

### 第3章 調査対象地域における予備2次調査概況

#### 3-1 農村開発

##### 3-1-1 農村の現状

###### (1) 立地条件

###### 1) 地形、地質、土壌

ナラ県は、30,746km<sup>2</sup>の面積を有しながら、その標高は県内のごく一部を除いて250m~310mの範囲内にあり、極めて平坦な地形を呈する。谷地形は、県南部および西部地域に緩いものが認められる程度である。この台地はマリ国中央部を東北東の方向に流れるニジュール川と、同国西部を北西方向に流れるセネガル川に挟まれた平坦地であって、分水地塊といった用語がふさわしい。なお、ナラ県中央部にサーバント谷と称する谷地形があり、マリ国1/2,500,000地形図にも記載されている。しかし、この谷は生成後堆積物に埋められていて現谷底と周辺台地との比高は1/200,000地形図から読みとる限りでは10m前後に過ぎず、その存在に気がつかない程度のごく緩い谷地形を呈する。

ナラ県に分布する地層は、古生代カンブリア紀に属する頁岩、シルト岩、砂岩などである。カンブリア紀は古生代中でも最も古期の地質時代であって5億年より古く、我が国にはこのように古期の地層は存在しない。また我が国では古期の地層は激しい地殻変動により褶曲や断層が発達し、それに伴い節理や破碎帯も多く、より新期の軟質な地層に覆われているが、ナラ県の地層は循状地を形成し地殻変動の履歴が少なく節理等の空隙に乏しく、より新期の地層に覆われることなく直接地表に露出する。各岩石は硬質であり、風化帯も薄い。

土壌はこれらの岩石の風化生成物のラテライト質土壌であって、淡褐色を呈し有機物に乏しく硬質である。処によっては砂層など異地性の薄い堆積物に覆われている。

###### 2) 気象、水文

ナラ県の降雨量は北部から南部に移行する程多くなり、おおむね200~600mm/m程度である。ナラ市における1982年から1991年の日雨量表によると、期間中10ヶ年間の平均降雨量は373.4mmであるが、年による差が大きく、1984年は199mm、1989年は632mmと3倍以上の開きがある。

雨期は5月から10月であるが、その期間中も無降雨の日が多く、降る際には1回に20~30mm以上の場合が多く、前述の10年間の最大は80mmである。

平坦で谷地形に乏しく、しかも硬質で割れ目にも乏しい地質から成るナラ県の台

地において土壤の吸収能力を上まわる降雨があった場合には、雨水は地表に滞留することになり、平坦な台地上の相対的に低い土地に池ができる。これらの池はマレ(Mare)と称し、サヘル地域全域的に認められるという。

ナラ県には約50ヶ所のマレが存在するとのことである。水面積は100~200haから大きいものは10,000haに及ぶが、平坦な地形を反映して水深は深いところでも1m程度に過ぎない。

マレの水は、ごく一部はカンブリア紀の硬質岩中の乏しい節理中に浸透し、地下水(裂か水)となるが、大部分は月間400mm/mを超える蒸発の為に失われ、水面積は急速に小さくなり、12月~2月頃には大部分は姿を消す。しかし、ごく小数ながら年によっては翌年の降雨期迄保つものがあるという。

地表水の流出は、谷地形の存在する地域においては降雨後に発生するが、一時的であって、一定期間安定した水量の水が流れるような河川は存在しない。サーパント谷においては、雨期においても表流水は認められず平坦な谷地形を反映し、多数のマレが生成する程度であるという。

### 3) 地下水賦存形態

ナラ県における地下水の帯水層は前述のようにカンブリア紀の頁岩、シルト岩等である。これらの岩石は硬質のため、構成粒子間に水を含むことはできず、岩石の割れ目に裂か水の形で地下水が賦存する。割れ目の種類としては、風化によって生成する層状岩の剝離面が主であって、地殻変動によって生じる節理に乏しい。前者の割れ目は風化の性格から地下深部には存在せず、表層部(おそらく20~30m以内)に限られる。

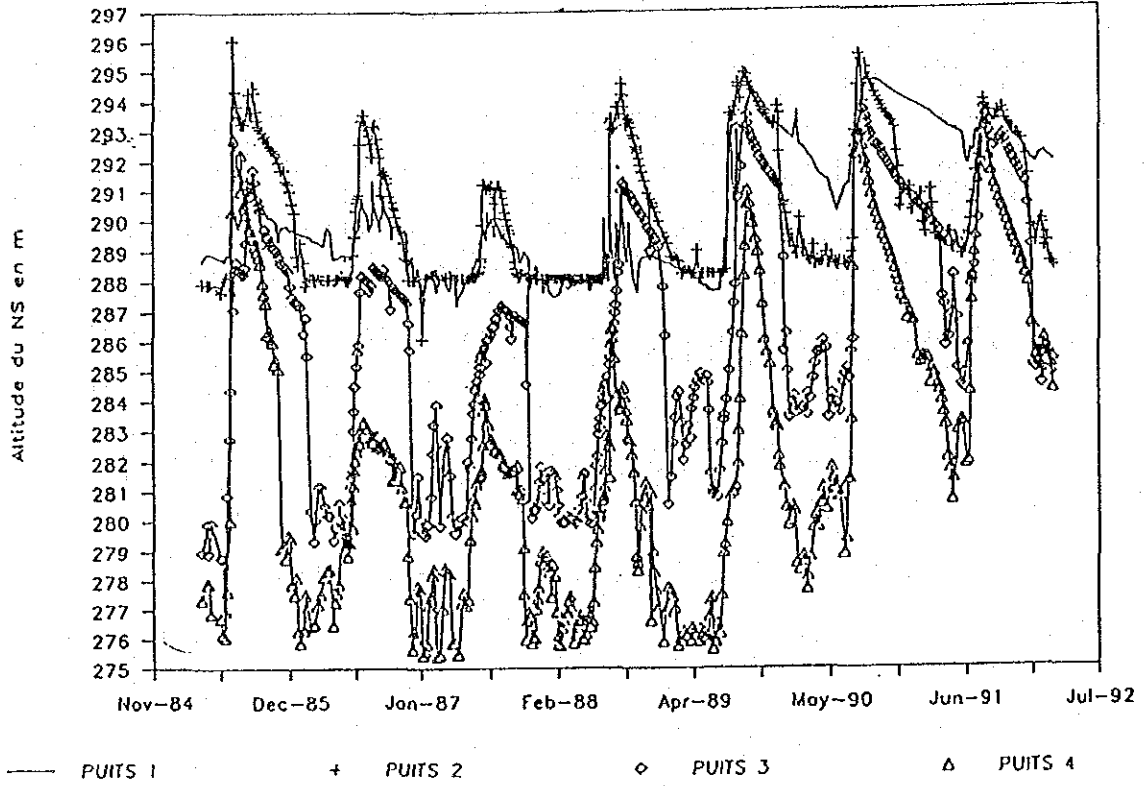
したがって地下水賦存量は極めて乏しく、その補給も降水の直接浸透およびマレからのわずかな浸透に頼っており、地域外からの補給は無いに等しい。

地下水の移動は専ら井戸を中心とした汲み上げによる地下水位低下ゾーンに向うものに限られ、地域外への流動も無いに等しい。

地下水位は雨期に高く、乾期に低くなる。ナラ県南部のMadina Kagoroにおける1984年以降の地下水位観測記録(図-1)によると、年間の水位変動量は5mから15m程度に達し極めて大きく、賦存量の乏しさおよび乾期における揚水作業の厳しさを物語っている。なお、図-1の下位の図で、地下水位の年間最低値、最高値共に1985年から上昇傾向を示しているが、この傾向はマリ国内の他の地域においてもいくつかの観測井において認められる。その理由についてマリ国の水文地質技術者は、1984年の大かんばつによる極端な地下水位低下が回復しつつあると説明した。なお、1984年以前の地下水位観測記録は存在しない。

これとは異なった賦存形態を示す地下水としては、サーパント谷を埋める細粒の堆積物中に含まれる地層水がある。堆積物の厚さは最大30m前後、雨期末期の9月末～10月初期の地下水位は5～8m前後となっている。乾期末における地下水位データはない。マリ国の1/4,500,000地質図によるとカンブリア紀の地層中に断層破碎帯が存在する可能性が指摘されている。これは、ナラ市付近を通り、ほぼ東西方向に伸びる推定断層である。断層破碎帯は一般にわれ目に富み、地下深部に迄伸びるため、深層地下水の良好帯水層となることが多い。この場合は未だ断層破碎帯中の地下水の賦存状態に関する知見は得られていない。

ZPMKO  
MADINA KAGORO



ZPMKOL  
MADINA KAGORO

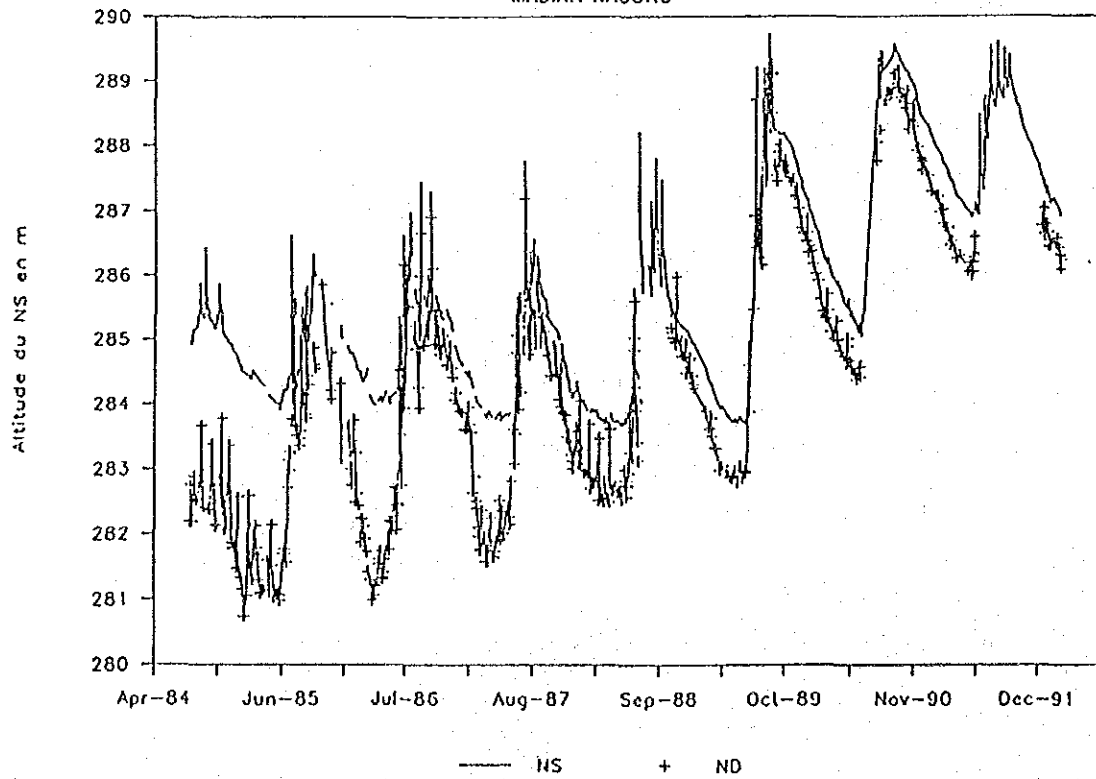


图-1 地下水位变化图

## (2) 土地利用

ナラ県は純農業地帯で、ソルガム・ミレット主体の農耕と、牛・羊・山羊を主体とした牧畜が行われている。マレにおいては、漁業が小規模ながら行われている。林業や工業は存在せず、商業もナラ市で衣類や食品を売る小規模な出店が認められる程度に過ぎない。

営農形態は土地所有面積と水事情によって変化する。古来から居住するバンバラ族は比較的広い土地を所有しており、農耕を主とし、牧畜を従とする生活を営んでいて乾期においても遊牧には出ず、家畜の飲み水はマレの利用できない地域や季節においては井戸に頼っている。そのかわり、農閑期には家畜の世話を女性、老人、子供にまかせて男子は出稼ぎに出るらしく、首都のパマコ、マリ国南部の農業地帯、更にはヨーロッパへも出かけている。

北方からの移住民であるプル族は牧畜を主とし、農耕を従とする。プル族の部落はバンバラ族の部落と部落の間に入り込んだ形となっているため、両族の部落が交互に存在することになる。乾期に入ると体力に乏しい家畜を残して家族の一部が遊牧に出る。

平坦で広大な土地資源に恵まれ、農地は平地に展開しており、傾斜地農業は認められなかった。

農耕の手法は原始的であって、耕起は牛に引かせる鋤は良い方で、人力による農器具も認められる。脱穀は臼と杵、運搬はロバと2輪車といった段階にとどまっている。

施肥は全く行われないため、基幹作物のソルガム・ミレットを3期（3年間）栽培した後、ピーナツ、ささげ等を2期栽培し、その後は10～15年に亘って休耕して地力の回復を待った状態である。

飼料作物は2年前から栽培を始めている。

野菜畑は、自家消費のごく小規模なものが散在する程度であり、野菜を食べる習慣がほとんど無い様に見受けられた。

マレの湛水あと地は湿った土層を利用してソルガムやミレット畑に利用されるほか自然に生える草を利用して放牧が行われている。かつては湛水域を利用して稲作が行われていた。

## (3) 水利用

### 1) 天水利用

ナラ県の農耕は、家庭用の極少規模の野菜畑が地下水による灌漑を行っているほかは全て天水に依存している。ソルガム、ミレット等は雨期の開始時期に植穴ないしは牛に鋤を引かせて作った畦に播種され、あとは雨まかせの状態である。

## 2) マレの溜り水利用

マレの溜り水の用途は広い。最も重要な用途は家畜の飲み水である。井戸水のように揚水作業を必要とせず、干上がってしまうまでの期間中は安定的に利用できる。そのかわり、家畜の飲み水を主にマレに頼っている部落では、干上がってしまうと遊牧に出なければならなくなる。

魚業もマレの溜り水を利用して行われている。雨期に入って干乾びたマレに水が貯まり始めると、魚が自然に育ってくるという。ナラ市北西のカワス(KAWASS)など、大きなマレでは魚の養殖も行われている。

家屋等建物の材料である日干しレンガの製造もマレの溜り水を利用して行われている。

マレの溜り水が飲料用に供されることは現在は無いとのことであるが、生活用水としては重要であり、水浴、洗濯、食器等の洗滌等に利用されている。

農業利用は(2)に述べたようにマレ跡地の湿った土を利用したソルガム、ミレットの栽培が一部で行われる程度である。

## 3) 地下水利用

地下水は、その良質性と乾期においても量は減るものの何とか利用可能であるという安定性から飲料用として重要な地位を占めており、マリ国政府の努力により現在は全県民が利用可能な状態となっている。

地下水の採取は部落ごとに掘削された小規模な井戸に頼っており、各部落の人口と井戸水の出具合に応じいくつかの共同井戸が設けられている。井戸の種類はボーリングマシンにより掘削され、手押しポンプを取り付けたものと、人力による直径2m弱の掘り抜き井戸とがあり、後者の場合は革袋をロープで釣り下げ手で引張り上げるといふ、滑車も用いない原始的な揚水方法を採用しており、著しい体力を要する重労働である。

人口9,277人のナラ市の場合は例外で、市の西北西20kmのテンデイに設けられた深井戸から市内の給水所までパイプラインにより送水されてくる。市民は毎朝給水所に並び、その水を購入し、ロバに引かせた荷車等により家庭に運搬している。

ナラ県内に分布する井戸総数は903眼であってその過半数に当たる481眼の井戸が1時間当たりの揚水可能量0.5m<sup>3</sup>以下と極めて少なく、帯水層の貧弱さを反映している。

ナラ県のうち、ナラ市を含む北緯15°~15°30'、西経7°~8°の地域内(50集落、人口30,629人)における井戸の揚水可能量別および揚水方法別の内訳は下表の通りである。

揚水可能量	井戸数
1m <sup>3</sup> /時間未満	204
1～5m <sup>3</sup> /時間	33
5～10 "	7
10～ "	4
合計	248

揚水方法	井戸数
人力	171
手押しポンプ	77
動力、太陽光	0
合計	248

これらの表からも井戸の揚水可能量が一般に極めて少ないことおよび揚水方法の主力が人力であって、とりわけ地下水位が著しく低下する乾期における揚水作業の厳しさが読みとれよう。なお、手押しポンプは故障しやすいことおよび単位時間当たりの揚水量が人力のそれに比べて一般に少ないことから、人力揚水が主力となっている。

乾期に地下水位が著しく低下し、資源量の乏しさを体感できるため、飲料用優先の社会的コンセンサスが確立していて、これ以外の用途としては、マレの水が利用できない地域や季節における家畜の飲み水用として用いられる位である。

野菜畑は共同井戸ではなく、乾期には干上がるような小規模な浅井戸の水を使用している。

#### (4) 農村生活と生活基盤施設

ナラ県の農村生活は、営農状況や水利用状況から類推できるように極めて原始的な状態にある。電気、水道はなく、道路はバマコに通じる未舗装道路以外は見るべきものはない。店舗も村落にはなく、ナラ市に衣類や食糧を売る小規模な小屋が存在する程度である。ナラ市といえども食堂やホテルは無い。

村落において認められる生活基盤施設としては家屋、農産物や農具を収納する小屋、共同井戸、小学校である。ナラ市には中学校が存在する。医療施設も村落にはなく、ナラ市にも医療施設と云えるようなものはない状態である。

なお、ナラ市には発電施設があり一部の建物で夜間に電力が供給されているとのことであるが、今回の調査団の宿泊したゲストハウスには電燈はなく、近辺にも明りを見ることはなかった。

