

3.7.4 試験・研究・普及体制

ナラ県は国内の主要農業地帯に含まれず、また特産物もないため、県内には農業試験研究組織がなく、普及に利用すべき基礎的農業技術はすべてバマコ近郊の Sotuba (その支所 Kolombada、Katibougu を含み、ソルガム等を研究) 及び Kayes 行政区の Same (その支所 Bema を含み、落花生等を研究) 及び Nyono 行政区の Cinsana (その支所 Koula、Baramandougou を含み、とうじんびえ、ささげ等を研究) における研究成果に依存している。これら3ヶ所の位置づけについては付属資料H-2図のとおりであり、Sotuba は全国の試験場を統括し研究結果を分析する総合機関の性格を持つ。Bema はナラ県の西隣ニョロ・ド・サエル県にあるが施設が不十分であり、Cinsana は ICRISAT から技術協力、USAID 及びチバ・ガイギー社の資金・技術協力を受け、かつニジェル河に近く豊富な水量の通年かんがいの恩恵を受けつつ効率の良い研究を行っている。主要穀物の栽培試験は全国の普及組織網を通じて農家段階の試作も行い、試験場以外での成果を加えて結果の検討がなされる場合がある。

これらの試験場で行われている主要な試験は主要穀物及び豆類の混作試験、在来種と高収量種との雑種の選抜(とくに早熟抵抗性、かめむし及びうどん粉病あるいは害草に対する抵抗性を条件とした)試験であり、ごく最近になってまめ科のかん木を応用したアレイ・ファーミングに関する長期的栽培試験、家畜の囲い場における堆肥の効率的生産法の試験などが開始されている。

ナラ県の普及組織については3.7.6の農業支援体制で述べる

3.7.5 農・畜・林産物の加工・貯蔵及び市場

(1) 農産物の加工・貯蔵及び市場

ナラで産出する農産物はほとんど全量が自家消費又は県内で消費される。各農家世帯には1~3棟の穀倉(バンバラ語でジギネと呼ばれる高さ2.5m、外径2.5~3.5m程度の草葺き円筒形土蔵、中心から放射状に作られた壁で数室に仕切られ、各室に同種の穀類、豆類が風選穀粒、殻付きの形態で貯蔵される)があり、穀物は調理直前に取り出され、臼と杵で搗碎される。

流通形態も穀粒(落花生は殻付きの場合がある)であり、県内の週市では木製の秤量升又は瓢箪(1杯が2~2.5kgあり、これを1ムード moude という)で計量販売される。1人当たり年間穀物消費量はクリコロ行政区全体で203kg、ナラ県の穀物生産量は県人口1人当たり93~210kgと変動することから、その不足分は県外から供給される。

もろこし、とうじんびえは国内南部地域から、落花生は Kolokani など南部の県から流通に関与する諸公社などを通じて週市に供給される。米は高価なため日常は消費されないが、モーリタニアから輸入された精米が Nara 市の週市で販売され Soninke あるいは Maure 族の富裕世帯が購入している。もろこし、とうじんびえは自給穀物であり、県内農家が日用品調達のため、売却又は物々交換することによって、市場に出る数量は全国でもその生産量の2~3%に過ぎず、県内では生産量の1%程度と見られる。又県外産穀物の購入量は県内需要量の23% (94年農家調査では調査対象農家消費量の46%)と推定される。調査団が行った農家調査の集計では穀物販売農家が全体の7%強であり、その販売量も生産量の15%以下であった。なお、他の作物を含めた農産物販売農家は12%に及ぶが、その売上げは家計の2%弱を賄うに過ぎない。一方、穀物を流通経路または近隣の農家から購入、または物々交換により入手した農家は全体の92%に及ぶが、豆類その他を購入した者を含めると95%近くに達する。農産物のナラ市における価格は付属資料 H-1 に示した。

県内産品、県外移入食糧の販売は県内20ヶ所で毎週1回特定の曜日に開かれる週市で行われ、近隣の農家や県内外の週市を巡回移動する露天商人が出店している。例外として旱魃年に村落穀物銀行の臨時売店から割引き価格で一定数量の穀物が供給される場合もある。週市以外の流通形態としては、ろば、馬車により移動する行商人の販売があり、村々を巡回して主として穀物、豆類、調味料、茶を商品として物々交換又は金銭取り引きを行い、その移動距離は県外を含め200km以上に達する場合がある。

(2) 畜産物の市場流通とその機構

ナラ県の主要移出商品は生畜(牛、羊、山羊)であり、県内では、乳、乳製品、食肉も販売される。中小家畜は村内の家庭で調理直前に屠殺され、自家消費されるほか、換金源として重要である。一般農家では普段は牛乳、乳製品(自家加工される酸乳、乳脂)が消費され、祭日、行事の際などに家禽を含む食肉を消費する。大家畜は家畜商が村々を巡回して買い取り、徒歩でバマコ近郊の Kati で毎土曜日に開かれる家畜市場まで運んで食肉業者等との取り引きが行われるが、出品1頭につき100 FCFA の税金が徴収される。この市場では毎週900~2,000頭の牛が出品され、その70~80%が買い取られるほか、中小家畜も取り引きされる。この他、Nara 市及び県外南部の Banamba 及び Sokolo、県内 Dilly に小規模な家畜市場がある。前節で述べた農家調査の結果では、全部族の63% Peulh 族、Maure 族については61%が家畜を売却し、全部族の36%が家畜を購入している。このように生畜は移牧、遊牧を営む上記両部族を含むほとんどの農家が貯蓄の一形態として保有し、旱魃の際には売却して急場をしのぐため、また平年においてもその売却により家計収入の46%を賄うため経済的に重要である。課税の不安から家畜販売の回答は過小と見られ実際は家計の過半を販売に依存するとみられる。

しかし、一般に生畜の単価は豊作年に高水準を保ち旱魃年には飼料、水不足のため暴落する。又、生畜の取り引き頭数及び価格の年間変動もあり、飼料と水の豊富な雨期とその後数ヶ月間には上昇して高水準にある一方、乾期から雨期の開始に至る間に下降し低水準となる。県内の生畜年間出荷は牛約23千頭、羊約26千頭、山羊約11千頭であり、県内 Dilly 家畜市場における1991、92両年と県外の Kati での1993年の1頭当たり平均取り引き価格を次表に示す。

県内産生畜1頭当たり取り引き価格

(単位：1,000 FCFA)

畜種	去勢雄牛	雄牛	雌牛	若雌牛	雄子牛	雄羊	雌羊	子羊	雄山羊	雌山羊	子山羊
Dilly 91	53	63	34	38	23	8	7	3	6.1	5.3	2.4
Dilly 92	74	83	35	28	-	10	6	3	7.0	5.2	2.8
Kati 93	76	74	56	37	34	8	7	3	-	-	-

中小家畜の肉及び皮革はほとんど自家消費されるが、一部は Maure 族などが皮革を枕、太鼓、革紐、お守り入れなどに加工して週市等で販売する場合がある。大家畜の皮革は主に県外で生産加工される。また、牛乳、乳製品も大部分自家消費され、一部が週市、行商で Maure 人または Peulh 人の女性により販売される。

(3) 林産物の市場と流通機構

3.7.3 (2) で述べた特殊な食用林産物を含め、ナラ県で流通の対象となる林産物の主要供給源は資源の賦存量が比較的大きい Mourdiah に限定され、Balle 郡では自家消費用資源さえも不足気味である。主要な流通林産物は木炭であり、県庁水・森林部の許可の下に行われる原料の伐採、土窯による製炭の後約50kgの麻袋に詰め近傍の主要道路際、又は週市に運んで販売される。食用林産物は一般に自家消費されるほか、少量は週市でも販売される。

以上に述べた農・畜・林産物の流通機構と食糧需給については付属資料表 H-9 に示した。また農家調査における食糧自給、農家経済の調査結果については表 H-6、H-7、H-8 に示した。

3.7.6 農民組織及び農業支援体制

(1) 農民組織

ナラ県の農村の生活は戸別の自給自足に立脚するため、部族でまとまった村落自体が農民の互助的組織と見なされ得るものの、経済機能を持つ組織の結成は未だ低調である。経済活動が発展し、農民の財政負担能力が醸成されない限り、共同組合など法人格の経済組織の設立・維持運営は困難である。県内郡別の農民組織育成は県の協同行動センター (CAC) が担当、その育成状況は下表の通りである。4協同組合中ナラ市にある多機能婦人組合と建造物工事組合 (非農業) のみが現に活動中であり、ナラ県の消費者協同組合及び牧畜業者組合は組織が大きすぎてまとまりが悪く機能していない。

なお、県内には外国援助による農業支援が1970年代前半から実施されているが、このうちBalleを対象とするODIK、Dillyその他南部各郡を対象とするPRODESOSは特に重要である。

郡別農民組織育成状況 (1992年度現在、括弧内は実働数)

郡名	Nara C.	Balle	Dilly	Falou	Guire	Mourdiah	Total (Nara)
開発区の数	9	6	6	7	3	6	37 (37)
Ton 農民組織 Association	2	2	3	1	0	3	11 (7)
各種協同組合	7	13	4	4	6	0	34 (28)
穀物銀行	4	0	0	0	0	0	4 (2)
	7	0	1	9	0	6	23 (23)

(2) 農・畜・林業普及

県内には下表に示す各分野ごとの普及組織があり、それぞれの年間普及計画に基づき農村でのバイクを使った巡回普及活動を行う。普及すべき技術は国家農業普及事業 (P.N.V.A.) に基づき各農村の実状に即したテーマを毎年選定する。各郡に普及員 (A.V.V.) 数名が配置され、1名が8村 (1開発区) を受持ち同一村を毎月2回巡回し、その村の接触農家 (P.C.) にその周辺の農家10戸を集め1集団 (P.D.) とし、1名が1村につき最多5集団を担当し、P.C. の圃場に展示圃 (P.D.) を設置して新技術の普及に努める。最近は飼料作物としての、ふじまめ、ささげの利用 (農・畜複合、農業普及員が担当)、飼料木として Acacia、Prosopis 類 (まめ科) の導入 (林・畜複合、林業普及員が担当) など2以上の分野に共通した複合テーマが採

択されている。県内の1992/93年度の普及員などの配置とその活動実績は下表のとおりである。

郡別普及員配置状況(1992年現在、括弧内は定員数)

県段階 農・畜・林業普及官各1名、補佐・専門官2~4名

郡別農民組織育成状況(1992年度現在、括弧内は実働数)

郡段階	Nara C.	Balle	Dilly	Falou	Guire	Mourdiah	Total(Nara)
農業A.V.V.	4	2	3	3	1	3	16 (32)
畜産A.V.V.	1	1	2	2	0	2	8 (7)
畜産獣医師	4	2	1	1	1	1	10 (10)
林業A.V.V.	2	2	2	2	1	2	11 (9)

1992/1993年度県内普及活動実績

分野	展示圃場設置箇所		試験研究と普及との連携		村落訪問普及活動実績		
	圃場数	達成率 (%)	普及適用項目	圃場数	普及対象	箇所数	達成率 (%)
農業	197	19	とうじんびえ早生種の導入	7	対象村落	97	53
畜産	5	7	もろこし品種試験	7	農民集団	307	30
環境	20	11	メイズ品種試験	7		人数	養成累計
合計	222	13	とうじんびえ・もろこし混作	7	対象 PC	5,682	85,276

