運転実績	6-2
6.1.3	運転特性と運転データの解析	6-3

6.2	太陽光発電揚水システムの評価	6-53
6.2.1	技術的観点からの評価	6-53
6.2.2	経済評価	6-57
6.2.3	維持管理体制の評価	6-60
6.3	家庭用システム設置サイトの選定	6-68
6.4	太陽光発電揚水システムの概念設計	6-70
6.4.1	設計の為の基本条件	6-70
6.4.2	家庭用システム	6-71
6.4.3	農業用システム	6-73
6.5	第2段階に於けるシステムの運営維持管理	6-77
第7章	基本的農業開発戦略	7-1
7.1	水資源の確保と活用	7-1
7.1.1	飲雑用水、家畜用水のための地下水開発	7-1
7.1.2	マレの利用効率の向上と灌漑への利用	7-3
7.1.3	集水灌漑の導入、試験	7-9
7.2	太陽光発電揚水システムの農業開発への活用	7-10
7.2.1	太陽エネルギーの有効利用	7-10
7.2.2	太陽光発電揚水システムの農業開発への活用	7-10
7.2.3	太陽光発電揚水システム	7-11
7.2.4	システムの維持管理	7-12
7.3	食糧自給率の向上	7-13
7.3.1	土地利用システムの改善	7-13
7.3.2	作付け体系の改善	7-14
7.3.3	耕種法の改善	7-17
7.3.4	収穫後処理の改善	7-21
7.3.5	普及活動の強化	7-22
7.3.6	試験研究の強化	7-22
7.3.7	焼畑農業の改善	7-23
7.3.8	農業経営の改善	7-24
7.3.9	移動放牧の改善	7-25
7.3.10	農村インフラの整備	7-26

7.4 環境改善	7-27
7.4.1 アグロ・フォレストリーの導入	7-27
7.4.2 家畜飼養システムの改善	7-30
7.4.3 土壌保全	7-30
第8章 実証調査の意義	8-1
8.1 実証調査の意義	8-1
8.2 実証調査の目的	8-2
8.3 実証調査の基本方針	8-2
8.3.1 農業実証調査	8-2
8.3.2 太陽光発電揚水実証調査	8-3

表の目次

表 番	名 称	頁
表 3.6-1	井戸ファイル(Fichier Puits)による井戸の分布状況	3-39
表 3.6-2	製作井戸リスト (Situation des Puits de 1985~93 NARA) による井戸の分布状況	3-39
表 3.6-3	現地調査結果による井戸の分布状況	3-39
表 3.6-4	掘抜井戸からの揚水量	3-40
表 3.6-5	掘抜井戸の水質(導電率)	3-40
表 3.6-6	帯水層ごとの平均的な地下水の貯水深	3-43
表 3.6-7	郡ごとの地下水賦存量	3-44
表 3.6-8	水文区ごとの地下水賦存量	3-45
表 3.6-9	地下水涵養量算出のための関係式	3-46
表 3.6-10	郡ごとの地下水涵養量	3-46
表 3.6-11	水文区ごとの地下水涵養量	3-47
表 5.1-1	月別平均日照時間(1951~1980)	5-14
表 5.1-2	月別平均日射量(1951~1990)	5-15
表 5.1-3	世界各地の月別平均全天日射量	5-16
表 5.2-1	井戸調査結果一覧表	5-37
表 5.2-2	井戸のランク付けの基準	5-39
表 5.2-3	揚水試験対象井戸と試験優先順位	5-40
表 5.2-4	揚水試験結果の評価	5-41
表 5.2-5	井戸調査・揚水試験結果一覧表	5-42
表 5.2-6	井戸条件評価結果	5-43
表 5.2-7	太陽光発電揚水施設設置井戸総合評価	5-44
表 5.3-1	太陽光発電揚水システム設置工程	5-57
表 5.3-2	住民アンケート調査結果	5-58
表 6.1-1	日別データ(1994年4月1日: Berzack)	6-12
表 6.1-2	月別データ(1994年4月: Koera)	6-13
表 6.1-3	太陽光システム運転実績(Berzack): 1994年2月~9月	6-14
表 6.1-4	太陽光システム運転実績(Berzack): 1994年2月	6-15
表 6.1-5	太陽光システム運転実績(Berzack): 1994年3月	6-16
表 6.1-6	太陽光システム運転実績(Berzack): 1994年4月	6-17
表 6.1-7	太陽光システム運転実績(Berzack): 1994年5月	6-18
表 6.1-8	太陽光システム運転実績(Berzack): 1994年6月	6-19
表 6.1-9	太陽光システム運転実績(Berzack): 1994年7月	6-20
表 6.1-10	太陽光システム運転実績(Berzack): 1994年8月	6-21

表 6.1-11	太陽光システム運転実績 (Berzack): 1994年9月	6-22
表 6.1-12	太陽光システム運転実績 (Koera): 1994年2月~9月	6-23
表 6.1-13	太陽光システム運転実績 (Koera): 1994年2月	6-24
表 6.1-14	太陽光システム運転実績 (Koera): 1994年3月	6-25
表 6.1-15	太陽光システム運転実績 (Koera): 1994年4月	6-26
表 6.1-16	太陽光システム運転実績 (Koera): 1994年5月	6-27
表 6.1-17	太陽光システム運転実績 (Koera): 1994年6月	6-28
表 6.1-18	太陽光システム運転実績 (Koera): 1994年7月	6-29
表 6.1-19	太陽光システム運転実績 (Koera): 1994年8月	6-30
表 6.1-20	太陽光システム運転実績 (Koera): 1994年9月	6-31
表 6.1-21	運転データ (1994年4月16日: Koera)	6-32
表 6.2-1	経済評価	6-63
表 6.2-2	月別揚水使用量	6-64
表 6.2-3	日別販売水量: 飲料水	6-65
表 6.2-4	日別販売水量記録: 家畜	6-66
表 6.2-5	月別販売水量: 徴収額	6-67

図の目次

図 番	名 称	頁
図 2.3-1	マリ電力系統図	2-12
図 3.1-1	ナラ県の地質図	3-80
図 3.2-1	ナラ県の人口分布	3-81
図 3.6-1	水理地質図	3-82
図 3.7-1	ナラ県における現況作付体系	3-83
図 5.1-1	気象観測所位置図	5-17
図 5.1-2	マリ国日照時間分布図(1951~1980)	5-18
図 5.1-3	マリ国の年間降雨量分布図	5-19
図 5.1-4	年間降雨の推移(1951~1990)	5-20
図 5.1-5	一般配置図	5-21
図 5.1-6	月間平均値(1994年6月)	5-22
図 5.2-1	既存井戸の水位変動	5-45
図 5.3-1	Berzack・Koera 位置図	5-59
図 5.3-2	太陽光発電揚水システム	5-60
図 5.3-3	Berzack 太陽光発電揚水システム一般配置図	5-61
図 5.3-4	Koera 太陽光発電揚水システム一般配置図	5-62
図 6.1-1	月別平均観測結果 1994年2月 Berzack	6-33
図 6.1-2	月別平均観測結果 1994年3月 Berzack	6-34
図 6.1-3	月別平均観測結果 1994年4月 Berzack	6-35
図 6.1-4	月別平均観測結果 1994年5月 Berzack	6-36
図 6.1-5	月別平均観測結果 1994年6月 Berzack	6-37
図 6.1-6	月別平均観測結果 1994年7月 Berzack	6-38
図 6.1-7	月別平均観測結果 1994年8月 Berzack	6-39
図 6.1-8	月別平均観測結果 1994年9月 Berzack	6-40
図 6.1-9	月別平均観測結果 1994年2月 Koera	6-41
図 6.1-10	月別平均観測結果 1994年3月 Koera	6-42
図 6.1-11	月別平均観測結果 1994年4月 Koera	6-43
図 6.1-12	月別平均観測結果 1994年5月 Koera	6-44
図 6.1-13	月別平均観測結果 1994年6月 Koera	6-45
図 6.1-14	月別平均観測結果 1994年7月 Koera	6-46
図 6.1-15	月別平均観測結果 1994年8月 Koera	6-47
図 6.1-16	月別平均観測結果 1994年9月 Koera	6-48
図 6.1-17	代表日の外気温(Tenv)と太陽電池温度(Tsc)の関係 Berzack	6-49
図 6.1-18	代表日の外気温(Tenv)と太陽電池温度(Tsc)の関係 Koera	6-50
図 6.1-19	代表日の外気温(Tenv)と制御盤内温度(Tinv)の関係 Berzack	6-51

図 6.1-20	代表日の外気温 (T_{env}) と制御盤内温度 (T_{inv}) の関係 Koera	6-52
図 6.4-1	家庭用太陽光発電揚水システム概念図	6-75
図 6.4-2	農業用太陽光発電揚水システム概念図	6-76
図 7.3-1	計画作付体系	7-32
図 7.4-1	アレイ・クロッピング様式図	7-33

ANNEX 目次

- ANNEX A. 一般
- ANNEX B. 農村社会
- ANNEX C. 地表水・灌漑
- ANNEX D. 水理地質・地下水
- ANNEX E. 土壌・土地利用
- ANNEX F. 営農・栽培
- ANNEX G. 畜産・草地
- ANNEX H. 農業経済・普及・農民組織
- ANNEX I. 環境・農地保全
- ANNEX J. 既存井戸調査
- ANNEX K. 気象観測機器の概要
- ANNEX L. 気象観測
- ANNEX M. 太陽光発電揚水システム設置
- ANNEX N. 太陽光発電揚水システムの運転実績及びデータ解析

省略記号及び単位

省略記号	名 称
MAEME	対外関係・在外法人省
DNC	対外関係・在外法人省、対外関係局
MDR	農村開発省
DNA	農村開発省、農業局
DNGR	農村開発省、農村開発局
IER	農村開発省、農村経済研究所
PRODES0	農村開発省、西サヘル畜産開発計画
MMHE	鉱山・水利・エネルギー省
DNHE	鉱山・水利・エネルギー省、水利・エネルギー局
CNESOLER	鉱山・水利・エネルギー省、太陽・再利用エネルギー資源開発室
LESO	太陽エネルギー研究所
CEES	太陽光発電設備維持管理室
MTC	運輸・商業省
DNM	運輸・商業省、気象局
ME	環境省
PNLCD	環境省、沙漠化防止対策国家計画室
CSE	環境省、沙漠化防止対策国家計画室、沙漠化防止環境対策室
CAC	ナラ県地域開発センター
DNAFLA	識字教育局
EDM	マリエネルギー公社
MAV	マリアクアビバ
FED	ヨーロッパ開発基金
IDA	国連国際開発協会
BM	世界銀行
PNUD	国際連合開発計画
FAO	国際食糧農業機構
WMO	世界気象機構
OERHN	アッパーニジェール水資源公社
OMVS	セネガル川開発局
PRS	地域太陽光開発計画

単 位

FCFA アフリカ財政共同体フラン
U.C. 家畜単位 (LU)

用 語

REGION 行政区
CERCLE 県 (行政単位)
ARRONDISSEMENT
 郡 (行政単位)
SECTEUR 郡の下にあり数村落よりなる開発区

第1章 序 論

1-1 調査の背景

マリ共和国は1960年フランスから独立して以来、農牧畜業に重点を置いてきた。農業はマリ経済にとって重要な産業であり、とうじんびえ、もろこし、とうもろこし等主要穀物の増産を奨励しているが、不安定な天候と旱魃により需要を満たすには至っていない。同国はほぼ10年に一度大きな旱魃の影響を受け、その都度植生が破壊されるため、農産物や家畜が減少し国民の生活環境に甚大な被害を与えている。

マリ国においては、1960年以来1985年までに4度の国家開発計画が策定されてきたが、概して過大な成長率見込みと必要投資資金の調達が不首尾に終わったことで、計画の達成実績は低調であった。1987年に開始された第5次計画(87~91年)はこれまでの計画の反省から、実質GDP成長率を4%/年、投資目標を5,700億FCFAと低めに設定し、計画の完全実現を目指した。

この計画の中では

- (1) 食料自給の達成
- (2) 沙漠化防止
- (3) 国民のBHNの充足
- (4) 雇用の促進
- (5) 交通網の整備拡大

を目標としている。

又、当国の太陽光発電揚水システムは約15年程前から諸外国の援助により設置され、現在約220余りの太陽光発電施設が主に飲料水用と牧畜用揚水に使用されている。一部で極く小規模のかんがいを目的とした野菜中心の実証圃場に利用されている。既設設備の問題点は設備の維持管理が農民にとって困難なことである。運転停止している既設設備の多くは主にポンプの故障に起因するが、購入資金の不足等により部品の調達ができないことによる。

沙漠化が進行しつつあるマリ国にとって、沙漠化防止を前提とした経済発展、食料自給、地方分散が最重要課題となっているが、その為にはエネルギー確保が主要課題の一つであり、日射・日照条件において格段に恵まれているので太陽光発電は重要なエネルギー源であり、その開発が強く望まれている。

この様な状況の中、マリ国政府は、1991年9月、日本国政府に対し、同国首都バマコの北方約350kmのモーリタニアと国境を接するナラ県において、地下水を太陽光発電システムにて揚水し、農村の緑化・農業活動の活性化を図る為の実証調査を内容とする本件調査の要請を行った。

この要請を受けて、日本政府は、1992年3月及び10月、マリ政府要請の背景・内容の確認及び日本政府の協力、可能性、作業範囲の検討を行うため、第一次及び第二次の予備調査を実施した。

予備調査において、適切な農業・農村開発による住民の定住化が沙漠化防止の為にも必要であること、同地区の地下水賦存量は当初の予想よりも少く、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。

まず第1段階として、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することとした。第2段階の農業実証・総合農業開発計画調査、太陽光発電揚水実証・太陽光発電揚水計画調査については、上記調査の結果を踏まえ、実施について検討することが確認された。

以上の結果、第1段階として農業・水資源・太陽光発電基礎調査にかかる実施細則(S/W)が、1993年3月、締結され、これに基づき1993年9月、マリ共和国ナラ地域農業開発計画調査(農業・水資源・太陽光発電)団が派遣された。

1-2 調査の目的

本調査の目的はマリ国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。

この調査は上記の目的を達成するためナラ地域の自然社会経済環境を調査し農業を中心とした地域住民の定住化と水資源開発による沙漠化防止の具体的手法を現地で実証するため2段階に分けて実施する。

農業部門では地域の農業の現状把握と開発の制限要因を検討し、開発の基本条件である利用可能な水資源の評価を主目的とした農業・水資源基礎調査を第1段階として実施する。

この調査と同時に太陽光発電揚水部門では太陽光発電による小規模の地下水揚水のための予備的実証調査を第1段階として実施し、その開発の妥当性・技術移転手法を検討する。

第2段階では上記の調査結果を踏まえ、利用可能な水資源に基づく用水を確保し農業及び水資源開発の具体的手法を実地の試験を通じ、実証調査を行う。

1-3 調査の経緯

本調査は1993年9月より1994年3月まで現地調査が実施され、調査終了時に現地調査結果をインテリム・レポートとして取りまとめ、提出・説明協議を行った。

農業・水資源部門では、1994年4月以降は国内作業において調査結果の詳細解析・検討を行い基本的農業開発戦略の策定を行った。また、太陽光発電揚水部門でも気象観測データの収集・解析及び太陽光発電揚水機器の運転維持管理データ収集の現地作業と並行して、国内作業で太陽光発電揚水システム予備評価と農業・水資源部門と共同で総合評価、基本的農業開発戦略を策定し最終報告書として取りまとめたものである。

(1) 作業管理委員会

委員長	中村 良太	東京大学農業部教授
委員	佐藤 正仁	農林水産省国際農林水産業研究センター 企画連絡室海外研究交流科長
委員	長江 亮二	農林水産省東海農政局計画部資源課地質官
委員	山本 雅亮	通産省資源エネルギー庁公益事業部技術課技術班長

(2) 調査団の構成

調査団は農業・水資源部門と太陽光発電揚水部門より成り、農業・水資源部門の総括である高橋宏徳が調査団全体の団長である。各部門の構成要員は次のとおりである。

(a) 農業・水資源部門

氏名	職種
1) 高橋 宏徳	総括
2) 後藤 道雄	水質・水資源・かんがい(副総括)
3) 柿崎 崇	農村社会
4) 西元 弘隆	水理地質・削井指導・地下水

- | | | |
|-----|----------------------|----------------|
| 5) | グラムホッスイン
ショコヒファルド | 土壌・土地利用 |
| 6) | 下条 哲成 | 営農・栽培 |
| 7) | 柴田 俊英 | 農業経済・農業普及・農民組織 |
| 8) | 香西 献 | 畜産・草地 |
| 9) | 森丘 直人 | 環境・農地保全 |
| 10) | 新井 忠雄 | 通訳 |

(b) 太陽光発電揚水部門

氏名	職 種
1) 宮川 喜章	総括
2) 松島 憲章	太陽光発電施設計画
3) 藤田 元夫	水文・水理/地下水
4) 戸張 延俊	揚水試験
5) 藤井 克己	気象
6) 小川 一郎	給配水設備
7) 橋本 雄生	気象観測機器設置
8) 岩井 順一	太陽光発電揚水機器設置
9) 望月 博道	施設維持管理
10) 山下 哲博	社会組織
11) M.L. Knight	経済
12) 井口 憲彦	通訳
13) 千葉 真	通訳

(3) マリ国側カウンターパート

氏名	担 当	役 職 名
Ousmane TOURE	コーディネーター	農村開発省 農業局技師
Nanga BERTHE	農業	農村開発省 農業局技師
Madia SIDORO	水利・水資源	鉱山・水利・エネルギー省 水利地質官
Mamadou DIARRA	太陽光発電	太陽・再利用エネルギー資源開発室 太陽光発電課長
Mamadou L. FOFANA	気象	運輸・商業省 気象局 気候部長
Dalla DIARRISSO	土壌・土地利用	農村開発省 農村経済研究所 土壌専門家
Dalinson COULIBALY	畜産・草地	農村開発省 畜産局 獣医・畜産技師
Sangare BOLI	環境・農地保全	環境省 水・森林局技師

第2章 社会経済的背景

2.1 国家経済

2.1.1 経済の現状

マリは天然資源の乏しい農牧国であり、内陸国のために輸入原料が割高で国内商業需要が微弱であり、このことが国内の工業を含む第2次、第3次産業の発展を阻害してきた。国内総生産の約半分を占める第1次産業は気候変化に左右され易い、いわゆるサヘルの環境問題にその発展の制約を受け、実質的には国内の主要農産物生産はニジェール、セネガル両川の沿岸とその南部に多くを依存する。