運搬用具としてはロバ付の2輪車が普及しており、交通用具としては一部に自転車が使用されている程度である。

### 3-1-2 農村開発計画

#### (1) 制約条件と社会的ニーズ

現状に関する記述から窺えるように、ナラ県の農業農村は未だ原始的段階であって、農村開発計画を樹立する場合に、灌漑が行われ、換金作物が栽培されているような地域における常識は通用しないことをまず念頭に置き、現地のニーズを把握することが肝要である。

例えば、動力を必要とする農機具や農産加工施設の導入、道路や上下水道の整備、交通・輸送手段の改善、住宅など生活の改善等気の付くことは多い。しかしこれらはいずれも近未来の話であり、当面はより基本的な問題解決が必要である。

滞在期間中にマリ国側から聞えてきたニーズはすべて乾期の水不足に基づく農業、牧畜業の制約をどう克服していくかの問題に集約される。マリ国外務省国際協力局次長の発言も“土地と太陽は充分にある。乾期の水が問題”というものであった。

具体的な政策に対する希望として、ナラ県の農業、牧畜業担当官から聞きとったものは次の点であった。

- ① 乾期における遊牧生活の解放、飼料の制約に加えて家畜の飲み水不足のためにやむなく家族の一部が高年齢の家畜を残し遊牧に出ている現状の改善。
- ② 乾期における出稼ぎ生活からの解放、農閑期に現金収入を求めて出稼ぎに出ることが農家の悩みとなっているらしく、乾期における農業用水の確保等により収入の増加を図りたい。
- ③ 農業の改善に関する具体的希望としては、マレの活用により水田耕作を導入したい旨の発言があり、具体化はしていないが1993年より1 ha程度の面積を対象に稲作の実証を行うことを検討中であるとの説明があった。

稲作に対する希望は今回訪れた農業集落においても聞くことができた。これは自家消費はなく現金収入を目的とするものである。マレにおける稲作は1940年代に行われていたが、収量が少なく中止に至ったという。なお、マレが少なくとも数千年に亘って湛水と蒸発を繰り返しているにもかかわらず塩類が集積している徴候は認められなかった。ナラ県の土壌の母岩であるカンブリヤ紀の地層そのものが塩類を含有していないことがその原因ではないかと考えられる。一般にカンブリヤ紀の地層を母岩とする循環地においては、塩類集積は認められず、ナラ県の場合もその例外ではないと云える。



## (2) 水資源開発方向

ナラ県の農業農村開発の制限要因となっている水資源の開発対象としていた地下水資源が、平成4年3月に行われた事前調査の結果、灌漑を実施するに足る開発余力に乏しいと判断されたため、今回の調査は地下水開発と並んで集水灌漑法の適用可能性を検討することを目的として実施した。

地下水については、今回入手した地下水位観測資料からもその賦存量は乏しく、同県において飲料水および一部の家畜の飲み水として重要な地位を占めており、現在既に著しい地下水位低下の認められる乾期に新規の地下水開発を行って灌漑用水に利用すると地下水位が一層低下し、水量の減少のみならず揚水に要する労力の増大を招く。なお、ナラ県内においては地下水位観測所が1ヶ所しか設けられていないことなど、地下水保全について十分な施策が講じられているとは云い難く、農村の発展のためにその視点における技術協力が必要と考えられる。

集水灌漑法は、元来傾斜地農地において斜面上部の水を集水し、灌漑を行うものである。

ナラ県の農地は平坦地に設けられ、そこにはマレの溜り水が存在する。したがって、現在行われている水利用と競合しない形でこれを利用できる方策があれば、その利用を優先する方が速効性が期待できる。

単にマレの水を揚水し、農地に導く場合は現況の水利用と競合するが、工夫次第では競合しない利用法があり、例えば次の2通りの方法が考えられる(図2)。

- ① 蒸発量を抑制することにより、その分を利水にまわす。
- ② 水たまりを活用して稲作などの農業を行う。

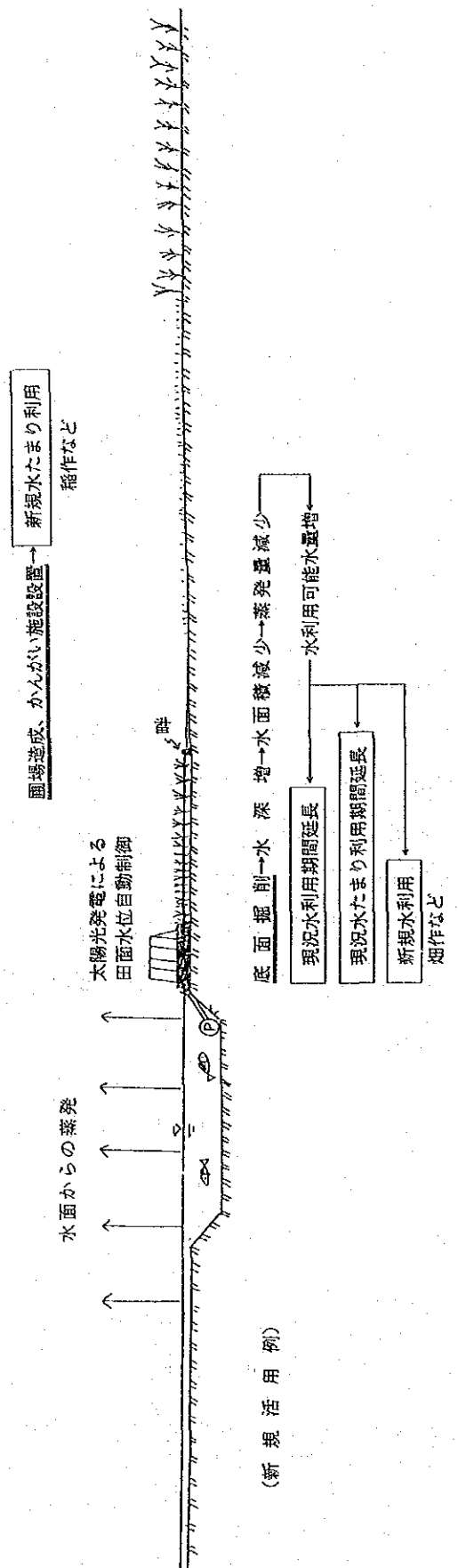
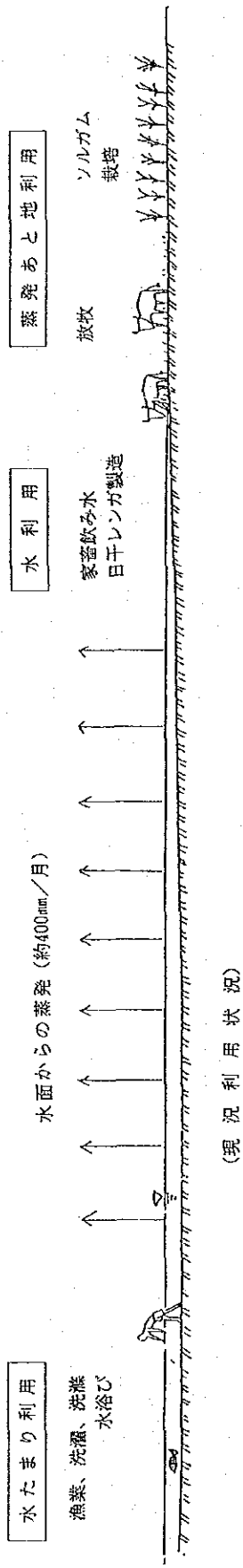


図2 マレの活用方法

①は現在蒸発している水を活用するものである。例えば、マレの底の一部を3m掘り下げたと仮定すると、その部分からの蒸発量は3ヶ月間に1m程度であるから、残りの2m分の水を3ヶ月間に亘って新規に利用できる。掘り下げる面積1haにつき20,000m<sup>3</sup>であり、約4,000頭の牛を3ヶ月間養うことができる。畑かん利用の場合は単位用水量を5~10mmと仮定すると、掘り下げ面積の2~4倍程度の畑地を3ヶ月間維持できるに過ぎないが、掘削が容易であれば実用化が可能である。

②は、現在魚業、洗濯、水浴に利用されているに過ぎない水たまりの場に水中で生育する農産物を作付し、畔を設けて太陽光発電等により水位調節を行って生育する方法である。この方法は、作物の葉面蒸発量が現況利水量と競合することになるが、作物に覆われるために水面からの蒸発量は現況より減少するために、現況利水への影響は少ないと考えられる。雨期に入りマレが生成したら直ちに作付を行い、マレにかなり水のあるうちに収穫を行えば現況利水とは全く競合しない。

水中で生育する農産物は水稻のほかにはクレンソー、せり、れんこん、くわい、じゅんさいなどの野菜がある。ナラ県では、換金作物として地元の要望が強い、マリは米の輸出国で栽培技術が確立している、塩分に対する抵抗力が大きいなどの理由で水稻栽培が適している。

この方法は、何を作付する場合においても栽培地の水位調節を必要とする。しかし、その揚程は極めて小さいので太陽光発電を利用する場合に効率が大きく、水位の自動調節も容易である。

#### (4) 地下水調査の目的と手法

##### 1) 地下水開発

帯水層が硬質岩石の表層風化部であって、地下水は乏しい亀裂中に賦存すること、乾期には地下水の補給がなく現況の利用状況でも地下水位の低下が著しいこと等の理由で地下水の新規開発を行い灌漑用水を確保することは一般に極めて困難である。

サーバント谷およびその存在が推定される断層破碎帯ではさく井により比較的多量の地下水が得られる可能性がある。しかし、揚水に伴い周辺の既設井の地下水位を低下させ、揚水量の減少、揚水作業の困難化を招くおそれがある。また、開発適地が存在したとしても局所的であり、農村や農地の分布と調和しないおそれもある。

マレの水利用を行う場合の補助水源として期間を限定して地下水利用を行うことも考えられ、この場合はマレの掘削予定地付近に井戸を設置することとなる。

いずれの場合も試掘調査が必要であり、前段として試掘候補地点を選定するための物理探査を実施することとなる。断層破碎帯を追跡する場合は、放射能探査を加

える必要がある。

地下水開発調査を実施する場合には、地下水利用目的をまず明確にしなければ、調査対象地域すらも定められず、調査手法も定まらない。

## 2) 地下水保全

ナラ県において、今後生活水準の向上に伴い地下水の重要性は一層高くなると考えられ、その保全策を講じるための基礎資料として地下水位の観測資料が必要である。

現在マリ国には93ヶ所の地下水位観測所が設けられている。しかし、ナラ県内では南端部に前述のMadina Kagoro観測所が存在するに過ぎない。したがって、地下水位の動向を分析し、その保全策を講じていく上で地下水位観測所の増設が必要である。

地下水開発を実施する場合も予定地付近における現況の地下水位変動状況を把握し、開発に伴う既設井への影響の予測を行うことが先決であり、地下水位観測所の設置が必要である。

## 3-2 農業

### 3-2-1 土地利用状況と地域区分

#### 1. 農業気象条件

##### 1) 降水量および経年変化

ナラ地域圏はその大半が南サヘル地域に位置し、降水量は200~700mmと幅があり、7~8月に集中している。しかしながら最近10年間の降水量は減少傾向にあり、これまで降水量500~600mm地帯が現実には300~400mm地帯となって来ているので、前述のように既存樹木資源の生産力はほぼゼロであり、農作物栽培等に当たってはこのことを十分考慮に入れる必要があると指摘されている。1940~86年間の平均年間降水量は、Nara 359mm、Sokolo 411mm、およびMourdiah 500mmで、月別降水量からみるとナラ地域は雨期と乾期の二極に明確に分かれ、降水は65%前後が7~8月に集中している。

##### (降水量の減少)

1940年から最近までの降水量の経年変化をみると、降水量は著しく低下し続けている。1950~59年と1980~86年の10年毎の経年変化を比較してみるとNaraの観測所では、497.9mmから341.7mmと-156.2mm、Sokoloでは584.2mmから278.8mmと-305.4mm、そして南部の観測所Mourdiahでは592.0mmから384.4mmと-207.6mm減少している。気温は年間を通じ高く、最低でも24℃までで、絶対最高温度は5月

に記録されている。

なお、蒸散量は降水量の10倍以上であることおよび毎年の降雨開始時期が不安定であり、有効降水期間が短時間であることから作物生産の安定を図るためには、耕種栽培技術上同地域の農民に受け入れられる形で少なくとも次の対策を講じていくことが極めて重要となる：

- ①降水を如何に多く、長く圃場およびその有効土壌中に長く保持するか
- ②圃場内外の流去水を如何に多く集水し、貯留し、作物栽培などに活用するか
- ③短期間の生育期間に如何に作物を栽培するか
- ④蒸発散量を如何に少なくするか
- ⑤化学肥料の施用による圃場内および下流地域の塩類集積障害の回避（特に下流地域の流去水の溜り水は家畜の飲料水に利用されている等に留意する必要がある）

降水量別地域面積分布割合（1922～80）

年間降水量	面積分布	地帯
3 0 0 - 4 0 0 m m	1 0 %	サヘル北部
4 0 0 - 5 0 0	4 9	サヘル南部
5 0 0 - 6 0 0	3 4	"
6 0 0 - 7 0 0	7	スーダン北部

月別降水量（1975～86）

（m m）

観測所	北緯	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
Nara	15 10	-	-	-	2	10	43	107	126	62	8	1	-
Sokolo	14 44	-	-	-	5	8	37	98	159	92	10	2	-
Mourdiah	14 28	-	-	2	5	15	62	151	194	49	21	1	-

降水量の経年変化  
（1940～86の10年毎の変化）

観測所	北緯	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89
Nara	15 10	- mm	497.9mm	432.7mm	422.2mm	341.7mm
Sokolo	14 44	511.1	584.2	532.7	422.2	278.8
Mourdiah	14 28	574.9	592.0	449.9	468.8	384.4

出典：A STUDY ON FOOD POLICY FORMULATION AND IMPLEMENTATION IN KENYA, MALI RWANDA AND ZAMBIA, JAN. 1984, ROYAL TROPICAL INSTITUTE, AMSTERDUM.

## 2. 農業土地利用

ナラ県は農業生態的に制約を受けている耕地が多く存在する。

## 1) 農業土地利用状況

潜在的可耕地面積が728,300ha（ナラ県の面積の23.7%）である。そのうち、

- ①既耕地および最近の休閑地面積が184,100ha（ナラ県の6%）であり、
  - ②耕作可能な未利用耕地は544,200ha（ナラ県の17.6%）残されている。耕地および休閑地の占有率は10%以下と低く、可耕地の利用率も25.3%に留まっている。
- なお、郡別既耕地面積等は下表の通りである。

ナラ県の土地利用

郡	人口 (人)	面積 (km <sup>2</sup> )	既耕地 (ha) <sup>A</sup>	未耕地 (ha) <sup>B</sup>	潜在可耕地 (A+B)	面積割合 対郡%	対県%
Nara	37,941	4,904	42,000	102,800	144,800	29.5	4.7
Balle	35,638	5,540	51,900	113,500	165,400	29.9	5.4
Dilly	27,886	5,032	29,100	50,300	79,400	15.8	2.6
Falou	20,008	3,456	25,200	100,900	126,100	29.2	4.1
Guire	9,107	6,740	16,800	38,900	55,700	8.3	1.8
Mourdiah	16,757	5,074	19,100	137,800	156,900	30.9	5.1
合計	147,337	30,746	184,100	544,200	728,300	-	23.7

出典：マリ国植物資源・農業土地利用調査、1989年 仏協力省

## 2) 郡別農業景観分類別土地利用状況

農業の土地利用景観は土壌タイプ、農地の空間的分布、作付密度、農地のタイプ、作付方法により異なってくる。農業景観から土地利用をみると次の通りとなっている：

- ①開墾耕地又半永久的耕地（分類単位C7：耕地は部分的に使用され、輪作が行われている。耕地は上流域の緩傾斜面にあり、村落から離れている。休閑期間は長い）が県面積の4.4%（潜在的可耕地面積の18.6%）、
- ②泥砂質平野部に位置する耕地（7s）が11.5%（潜在的可耕地面積の48.7%）、および
- ③泥土を含む砂質平野部（基盤は耕起しやすい）（7p）が5.6%（潜在的可耕地面積の23.7%）となっている。分類単位7に該当する農地は、本来的に穀物/休耕タイプの農法に適している未耕地である。ナラ県は全体としてその大半の可耕地が休閑を長く要する耕地である。

なお、郡別農業景観分類別土地利用状況は下表の通りである。

郡別農業景観分類別面積

(h a)

	総面積	%	Balle	Dilly	Falou	Guire	Mourdiah	Nara
C 5	900	0.0	400	-	200	-	300	-
C 6	48,300	1.6	8,400	8,600	9,900	2,900	11,100	7,400
C 7	134,900	4.4	43,100	20,500	15,100	13,900	7,700	34,600
5	2,800	0.1	100	-	1,000	-	700	1,000
7	12,200	0.4	-	-	-	-	12,200	-
7 s	355,400	11.5	65,600	37,500	54,400	37,000	59,100	101,800
7 p	173,800	5.6	47,800	12,800	45,500	1,900	65,800	-
	728,300	23.6						

注：耕地の景観的分類

峡谷の農業景観分類

(峡谷に沿って農地が散在、多くの場合その周辺は人口密度が高い。農地は不均一な地形、有効面積が狭い等の問題はあるが、水の涵養が優れ良好な耕地となっている)

C 5 : 峡谷の良好な耕作適地の耕作地 (マンゴー、タマネギ、トマト、トウモロコシ)

5 : 峡谷の良好な耕作適地の未耕作地

平野および緩傾斜面の農業分類

(地形的な位置と作付密度により二つに分類：作物は両タイプともミレットおよびソルガムの基本作物が主体である。ナラ地域ではミレットが主要作物となっているが、ソルガムは水の側面涵養を受ける農地では栽培されている)