(4) 農業金融

ナラ県には隣県コロカニにある貯蓄金庫のような農民金融機関がない。しかし、1991年にFalou郡のFalou(95名加入)及びDigue(50名加入)の2村に婦人貯蓄金庫が結成され、マレ周辺の野菜栽培、村有畑に栽培した落花生を原料とした石鹸の製造及び生地の染色活動を行い、年間1名1,100 FCFAを貯蓄している。その生産施設導入にはNGO(ノルウェー)がそれぞれに150万、65万各FCFAを貸し出している。野菜種子の購入以外に一般農民は農業投入資金を必要としないことが金融活動の低調な主要因となっている。

また、全国的に村落単位で設立されている穀物銀行についてはナラ県で23村落が設立されており、前頁の表のように県南部に多く分布している。穀物銀行は村有畑などで収穫した

穀物を特定の穀倉に納め村民が選出した管理者が管理し、不作などで穀物の収穫が少なく食糧の不足する家庭に利子付きで貸出し、あるいは割引価格で売り渡す。NGOがこの備蓄活動に援助する場合があります(たとえばナラ郡の7村中4村)大旱魃の際に穀物を他の地方から移入しこの銀行を通じて農民に配布した実績を持つ。一時は多くの穀物銀行が設立されたが返却納入が行われなかったり管理不良で在庫が不足して機能を停止し、現在23村のみで稼働している。

3.8 太陽光発電揚水プロジェクトの現況

3.8.1 開発の経緯及び体制

マリ国における太陽光発電揚水システム開発は、1977年マリアクワビバ (MAV) によりSegou地域のNabasso及びKoniに900Wpのシステムが設置されたのを皮切りにして、Segou/San地域を対象として進められてきた。また、以後アメリカ、フランス、ドイツ、サウジアラビアをはじめとする各国政府及び国際機関の援助による開発も同地域及びサヘル地域において展開されてきた。

ナラ地区には、1981年より1986年にかけてMAV、USAID及びFEDにより計6箇所の太陽光発電揚水システムが設置された。設置村落はDally, Dilly Diawara, Dilly Modibo, Goumbou, Keybane, Madina Kagoroの6箇所である。

これらの開発は無償援助あるいは慈善事業として推進されてきており、実際の太陽光発電揚水システムの運営・維持・管理は住民組織にまかされている。しかしながら、行政区あるいは県レベルによる運営・維持・管理に対する指導はなされておらず、国レベルにおいては、システムの普及、補修及び技術者の養成を目的として太陽光発電設備維持管理室 (CEES) が、フランスの援助により1987年DNHEの下に設立された。CEESは、BamakoのDNHE内の中央基地、及びSan、Tombouctou、Bamakoの3ヶ所の地方基地を拠点として発足したが、San地方基地は1993年6月に閉鎖され、現在同地区の太陽光発電揚水システムの補修は、民間企業であるSOMIMADに移管されている。Tombouctou、Bamakoの地方基地も、1994年には、その機能を民間企業に移管する計画である。

3.8.2 開発の現状

太陽光発電揚水システムに関する全国規模でのインベントリー調査が1990年6月にフランスの援助により実施され、その詳細はDNHE発行の太陽光発電揚水 (Le Pompage Solaire Photovoltaïque) に報告されている。報告書には190箇所のシステムが記載されているが、調査団はその後設置されたシステムを含め計222システムのデータを収集した。そのデータに基づきマリ国に於ける太陽光発電揚水システムの現状を以下に示す。

(1) 地域別設置箇所

次表に示す様に半数以上がSegou地域に集中している。これは同地域がニジェール川沿いにあり水源が豊富でボアホールあるいは表面ポンプにより比較的容易に多量の水を確保できる事、又マリ国に於ける太陽光発電揚水システム開発の先駆者であるMAVが同地域で成功を収めたことにより各国援助が集中した事由によると考えられる。

地域	Bamako	Kayes	Koulikoro	Mopti	Segou	Sikasso	Tombouctou	計
箇所	2	11	35	13	123	18	20	222
%	1.0	4.9	15.8	5.8	55.4	8.1	9	100

(2) 出力分布

太陽光発電揚水システムの総出力合計は、1993年現在において339kWpと積算される。また下表の各システムの出力分布に見られるように1.0 - 1.5 kWpのシステムが約半数を占めている。これは太陽光発電揚水システムの多くが飲雑用水あるいは家畜用水を目的として単一のボアホールあるいは井戸にポンプを設置することにより揚水する小規模なシステムに適用されていることを示している。一方、最大出力をもつシステムはSokolo(Segou地域)に1985年に牧畜用水の揚水を目的として設置されたもので12,960Wpの出力をもっている。

出力 (kWp)	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-5.0	5.0-10	10-15	計
台数	9	44	109	28	7	20	4	1	222
%	4.1	19.8	49.1	12.6	3.2	9.1	1.8	0.4	100

(3) 太陽電池/ポンプメーカー

太陽光発電揚水システムに於ける太陽電池及びポンプのメーカー別分布を下表に示す。

太陽電池

メーカー	PHOTOWATT (仏)	ARCO SOLAR (米)	FRANCE PHOTON (仏)	KYOCERA (日)	SIEMENS (独)	PRAGMA (伊)	OTHERS	計
台数	90	37	30	22	19	14	10	222
%	40.5	16.7	13.5	10	8.5	6.3	4.5	100

ポンプ

メーカー	GRUNDFOS (デンマーク)	TOTAL ENERGIE (仏)	GUINARD (仏)	KSB (独)	OTHERS	計
台数	83	84	22	15	18	222
%	37.4	37.8	10	6.7	8.1	100

フランスをはじめとするヨーロッパ製が大半を占めているが日本製としては京セラの太陽電池が22セット納入されている。しかし、これは直接販売されたものではなくMAVが設置したシステムに組み込まれているものである。又、開発当初は陸上モーターと水中ポンプを組み合わせたGUINARD製のシステムが多々採用されていたが、連結部など機械構造上のトラブルが多く、これまでにモーターと一体型の水ポンプに逐次取り替えられており、1988年以降GUINARD製のポンプは採用されていない。

(4) 稼働状況

欧州のコンサルタントによって1983年1月より1989年6月までの78箇月に亘って66システムの稼働状況のモニター調査が実施され、この期間中に発生した故障は37件と報告されている。これはシステム当り139箇月に1件の故障が発生した事になり、故障間の平均時間 (Mean Time Between Failure: MTBF) は、30,000時間以上であり、ディーゼル発電機又はハンドポンプの一般的な値である1,500時間を遥に上回っていると報告されている (World Bank Technical Paper No.168)。一方、1992年CEESが実施した調査に拠れば、回答があった179システムの内25%が停止中であり、稼働しているシステムに於ても保守を含む維持・管理体制が十分満足できる状態のシステムは37%しかないと報告されており、前記モニター調査と大きな隔りがある。

ナラ地区に於ては、Goumbou, Madina Kagoro及びDilly Modiboの3システムは、調査団が訪問した1993年時点では運転稼働していたが、他のシステムは停止中であった。

このように、上記の両調査結果に大きな違いが認められるのは、実際のシステムの維持・管理は住民組織にまかされているが、技術的な補修技術だけでなく、管理技術、特に運転記録の作成・管理に関する指導も十分になされていないうえ、それらを集計・管理する組織も確立されていないことが原因と考えられる。本調査においても、カウンターパートの協力を得てデータの収集に務めたが、調査期間も限られていたこともあり、既存太陽光発電揚水施設の稼働状況に対する満足な結果が得られなかった。

(5) 開発計画

ヨーロッパ基金により西アフリカのサヘル諸国8か国を対象として、計800の太陽光発電揚水システムを設置するプログラム (Programme Regional Solaire : PRS) が進行中であり、マリ国に於て229システムの設置が予定されている。当初、第一段階としてTombouctou/Mopti地域への設置が計画されていたが、住民の賛成が得られずKoutiala/Sikasso地域に変更して22システムが、これまでに設置されている。現在第二段階として52システムの設置が進行中である。

(6) ナラ地区の現況

先に述べたようにナラ地区には6箇所の太陽光発電揚水システムが設置されているが、その現状を次表に示す。

場所	設置年月	出力(kWP)	太陽電池	ポンプ	稼働状況
Dally	'84/1	1.43	France Photon	Solar Forc	停止
Dilly Diawara	'81/1	1.73	France Photon	Guinard	停止
Dilly Modibo	'83/1	2.59	France Photon	Guinard	稼働
Goumbou	'86/1	1.12	Arco Solar	Grundfos	稼働
Keybane	'86/1	1.4	Arco Solar	Grundfos	停止
Madina Kagoro	'84/1	3.88	France Photon	Guinard	稼働

3.8.3 維持・管理体制の現況及び問題点

(1) 維持・管理体制

システムの維持・管理のため、住民による井戸管理委員会(Comite de Point d'Eau : CPE)を設立しているのが一般的である。しかし一部(小数)ではあるが、井戸を利用している農家や放牧者によって直接管理されている例もある。又、管理委員会が設立されているものの、村長又は有力者によって管理されているケースも見られる。これは村の権力構造において委員会の立場が弱く一族または一部の派閥により支配されているため、委員会の実質的管理能力が失われているものと思われる。井戸管理委員会は通常、会長、会計係、書記官、1~2名の設備保守員により構成されており、水料金設定、料金徴収、財務管理を行なっている。水料金徴収方法は各村落によって異なるが通常以下の方法で行われている。

- (a) 家族単位で年間費を徴収
- (b) 使用量に応じて徴収
- (c) 上記の併用

設備保守員はポンプの運転停止、太陽電池の定期清掃、人及び動物による破損防御を通常任務としているが、主要な問題点は設備が故障破損した時の補修である。従来CEESが行ってきた補修体制が民間企業に移行するため、委員会は業者と直接補修契約を結ぶ必要性に迫られている。しかし年間補修契約料が350,000~560,000CFA(1993年時点)と高価なため、システムの多くが契約締結に至っていない。特にナラ地域のように遠隔地で且つ設置台数の少ない地域のシステム

の補修では契約料がさらに上乗せされる可能性があり、対応方針が決定していないのが実情である。マリ中央部においては民間企業であるSOMIMADがこのような補修契約取得を進めている。

(2) 維持・管理体制の問題点

太陽光発電揚水システムの維持・管理体制の問題点として以下が挙げられる。

a) 所有権に関する認識

太陽光発電揚水システムは住民の共同所有物であるとの認識が不足している。そのため、維持管理等は井戸管理委員会の委員、村の実力者等一部の人間にまかせておけばよいと考えており、積極的に維持管理に協力しようとしなない。