1987年価格による国内総生産の動向 (単位：10億 FCFA)

年次	第1次 産業	農 業	牧 畜	第2次 産 業	第3次 産 業	国内 総生産計
1989年	310	143	79	86	234	630
1990年	306	140	83	92	232	630
1991年	298	115	90	94	230	622
1992年	336	146	95	97	236	669

農業・牧畜は内数

低迷する世界の農産物市況のなかで、輸出品価格の75%を占める綿花及び家畜に大幅に依存する輸出収入は工業製品、エネルギー及び不足食糧などの輸入支出を賄い切れず、年々4億ドル程度の貿易赤字が累積している。借款などの年間返済金は国内の予算赤字と同じ規模の1~2億ドルに達する。さらに、1994年1月に40年以上据え置かれた CFA フランの仏国フランとの交換率が2分の1に切下げられたことが、今後の国家経済に大きな負担となると考えられる。

国際収支の動向 (単位：10億 FCFA)

年次	商業収支	用役輸出	同輸入	負債利子	借 款	他の勘定	国際収支
1989年	-70.1	32.5	58.3	7.4	23.0	-10.9	-91.2
1990年	-80.1	22.8	46.2	8.7	14.1	-0.7	-98.8
1991年	-80.2	20.0	26.2	10.2	38.5	-36.4	-94.5
1992年	-93.4	34.3	46.6	12.0	4.0	+2.9	-110.8

貿易収支の動向 (単位：10億 FCFA)

年次	総輸出	綿 花	家 畜	金	総輸入	石 油	穀 物	収支計
1989年	87.5	45.1	22.3	8.1	157.6	14.3	5.7	-70.1
1990年	92.0	42.6	24.6	11.9	172.1	20.4	3.3	-80.1
1991年	100.0	48.9	27.3	14.0	180.2	14.5	10.0	-80.2
1992年	87.0	35.8	25.5	15.8	180.4	13.9	10.3	-93.4

2.1.2 国家開発計画

現行の国家開発計画は経過措置としての暫定的1992-1995経済・財政中期計画であり、1992-1993年にわたって実施された後、新たな国家経済社会・文化4カ年計画が1993年10月に提出され、同年12月に公表されている。新開発計画は1987-1991年の5カ年計画など過去の行政実績の検討結果を基に1994-1997年について樹立されている。当面、各事業ごとの計画・予算配分案は1994-1996年の3カ年について示され、その特色としてつぎの樹立方針が挙げられる。

- 開発実施主体が従来より一層民間部門に移行する(民営化の推進)。
- 農村、水資源開発など現行の各部門別の開発政策を重点的に継続する。

なお、上記第2項に関しての短・中期の重点施策は農村経済面、とくに農業及び畜産に大きく依存する国民の生活水準の向上に置かれる。

国際的視点に立脚した今後の政策の方向付けに関する各部門の合意点としてはつぎの3点が挙げられる。

- 持続可能な経済成長の誘導と人口増加の抑制
- その成果が広く国民一般へ行きわたるような生産活動への国民総参加

- 政策・産業における環境的視点の重視

これらの目標を実現させるために開発途上国としての責任ある自主開発、適切な規模の外国からの援助・貿易及び資本投資規模の拡大が必要と述べている。

また、国家的視点から対策を必要とする事項としてはつぎの諸点が挙げられる。

- 2000年に1千万人を越すと見込まれる人口への対策、教育の普及、人口増加に対応する社会インフラなどの整備
- 農業・畜産に国民の80%以上が従事し、近年第3次産業における国民総生産の伸びが著しい国家経済に生産材の投入増加の推進
- 国家の赤字財政の再建・健全化のため民活法の強化による国家企業の整理

農業・畜産など第1次産業部門及び環境部門で指摘される問題点はつぎのとおりである。

(1) まず、国家財源の3分の1以上を消費し、輸出資源の4分の3を産出する農業ではつぎの問題がある。

- 早魃に見舞われ易いサヘル地帯での農業開発には環境など問題が多いこと
- 国の北部での天水作、牛の飼養は天候に左右されやすいこと
- きび、もろこしの収量は早魃によって平年作に対しサヘル地帯では55%、スーダン地帯では80%に低下すること
- サヘル地帯での家畜の飼料資源は年間変動の振幅が大きいこと

(2) また、国民総生産の約17%を占める畜産業ではつぎの問題を抱えている。

- 生産地帯における農業との土地利用の競合問題
- 家畜衛生に問題があるため畜産の生産性の維持が困難
- 飼養面積の狭小化が進み、人口圧力が増大

(3) 更に、産業活動上重視すべき環境部門の問題点としてはつぎの諸点が指摘されている。

- 部門間調整を欠く事業数の増大と開発事業における多角的検討の欠如
- 環境面での外国資金活用上の困難

上記の諸問題に対応し、計画のなかで採るべき施策目標をつぎのように掲げている。

- 農・林・畜・水産部門の労働生産性向上による都市との格差の是正
- 国民経済への部門的貢献として食品産業・輸出への方向付けの強化

- 土地、水、植生などに対する国民の需要と資源の合理的活用を考慮した資源利用の強化

また、目標達成の手段として天然資源・環境の管理に関してつぎの方策を措る。

- 土地所有制度の整備
- 資源管理の地方分権化と適度な土地利用面積の拡大
- 輸出資源増大を目途とした放牧資源に対する適正家畜頭数の維持
- 天然資源の利用合理化の柱としての土地改良事業計画の策定

つぎに、食糧戦略としてはつぎの項目を重点事項としている。

- 食糧不足多発地域の食糧安全確保のための穀物市場の組織化を進めること
- 農民の食糧貯蔵が対策の鍵となるためこれを新たに戦略に加えること
- 食品技術研究に関し一層の永続的努力を傾注することとすること

こうした戦略を実現するための生産対策の重点施策にはつぎの諸点を挙げている。

- 米、砂糖、牛乳、油料種子等の輸入代替を図り、国産品の保護政策を措る傍ら生産を多様化すること
- 天水作の戦略として国の南部での多収メイズ・もろこしの作付け拡大、集約化による生産性の持続的増大を図ること
- サヘル地域では地域に適応した家畜頭数の維持を図ること
- 畜産分野では飼料作物の導入、作物残渣の効果的利用を推進
- サヘル地域では牧畜業者がその生態環境に即応した放牧頭数の安定化を図る必要性

2.1.3 国家経済における農業政策

1992年3月当時の農牧環境省によって農村開発分野の基本計画が策定され、今後の国内各地における開発の指針として利用され、このなかには資源の活用、食糧需給、輸出向け商品生産、農業支援の方法と開発方向などが示されている。国家の農業食糧政策に対する新たな取組として行動計画に採択されている項目は、農村開発担当省の計画策定組織の強化、長期計画策定戦略の検討、農業食糧技術の革新と研究、農林畜産輸出の振興計画樹立、落花生及び蛋白源作物の振興、消費・生産の多様化促進国家計画の樹立、農村開発制度の改革、農村インフラ整備計画、国土改良事業の策定が挙げられている。

サヘルの天水依存農業についての農業政策の中では次の各項が基本的認識となっている。

- サヘル地帯では作付面積の増大がすでに推奨できない状況にあり、単収の増加も農学的に限定される。それでもこの地域の農業発展は牧畜体系で(放牧行程・区域管理の改善と繁殖率の向上その他の畜産技術向上を通じ)見込み得るが、天水作物については旱魃脆弱性の軽減の見地から改善を図る。本地域の生産強化の構成要素は農業の多様化と農・牧複合化である。
- 農・牧複合化は畜産部門からの堆肥の供給と農耕部門からの副産物の提供を効率的に組み合わせることにより両部門の生産を同時に向上させる。
- 天水依存農業における自然環境退化の防止は重要であり、草地・灌木林における火入れ(焼畑)時の延焼防止と過放牧状態の回避が当面の課題といえる。人口増大に伴う無計画な耕地面積の増大や休閒抜きの耕作による強度な地力収奪・荒廃化を生じないような住民間の意識醸成が必要である。

農業政策の背景となる全国の食糧需給については、現在の国民1人当たり年間食糧消費量は下表のようになっている。

	国民一人当たり食糧消費量 (単位: kg/年)		
	全 国	都市部	農村部
穀 物	212	169	249
食 肉	6.1	10.9	4.9
魚	9.6	11.7	9.1
乳製品	8.7	4.8	9.8
野菜・果物	4.1	12.0	2.1

2010年の消費予測では熱量はわずか2%(2,500カロリー)の増加、穀物消費は4%減、蛋白脂肪消費は6%増となっている。

食糧需給部門のうち貿易については、1992年の穀物輸入は79千トン、同輸出11千トン、国内供給1,916千トン、穀物自給率97%(旱魃年には80%台に低下する)であり、輸入は都市部の需要を賄う小麦及び米であった。ただし、国内の地域別に見れば常に南部は過剰傾向、サヘル地域を含む北部は不足傾向にある。また、伝統的自給穀物の利用可能量は1984年の期間に112~211(平均172)キロ/年/人と大幅に変動(標準偏差0.23)している。

2.2 沙漠化防止国家計画 (PNLCD)

(1) 沿革

地球規模の気候変動に伴い、サハラ沙漠の拡大が周辺諸国への脅威となりつつあることが1970年代に国際的に認識されるに至った。これに対応するため、OECDは1973年9月にサハラ砂漠周辺に位置する8カ国を対象に先進各国と強調して沙漠化防止に取り組むため、サヘル諸国旱魃対策委員会 (CILSS) を設立した。1984年10~11月にCILSSはモーリタニアで沙漠化防止セミナーを開催した。このセミナーでは、生態系および社会経済状況から地域を総合的に把握し、住民が問題の所在を理解し変化の必要性を認識することを前提とし、その対策を(1)食糧の自給と(2)生態系の均衡を目標とした農村開発として位置づけた地域戦略を採択した。

これを受けてマリ政府は1985年10月に沙漠化防止計画の策定作業を開始、1987年にUNSO、UNDPおよびUSAIDの資金により沙漠化防止国家計画 (PNLCD) を策定実行に移した。1987年に開始した経済社会開発五ヶ年計画では沙漠化防止を開発目標の一つとして取上げ、防止のための技術開発と植林の分野に重点をおいた。さらにマリ政府は1992年3月に、沙漠化防止の基礎となる農村開発の基本計画を発表した。

五ヶ年計画終了後、PNLCDをさらに推進し調和ある開発をすすめるため、天然資源管理プロジェクト (PGRN) を開始した。現行の経済社会、および文化開発四ヶ年計画 (1994~1997) では、対策を個別に実施するだけでは効果があがりにくいことを認識し、沙漠化を環境問題として採り上げ、天然資源管理を念頭に置き、農業、畜産、漁業、林業が自然環境と調和した農村の開発を進めることにより、環境対策・沙漠化防止を行うこととしている。

沙漠化防止は、当初は農業・牧畜・環境省の管轄であった。1993年に政府機構の改革で、農業・牧畜・環境省は農村開発省と環境省に分割された。現在、PNLCDはPGRNとともに環境分野として水・森林局とともに環境省の管轄となっている。

(2) 沙漠化防止国家計画の概要

CCE/USAIDの援助によるマリ全国を対象とした国土資源調査 (PIRT、1986年) では、生態的特性と農業気象的特性を組み合わせた農業生態ゾーンとして全国を六つの区域に分類した。沙漠化防止計画 (PNLCD) はPIRTの成果をもとにニジェール内陸デルタゾーンを加えて全国を七つの農業生態ゾーンに分け、それぞれの自然資源の合理的な利用を通して、環

境と調和した農業・畜産・漁業・林業を住民の理解と参加のもとで推進するものである。PNLCDは国家開発目標、特に農村開発、食糧自給および保健・衛生状態の改善の目標を達成するために不可欠なプロセスとなっている。

PNLCDは実施にあたり次の八つのサブ・プログラムを提案している。すなわち(1)国土整備計画(各ゾーンにモデル実験地区を設けその成果をゾーン内へ拡大)、(2)「緑の壁」計画(沙漠化の進行が著しい地域を対象にグリーンベルトを形成)、(3)教育・情報提供・キャンペーン計画(住民・技術者・政策担当者の感化)、(4)沙漠化研究計画(自然条件と社会経済条件に見合った生産システムの開発)、(5)事業調整強化計画(農村開発などの既存事業の調整と強化)、(6)薪燃料節約計画(薪炭の効率的な利用と代替エネルギーの開発・普及)、(7)付帯処置計画(法制・機構・資金の面から支援)、(8)調整・監視・評価計画(計画と事業のフォローアップおよび調整)である。このうち具体的な沙漠化防止活動は国土整備計画と「緑の壁」計画である。「緑の壁」計画は日本のJOFCAがナラ県のカルンバで実施している植林試験事業を含んでいる。

2.3 エネルギーセクター

2.3.1 エネルギーセクターの現状

他の非産油、低所得国と同様、マリ共和国も (a) 石油製品の全面的輸入、(b) 環境悪化をもたらす薪炭類の無計画な開発、(c) 代替エネルギーとしての新・再生エネルギーの高い開発コスト等の問題点に直面している。一方、1981年にIDAの資金で実施された石油探査の評価の結果では、経済的開発可能な石油の埋蔵量は存在しないとされている (ESMAP、Report No. 8423-MLI)。

同国のエネルギー消費量は従来型のエネルギー関連のデータの不備により、全体像が把握困難な状況にあるが、ESMAPにより、1987年最終消費量が石油換算で193万トンと推定されている。その内訳は、薪炭、バイオマス等の従来型のエネルギーは90.7%、石油は8.6%、電気は0.7%となっており、この内薪炭類の90%は家庭の調理用に、石油の70%は運輸部門で消費されている。

エネルギー需給バランス概要-1987

(単位：1000 t 石油相当)

	製品	輸入	最終需要	最終需要率
薪	1,786	-	1,601	83%
バイオガス	111	-	111	6%
炭	-	-	38	2%
電力	40	0	13	1%
石油	-	174	166	9%
合計	1,937	174	1,929	100%

出典： Table 1.1, p 6 : Report No. 8423-MLI : Mali - Issues & Options in the Energy Sector; ESMAP.

気候的に土地の侵食や生産力を低下させ易い環境にあり、さらに森林資源は薪炭需要や農・牧畜業の為の無計画な開発にさらされているが、最近の調査では需要に比較して、森林資源がかなり多く、枯木のストックも相当量存在するので、短・中期的に需要を十分に満たすことが可能と報告されている。しかし、特に都市周辺部に於ける過大な乱伐等により将来的な環境の大幅な悪化、供給可能量の不足が危惧されている。

石油は全量輸入されている上、内陸国の為、輸送費が非常に高い比率になっている。その結果、1987年時点に於ける石油製品の輸入額は全輸入額の14%（全輸出額の27%）を占めるに至っており、国家財政上厳しい状況にある。政府としては、石油の輸入、配分等の効率的な管理体制の確立をエネルギーセクターの重要な課題であるとしている。

水力資源は現在の電力需要に対し十分なポテンシャルを有している。即ち、1993年時点の50 MW、263 GWh 需要レベルに対して、技術的に開発可能なポテンシャルは800 MW、5,700 GWh/年と推定されている。このような状況にあるため、石油の代替エネルギーとして水力発電プロジェクトの一層の開発を進めることを基本政策のひとつとしており、現在、世銀の資金協力で、マリ、モーリタニア、セネガルの三国共同でManantali多目的ダムプロジェクトが進められている。

2.3.2 電力セクターの現状

エネルギーセクター全体を統轄している鉱山水利エネルギー省（Minister des Mines, de l'Hydraulique et de l'Energie : MMHE）、水利エネルギー局（Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie : DNHE）の配下にエネルギー局（Division de l'Energie）があり、同国の電力部門の直接の運営及び管理を実施している。最近の世銀が行った電力部門の評価によれば、電力部門の現状は、組織、運営、財務及び制度上において統一性に欠けており、より効率の良い運営及び発展をするためには大きな改革が必要とされている。

マリエネルギー公社（Energie du Mali : EDM）はマリ国に於ける電力及び水道事業を行なっている公社であり、国営企業である。原則的に電力施設の計画、施工、運営を実施しているが、全ての設備に対して関与しているわけではない。マリで最大規模の設備であるSélingué水力発電所はアッパーニジェール水資源公社（the Office pour l'Exploitation des Ressources Hydrauliques du Haut Niger : OERHN）により開発され運営されてきたが、最近EDMはこの設備の運営を引き継いでいる。また現在建設中のものとして、Manantali多目的プロジェクトがあり、このプロジェクトはセネガル川開発局（the Organisation pour la Mise en Valuer du Fleuve Senegal : OMVS）により開発が進められている。

マリ国の電力システムはSélingué水力発電所（44 MW）を主電源とする150kV、60kV及び30kV送電線でBamako、Fana、Segou、Kulikoro、Kalana等の需要地を連系した系統（以後中央系統と呼ぶ）と小規模のディーゼル発電機（Kayesに小水力有）を電源として、夫々の地域毎に15kV又は低圧配電線で供給している孤立系統（1993年時点で10ヶ所）で構成されている。将来計画を含めた中央系統の系統図を図2.3-1に示す。

発電設備は1993年時点で中央系統71.8 MW（内水力：49.4 MW）、孤立系統12 MWであり、その他19 MW程度の自家用発電設備がある。設備容量は現在の需要に対し、妥当な水準にあるが、水主火従の設備構成による乾期の出力低下（水力は約60%程度に低下）及びディーゼル発電設備の老朽化が著しく、部分的に不足が生じている。

1993年度の発生電力量は中央系統で243 GWh（ピーク：46 MW）、孤立系統25 GWh、合計268 GWhであった。一方、需要家数は56,027（内中央系統：45,468）で、国民の約5%のみが公共の電気恩恵を受けており、その消費電力量は中央系統200 GWh（損失：18%）、孤立系統19 GWh（損失：23%）である。

現在、世銀の資金協力でマリ、セネガル、モーリタニア三国共同で開発を進めているManantali多目的プロジェクトはセネガル川上流、マリ国内に位置している。全体計画の内、多目的ダム（貯水面積 450平方キロ、貯水容量 110億トン）が既に完成しているが、発電機の据付工事、送電線の建設工事が大幅に遅れている。バマコに電力を送る220 kV一回線送電線（295 km）の完成が1996年以降と予想されており、それ迄の供給力不足を補う為にディーゼル発電機の増設が必要であるが未だ目途が立っていない。Manantali発電所の設備容量は4 x 50 MWで年平均可能発生電力量は800 GWhであり、その配分比率はマリ52%、セネガル33%、モーリタニア15%と計画されている（ESMAP Report No. 8423-MLI）。