C 6 : 永久的耕地

(作付は80%以上、耕地は下流域の緩傾斜面にあり、近くに村落が存在する。休耕期間は短い)

C 7 : 開墾耕地又は半永久的耕地

(耕地は部分的に使用され、輪作が行われている。耕地は上流域の緩傾斜面にあり、村落から離れている。休耕期間は長い)

7 : シーアバターノキを中心とする果樹栽培向きサバンナの農法に利用可能な耕地で、南部緩傾斜面に位置

7 p : 泥土を含む砂質平野部 (基盤は耕起しやすい)

(分類単位7に該当する農地は、本来的に穀物/休耕タイプの農法に適している未耕地)

### 3) 樹木資源から見た土地利用－樹木の枯死の増加

樹木資源から見た土地利用は、自然植生および長期休耕地面積が2,412,900ha、そのうち潜在可耕地面積が430,700ha、耕作不能面積が1,982,200haである。既耕地および最近の休耕地には樹木資源は殆どない。樹木資源の賦存は自然植生および長期休耕地にあり、ナラ地域圏全体の樹木資源総量は16,175,000m<sup>3</sup>と推定されている。

しかしながら、これには枯れた立ち木が45%、約750万m<sup>3</sup>近く含まれている。年間降水量が700mm以下となるとサバンナの植生は希薄となり、500mm付近では消滅する傾向となる。在来樹木のシアバターノキ(*Vitellaria paradoxa*)はこの段階ではより密度の高いアカシア或は*Faidherbia*に代わり、耕地には樹木が存在しなくなる。従って、ナラ県の年間の降水量は200~400mmであるので、耕地には潜在的樹木は存在しなく且つ現実の樹木の枯死率等を考慮すると既存樹木の生産力は殆ど無い‘ゼロ’と考えられている。

またナラ地域圏内の樹木の枯死率は極めて高いばかりか進行していると言われる。この要因は自然的なものとならざるものがあるが、前者は地域特有の最近20年来の干ばつ現象に起因するのに対し、後者は人為的、特に家畜資料入手のための放牧および伐採が起因しているといわれる。同地域は農牧複合経営地域であり、牧畜は農業と同様に重要な位置を占めており、放牧地が農耕地の10倍以上の283万haあり、農業用地として存在し、放牧による植生の退化が危惧されている。

更に、1989年の仏協力省の「マリ国植物資源・農業土地利用調査」の12月から2月末の衛星写真の撮影時期に際し、この時期は植生の成長が完全に停止し、さらに頻繁に火入れが行われることから、画像解析を極めて困難にしたとのことであり、本調査においても大規模な火入れに遭遇し火入れによる不可逆的な植生破壊が懸念される。

## 2. 農業土地利用

### 4) ナラ地域の植生変化の調査研究事例

マリ国の砂漠化の進行に関しては、「UNEP世界の砂漠化地図:World Atlas of Desertification、1992」に国別調査研究の一つとして取り上げられている。特にナラ県北部のモーリタニア国境地区および同県南部のマリ国の中央部に位置するMourdiah郡地区はランドサット、スポット衛星等によるサバンナの植生の変化/回復、その劣化要因等の生態系変化の国別評価の調査研究事例として以下のように紹介されている:

#### (1) ナラ県北部、モーリタニア国境地区

年間降雨量400mmの同地区は、1957年においては主として樹木サバンナ (tree



savanna)で覆われていたが、1987年にはある程度の、およびかなり破壊され低い植物量(バイオマス)の低灌木サバンナ(shrub savanna)になっている。一方、地域によっては1957年に低灌木サバンナであった所が、1987年には逆に樹木サバンナに回復した所もある。サバンナ生態系は全体的に見てこの相反する植生の変化の特徴を持っており、低灌木サバンナの多くは樹木サバンナの退化した生態系であると考えられている。

ナラ地域は劣化した植生は本来かなりの回復能力を持っており、また活発に変化する地域である。この20年間に植生の変化した地区は、1957年当初は作物が栽培されていた地域の周辺および耕作拡大地域を含んでいる地域に位置している。一般的に植物群落内の全般的な変化はなく、むしろ変化は最も人的活動の高い地域から発生している。このことは「UNEP世界の砂漠化地図」刊行の目的である乾燥、半乾燥並びに乾燥半湿潤地域の土地の劣化は主として逆行する人類の影響に起因するとの定義と一致している。

同地区は作物栽培地および休閑を含む農地は拡大してきているが、休閑期間にはあまり変化がない。ナラ地域のような年間降雨量400mmの最も乾燥地域は農耕利用地は現在まで多くの場所において限定されているので必ずしも最も劣化に脅かされているわけではない。当該地域の土地利用形態は牧畜利用が支配的であるが、穀物生産(cereal production)は漸増している。

## (2) ナラ県南部、Mourdiah郡地区

年間降雨量700mmの同地区は、1957～1987年の間に作物栽培の拡大に伴って樹木および低灌木サバンナの著しい劣化が起きている。土地の作物栽培利用割合は上記(1)の地区と同様かなり増加している。全ての農地は地域全体の70%とかなり安定しているが、1987年の作物栽培面積1957年の倍以上となり、休閑期間は半分となっている。

農業中心地は1952年当時から溪谷の低い地域に広範囲に拡大している。また溪谷の側面にも広がり、1987年には広い地域が水蝕のため裸地となっている。

半半乾燥地のMourdiah地域は一番劣化に晒されている地域と見られる。1987年までに耕作地域は全農地の21%以上に広がり、また1984年の干ばつ時期に北部から来た人々の避難地域であるため更に危険な地域となっている。同地域は植物群落の劣化および耕作が広がっている溪谷側面のような傾斜地にも土壌劣化が見られている。

### ナラ地域内の農地利用変化研究

	ナラ北部モーリタニア国境地区		ナラ南部Mourdiah郡地区	
	1950年代	1987年	1950年代	1987年
作物栽培面積	4.1%	7.3%	6.4%	15.2%
農地	28	55	65	71
農地に占める作物栽培面積	14.7	13.3	9.9	21.4

出典：Worlds Atlas of Desertification, UNEP

### 3. マリの燃料木材資源

#### 1) マリの燃料木材の消費量

アフリカ諸国の多くは、国内消費エネルギーの90%以上は燃料木材や炭を主とする木材原料の燃焼に依っている。特にマリは地域諸国中典型的な国である。農村部においては燃料木材は料理、食品加工（シーアバター、ミレットビール、等）、魚の薫製（鮮魚100kgの薫製には70kgの木材が必要）、暖房、明りおよび手工業（鍛冶工場の炭）等に使用される。

農村地域の一人当りの木材消費量は料理用1.35kg、明りおよび暖房用1～1.5kgである。農村の野鍛冶等の木材需要は年間一人当たり30～150kgと推定されている。従って農村地域の消費量は一日一人当たり1.8～2kg年間650～750kg、年間一人当たり0.75～0.90m<sup>3</sup>である。サバンナ林地においては木材1m<sup>3</sup>の重量は4ヶ月間の乾燥後には840kgとなる。ニジェール川の中央デルタの魚の薫製には年間5000トンの木材が消費されると推定される。都市では木材に換算して年間一人当たり500～700kg消費する。1978年のFAO/IPRによる首都バマコでのサンプル調査では年間一人当たり燃料木材657kgおよび炭8.4kg、木材換算では700kg（一日1.9kg）である。工業用消費量は総消費量の2%と見られている。西暦2000年のマリの年間一人当りの消費量は次のようになると推計されている：

#### 燃料木材の消費量および推計調査研究

	一人当たり/年	全国/年
	650～750kg	(農村部)
	500～700	(主要都市)
1978年	700	(バマコ)
1981年	423	300万トン
2000年	430	500万トン

この消費量推計からみると現状の燃料木材生産対策では燃料木材の需要に対応できない。このためマリのような国では樹木が景観の一部をなす本来の緑の革命が必要とされている。村落の産業造林は事前の林地の準備にそれが手労働であっても比較的高価であり、また除草等管理作業は農作業時期と旨く噛み合わないことがある。しかしながら食用作物との適切な間混作、アレイ栽培(alley cropping)、アグロフォレストリー等により食糧および材木の双方の生産が可能である。また優良な在来種、特に窒素を固定する種類の調査が必要である。Faidherbia albida およびAcacia senegalのような木質マメ科樹種は窒素固定能力を持った大量の家畜飼料と燃料木材を生産する能力を釣合よく兼ね備えている。更にサハラの場合に適應する可能性があり、育苗は容易であり、サハラ地域には割合に生育しており、村落造林の可能性を持っている。

地域別木材国内需要量

	1000ト								
	農村部			都市部			全国		
	1976	1985	2000	1976	1985	2000	1976	1985	2000
KEYES	272	336	477	47	64	102	319	400	579
KOULIKORO	333	411	583	50	69	111	383	480	694
SIKASSO	487	603	856	91	123	201	578	728	1057
SEGOU	321	396	562	91	123	196	412	519	758
MOPTI	347	429	608	57	78	124	404	507	732
TOMBOUCTOU	109	135	192	41	56	90	150	191	282
GAO	97	119	170	28	38	61	125	157	231
BAMAKO	-	-	-	283	388	621	283	388	621
計	1966	2429	3448	688	941	1506	2654	3370	4954

地域別木材資源賦存量、開発可能量及び木材需要量推計

(1000ト、1m<sup>3</sup>(乾物)=0.6ト)

		資源賦存量	開発可能量	需要量
K A Y E S	1 9 7 6	1 3 7 6	6 8 8	3 1 9
	1 9 8 5	1 3 1 2	6 5 6	4 0 0
	2 0 0 0	1 1 7 0	5 8 5	5 7 9
K O U L I K O R O B A M A K O	1 9 7 6	1 8 9 6	4 4 8	6 6 6
	1 9 8 5	8 3 0	4 1 5	8 6 8
	2 0 0 0	6 8 8	3 4 4	1 3 1 5
S I K A S S O	1 9 7 6	1 0 2 4	5 1 2	5 7 8
	1 9 8 5	9 0 8	4 5 4	7 2 8
	2 0 0 0	6 5 2	3 2 6	1 0 5 7
S E G O U	1 9 7 6	3 4 4	1 7 2	4 1 2
	1 9 8 5	2 8 6	1 4 3	5 1 9
	2 0 0 0	2 4 8	1 2 4	7 5 8
M O P T I	1 9 7 6	5 0 8	2 5 4	4 0 4
	1 9 8 5	4 6 0	2 3 0	5 0 7
	2 0 0 0	3 5 6	1 7 8	7 3 2
T O M B O U C T O U	1 9 7 6			1 5 0
	1 9 8 5			1 9 1
	2 0 0 0			2 8 2
G A O	1 9 7 6			1 2 5
	1 9 8 5			1 5 7
	2 0 0 0			2 3 1
合計	1 9 7 6	4 1 4 8	2 0 7 4	2 6 5 4
	1 9 8 5	5 7 9 6	1 8 9 8	3 3 7 0
	2 0 0 0	3 1 1 4	1 5 5 7	4 9 5 4

2) 村落の造林システム

砂漠および基本的な生活物質（食糧、生活エネルギー）の不足が進行している中で、マリのようなサハラ諸国は農村の人々はサハラの森林保護、管理および開発に参加することが極めて重要である。農村地域の造林には大きく次のようなものがある：

①多目的林地(multiple-product forestry)

森林生態系を同時に木材生産およびその他産物生産（家畜飼料、蜂蜜等）に活用するものである。天然植生又は既存のプランテーションがその他の産物生産に利用される。現地の需要により燃料木材或は副次的産物が主要な産物となる。Sido地域は蜂蜜の主生産地であるので、小農にとって木材生産とは別に養蜂が重要である（年間利益：CFAC25000～50000）。このため林野庁は各種のミツバチの巣箱を導入している。

## ②村落および民有植林地

マリでは村落植林地は次のような課題がある：

- \* 果実の成らない樹木の植林には関心がない
- \* 小農は常に山火事対応、焼き畑作物栽培、不法伐採等の災害があるため林業者であることを懸念している。
- \* 耕作地の不足
- \* 農作業時期と造林作業との競合
- \* 開発に於ける森林の役割の認識不足
- \* 一植林よりも水、道路、食糧および養育の優先
- \* 植林林地の管理
- \* 農村地域の土地所有に係わる法律制定がない等

年間降雨量400～600mmの地域のバマコ北東400kmにある Mopti-Badiangara-Djenneの村落植林プロジェクトにおいては、各サークルにおいて育苗圃及び展示圃を設置した。村落住民により燃料木材プランテーションの設置、被陰樹の植え付け、訴状肥沃性の改善および侵食防止が行われた。その結果、燃料木材のみの植林は経済的でないこと、土壌肥沃性の改善、侵食防止等がプランテーションには重要であること等であった。

バマコ南東300kmにあるSikassoでの村落プランテーションプロジェクトは燃料木材および材木の村落の需要に応えるため実施された。実施は次のような手順で行われた：a) 小農の干ばつの課題および村落レベルの木材の不足の認識、b) 小農間の課題解決の検討及びプランテーション設置のための村落の組織化、c) 小農によるサイトの選定（休閑地）、d) 植林作業計画の作成、e) 植林樹種の選定（農民選定樹種の優先）、f) 林業者の協力による小農によるプランテーションの設置、およびg) 植林地のモニタリングおよび評価。

これらのプロジェクトを通じ、もっと高燃料木材生産能力のある在来樹種 (*Detarium microcarpum*)の導入が必要と思われること、農作業とのかなりの労力競合が大きいことの反省がある。

## ③樹木栽培(arboriculture)

果実、被陰及び燃料木材の生産のための樹木栽培である。小農に一般に普及しており、そのメリット及びデメリットをよく知っている。水不足が主要な課題である。この生産システムは燃料木材の生産を主としたものではないが、樹種によってはかなりの燃料木材を生産することができる（カシューナッツ(*Anacardium occidentale*)、マンゴー(*Manguifera indica*))。

#### ④ 農林複合経営(agrisilviculture)

農林複合経営および林牧複合経営は前者は食用作物栽培および樹木栽培の混合営農であり、また後者は林業および畜産の複合経営である。サハラ地域諸国においては食用作物栽培および家畜飼養は農村の人々の主要な関心事である。このため樹木の導入のためには生活改善、作物収量の増加又は家畜飼料の供給でなければならない。また端境期に収入を上げる果実、および地域住民の木材を生産することが可能でなければならない。このため大きな日陰を作ったり、作物との水および養分の競合をする樹種は避けなければならない。

導入受け入れの樹種の条件は、a) 換金のため早期生産であること、b) 食用作物と互換性があること、c) 可能であれば支柱の生産ができること、d) 家畜の飼料の生産をすること、e) 作物収量の増大のための土壌改良をすることである。農林複合経営は小農の主要な関心事である食糧生産が可能であるので、他のシステムよりも小農に受け入れ易い。

木材燃料はサハラ地域全域の課題であり、特に地域の小農開発課題の一つである。作物栽培、家畜生産および林業の調和のとれた土地利用管理が必要である。

出典：Technical Consultation on Wood Energy Research and Development in AFRICA, September 1984, FAO

#### 3) ナラ地域の燃料木材資源

ナラ地域(Balle郡を除く)の推定総樹木資源量(枯死立木を含む)は次の通りである：

自然植生 16,180千 $m^3$

枯死立木 7,300千 $m^3$

燃料木材の需要量は自家消費と首都バマコ向け出荷分にわかれている。自家消費量は一日一人当り1.5kg、バマコ向け出荷量はバマコ総消費量の薪の2~4%および木炭の2%以下と推計すると以下のようなになる：

総需要量 93 千トン

自家消費量 80.7千トン (115千 $m^3$ ) (1978年)

出荷量 13 千トン (18.5千 $m^3$ )

ナラ地域の燃料木材資源は、枯死立木だけでもその蓄積量は50年分ある計算になる。一方、ナラ地域の年間降雨量は200~400mmと過去10年間年々減少の一途の傾向にあり、現実の樹木の枯死量などを勘案すると既存樹木資源の生産量はほとんど無いと見られる。ナラ地域では当面は枯死立木が豊富に蓄積されているので、枯死立木を利用している限り燃料木材の不足はないと見られているが、過放牧等による植

生の破壊の加速が一番懸念されている。

出典：マリ国植物資源・農業土地利用調査、1989年 仏協力省

### 3-2-2 作付体系

#### 1. 作付体系

現地調査では、ナラ地域の一般的作付パターンはソルガム又はミレットの3年間の連作、次いでラッカセイの2年間の連作そして10~15年間の地力回復のための休閑とすることである。しかしながら作物別作付面積統計から判断すると、ラッカセイの栽培は年々の作付面積は変化するもののソルガムおよびミレットの作付面積の5~6万haの1~2%であるので殆んどローテーションに入っていないことが判る。また、近年のソルガムおよびミレットの作付面積はほぼ5万haであるので「既耕地および最近の休閑地面積」の184,100haのうち「最近の休閑地面積」はほぼ135,000haとなり、ソルガムおよびミレット連作後1~3年を経た休閑地であると推測される。従って、ソルガムおよび/又はミレットの単作による3年連作後、休閑に入ることとなる。またラッカセイ、ヒヨコマメ等作物別作付面積統計では極めて小面積であることおよび栽培期間が雨期の7~8月を中心として行われ、生育適期がその前後の期間を含めて極めて短期間であることから土壤肥沃度の維持培養、土壤侵食の防止等を考慮したマメ科作物との間混作などは行われていないことが窺われる。

これらのことは、1984年のオランダ王立熱帯研究所(Royal Tropical Institute, Amsterdam)の「アフリカ4ヶ国(ケニア、マリ、ルワンダ、ザンビア)の食糧政策の策定とその実施に関する研究」の次のような指摘からも窺うことができると共に今後の同地地域の農業開発のあり方を示唆している：