住民にシステム設置に伴う何らかの支払（資金負担または労務者提供、資材提供）の義務を負わせることは、住民共通の所有物であるとの認識を深める一助となるものである。

b) 支払能力

ナラ地区のボアホールに設置された約350のハンドポンプの内200箇所では故障で使用できない状態のまま放置されていると報告されている。その理由は、水利用に対する切実な要求が少ないことになるのかも知れないが、修理に要する住民の費用負担能力が低く、迅速な対応が取れないのが主原因となっている。太陽光発電揚水システムの維持管理にはハンドポンプと比較にならない程費用がかかり、飲雑用水、家畜用水等の料率、料金徴集に対する住民の合意形式が重要である。

c) 住民意識

村の運営は部族長または一部の派閥に支配されている例が多く村落における住民の共同体の一員であるとの自覚が乏しい。住民としての義務意識を涵養するために、水の管理、日常的な点検を含めた施設の維持・保安等に、住民を積極的に参加させる必要である。

d) 運転・保守に対する指導

太陽光発電揚水システムの維持管理を行うために、政府の指導により井戸管理委員会が設立されて、実際の運転、保守が委員会を構成する住民によって行われているが、日常点検、清掃等の極く初歩的なことしかできないのが殆どである。運転・保守要員を組織的に教育、指導を行う国レベル、地方政府レベルの体制が不十分である。

e) 住民の教育レベル

ニジュール川沿いに比較してサヘル地域は基礎教育レベルが非常に低く、特に、町より離れた農村部では読み書きができる人が殆ど居ない村が存在する。そのため、水管理、料金徴集に伴う記録も満足にできないケースがあり得る。

f) 管理人の教育

全員参加して管理を行う経験に乏しく、極く基礎的な簡単な給水管理すら満足に出来ない状況にある。従って、経過的処置として管理委員会が中心となり施設及び水の管理を行うわけであるが、彼ら自身経験に乏しく組織的な教育が必要である。

g) アフターサービス体制確立

同国の太陽光発電揚水システムの大部分が、各国政府及び国際機関の援助によって推進されてきており、また設置されている太陽光システムも技術的な仕様の統一性が乏しいので、民間または公的なサービス会社(または組織)の設立及び技術者の養成を困難にしている。これらの会社(または組織)の設立、技術者の養成及び交換部品の供給保証等に対する積極的な支援が必要である。

3.9 環境保全(自然環境)の現況

3.9.1 自然植生及び植生密度

ナラ地域の自然植生は(1)既存の調査報告書、(2)現地踏査及び(3)森林レンジャーなどの関係者の聞き取りによって調査した。使用した調査報告書は以下のとおりである。

- *Projet Inventaire des Ressources Terrestres (PIRT)*、1986(国土資源調査)
- *Projet Inventaire des Ressources Ligneuses (PIRL)*、1988/1991(木質資源調査)

(1) 自然植生の種類

水・森林局は1985年から1991年にかけて、PIRLにより観測衛星 SPOT の画像解析と現地調査によりマリ全国(サハラ沙漠地域を除く)の森林資源を調査した。この調査では先に実施したPIRTの成果を補完し、全国に16ヶ所のテスト・ゾーンを設けて植生の判定をおこなった。これをもとに環境条件(地形、気候、土壌、などを統合した景観)と植生を関連づけ、同じ環境条件を持つ地域の広がりや衛星画像により調査した。

PIRLによれば、ナラ県の東部(Sege付近)と南部(Kouloumba付近)の2ヶ所にサヘル南部のテスト・ゾーンを設置して調査した。その結果、ナラ県は1)堅い地表被覆あるいは礫・砂で被覆された低丘陵・平原地帯に広がる灌木ステップ、2)古い砂質堆積物に広がり一部の植生がマレあるいは地下水の水分の影響を受けている森林サバンナ、3)固定砂丘に広がる灌木~森林サバンナの3種類の植生でその面積の85%が覆われておる。そのほかサーベントバレーに堆積した風食堆積物に発達した森林サバンナ、マレ周辺の比較的密度の高い森林、緩やかな起伏をもつ緩斜面に発達したサバンナあるいはステップ、植生が乏しく不安定で激しい侵食を受けている地域などが局部的に散在している。これらの植生の概要は以下のとおりである。

<u>景観</u>	<u>主な植生・分布・代表的な樹種</u>
低丘陵・平原地帯	灌木ステップ、全面積の約16%を占め、主に Guire から Nara Central 東側に位置しているが、Dilly と Mourdiah にも点在している。 <i>Eragrosis Spp</i> , <i>Schoenefeldia graciles</i> , <i>Combretum micrantum</i> , <i>Loudetia togoensis</i> , <i>Pterocarpus lucens</i> , <i>Boscia senegalensis</i> , <i>Acacia ataxacantha</i> , <i>Grewia flavescens</i> , <i>Guiera senegalensis</i> , <i>Combretum gasaranse</i> , <i>Myrtragina inermis</i> , <i>Acacia seyal</i> .

景観	主な植生・分布・代表的な樹種
低丘陵・平原地帯	灌木ステップ、全面積の約16%を占め、主に Guire から Nara Central 東側に位置しているが、Dilly と Mourdiah にも点在している。 <u>Eragrosis Spp</u> , <u>Schoenefeldia graciles</u> , <u>Combretum micrantum</u> , <u>Loudetia togoensis</u> , <u>Pterocarpus lucens</u> , <u>Boscia senegalensis</u> , <u>Acacia ataxantha</u> , <u>Grewia flavescens</u> , <u>Guiera senegalensis</u> , <u>Combretum gasaranse</u> , <u>Myrtragina inermis</u> , <u>Acacia seyal</u> .
古い砂質堆積物	森林サバンナ、全面積の約22%を占め、Balle を中心に県北東部から南部にかけて広がっているが、Nara Central から Dilly にかけて点在している。 <u>Pterocarpus lucens</u> , <u>Grewia bicolor</u> , <u>Combretum glutinosum</u> , <u>Bombax costatum</u> , <u>Sclerocarya birrea</u> , <u>Sterculia setigera</u> , <u>Acacia seyal</u> , <u>Ziziphus mauritiana</u> , <u>Anogeissus leiocarpus</u> , <u>Balanites aegyptiaca</u> , <u>Guiera senegalensis</u> .
固定砂丘	灌木～森林サバンナ、全面積の約47%を占め、県北部から南東部まで広がっている。 <u>Combretum glutiosum</u> , <u>Prosopis africana</u> , <u>Bombax costatum</u> , <u>Sclerocarya birrea</u> , <u>Sterculia setigera</u> , <u>Acacia spp</u> , <u>Ziziphus mauritiana</u> , <u>Feretia apodanthera</u> , <u>Guiera senegalensis</u> .

(下線の樹種は現地踏査で確認した樹種)

83～84年の大旱魃により自然植生のうち林相が壊滅に近い被害を受けたが、徐々に回復の兆しが見られる部分がある。しかし現地における踏査と聞き取りでは、全体的に降雨の減少傾向が進んでおり、そのため植生の退化が進んでいる。これに加えて、耕作と放牧の圧力が高まっていることや火入れ・失火による消失面積が拡大しているため、植生の退化を加速させている。とくに森林サバンナを形成していた Prosopis Africana や Bombax costatum, Pterocarpus lucens などの高木はかなりの比率で枯死しており、そのかわりに乾燥と火に強い Combretum spp, Guiera senegalensis や Balanites aegyptiaca などの灌木が優勢樹種となっている場合が多い。全地域にわたって優勢草種は、放牧に不適な Cram-cram となっている。

(2) 植生密度・分布

それぞれの景観の植生はその環境条件と農耕・放牧などの人為作用によって密度と分布に大きなひらきがある。PIRLによると、1987年時点で県内各郡の植生の分布状況は以下のとおりである。

(単位: km²)

景観・植生	Nara C.	Balle	Dilly	Fallou	Guire	Mourdiah	合計	比率 (%)
低丘陵・平原地帯の灌木ステップ	940	175	408	7	2,875	520	4,925	16
古い砂質堆積物に発達した森林サバンナ	1,018	2,569	503	999	389	1,379	6,857	22
固定砂丘に発達した灌木～森林サバンナ	1,634	2,168	3,679	2,215	2,492	2,322	14,510	47
その他	1,312	628	442	235	984	853	4,454	15
合計	4,904	5,540	5,032	3,456	6,740	5,074	30,746	100

PIRLの1987年における調査結果をもとに、ナラ県各郡の材積量を下記の通り推定した。全県で約200万m³で、クリコロ行政区全体面積の34%を占めているのに対し、材積量では19%を占めるに過ぎない。

項 目	Nara C.	Balle	Dilly	Fallou	Guire	Mourdiah	合計
総材積量 (1,000m ³)	2,880	3,630	2,700	2,490	4,160	3,880	19,740
材積密度 (m ³ /ha)	6.4	7.2	5.7	7.2	6.3	7.9	6.8

植生密度については固体数に関する資料がないため、単位面積当たりの材積量でみるとナラ県全体で平均6.8m³/haで、クリコロ行政区全体の平均11.6m³/haの半分程度にすぎない。地域的な片寄りは、上表に示すとおり北東部の Nara Central、Guire 及び中央部の Dilly で低く (5.7~6.8m³/ha)、北西部の Balle、南部の Fallou 及び Mourdiah で高い (7.2~7.9m³/ha)。しかし、前述のとおり材積量の大きな割合を占める高木はかなりの割合で枯死しており、再生産力を低下させている。

(3) 林野生産力と保全方法

PIRLによれば1987年時点における年間林分生産力は、以下の通り県全体の平均は年間0.30 m³/haであるが、南部に位置する Fallou と Mourdiah が北部に比べて高い。しかし、枯死率が高いことや薪炭の採取により林分の生産能力が低下しているものと推定できる。

項 目	Nara C.	Balle	Dilly	Fallou	Guire	Mourdiah	合計
(1) 総材積量 (1,000m ³)	2,880	3,630	2,700	2,490	4,160	3,880	19,740
(2) 面積 (km ²)	4,904	5,540	5,032	3,456	6,740	5,074	30,746
(3) 単位生産力 (m ³ /ha)	0.27	0.26	0.27	0	0	0	0
(4) 年間増加量 (1,000m ³)	132	144	136	128	196	188	924
(5) 再生産率 (4)/(1)	4.6%	4.0%	5.0%	5.1%	4.7%	4.8%	4.7%

林野の保金は主に 1) 法律による伐採制限、2) 植林の普及と住民の教育によって実施している。薪炭及び用材に用いる10樹種に伐採許可制(料金の徴収を伴う)を適用し、4樹種を伐採禁止としている。伐採制限の監視は森林レンジャーが定期的な巡回視察を実施している。しかし森林レンジャーは各郡に1名ずつ配置されているが、担当区域が広範囲にわたることから許可証の発行と料金の徴収で手一杯であり、違反者の摘発にまで手が回らない。

植林については、Nara Central 郡東の Kabida Bambara 村及び Fallou 郡の Fallou 村で、県の計画によって有用樹種を育苗し、苗の配布とともに住民の緑化教育を行っている。また、JOFCA 資金援助により1992年から3年の予定で Nara Central 郡 Koulumba で15樹種を育苗し、56haの植林試験事業を実施している。これまで36 haの植林を実施済みで、植林後の苗の成育率は樹種によって変動があるが、およそ30%前後と推定される。