2.3.3 新・再生エネルギーセクター

日射量は年間を通じて月平均4~7 kWh/m²/日と、太陽エネルギー資源は豊富で、安定している。一方、風力エネルギーは不規則で、地域のバラツキが大きく、全体的に小さなポテンシャルしかない。農業の副産物である麦わらやトウモロコシの茎等の資源は量的に多いが、エネルギー以外の目的に既に利用されており、農工業の残留物は燃料及び動物のエサに利用されている。

新・再生エネルギーとして十分なポテンシャルを有する太陽エネルギーは早くから、注目されてきており、1965年に太陽エネルギー研究所（LESO）が設置された。25年以上たった現在、サヘル地区では卓越した位置を占めるに至っているが、非常に限られた役割しか与えられていない。LESOが現在国立太陽・再利用エネルギー資源開発室（Centre National de l'Energie Solaire et des Energies Renouvelables：CNESOLER）と名称変更している。

太陽エネルギーの開発は太陽熱と太陽光の両分野で進められている。太陽熱は家庭、ホテル、

工場等の湯沸器、穀物の乾燥等への利用が主体であり、太陽光は揚水、照明、バッテリー充電、冷蔵庫、通信機器等への利用が行なわれている。

家庭用の太陽熱を利用した湯沸器は1975年以来、LESOにより200台余りが設置されたが電気ヒーターに比較して、初期投資が約2倍程度と高い上、技術的な問題も多く、熱湯を必要とする期間も短く（約3ヶ月／年）、その後市場が拡大されていない。太陽エネルギーの内、最も広範囲に渡って活用されている分野は飲料水、農業用水確保の為の揚水である。1987年時点で全世界で20,000セット程度の設置が報告されているが、マリには約220セット設置されており、サヘル地区でも最大の太陽光ポンプ設備の保有国となっている。これらポンプの殆どはボアホールに設置されており容量的に0.9 kW～1.6 kWである。

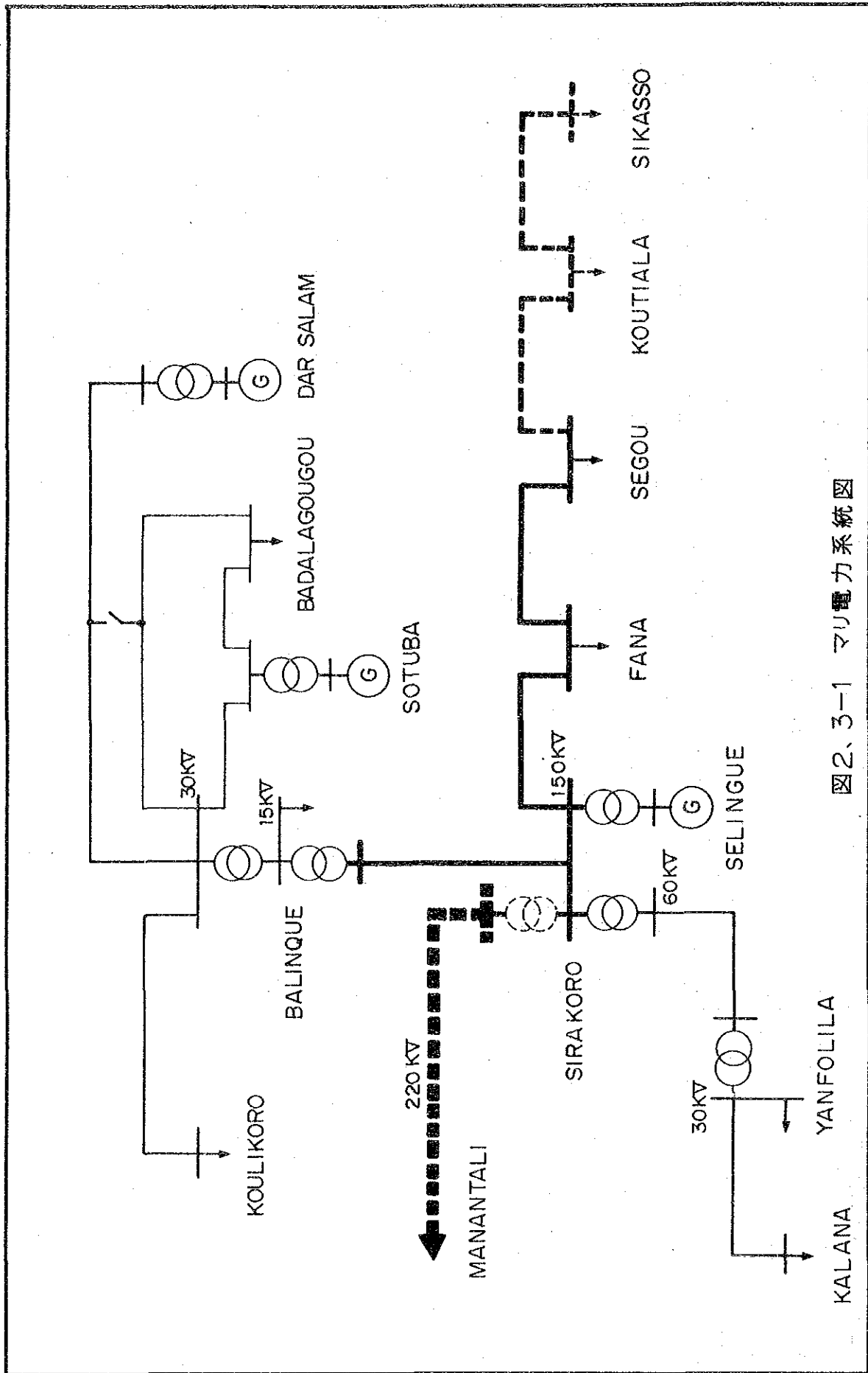


図2、3-1 マリ電力系統図

第3章 調査対象地域の一般状況

3.1 自然状況

3.1.1 位置及び範囲

調査対象地域であるナラ県は北緯14°04'~15°30'及び西経6°20'~9°10'の範囲にあり、北はモーリタニアと国境で接している。首都バマコからは約350km北方に位置しており、クリコロ行政区に属し、約30,746km²の面積を有している。

3.1.2 地形及び地質

(1) 地形・土地景観

ナラ県は殆どが標高250~310mの範囲内にあり、極めて平坦な地形を呈している。谷地形は県南部及び西部地域に緩いものが認められる。県中央部にはセネガル川の最上流部に位置するサーベントバレーが在り、河川の堆積物で河道が埋没した化石谷を形成しているが県中央部から南部にかけては多数の砂丘及びワジが見られる。雨期が始まると共に平坦な台地の比較的低い所にマレと呼ばれる溜池が各地で形成される。

(2) 地質

Nara県の地質はインフラカンブリア界、カンブリア系、コンチネンタル・インテルカレルから成る。インフラカンブリア界、カンブリア系はベルモ・トリアスの貫入を受けている。(図3.1-1参照)

インフラカンブリア界はNara県の南部に広域に分布する。本層は灰色を呈する堅硬な砂岩、片岩質砂岩、片岩からなり、不規則な割れ目によって塊状化され特異な地形を呈する。

カンブリア系はNara県の中部および北部に広域に分布する。本層は灰色を呈し、微弱な変成作用を受けたシルト岩から成る。一般に均質であるが、片岩質砂岩と砂岩質片岩が有律な互相を呈し黒色あるいは紫や青黒色の粘土質である。本層を第四系の砂丘が覆う場合、平行して配列する砂丘間の低地に大規模なマレ(mare)が形成されている。

Nara県のカンブリア系には板状の片理が発達している。この片理は地下浅所では圧力の減少により解放性であるが、地下深部では密着している。これらの片理に交差して形成された幅数mm程度の傾斜した“裂か”は炭酸塩鉱物で充填されている。

ジュラ系は Nara 県北東部のナラ地溝に分布し、コンチネンタルアンテルカレル (C.I.) と呼ばれている。C.I. は粘土、砂質粘土、粘土質細粒砂、砂の互層から成り、マリ国の重要な帯水層のひとつである。上部をコンチネンタルテルミナル (C.T.) に覆われるとする説があるが、Nara 県では C.I. と C.T. の境界は明瞭ではなく、C.T. については不詳である。

ナラ地溝に分布する C.I. の層厚は、同地溝の軸部で 400m 程度とされている。しかし、Nara 県には、北東部に同地溝の南西端部のみが属し、地溝の中心部を欠くため、C.I. の層厚は前述の 400m より小さく、確認されている最大層厚は 165m 程度である。Nara 県のナラ地溝および C.I. については詳細な調査はなされていない。

第四系は未固結のシルト混じり中粒～細粒砂、シルト、土壌からなり、前述の各地層を覆って Nara 県全域に分布する。

シルト混じり中粒～細粒砂は固定砂丘地形あるいは平坦面を形成し、シルトおよび土壌は地形的底部および同底部に形成されたマレの湖底に平坦面を形成している。いずれの場合も第四系の層厚は一般に数 m～10 数メートル程度である。

ペルモ・トリアスの貫入岩は、カンブリア系及びインフラカンブリア界に貫入している。堅硬緻密な黒色のドレライトから成り、岩体頂部は風化帯を形成する。晶洞にはドレライト岩体貫入後の冷却による割れ目が発達している。

既知の岩体は 20 万分の 1 地質図「Nara」によれば、Nara 県の北部に、ENE-WSW 方向に点在し、最大の岩体規模は 12km × 8km に達する。ドレライト岩体はこれら以外に、Nara 県の南西端に小岩体として分布し、さらに南西方の Kolokani、Kayes 両県に断続して配列している。これら Nara 県の北部と南西部のドレライト岩体群は、互いに NE-SW 方向に配列しており、これらの間では、その他のドレライトの小岩体が各所でカンブリア系中に貫入している。ドレライト岩体は地表にまで達せず、地下深く存在していることが本調査により明らかになった。

3.1.3 土壌

(1) 土壌分類と特性

Nara 県の土壌は 3 種に大別されるが、これらの起源は古期沖積堆積物、新期沖積堆積物、風積及び古期堆積砂層である。これらの土壌群はつぎの各目から成る。

- 1) レゴソル：これらの土壌は砂丘及び砂堤上に分布し、発達した層位分化が見られず、有機物の堆積が無く、土性は微粒 - 粗粒質にわたり、平坦または起伏のある地形上に

分布する。これらの土壤の分布面積は4,062平方kmに及び、ナラ県の全面積の13.2%を占める。

- 2) アレノソル：非固結母材に由来する、微弱な層位分化を伴う粗粒質土壤から成り、分布面積は15,728平方kmすなわち県面積の51.2%に相当する。
- 3) ルビソル：低いイオン交換容量を持つ粘土分を含む層位の良く発達した土壤であり、これらの土壤にリトソル(岩石土)などの瘦薄土壤を伴う。その分布面積は9,845平方km、すなわちナラ県面積の約32.1%に及ぶ。
- 4) その他の土壤、例えばパーチソルもナラ県内に分布するが、それらの面積は僅かに1,111平方km、県面積の約3.5%に過ぎない。パーチソルは自然肥沃度が高く、生育条件が揃えば高い収量が期待できる点を付記したい。

(2) 各郡の土壤分布

県内6郡に分布する土壤の特性は次のようにまとめられる。

1) Balle 郡

土層の深さは約1m、表土は砂質、その他の断面部分はシルト質粘土である。マレの底土、その他の凹所の土壤はシルト質粘土の土性を示す。場所によっては露岩上をラテライト質の母材及び風積砂層が被覆して(0.3m以下の)浅い土壤が生成し、その上に自然植生が自生することがある。これらの土壤は一般に物理化学的に瘦薄で肥沃度が低く、過度に良好な自然排水のために土壤水分の不足が生じやすい。これらの土壤のほとんどに、とうじんびえ、もろこし及びとうもろこしが栽培されるが、それらの収量は非常に低い。

2) Dilly 郡

地表の凸所では土性は砂質となり、厚い土壤断面(約1m)を通じて構造的変化を示さない。しかし、マレその他の凹所では土性が砂質粘土である。場所によっては風積堆砂が微粒質の古期沖積堆積物を覆って比較的深い土壤を生成している。Dillyセクター付近では基岩はシスト(片岩)であり、純砂質土壤がとうじんびえの耕作に利用され、一方砂質粘土にはもろこしが栽培される。

3) Falou 郡

土層の深さは約1mあり、表土は風積堆砂から成り、断面の他の部分は砂質植壤土の土

性を示す。凹所では土性がシルト質粘土となる。所により堆砂が古期の沖積堆積物を覆っている。土壌は瘦薄であるが、とうじんびえ、もろこしが栽培されている。

4) Mourdiah 郡

地形の影響及び多くの異なる母材、たとえば風積堆砂あるいはその他の移動堆積した母材の存在のため、各種の異なる土性を示す土壌がみられる。丘陵基部では土壌は石礫質となり、他方平野部では粗粒質となる。基岩は先カンブリア紀の砂岩であり、土壌は所により極度に風化作用を受け、低い塩基置換容量をもつ粘土分がその特徴となっている。これらの土壌には、とうじんびえ、もろこし、数種の野菜及びたばこが栽培される。

5) Guire 郡

一般に表土は砂質であるが、下層はある程度の微砂及び粘土を含む。マレその他の凹所ではシルト質粘土が砂層、礫層を覆い、こうした場合の土層の深さは1m以上に及ぶ。場所によっては不完全に風化した母材が硬い基岩を覆い土層の厚さ約30cmの瘦薄な土壌を生成している。岩盤の露出(露岩)、石礫含量及び浅土層のためこれらの土壌は伝統的営農には不適であり、自然植生のままにして置き、放牧に利用する方がよい。これらの土壌にはとうじんびえ、もろこしが作付けられている。

6) Nara (Central) 郡

他郡の場合と比較して、ナラ郡の土壌は砂質であるが、ある程度のシルト及び粘土は土壌中に含まれ、場所によっては礫が不規則な沖積層を覆っている。ナラセクターの東部では細砂に被覆された固結ラテライト質及び粘質(アルジリック)の母材の層が見られる。一方、西部においては粘質母材は(灰褐色の)砂質植壤土及び淡黄褐色の細砂質植壤土に挟まれている。これらの土壌には腐植の集積がまったく、あるいはほとんど見られないが、粘土分があるために保水力がかなり大きく、このために作物栽培に適する土壌となっている。

(3) 土壌肥沃度

ナラ県の土壌の天然肥沃度は一般に低い。その制限因子としては砂質であること、低腐植含量及び低水分含量が挙げられる。こうした諸要因の矯正が土壌肥沃度の改良につながる。

ナラ県 Nara Central 郡のペドンの土壌分析結果

土層の深さ cm	土性	土壌構造	水分 %	pH (H ₂ O)	電導度 mS/cm	有機物 含量%	可塑性
0-10	壤質砂土	亜角塊状	0.1	6.8	0.03	0.20	非可塑性
10-25	壤質砂土	塊状	0.7	6.4	0.02	0.31	非粘着性
25-40	壤土	角塊状	1.5	6.3	0.02	0.23	微可塑性
40-60	微砂壤土	亜角塊状	2.0	6.7	0.02	0.31	微粘着性

上記試料採取地の地形：沖積平野 母材：沖積堆積物
 土地利用：農地休閑地
 植生：有刺低木疎林 Calotropis procera, Acacia nilotica, Cenchrus biflorus

ナラ県 Mourdiah 郡のペドンの土壌分析結果

土層の深さ cm	土性	構造	土壌 水分%	pH (H ₂ O)	電導度 mS/cm	有機物 含量%	可塑性
0-10	砂壤土	塊状	0.2	7.1	0.03	0.36	非可塑性
10-28	砂壤土	塊状	0.2	6.5	0.01	0.27	非粘着性
28-50	砂壤土	塊状	0.2	6.4	0.01	0.15	非粘着性
50-80	砂壤土	塊状	0.2	5.6	0.01	0.13	非可塑性

上記試料採取地の地形：平野(砂質地) 母材：沖積堆積物 土地利用：農地

3.1.4 気象及び水文

ナラ県に於ける気象観測所は下表に示す通りナラ県6郡の各首村及び Guire 郡の他の1ヶ村に設置されている。ナラ観測所では雨量、蒸発量、気温、湿度、風速及び日射量を、他の観測所では雨量のみが観測されていて、データはバマコ気象庁に送られ整理されている。

観測所名	緯度	経度
Balle	15°20'	8°35'
Boudjiguire	14°53'	6°52'
Dilly	15°00'	7°40'
Fallou	14°36'	7°56'
Guire	14°39'	6°41'
Mourdiah	14°28'	7°28'
Nara	15°10'	7°17'

(1) 気象

(a) 気温

年間の最高気温は5月に最低気温は1月に生起している。

(単位：°C)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高	30.7	34.1	37.5	40.7	41.7	39.9	35.1	33.6	36.1	38.2	35.8	31.1
最低	14.7	17.8	21.0	25.2	27.7	27.6	24.6	23.6	21.7	22.4	18.6	14.9

注) 期間 1980~1993年

(b) 湿度

最高湿度は最多降雨が生ずる8月に、最低湿度は3月に生起する。

(単位：%)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高	35.2	31.2	29.3	31.4	39.3	62.9	85.1	92.2	87.6	65.3	39.7	37.2
最低	13.7	10.3	9.7	10.5	13.6	23.6	41.8	50.4	37.7	18.9	13.6	13.3

注) 期間 1981~1993年

(c) 蒸発量

年間の総蒸発量は4,015mmとなっている。最大は5月の477.6mm、最小は降雨量の最も多い8月に139.7mmを示している。尚、観測には Piche 蒸発計が用いられている。し

かし、Piche 蒸発計は、信頼性も低いので、修正ペンマン法により、蒸発量を求めて見る。合計2,935mm/年となり Piche 蒸発計で求められた値の約73%を示す。

(単位：mm/年)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
Piche*	351.2	379.1	457.5	472.8	477.6	371.5	217.7	139.7	175.5	302.6	341.2	328.7	4015.2
修正 ペンマン法	193	213	282	302	341	273	264	222	208	220	239	178	2935

注*) 期間 1982~1993年

(d) 日照時間

年平均は8.2時間、最大は11月の9.1時間を、最少は6月の7.5時間をそれぞれ示している。

(単位：時間/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
平均	8.2	8.4	8.6	7.7	8.2	7.5	7.7	8.2	8.1	8.7	9.1	8.2	8.2