①マリは南部地域に農業開発を中心としてきたこと、

(ナラ地域に関連して実施された農村開発事業は、Kaarta総合開発事業(ODIK)のみで、Balle郡に限定されている：試作物ミレット、ソルガム、ラッカセイ等の18,500ha(潜在可耕地面積の2.5%の栽培)

②全体として改良農業技術(改良種子、化学肥料、および畜力の組合せ技術)の導入の進歩が殆どみられないこと、特に小農は改良技術システム、農業生産信用を含め、利用機会に殆ど恵まれていないこと、このため低い生産性および土壤管理の劣悪さによる地力の劣化と侵食が加速されていること、

③畜産と食用作物とを統合させる組織的努力はこれまで殆ど行われていないこと、

④畜産部門は限界生産的なものでしかないこと、

⑤全国的な食糧不足と2%前後の人口増加から土地利用の集約化の推進が不可欠であること、

⑥都市部におけるコムギおよびコメの消費増加と伝統的な穀物需要の減少は、マリの持っている生態的可能性の逆行であり、同国の国際収支と農業所得を損なうことが危惧されること等

### ナラ県の作物別生産量の推移

(作付面積: ha (生産量: トン))

	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89
ミレット	5,667(2,514)	37,741(16,266)	14,725(21,927)	16,573(20,074)
ソルガム	4,845(2,524)	11,163(10,437)	8,614(16,461)	27,593(37,067)
トウモロコシ		9		
バンバラ豆		336( )	( 65)	81( 29)
落花生		913( 455)	445( 2,047)	595( 625)
オクラ		35( )	129( 26)	233( )
ワタ				38( 17)
ケナフ(種実)				169( )
ケナフ(繊維)				46( )
	10,512	50,197	23,913	45,328

	1989/90	1990/91
ミレット	37,741(10,420)	34,347(11,575)
ソルガム	11,163(30,042)	39,747(29,969)
トウモロコシ	9( )	37( )
バンバラ豆		
落花生	913( )	3,887( 1,691)
ワタ		
オクラ		
ケナフ(種実)		
カナフ(繊維)		
	49,826	78,018

出典: Enquete agricole de conjuncture DNA/DNSI

### ナラ県の家畜飼養頭数

牛	山羊	羊	ロバ	馬	ラクダ	豚	家禽
135,000	90,835	151,955	4,640	1,565	1,495	-	-

## 2. 耕種農業の方向

降水量の近年の経年変化に見られるように、ナラ地域圏の降水量は急速に減少し、200~400mm程度に止まり、このため樹木の枯死が樹木資源量の45%を占めるようになりまた既存樹木資源の生産力が殆どゼロとなっていると考えられる等、砂漠化が一段と進行している現象が顕著にみられてきている。植生の後退は土壤劣化を伴って砂漠



化進行の最大の原因であるが、その要因として自然的なものとな人為的なものがある。ナラ地域圏においては、近年の自然的変化に加え人為的な原因による植生破壊および土壌劣化は砂漠化を加速的にすることが明白であり、危惧されている。

従ってナラ地域においては如何に住民の定着および生活の安定を図るための人為的な砂漠化を回避する農業開発を振興するかが最大の課題である。同地域はミレットおよびソルガムの半乾燥熱帯食用穀物栽培を中心とする移動耕作農業と牛、羊および山羊の飼育を中心とする半遊牧牧畜の複合経営地域であることから、同地域の火入れを伴う焼畑移動耕作農業、遊牧並び燃料木材の採取による植生の破壊を助長する新たな土地での作物栽培および放牧をなくすための農業生態系に即した農業開発が必要であると共にこれらによる既植生破壊地域の植林による植生回復が重要である。

このため燃料用材のための樹木の伐採の禁止と枯死立木の利用および食用作物栽培および牧畜のための既耕地および新たな地域における火入れの禁止等の制度面での地域住民の理解と取り組みの徹底を含め、天水の圃場内外の効率的効果的利用開発（溜り水池の改良開発およびその周辺での野菜栽培を含む）および既耕地における土壌肥沃度の維持培養を基本とするより集約的持続的農業開発の追求、すなわち自然の循環機能を追求した作物生産、家畜の自給飼料生産および燃料材生産を中心とする総合的な体制の確立が必要である。

なお、ナラ地域の一部では1940年代に稲栽培が行われていたが、収量の低下により現在は行われていない。現地関係者の一部はマレを利用して再び稲栽培を行いたいとの希望があるが、マレは他域へ流れ出る事のない閉鎖水域である事から近代的な稲栽培技術の導入による肥料・農業の投入によって塩類蓄積による土壌劣化やマレの水質劣化による家畜への被害等が起こらない様、十分に注意する必要がある。

耕種農業の改良についてはマリ農業省農村経済研究所(IER)および／又は国際農業研究機関〔ICRISAT（国際半乾燥熱帯作物研究所）、ILCA（国際アフリカ家畜センター）、ICRAF（国際アグロフォレストリー研究会議）など〕がナラ地域の類似の農業生態系の試験圃場を設置して、協力し研究開発している飼料用等を含む作物および樹種、品種、および栽培技術〔マメ科作物および／又は樹木との間作(intercropping)、混作(mixed cropping)、輪作(rotation)、アレイ栽培(alley cropping)、アグロフォレストリー(agroforestry)、雨水の有効利用技術(ILCA)など〕の試作導入を中心とした農業開発を推進することが肝要である。

この関係においてICRISATは1987年9月、「マリの間混作栽培セミナー」を開催し、これまでの研究開発の成果のレビューと今後の応用等の検討を行っている。また「ミレットおよびソルガムに関するマリにおける作物の重要性、研究活動、マリとの

協力、選定／育成品種、マメ科作物との間混作等の有用性を含む栽培システムのレビューと今後の方向」の取りまとめを行っている。またICRAFはマリ政府と協力して1990年3月、「マリの半乾燥地帯の土地の利用システムおよびアグロフォレストリー開発の可能性」の調査研究を取りまとめると共に1990年12月、「マリの叢林サバナシステムのアグロフォレストリー研究開発の方向」の提案を行っている。

- 出典：1. *Seminaire sur les cultures associees su Mali*, Sep. 1987, ICRISAT  
2. *Le renforcement des travaux de recherche sur sorgho et le mil au Mali*, 1991, ICRISAT  
3. *Potentialites agroforestieres dans terres de la zone semi-aride du Mali*, Mars 1990, ICRAF  
4. *Propositions de recherche agroforestiere pour le systeme a parcs au Mali*, Des. 1990, ICRAF

### 3-2-3 農民支援体制および農民組織

#### 1. 農業普及事業

マリは1982年、今後10～15年以内に食糧自給の達成を目指した長期食糧戦略を策定した。このうち世界銀行およびIMFは穀物市場の再建、国立農業信用銀行(BNDA)の創設、食糧生産の強化、および全ての開発活動("Operations de Development")の体系的な評価に関して特に支援していくことを誓約している。1981～85年の5ヶ年計画の後半3年間は同食糧戦略の実施を試みた。IERは農業省の支援の下に食糧戦略を更に発展させるため1987～91年の次期5ヶ年計画における農村経済開発分野の計画案(ガイドライン)を策定した。

マリの農業普及事業および農村開発の対策の歴史において1974年、農村開発事業"ODR"(Operations de developpment rural-ODR)の導入は一つの転機である。ODRは1972年3月、成文化され、特に農業普及、研究調査、開発、訓練および職業組合の活性化、流通、商品輸送および貯蔵、信用および機材など適切な農村生産の増産活動を開始した。ODRはマリの農業普及に新たな施策を行いつつ、個々の農村開発関係機関を管理してこれまでの農業サービスを置き換えて入った。ODRはもともと工芸作物の振興を目的としていたが、その主要目的を食糧生産の改善に発展させた。マリの農業普及事業を行うODRは総合開発機関であり、一連の関係機関と活動を行うと共に農民レベルにおいては村落組合および'Ton'を支援する任務を負っている。

#### 1) マリの農業普及システム：

農業普及システムは14の活動地帯(operations)から構成され、それぞれ地理的地帯を管轄し、ある程度の自己管理が行われている。中にはマリ繊維開発会

社(CMDT-Compagnie Malian pour le Developpement des Textile)および砂糖キビや精糖等を行っているニジェール事務所(ON : Office du Niger)のように広大な面積をカバーしている普及機関があるが、その他は規模は小さく、普及活動は限定している。また普及活動対象に含まれていない地帯がある。CMDTおよびONは行政的には農業省の局(directorate)である。CMDTは半官半民の組織である。その他の活動地帯(operations)は農業省に付属している。

農業省の普及機関は次の通りである：

- マリ繊維開発会社(CMDT)
- ニジェール事務所(ON)
- Segou米穀事務所(ORS)
- Mopti米穀事務所(ORM)
- Moptiミレット事務所(OMM)
- Kaarta総合開発事務所(ODIK)
- Baguineda総合開発事務所(ODIB)
- ニジェール川上流渓谷事務所(OHR)
- ラッカセイ／穀物生産総合開発事務所(ODIPAC)
- Gao米穀／ソルガム事務所(ARS)
- 湖沼地帯事務所(OZL)
- Tenekole/Maguiセネガル河川事務所(OVSTM)
- Direコムギ事務所(AB)
- Sikasso茶事務所(OTS)
- 種子生産事務所(OPSS)
- 種子保護／収穫作物保全事務所(OPSR)

農村開発省(MDR)の傘下の畜産、水産および林業分野の普及サービス事務所(operation)は次の通り：

- 西サヘル北部Kayes牧畜地帯(PRODESO)
- 東Nara牧畜地帯(PRODESO)
- Dily牧畜事業 (マリ畜産IIプロジェクト)
- Kaarta総合開発家畜開発(ODIK)
- 家畜および食肉信用事業所(ECIBEV)
- 南部マリ家畜開発プロジェクト
- CMDT家畜開発
- ORS牛開発

Mopti家畜開発事務所(ODEM)

水産事務所(Segon、Mopti、Timbuktu、Gao)

Sikasso地域林業プロジェクト

## 2) 普及事業計画の策定手順および課題

マリの普及事業計画の策定は県にある。計画の主要ガイドラインは単一のマリの政党の代表からなる国家評議会で決定される。普及事業計画(プロジェクト)は、郡、地区および地域レベルの地域開発委員会が開発目的の決定および農村住民のニーズに沿った普及事業計画を策定する。各機関の年次農村開発計画は当該計画の関係省庁および技術サービス機関の代表から構成される管理理事会に提出される。しかしながら普及事業計画の立案を行うための特定の公的文書はない。従って普及機関が総合農村開発を推進する際には関係機関との非公式取り決めとなるためその普及計画の立案は各種の課題が生じる。普及事業計画の立案過程においては普及組織体制の垂直の調整である、また一方では普及組織と農民間、および他方では普及組織とその他の外部サービス機関との水平調整である。問題の根本は普及目的は何にすべきかおよび如何に実施すべきかを決定するのは誰かということにある。

マリの食糧戦略は今後10~15年間に食糧の自給達成である。このため7つの目標があり、食糧自給および十分な栄養水準の達成が極めて重要な柱である。すなわちバランスのとれた、適切な、低価格の食糧を国民に供給することを目標としている。関連する4つの目標は農民の生産および貯蓄を助長する公平且つ堅実な農業所得；国家開発のための貯蓄；貿易赤字の減少となる農産品および食糧品における均衡のとれた貿易；より強固な国家財政の構築である。

食糧戦略はまたこれまでの農民の関心であったワタ、ラッカセイおよびメイズ生産に限定されていたこれまでのアプローチに代わって、全ての農産物生産を対象としている。今後の食糧増産は、これまでの耕地面積の拡大から土地の集約化の方向が不可欠とされる。作物の集約化が可能であるのは全農場の15%と見られ、これまでは政府支援が強行われてきたのは潜在生産力の高いマリ南部のCMDT地域およびON地域である。またマリにおける畜産部門は全体的に限界生産的なものであり、一方では伝統的な遊牧地帯でもない。畜産と食用作物とを統合する組織的な努力は、これまで行われていない。マリでは改良農業技術の導入について、全体として進歩の跡が見られないと言われる(小農は改良種子、化学肥料および畜力を組合わせた技術体系等はほとんど導入していない)。

なお、食糧政策において都市部のコムギおよびコメの消費増と伝統的な穀物需要の減少は、マリが持っている生態的可能性に対する逆行であり、また同国の国際収

支と農業所得を損なうことになるかと危惧されている。

1985～86季の食糧自給達成のための普及事業計画の立案手続きは次の通りである：

\* ラッカセイ／穀物総合開発室(ODIPAC-Office de Developement Integre de l'Arachide et des Cereales)

\* 普及キャンペーンの計画カードの準備

ODIPAC事務局は普及キャンペーンのガイドラインを作成し、現地機関に送付する。

\* プロジェクトの形成および農民のニーズの把握

村落の農民のリーダー（普及員）により行われまた通常播種する農地、生産、生産必要資機材などの農民のプロジェクトに焦点が当てられる。

\* 調査結果の分析および決定

調査結果は農民リーダー、分野副主任、地域主任の各種組織段階で分析される。事業計画会合が中央サービスおよび地域主任および訓練者のため本部で開催される。この内部調整および意志決定機関は目標、事業計画および予算を決定する。

\* 目的の定義

量的目標：開発および導入する作物（ミレット、ソルガム、米、トウモロコシ）

質的目標：生産、栽培地域、作物当りの収量

\* 事業計画（プログラム）の定義

\* 普及事業計画原案の作成

\* 農業研究機関との協力

\* ODIPAC自身による普及前圃場試験の実施

\* 種子計画（在来種および改良種メイズ）

\* 普及計画

（メイズ、ラッカセイおよびソルガムの輪作の必要性；畜力；技術的課題の理解の促進）

\* その他関連活動（畜産など）

訓練計画：農民および管理者研修

資源確認

（投入資機材の確認）

\* 投入必要資機材

\* 種子需要：各地域および品種別、種子の改良は農業研究を通じて行われ、異なった生態地域に適應する。

\* 肥料需要：改良種および在来種メイズのみの肥料、ミレット、ソルガムおよび米には施肥はしない。殺菌剤は全ての作物、除草剤はメイズおよびソルガム。

－農業機材需要：多目的耕うん機、播種機、プラウ、ホー

\* 普及キャンペーン行動計画の策定

普及行動計画の作成は普及計画立案の最終段階であり、誰が何を、何処で、何時および如何に関して決定されなければならない。

しかしながら、ODIPAのキャンペーン計画は、訓練計画のみ決定している。

### 3) 企画立案に必要な改善点および周辺データの強化

生産システム、投入財、食用作物地域および生産に係わる現地の圃場状況の情報がほとんどない。このため異なった社会経済グループの課題を考慮する農民企画立案を阻害しているため、次の改善が必要と考えられている：

\* 事業計画立案および決定における農村住民の参加

これまでのところ農村住民は目標および資金に係わる意志決定には殆ど影響力はない。

\* 普及事業計画における協同者の活動の計画上の課題

必要な種子、肥料および機材の供給に係わる責任の主体が不確実であることが頻発している。

\* 政府の介入および資金源に付随する課題

特に生産者価格、投入資機材価格などの価格政策に関して普及員は適時な情報連絡が無い。

### 4) 普及事業企画立案の改善強化事項案

\* 農業省の支援の下に農村開発計画に豊富な経験を持っている関係機関の参加による相互強化

\* 全ての段階の普及関係職員の特に普及事業計画および社会経済調査の適用に係わる農民計画手法の組織化

\* 普及員の最新の農業生産を含む全ての事項の把握能力の確保のための訓練

\* 農民に対する政府の食糧戦略および意向の情報の提供

\* 一住民の事業計画立案のための訓練

\* 機能的読み書き訓練

\* 村落組合および'ton'の形成およびリーダーシップ

## 5) 普及事業計画の運営管理

普及事業計画実施の成否は、普及機関の関係機能（圃場における普及およびリーダーシップ、訓練、支援研究、供給および信用、流通、融資、技術的行政的機能など）の動員力に依っている。各段階における管理必要事項は次の通りである：

- ①ODR農村開発サービスおよび実施局長：全てのサービス管理
- ②中央サービス主任および上席管理職員：個別のサービス管理および運営サービス支援
- ③地域および地区主任：地区計画管理および分野別主任の調整
- ④サブセクターおよび広域農村地域(Zone d'expansion rurale-ZER)主任：サブセクターおよびZERレベルの事業管理
- ⑤農民分野主任：農民レベルの普及事業管理

## 6) 農業普及管理の現状

### (1) 普及組織

マリの各農民は農村開発事業カバー地域内に直面している、農業普及を受ける権利を有している（その他の地域は関係職員が少ない）。現在、農村開発事業は全国に拡大している。その体制は次の通りである：

#### ①農民分野(SB-secteur de base=grass-roots sector)

地域の状況により規模は様々であり、普及員／農民の接点の創設である。各農民分野は平均4～5村落をカバーしている。平均のCOMTの職員密度は約178農場に一人の普及員である。一普及員の活動面積は農民の技術力によって150～850haと幅がある。SBの主任は村々を回り、村の検討会の開催、演示圃場の設立および農場の訪問を行っている。またSB主任は監視員でありまた普及員である。

#### ②広域農村地域-ZER

組織体制の第二段階にあり、平均四つのSBをカバーし、750農場および1500～2000haの農地面積を支援する。ZERは開発行動の促進実施手段であり、上席農業技術者によって運営されている。