3.9.2 野生動物の生態及び分布

野生動物の調査は、(1) 現地のハンターや森林レンジャーなど関係者の聞き取り、(2) 国立公園管理部局での聞き取り、(3) 既存資料をもとに行った。

(1) 野生動物の種類

現地のハンターや森林レンジャーなど関係者の聞き取りによれば、ナラ県に生息している野生動物には以下のものがある。

<u>哺乳類</u>	<u>種類・生息地など</u>
シカ・ガゼル	以前は Magalany、Ngolony 及び Sine の3タイプのシカがいたが、83~84年の旱魃により雌に角のない Magalany がいなくなり、Ngolony 及び Sine も減少している。主に Nara Central、Guire、Balle、Fallou に多く、Mourdiah 及び Dilly では少ない。
イノシシ	Sanglier と Phacochere の2タイプがあるが、前者は少なく、後者が一般に見られる。ほぼナラ県全域で生息しており、頻繁に見られる。
Orycterope	現地語では「Timba」と呼ばれる。現地で確認していないため、はっきり分からないが、モグラの一種でウサギに似た動物。1タイプ、Mourdiah、Guire、Fallou に多く、Nara Central にもいるが、Dilly と Balle にはいない。
ハイエナ	アカハイエナ、クロハイエナと多色ハイエナの3タイプであり、Mourdiah、Guire、Fallou に多く、Nara Central、Dilly、Balle には少ない。
ヒョウ・パンサー	クロヒョウの1タイプのみで、Mourdiah と Guire で稀に見受けられる。
ジャッカル	色によりグレイ、クロ、多色の3タイプがあり、多色タイプは小柄である。県内全域で見受けられる。
ウサギ	色によりグレイとアカがいる。県内全域で見られる。
サル	現地語で「Wara Blen」の1タイプ、アカサル、Mourdiah、Fallou と Guire に多く、Nara Central、Dilly、Balle には少ない。
リス	木に登るタイプと地面の穴に生息するタイプの2タイプ。県内全域で見られる。
山猫	現地語で「Diakouma wara」の1タイプのみ。県内全域で見られる。
ライオン	現地語で「Waraba」の1タイプのみ。Mourdiah、Guire、Fallou でまれに見られる。Nara Central、Dilly、Balle では確認されていない。
キリン	Nara Central~Guire で、ごく稀に見られる。
<u>鳥類</u>	<u>種類・生息地など</u>
Wild ducks	県内全域で見受けられる。
Pelicans	渡り鳥で、県内全域でたまに見受けられる。
ダチョウ	Mourdiah、Balle でたまに見られる。
Guinea Fowls	ホロホロ鳥、県内全域で見受けられる。
Outarde	県内全域で見受けられる。
その他	種類は不明であるが、ハゲタカや小鳥など多種の野鳥、渡り鳥がいる。

<u>爬虫類・その他</u>	<u>種類・生息地など</u>
ワニ	詳細は不明だが、乾期にも水のあるマレで生息。
Lezard	トカゲは現地名で「Coro」と「Kana」の2タイプ。「Coro」は陸性で牛糞を食す。「Kana」は大型で水性でマレ周辺に生息。
Cameleon	県内全域で見受けられる。
Tortoise	陸がめ、県内全域で見受けられる。

(2) 主要野生動物の生態

動物は人口密度の低いナラ県東部が相対的に多い。草食哺乳類は乾期には餌となる樹木の葉や草を求めて南下し、雨期には北上を繰り返している。肉食哺乳類も、捕食する草食哺乳類を求めて同じ動きをする。Kaloumba から Mourdiah にかけて分布している「Louguere/Nigure」の森林及びGuireからNionoに分布する「Wagadou」の森林には以前は動物が豊富であった。

過去にMoptiで活動しているオランダの保護団体がナラ県で渡り鳥の調査を行ったことがある。また、ヨーロッパや北米の保護団体の認識番号を付けた渡り鳥が確認されている。これらの野生動物の生態は水・森林局の狩猟・国立公園部が管轄しており、インベントリー調査や生態調査を実施している。しかし「Association Mali pour la Conservation de la Phaune et de son Environne」等の外部の野営動物の保護団体が調査を行った場合には狩猟・国立公園部に内容を報告することになっている。

(3) 住民の経済活動の影響

降雨の減少を主因とする自然植生の退化は、草食哺乳類の減少を引起し、食物連鎖でつながる肉食哺乳類の減少につながっているようである。又、草食哺乳類の餌の不足は、農作物や家畜の被害を増加させているようである。鳥類についても同様に、自然の餌の減少が農作物の被害、特に、とうじんびえやもろしなどの穀物の被害の増加につながっている。哺乳類のうちシカ、イノシシ、ウサギはハンターの狩猟対象となっているが、これらの個体数の低下はハンターの捕獲量の減少を招いている。

一方、動物の保護については、哺乳類10種については許可制とし、鳥類18種・哺乳類21種・爬虫類1種の合計40種類の動物を禁止としている。ナラ県に生息する動物のうち一部は制限に該当する。又、上記の「Louguere/Nigure」と「Wagadou」の森林では、以前に地域のハンターやモーリタニアから越境してきたハンターによってかなりの頻度で狩猟が行われたようである。

3.9.3 土壤劣化及び飛砂・砂丘

(1) 土壤侵食及び土壤退化の現状

ナラ県内の土地退化の現状評価のため、県の北部、中部及び南部で現地調査を実施した。退化の程度を評価するため、次の基準を勘案した。

1. 地表を被覆する植生の百分率
2. 表土の厚さ
3. 地表のガリ侵食の存否
4. 下層土及び基岩岩盤の見える面積の占める百分率
5. 地表に風積堆砂が生成した小砂丘の占める百分率

これらの5種の基準の程度に基づき、退化の度合いを軽度、中度、重度及び激度に分類した。土壤侵食及び土地の退化を生ずる主要な原因は1)家畜、2)水、3)風及び4)人為である。これらの作用は次の通りである。

- 1) 家畜 : 過放牧及び畜群による踏圧が次第に自然植生を破壊し、表土を裸地化し、水食、風食を受けやすくする。
- 2) 水 : 雨期に表流水が石礫や粗い土粒子を低所に運び、細粒子のみを残す。
- 3) 風 : 乾期に細粒の土粒子が風により飛散しこの退化過程で表土が次第に失われ、緻密で硬い下層土が露出する。この種の硬い土層上には植物が成育せず、また地下水を涵養する雨水も浸透しない。
- 4) 人為 : 人為的な、不適切又は無知な土地資源の利用が退化過程を早め場合によっては、同一圃場の継続的耕作が土壤を完全に流亡消失させ、最早いかなる植生も生じ得ない状態に至る。

現地調査の結果から、県北部で退化が重度で、かなりの速度で進んでいることが窺われるが、この地域の退化の主な原因は風である。

放牧が主要な生産活動となっている県中部では主として家畜が要因となる退化が重度で著しい。

県南部では退化の程度は中度であり、差し迫った激しい退化の脅威は無い。その理由として次の諸点が挙げられる。

- 1) 県南部は500~600mm/年の等雨量線の間位置し、自然植生の成育期間が長く、生存期間も長い。

- 2) 地域の卓越した生産活動は放牧よりも農耕であり、畜群の及ぼす過放牧や踏圧による被害が限定される。

上述のように県内の退化の程度は中度から重度にわたり、この段階では迅速かつ適切な防止対策を講ずることにより激度の退化の発生を招く危険が緩和できる。

(2) 飛砂及び砂丘の発達

毎年1月から3月にかけて北東の季節風がサハラ沙漠より吹く。この季節風はハルマッタン(harmattan)と呼ばれ、サハラ沙漠から砂の細かい粒子を運んでくる。ナラ県は比較的サハラ沙漠と近く、運搬されてきた微粒子の一部は堆積する。しかし、一方では再度風に舞上げられて移動する部分もある。

ナラ県の広い範囲の(全面積の47%)に観察される固定砂丘は、はるか以前に生成した砂丘で、現在は雨期に集中する降雨により毎年一時的にかなりの面積が植生に被覆されるため移動はほとんど見られない。この固定砂丘はほとんどが斜面を南北に向けて平行しており、尾根が風向きに平行に走る「longitudinal dune」で、砂丘を形成した時代には風向きがほぼ西向きであったことを示している。また、砂丘を形成するのに十分な強度を持つ激しい砂の移動はほとんどなく、現状では新たな砂丘の発達は見られない。

しかし、Balle付近やNara Centralの北部などの限定された面積で植生被覆の減少のため、流水による侵食が観察され、さらに植生の減少が進めば砂丘の移動あるいは新たな砂丘の発達が再開する可能性もある。またナラ県外の北東地域で沙漠化が進行すれば、その影響を大きく受ける。風による砂の移動やハルマッタンによる微粒子の移動については資料を収集中である。

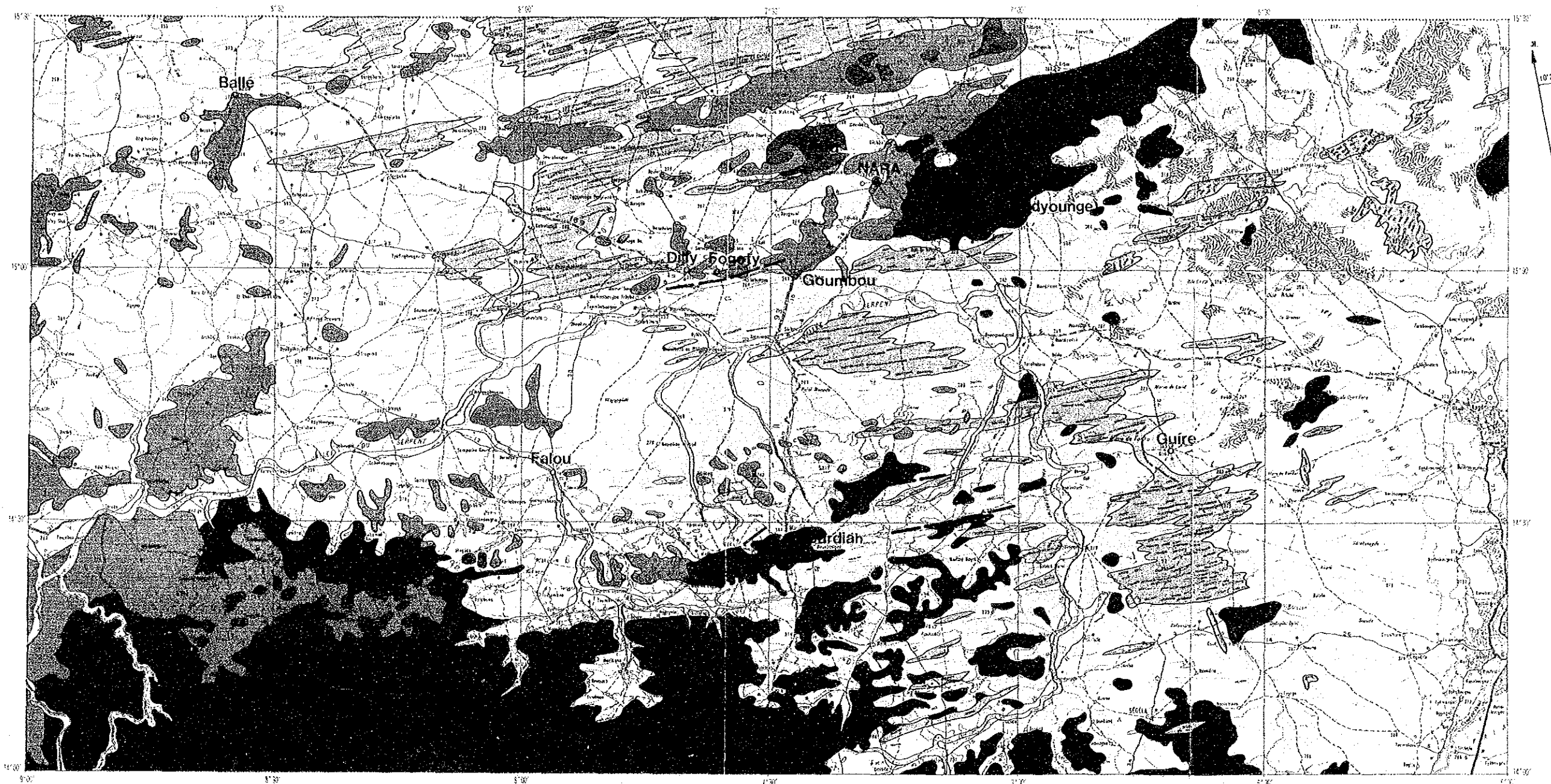
(3) 沙漠化の影響

前述の通り、ほとんどがサヘル南部に位置するナラ県では「desertization」と呼ばれる急激な沙漠化の進行よりも、徐々に沙漠化が進行する「desertification」と呼ばれる状態である。