注) 期間 1981~1993年

(e) 風速

各月の平均及び最大風速は以下の通りである。

(単位：m/秒)

	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
最大	11.6	13.4	13.6	16.8	19.8	25.8	23.4	27.2	24.0	14.2	11.6	11.6	17.8
平均	1.9	2.4	2.5	2.6	2.4	3.0	3.0	1.8	1.6	1.5	2.0	1.8	2.2

注) 期間 1951~1980年

(2) 水文

(a) 降雨量

ナラ観測所の最近10ヶ年の平均月別降雨量は以下の通りである。降雨は6~9月の4ヶ月間に集中している。

(単位：mm/月)

	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
月降雨量	0.3	0.0	0.4	1.8	2.4	35.2	132.3	145.3	58.3	10.8	0.0	0.0	386.8

注) 期間 1984~1993年

1954年から1993年間での各観測所の10ヶ年毎の降雨量の推移は下表の通りであり、これを見ると最近の40ヶ年で降雨量は目立って悪化してきていると言える。

(単位：mm/年)

観測所名	1954/63	1964/73	1974/83	1984/93
Balle	550.1 (100%)	425.5 (77%)	362.2 (66%)	—
Dilly	—	450.5 (100%)	422.4 (94%)	—
Mourdiah	550.8 (100%)	501.8 (91%)	447.6 (81%)	—
Nara	485.0 (100%)	416.0 (86%)	408.3 (84%)	386.6 (80%)

注): —は欠測を示す。

(b) 等雨量線図

Nara、Balle、Dilly及びMourdiahの4観測所の1985年の日降雨量の比較及び年降雨量の関係はANNEX C、表C-11及び図C-1に示す。これらを基に判断すれば、各観測所相互の日降雨量や年間降雨量には相関がないと言える。但し、日降雨量の比較には4観測所の日降雨データの利用可能な年の内、最近年である1985年を選択した。

等雨量線図作成に当たっては、最近10ヶ年の降雨観測データはNaraしかなく、かつ前述の如く、各観測所相互の降雨量の相関もないので、残り3地点での最近10ヶ年の平均降雨量は以下の如く決定した。

最近10年間の年間平均降雨量の推定

観測所名	1954~1983年迄の	最近10ヶ年(1984~1993年)
	年平均降雨量	の年平均降雨量
	mm/年	mm/年
Nara	436.4 (100%)	386.6 (100%)
Ballé	445.9 (102%)	* 394.0 (102%)
Dilly	436.4 (100%)	* 386.6 (100%)
Mourdiah	500.1 (115%)	* 444.6 (115%)

*は推定値

求められたナラ県の等雨量線図は ANNEX C 図 C-2 に示す。

(c) 水質

15ヶ所のマレの水質試験結果は ANNEX C 地表水・灌漑 TABLE-C12 に示す通りである。WHO の基準で判断すると6ヶ所が人間の飲料水として使用可能である。

3.1.5 水理地質

マリ共和国の帯水層は次のように大別されている。

Aquifères généralisés (一般帯水層)

Aquifères fissurés (裂か帯水帯)

Aquifères superficiels (浅所帯水層)

Nara 県では、これらの帯水層はつぎの表のように地層と対応する。

Nara 県の帯水層

帯水層	形式	地層
一般帯水層	層状帯水層	コンチネンタルアンテルカレル (C.I.)
裂か帯水帯	不連続帯水帯	カンブリア系、ドレライト
	半連続帯水帯	インフラカンブリア界
浅所帯水層	層状帯水層	第四系、各地質の風化部

(1) 一般帯水層

層状帯水層である。Nara 県の一般帯水層はコンチネンタルアンテルカレル (C.I.) に属

する。Nara県東部のナラ地溝に分布し、Nara市の重要な飲料用水源となっている。マリ国のコンチネンタルアンテルカレルの帯水層の有効間隙率はおよそ3~15%、透水量係数は $1.1 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ 、比湧水量は $5.4 \text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ である。

(2) 裂か帯水帯

裂か帯水帯は、不連続帯水帯、半連続帯水帯に細分される。これらを構成する各地質の頂部の風化帯は、帯水層としての特性上後述の浅所帯水層に含める。

(a) 不連続帯水帯

網目状に形成された“裂か系”に地下水を賦存する帯水帯である。Nara県ではカンブリア系および中生代ドレライト岩体がこの帯水帯に相当する。

カンブリア系の上部の解放性裂か帯の厚さは25~50m程度で、この帯水帯の地下水は定期的なかん養を受ける。これに対して、これより深部の裂か帯は古い地下水(化石水)を賦存する。地下水は半静止的で、天水との置換は、揚水によるポンプの影響を受ける部分以外はわずかしが行われぬか、全く行われぬ。天水との置換が行われる深度の限界は、村落の地下水用ボーリングの最大深度である150m以内である。

解放性裂か帯の有効間隙率はおよそ1%であるが、深度が増すにつれて急激に減少する。深部裂か帯の有効間隙率は0.1%程度である。

マリ国のカンブリア系の帯水帯の透水量係数は $2.0 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{S}$ 、比湧水量は $0.9 \text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ である。

不連続帯水帯を構成する他の地質、ドレライト岩体については、同岩体が堅硬であることと過去のボーリングマシンの能力の関係から、ドレライト岩体に着岩した時点で掘削を中止することが多く、帯水層としての資料がこれまで得られていない。今後精査が必要である。

(b) 半連続帯水帯

網目状に形成された“裂か系”だけでなく、地層の層理や、互層を構成する硬質・軟質の各単層の異なる動きに原因して発達した“微細な割れ目”によって生じた二次的な透水性も関与する帯水帯である。インフラカンブリア界をはじめ、インフラカンブリア界に貫入したドレライトの一部や、砂岩も局所的に粒間タイプ(intergranulaire)の透水性を呈し、半連続帯水帯を構成する。

マリ国のインフラカンブリア界の帯水帯の透水量係数は $1.1 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ 、貯留係数は 8.4×10^{-3} 、比湧水量は $5.4 \text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ である。

(c) 浅所帯水層

層状帯水層である。主として第四系から成るが、これに、裂か帯水帯頂部の風化帯が含まれ、このため浅所帯水層はラテライト、粘土、砂、礫、下位層の風化部などから成る。

第四系はより古い地層の上位に固定砂丘及び平坦面を形成するが、その層厚はいずれの場合も一般に薄い。層厚が薄く、帯水層としての規模は小さいが、雨期に定期的なかん養を受けるため塩濃度の低い地下水の帯水層として、Nara県内各地、特に同県南部の重要な帯水層である。Nara県では一般に地表から深度数 $\text{m} \sim 10$ 数 m 間に分布する。

下位層の風化部は、原地質の岩質によって種々の水理特性を有するが、それらの特性の変化は第四系の特性の変化の程度である。

Nara県の浅所帯水層に類似する Delta Interieur 地域のコンチネンタルテルミナル (C.I.) や第四系の透水量係数は $7.0 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$ 、貯留係数は 1.2×10^{-4} 、比湧水量は $4.3 \text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ 程度である。

3.2 社会経済状況

3.2.1 行政区分

マリ共和国は1960年の独立以来、全国を7地方 (Région) 及び1特別区 (District-Bamako) に分けて官選知事 (Gouverneur de Région) を配し、各地方を4~8の県 (Cercle) に分割して県令 (Commandant) を任命している。各県は幾つかの郡 (Arrondissement) から成り、郡長 (Chef d'Arrondissement) が任命されている。行政的には郡が末端組織であり、村落は居住区と位置付けられる。

調査対象地域は Koulikoro Région に属する Cercle de Nara の6つの Arrondissement を包括し、その概要は以下の通り。

区分	面積	戸数	人口	人口密度
マリ共和国	1,248,574 km ²	787,783 戸	7,696,348 人	6.2 人/km ²
Koulikoro 地方	95,848	112,394	1,197,968	12.5
Nara 県	30,746	13,301	150,866	4.9
Nara Central 郡	4,904	4,683	38,662	7.9
Balle 郡	5,540	2,451	35,693	6.4
Dilly 郡	5,032	2,400	29,539	5.9
Falou 郡	3,456	1,468	20,190	5.8
Guire 郡	6,740	912	9,384	1.4
Mourdiah 郡	5,074	1,387	17,398	3.4

出典：1987年全国国勢調査レポート。郡別面積はマリ国森林資源賦存量調査報告による。

3.2.2 人口及び人口分布

(1) 人口概況

調査対象地域における1976年及び1987年センサス時の人口は以下の通り。

区分	1976			1987			人口 増加率
	男子	女子	合計	男子	女子	合計	
マリ共和国	3,123,733	3,271,185	6,394,918	3,760,711	3,935,637	7,696,348	1.70
Koulikoro 地方	454,080	478,157	932,237	587,715	610,253	1,197,968	2.30
Nara 県	58,531	60,296	119,427	73,888	76,978	150,866	2.15
Nara Central 郡	16,141	16,427	32,568	18,775	19,887	38,662	1.57
Balle 郡	13,391	14,639	28,030	17,171	18,522	35,693	2.22
Dilly 郡	12,591	12,065	26,656	14,982	14,557	29,539	0.94
Falou 郡	6,372	7,325	13,697	9,803	10,387	20,190	3.59
Guire 郡	3,378	3,264	6,642	4,623	4,761	9,384	3.19
Mourdiah 郡	6,658	7,176	13,834	8,534	8,864	17,398	2.11

出典：1976及び87年全国国勢調査レポート

- 153戸の家族数	398組
- 1戸当り家族数	$398/153 = 2.6$ 組
- 1戸当り人口	$2732/153 = 17.9$ 人
- 1家族当り人口	$2732/398 = 6.9$ 人

なお家族の構成は以下の通りであった。

- 戸主夫婦及び子供	32	20.9%
- 戸主夫婦及び子供夫婦	26	17.0
- 戸主夫婦及び戸主の兄弟(夫婦)	47	30.7
- 戸主及び戸主兄弟の夫婦とその子供(夫婦)	48	31.4
合計	153	100.0%

また妻の数については以下の通りであった。

- 1夫1妻	235	59.0%
- 1夫2妻	121	30.4
- 1夫3妻	34	8.6
- 1夫4妻	8	2.0
合計	398	100.0%

(3) 人口移動

1987年センサスのナラ県における年齢別原籍調査の概要は以下の通り。

年齢層	居住者		非居住者		外来者		現在人口		合計
	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	
0 - 4	13,623	13,049	1,004	1,106	612	672	14,627	14,155	28,782
5 - 14	21,351	18,793	1,550	1,373	558	851	22,901	20,166	43,067
15 - 24	8,029	11,448	2,744	1,636	301	1,227	10,773	13,084	23,857
25 - 34	5,811	10,035	2,250	1,070	254	624	8,061	11,105	19,166
35 - 44	5,333	6,773	1,599	623	209	312	6,932	7,396	14,328
45 - 54	3,886	4,213	860	335	119	148	4,746	4,548	9,294
55 -	5,072	6,100	705	253	128	152	5,777	6,353	12,130
ND	34	143	37	28	11	14	71	171	242
Total	63,139	70,554	10,749	6,424	2,192	4,000	73,888	76,978	150,866

出典：1987年全国国勢調査レポート

上表によれば、センサス時の総人口150,866人のうち約11.4%は非居住者であり、4.1%はナラ県以外の出生者が占めている。年齢層別では15-34才の場合、18%以上が非居住者であり、特に男子は25%以上が地域外に住んでいる。25-34才のケースでは総数では17.3%とやや下がるが、男子のみでは27.9%を占めている。

非居住者17,173人のうち18.3%は国外居住者であり、男子の場合35%強を占める。これら非居住者の多くは国内諸都市あるいは国外への出稼ぎである。代表村落における聞き取り調査によれば、国内居住の離村者の一部は農繁期に一時帰郷する由であり、離村の理由は早魃などによる域内経済の停滞によるものと回答されている。

(4) 村落位置及び村落別人口

計画省統計情報局の定義によれば、村とは1名の村長を持つ居住地区で、原則として100人以上の人口を有する所とされており、5,000人以上が居住する地区は都市部と定義される。1987年センサスによれば、調査対象地域で5,000人以上の人口を有する居住区はNara及びGoumbouの2か所であり、100~4,999人規模の村落が254か村、17か村が100人未満の人口規模となっている。

ナラ県における村落数はデータの出所によって一定しておらず、上記の定義も必ずしも適用されていない。本調査においてはクリコロ地方行政庁の最近の村落リストに準拠し、センサス・データと照合して一部を修正することとした。これに基づく村落位置及び人口規模は図3.2-1に示す。

3.2.3 部族

(1) 部族の種類と分布

本調査対象地域に居住する主要部族は Soninke、Peulh、Maure 及び Bambara であり、他に Soninke と Maure の混血と見なされる少数部族の Guirga 及び西隣の Kita 地方などに多い Malinke が少数ながら定住している。1976年センサスによればマリ全土で約426,000人の遊牧民(Nomade)が居り、うち2.5%(約10,650人)がクリコロ地方で数えられた。その多くは北隣のモーリタニア国境を越えてナラ地方に入り、雨期明けに南方へ移動する Toareg 又は Maure であり、一部が Peulh と見られる。

郡別分布は Balle、Falou では Soninke 系が優越し、Dilly では Peulh、Guire や Nara Central 郡で Maure、Mourdiah では Bambara 系村落が多数を占める。

(2) 村落別部族構成

大部分の村落が単一部族によって構成されており、複数部族が居住している村落の場合でも主要部族の村に他部族が少数寄食しているに過ぎない。これは村落形成の過程に関係し、元来同一氏族集団によって移住、分村或いは定着などによって村落が形成され、そこへ同部族の他氏族が集まって拡大されてきたためと考えられる。

3.2.4 雇用機会及び所得

(1) 職業別人口分布

政府機関の出先などが設けられている Arrondissement の中心を除いて職業分化は殆ど見られない。即ち、居住者の殆どが農民ないしは農牧民である。比較的規模の大きい村落には世襲的職業 (caste) としての語り部 (jeli)、鍛冶職 (namu)、皮なめし職 (garanken) などが夫々数家族見られる外、織り職 (gesse dala) が居るケースもあるものの、それらも農耕に従事していることが多い。一部大規模村落には雑貨商、肉屋などが存在するが、その数は微々たるものである。

1987年センサスによるクリコロ地方の職業別人口比率は以下の通りで、下表からも職業分化の少ないことが分かる。

職 業	男 子		女 子		合 計	
	人口	比率	人口	比率	人口	比率
科学技術専門職	3,808	1.15%	1,005	0.48%	4,813	0.89%
公務員	666	0.20	347	0.16	1,013	0.19
商業・交易	812	0.24	13,152	6.24	13,964	2.57
サービス	4,579	1.38	1,048	0.50	5,627	1.04
農畜林漁業	280,253	84.38	169,242	80.35	449,495	82.82
鉄工運輸業	9,100	2.74	3,449	1.64	12,549	2.31
その他	32,919	9.91	22,388	10.63	55,307	10.19
就業者人口合計	332,137	100.00	210,631	100.00	542,768	100.00
就業者人口	332,137	74.18	210,631	44.71	542,768	59.06
失業者人口	1,637	0.37	645	0.14	2,282	0.25
非経済活動人口	108,573	24.25	254,563	54.03	363,136	39.52
分類不詳	5,400	1.20	5,306	1.12	10,706	1.17
6才以上人口	447,747	100.00	471,145	100.00	918,892	100.00

出典：1987年全国国勢調査レポート

(2) 家族の労働分担

代表村落における聞き取り調査によれば、ミレット、ソルガムなどの主要作物の栽培及び家畜飼養に係る作業は成年男子が行い、女性は主として家事に従事するケースが多い。但し、野菜類の栽培は殆どが女性の作業であり、又、脱穀後のミレットやソルガムの風選も多くの場合女性の作業となっている。

男性の労働が比較的季節作業であるのに対し、女性の場合は穀物の精製、水汲み、その他の家事一般と日常的であり、更に Peulh 族の一部は牛乳等の巡回販売が女性の仕事であるし、Maure 族女性は皮革製品の製造販売を行っているケースが見られるなど、現金収入の獲得に積極的である。

(3) 所得

調査対象地域の住民の大半が農牧民であることから、その所得も農産物が主体となっているが、とうじんびえ・もろこしなどの雑穀は殆どが自家消費であるため、現金収入は農産

物の売却以外に求められ、その対象は下表に示す通り部族によってかなり明らかな違いがみられる。

収入源	Soninke	Peulh	Maure	Bambara	全域平均
農産収入	2.6%	2.4%	12.1%	19.6%	4.5%
畜産収入	30.5	63.6	42.0	56.7	41.3
労務提供・給与	16.7	29.8	4.8	4.4	18.0
出稼ぎ送金	49.3	4.2	41.1	19.3	35.7
(国外送金)	(39.7)	(2.7)	(39.5)	(18.6)	(29.4)
その他	0.9	-	-	-	0.5
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

出典：農家聞き取り調査による。

Soninke族の場合、国外出稼ぎ者からの送金が収入の大きな部分を占め、家畜売却による収入がこれに次ぐ。Maure族も似通った形を示すが、家畜売却が僅かに出稼ぎ送金を上回っている。Peulh族の場合は畜産収入が主体で、労務提供などによる収入と合わせて93%を超える。また、他の部族に比べて国外出稼ぎ者からの送金比率が小さい。Bambara族も畜産収入が大半を占め、農産収入と出稼ぎ送金がほぼ同率でこれに次ぐ。

上表からも明らかなように、調査対象地域においては、主食である雑穀類を自家用に栽培しつつ、その不足分や食費以外の必要経費を家畜の売却や出稼ぎ送金によって補っているのが現状である。

3.2.5 社会インフラ

(1) 交通・通信施設

Bamako - Kolokani - Djidjeni - Mourdiah - Nara を結ぶ部分2車線砂利舗装の道路以外は、車輛の通過跡が道路とされているにすぎない。現在、Djidjeni - Mourdiah 間から分岐し Falou 経由 Balle に通じる道路建設が計画中といわれる。村落間を定期的に運行されているバス等はなく、僅かに Nara - Bamako 間をミニバスが半ば定期的に運行されているにすぎない。

通信施設はバマコ及びクリコロ間に無線電話があり、Naraの県事務所に通じる外、県事務所と各郡事務所の間に定時通話のための無線電話がある。いずれも治安目的で一般には公開されていない。現在、SOTELMA(マリ電気通信公社)が電話網整備計画を検討中で、特定時間にBanmako-Nara間の通話が可能になっている。