#### ③分野(Sector)

Sectorは5～6のZERで構成され、開発専門家により運営され、第一段階の調整管理レベルである。

#### ④地域(Region)

現在、5 CMDT地域(region)があり、それぞれ開発専門家により運営されている。Regionはsectorを管理する。

### ⑤中央普及サービス

Regionを指導助言する。

ごく最近まで普及は雪だるま効果（波及効果）を狙ってパイロット農民の育成に力を入れていたが、波及効果が殆どないことから全農民を対象にするようになってきている。

### (2) 普及訓練

訓練は各レベルの上位レベルが下位レベルの訓練を行う仕組みとなっている（中央訓練サービス……>地域チーム……>セクター主任……>サブセクター主任……>ZER主任……>農民主任……>農民）。

#### ①上席および中堅職員の訓練

ODRによる年2～3週間のワークショップ、一般に普及方法課題である。外国人専門家がしばしばワークショップを指導する。普及員は地域本部で開催する2週間会合で研修を受ける。普及員は次期期間の業務に関連するトピックおよび会合の持ち方などの普及方法の研修を行う。また普及員は国営ラジオ放送システムの農村普及番組で訓練される。

#### ②農民訓練

農民は農場視察による個別ベースおよび村落の集団ベースで研修を行う。機能的読み書きは農民自身が設立運営するセンターで現地語で教えられる。先生および指導者は村からで、彼ら自身は同センターで読み書き専門家（機能的読み書き地域主任）に訓練を受けている。読み書き研修は農村総合開発計画事業の一つである。農民訓練の課題においてマリの新しい試みの一つである農村誌“KIRABO”および国営放送システムがある。農村普及番組はマリラジオおよびテレビで毎朝06.00～07.00、毎日曜日は20.30～20.45および金曜日は08.00～15.00および15.30～18.00に放送されている。

### (3) 研究開発支援

研究開発協力は公的に整備されている。研究者および開発者は食用作物委員会(commission)のような技術委員会に参加する。トップレベルの調整機関は国家農業研究委員会(committee)である。これらの会合の間に研究者は発見および研究により勧告した普及成果および突発した課題に係わる農村開発実施報告書を提出する。委員会は将来の研究および普及計画の勧告を作成し、また必要に応じ政府関係機関に意見具申を行う。支援研究は試験圃場および普及予備試験活動のため選定された農民の圃場において実施される。ODIPACおよびCMDTのような機関は研究開発連絡調整のため研究開発専門の職員を雇用している。



なお、メイズおよび米の特定の種子の普及は問題はないが、ソルガムおよびミレットの種子には課題がある。農民は提示された品種よりも在来品種を好む傾向がある。またメイズの製粉調製は婦人の重労働であるので、適切なメイズ製粉機の導入等が必要とされている。

なお、マリの普及事業はモノカルチャーから出発しており、ファーミングシステムの分析を含め現行のアプローチを見直す必要があると言われる。

#### (4) 農業信用および調達

普及事業の成功には農業信用および調達は重要な要素である。農民に投入資機材調達をタイミングよく確保してあげることが重要である。

農業信用農村供給組合(SCAER-Societe de credit agricole et d'equipment rural)がこれまで肥料および各種機材をODRに供給する責任を有していた。ODRはクレジットで農民に供給し、SCAERのローンを償還していた。SCAERはODRに対する付託事項に準拠することが不可能等との理由で解散させられた。現在、各ODRは独自に国内市場での購買或いは国際市場での購買により資機材の調達供給をしている。農業信用に関しては、国立農業開発銀行(BNDA-Banque Nationale de Developement Agricole)がSCAERに代わって設立したが、現在、農民が既に高所得であるマリ繊維会社'CMDT'(Compagnie Malienne des Textiles)の介入地域のみ運営している。従って、貧しい農民は現在BNDAからの恩恵は得られない。これまで農業開発事業において多くの外部資金援助と共に内部クレジットシステムが導入されたが、その効果は会員数から限られたものとなっている。クレジット管理は最も難しい普及機能の一つであるが、穀物増産のため一つの隘路となっている。特に貧農の投入資機材調達のためソフトローン、気象災害等に対する適切なシステムの構築が必要と考えられている(一方、供給センターを設立する計画がある)。

種子供給に関しては、種子生産事業(OPS-operation de production de semencec)が導入されたが、ODRの要求に応えることが出来ない。このためODRは国の指導の下に適応および専門技術のため選定した農民と共に自ら種子生産に力を入れてきている。

#### (5) 流通

独立後、流通は政府行政、協同組合機関およびODRと共にマリ農産物委員会(OPAM-Office des produits agricole du Mali)の下に公共部門の専売となった。そのシステムは多くの問題があるので、現在の政策は穀物市場の自由化である。ODRはより自由な取引に応える一層弾力的な流通事業にすることが要

求されており、新たな役割は基本的には村落組合、農民の穀物市場の組織化を支援することにある。

出典：1. Planning, Management and Evaluation of Agricultural Extension Programmes for the Development of Food Production in Mali, 1986, FAO.

2. Food Strategies in Four African Countries, Jan. 1984, Royal Tropical Institute, Amsterdam.

3. Assessment of Agricultural Research Resources in the Sahel, Summaries of National Report Vol. 2, Aug. 1984, Institut du Sahel.

## 2. 農業協同組合

### 1) 農業協同組合の歴史

マリの農業協同組合運動は、独立以前の1910年、地域の人々の食糧確保のための村落穀物倉庫(village granary)の建設に始まる。これらの穀物倉庫の使用は参加会員は無料であり、村人自身が管理した。

1919年、政府は政府の直接管理する農村地域の最低保障のための地域保障組合(Societes Indigenes de Prevoyance-SIP)を組織設立した。地域管理委員会の委員長は地区長(Commandant de Cercle)がこれに当たった。この目的は：穀物備蓄の増加、加盟組合員に対する農業機械の販売/信用貸付、流通の支援、および病気時等の扶助である。財源は強制的に税金の一部として徴収され、その10分の一は共通基金として使用された。SIPの規模は200以上の村、10万人の組合員で構成され、活動は政府の強い介入に依って運営されていた。小農は食糧作物生産に関心があるのに対し、換金作物栽培が強調された。また小農の保障および地位は金銭よりも貯蔵穀物に置かれていた。

1953年、更に生産志向的且つ民主的な農村相互生産組合(Mutual Societies for Rural Production-SMPR)が設立した。マリの南東400kmのSikassoのSMPRは綿花栽培機械化、市場開発、水田の設計および家畜の予防接種に重要な役割を果たしている。1956年、独立に向け国民を支援するためSMPRに比し更に民主的に管理された農村相互開発組合(Mutual Societies for Rural Development-SMDR)を設立した。

1960年、SMDRの再編および農村生産相互扶助グループ(Rural Groups for Production and Mutual Help-GRPSM)を設立した。GRPSMは村落共同体を基盤とした最初の協同組合である。主目的は小農を組合活動に参加させることおよび

び扶役および組合員は全村民の義務とした。資金は組合員から徴収した。基本的生活物資（砂糖、石鹼、塩、文具、薬品など）の配給の任も負っていた。GRPSMは村のグループをカバーする農村グループ協会(associations)および第一次農村グループ連合会 (FPGR) を発展させた。FPGR は法律的根拠はないが村落レベル (GRPSMs)および国の関係機関（マリ農業生産会議 - Mali Agricultural Produce Board : OPAM ; マリ輸出入会社 - Mali Import-Export Company, SOMIEX)との最も有効な調整機関であった。

1963年、協同組合の草案(a general statute)が採択された。この法律の下に、各種の専門協同組合が特に都市部において創設された。

1960年末に既に都市部に存在した協同組合は次のようなものがある：

農業協同組合	4
水産協同組合	3
職人協同組合	4
建設労働者	11
貨物自動車運転手協同組合	2
消費者協同組合	5
合計	29

またその他、職人協同組合省(Service de L'Artisanat et de la Cooperation)では認識されていない20前後の貿易組合が存在している。

1976年、協同組合省(National Cooperative Department-DNC)が設立され、国レベルの協同組合組織体制の計画および管理を行うこととなった。協同組合はこれまでは農業省の管轄下にあった。

1967年5月、各種行政区にある各種協同組合の前進の調査が行われ、その結果次のような機関がある：

農村開発相互協会(SMDRs)	41
第1次農村グループ連合(FPGRs)	226
農村グループ協会	526
農村生産相互扶助グループ(GRPSMs)	8350

1968年～1970年、この間、1968年、「農村地域における協力問題に係わる全国セミナー」の開催があり、協同組合の現状に関する検討が行われたが、協同組合の自由放任且つ無策期間であり、また1968年以前はこれらの協同組合の前進はその活動において政治的干渉が強かったと言われている。

1975年、干ばつの打撃の大きい地域を始めとして協同組合運動が沸き上がった。

1979年、マリ国会の経済委員会は農村開発の手段として村'Tons'(DNC)の創設を勧告した。

1981年以降、1981年、「村'Tons'の開発運営の再活性化に係わる全国セミナー」の開催などがあり、協同組合運動は活発になってきている。協同組合振興はマリ当局の農村経済改善の基本的手段として検討されてきている。1974～78年の5ヶ年計画において住民参加による生産者組織の振興が強調された。1979年以来、当局は既存に存在している相互扶助等の村落組織'Ton'を基盤に協同組合の振興を開始した。1982年2月、公的に村落'Ton'は支持された。

## 2) 協同組合の種類

### ① 公的協同組合および付属協同組合グループ

(農村グループ(GR)、供給流通協同組合(COOPAC)および農業生産者協同組合)

### ② 非公的協同組合、村落組合 (南部マリのマリ繊維開発会社(CMDT)により育成)

現在の'Ton'政策は公的村落協同組合(GR)および自立的非公的村落組合の双方の開発を期待している。

#### (公的協同組合)

1984年現在、マリには各種協同組合組織が1586存在し、そのうち協同組合が325、付属協同組合グループが1261である (CMDTの育成した538の村落組合は協同組合省の年報には記載されていない) :

消費協同組合	148	農村グループ連合(FGR)	262
建設協同組合	12	供給流通協同組合(COOPAC)	641
農業協同組合	18	再活性農村グループ	358
総合農業協同組合	13	(村落'Ton'へ転換可能)	
流通-園芸協同組合	16	小計	1261
農牧協同組合	3		
家畜飼養協同組合	44	合計	1586
家畜流通協同組合	1		
食肉業者協同組合	3		
漁師協同組合	31		
職人協同組合	21		
裁縫師協同組合	1		
運輸業者協同組合	14		
小計	325		

FGRは郡レベルで設立されている。COOPACは5～12村単位である。それぞれ連合(FGR)および農村グループ(GR)の中間構造である。

(供給流通協同組合-COOPAC)

COOPACは1981年の全国セミナーのガイドラインに沿って協同組合省が1982年に創設を始めた。生産者および消費者協同組合(都市および農村)間のリンクとしての流通ネットワークの開発を目的とし、次の活動を行っている：

- ① 地域の消費のための備蓄の構築
- ② 国の協同組合間の備蓄
- ③ 1981年～1983年にKoulikoro, Segou, Mepti, Sikasso地域のCOOPACはBamaco, Gao, Timbouctouの消費者協同組合を代表して穀物で国の協同組合間備蓄を構築している。1983/84年、穀物1489トン、74,467,400FCFAである。資金は国立協同組合基金引き当て(35%)、協同組合自己資金(9%)、外部資金(BNDA, EAA, ILO/ノルウェー、OPAM)(56%)からである。

(Kayes地域農業協同組合連盟)

-1' Union Regional des Cooperatives Agricoles de Kayes-

首都バマコ北西400km、セネガルの国境のKayesの地域農業協同組合連盟は協同組合6から構成され、セネガル川沿いの村を取り囲む灌漑地域にある約10の村落組合(Perimetres Irrigues Villageois-PIV)の支援である。ほぼ20の灌漑村落の周囲は300haの可耕地がある。灌漑農業地区は在来の農業形態である河川沿岸における自給作物のソルガムおよびミレット栽培および牧畜の一部であるが、全村に参与している。グループの構成は6～76人の男性のみのグループ、男女混合のグループ(Goutioubé:男72人、女166人)、移民者の含まれるグループなど様々である。協同組合連盟は技術サービス(エンジン故障時の予備エンジンの保管等)、資金援助(ポンプの資金および資金調達相談等を実施し、また生産管理、訓練および読み書きについても検討をしている。協同組合省は1980年、Kayes地域農業協同組合連盟と協力して総合開発計画を策定した：

- \* 9地区、150～200haの再組織化
- \* 貯蔵庫、鶏舎、事務所の建設
- \* 運搬機材
- \* 回転基金の資金
- \* 村民の訓練

プロジェクトは1984年から開始、総費用は15.2百万FCFA、そのうち13.6百万FCFA(90%)は外部からの融資(経済協力中央銀行-CCCE、扶助協力基金-

FAC、農業開発銀行-BNDA等)、残りは農村開発相互協会の財源および自己資金である。

(その他)

① Gao地域の村民管理による土地管理(545ha)プロジェクト(Project FORGHO 2)、

② 世界食糧計画スーダンサハラ地域開発協同組合支援事業(ACOPAM)

同事業はILO/ノルウェーによりサハラ5ヶ国で実施されている。マリでは2プロジェクトが実施された。Tombouctou地区は人口7万人で食糧不足量は毎年7千トンの地区である。1981~1982年に同地域の協同組合員および労働者1200家族に対する1016トンの食糧の現物支給援助による主としてKorioume平原(12村落、人口5000人)における灌漑稲作栽培地管理プロジェクト(563ha、年間粗生産量1500トン、受託者1033人)である。また受託農民一人当りの平均耕作面積は0.5ha、一季作当りの平均収量は2.8トン、純収益は280ドルである。1ha当りの平均総収入額は65万FM、支出26FM(揚水ポンプ運営費借用料3.5万FM、総支出の13.5%)、純収入39万FMである(労働日数153日、一日当り労賃2450FM(農業労働賃金の約2倍))。

③ 第6および第7地域協同組合運動再活性化5ヶ年計画(1979~84)

サヘル干ばつ対策関係国委員会の一環として1979年、干ばつ最被害地域(Gao地域)の協同組合の最活性化およびパイロットプロジェクトの実施である。協同組合省GAO地域事務所は非政府機関の資金援助およびACOPAMの支援により家畜頭数増加貸付資金、穀物等の供給、協同組合の資機材の資金援助、協同組合の家畜、種子倉庫、草地管理、土木作業などを実施した。

④ ILO/ノルウェー協同組合振興および訓練プロジェクト

ノルウェー政府の資金援助により1979~1989年(第1フェーズ:90万ドル)および1985~1987年(第2フェーズ:114万ドル、マリ政府5750万FCFA)にKayes、KoulikoroおよびSikassoの3地域で特に協同組合'ton'の技術者の訓練を行った。協同組合省は国内各地域の協同組合間の取引の振興および組織化をおこなった。

⑤ Tombouctou地域平原のポンプ灌漑プロジェクト

UNDP14万ドル、ヨーロッパ開発基金65万ドルの資金援助による当該地域の穀物増産、9村のポンプ灌漑栽培技術の訓練および非作季における市場向け野菜の増産であるなどの各種協同組合振興プロジェクトがある。

なお、マリの農村地域では特に食糧援助において非政府機関(NGO)の果して

いる役割はかなり大きい。1984年以来、その活動は約50のメンバーで構成されているマリNGO緊急対策調整委員会(CCAU/ONG)に依って調整されている。第6および第7地区の協同組合運動再活性化プロジェクトの成功はNGOの協力努力によるところが大きいとされる。

### 3) 協同組合の融資

1960年以来、全ての納税者は協同組合運営サービス費用を税金の一部として納めることになっている。しかしこれらの資金の多くが関係職員の給料に使われてしまうことから、1981年関係大臣覚書によりその資金の少なくとも75%は協同組合の振興事業に使用しなければならないこととなった。このため国立協同組合振興基金(FONACOOP)を設立し、農業生産関係貸付および野菜および畜産物流通のybi消費者物資の供給に係わる季節貸付および回転基金の整備を行っている。同時に国立協同組合調整委員会が設立され、資金計画の年間予算の検討および半期調整を行っている。

なお、協同組合員の農村開発相互協会(SMDR)からの基金は1970年1.6億FM、1980年17.7億FMである。この基金は3.5百万組合員の一人当たり500FMの資金からである。1983年7月から1984年12月までの1.5年間の必要融資額は110億FMで、その37%はFONACOOP、25%は協同組合自己資金および38%は国/国際融資機関からである。

### 4) その他(課題等)

マリの農村人口は約9000の村落に分布している。その80%は人口600人以下である。植民地政府は住民に対する政治経済支配権限を強化するため新たな組織である郡組合(SIP)および農村開発相互組合(SMDR)を創設し、独立後それぞれ農村グループおよび連合として引き継がれた。これらの機関はかならずしも村落住民に開発機関として受け入れられていなく、一義的には税金徴収の機関として考えられている。1970年代末開発推進は住民自身であるとの認識から村落'ton'の社会経済活動強化のための新たな政策が開始された。これは貯蓄と集中的投資による村落共同体'ton'の財政的独立を図ることであった。村落'ton'計画の教育訓練を通じて、行政当局は住民による自己管理開発の推進を行った。

村落'ton'計画の導入課題は：短期間に多くの村落'ton'の創設(1985年：744ヶ所)を計画している。このため、下からの段階的發展でなく上位から押し付けによるものであり、従来からの開発組織のような'ton'においては可能であること。'ton'設立の最重要基準の一つが高い経済力および自己開発力を持っていることである。このことはマリ南部のような経済的に強い地域のみが対象となることである。これらの地域においては広義的に'ton'と同様な目的を持った村落組合が既に存在している。こ