この影響は、自然植生や土壌肥沃度の減少をもたらし、農作物と畜産の生産性の低下を引起し、ひいては生産量を確保するため耕作面積と放牧面積を拡大することになる。これが自然植生の減少を促進し、沙漠化の進行を早めるという循環を繰り返すことになる。

このため、住民生活への影響は、食糧自給率や収入の低下、収入を補うための出稼ぎの増加を引き起こし、農村社会の生活水準の低下をもたらすことになる。

図 3.1-1 ナラ県の地質図



凡例

新生代
第四紀
砂、シルト及び土壌
砂(固定砂丘)

中生代
ジュラ紀
砂岩、細粒砂質・シルト質粘土
(コンチネンタル-インターカレル)
粗粒玄武岩、貫入岩

古生代
カンブリア紀
泥質・砂質片岩、片岩、細粒砂岩
インフラカンブリア紀
砂岩、片岩質砂岩、片岩

伏在断層
固定砂丘

● サークル庁所在地
○ 主要村落

Echelle 1: 500 000
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 Km

図 3.1-1 ナラ県の地質図

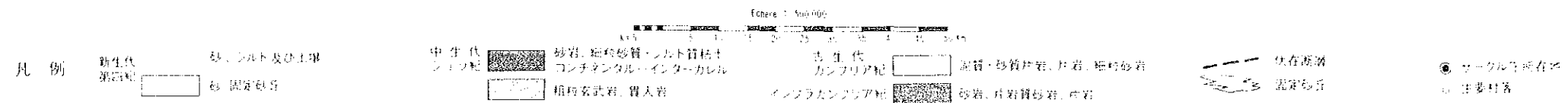


図 3.2-1 ナラ県の人口分布

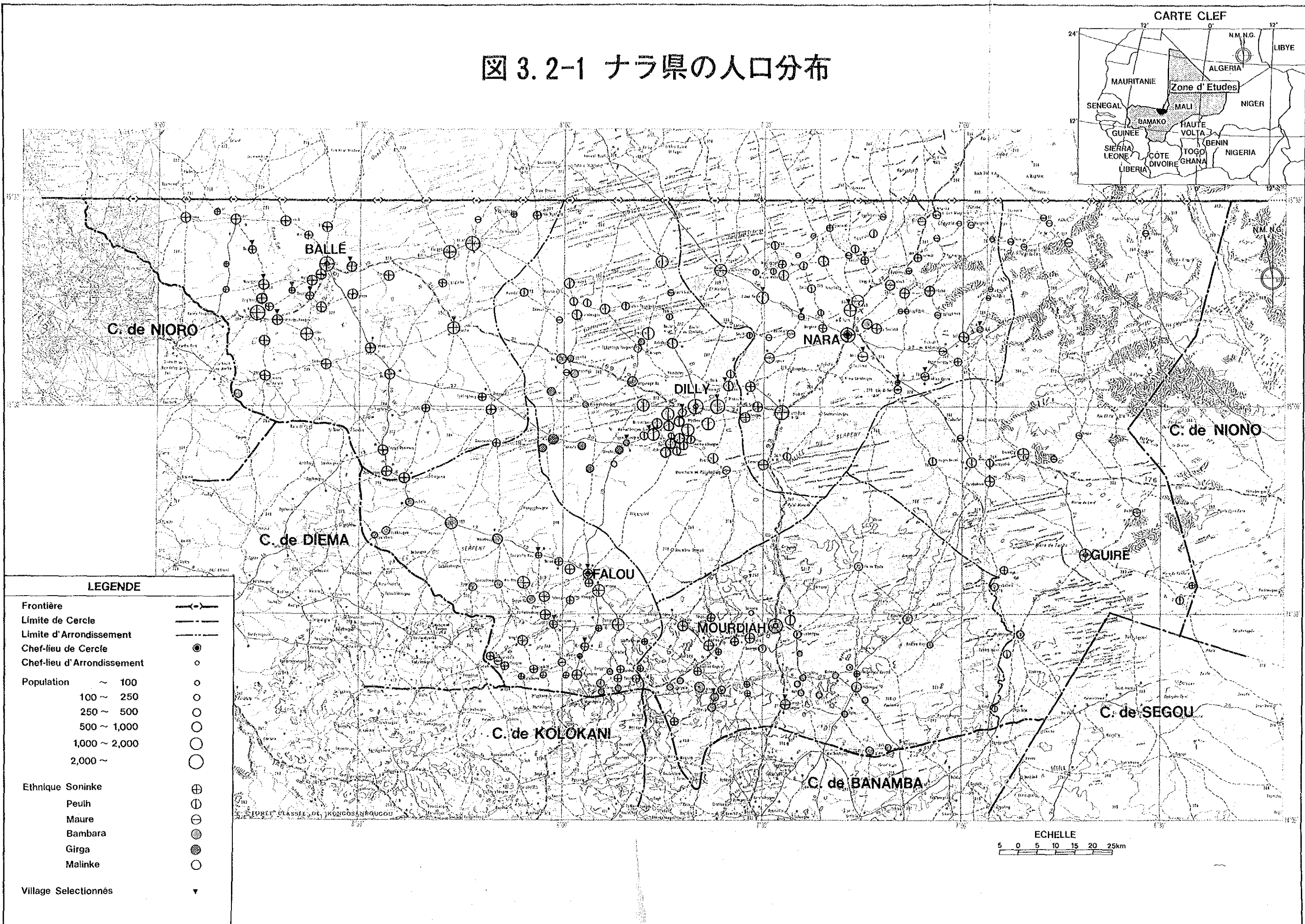
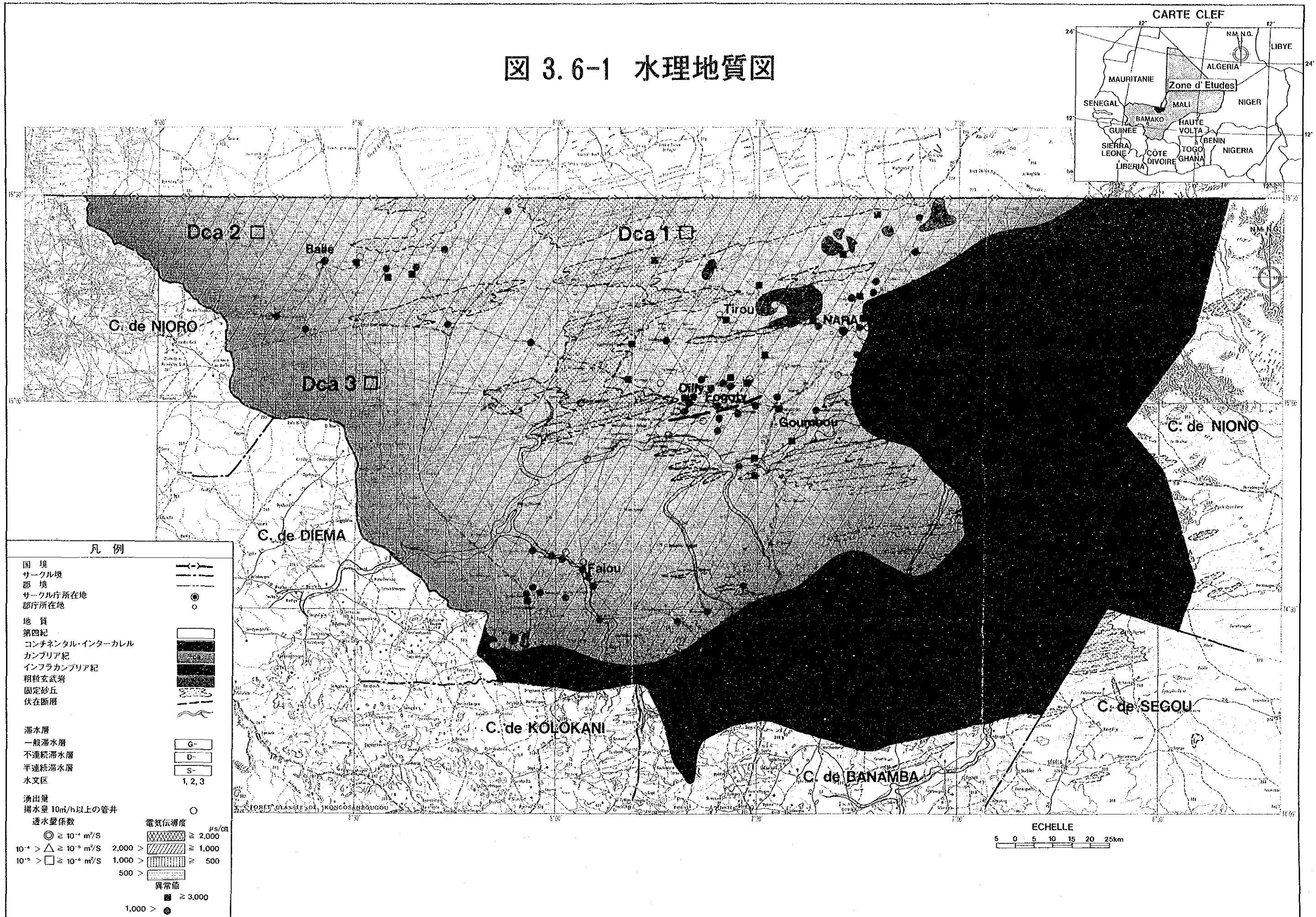