(2) 衛生・医療施設

調査対象地域内で水道が普及しているのはNaraの一部のみであり、殆どの村落では井戸水を飲料としており、水質の悪い村落ではマレに湛水がある間はそれを飲料に使っているケースも見られる。井戸水或いはマレ湛水共に滅菌その他の処理はされておらず、生水が飲料水としても使われている。そのため、消化器系統の疾病(Gastro-enterite)がマラリアや気管支炎(Broncho-plumonaire)と並んで多発している。ちなみにナラ地方に多い疾病は、上記の外、回虫(Ascaride)、住血吸虫(Bilharziose)などであり、癩(Lepre)、ギニアウォーム(Ver de Guinée)なども報告されている。

地域内に診療所20か所、産院27か所の存在が報告されているが、診療所の多くが無医師である。Naraには入院用病室を持つ病院が最近完成したが、未だ開業には至っていない。

(3) 教育施設

Nara、Dilly及びMourdiahに中学校(2ème cycle)が各1校ある外、全域で34の小学校があるが、うち5校が閉鎖中となっている。郡別の学童及び教師数は以下の通り。

	学校数		学童数		教師数	
	小学校	中学校	小学校	中学校	小学校	中学校
Nara Central 郡	9	1	1,072	195	22	18
Balle 郡	6	-	468	-	(10)	-
Dilly 郡	4	1	272	76	(7)	(4)
Falou 郡	5	-	561	-	(14)	-
Guire 郡	3	-	512	-	(7)	-
Mourdiah 郡	7	1	1,154	322	(23)	(7)
Nara 県合計	34	3	4,039	593	85	29

出典：Nara 県事務所調べ。1988~92年平均。()内は1993年 Kolokani 教育事務所調べ。

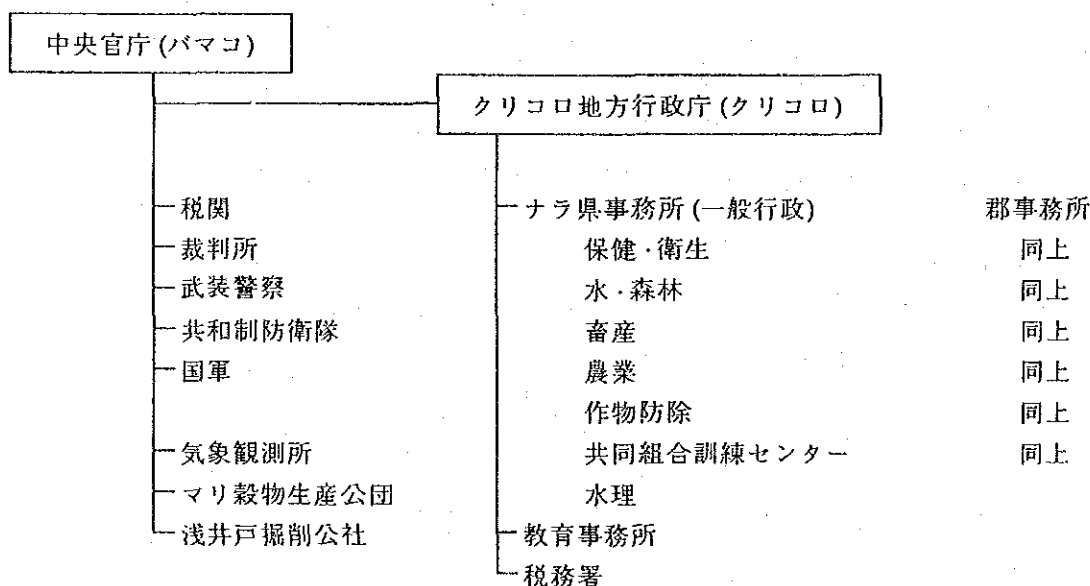
ナラ県における学齢期児童数(7~12才)は上記期間で平均約37,000と考えられることから、小学校就学率は11%弱と見られる。就学率が低い最大の理由は学校数が少ないため通学距離が長く、場合によって就学のために学校のある村落に寄宿する必要があるためと見られる。

調査対象地域の村落には成人学校がかなり普及しており、アルファベットによるバンバラ語などの読み書きを教えている外、一部村落にはアラビア語でコーランを主体に教えるメドロセ(宗教学校)が存在する。

3.2.6 行政組織の概要

(1) 行政組織の概要

クリコロ地方行政庁の下に県事務所が置かれ、行政、治安、税務、農畜産林業などの出先機関が配されているが、司法、軍事などについては中央に直結しており、教育についてはKolokaniの教育事務所が総括している。行政組織の概要は下図の通り。



(2) 伝統的住民組織

各村落には村長(dugu tigui)が居り、村内の諸問題について調整・仲裁・決定を司る。元来同一氏族が村落を形成したため、村長は家父長でもあり、一族の長老がこの任に当たっていた。村長を補佐するのが長老連(kan koro siki)であり、主要戸主が集まって村長と共に長老会議を開催していた。この様な形態は次項に述べる村落協議会(comité du village)に継承されている。

多くの村落が村有耕地(foroba foro)を持ち、ここからの収穫をベースとした互助制度(foroba kesu)を採っているが、Peulh族村落などの一部では現金を拠出して資金積立てを行っているケースもみられる。互助制度は冠婚葬祭時に適用される。一部村落では村

内の女性だけ、或いは青年だけで個別に互助制度を形成しているケースも見られ、女性の場合、野菜栽培、染色手間賃、各種手工品売却賃などが資金源となっている。

(3) 村落評議会

村落は行政組織としては組み込まれていないが、郡事務所の監督下で行政の補助的機能を果たしており、そのために各村落には村落評議会が設置されている。評議会は長と3~7人(村落規模によって異なる)のコンセーユ(評議員)から形成されており、大半が旧来の村長・長老制を踏襲しているが、一部村落では評議会に青年層の代表が参加している。長及びコンセーユの選出については、一部村落で住民の推挙制を採っているものの、大半の村落では一族の最長老が村長となり、評議員を長の権限において選出・任命にする形が採られている。

村落評議会の主な役割は徴税、村周辺の開発・整備などに関する郡事務所との協議・折衝などであり、実質的には前項の村長・長老制と重複しているので、村内で起きる様々な事項について協議・決定する機能を持つ。

(4) 税制

現行の税は大別して地域・地方開発税、銃砲税及び家畜税の3項から成り、夫々の課税額は下表の通りである。

科目	課税対象	課税額
地域・地方開発税	住民一人当り	1,750 FCFA
銃砲税	旧式銃一丁当り	625
	改良銃	500
家畜税	牛一頭当り	250
	羊/山羊	50
	ロバ	100
	馬	800
	駱駝	300

出典：ナラ県事務所聴取

地域・地方開発税は人頭税的色彩を持つが、課税対象人口と総人口は一致せず、住民との話し合いで決められている。因みに現行の課税対象人口は約7万人であり、総人口の約45%となっている。

3.3 村落形態

3.3.1 村落の形成

調査対象地域における村落形成の歴史は、遺跡や文書が残っていないため伝承に頼るしかないが、Balle 郡の Bassaka 村 (Soninke 族) での聞き取りによれば、同村が現存地に拓かれたのは約500年前に溯り、その当時、Balle 郡には既に数村が存在したとのことである。従って、14、5世紀には人口の定着があったものと推定される。

ナラ地方で最初に村落を形成したのは Soninke 族であった可能性が高く、主として西方の Nioro や Kay から移住してきたものと見られる。Bambara 族の場合は東南方の Segou を原籍とし、Mourdiah 地方の南部に定着したものと考えられる。これらの部族が移住してきた頃、この地方の中央部には Peulh が、北部には Maure 族が夫々、放牧キャンプを営んでおり、伝承によれば Mossi 族の集落もあったといわれる。

比較的定着年代の古い Soninke や Bambara 族の場合、人口の増加などによって分村を繰り返しているが、村の家族構成などから分村は氏族単位で行われたものと推定される。Peulh や Maure 族の場合は放牧キャンプ地周辺にそのまま村落を形成したケースと、キャンプ地を離れて新たな定住地を求めたケースがみられる。

定着地として選ばれたのは、主としてマレの周辺部であり、地域内に散在する殆どの、マレに近接して村落が存在する。マレは表流水の利用だけでなく、その近くでは比較的浅い地層で地下水が得られることが知られていたためと見られる。

3.3.2 村落の類型化

調査対象地域には300カ村前後の村落が散在し、その全てについて調査することは困難であるので、これらを幾つかの類型に分け、各類型について数個のサンプルを選んで調査し、その結果によって全体を類推する方法が取られる。この様な類型化を行うため、本調査では先ず全村落のインベントリーを作成して、人口、部族、主要生産活動、栽培作物の種類、主力家畜について村落特性を検討した。

上記特性の詳細は ANNEX B に述べるが、結果として生産活動と村落規模の組合せにより、以下の7類型に分類した。

生産活動	村落規模	類型	対象村落数
(I) 農耕/牧畜	(a) 大(76戸以上)	I - a	28
		I - b	81
		I - c	133
(II) 牧畜/農耕	(b) 中(31~75戸)	II - a	4
		II - b	6
		II - c	7
(III) 移動放牧	(c) 小(30戸以下)	III - b	5
		III - c*	1
合計			265カ村

注-1 *印は対象村落数が少ないのでIII-bと併合してI類型とする。

注-2 インベントリー対象村落数は276カ村であったが、10カ村については生産活動の状況が不明であり、1カ村は農耕と手工業の組合せであった。

上表の通り地域内村落の91.3%が農耕主体の生計を営んでおり、牧畜主体で農耕を行っている村落が6.4%、住民の半数以上が移動放牧に従事している村落は僅か2.3%に過ぎない。なお、調査対象地域においても遊牧民の通過がみられるが、遊牧民の場合、調査対象地域内に居住拠点を持たないため、その実態把握は困難である。

農耕が主体であっても、牧畜は殆どどの村落において主要収入源であり、作物栽培のみでは自給を満たさない農家が多いので、家畜の売却で収支バランスを整えているケースが多い。換言すれば調査対象地域の住民の殆どが農牧民であり、家畜所有頭数の多寡、依存度に多少の差異が見られるにすぎない。

3.3.3 類型別の特性

I-a型村落の57%がSoninke村であり、25%はPeulh村である。Soninke村は全村落が農耕/牧畜タイプで、a型村落は主としてBalle及びNara Central郡に分布するが、Peulh族の場合は牧畜主体の村落も多く、I-a型村落は殆どがDilly郡にある。全部族に共通して牛を含む組合せが優越しており、75%を占めている。

I-b型村落は部族、居住地共に全域に分散しており、Soninke 41%、Peulh 21%、Maure 20%となっている。飼養する家畜の種類はa型と同様、牛を含む組合せが70%以上を占めている。

I-c型もb型とほぼ同じで、部族や居住地には特性が見られないが、Soninkeが41%、Bambara 28%、Maure 17%となっている。牛を含む組合せは43%弱であり、山羊・羊の組合せが優越するのが、このタイプの特徴である。

II-a型に属する村落は Peulh 村で、その殆どが Dilly 郡にある。家畜頭数が多いので牧畜主体となっているが、農耕も盛んであり、牛を含む組合せが優越する。

II-b型も Peulh 村だけであり、やはり Dilly 郡が中心であるが、山羊・羊の組合せが僅かながら優越する。農耕は行われているが、どちらかと言えば牧畜依存度がa型以上に高い。

II-c型も Peulh 族のみに見られ、全村 Dilly 郡に分布する。b型とは逆に牛を含む組合せが優越し、長距離の移動放牧システムを維持している。定着年代も比較的新しい村落が多い。

III-b/c型は農耕地も維持しているが、牧畜依存度が高く、殆どが Maure 族である。一般に Maure の場合、牛の飼養が主体になっているが、この型に限っては山羊・羊のみとなっている。地区的には Guire 郡北部に集中している。

3.4 土地利用及び所有形態

3.4.1 土地利用の現況

(1) 地目別区分

ナラ県の土地利用は大河川、集中的の居住区域、高速道、その他の技術的、建築上の構造物が県内に無いため単純である。土地のほとんどは自然植生下にあり、それらは放牧地として家畜飼養者に利用されている。砂丘や砂質平地の形態下にある砂質土壌地帯は広範に分布する。場所により岩盤が露出している所もある。耕地は少なく村落の付近に散在する。ナラ県の土地利用形態は次の3形態に分類される。

1) 農牧用地

農牧用地は砂丘及び砂質平地に展開し、農牧目的に利用される。その面積はおよそ 18,690平方 km、ナラ県の面積の約60.8%を占める。1992/93年における作付け耕地面積は647.7平方 km、他方休閑地の面積はおよそ3,238.5平方 kmであった。

2) 放牧地

放牧地はとくに県北部の砂質平地に主として分布し、家畜飼養者に利用される。その面積は6,231平方 km に及び、県面積の20.3%を占める。

3) 樹木ステップ

樹木を伴う草原は主に県中央部に集中分布し、面積約1,279平方 km、県面積の4.2%にあたる。アカシヤ類 (acacia spp.)、落葉喬木類 (combretum spp.) が卓越植生である。その樹木は付近の住民に薪として利用され、又、葉、草木は家畜の飼料となる。

4) 草木ステップ

季節的又は永久植生を伴う土地であり、放牧地として定住者又は遊牧民に利用される。その面積は1,308平方 km、すなわち県面積の4.3%を占める。

5) 露岩被覆地

特に県の南部など場所によって露岩に被覆された土地がある。場合によりこれらの露岩はラテライト質の母材の薄い層及び/または風積砂層に被覆され、これらが浅土層を形成し、その上に自然植生が生存している。この植生は露岩被覆地に、ある程度の放牧的価値をもたらす。その面積は1,084平方 km、すなわち県面積の3.5%に相当する。

6) 化石谷と涸れ谷

長大な1本の古期の谷地が県の中央部を走っている。雨期にはこの谷が一時的な水路となり得るほか、乾期には放牧地となる。その全面積は815平方 kmに及び、県面積の2.6%を占める。

7) その他の地目

その他の地目とは構成比率の低い、また土地利用計画あまり影響の無い地目を指す。これらは県面積の4.3%に当たる1,339平方 kmを占めその内訳はつぎに示す。

- a) マレ ナラ県には約720箇所のマレ(その大きさは0.3~4,800haに及ぶ)があり、これらは定住民、遊牧民の主要な水源となる。その総面積は約2万haである。
- b) 村落 ほとんどの村落は小規模で広範な面積に散在する。
- c) 道路 ほとんどの道路は村落間を結ぶ村落道であり、その占有面積はわずかに過ぎない。

以上に挙げた数値から、農牧用地が県の全面積の約81%を占めることがわかる。それゆえ、いかなる土地利用計画においても、その優先度はこれらの土地にあり、その効率的な利用を図ることに置かれる。

(2) 土地生産性と土地利用適正

一般に、ナラ県内の土地生産性は低い。農牧目的の土地利用適性を制約する制限因子には露岩、表土に石が多いこと、自然排水能力が過度に大きく、自然肥沃度が低い浅土層土壤などがある。このため、県内の耕地面積は狭小である。

1992/93年の郡別耕作面積はつぎのとおりであった。

郡名	Nara-Central	Balle	Dilly	Falou	Guire	Mourdiah	Total
面積 (ha)	10,775	24,782	3,770	5,994	5,715	7,840	64,766
面積比%	2.2	4.5	7.5	1.7	0.8	1.5	2.1

上に述べた理由があるので、合理的な土地の生産能力区分が得られない。農業目的の生産能力区分についてここに挙げられるのは下記の2種の区分のみである。

- 1) 瘦薄耕地 収益性に乏しい作物単収しか得られず、耕作者にとって食用穀物のみの生産が可能な土地。
- 2) 普通耕地 満足し得る、ある程度収益性のある作物単収を伴う生産が可能な土地。

気候上の制約条件に対処することができないため、土壌条件上のある程度の改良のみが土地生産性を増加し得る。

3.4.2 土地所有形態

(1) 耕作権の設定

土地登記制度が確立していないこともあって、土地私有の概念がみられない。一般に村落敷地及び周辺部の耕地は村有地と見なされ、その売買、委譲は慣習として禁じられている。しかし、耕作権は設定されており、各戸に割当てられた耕作権は世襲となっている。一方、遠隔地の開墾は原則として自由であり、新規開拓地には開墾者の耕作権が発生するが、村落密集地区などでは他村住民との間に耕作権或いは放牧権を巡る争いが起きることも多い。

土地及び土地利用に関わる争いが発生した場合、関係各村の村長・長老が集まって協議・解決を試みるが、合意に達しない場合はNaraにある裁判所へ持ち込まれる。因みにナラ県における訴訟で最大の件数を占めるのは農民と牧畜民の間の争い、特に Soninke と Maure 両族間の土地利用を巡る争いであるといわれる。

(2) 村落共有地と戸別耕作地

村落境界が確定していないため、村落共有地の概念は曖昧であるが、原則として居住地区及び周辺耕地の全てが村有地であり、その枠内で各戸に世襲の耕作権が付与されていると言えよう。また、殆どの村落が共有の耕地を持つが、その面積については詳らかでない

(調査対象地域においては一般に面積計量の習慣がなく、面積を表す単位も見られない)。村落共有地の耕作は村人の労働提供によって行われ、その収穫は住民の互助システム基金に積立てられる。

一方、戸別耕作地は世襲制であり、売買・委譲が禁じられているため、家族構成員の増減による調整が出来ず、遠隔地の開墾は建前上自由とされていても、土地利用を巡る争いが多いので活発ではない。従って殆どの村落において長期の連作が行われており、施肥が十分でないこともあって単収減やストリガ発生などの連作障害が見られる。

他方、耕地の売買・委譲が出来ないために分家が難しく、その結果、大家族制が維持されたことから耕地と労働力或いは家族消費のバランスが崩れ、収入補填のために出稼ぎが必要になり、特に若年層の離村が著しかった村落では逆に季節的労働力不足を生じることとなっている。

3.4.3 土地利用システム

(1) 焼畑慣習

休閑地の樹木を伐採し、その枝及び草地を焼き払う焼畑はナラ県では一般的な習慣である。一方、未耕地の新規開墾のための焼畑は現在はほとんどおこなわれていない。これは薪の供給源としての森林を保護する為と若年労働者の流出による労働力不足の為である。