のことはCMDTにより推進された村落組合連合計画は更に今後の計画である。

綿花地域の経済力で維持されている最も発展した村落組合は村落開発基金のかなりの余剰資金がある。一方、第6および第7地域のような貧しい地域における'ton'は財政的独立は困難である。また'ton'政策は伝統的協力関係の最活性化を目的の一つとしているが、伝統的協力関係は家族又は仲間間の小グループを基盤にしているのでその目的達成にはかなりの限界がある。

出典：1. COOPERATIVE INFORMATION NOTE, MALI, September 1985,

COPAC Secretariat

### 3-2-4 農業試験研究機関との関係

#### 1. マリ国の農業研究開発体制の整備

マリ国の農業研究開発体制については国際農業研究機関(CGIAR)の一つである国際国別農業研究サービス(ISNAR:International Service for National Agricultural Research)が、マリ国政府との間で農業開発の一層の効率的効果的推進を図るため農業研究開発体制(システム)の整備の検討を行い、ISNARは1991年マリ国に対しその資源に基づく農業研究システム開発のあり方に関して提言を行っている。今後マリ国の農業研究開発研究機関は提言に基づきその体制整備を図っている。これまでの農業研究開発体制とそれに基づく検討整備の過程の概要は以下の通りである：

#### (農業研究開発体制の整備)

西アフリカのマリ国の農業および農業研究は砂漠化の驚異、土壌の脆弱性、および人類と家畜による天然資源に対する圧力などの困難な問題に直面している。このためその研究システムの強化を検討した。大きな課題は研究活動の実施が援助国の資金に依存していることおよびその研究成果の普及にある。

マリの農業研究者の約90%は国家公務員である。農業研究に対する財政支出は農業国内生産(GDP)の0.9%農業研究に対する投資割合はアフリカ諸国および開発途上諸国中最大国の一つである。しかしながら、農業研究のための年間資金の50%以上は主として運営および機材費に当てる外部の援助諸国などからの資金である。その他はマリ政府の財政支出であるが、その大半が研究者等(1990年IER研究者数：203人)の給料等の人件費に使われている。

1990年以前、農業研究は35に及ぶ作物に分散し、研究機関は優先順位の設定よりはむしろあまりにも広範な領域をカバーしようとしていた。このため研究テーマ、および生産システムの研究開発計画の運営に当てる予算は殆どない。このことは多くの非生産的研究開発の事例を生み出している。また必要な運営経費を援助国等に依存することは問題を悪化させている。計画的でない傾向のある援助プロジェクト



は農民の要求に応えられない。

ISNARは1988年からマリ国政府と協力して（マリの管理者および研究者4チーム40名）マリ国の農業研究システムの診断検討を始め、1989年に研究ニーズの評価、1990年初期に二つの主要な農業研究所を一つの組織にすべきことを助言した。マリ政府は1990年10月に農村経済研究所(IER:Institut d'Economie Rurale)の創設に関する法律を可決した。これにより作物、畜産、および森林の研究を任務とする半独立研究機関が設置され、国立の農業研究サービスの中核機能が創設された。続いて1990年および1991年にISNARとマリ国との合同作業グループによる研究領域、研究計画、研究組織管理および研究計画代替案の検討が行われ研究戦略計画、12年間研究計画の策定を行った：

研究領域：農業開発のための広義の9つの研究領域に分類した。

研究計画：7主要作物、天然資源管理および営農システムの検討が行われ、9研究領域を7領域に集約した（穀物および食用マメ類、工芸作物、園芸および果樹作物、畜産、森林および水産、営農システムおよび農村経済、および天然資源管理（なお、土壌/水保全は各種作物を横断的に取り扱う）。各研究計画の策定に当たっては農業開発目標、農産物価格、生産意欲等に係わる政策およびメカニズムの各種障害、これまでの研究成果、人的・資金的資源、研究優先度などを考慮に入れて検討が行われた。またUSAIDの資金協力も得て行われた。

研究組織/管理：IERの研究体制は異なった農業生態地帯にある6研究センター(research centers)を国立研究システムの柱としている。各センターは研究所(research station)を持っている。研究プログラムは可能な限り目標農産物および生産システムが経済的に重要である農業生態地域にあるセンターで行い、プログラムの管理は特定のセンターで行うが実際の研究は全国の各地域で実施される。

研究開発システム代替案：資金調達の可能性により4代替案（シナリオ）を作成し、1991年9月に提案した：

シナリオA：必要年間運営経費	CFA37億(US\$13.7mil.)
必要研究者数	196人
シナリオB：必要年間運営経費	CFA24億(US\$ 8.9mil.)
必要研究者数	125人

注) 必要年間運営予算額には、人件費は含まれていない。

出典：Annual Report 1988~1991, ISNAR

## 2. 農業試験研究機関との連携（含む国際機関）

マリ国の農業開発およびその研究開発はこれまで多くの二国間／多国間／NGO援助機関との協力を得て実施されてきている。この中に世界銀行、IFAD（国際農業開発基金）、UNDP（国連開発計画）、FAO（国連食糧農業機関）、ICRISAT（国際半乾燥熱帯作物研究所）、ICRAF（国際アグロフォレストリー研究会議）、CCCE（フランス経済協力基金）、USAID（アメリカ援助庁）、CIDA（カナダ国際開発庁）、GTZ（ドイツ海外援助機関）、CIBA-GEIGY（シバガイギー）など数多くの国際／政府／非政府援助機関が含まれている：

### 1) ICRISATとマリとの協力

インド・アンドラプラデシュ(Andhra Pradesh)に本部のあるICRISATは、西アフリカソルガム改良計画(WASIP-Mali: West African Sorghum Improvement Program-Mali)の拠点をマリ国の首都バマコに置き、またその試験研究所を首都バマコ近郊のSotuba (30ha) および北東275kmにあるCinzana（同試験研究所は西アフリカのミレットの主要な試験研究所でもある）に置いている。また1990年新たに研究センターをSamankoに建設した（竣工式：1991年2月）。Cinzana試験場はマリの研究者の指導助言を通じ研究開発を進めており、役畜、パールミレットの育成および栽培、ミレットおよびソルガムの防除などの研究を行っている。Sotuba試験場にはICRISAT-USAIDの資金で建設された試験研究用種子保存庫（湿度：15%、温度：15℃）が設置されている。これら試験研究所においては、ソルガムの適正品種の選定／育成／病害虫防除等の栽培技術の研究開発を行っている。

ICRISATは関係各国との技術および情報交換を促進するため関係各国との間にネットワークシステムで結ぶ体制をとっており、地域別にその拠点を設けている。現在、アフリカに3ヶ所、アジアに2ヶ所そしてラテンアメリカに1ヶ所、計6ヶ所のネットワークの拠点がある。WASIP-Maliは1986年設立され、西および中央アフリカソルガム研究ネットワークの拠点であり、現在17ヶ国が加盟している（加盟国：ベニン、ブルキナファソ、カメルーン、中央アフリカ、チャド、コートジボアール、ガンビア、ガーナ、ギニア、ギニアビザウ、マリ、モーリタニア、ニジェール、ナイジェリア、セネガル、シェラレオーネ、トーゴ）。マリ国に対するICRISATの協力計画はUSAIDの資金援助で実施されているが、その研究および人材養成の効果的な手法は他のアフリカ諸国の模範ともなっている。マリ国は年間降雨量が北部から南部にかけ200mm～1200mmと大きく変化し、大きく6つの農業生態系に分類され、各農業生態系にマリ国の農村経済研究所(IER)の農業研究センター(center)および試験圃場(station)が設置されている。

ICRISATは1976年以来、マリ国のソルガム／パールミレットの研究基盤の整備、およびこれら作物および栽培システムの長期研究の実施に関する協力支援計画を締結し、マリ国のこれら農業生態系の異なる地域にある農業試験研究所と協力して西・中央アフリカ諸国の各種の農業生態系に適するソルガム等の研究開発を行い、関係各国に優良品種を配布すると共にマリ国の農業研究開発を支援している。一方、マリ国のIERは年間降雨量400mm前後の作物開発のためナラ県内に試験研究圃場を設置し、ICRISATの支援協力をも受けつつ当該地域の農業生態系に適する主要作物であるソルガム、ミレット等の作物の選定／品種の育成／営農システム等の研究開発を行っている。

またWASIP-Maliではソルガム、綿、およびマメ類の単作およびカウピー、ラッカセイ、およびダイズとの間混作の栽培比較試験も実施している。Samankoの試験研究圃場ではラッカセイのソルガムの前作栽培が、肥料の施用の有無に拘らず、後作のソルガムの収量に最も良い効果をもたらすとの結果を得ている。年間降雨量1000mmのLongorolaの試験地では、ソルガムの収量はカウピー（ササゲ）の前作栽培により約50%も増大するとの結果を出している。この他多目的利用作物としてピジョンピー(pigeonpea)（食用マメ、家畜飼料、緑肥（葉は土壤中に40 kg/haの窒素(N)の供給可能)、燃料、手工芸材料、生け垣等の用途）の優良品種の選定に取り組んでおり、関係各国に配布している。これらICRISATおよびマリIERの試験研究所において開発されて、ナラ地域の農業生態系に導入が期待される作物／品種および栽培システム／栽培技術が蓄積されている。

## 2) ICRAFとマリとの協力

ケニアに本部(Nairobi)および研究開発試験場(Machacos)のあるICRAF(ICRAF: International Council for Research in Agroforestry)は1978年設立し、各国のアグロフォレストリー(agroforestry)研究開発、人材養成および情報活動を支援する国際農業研究協議グループのメンバー機関である。アグロフォレストリーは作物および家畜生産システムに樹木および灌木を導入することを基本とする土地利用形態方法であり、食糧、家畜飼料、燃料材、およびその他の樹木生産物を供給する可能性を持っている。また同時にアグロフォレストリーは土壌肥沃性の向上、侵食の防止および作物・牧草地の微気象の改善等により天然資源の持続的生産性を維持する等が期待されている。日本は1990年からICRAFの運営経費(core fund)の支援をしている。

ICRAFはその共同計画の重点地域を土地利用システムが複合的、ニーズの緊急性およびアグロフォレストリーの役割の可能性の重要性からアフリカに置いてい

る。1985年から各国の研究能力の強化および農民のためのアグロフォレストリー技術の開発を目的とする共同研究を開始し、1990年においてはバングラデシュ、ブルキナファソ、ブルンディ、カメルーン、ガーナ、インド、ケニア、マラウィ、マリ、ニジェール、ルワンダ、セネガル、タンザニア、ウガンダ、ザンビアおよびジンバブエとの間で共同研究活動を実施している。ICRAF同一生態系における研究開発プロジェクト間の協力を推進しており、アフリカにおいては四つのアグロフォレストリー研究ネットワーク体制(AFRENAs: Agroforestry Research Networks for Africa)を設立している(南部アフリカ単峰気候畑地高原、東部・中部アフリカ双峰気候高原、西部アフリカ湿潤低地および西部アフリカ半乾燥低地)。

マリ国はAFRENAの西アフリカ半乾燥低地生態系(SALWA: semiarid lowlands of West Africa)に属している。本生態系におけるAFRENA計画は1989年1月に国別運営委員会および4ヶ国(ブルキナファソ、マリ、ニジェールおよびセネガル)のタスクフォースの設立と共に開始され、関係各国は連携を図りつつ研究開発を推進している。また西アフリカの関係国際農業研究機関(国際熱帯農業研究(IITA: International Institute of Tropical Agriculture)およびICRISAT)とも協力取り決めに締結しており、ICRISATサヘルセンター等はAFRENAに参画している。また1989年ICRAFとICRISATはSALWA地域における多目的樹種の改良を目的とする特別研究プロジェクトの設立に関し検討を始め、1991年からICRAFの研究者がニジェールにあるICRISATサヘルセンターを拠点としてプロジェクトを実施している。

IERは1989年以来、ICRAFの指導助言を得て「叢林サバンナ地域における作物栽培地のアグロフォレストリーシステムの研究開発('parkland' system of croplands with scattered trees)に取り組んでいる。同システムはマリ国の最も人口稠密地域の優先的な土地利用形態であり、同地域は国土の10%を占め、全人口の35%の人口を抱えている。同地域の土地利用形態は天水混作農業が支配的であり、ミレットおよびソルガムは主食であり、ワタおよびラッカセイは換金作物として栽培されている。栽培が手労働の所では間作栽培が行われ、また役蓄の所では単作栽培である。畜産も重要で、特に牽引用としての役割を果たしている。農民は作物栽培地に樹木を散植し、樹林草原(parkland)の景観イメージを与えるためこの栽培システムの名前の由来となっている。

樹林草原地域の最も重要な樹種

*Faidherbia (Acacia) albida,*

*Butyrospermum parasoxum,*

*Adansonia digitata*,  
*Borassus aethiopum*,  
*Parkia biglobosa*

マリ国は1989年にICRAFの研究者と共に第1段階としてマクロ的診断設計調査(D&D:diagnosis & design)が実施し、マリ国全体の生態系について調査を行った(既存の生産システム、農業政策、組織体制、アグロフォレストリーの現状およびアグロフォレストリーによる生産改善の可能性および持続性の評価)。続いて1990年に目標地域の詳細な現地調査(ミクロのD&D)を実施した(作物生産、畜産、および樹木の利用/管理に関する課題について個別農民および農民グループに対するインタビューも含まれている)。また同調査において当該地域に導入可能と思われるアグロフォレストリー技術に対する農民のコメントも聴取している。農民から出された最も深刻な問題点は燃料木材および乾期の家畜飼料の不足、風蝕、瘦薄土壌、および遊牧家畜による作物被害等が上げられている。現地調査結果はケニア・ナイロビのICRAF本部においてマリ国のタスクフォースチームと共にデータの分析が行われ、アグロフォレストリー研究計画の策定を行った(土地利用システムの分類、各種物理的制度的制約の解明、適切なアグロフォレストリー技術の提案、および研究開発課題を含む)。その結果、マリ国はICRAFとの協力で1991年から目標地帯においてD&Dに基づき圃場試験を実施している。圃場試験においては集約的飼料作物生産のための有望樹種(下表参照)の栽培管理、生け垣用アカシア(*Acacia*)樹種の栽培管理、マルチング用樹種の選定、叢林サバンナ農耕システム('parkland' system)の研究、適正樹種の収集選定、生け垣列間作栽培、改良休閑、薪炭林、家畜飼育併用生け垣等の試験研究を行っている。ナラ地域の今後の農業開発にとって極めて参考となる技術開発が行われている。

集約的飼料作物生産のための有望樹種

*Gliricidia sepium*,  
*Leucaena leucocephala*,  
*Pterocarpus erinaceus*,  
*Pterocarpus luceus*

- 出典：1. Annual Report 1989 & 1990, ICRAF  
2. Potentialites Agroforestieres les Systems d'Utilisation des Terres de la Zone Semi-Aride du Mali, No.22, Mars 1990, AFRENA  
3. Propositions de Recherche Agroforestiere pour le Systeme au Mali, No.32, December 1990, AFRENA

### 3) その他の国際農業研究機関等との関係 (事例)

国際アフリカ家畜センター(ILCA:International Livestock Center for Africa)  
との協力

- a. マリ国の畜産分野の国際研究機関との協力においては、熱帯アフリカの肉牛、羊、山羊等の生産増大および飼料作物生産向上等の研究開発を行うILCAとの協力は密接且つ広範な分野に渡っている。その中では以下のような協力計画がある：

ILCAはその地域計画を環境条件に基づき大きく4分類して各国との協力に対応している。ILCAの乾燥半乾燥地域計画(年間降雨量：100～1000mm)に位置するマリは、西アフリカ地域の最大の家畜頭数を抱えている。ILCAは1976年からマリ首都バマコの北東350km(ナラの南東150km)にあるNionoを拠点としてマリの畜産開発のための詳細な関連調査を実施すると共に各種研究開発を実施しており、1984年には過去6年間の家畜生産のための詳細分析のデータのコンピューター入力を完了している。

また同年バマコ北方100km(ナラ南方150km)にあるBanambaにおいてNionoと共に間混作のための81品種のカウピーの優良品種の選定等に係わる栽培研究(子実収量、茎葉収量)を行っている(下図参照)。またUSAIDの協力で1984年からBanambaとSegou(バマコ北東200kmで小規模畜産農家の肉牛肥育プロジェクトを開始している他、BanambaおよびSotuba(バマコ近郊：雨量750mm)ではソルガム、ミレット、カウピー、Lablab purpureus等の各種の飼料作物試験を行っている。

#### BanambaおよびNionoにおけるカウピー81品種

の優良20品種の茎葉および子実収量、1984年

	年間雨量	茎葉収量(乾物)	子実収量
Banamba	400mm	2203kg/ha	784kg/ha
Niono	200	1278	281

その他、中部マリの農牧および牧畜生産地域の家畜衛生問題を始め、家畜栄養、牧草地域の境界域制度の欠如と低家畜生産性、Gourma地域のサテライトデータ等による植物生産量調査(アメリカの協力)等がある。

ILCAは1985年設立した西アフリカ蓄力ネットワーク(WAATN:West Africa Animal Traction Network)において、西アフリカ営農システムにおける役蓄の利用開発に取り組んでいる。マリは関係10ヶ国と共にILCAが1989年5月に本部エチオピアアディスアババで開催した西アフリカ蓄力ネットワーク(WAATN:West Africa Animal Traction Network)の設立起草委員会に出席し、起草案を提案す

るなど本課題に積極的に取り組んでいる。1988年、ILCAは地域の繁殖および仔牛の生存および近郊酪農生産システムの改善、牛の育成のための評価/特性化/遺伝子源の改善および持続的牛の生産のための飼料および管理対策の開発を図るため、西・中央アフリカ地域の牛の研究ネットワークをマリおよびその他7ヶ国の参加を得て設立した。