図 3.6-1 水理地質図

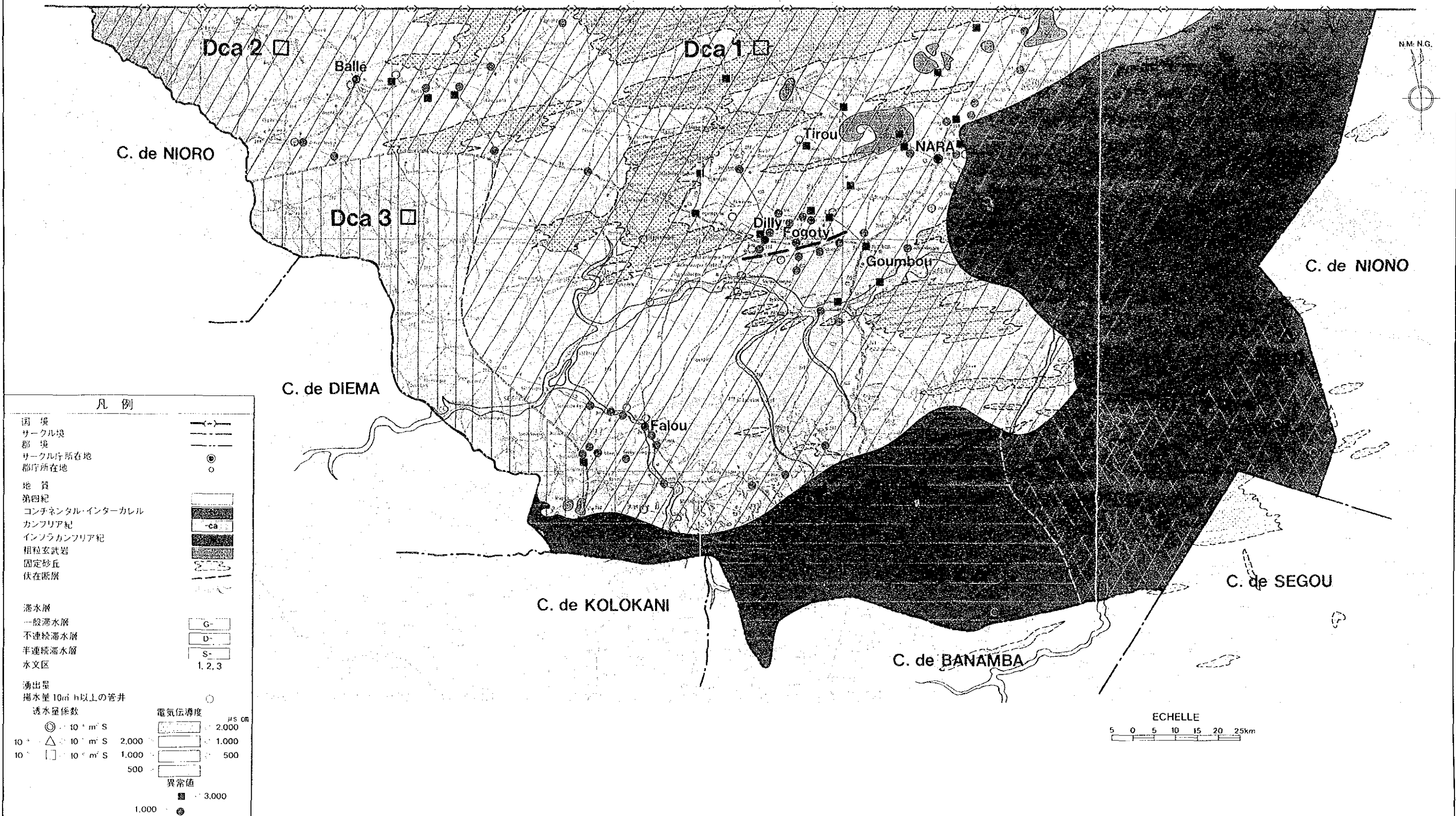
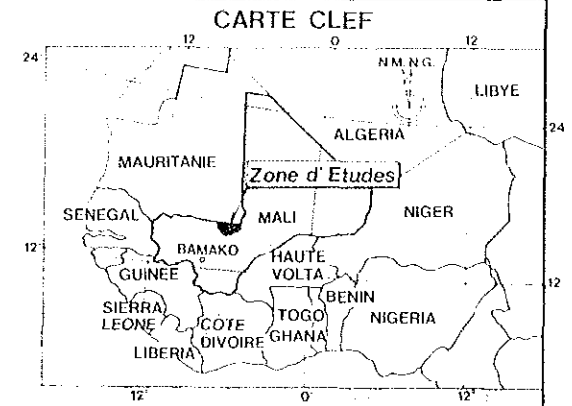


凡例

- 国境
- サークル境
- 郡境
- サークル庁所在地
- 郡庁所在地
- 地質
- 第四紀
- コンチネンタル・インターカレル
- カンブリア紀
- インフラカンブリア紀
- 粗粒玄武岩
- 固定砂丘
- 伏在断層
- 滞水層
- 一般滞水層
- 不連続滞水層
- 半連続滞水層
- 水文区
- 1, 2, 3
- 湧出量
- 揚水量 10m³/h以上の管井
- 透水量係数
- 電気伝導度 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- $\odot \geq 10^{-4} \text{ m}^2/\text{S}$
- $\triangle \geq 10^{-5} \text{ m}^2/\text{S}$
- $\square \geq 10^{-6} \text{ m}^2/\text{S}$
- $\geq 2,000$
- $\geq 1,000$
- ≥ 500
- 異常値
- $\geq 3,000$
- $1,000 >$

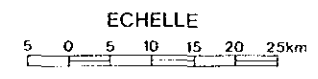
ECHELLE
5 0 5 10 15 20 25km

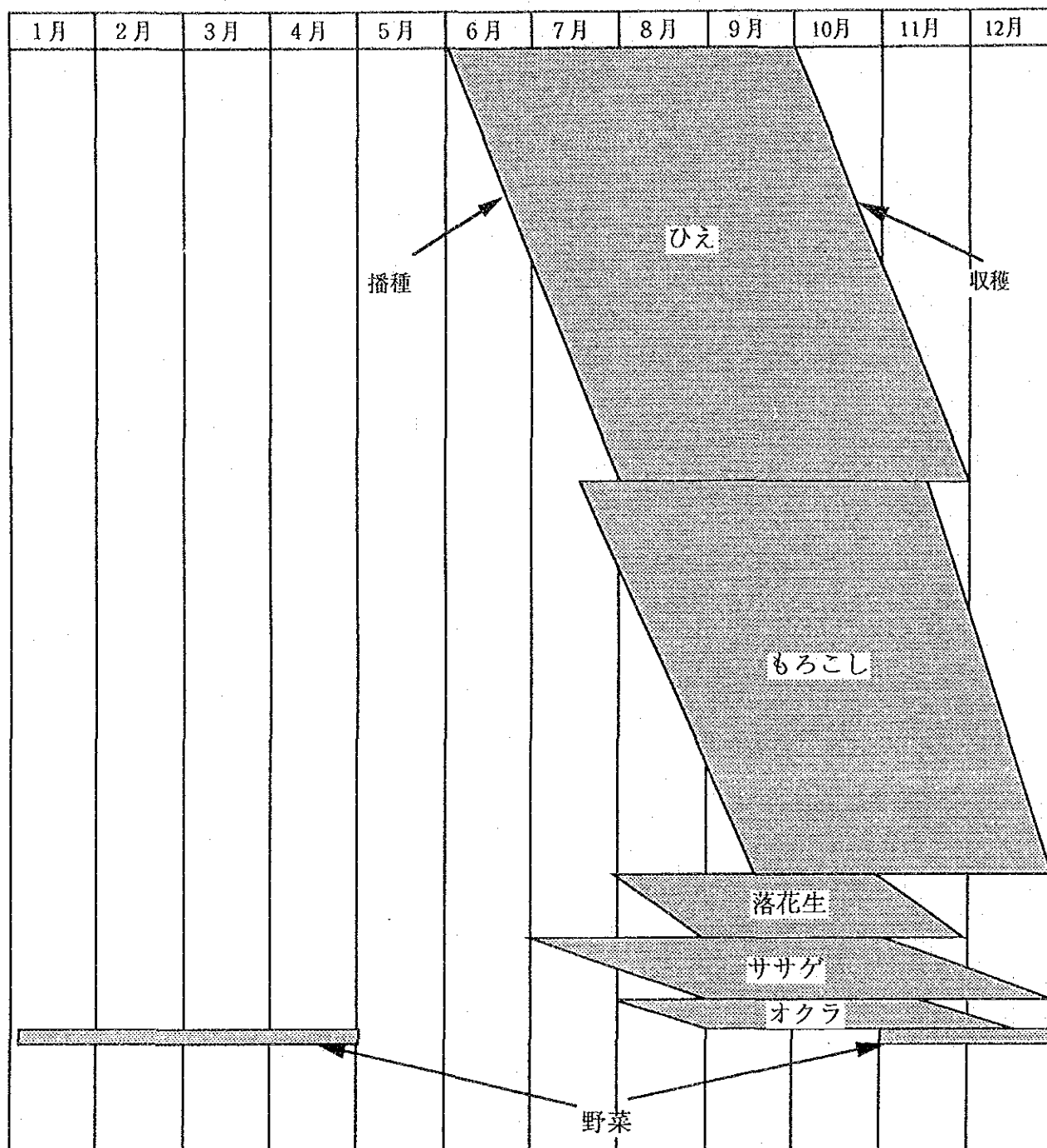
図 3.6-1 水理地質図



凡例

国境	→ ←
サークル境	— — —
郡境	— — —
サークル庁所在地	◎
郡庁所在地	○
地質	
第四紀	
コンチネンタル・インターカレル	■
カンフリア紀	-ca
インフランクフリア紀	■
粗粒玄武岩	■
固定砂丘	■
伏在断層	— — —
滞水層	
一般滞水層	G-
不連続滞水層	D-
半連続滞水層	S-
水文区	1, 2, 3
湧出量	
揚水量 10m ³ /h以上の管井	○
透水量係数	
◎ 10 ⁻⁴ m ² /S	○ 2,000
△ 10 ⁻⁵ m ² /S	□ 1,000
□ 10 ⁻⁶ m ² /S	□ 500
異常値	■ 3,000
	● 1,000
	○ 500





出典：ナラ県農業部およびJICA調査団

図 3.7-1 ナラ県における現況作付け体系

第4章 開発制限要因と営農上の問題

4.1 各類型に共通な開発制限要因と営農上の問題点

(1) 気象・水文

- 過去10ヶ年の年降水量の最小は198.7mm、最大は631.7mmである。年平均降水量は386mmを示し、これを100%とした時の変動幅は51%~164%もあり、降雨量の予測が非常に難しい。又、降雨は6月~9月の4ヶ月しか期待できず、しかも降雨間隔は不規則で、長い時には20日以上雨が降らない場合もある。さらに土壌の保水性も低いため、天水穀物栽培における豊凶差が激しくha当たり収量は数十から数千kgにも及ぶ。又、多年性作物、乾期の野菜等の栽培には灌漑が必要である。
- 1回当たりの降水量が少ない降雨は草木に付着したり土壌中に浸透しあるいは蒸発するのみで、地表流出は期待できない。降雨の多くは短時間に集中し、地表においても短時間で流出してしまう。今、15mm/日以下の降雨を無効とした場合、過去10ヶ年の平均では全降雨の32%、124mmが無効雨量となり、有効降雨はわずかに年間8回しか生起していない。以上の結果、地表流水の農業への利用は全く行われておらず、一部村落でマレの水を手汲み利用しているのみである。50mm以上の雨は過去年平均1.1回生起しており、この降雨はマレの貯水に大きく寄与していると思われる。
- 広い蒸発面を持つマレからの蒸発量は5月に最大の341mmを示し、12月に最低の178mmを示し、年間蒸発量は2,935mmと推定され、蒸発量が大きいいため、水資源の確保及び耕種農業が非常に厳しい状況にある。