1月上旬から3月上旬にかけて切株を残した状態で樹木の伐採を初め、4月上旬までにはこの作業は終了する。切株を残しておくのは、樹木の復活の余地を残しておく為である。伐採した樹木を数箇所に分けて集め、そのままの状態乾燥する。この間の火入れの際の火災の拡大を防ぐ為に、他の農家の畑地との境界を3~5m程度の幅で除草を行う。火入れは4月から5月にかけて、3人程度が一組となり実施する。始めに切り倒して集められた枝に火入れを行い、ここからの飛び火を利用して草地の焼き払いを実施する。この火入れが終了した後に7月の雨期を待ち、耕起を開始する。焼畑作業にかかる所要労働力は下表のとおりである。

焼畑における所要労働力

(単位：人日 / ha)

作業項目	作業時期	労働力
伐採	1月から4月	15
除草	4月から5月	5
火入	4月から5月	1
合計		21

出典：JICA 調査団

(2) 農業土地利用システム

ナラ県では、休閑期間を挟んだ焼畑慣習を行っている耕作地(現地語でフォロ)とまったく休閑を行わず栽培を続けている永久畑(現地語でソフォロ)とがある。前者の休閑を行う耕作地は村落の住居地から離れた場所に存在し、耕作期間(2~4年)と休閑期間(2~7年)とを繰り返し、主としてもろこし、とうじんびえの栽培を行っている。通常、これらの土地には有機物等の肥料の投与は行われない。一方、後者の休閑を行わない永久畑は村落の住居地の周辺(約1~3km以内)にある。家畜(ヤギ、ヒツジ、ウシ)の糞や作物残滓等の有機物の投与をすることによって、もろこし、とうじんびえの連作を行っている。

これらの穀物を栽培している耕作地以外に、しばしばマレの周辺では小規模な野菜畑(現地語でジリフォロ)が見られる。ナラ県の各土地利用システムで見られる、作付け体系をまとめると下記の通りである。

- もろこし、もしくはとうじんびえの連作(焼畑または永久畑)
- もろこし、とうじんびえ、落花生の組合せによる輪作(主として永久畑)
- 各種野菜(トマト、タマネギ等)の組合せによる輪作(野菜畑)
- もろこし-ささげ、とうじんびえ-ささげの混作の組合せによる輪作もしくは連作(主として永久畑)
- もろこし-落花生、とうじんびえ-落花生の混作の組合せによる輪作もしくは連作(主として永久畑)
- もろこし-落花生-ささげの混作の組合せによる輪作もしくは連作(主として永久畑)
- とうじんびえ-落花生-ささげの混作の組合せによる輪作もしくは連作(主として永久畑)

(3) 放牧習慣と遊牧範囲

村落における放牧は、プール族 (Peulh) が、自己所有する家畜及び耕種農家により委託する畜群を請け負って行われている。雨期には耕作地から離れた休閑地で放牧され、乾期には畜群を放牧と停留とに分け、移牧は水の豊富な地域に畜群を移動させ、一部は、バマコやニジェル川周辺に、2ヶ月かけて移動するものもある。クリコロ行政区畜産部の所有する遊牧家畜頭数に関するデータはあるが、詳細は不明である。

遊牧家畜頭数

1986年

	モーリタニア ⇄ ナラ	ナラ ⇄ 他県
牛	8,250	15,000
羊	34,500	67,000
山羊	39,700	
ロバ	915	
馬	235	
ラクダ	590	
合計	84,190	82,000

出典：クリコロ行政区畜産部

3.5 地表水

3.5.1 地表流出

ナラ市に於ける過去10ヶ年(1984~1993)の年平均降雨量は約390mmであり、その内の95%以上は6月から9月の4ヶ月間に占められている。

降雨に依って生ずる地表流出は大きく2つに分類される。谷地形の存在する地域では地表流出は降雨後に一時的に発生するが、すぐに消滅し定常的な水の流れは存在しない。サーベントバレーに於いてさえ、雨期の地表水は認められない。

一方、硬質で亀裂にも乏しい地質から成る平坦な地域では、土壤の吸水能力を上回る降雨が発生した場合、これらの水は平坦な台地の比較的低い所に流れ込みマレと呼ばれるため池を形成する。

河川やマレでの流出に関するデータはナラ県では全くないので現地踏査及び聞き取り調査を参考にして流出率を求めた。

今、初期損失雨量を降雨開始後、降雨量の合計が120mm迄とし、その後の日降雨量の15mm/日以上が流出するものとする。求められた最近10ヶ年の流出率は下表に示す通りで平均では20.5%を示す結果となった。流出高の最大は8月に生起し50.9mm(64.3%)を示す。又、8月末迄には流出高は全体の83.5%に当たる66.1mmを示している。

年	年降雨量 (mm/年)	流出高 (mm/年)					流出率 (%)
		7月	8月	9月	10月	合計	
1984	198.7	0	9.4	0	0	9.4	4.7
1985	490.0	24.6	91.4	5.0	0	121.0	24.7
1986	340.1	24.2	14.1	23.7	0	62.0	18.2
1987	323.3	3.1	12.3	4.8	0	20.2	6.2
1988	509.7	9.8	102.3	29.0	0	141.1	27.7
1989	631.7	64.0	138.9	10.5	0	213.4	33.8
1990	299.0	24.8	2.2	0.5	0	27.5	9.2
1991	338.9	0	35.9	37.3	2.2	75.4	22.2
1992	364.7	0	78.0	6.6	0	84.6	23.2
1993	369.8	1.4	24.3	10.7	0	36.1	9.8
平均	386.6	15.2	50.9	12.8	0.2	79.1	20.5
		(19.2%)	(64.3%)	(16.2%)	(0.3%)	(100%)	

3.1で得られた等雨量線図と平均流出率を用いて各流域毎の地表流出量を求めた。(ANNEX C表C-13参照)ナラ県全体での平均地表流出量は約26億m³である。

3.5.2 自然貯留水(マレ)の分布と規模及び利用状況

(1) 自然貯留水(マレ)の分布と規模

現地調査及び全村落調査票により求められたマレの分布状況をANNEX C図C-3に示す。また郡毎のマレの数は以下の通りである。()は10 ha以上のマレの個数を示す。

郡名	マレの個数
Balle	72 (0)
Dilly	146 (6)
Fallou	153 (0)
Guire	40 (10)
Mourdiah	130 (0)
Nara-Central	179 (18)
計	720 (34)

マレの分布は大きく4つに分類できる。それぞれの特徴は次の通りである。

i) Nara 北部～モーリタニアの国境

ナラ県でも湖水面積の大きなマレが点在する。大きいマレは3,000haを越えるものもある。水深は1m前後で、蒸発により数ヶ月でマレは消滅する。

ii) Nara-Goumbou-Dilly 間

主要な村には50ha前後のマレがあり、マレの水は雑飲料水、家畜の飲み水、その他に広く利用されている。6ヶ月以上利用されているマレも多い。

iii) Serpent Valley 沿い

1ha以下のマレが多く、Kaloumba以西のマレは3~4ヶ月しか利用出来ない。Kaloumbaより上流のマレでは7ヶ月前後利用されている。

iv) Falou-Mourdiah

他の地域と比べ地形の起伏が大きい為、殆どのマレの面積は1ha以下と思われる。しかしながら、水深は2~3mと深い。当地域のマレの約60%は5~6ヶ月間利用されている。

ほとんどのマレは1ha以下であるが1990年12月の1/20万ランドサット画像、1/20万地形図及び現地調査の結果、10ha以上のマレは次表のとおりである。**印は水深1m前後の浅いマレで、殆ど利用されずに数ヶ月で蒸発によりマレは消滅する。これらのマレの面積は17,170haあり、全体の85%を占めている。

郡名	村落名	面積 (ha)	郡名	村落名	面積 (ha)
Dilly	Dilly	80	Nara-Central	Daye	** 310
	Fogoty	80		Guessery	** 520
	Fogoty	60		Lambassita	** 320
	Moulkeiratti-Maure	50		Tourou-Daye	** 3,540
	Taganagaba	110		Guirel	** 1,520
	Makana	15		Seye	** 420
	小計	395 (0)		Kabida Bambara	100
Guire	Mouraka	46		Kabida Soninke	150
	Boudjiguire	35		Keiban-Soninke	50
	Diewaye	70		Moussaweli	** 1,400
	Guire	120		Koronga	** 760
	Djida	200		Tioffi	160
	Mare de Tonko	420		Kawas	580
	Mare de Kendara	160		Nara	200
	Toblenco	150	その他	** 1,480	
	その他	** 4,840		** 1,560	
		120		** 200	
	小計	6,161 (4,840)		** 300	
		小計	13,570 (12,330)		
		合計	20,126 (17,170)		

ナラ県全域のマレの貯水量は概略次のとおりである。

		面積 (ha)	貯留水 (10 ⁶ m ³)
北部大面積マレ	(水深=1.0m)	17,170	57
一般的なマレ	(水深=1.5m)	2,956	15
Falou-Mourdiahのマレ	(水深=2.0m)	0.5ha×686ヶ	2
合 計			74

(2) 自然貯留水(マレ)の利用状況

マレの水は家畜の飲料水、生活用水に欠く事の出来ない重要な水源である。但し、人間の飲料水としては多くは利用されていない。殆どのマレの水深は1~2mと浅く、この水はごく一部はカンブリア紀の硬質岩中の亀裂部に浸透し地下水となるが大部分は蒸発により消滅してしまう。マレの利用はほとんどが7月より開始される。下表はマレの利用期間を示すが、6ヶ月後にマレの水が枯渇するのは全体の78%、561個を示す。

郡別のマレの利用期間の内容

郡 名	4ヶ月以内	5-6ヶ月	7-9ヶ月	10ヶ月以上	不明	計
Balle	20	36	14	2	0	72
Dilly	109	31	4	2	0	146
Falou	48	94	8	3	0	153
Guire	3	19	13	0	5	40
Mourdiah	38	79	11	2	0	130
Nara-Central	44	40	64	27	4	179
計	262	299	114	36	9	720
比率 (%)	(36)	(42)	(16)	(5)	(1)	(100)

出典：JICA 調査団

全村落調査票の結果では下表に示す様に、ナラ県のマレの58%では、マレ跡地の湿った土地を利用して、ピーマン、ニエベ、トマト等の野菜栽培が行われている。

菜園に利用されている郡別のマレの数

郡名	利用されている 個数	全個数	割合 (%)
Balle	48	72	67
Dilly	44	146	30
Falou	138	153	90
Guire	13	40	33
Mourdiah	85	130	65
Nara-Central	93	179	52
計	421	720	58

出典：JICA 調査団

又、Kawass、Nara や Kabida Soninke 等の大きなマレでは、上記の野菜栽培の他に魚の養殖が行われている。

(3) 飲雑用水・家畜用水の利用量

Nara 県の郡別の人口及び家畜数からマレの利用量を推定する。今、雑飲料水を 20ℓ/日/人、家畜飲水を 25ℓ/日/頭とし、マレの水の利用期間を 5ヶ月と仮定した時の郡別の消費水量は下表の通りで、Nara 県全体で約 230 万 m³ となった。これはマレの全貯留量 0.74 億 m³ の内わずか 3% にしか過ぎない。残り 97% は湖面からの蒸発や、浸透で消散すると思われる。

郡名	人口	家畜数	利用量 (1000m ³)		
			雑飲料水	家畜飲水	合計
Nara Central	38,662	112,900	142	432	574
Balle	35,693	70,100	131	268	399
Dilly	29,539	120,350	109	460	569
Falou	20,190	51,000	74	195	269
Guire	9,384	32,240	35	123	158
Mourdiah	17,398	70,600	64	270	334
合計	150,866	457,190	555	1,749	2,304

3.5.3 集水かんがいの現況

もろこしやとうじんびえ畑の一部では自然の地形を利用した等高線沿いの畝 (Contour Bunds) が認められるが、ナラ県全体としては、集水かんがいによる農業は行われていない。Mourdiahでは近い将来、ナラ県農業課により上記の Contour Bunds 法や圃場内に雨水を集める水盤 (径60cm) 等の集水かんがい方式を導入する予定との事である。

3.6. 地下水

3.6.1 既存井戸利用の現況

(1) 井戸の分布と規模

地下水は、生活用水、家畜用水、小規模な菜園への灌漑用水などとして使われており、地下水揚水施設はその構造から掘抜井戸 (Puits) とボアホール (Forages) に分類される。ボアホールからの揚水の現況については、地下水賦存量との関係から、3.6.2節に記述されているので、本節では主として掘抜井戸について、その分布と規模及び利用現況について説明する。

掘抜井戸の分布については、収集資料の井戸ファイル (Fichier Puits) とナラ地域における1985-93年製作井戸リスト (Situation des Puits de 1985-93 NARA) 及び現地調査によって以下の如く推定した。

井戸ファイルに記載されている井戸は全てコンクリート枠製掘抜井戸 (コンクリート枠で補強された井戸) であり、ナラ地域に分布する77ヶ所の井戸が記載されている。それらの井戸の所有村落数は62ヶ村となっている。ナラ地域分として記載されている井戸の地区別分布状況を表3.6-1に示す。今回の現地調査によって所在が確認された65ヶ所 (37ヶ村) のコンクリート枠製掘抜井戸のうち、この資料に記載されているものは8ヶ所 (8ヶ村) に過ぎない。また、この資料には木枠～石積などの手製井戸や素掘井戸 (Puisards) は全く収録されていない。このように、井戸ファイルが作成されていても、井戸分布の実態は十分に把握されていないのが実情である。

また、ナラ地域における1985-93年製作井戸リストはナラ地域井戸製作部 (Secteur Operation Puits de Nara) によって作成された資料であり、1985年以降に製作された54ヶ所のコンクリート枠製掘抜井戸が記載されている。それらの井戸の分布状況は表3.6-2に示す様に、半数近くがナラ中央地区に所在しており、次いでギレ地区に分布している。

今回の現地調査においては、48ヶ所の村落を訪問し、マリ国で使用されている井戸台帳の内容にもとづいて既存井戸の現況を調査した。現地調査を実施した村落の所有するタイプ別の井戸の数を表3.6-3に示す。表より明らかな如く、コンクリート枠製掘抜井戸の村落への普及率は約77%であり、所有村落では1村落当たり平均1.8ヶ所の井戸を所有している。前述の井戸ファイルに示されている1村落当りの平均井戸数 (1.2) に比較して高い値を示しているのは、この調査はコンクリート枠製掘抜井戸が所在している可能性の高い村落や、人口の多い村落を対象としているためであり、実際の普及率はこれよりも少なく、1村落当たりの井戸所有数も上記の値よりも少な

いものと思われる。前述の井戸ファイル、1985-93年製作リスト及び今回の現地調査を考慮すれば、ナラ地域全体でのコンクリート枠製井戸の総数は約250~270程度と推定される。一方、現地調査による手製井戸の村落への普及率は約88%であり、1村落当たり平均約8ヶ所の井戸を所有している。この比率と調査対象となった村落は比較的大規模なものが多いことを考慮すれば、ナラ地域全体で手製井戸の総数は約1,800~2,000程度と推定される。

尚、コンクリート枠製掘抜井戸の構造としては、内径が一般に1.4~2.0mの範囲にあり、このうち1.8mである井戸が約70%を占めている。また、井戸深度は、最も浅いもので5.0m、最も深いもので83mで、平均深度は約29mである。しかし、井戸深度は帯水層の地質によって強く規制されており、沖積層での平均深度は約12m、基盤岩 (schist, sandstone, dolelite) に達している場合の平均深度は約23m、コンティネンタル・インターカレア (Continental Intercalaire) での平均深度は約50mとなっている。

(2) 利用の現況

現地調査結果にもとづき、通常及び乾季末における掘抜井戸からの揚水量を表3.6-4に示す。

コンクリート枠製掘抜井戸においては、通常時の揚水量が $5\text{ m}^3/\text{日}$ 以上ある井戸が約74%を占めているが、乾季末には約50%に減少し、 $1\text{ m}^3/\text{日}$ 未満しか揚水できない井戸が14%も出現する。

一方、木製枠を主体とする掘抜井戸においては、両時期ともにコンクリート枠製掘抜井戸に比べて揚水量は少ない。通常時においても揚水量が $5\text{ m}^3/\text{日}$ 以上ある井戸が約50%しかなく、乾季末になると約20%に減少し、 $1\text{ m}^3/\text{日}$ 未満しか揚水できない井戸が約40%も占めることになる。但し、実際の井戸の分布数は、手製掘抜井戸がコンクリート枠製掘抜井戸の約5倍もあることを考慮して表3.6-4を見るならば、特に通常時においては、手製掘抜井戸の利用水量がコンクリート枠製掘抜井戸を格段に上回っていると推察できる。これは、住民からの聴取結果をまとめた下記の井戸利用方法からも言えることである。

(a) マレに水がある期間における掘抜井戸の利用方法

家畜用にはマレの水を使い、生活用水のためには主に手製掘抜井戸を使用し、コンクリート枠製掘抜井戸は使用しないことが多い。その理由は、手製掘抜井戸に比べてコンクリート枠製掘抜井戸は村落から比較的離れた場所に存在していることが一因でもあるが、これだけではなく、コンクリート枠製掘抜井戸が乾季末における最後の生命線であるため、他の水を利用できるうちは、極力これを使用せずに温存しておきたいとの強い住民意識があるようである。

(b) マレに水がなくなる乾季（初期～中期）における掘抜井戸の利用方法

手製掘抜井戸が利用できる限り、これを生活用水に使用し、コンクリート枠製掘抜井戸は家畜用に利用することが多い。ただし、手製掘抜井戸の水量が少ない場合には、コンクリート枠製掘抜井戸を生活用水にも使用する。家畜用及び生活用を上回る揚水量が得られる時期（又は地域）には、井戸からの揚水を菜園の灌漑に利用している集落がある。

(c) 乾季末における掘抜井戸の利用方法

此の時期は、手製掘抜井戸からの揚水量では生活用水にも決定的に不足することが多く、家畜用及び生活用としてコンクリート枠製掘抜井戸が利用されるのが一般的である。このように、コンクリート枠製掘抜井戸が住民にとっての最後の生命線となっている。ハンドポンプ（殆どボアホールに設置されている）を所有している村落では乾季末にもこれを利用できるが、故障率が高い（現地調査結果によれば、ハンドポンプの52%が破損している）ため、住民の信頼度は低く、主に人力、又は家畜を利用して水を汲み上げているコンクリート枠製掘抜井戸に対する信頼度の方が格段に高い。