またILCAはマリおよびニジェールに降雨を出来るだけ多く集める方法の開発および集水水を作物に最大限利用するためのサヘル研究試験圃場を設置しており、当該国との協力も得て試験研究開発を行っている。マリ等の地域は役蓄の利用が作季の初期に飼料不足で極めて厳しい条件となるため、役蓄用飼料研究開発に力を入れている。

1987～1989年の3ヶ年間、ILCAはマリにおいて雄牛の労働作業と補完的飼料効果に係わる圃場試験を実施したが（耕起、整地、畝立て、除草、播種、作業時間、作業日数、作業速度）、乾期の飼料補完および体重増は牛の労働力改善には直接結び付かなく、作物栽培地の耕作面積の拡大には結び付かないとの結果を得た。1988年および1989年にILCAは自給作物栽培システムにおけるマメ科飼料作物の導入研究の一環としてマリの半湿潤地帯においてナイジェリアの半湿潤地帯の試験で好結果を得た*Stylosanthes hamata*の特にリン酸肥料の節約効果試験（輸入過リン酸石灰のリン鉱石代替施用22kgP/ha:1.02～1.90t/ha）および後作ソルガムの子実収量試験を実施し（1.37～1.56 t/ha）、両方とも好成績を得ている。マリ国はまた西・中央アフリカ飼料資源ネットワークに1989年10～11月に開催された設立構想会合から積極的に参加している。

#### b. マリの半乾燥地域における小規模畜産農家経済調査研究事例

マリの農村の農家の収入の多くの場合作物生産、家畜生産および農外活動の組合せから得ている。しかしマリの農村経済事情は世帯の所得資源配分および所得に係わる情報が極めて限られていることからその詳細は明確でないところが多い。

1987年および1988年の間にILCAは農家経済調査をマリ国と共同して首都バマコ、北方150kmの年間降雨量600～800mm（雨期：7～9月）のバンバラ族の地域で行った。

当地域の主要農業活動は作物栽培および畜産の農牧混合経営である。主要作物はミレット、ソルガム、カウピーおよびラッカセイ、家畜は牛、羊、家禽およびロバである。調査は35の農家で、一年間定期的なデータ収集が行われた（農業活動：作物栽培地、作物、農業技術、生産量、作物販売、および圃場消費；家族規模および構成、営農および農外活動に対する労働力および利用；家畜所有数および構成およ

び変動、収入源別農外所得（建設工事、商売、手工芸、果実収穫及び送金）。

農家世帯の平均は家族構成15人、その内7人が農業活動に従事し、作物栽培面積約14ha（54%がミレットとカウピー又はラッカセイの間混作）および家畜所有頭数は牛24頭および小反趨動物34頭である。

農家世帯所得の調査結果の概要は、その57%は作物栽培および40%は家畜からである。農作物所得の76%はミレットおよびラッカセイからであり、畜産所得の40%は牛および山羊の乳、35%は小反趨動物の販売および25%は牛の販売からである。送金収入は僅か2%である。

マリ半乾燥地域の所得源別年間所得、1987/88

	F C F A / 世帯	割合
耕種農業	2 9 0 2 5 0 FCFA	5 7 %
穀類	2 2 0 5 0 0	4 3
農業副産物	4 3 0 0 0	9
非穀類	2 6 7 5 0	5
畜産	2 0 1 5 0 0	3 9 . 5
ミルク	7 9 0 0 0	1 5 . 5
小反趨動物	7 2 7 5 0	1 4
牛	4 9 7 5 0	1 0
採集（木材、バター）	3 7 5 0	1
手工芸（機織など）	3 0 0 0	0 . 5
送金	1 1 7 5 0	2
合計	5 1 0 2 5 0 FCFA	1 0 0 %

French Franc 1 = FCFA 50

以上のようにマリ国内にある関係国際農業研究機関およびその研究/技術開発プロジェクト等の実績は永い。またマリ国の農業農村開発推進機関、特に農林水産業の技術開発的側面からの推進機関である農業省農村経済研究所等は、関係国際農業研究機関等からの人材養成および体制整備を含む研究開発/技術開発協力の実績は永く、多い。これら機関が蓄積し、開発した知識技術のナラ地域の農業農村開発に対する本格的な適応は今後の課題となっている。わが国のナラ地域の農業農村開発協力の推進においてはこれら機関（特に、ICRISAT、ILCA、ICRAF、IER）との密接な情報交換等は極めて有意義である。

出典：ILCA Annual Report, 1984~1989

ICARDA Annual Report



### 3-3 集水・貯留

#### 3-3-1 集水法の概要

##### (1) 概念

集水法(Water harvesting)は乾燥・半乾燥地における降雨による地表面流出水の有効利用技術の総称で、地表面、河川、ワジ等における降雨の流出水を収集し、集水流域から用水を必要とする特定の地域に最大限効率良く導くことができるよう工夫された方法である。利用目的としては、作物栽培、牧畜、家庭飲雑用等がある。本報告書では主として作物の生産を目的とした集水技術について述べる。

集水法は、降雨による極地的な地表面の流出水や、短期間に不定期に発生する河川の流水(ephemeral stream)の利用を対象としており、水源量の保証されている恒常的に流れのある河川水(perennial stream)の利用による灌漑(irrigation)とは区別される。

乾燥・半乾燥地帯のように年間の蒸発量が降雨量よりも多く、作物の生育に必要な用水量を満足に供給できないような地域では、少ない雨からいかに効率良く流出水を生み出し、収集し、それを必要とする作物の生産の場である耕地にいかに効率良く導き、土壤に水分供給を行うかと言うことが作物の生産を高める上で問題となる。従って集水技術は、流出を生みそれを収集する(water harvesting)効率を向上させるのみでなく、集水した水の耕地土壤への適用効率(water application efficiency)を土壤内への水分供給促進技術(in situ water conservation)によって高めることや、集水を貯留施設に貯留する技術と密接な連携を持たないとその効果が発揮されない。

集水法は、アフリカ、イスラエル、中東、パキスタン、インド、中国、アメリカ東南部、メキシコ北部、オーストラリア等の乾燥・半乾燥地において伝統的な形を受け継いで用いられている。アフリカにおいては、北アフリカのモロッコ、チュニジア、リビア、エジプト、サブ・サハラ・アフリカにおいてはニジェール、ブルキナファソ、ソマリア、チャド、スーダン等でその例が報告されている。しかし問題は、各地方で所によっては数千年来伝統的に行われているにもかかわらず、それらの情報が極めて少なく、技術が体系的に整理研究されていない点にある。近年これら伝統的技術の研究・改良がアメリカ、イスラエル、オーストラリア等一部の国で試みられているが、他の国では事業化されているケースはいまだ少ない。

##### (2) 分類

集水法は多種にわたりまた、研究者によって分類方法が異なるため、いまだに統一化されていないが、概ね基本的には以下の方法に大別することができる。また表-1に分類方法の一例を示す。

## 1) 耕地内集水(within-field catchments)

耕地内の降雨や流水を保留し、耕地外への流失を防ぎつつ効率的に補足・集水することにより、耕地の土壤水分保有量を増大させる方法である。短斜面により集水する機会が多く、また集水面積が比較的小さいことから短斜面からの集水(water harvesting from short slopes)や小集水域(small catchments)からの集水とも言われる。地面の勾配は1~7%が良いとされ、斜面の等高線方向に数十センチの高さの土や石礫を積んだ畝、またそれに加え等高線と直角方向のしきりを設けたり、畝の形を半円形や台形にして、斜面からの流出を受け止めるようにした構造が基本となっている。この方法の中には、耕地内で集水域と受水域を区分せず、耕地を畦で囲み、単に雨水の下流への流出防止を図る方法と、集水域と受水域を完全に分けて作物を受水域に植える方法がある。Broad bed and furrow (図-1)、Ridging and tied ridging (図-2)、緩い傾斜面の場合のContour furrow/ridge (図-3)が前者にSmall semi-circular hoops (図-4)、Microcatchment (図-5、6)比較的勾配の大きな場合のContour furrow/ridge(図-7)、Bench terrace (図-8)が後者に相当する。普通耕地内部で、なだらかな斜面に集水域と作付域が千鳥足状に配置されたり、等高線に沿って斜面方向に交互に配置されており、集水域が非常に小さい場合は混然となってそれらの区分が明確でない場合がある。

この集水法の特徴としては、造成が比較的簡単で安価であるため修復が可能で普及しやすい、集水面積が小さいため集水面積が大きい場合に比較して流出効率が良い、しかしながら耕地内で集水を行うため作付密度が低くなる等が上げられる。作物の収量を向上するには最適な作付密度と最適な集水面積を決定することが重要で、これは気象要因、土壌特性、地形条件等に影響される。

## 2) 耕地外集水(external catchments)

耕地外の未耕地、原野などを含めた集水域の降雨や流水を、等高線に沿った畦、石造りのしきりや堰、小水路などを利用して、集水域からの急速な流失を防ぎつつ効率的に補足・集水し、一方、集水した水を受水域である耕地に導水して効率的に利用する方法である。長斜面により集水する機会が多く、また集水面積が比較的大きいことから、長斜面からの集水(water harvesting from long slopes)や大集水域(large catchments)からの集水とも言われる。

これにはStone contour lines/bunds(図-9)、Trapezoidal bunds(図-10)、Semi circular hoops (図-11)、Hnad dug earth bunds with collection arms (図-12)、また丘陵に沿って設けられた水路によって丘陵斜面の流水を受け止めて集水を耕地に導水するHillside conduit system (図-13)も含まれる。

通常斜面上の高いしきりと小さな区画を形成することを避けるため、傾斜は普通2～3%が好ましいとされている。この耕地外集水の場合も集水域と受水域である耕地の面積比率が作物の生産効率を高める上で重要であるが、一般的に耕地内集水の場合よりもその比率は大きい。

### 3) 河床内集水(Floodwater within the Streambed)

谷底や河川の氾濫源において、石造りや不透水性の土堰堤により集中的な洪水の流れを堰止めたり、河床やワジ内に隣接する斜面の集水域からの流水を受ける方法で、耕地は谷底やワジに展開している。Terraced wadi (図-14) がその代表例である。

### 4) 洪水の集水分水(Floodwater Diversion)

河川やワジの洪水を堰によって川床外に分水し、隣接する耕地に導き利用する方法である(図-15)。拡散された洪水は耕地内に設けられた構造物に沿ってジグザグに流下する。耕地の勾配は5%以下のものが紹介されている。

### 5) 耕作兼用貯水池(Cultivated Reservoirs)

大きな堰の上流部を小河川や傾斜地から集水された水により広い範囲に長期間湛水させ、水が引いた後貯水池の底を耕し播種する方法である。自然の沼地や溜まり水の場合にもこれと同様な例が見られる。

## (3) 集水域の改良方法

集水の効率を向上させ、集水域の流出量を増加させるために行う環境条件の改良手段としては、集水域における流出を誘引するもの、集水域における土壌の浸透性を低減するもの、蒸発や発散等による損失量を減らすもの等の方法が考えられている。これらの具体的な技術としては下記に示す方法がある。しかしc.d.e.に示すような、土壌の表面に化学処理を施す方法、人工的に土層表面を作る方法、防水性材料を用いた地表面被覆による方法のほとんどすべては、発展途上国にとっては設置費用および維持管理費等の経費がかかりすぎたり、現地で容易に手に入らない材料を必要としたり、操作するのに高度の技術を必要としたり、広範囲にわたって適用できる技術でなかったりする。従って、費用のかからない自給的農業を支えるための開発、持続可能性のある農業開発を意図する事業にとってはそぐわないと考えられる。

- a. 植物や石礫の除去による地表面の多少の改良
- b. 造成、整地や締固めによる地表面の平滑化 図-16
- c. Sodium saltsやシリコン、ワックス等(water-repellent chemicals)の化学的処理による土壌表層の改良
- d. コンクリート化、アスファルト化、プラスチック化等人工的な土層表面の設

- e. プラスチック、ポリエステル等の防水布(water-repellent membranes)による地表面の被覆

#### (4) 集水の貯留

集水した水の貯水方法としては、河床内においては土、コンクリート、レンガ、石積を利用した小堰堤による貯留方法がある。河床外での貯留(off-stream storage)としてはその集水域内に設ける貯水方法として以下のものがある。

- a. soil at field capacity (土壌の圃場容水量)  
b. excavated tanks, cisterns (地面下に掘り下げた貯水池、溜池)

図-18

- c. dams or tanks above ground (地表の貯水池)

図-19

#### (5) 集水の作物栽培適性

集水法を選択するためには、栽培しようとする作物の種類に対する適性を考慮しなければならない。用水の供給に関して果樹、飼料木等の木と一年生の穀物(ソルガム、ミレット、ササゲ、メイズ、米、小麦等)、飼料用草等の作物とで基本的に異なることは、木がある一点に用水を必要とするのに対して、穀物や牧草は耕地全体に均等に用水が配分されなくては最も良い収穫を得ることができないということである。耕地内集水のマイクロキャッチメントは一点集中的な集水を可能にし、他の方法においては注意深い配水や耕地の均平化によって広域の均等な用水配分を行うことに向いている。

参考として作物別の適性と集水上の留意点として、Critchleyのケニアでの経験を基にした記述を紹介すると以下のようなものである。

—ソルガムは最高の収穫量を得るためには450~650mmの降水量が必要である。しかし乾燥に耐える機能を持っており、乾燥が収穫量に及ぼす影響は比較的少ない。一方集水を利用する場合に避けられない一時的な湛水に対する耐性もあり、それほど均等な配水を必要としない等集水法に適応しやすい作物である。

—パールミレットはソルガムより要水量は少なく、対干性も強い。また土壌の肥沃度が低くても収穫量にあまり影響は与えない。湛水には弱い。従って、集水法を導入して湛水しているところがあるなら、乾いた箇所に移植する必要がある。

—豆類で湛水に対する耐性を持つ物はないが、乾燥に対する耐性を示すものは多くある。雨期後の残存水のみを頼る集水法においては、作物の生育期間が短いことが利点となる。

— 飼料用草類は食用の作物に比べるとかなり耐乾性が強い。従って流域面積と耕地面積の比率を低くすることが可能となる。しかし、収益が低いため最も安価な集水法でしか経済的に合わない。飼料用草類の利点はこれらが集水の基盤面の土壌侵食を防ぐ役割を持つことで、維持管理費を節約することができる点である。

— 植林は一般的にマイクロキャッチメントの方法で行われる。この流域の最小面積は成熟した木の直系で決まるが、必要な流出量を得るための有効最小面積は流出特性により決まる。多くの木は湛水に対する耐性がないので、苗木を植える位置は重要である。

また、集水法は各国での作物栽培適用の実例を列挙すると下記のとうりである。

a. 耕地内集水

Negarim microcatchment	イスラエル	果樹
	ジョルダン	飼料木、果樹
Small semi-circular hoops		
“demi-lunes”	ブルキナファソ	飼料木、植林
	ニジェール	ミレット、ササゲ豆、植林
“V shape microcatchment”	ニジェール	ミレット、ソルガム、ササゲ豆
Rock bunds	ブルキナファソ	ミレット、ソルガム、ピーナッツ
Sloping catchment	パキスタン	木
Contour ridges	ケニア	薪炭木、飼料木
Bench terraces	イラン	木

b. 耕地内集水

Bunds with spillways	ケニア	果樹、薪炭木、飼料木
Semi-circular hoops	ケニア	飼料木/草
Trapezoidal bunds	ケニア	ソルガム、ミレット、豆
Earth bunds	北ソマリア	牧草
Hand dug earth bunds with collection arms		
	ブルキナファソ	ミレット、ソルガム
Hillside conduit system	イスラエル	一年生作物、果樹
	メキシコ	野菜、果樹

c. 河床内集水

Terraced wadi	チュニジア、ジョルダン	オリーブ、穀類
Rock dams	ブルキナファソ	ソルガム
	メキシコ、中国	種々の一年生作物

d. 洪水の集水分水	ケニア	飲料草、ソルガム
	ソマリア	園芸作物、トウモロコシ、小麦
e. 耕地兼用貯水池		
“khadins”	インド	小麦
ため池	モーリタニア	ソルガム
“teras”	スーダン	早生ミレット
“liman terraces”	イスラエル	薪炭木

ジョルダンのNational Center of Agricultural Research and Technology Transfer(NCARTT)では集水の方法によって下表のように適用条件を区分している。

集水方法	地面の傾斜%	導入作物
Slit Catchments	max 8	一年生畑地作物
Earth Contour Banks	max12	一年生畑地作物
Stone Contour Terraces	max35	一年生畑地作物/果樹
Bench Terraces	max25	果樹
Contour Lines Trenches	max15	果樹
Tree Earth Basins	max24	果樹
Stone Basins	max24	果樹
Micro Catchment	max10	果樹

#### (6) 集水の環境要因

集水の環境要因としては、気象、自然地理、土壌、植生等が上げられ、これらの要因により集水の効果が決定される。

##### 1) 気象

乾燥地や半乾燥地においては降雨量の集水に与える影響は大きい。しかし降雨の集水に与える影響としては、降雨量そのものよりも流出を生じさせるための要因である降水時間や降雨強度、また降雨頻度等の降雨特性が重要である。降雨強度が強くなるにつれ、また降雨時間が長くなるにつれ流出量は増える。流出は降雨強度が土壌の浸透能を上回るか、降雨が継続することにより浸透水が土壌の最大容水量を超えるかした場合のように、ある限度を超えた時の限界降雨量により起こる。例えば土壌の特性によって異なるが、それはイスラエルのネゲブ砂漠のレキ質土壌では3～5mm程度、インドのジョードプールでは土壌が湿った状態で3～5mm、乾燥した状態で7～9mm、ケニアのトルナカ地方では10mm、バリソゴ地方では8mmという