(2) 水資源

- 地表水の水資源としてはマレがあるのみである。殆どのマレの水深は1.0m~1.5mと浅く、かつ土砂流入により年々浅くなり水面の面積が広がってきている。マレの水の大部分は蒸発により消散してしまう。今回の調査結果でも全個数の80%に当たる530ヶが12月末には枯渇してしまうことが判明した。なお、ナラ県では建設機械が不足しているため、マレの浚渫工事などの維持・管理が全くなされていない。
- 地下水の分布は不規則で、水質面では一般に電気伝導度が高い。従って、地下水を灌漑に利用することは困難である。しかしながら、地下水は地域住民の飲雑用水及び家畜用水として極めて重要であり、その安定した供給が望まれている。

(3) 土壌・植生

- 降雨による流亡あるいは風食により表土が失われて下層土が露出し、または固定砂丘に由来する肥沃度の低い砂質土壌に覆われている地域が多い。この種の土壌は保水性・保肥力ともに低く、乾燥気候と相まって、植生の自然再生を困難にしている。
- 薪炭用材の採取、過放牧などにより植生被覆密度が減少し、また乾燥気候に対する抵抗性が強く家畜の嗜好性の悪い Cram-cram (*Cenchrus catharticus*) などが卓越する地域が広がっていることが放牧条件の悪化につながっている。
- 植生被覆を失った傾斜地などではシルト、粘土分を含んだ土壌が降雨によって流出しマレなどに堆積するため、その水深が著しく減少し、水面からの蒸発損失を増加させている。
- 失火による植生被覆の破壊焼失が土壌の風食・水食を助長している。

(4) 土地所有形態

- 土地登記制度がないため村落や戸別耕作権所有地の境界が明確でなく、適正な土地利用が困難なばかりか、土地利用を巡る係争も多発している。
- 耕作権の売買・譲渡が慣習的に禁じられているため、労働力に比例した耕地配分が出来ず、一部に労働力不足による休耕も見られる。
- 原則的に耕作権は大家族制度の下における一族の共有と見なされ、農作業も共同で行われ、労働の質・量に比例した収益配分は行われていない。このため営農技術の改善などによる増収意欲や競争心が醸成されがたい。

(5) 営農・飼養技術

- 生産性が低いため農業生産資材の調達能力・投入水準・必要性が低く、逆に資材投入ができずに低生産性に甘んじるという悪循環が見られる。
- 村落に近い畑地に休耕を伴わない連作が行われ、各種の障害が発生している。
- サヘルのサバンナ・ステップ地帯の現状に適合した営農技術が確立されていないため、貴重な水資源が有効に利用されていない。
- 雨期の降雨を有効に利用できるような作付け体系が確立されていないため、貴重な水資源が有効に利用されていない。
- マレの菜園に塩類障害や濁水の冠水による排水不良が生じている。
- 飼料資源と家畜飼養頭数の均衡がとれていないため、家畜の栄養状態が不良で畜産物も乳・肉ともに低生産性に甘んじている。
- 畜産物の貯蔵・加工技術が低水準であるうえ、その条件(気温など)も悪く、かつ改良普及活動上の制約があるため、飼料作物の生産や草地改良など、生産の拡大や市場出荷を指向した生産性の向上意欲が欠如している。

- 農業と牧畜の理想的な土地利用・資源利用上の複合化が実現していない。

(6) 人口分布及び経済活動

- 人口密度は低いが生産力が地域内自給水準を下回るため、県外から基幹的食糧を移入しなければならない。
- 労働力に比例した耕地配分が行われていないため、部分的に余剰人口が発生する一方、前述の労力不足耕地も生じる。また、人口に見合った耕地配分がなされていないため低生産性の結果穀物の自給が不能となる場合も見られ、これらに起因する離村傾向が高まっている。
- 地域経済が農牧業に限定されているうえ、生産物の加工処理がほとんど農家各戸で完結し、流通などの周辺活動が微弱であるため、余剰労働力の域内吸収が困難である。
- 貯蓄がなく、資本出資を伴う農牧民の組織が結成されがたい。
- 特に県の西北部・東部など僻地性の強い地域では流通活動が鈍く、経済的に孤立しやすい。

(7) 情報及び行政組織

- ナラ県全域について計画策定の基本となる高精度の地形図(5万分の1程度)、土壌図(20万分の1程度)が無いため十分な情報が得られない。
- 気象データの蓄積について、その観測地点が不足しており、かつ既存の観測所においても欠測がかなりあり、データ集積方法を改善する必要がある。
- 水資源の新規開発可能量の把握は開発計画策定に不可欠であるが、この点についても利用できる基礎資料が不足しているため、基礎データの収集・集積が必要である。
- 作物栽培、家畜飼養についての正確な測定記録がない。これは農民に面積、重量の計量習慣がないことが原因の一つであると考えられるが、開発計画策定にはこの種のデータが必要不可欠である。
- 県内に農業畜産の試験研究機関がなく、現地に適した作物、家畜品種の新規導入の可能性が把握できない。又、他地域にある試験研究機関及び普及組織との連携も緊密でないため農民による試作、試験導入の実績も少ない。

4.2 類型別開発制限要因と営農上の問題点

類型Ⅰ. 農耕/放牧型

- 水資源が不安定なため、耐旱性のある穀類その他の市場価値の低い作物しか栽培できず、その単収も極めて低いので、自給自足さえ困難であり、ましてや農業単独で生計

が成り立たない。従って、農業分野への再投資が不可能又は最小限にとどまり、その結果、単収増を図るための技術的改善が困難となっている。

- 村落の周辺における放牧適地が不十分なため、放牧移動距離が長くなり、また他村落との放牧地の競合や遊牧・移牧民との草地を巡る争いが生じやすくなっている。
- 農業の不振から若年層の離村傾向が著しいため、耕起作業などが集中する乾期末から雨期の初めにかけて労力不足が生じやすく、結果的に作付け面積の減少、管理作業の手抜きなどによる生産減につながる。
- 労働力の季節的不足は土地利用面でも村落周辺耕地の集中・連続的かつ収奪的利用を誘発し、その結果連作障害の発生や地力の低下をもたらし、低収に陥りやすくなる。
- 地域内の道路交通網が未発達なため、たまたま出荷できる農産物が生産されたとしてもその流通が限定され、水量の豊富なマレの周辺など比較的水資源に恵まれた村落においても換金作物の栽培が普及していない場合が少なくない。

類型Ⅱ. 移動放牧/農耕型

- 生活基盤を村落という定住地に置くため、雨期に飼料が手近にある期間は村落周辺で放牧し、乾期の始まりとともに草を求めて移牧を開始するが、過放牧や野火焼失で移牧適地が限定され狭小化するため異なる村落・部族間で競合を生じている。
- 農耕は原則として自家用穀物の生産に限定されているが、畜産からの収入を作物栽培に再投資するなどの投資意欲は見られない。従って、畜産・農耕共に現状に甘んじている。
- 旱魃年においては家畜の生体維持を図るため綿実粕などの飼料購入(これは肥育にも利用する)を余儀なくされ、そのための支出がかさむなどの問題を生じ、経済性に適う飼養頭数の調整が行われがたい。

類型Ⅲ. 遊牧型

- 国境線の設定、定着村落民の増加などにより遊牧範囲や経路の維持に若干支障が生じ、それが定着農牧民や他の遊牧民との争いが多発する原因となっている。
- 本来、飼料資源の有効利用を図るべく発達した生活形態であるが、過放牧の傾向がみられることや気候の乾燥化が資源再生を困難にしている場合が多い。
- 遊牧民は遊牧畜群内で自給自足に努める傾向があり、老畜、病弱家畜以外に家畜を売却することが稀であり、頭数過剰となりやすく、過放牧状態が生じやすい。

4.3 開発の方向性

上記6.1及び6.2に述べた通り、調査対象地域の開発に当たっては、克服すべき制限要因や営農上の問題点が少なくない。しかし、これらの課題を解決せず、現状のまま放置する場合、農牧畜の生産性が一層低下する可能性が高く住民の生活を圧迫するのみならず、自然環境の荒廃が進行することも予測される。

(1) 食料自給率の向上

ナラ地域の地理的、自然的条件を考えると遠隔地の市場を対象にした農産物生産には不向きであると考えざるを得ない。従って域内消費を目的とした農産物の生産性を高める方策を講じるべきである。特に主食であるミレットやソルガムについては、作期の選択、耕作方法の改良、収穫後処理の改善などによって単収を高める必要がある。

(2) 地下水の利用

地下水はナラ地区の住民の飲雑用水及び家畜用水として重要であり、特にマレが蒸発により消滅してしまう乾期に重要である。新規井戸掘井及び既存井戸の改修整備を行い、住民及び家畜のための水を確保する。

(3) マレの利用効率の向上

域内に多数散在するマレは水資源に乏しいナラ地方においては極めて貴重な資源であり、現状でもかなりの地区でマレの水を利用した野菜栽培などが行われている。しかし、畑地の配置などの関係もあってマレの水が十分に利用されているとは言い難い。又、殆どのマレが土砂堆積によって湖床上昇をきたしており、その結果、湖面の拡大によって蒸発損失が増加しているため、堆砂除去などによって貯水効率を高めることも検討する必要がある。

(4) Agro-forestryの導入

代表村落における聞き取りでも、殆どの村落で最近5~10年間に薪炭材の採集距離が増えていると回答されている。これに対して植林努力は微々たるもので、年間数10本の植樹をしている村落も限られている。一方、村落周辺には若い労働力が出稼ぎなどで離村したために放置された可耕地もすくなくない。こうした現状を考え耕地周縁部に重層多種目の植林を行い、土壌保全を兼ねたAgro-forestryを導入することも検討すべきと考えられる。

(5) 畜産生産性の向上

現在の域内畜産業は、財産としての家畜頭数維持を主目的としており、生産性については殆ど配慮されていない。従って、畜種の選別、飼養システムの改善、牛乳などの利用についても極めて初期的な段階にあると見られる。将来の域内畜産業のあり方としては、家畜そのものを財産と見なすのではなく、財産形成の手段とする概念を確立し、限られた飼養資源の有効利用を考える必要がある。

第5章 太陽光発電揚水システム予備調査

5.1 太陽エネルギーのポテンシャル

5.1.1 既存気象観測システムの現状

マリ国の気象は、運輸大臣 (Ministre charge des transports) の管轄下にあるマリ気象局が観測、解析を行なっている。同国の気象観測は一般気象観測所 (Stations Synoptiques)、農業気象観測所 (Station Climatologiques et Agrometeorologiques)、雨量観測所 (Postes Pluviometriques) の3つのレベルに分類された組織によって実施されている。それらの観測所によって観測された全てのデータは気象局本局に集められ、世界気象機関 (WMO) の開発したソフトウェアである CLIMBASE を使用して解析及びデータベース化等が行なわれている。マリ国に於ける主な気象観測所の分布状況を図5.1-1に示す。

各観測所レベル毎の概要は以下の通りである。

(1) 一般気象観測所 (Stations Synoptiques)