一方、現地調査の結果、コンクリート枠製掘抜井戸は手製掘抜井戸に比較して、井戸水の塩分濃度が高い井戸が多く、電気伝導度が $1,000\mu\text{S/cm}$ 以上であるものが過半数を占め、その内生活用水（飲料水）としては問題の多い $2,000\mu\text{S/cm}$ 以上の値を示す井戸が24%もある。このため、コンクリート枠製掘抜井戸からの揚水は家畜用にしか使用しない集落もあり、生活用水として主に手製掘抜井戸を利用している一因ともなっているようである。

(3) 井戸の水質

現地調査結果に基づき、掘抜井戸における井戸水の導電率を表3.6.5に示す。

ナラ地域には、井戸水の塩分濃度（導電率）が高いものが多いが、帯水層の地質によって塩分濃度に若干の差異が認められる。全般的に、基盤岩内（schist、sandstone）やコンティネンタル・インターカリアに帯水層をもつ井戸で導電率が高く、主として沖積層を帯水層とする井戸では導電率がやや低い傾向にある。

表3.6-1 井戸ファイル (Fichier Puits) による井戸の分布状況

地区 Arrondissement	コンクリート枠製井戸	
	井戸数	所有村落数
BALLE	1	1
DILLY	7	7
FALOU	2	2
GUIRE	26	19
MOURDIAH	10	9
NARA-CENTRAL	31	24
計	77	62

表3.6-2 製作井戸リスト (Situation des Puits de 1985-93 NARA) による井戸の分布状況

地区 Arrondissement	コンクリート枠製井戸	
	井戸数	所有村落数
BALLE	1	1
DILLY	5	2
FALOU	2	2
GUIRE	8	8
MOURDIAH	5	5
NARA-CENTRAL	25	21
不明	8	8
計	54	47

表3.6-3 現地調査結果による井戸の分布状況

Arrondissement	コンクリート枠製井戸		手製井戸		素掘井戸		調査村落数
	井戸数	所有村落数	井戸数	所有村落数	井戸数	所有村落数	
BALLE	2	2	16	2	0	0	2
DILLY	10	7	74	10	10	1	11
FALOU	9	5	113	7	1	1	7
GUIRE	—	—	—	—	—	—	0 (*)
MOURDIAH	8	5	52	7	3	1	7
NARA-CNETRAL	36	18	83	16	330	3	21
計	65	37	338	42	334	6	48

(注) Guire地区は治安上の問題により現地調査から除外した

表3.6-4 掘抜井戸からの揚水量

季節	井戸の区分	日揚水量 (Q、単位：m ³ /日) による井戸数 (比率)				
		0 ≤ Q < 1	1 ≤ Q < 5	5 ≤ Q < 10	10 ≤ Q < 20	20 ≤ Q
通常時	P.C.	0 (0%)	9 (26%)	7 (21%)	11 (32%)	7 (21%)
	P.V.	0 (0%)	5 (50%)	3 (30%)	2 (20%)	0 (0%)
乾季末	P.C.	5 (14%)	13 (36%)	8 (22%)	9 (25%)	1 (3%)
	P.V.	4 (40%)	4 (40%)	1 (10%)	1 (10%)	0 (0%)

注1： 全て住民からの聴き取り調査結果による。

注2： 井戸の区分におけるP.C.はコンクリート枠製、P.V.は木製枠・石積。

注3： 揚水量が1時期しか分からない井戸もあるため、P.C.の調査井戸総数は両時期によって異なっている。

表3.6-5 掘抜井戸の水質 (導電率)

		導電率 (単位 μ S/cm)				計	
		<500	<1,000	<2,000	2,000<		
帯水層 の地質	沖積層	井戸数	4	5	7	2	18
		率	22%	28%	39%	11%	100%
	基盤岩	井戸数	4	7	10	6	27
		率	15%	26%	37%	22%	100%
	C.I.	井戸数	0	1	0	2	3
		率	0%	33%	0%	66%	100%
合計		井戸数	8	13	17	10	48
		率	17%	27%	35%	21%	100%

(注) 現地調査結果による

3.6.2 地下水の分布と賦存量

(1) 地下水の分布

Nara 県の地下水開発では、地下水の分布とともに地下水の電気伝導度が問題となる。Nara 県の地下水の水質(電気伝導度)は帯水層の地質と密接に関連しているため、地下水の水質と分布について大局的に考察するため、帯水層(地質)の分布について考察する。

(図3.6-1)

(a) 一般帯水層

本帯水層はNara-Centralの東部から Guire 郡の中・北部におよんで分布するコンチネンタルアンテルカレル(C.I.)の地層で構成されている。

Nara 市の給水施設の水源となっている Tendyé や Nima-Beledougou の井戸の帯水層である。同井戸の地下水の水質は非常によく、マリ国のMLI/84/005プロジェクトによる電気伝導度に関する区分の最高クラスであるクラス4に属するが、その近隣に5,000 μ s/cm以上の電気伝導度を有する地下水も存在する。

本プロジェクトで、Tendyéの北西方800m程度のこの地層でJC-4孔が掘削された。この井戸では揚水による試験を実施するに至らず、インジェクション法によって透水量係数を算出した。このことは、ナラ地溝の末端部ではC.I.中の良好な帯水層は連続性に乏しく、特殊な条件の地区に限られることを示している。

(b) 裂か帯水帯

(i) 不連続帯水帯

Mourdiah 及び Guire 両郡の南部を除く、Nara 県の中・北部の大部分を占めて分布するカンブリア系が本帯水層の主体であり、これに貫入する中性代の貫入岩(ドレライト)も本帯水層を構成する。

これらの帯水層中に賦存する地下水の電気伝導度は高く、Nara 県の不連続帯水帯の分布地域にはMLI/84/005プロジェクトのクラス-2に属する1,000~2,000 μ s/cmを越える地下水や、10,000 μ s/cm以上に達する地下水が各所に点在する。

これに対して、Balle 郡、Dilly 郡の北東部やNara-Central 郡のDembasala周辺など限られた地区にMLI/84/005プロジェクトのクラス-3に属する800 μ s/cm程度の地下水を有する井戸が点在する(3.6.2(3))。

カンブリア系には地下深部の地下水ほど電気伝導度が高くなるとともに、カンブリア系中の“裂か系”の発達が悪くなる傾向が見られるのに対して、ドレライトには地下の浅、深部に関係なく晶洞や貫入後の冷却による割れ目が発達している。このためJC-3

孔のように大量の揚水が可能である。この地下水の電気伝導度は MLI/84/005 プロジェクトのクラス1に属する。

(ii) 半連続帯水帯

インフラカンブリア界中に存在する帯水層がこれに相当し、Mourdiah 及び Guire 両郡の南部に分布する。マリ国全土では最も利用可能な帯水層であるが、Nara 県では本帯水層を覆う後述の浅所帯水層が重要な帯水層となっている。これはインフラカンブリア界が堅硬なため井戸掘削が困難であることに対して、浅所帯水層に含められるインフラカンブリア界の風化部は掘削が容易であり、しかも同風化部が砂礫状を呈し、有効間隙率が高いことに原因する。さらにインフラカンブリア界が分布する地区の降雨量が比較的多く、インフラカンブリア界を覆う浅所帯水層への涵養が容易に行われること、局所的ではあるが、浅所帯水層の地下水が比較的長期間保持される地区が点在することなども、半連続帯水帯の分布地域で、浅所帯水層が地下水開発で優先される原因となっている。

(c) 浅所帯水層

本帯水層は、第四系及び裂か帯水帯の風化部で構成される。Nara 県全土に分布するものの、層厚が薄く、数m~10数m程度である。地下水の電気伝導度は500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 程度で MLI/84/005 プロジェクトの区分の最高クラスであるクラス-4に属するが、限られた好条件の地区を除いて雨期直後から地下水は不足気味になる。

(2) 地下水賦存量と地下水涵養量

(a) 地下水の賦存量

調査地域の各帯水層の厚さと有効間隙率から、各帯水層の平均的な地下水賦存量を貯水深で求め(表3.6-6)、この値と、それぞれの郡の各帯水層の分布面積から、地下水賦存量を算出した。

それらの結果を郡ごと(表3.6-7)及び水文区ごと(表3.6-8)に示す。

対象地層の厚さ

- 一般帯水層 : 本調査の JC-4孔の結果から、
{(Nara 県で確認されている C.I.深度)-(静水位)}の26%.
- 不連続帯水帯 : 解放性裂か帯の下限深度
- 半連続帯水帯 : 不連続帯水帯と同程度
- 浅所帯水層 : Nara 県の平均的な飽和帯の厚さ

有効間隙率

- 一般帯水層 : C.I.の有効間隙率とされている値のうち、その下限値
- 不連続帯水帯 : NLI/84/005プロジェクトで報告されている数値
- 半連続帯水帯 : 不連続帯水帯の2倍
- 浅所帯水層 : 粘土・泥層の有効間隙率とされている値のうち、その上限値

表 3.6-6 帯水層ごとの平均的な地下水の貯水深

帯水層	対象地層の厚さ	有効間隙率	貯水深
一般帯水層	115 m	3 %	3.45 m
不連続帯水帯	50 m	1 %	0.50 m
半連続帯水帯	50 m	2 %	1.00 m
浅所帯水層	5 m	10 %	0.50 m

表 3.6-7 郡ごとの地下水賦存量

郡	面積 (km ²)	帯水層	対象地層 の厚さ	有効 間隙率	貯水深	賦存量 (×10 ⁶ m)
Balle	5,540	不連続帯水帯	50 m	1%	0.50 m	2,770 0
	5,540	浅所帯水層	5	10	0.50	845
	5,540	-	-	-	-	5,540 0
Falou	3,456	不連続帯水帯	50	1	0.50	1,728
	3,456	浅所帯水層	5	10	0.50	1,728
	3,456	-	-	-	-	3,456
Dilly	5,032	不連続帯水帯	50	1	0.50	2,516
	5,032	浅所帯水層	5	10	0.50	2,516
	5,032	-	-	-	-	5,032
Nara-Central	4,904	一般帯水層	115	3	3.45	1,099 *1
	4,904	不連続帯水帯	50	1	0.50	1,839
	4,904	浅所帯水層	5	10	0.50	2,452
	4,904	-	-	-	-	5,390
Mourdiah	5,074	不連続帯水帯	50	1	0.50	845
	5,074	半連続帯水帯	50	2	1.00	3,382
	5,074	浅所帯水層	5	10	0.50	2,537
	5,074	-	-	-	-	6,764
Guire	6,740	一般帯水層	115	3	3.45	4,534 *1
	6,740	不連続帯水帯	50	1	0.50	93
	6,740	半連続帯水帯	50	2	1.00	1,123
	6,740	浅所帯水層	5	10	0.50	3,370
	6,740	-	-	-	-	9,120
Total	30,746	-	-	-	-	35,302

MIL/84/005プロジェクトの式による。

* : JC-4孔の結果を考慮し、帯水層の厚さを(*)の約60%とする。

表 3.6-8 水文区ごとの地下水賦存量

(×10⁶ m³)

水文区		アロンディスマン	一般帯水層	不連続帯水層	半連続帯水層	浅所帯水層	合計
Gci	-	Nara-Central	1,099			613	1,712
		Guire	4,534			2,527	7,061
		小計	5,633			3,140	8,773
	中計	5,633			3,140	8,773	
Dca	1	Balle		307		307	614
		Falou		1,037		1,037	2,074
		Dilly		2,516		2,516	5,032
		Nara-Central		1,839		1,839	3,678
		Mourdiah		845		846	1,691
		Guire		93		281	374
		小計			6,637		6,826
	2	Balle		1,847		1,847	3,694
		小計		1,847		1,847	3,694
	3	Balle		616		616	1,232
		Falou		691		691	1,382
		小計		1,307		1,307	2,614
	中計			9,791		9,980	19,771
	Sin	1	Mourdiah			846	423
Guire					1,123	562	1,685
小計					1,969	985	2,954
2		Mourdiah			2,536	1,268	3,804
		小計			2,536	1,268	3,804
中計					4,505	2,253	6,758
合計			5,633	9,791	4,505	15,373	35,302

(b) 地下水涵養量

マリ国の年平均降雨量と帯水層のタイプ及び地下水涵養量の関係式が、MLI/84/005プロジェクトによって示されている。それらの関係式を参考にしてNara地区の涵養量を次のとおり推定した。

表 3.6-9 地下水涵養量算出のための関係式

年平均降雨量	地下水面の深度	帯水層のタイプ	地下水涵養量の関係式
300~700mm	5~8m	一般帯水層	$I=0.005 \times P$ (mm/y)
300~700mm	10~25m	不連続帯水層	$I=0.15 \times P-35$ (mm/y)
300~700mm	10~25m	半連続帯水層	$I=0.15 \times P-35$ (mm/y)

I: 地下水涵養量 P: 年平均降雨量

それらの結果をそれぞれ表3.6-10、表3.6-11に示す。

表 3.6-10 郡ごとの地下水涵養量

郡	面積 (km ²)	帯水層	降雨量 (mm/y)	涵養量		
				(mm/y)	割合	($\times 10^6$ m ³)
Balle	5,540	不連続帯水帯	390	23	6%	127
Falou	3,456	不連続帯水帯	450	32	7	110
Dilly	5,032	不連続帯水帯	390	23	6	115
Nara-Central	4,904 \times 1/4	一般帯水層	350	1	0.3	1
	4,904 \times 3/4	不連続帯水帯	380	22	6	80
	4,904	-	-	-	-	81
Mourdiah	5,074 \times 1/3	不連続帯水帯	450	32	7	54
	5,074 \times 2/3	半連続帯水帯	480	37	8	125
	5,074 \times 2/3	浅所帯水層	480	24	0.8	81
	5,074	-	-	-	-	260
Guire	6,740 \times 3/4	一般帯水層	350	1	0.3	5
	6,740 \times 1/4 \times 1/3	不連続帯水帯	400	25	6	14
	6,740 \times 1/4 \times 2/3	半連続帯水帯	420	28	7	31
	6,740 \times 1/4 \times 2/3	浅所帯水層	420	21	5	23
	6,740	-	-	-	-	73
Total	30,746	-	-	-	-	766

表 3.6-11 水文区ごとの地下水涵養量

(/年)

水文区	アロンディスマン	涵養量 水深, mm	一般帯水層 ×10 ⁶ m ³	不連続帯水層, ×10 ⁶ m ³	半連続帯水層, ×10 ⁶ m ³	浅所帯水層 ×10 ⁶ m ³	合計 ×10 ⁶ m ³	
Gci	-	Nara-Central	1	1		-	1	
		Guire	1	5		-	5	
		小計	-	6		-	6	
	中計	-	6		-	6		
Dca	1	Balle	23		14	-	14	
		Falou	32		66	-	66	
		Dilly	23		116	-	116	
		Nara-Central	22		81	-	81	
		Mourdiah	32		53	-	53	
		Guire	25		14	-	14	
		小計	-		344	-	344	
	2	Balle	23		85	-	85	
		小計	-		85	-	85	
	3	Balle	23		28	-	28	
		Falou	32		44	-	44	
		小計	-		72	-	72	
	中計	-		501	-	501		
	Sin	1	Mourdiah	37		30	-	30
			Guire	28		31	-	31
小計			-		61	-	61	
2		Mourdiah	37		94	-	94	
		小計	-		94	-	94	
Sqi		Mourdiah	24		-	81	162	
		Guire	21		-	23	47	
		小計	-		-	104	104	
中計		-			155	104	259	
合計		-		6	501	155	104	766

Sqi: 浅所帯水層 (Aquifères Superficiels)

(3) 水質

(a) 一般帯水層

一般帯水層は Nara-Central 郡の北東部及び Guire 郡の中・北部に分布する(図3.6-1)。一般帯水層中に賦存する地下水は被圧水である。

Nara 県の一般帯水層中に賦存する地下水の電気伝導度は数百 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 程度のオーダーで、一般帯水層からは Nara 県で最も良質の地下水が得られる。水量的にも将来比較的多量の地下水の開発が期待される帯水層のひとつであるが、一般帯水層を構成するコンチネンタルアンテルカレル (C.I.) が分布するナラ地溝の構造が明確にされていない。

(b) 不連続帯水帯

不連続帯水帯は Nara 県のおよそ 2/3 を占めて分布するカンブリア系及びこれに貫入するドレライト中に分布する帯水帯である。本帯水帯に賦存する地下水が各地で産出されている(図3.6-1、ANNEX 表D.1-1)。それらの地区は、Keibane - Berguenare - Dougouni - Taganagaba を結ぶ NE - SW に配列する地区である。表記の各地の地下水の電気伝導度は 4,580、11,000、640、15,540 $\mu\text{s}/\text{cm}$ という高い値である。Zidou Toure - Kerina も NE - SW の方向に配列し、地下水の電気伝導度はそれぞれ 10,740、15,880 $\mu\text{s}/\text{cm}$ である。Nara 市の北東方 5km の Kabida Soninke の地下水は 7,280 $\mu\text{s}/\text{cm}$ である。

以上の一般的傾向の中で、Soutourabougou - Dembasala - Tacoutala - Makana Kore - Fogoty - Dara などの地下水は、比較的まとまった地域内で 1,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ より低い電気伝導度を有している。局所的には Bakabaka、Makana Kore、Berzak、Beurdat などの地下水も 1,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 以下の電気伝導度を有する。

これらの異常に高い電気伝導度や、低い電気伝導度の地下水の分布を規制する要因は明らかではない。

(c) 半連続帯水帯

半連続帯水帯は Nara 県の南東部に同県のおよそ 1/3 を占めて分布するインフラカンブリア界中に分布する帯水層である。

半連続帯水帯に賦存する地下水は被圧地下水である。その電気伝導度は低く、一般に 500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 程度、局所的に 1,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 程度であるが、古い井戸の地下水には 3,000 μs

/cm以上の値を有するものがある。高い電気伝導度を有する地下水はNara県南東部(Guire郡の南部)に多く分布する。

(d) 浅所帯水層

浅所帯水層は第四系及びこれまでに述べた各地層の風化帯で構成され、その分布範囲はNara県全域に及ぶ。

浅所帯水層に賦存する地下水は不圧地下水である。その電気伝導度 $1,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下で、電気伝導度の視点からは最も良好な地下水の一つである。