研究結果がある。また流出を生じさせる降雨の発生する頻度は、集水の可能性を判断する上でむしろ総降雨量を問題にするよりも重要であり、降雨の平均強度が低く間隔が短い程このことは顕著に言えるようである。つまり降雨の平均強度が低く間隔が短い場合には土壤に浸透する量が増えるため、総降雨量に対する流出率は少なくなる。

## 2) 自然地理

集水域の傾斜勾配、傾斜面の長さ、面積、起伏等自然地理的条件は集水の効率に影響を与える。一般的に集水域の傾斜勾配が流出に及ぼす影響は、傾斜が急になると流出の生産量は多くなるが、ある程度以上の勾配になるとその影響は顕著でなくなるようである。また傾斜長が長くなり集水域が広がると流出量は増加するが、流出経路が長くなり土壤への浸透損失や蒸発、地表の小さな窪みに溜る損失等の影響で流出効率は低下する。逆に集水域が小さくなるほど流出の絶対量は少なくなるが、流出効率は向上する。

## 3) 土壤

土壤の種類、保水性、浸透率、土壤の間隙率、礫含有率は流出率に影響を与える。傾斜が強く、透水性が小さい土壤や、表土の浅い土壤、粘性質の土壤、露岩の多い土壤は他の土壤より多くの流出を生じさせるので集水には適している。また、土壤表面の性状であるクラスト化は降雨の土壤への浸透を妨げ、流出効率に影響を与える。例えば西アフリカのサヘル地域の地表勾配が1~3%の地帯にある砂土はその物理的組成により容易にクラスト化し雨の土壤への浸透にかなりの影響を及ぼし、マリの砂質土壤のクラストも強い疎水性、低浸透性を持っていると言われている (Hoogmoed, 1978)。

礫の土壤内含有率にも流出に与える影響がある。雨水の侵入により礫の下の間隙層の土壤内空気が移動できるため、降雨の浸透率は降雨の降り始めた初期の段階で高い。しかし、土壤の表層が雨水で飽和状態に近づくと礫の周辺にある空気の逃げ道がふさがれ、これが限界に達したとき礫の雨水浸透に対する影響はなくなる。すなわち限界以内であれば流出は抑制されるが、限界を超えると礫自体に浸透性が無いため逆に流出効率は増加する。礫の混入率が増加するにつれこの傾向は顕著になるものと思われる。また、礫の除去は流出速度を早め送水損失を小さくする。

一方、耕地の土壤内の水分貯留の面から言うと、耕地の土壤は深く、十分な容水量を持っていないなければならない。乾燥・半乾燥地帯で水は作物の成長を制限する要因であるが、土壤の肥沃度もとても重要で、水が一番の成長阻害要因で次ぎに肥沃

度であったり、逆の場合もある。土壌の肥沃度によって著しく成長を阻害されている所で、利用可能水量を増加させようとしてもあまり意味がない。

#### 4) 植生

植生は土壌の雨水の浸透率、クラスト化、侵食率を大きく左右する要因であり、雨水の流出に大きな影響を与える。植物は降雨を遮断し、また蒸散によって地表に到達する降水量を減少させるため、植生を施することにより土壌の浸透能力が増大すると言われる。従って流出を増加させる技術としては、集水域の草の除去や、小木の間引き等の植生管理が上げられる。

### 3-3-2 マリ国における集水法の利用および研究状況

マリ国における集水法の利用の現状を知るため農村・開発・環境省の灌漑局および農村経済研究所(IER)において聞き取り調査を行ったが、現在作物の栽培に集水法を利用しているという実例の情報は得られず、研究や実証調査も行われていないとのことであった。過去の研究の実績としては、マリ国東部のKayes行政区のKanguessanou村でECの財政援助を受けドイツの研究者が実施した傾斜地のrun-off(流水)灌漑の実証事業がある。流域面積0.67km<sup>2</sup>と0.125km<sup>2</sup>を持ちそれぞれの面積が1.2haと2.25haの傾斜のある耕地に多少の整地を施し、流水を貯留するため圃場の周囲を低い畦で囲った実証圃場を準備して調査は1987年に開始され、その後3年間にわたり実証調査が実施された。調査実施の結果ソルガムの収量が3~5倍増加したという結果を得ている。しかしながら、その後実証の成果を他の地域に普及させるという計画はないばかりか、関係資料の保存も行われていないようであった。結論として、マリ国では現在集水利用に関する技術はなく、研究開発意識も低いように感じられた。

### 3-3-3 ナラ県の集水利用の適用条件

#### (1) 地形

ナラ県は図-20に示す6郡より構成されている。それぞれの概略の地形は20万分の1の地形図および土地利用図からの判読によると、西北部のBalle郡は標高260m~320mの範囲で中央部の平均勾配は2~5%、その他の地域は2%以下の勾配、西南部のFalou郡は標高255m~340mで平均勾配は2%以下、南部のMourdiah郡は北部および中央部の標高が280m~320mで平均勾配が5%以下の地形をなすが、南端部は標高が320m~400mと急激に南方にかけて上昇し平均勾配が5%以上となる。中央部のNara郡およびDilli郡の標高は260m~280mで全体的に平坦な地形をなすが、Nara郡の中西部からDilli郡の中部にかけては部分的に2~5%のゆるやかな勾配をも



つ。東部のGuiré郡は標高260m～300mと平坦である。Nara村からBamako村に至る幹線道路を車で走り地形を観測した結果では、Nara村からサーベントバレーのKaloumbaの南方約10km地点までは平坦な地形であるが、それより南部のMourdiah周辺では勾配のある緩やかな起伏が続き、小規模なワジの形成も見られた。Nara郡の北部およびDilli郡の中央から北部にかけてはGuiré郡の南東部には雨期の降雨による大規模な水たまり（マレ）が見られる。

総括すると、全体的にはナラ県の北部、中央部、西部は平坦、南部に行くに従い勾配が増え緩い起伏が出現する。東部は比較的緩い5%程度までの勾配がある。

## (2) 土地利用

CCEとUSAIDによるマリ国植物資源・農業土地利用調査（1986年）によると、ナラ県内の既耕地と耕地に適する潜在的耕地の面積およびその分布は下表および図-21に示されるとおりとなっている。ナラ県の西部および南部に位置するBalle郡、Falou郡、Mourdiah郡および中央のNara郡ではそれぞれの可耕地面積がナラ県全体の可耕地面積の約20%、あるいはそれぞれの郡の全体面積の約30%を占めており開発の可能性は高い。Dilli郡はほぼ耕地が中央部以北に集中し、南部は耕地には適していない。西部のGuiré郡は可耕地面積が極端に少ない。このような可耕地面積の分布は前述したナラ県の東部と南部の緩傾斜地、Nara郡とDilli郡の中央部の緩傾斜地や中北部のマレや湿地を有する泥砂質の平野の分布とほぼ一致している。

郡名	既耕地 (ha)	潜在的耕地 (ha)	合計 (ha)	対県面積 (%)	対郡面積 (%)
Balle	51,900	113,500	165,400 (22.8)	5.4	29.9
Dilli	29,100	50,300	79,400 (10.9)	2.6	15.8
Falou	25,200	100,900	126,100 (17.3)	4.1	29.2
Guire	16,800	38,900	55,700 (7.6)	1.8	8.3
Mourdiah	19,100	137,800	156,900 (21.5)	5.1	30.9
Nara	42,000	102,800	144,800 (19.9)	4.7	29.5
合計	184,100	544,200	728,300 (100.0)	23.7	-

## (3) 気象

### 1) 気象観測所位置および観測項目

ナラ県内における気象観測所は次表に示すように、ナラ県6郡のそれぞれの首村およびGuiré郡の他の1村計7ヶ所に設置されている。観測項目はNara観測所は雨量、蒸発量、気温、湿度、風速、日射量を、他の観測所は雨量のみの観測を行っている。それぞれの観測データはBamakoの気象庁に送られ、整理されている。ナラ観測所における過去10年間（1982年～1991年）の降雨量、蒸発量の月別合計、

日降雨量、日蒸発量のデータは表-4、表-5にそれぞれ示すとうりであり、その年別集計を表-2に示す。

設置村名	緯度	経度	設立年
Nara	15° 10′	7° 17′	1992
Ballé	15° 20′	8° 35′	1954
Dilli	15° 00′	7° 40′	1963
Boudje guri	14° 53′	6° 52′	1979
Guiré	14° 39′	6° 41′	1981
Falcu	14° 36′	7° 56′	1980
Mourdiah	14° 28′	7° 28′	1931

## 2) 降雨特性

計測方法は転倒ます型の自動記録計ではなく、金属製円筒の貯水型雨量計によっており、降雨がある度に、その継続時間と雨量を人が測っている。過去10年間の年間の総降雨量は1984年が最低で199mm、1989年が最高で632mm、平均は373mmである。年降水量は年平均降水量と比較してかなりの変動幅を持っており(52~168%)降水量の予測が困難である。

1982年から1991年の10年間の各年の日降雨量表に示されるように、年によって変動は有るが、降雨は概ね5月に始まり10月に終わる。しかし5月や10月の降雨量は極めて少なく1回の降雨量も数ミリ程度であり、1回当たりの降雨量の多い雨は6月~9月の4ヶ月に集中して降っている。過去10年間の月別平均値によると6月~9月の降雨量は年間の平均合計雨量373mmの内96%を占めている。最大降雨は1989年8月5日から7日にかけて降った129mmで、次位は1985年8月25日の84mmとなっている。

降雨の特性を1回当たりの降雨量と降雨の頻度から見ると、1回の降雨量について集計した表-3に示されるように、5mm以下の降雨は10年間の平均では1年の平均降雨回数40回の内22回で約56%、降雨量では373mm中38mmと約10%、5~50mmの降雨は回数では42%、降雨量では271mmで73%、50mm以上の降雨については回数では3%、降雨量では64mmで17%となっている。1回当たりの降雨量の少ない雨は、集水するための無効雨量となり、集水利用には期待できないと考えられる。実際には地表面や土壌の性状によって異なるが、5mm以下の降雨を仮に無効とすると、全体降雨の内約10%は無降雨量となり、有効な雨は雨期とは言え3ヶ月中わずか18回である。降雨は毎日連続して降るのではなく数日から10日程度の間隔を開けて降っている。しかも50mmを越えるような雨量の多い降雨回数は少なく5~35mmの降雨が

降っている。降雨強度は自動観測器を使用していないため、明らかではないが1回の降雨が50mm以上の下記に示す降雨量と継続時間から推定すると、さほど大きくはないと想像される。

1985年 83.8mm (8月25日、6時間)

1986年 53.6mm (7月23日、4時間)

1988年 57.2mm (8月15日、6時間)、77.6mm (9月11日、10.5時間)

1989年 60.5mm (7月24日、2.7時間)、129.0mm (8月6日、10.8時間)

64.6mm (8月19日、7.7時間)

1990年 80.2mm (7月13日、5.3時間)

1991年 59.1mm (9月24日、4.8時間)、60.7mm (8月17日、7.2時間)

これらのことは一時期に大量の雨が連続して集中的に降り、そのため土中の有効土層内の圃場有効水分量を越える無効雨量が増えたりすることが少なく、間断的に降る比較的降雨強度の低い雨が、土壤の水分特性および作物の水分消費特性に応じて利用され得る事の可能性を示している。つまり、耕地内の土壤の有効土層に降雨がうまく浸透貯留できれば、作物が土壤中の水分を消費して水分量が減ったときに、降雨により水分が効率良く補給できる。一方集水流域ではこのような降雨は降雨初期に土壤への浸透損失が多いため流出率が悪い。従って、集水域では雨水の土壤への浸透を抑制し効率よく集水し、また作物を植える耕地では有効土層への雨水の浸透を促し土中に水分貯留を効率良くすることを目的とした集水技術を導入することによって、雨水の利用効率を高めることが可能であり、その効果が大きいと期待される。

### 3) 蒸発量

蒸発量はナラ観測所では乾湿計(Piche evaporimeters)により測定し、測定値を蒸発量に換算して求めている。バマコの観測所では乾湿計による方法と、大型蒸発計(Apan)による方法を比較観測しているが、乾湿計による換算値および大型蒸発計による測定値は表-6に示されるように約2%の差異を示す程度でほぼ一致している。

過去10年間の年間の総蒸発量は1989年が最低で3,556mm、1983年が最高で4,553mm、平均蒸発量は4,057mmであり、これは平均降雨量373mmの約10.9倍の値を示す。蒸発量は雨期の7月～9月は142mm～212mmと比較的少ないが、乾期の始まる10月より307mmと急激に上昇し、最高は4月と5月の482mmにも達し、雨期の初月である6月においても370mmという高い数値を示す。

気象条件や計器の設置環境、計器自体による周辺効果（オアシス効果）のため、後述する水利用の面から住民の生活にとって非常に重要である広い水面（蒸発面）を持つマレからの蒸発量は計器による測定値から補正を行い推定する。農業土木ハンドブックによると浅い湖水面からの蒸発量は、大型蒸発計での測地値に0.7を乗じた数値に近いとされる。従ってナラ観測所の測定値から、マレの乾期の蒸発量は月平均220（10月）～340（5月）mmと推定される。

### 3-3-4 ナラ地区における集水法の適用の可能性

集水法は集水域および耕地の地形や土壌等の環境条件に応じた方法を適用すべきである。前述したように、ナラ県においても県内の各地域においてそれらの要因が異なるため、集水法の適用タイプも異なると考えられる。

#### (1) 耕地内集水

ナラ県の中北部地域の耕作可能地では地形勾配はほとんど平坦、勾配があっても2%程度以下の地形の平野が広がっている。現地調査では、このような地域の一部分である、バマコーナラの幹線道路に沿った地域において、ソルガムやミレットが広大な平坦な耕地に栽培されているのを見たが、畝や畦を利用し耕地内部で直接雨水の土壌への浸透を促進する耕作法さえも行われてはいないようであった。集水法の適用の可能性としては、傾斜のほとんどない平坦な土地では、平坦とは言えわずかの傾斜で降雨が耕地内で移動するのを防ぎ、湛水を促進するため畝間を持ったBroad bed and furrowや、畦間を数メートル毎に閉塞して降雨を溜めるRidging and tide ridging等のソルガムやミレット等穀類栽培への適用の可能性が考えられる。また中北部地域でも2%程度以下の緩い傾斜の場合や、県内の南部および東部では概ね5%程度以下の緩やかな勾配、部分的にはそれ以上の起伏を持った地形があり、このような緩い傾斜面を持つ耕地の場合はContour furrow/ridge、Semi-circular hoops、Microcatchment等による穀類、牧草等の一年生作物、および果樹、飼料木、薪炭木等の栽培利用への可能性が考えられる。

勾配の緩い傾斜地の場合の集水施設建設上の問題としては、農民自身が等高線を決定し、それに平行して畝や畦を設置する技術が要求されることである。また耕地内集水では耕地内の集水域と作付け域の面積比率（栽培密度）を適正に決定することが集水法を導入する上で重要である。

#### (2) 耕地外集水

前述したようにナラ県の中北部地域のほとんど起伏のない耕作可能地では地形勾配はほとんど平坦な平野が広がっており、特定の耕地に対しその流域の範囲を明確にす

ることは困難である。従って、集水域を耕地から完全に分離して外に求める耕地外集水の手法をとることは困難であろう。しかしながら多少の勾配を持った地形で同一斜面上に長斜面の集水域をとることができれば、これにはStone contour lines/bunds, Trapezoidal bunds, Semi circular hoops、Hand dug earth bunds with collection arms等の集水法の適用の可能性が考えられる。

### (3) 河床内集水

ナラ県内では大きな河川やワジはないため、地形的にこの集水の可能性はない。

### (4) 洪水の集水分水

Mourdiah郡の南部地域では起伏のある地形に、涸れ沢（ワジ）が形成されているのが現地踏査により認められた。聞き取りによると、このような涸れ沢には急激に流出が発生するとともに流出発生後数時間の内に水位が低下し流れがなくなる。この一時的な発生水を効率よく利用するため、小規模なチェックダムをワジの中に設けることができれば、傾斜地であれば分水して隣接する耕地に水供給を行うことの可能性があるし、平地部であればため池等の貯留施設に流出水を取り入れる等の可能性がある。小面積の野菜栽培等への利用が考えられる。

### (5) 平地型集水（マレの活用）

集水の貯留方法としてマレの使用が期待される。Nara郡の北部およびDilli郡の中央から北部にかけてはマレが多く存在し、聞き取りによるとナラ地域には大小合わせて約50のマレが毎年形成され、その約8割は乾期に干上がるものの降雨の多い年には次の雨季まで水が溜まっている場合もあるとのことであった。現地踏査により訪れた、Nara、Goumbou、Dilli、Kawasiのマレの雨期の面積はそれぞれ、200ha、10ha、100ha、10,000haにもなるとのことであったが、今回訪れた11月初旬にはこれらマレの中の低位部に水たまりがあるのみであった。大規模なマレの近辺には集落が形成されており、村人はこのマレの水を牛や羊等家畜の飲料用、洗濯等の家庭雑用水、家庭菜園の灌漑用等、非常に貴重な水資源として利用している。また、マレの水が引いたあとにソルガムやミレットの作付を行っているところもある。

マレの乾期の蒸発量は月平均300mm近くにもなるためその乾期の水位の低下量は著しい。加えて広い水面面積に対して最大水深が1m程度と浅いため、蒸発量の全体容量に対する損失率は非常に高い。しかしながら村人は貴重な水資源であるにもかかわらず自然に水がなくなるに任せており、マレの底を掘り下げる等の積極的な貯水容量を増やす工夫を試みることはなされていない。集水量が限定されるマレでは年間2,840mm (4,057mm x 0.7) にもおよぶ水面蒸発は水資源利用上貴重な損失である。蒸発の損失率を低減するため水深を水面積に比して深くするように池底を掘削して改造すれ