観測所数：18ヶ所

観測項目：風向、風速、視程、大気現象、雲量、雲形、雨量、温度、湿度、気圧、
日照時間、日射量 (5ヶ所のみ)、地中温度、蒸発量

観測時間：00:00, 03:00, 06:00, 07:00, 08:00, 09:00, 10:00, 11:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00

観測職員：通常6名 (内、アシスタント1名)

気象局本局 (バマコ) への観測データ送信方法：無線による定時連絡

尚、18ヶ所の気象観測所名及び設置された時期は次の通りである。

観測所名	観測所設置年度	観測所名	観測所設置年度
1. Tessalit	1947	10. Kayes	1897
2. Kidal	1923	11. Segou	1919
3. Tombouctou	1907	12. San	1921
4. Gao	1919	13. Kita	1924
5. Menaka	1923	14. Kenicba	1942
6. Hombori	1920	15. Bamako	1924
7. Nioro	1920	16. Koutiala	1922
8. Nara	1922	17. Bougouni	1921
9. Mopti	1921	18. Sikasso	1919

(2) 農業気象観測所 (Station Climatologiques et Agrometeorologiques)

観測所数：47ヶ所

観測項目：風向、風速、雨量、温度、湿度

観測時間：08:00, 12:00, 18:00

観測職員：通常2名 (内、アシスタント1名)

気象局本局 (バマコ) への観測データ送信方法：月毎に郵送

(3) 雨量観測所 (Postes Pluviometriques)

観測所数：208ヶ所

観測項目：雨量

観測時間：08:00, 18:00

観測職員：通常1名 (外部委託)

気象局本局 (バマコ) への観測データ送信方法：月毎に郵送

尚、本調査で気象観測機器を設置したナラ気象観測所は一般気象観測所に属し、その概要は以下の通りであるが、太陽光発電システム設計に密接な関係のある日射量の観測は行われていない。

位置：緯度 15° 10N

経度 07° 17W

観測項目：風向、風速、視程、大気現象、雲量、雲形、雨量、温度、湿度、気圧、日照時間、地中温度、蒸発量

観測時間：00:00, 03:00, 05:00, 06:00, 07:00, 08:00, 09:00, 10:00, 11:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00, 22:00, 23:00

観測職員：5名 (内、アシスタント1名)

気象局本局 (バマコ) への観測データ送信方法：衛星回線によるデータ通信

データ送信時間：00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00

尚、現在、風向、風速は測定機器の故障により、観測は行われていない。

5.1.2 既存気象観測データ

気象観測データの内、太陽光発電システム設計に密接な関係のある項目について以下説明する。

(1) 日照時間

マリ国では、日照計は前述の一般気象観測所18ヶ所に設置されており、さらにCNESOLER等、気象局以外の施設にも設置されているが、気象局以外の実態は不明である。尚、一般気象観測所の日照計はカーベル・ストークス日照計であり、日照時間は記録紙上の焼け跡の長さを目視で測定するものである。

表5.1-1に1951年～1980年までの30年間の観測所別月別平均日照時間を、図5.1-2に年平均日照分布図を示す。これらの図表より、マリの年平均日照時間は、全国平均8.6時間で、Kidal地区の9.5時間が最高、Sikasso地区の7.7時間が最低と記録されている。

一方、全国平均とナラ観測所の記録を比較すると下表のようになっている。

	月別平均日照時間												(単位：時間)
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
マリ全土	8.9	9.4	9.0	8.8	8.8	8.4	7.8	7.6	8.0	8.7	9.0	8.6	8.6
ナラ地区	8.7	8.8	8.8	8.9	8.8	8.1	7.8	8.4	8.4	9.2	8.7	8.1	8.6

上表より、ナラ地区の平均日照時間は年間を通じて全国平均とほぼ同じである。

(2) 日射量

日射計が1980年にKayes, Bamako, Bougouni, San 及び Tombouctouの気象観測所5ヶ所に設置され現在に至っている。しかしながら、設置された日射計による観測値にバラツキがあり、それ迄のオングストロム式で日照時間より推定した値との整合性がとれなく、解析に多大な時間がかかる等の理由で、これら観測されたデータは利用されていない。マリに於ける日射量は観測機器設置前に行っていた方法、即ちオングストロム式により日照時間より推定している。日照時間は前述の如く全一般気象観測所に於いて観測されて来ており、それらをもとに推定された1951年～1990年の月別平均日射量を表5.1-2に示す。

尚、全国平均とナラ観測所の記録を比較すると次のようになる。

	月別平均日射量												(単位：kWh/m ² /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	月平均
マリ全土	5.21	5.78	6.08	6.18	6.15	5.83	5.71	5.63	5.72	5.66	5.34	4.91	5.68
ナラ地区	5.08	5.55	6.02	6.12	5.97	5.69	5.76	6.01	5.78	5.62	5.18	4.84	5.64

(3) 気温

一般気象観測所18ヶ所に於いて1951年～1980年間に観測された月別平均気温、日最高気温の平均値及び日最低気温の平均値をANNEX Lの表L.1-3から表L.1-5に示す。又、それらの全国の月別平均値、即ち、18ヶ所の観測所の観測値の平均値をナラ地区のそれと合わせ以下に示す。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
全国平均													
—平均最低気温(℃)	15.0	17.4	20.6	23.9	26.0	25.3	23.8	23.0	22.9	22.1	18.3	15.3	21.1
—平均気温(℃)	23.7	26.4	29.4	31.8	32.9	31.4	28.9	27.7	28.3	28.4	26.8	23.6	28.3
—平均最高気温(℃)	32.2	35.0	37.7	39.3	39.7	37.8	34.7	32.9	34.0	35.7	35.1	32.2	35.5
ナラ地区													
—平均最低気温(℃)	12.2	13.9	16.8	20.4	23.5	23.0	21.4	20.5	20.2	19.6	15.8	12.5	18.3
—平均気温(℃)	23.3	26.0	29.0	32.2	34.1	32.3	28.8	27.3	27.7	29.4	27.4	23.8	28.4
—平均最高気温(℃)	32.0	35.5	37.5	37.7	40.1	41.3	38.8	34.1	32.0	33.5	37.0	36.6	36.3

又、各観測所に於いて観測された絶対最低気温、絶対最高気温及び夫々の発生日を表L.1-6に示す。これによると、マリ国に於ける絶対最低気温1.6℃はTessalit観測所で1986年12月26日に記録されており、絶対最高気温52.0℃はMenaka観測所で1935年5月4日に記録されている。一方、ナラ気象観測所における絶対最高気温は、1949年5月22日に48℃が記録されている。

(4) 降雨量

1951年～1980年間に観測された月別降雨量をANNEX Lの表L.1-7に、又、同期間内の全国の年間降雨量分布を図5.1-3に示す。

過去40年間の全国平均及びナラ地区の年間降雨量の推移を示すと次のようになる。又、その詳細をANNEX Lの表L.1-8、主要な観測所の推移状況を図5.1-4に示す。

	年間降雨量					(単位：mm)
	1951	1960	1970	1980	1990	平均
全国平均	795.6	655.5	591.1	557.2	523.1	623.1
ナラ地区	516.0	484.3	449.6	295.5	299.0	436.5

(注) 平均：40年間の平均値 (mm)

一般的にサヘル地区の降雨量は年々減少していると言われていたが、上表は、それを裏付けるものといえる。

(5) その他の気象データ

1951年～1980年間の月別平均湿度、平均蒸発量及び最大風速（10分間平均、但し1956年～1985年）をANNEX Lの表L.1-9から表L.1-11に示す。又、それらの全国の平均値とナラ地区のそれらを合わせ以下に示す。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
全国													
—平均湿度 (%)	31	26	25	29	39	51	64	71	67	53	41	35	44
—平均蒸発量(mm)	274	291	359	355	335	260	187	131	139	204	234	245	251
—最大風速 *1	14.5	14.5	16.9	19.3	25.2	31.3	33.5	31.8	28.7	20.2	18.3	13.8	33.5
ナラ地区													
—平均湿度 (%)	29	25	22	25	36	49	63	75	64	45	33	30	41
—平均蒸発量(mm)	364	377	471	475	416	338	230	123	152	289	343	336	326
—最大風速 *1	11.6	13.4	13.6	16.8	19.8	25.8	23.4	27.2	24.0	14.2	11.6	11.6	27.2

(注) *1：月別絶対風速最大値（10分間平均）、但し年平均の欄は最大値を示す。

1951年～1980年の30年間に記録された最大風速はGaoの33.5 m/秒であるが、それ以外の地域ではMopti地域の27.7 m/秒が最大風速となっている。一方、ナラ地区では27.2 m/秒であり、太陽光発電設備設計の為の設計風圧としては余裕をみてマリ全体に適用する場合35 m/秒、ナラ地区のみを対象とするのであれば30 m/秒を採用すれば充分と考えられる。

5.1.3 気象観測機器

(1) システムの概要

太陽光発電揚水システム設計の為の基礎的なデータ収集を目的として、ナラ気象観測所に外気温度、風向、風速、湿度、雨量、日射量、日照時間及び蒸発量を測定する為の観測機器が調査団によって設置された。

設置された気象観測システムは、各計測器の各センサーからの出力信号を電氣的に変換し、デ

ータロガーのICメモリーカードに一定時間毎（本装置では15分）に収録し、パーソナルコンピュータにより解析する。

尚、設置された観測機器の測定項目、測定範囲及び測定精度は以下に示す通りである。

番号	測定項目	測定範囲	精度
1.	風向	0 - 540度	±5度以内
2.	風速	2 - 60 m/sec	10 m/sec以下：±0.5 m/sec 10 m/sec以上：±5 m/sec
3.	温度	0 - 60℃	±0.5℃
4.	湿度	0 - 100%	±3%
5.	雨量	0 - 100 mm	±3 mm
6.	日射量	0 - 1.5 kW/m ²	±3%
7.	日照時間	0.12 kW/m ² 以上	±3%
8.	蒸発量	0 - 100 mm	±1 mm

気象観測システムを構成する各機器の概要及び解析用プログラムについてはANNEX Kに示す。

(2) システム設置及び技術移転

気象観測機器は、1993年12月14日～1993年12月26日に、マリ側カウンターパートの協力のもと調査団員により据付、調整、試験が行なわれ、1994年1月1日より観測、データ収集を開始した。ナラ気象観測所に設置された気象観測機器の一般配置図を図5.1-5に示す。尚、据付工事、調整及び試験に関してはANNEX Kにて説明している。

据付工事、調整及び試験の期間中、ナラ気象観測所職員及びカウンターパートに対し観測機器の概要に関する説明を行ない、その後の気象観測期間中は運転保守の方法、メモリーカードの交換、観測データの処理・解析に関する技術移転を実施した。

気象観測機器の日常の点検・保守・記録は観測所職員が行ない、観測データの整理・解析はマリ気象本局にて実施する現行体制に合せ、本調査に係る技術移転も運転保管、メモリーカードの交換はナラ観測所職員に重点的に行ない、データ処理・解析方法等については気象局本局職員に行なった。調査期間中に実施した技術移転の主なる内容は次の通りである。

マリ気象本局及びナラ観測所職員を対象として：

- (a) 気象観測システム構成、概要及び各装置の測定原理についての説明
- (b) メモリーカードの交換方法及び取扱い方法の説明