3.7 農・畜・林業の現況

3.7.1 農業

(1) 作物の種類及び単収

Nara県ではとうじんびえ、もろこしが主要作物であり、雨期の降雨を利用してそれらを栽培している。その他の作物として、ささげ、落花生・オクラ等があり、それらを単一栽培か、とうじんびえ、もろこしの混作として栽培している。乾期には一部の村落では、マレの周辺において小規模な野菜菜園を、マレや井戸水を灌漑水として利用して栽培している。野菜畑の大部分はトマト、タマネギが中心となって栽培している。その他に、とうもろこし、綿、陸稲、レタス、ナス、トウガラシ、甘藷、マンゴ、グワバ等の栽培が見られる。

Nara県の作物の収量は、化学肥料や農薬等の使用がほとんどなく、野菜畑を除くと天水に頼っているため低いレベルにある。Nara県農業部の統計データによる主な作物の単収は下表のとおりである。

ナラ県の主要作物の平均単収

(単位: kg/ha)

	とうじんびえ	もろこし	ささげ	落花生	トマト	タマネギ
1988/89	488	740	-	624	-	-
1989/90	308	718	-	758	-	-
1990/91	241	379	40	536	-	-
1991/92	503	584	81	484	-	-
1992/93	380	424	72	372	16,335	22,188
平均収量	384	569	64	555	16,335	22,188

出典: ナラ県農業部

(2) 作付体系及び栽培方法

もろこし、とうじんびえ、ささげ、落花生、オクラは雨期に栽培する。ナラ県では、通常6月より雨期が始まり、これにあわせ、とうじんびえの播種を開始する。もろこしは、とうじんびえの播種が終了し、雨期が最盛期となる7月中旬から播種を開始する。ささげ、落花生、オクラなどは、雨期の7月と8月の間、もろこし及びとうじんびえの播種の合間に播種を行う。乾期の10月から、とうじんびえの収穫を開始し、11月中旬からは、もろこしの収穫を開始する。11月から12月にかけて、ささげ、落花生・オクラの収穫を行う。一方、マレの周辺のトマト、タマネギ等の野菜栽培は主として乾期に行う。野菜栽培は、11月に開始し、4月まで続けられる。各作物の作付け体系を図3.7-1に示す。

雨期に耕作するもろこし、とうじんびえ、オクラについて、毎年栽培を行う時には有機物の施用が行われている。一方、ささげ、落花生に対しては有機物の施用はほとんど行われていない。これらの作物はいずれも在来品種であり、種子は自家採取が一般である。化学肥料や農薬等の施用はどの作物に対しても一部の農家を除くと行われていない。大部分の農作業は鍬や鎌を用いた手作業で行い、運搬及び耕起作業には畜力(役牛)を用いる。農作業は家族労働を中心に行われ、家族のみでは労働力が足りない時には他の農民を雇用することとなる。ただし、脱穀作業は村落住民が共同で行う。

乾期に行う野菜栽培の耕作面積は一農家当たり100m²程度であり、通常マレの周辺で女性を中心となり行っている。大部分の野菜畑は農家別に管理されているが、共同作業で管理しているものもあり、その場合にも各自の区画が定められている。家畜が侵入するのを防ぐため、木の枝等で野菜畑の周辺を柵で囲っている。野菜の品種の一部はバマコから取り寄せたものもあるが、大部分は在来品種である。野菜畑への灌水は共同井戸やマレの水をたらいで運搬して行っている。各自の菜園内に灌漑用の井戸を掘っている農家も多い。ヤギやヒツジの糞を主とした有機物を施用しているが、化学肥料や農薬等の施用は行われていない。他の雨期の作物と同様に大部分の農作業は鍬や鎌を用いた手作業で行い、運搬及び耕起作業には畜力を用いる。各作物の所要労働力は下記の通りである。

主要作物の所要労働力

(人・日/ha)

作業項目	とうじんびえ	もろこし	ささげ	落花生	トマト	タマネギ
耕起	10	10	10	10	20	20
施肥	8	8	0	0	16	16
苗床	0	0	0	0	10	10
播種/移植	10	10	15	15	20	20
防除	0	0	0	0	0	0
除草	30	30	30	30	30	30
灌漑	0	0	0	0	20	20
収穫	10	10	20	20	50	50
調整	10	10	10	15	20	20
合計	78	78	85	90	186	186

出典：JICA 調査団

(3) 収穫面積及び生産量

ナラ県の主要作物であるとうじんびえ、もろこし、ささげ及び落花生の収穫面積と生産量についてはナラ県農業部が作成している統計データがある。しかし、野菜類(オクラ、トマト、タマネギ等)についての統計データは現在作成されていない。ナラ県の作物の収穫面積は主食である、とうじんびえともろこしが大部分を占めており、ささげや落花生等の他の作物に占める割合は全体の10%以下に過ぎない。ナラ県の主要作物の収穫面積を下表に示す。

主要作物の収穫面積

(単位：ha)

	とうじんびえ	もろこし	ささげ	落花生
1988/89	24,300	14,500	-	500
1989/90	14,900	28,000	-	700
1990/91	26,400	19,000	1,900	1,200
1991/92	23,200	23,900	2,700	2,100
1992/93	27,100	32,800	2,800	2,000
平均面積	23,200	23,600	2,500	1,300

出典：ナラ県農業部

ナラ県の作物生産量は、もろこしをもっとも多く、続いてとうじんびえの順となっている。収穫面積が、とうじんびえともろこしがほぼ等しいにもかかわらず、もろこしが生産量が高いのは、もろこしが本格的に雨期が始まってから播種が開始され、発芽が安定しているためである。一方、とうじんびえは雨期開始直前から播種を開始するため発芽しない場合も多い。ナラ県の主要作物の生産量を下表に示す。

主要作物の生産量

(単位：トン)

	とうじんびえ	もろこし	ささげ	落花生
1988/89	12,800	11,900	-	300
1989/90	2,700	19,600	-	500
1990/91	6,500	7,200	200	600
1991/92	12,300	15,900	500	1,200
1992/93	10,100	16,000	200	900
平均生産量	8,900	14,100	300	700

出典：ナラ県農業部

(4) 市場価格及び作物生産費

ナラ県における農業生産物の価格は首都バマコと比較して安い。一方、営農資機材の価格はバマコからの輸送費がかかるため高くなる。JICA 調査団が行った聞き取り調査の結果によると、ナラ県における主な農業生産物の営農資機材の市場価格は下表の通りである。

農業生産物と営農資材の市場価格

	価 格		価 格
生産物		肥料	
とうじんびえ	50-120 FCFA/kg	尿素	100-110 FCFA/kg
もろこし	50-100 FCFA/kg	過磷酸石灰	115-135 FCFA/kg
落花生(殻付)	200-300 FCFA/kg	農薬	
ささげ	250 FCFA/kg	殺虫剤	3,000 FCFA/l
オクラ	160-210 FCFA/kg	殺菌剤	6,000 FCFA/kg
トマト	100-200 FCFA/kg	資機材	
タマネギ	275-350 FCFA/kg	鋤(家畜牽引用)	50,000 FCFA/個
労務費		鎌	500-600 FCFA/個
労務費	50-100 FCFA/人日	鋏	500-750 FCFA/個
		荷車	45,000 FCFA/個

出典：JICA 調査団

現在、ナラ県の大部分の農民は優良種子の導入、化学肥料や農薬等の耕作地への投入は行っておらず、生産費の大部分を占めるのは労働費や農機具・畜力に係る費用である。これは、不安定な降雨やバツタ等の来襲で収量が安定しないため農民が投資を恐れるからである。また、所要労働力が大きいトマト、タマネギ等の野菜栽培の生産費は高くなる。ナラ県における主要作物の生産費は次のとおりである。

主要作物の生産費 / ha

項目	単価	もろこし		とうじんびえ		落花生		ささげ		トマト		タマネギ	
		数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額
種子代		10	500	20	1,000	50	10,000	30	7,500	1	100	5	1,375
肥料代													
尿素	105 FCFA/kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
過磷酸石灰	125 FCFA/kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
農薬													
殺虫剤	3,000 FCFA/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
殺菌剤	6,000 FCFA/kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
農機具・畜力等	2,500 FCFA/日	10	25,000	10	25,000	10	25,000	10	25,000	30	75,000	30	75,000
労働費	75 FCFA/人日	78	5,850	78	5,850	90	6,750	85	6,375	186	13,950	186	13,950
合計			31,350		31,850		41,750		38,875		88,050		90,325

出典： JICA 調査団

注： * 数量はkg

** 金額はFCFA

3.7.2 畜産業

(1) 家畜家禽の品種と頭数

ナラ県の主要家畜は、牛、羊、山羊、馬、ロバ、ラクダであり、家禽は、農家の庭先で飼育される程度で、給餌を行い、卵、肉を生産して、販売する生産方式は行われていない。家畜の飼養頭数に関するデータには、クリコロ行政区税務署の郡別家畜と同行政区畜産部技術部門の所有する郡別データがある。統計年度は違うが、総家畜飼養頭数は税務署データの約2.3倍が同行政区畜産部の所有するデータである。後者のデータは、各畜産普及員が、予防接種等のために把握しているデータで、より実際の飼養頭数に近いと推測される。郡税務台帳の飼養頭数が少ないのは、家畜税は飼養家畜頭数に適用されるマリ共和国の課税制度の影響で、行政部が把握し損なっているためである。農民は飼養家畜に支払うべき税金を軽減するため行政当局に対して全保有数を申告しない。

1991年

	Nara	Balle	Dilly	Falou	Guire	Mourdiah	Total
牛	40,000	22,000	50,000	20,000	13,800	20,000	165,800
山羊/羊	65,000	43,000	65,000	28,000	16,000	45,000	262,000
ロバ	4,800	3,000	3,000	1,900	2,000	2,600	17,300
馬	1,600	2,000	2,000	900	240	2,000	8,740
ラクダ	1,500	100	350	200	200	1,000	3,350
Total	112,900	70,100	120,350	51,000	32,240	70,600	457,190

出典：クリコロ行政区畜産部

牛の主要品種は、熱帯の苛酷な自然条件に良く対応する、ゼブー牛の改良品種である Zebu-Maure、Zebu-Peulh の2品種である。特徴を下記に示す。

Zebu-Maure 短角種 顔が幅広く額が三角 赤又は黒色が特色 250kg~300kg (成体重)

Zebu-Peulh 長角種 額が四角 白い毛色が主流 220kg~250kg (成体重)

(2) 飼養体系

農家では飼育頭数を増やすことにのみ努力を傾注しており、優良種牛を確保、導入したり、現行の飼育環境、飼養技術の改良を行って生産性を高めることは、ほとんど行われていない。

(a) 繁殖方法

村落内での繁殖方法は自然交配である。乾期に牧草の栄養価が下がり始めるころ交配し、雨期に分娩を行う事を奨励している。これは、乾期に入る前に離乳できるので母、子牛の生存率が向上するためである。

(b) 病気の子防対策

村落内での疾病予防は畜産普及員によるワクチン接種を通じて行われる。しかし、疫病の早期発見をするための防疫施設は存在しない。

(c) 季節による頭数の増減パターン

季節による頭数の増減要因としては、家畜の死亡、売却、屠殺消費、事故、及び繁殖がある。家畜の死亡、売却に関しては、5月及び6月(乾期末)が多く、これは飼料、水の不足が要因となり、死亡率が上昇し、農家が家畜を売却すると推測される。屠殺消費は、宗教行事に関係している。繁殖は雨期に多い。

(3) 草地分布

村落では、雨期に畜群の多くは、家畜飼養者に預けられ耕作地からはなれた休閑地で放牧される。収穫期後の乾期には、耕作地の収穫残渣物を利用して放牧され一部は、水の豊富な地域に畜群を移動させるものもある。農民には草地を造成するという意識はなく、2月～3月、6月～7月にかけての端境期の飼料源の確保対策として、とうじんびえ、もろこしの残滓やとうじんびえ、もろこしの畝間にまめ科植物を混作し、それを乾燥して、貯蔵したり、綿実のしほりカスを確保し、利用している。

(4) 生産費及び市場価格

ナラ県における家畜は、毎週1回開かれる Nara、Dilly、及び Mourdiah にある家畜市場で取り引きされる。Nara 家畜市場は最も大規模で県内はもとより、モーリタニア国や南の隣県バナバ県からの家畜も取り引きされている。家畜取り引きの基準は、家畜の外貌により価格が決定されていた。JICA 調査団が行った聞き取り調査結果によると、牛では4歳から5歳齢がもっとも多く取り引きされ、平均価格は45,000 FCFA であった。

ナラ県の農家は、今まで家畜飼料を購入していないので、生産費は、家畜番人に対する報酬から成る。ところで、この報酬は次の3形態からなる。すなわち、現金(貨幣)払い、農畜産物による現物払い及び現金(貨幣)と現物払いとの併用である。JICA 調査団が行った聞き取り調査による生産費は下記のとおりである。

牛の生産費
(牛10頭当たり年間経費)

項 目	金額 (FCFA)
塩	1,500
ワクチネイション	1,400
労働費	12,500
税金	2,500
合計	17,900

出典：JICA 調査団

(5) 家畜衛生

村落内での家畜疾病の原因は様々であるが、その対策は以下のとおりである。

原因

現況及び対策

- 1) 微生物によるもの 家畜普及員によるワクチン接種を通じて微生物による疾病予防は行われている。また、農民の意識も高く、自然界の自律的なコントロールや牛が持っている抵抗力があるので、罹病率は低い。
- 2) 寄生虫によるもの 意識は低く対策は殆ど講じられていない。しかし、寄生虫は、それ自体の被害もあるが、微生物の媒介者としての役割もあり、防除は衛生管理上大きな意味を持っている。
- 3) 生理機能の不調 (栄養障害を含む) 5月及び6月(乾期末)の、飼料、水不足が原因となり、死亡率が上昇している。
- 4) 毒物(植物、へび及び化学物質)によるもの 今回の調査で、データは得られなかった。
- 5) 外傷によるもの 除角の習慣がないので繁殖期に多発すると推測される。

3.7.3 林業

(1) 主要樹種及び用途

低サバンナ(固定砂丘を含むナラ県南部-東部を指標とする)に代表されるナラ県内の樹木ステップの卓越樹種とその分布密度は次のとおりである。

Combretum glutinosum	3.7 - 6.3 m ³ /ha
Bombax costatum	2.9 - 3.9 m ³ /ha
Pterocarpus lucens (guiera senegalensis)	6.3 m ³ /ha
Acacia seyal, A. nilotica (有刺アカシヤ類)	8.7 m ³ /ha
Balanites aegyptiaca	7.1 m ³ /ha
Anogeissus leicocarpus	7.1 m ³ /ha

また、上記の卓越樹種に対し有用樹種は賦存量が相対的に少なく、住民に常用される樹種とその用途は下表のとおりである。(括弧内はバンバラ語名)

県内の主要な有用樹種とその用途

Adansonia digitata	バオバブの木 (Zira)	ソース用葉粉 (namougou)
Viterania paradoxa	シアバターの木 (Karite)	植物バター (sitourou)
Perkis biglobosa (Butyrospermum paradoxa) (Nere)		ソース用子実 (soumbara)
Khaya senegalensis	(Diala) (Cailcedrat)	シトロン油、木工用

(以上の4樹種は保護樹として伐採が制限され、違反者に罰金が課せられ、利用者は料金を払う。)

Zizyphus mauritaniana	アフリカ・なつめ	成果実を食用
Tamarindus indica	タマリンド酸豆の木	同上、薬用、染色用
Bombax costatum	パンヤ・ワタの木	繊維採取、食用油
Acacia senegal	ゴム・アカシヤ	天然ゴム採取
Prosopis africana		木炭の原木
Combretum spp.		薪炭採取用
Pterocarpus lucens		同上
Angeissus leicocarpus		同上

(2) 林産物利用体系及び生産量

林産物の資源管理については環境省水・森林局が現地に事務所を設置し、その職員がおこなっている。木炭の製造及び林野内の狩猟には同局の許可が必要であるが、一般の住民は村落周辺の国有林野で慣習的に薪炭を採取し、また村内の住居・構築物の一部、家具及び加工用具に木材を利用している。猟銃の登録・所持は許可を必要とし、課税対象とされる。

林産資源の利用体系と91・92年度主要林産資源の用途別年間生産量、及び1人当たり森林面積、ha当たり木材資源賦存量、県内年間木材消費量は下記のとおりである。

薪炭	自家消費用採取(許可不要)、商業的木炭伐採製造(許可制)
木材	一般生活用利用(同上)、特定樹種の工芸利用(同上)
食・薬用	自家消費用採取(許可不要)、(ただし、伐採損傷を法令で規制)

県内の林産資源の年間利用状況

年度/資源	薪 (トン)	木炭 (立方米)	木株* (個)	木又** (個)	丸 棒 (本)
1991	25,100	249	110	530	2,310
1992	13,990	156	43	660	3,330

* 白の製造等

** 家畜柵、週市構内、村内休憩所、井戸木枠などに利用

地 域	1人当たり 林野面積	年間木材 生産推定量	ha当たり 木材賦存量	年間木材 消費量
県北部	13.0 ha/人	0.27 m ³ /ha	5.86 m ³ /ha	39,240 m ³
県南部	30.3/人	0.37 m ³ /ha	7.67 m ³ /ha	68,316 m ³
県全体	20.8/人	0.32 m ³ /ha	6.44 m ³ /ha	107,556 m ³
現時点県全体推定値	-	0.13 m ³ /ha	3.90 m ³ /ha	(0.93 m ³ 人)

注：北部は Nara C.、南部は Mourdiah、推定値は現地森林調査員による最近の値。

(3) 生産費及び市場価格

農村における林産物利用は投資を行わない略奪的採取利用形態であるため、生産費の推定は困難である。しかしながら、再植に要する実際の費用はカルンバの植林事業でha当たり30万FCFA、1立方メートルに換算すると77,000FCFAにも達し経済的には引きあわない。林産資源の劣悪化を防ぐため、最近水・森林局の指導下で植林が公的費用負担により行われ、その苗圃から植林計画地域内に苗木を無料配布し農民の労力提供により実施されている。

現地及び出荷先(バマコ)における移出林産物、自給自足的林産物の価格を下表に示す。

県内及び出荷先(バマコ)における林産物価格

林産物の種類	現地価格平均 (最低-最高)	出荷先価格平均 (最低-最高)	価格単価
薪(移出)	6 (5-10)	19 (16-29)	FCFA/kg
木炭(同上)	20 (15-27)	66 (48-83)	同上
バオバブ葉粉(自家消費)	500		同上
シーア・バター(同上)	750	325 (253-339)	同上
ネレ子実粉(同上)	550	975 (950-1406)	同上