

## 要 約

### 1. 背景と経過

#### ザンビア国の概況

- (1) ザンビア国はアフリカ中南部に位置する内陸国で、国土の総面積は約75万3000km<sup>2</sup>で、大部分は標高1,000~1,300mの高原である。地域としては熱帯に属するが、標高が高いため年間を通じて比較的過ごしやすい。気候は5月~8月の冷涼乾期、9月~10月の高温乾期、11月~4月の雨期に大別される。なお雨期の気温は高い。雨量は北部に多く南部に少ない傾向を示し、年間の雨量は北部で1,000mm~1,500mm、中部で1,000mm前後、南部では600~800mmである。1990年の人口は約780万人でkm<sup>2</sup>当りの密度は10.4人、首都ルサカのあるルサカ州と銅産地コッパーベルト州のそれは50人を越えている。また都市部への集中度が高く、総人口の42%が都市に集中している。
- (2) 耕地面積は国土の約7%で530万ha(1989年)である。作物生産はメイズが圧倒的に多く、最近5年間で60万~100万haの作付で100~190万tの生産をあげている。他の作物は多い場合でも10~15万haで、10万ha以下の場合が多く、メイズの1割に達しないものが多い。主なものは落花生、棉、ミレット、ソルガム、ヒマワリ等である。米は1万ha前後で、北部州と西部州が主産地で1990年には北部州が全国作付の36%、西部州が40%となっている。いずれの作物もほとんどが灌漑設備がないので降雨の影響を大きく受け、作付面積および収量の変動が大きく、主作物のメイズでも最近5年間で50%近い変動である。

畜産は牛が圧倒的に多く、羊、山羊、豚を含めた全家畜の約8割を占めて270万頭(1988年)である。ザンビアの農家の大部分は伝統的小規模農家であるが、国の中央部の鉄道沿いの地帯には商業農家が多い。
- (3) 本農業実証調査は西部州モング郡のモング周辺で実施した。西部州は文字通り、ザンビア国の西端に位置し、面積は約12万6,000km<sup>2</sup>で全国土の16.7%を占める。同

州の西側はアンゴラ国と、南側はナミビア国と国境を接し、北側は北西部州に東側は南部州に接している。ザンベジ川が州のほぼ中央を南北に州を二分して流れている。州の大部分はカラハリ砂土の基盤からなり、北東部から南西部にかけて標高1,200mから800mの高原であり、ザンベジ川とその支流の氾濫原は高原と緩い傾斜で連なっており、比高差は約40mである。モングは州都であり、6つある郡のうちモング郡の郡都を兼ねている。モング郡を中心に5つの郡がモング郡を囲む形で位置している。

西部州においても、ザンビア国の主要作物であるメイズの作付は作物中で1位を占めてはいるが、生産の適地はカオマ郡のみで、州としての作付面積は4万haで全国の5%に過ぎず(1990年)、キャッサバ、ミレット、ソルガム等の作付が相対的に高く、全国の15~20%を占めている。米の作付面積は約4,000haで全国の約40%を占めている。西部州の食糧生産は同州の需要を満たすに至っていないうえに、メイズの生産適地が少ないので米の生産の増加が重要とされている。また西部州の農業はほとんどが伝統的小農によって営まれている。

モング郡は西部州内で、米の生産が最も多い郡であり、その主な生産地はザンベジ川およびその支流の氾濫原の縁辺地帯である。小農を対象として稲を中心とする農業技術開発のための実証調査を行うにはザンビア国内では最も適した地域と言えよう。

#### 実証調査の経緯と経過

- (1) 1983年以降のアフリカ諸国での旱魃に対処するため、日本国は1984年10月以降数次にわたる農業協力のための調査団の派遣を行ってきた。この中で現地における農業に関する情報の不足が認識され、より現地の条件に適合した開発計画策定のため農業実証調査を行うこととし、新たな予算措置が講じられた。

1986年から4ヶ年に亘って行われた西アフリカ・セネガル国の実証調査に続いて、東アフリカにおける実証調査として、未利用地が多く、農業開発の潜在的可能性の高いザンビア国での実施について、1987年10月に同国西部州モング周辺で行うことでザンビア国と合意した。

(2) 西部州はザンビア国で主要な稲作地帯で、同州内ではモング地域を中心とするザンベジ川およびその支流の氾濫原が主要地帯となっている。この地域に実証圃場を設置して実証試験および周辺地域の調査を実施し、稲作を中心とする総合農業技術の開発とそのため生産基盤整備水準を確立し、将来の農業開発のための作物生産技術指針と灌漑/水管理および農地整備指針を策定することとした。

(3) 1988年2月～5月の間、モング周辺地区で行った調査をもとに、ザンビア側より実証圃場の候補地として提起された8地区より、ナムシャケンデとリアルイの2地区を選定し、さらにムエケ・ダンボ地区について気象・水文等の測定を行うこととした。

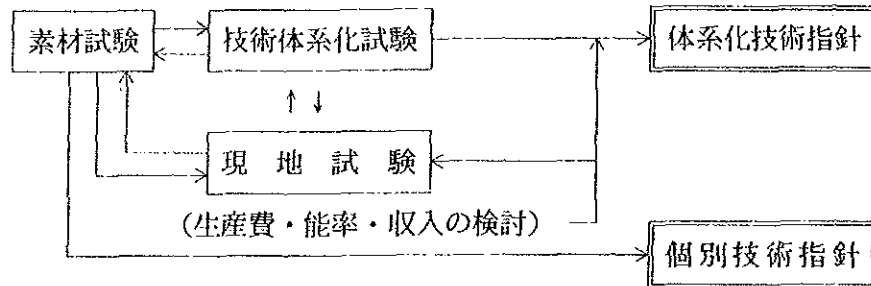
1988年7月より1989年12月にかけて実証圃場の造成を行うとともに、一部造成された圃場を利用して1988年11月より実証試験を開始した。

(4) 実証調査を進めるに当り以下の諸点を基本方針とした。

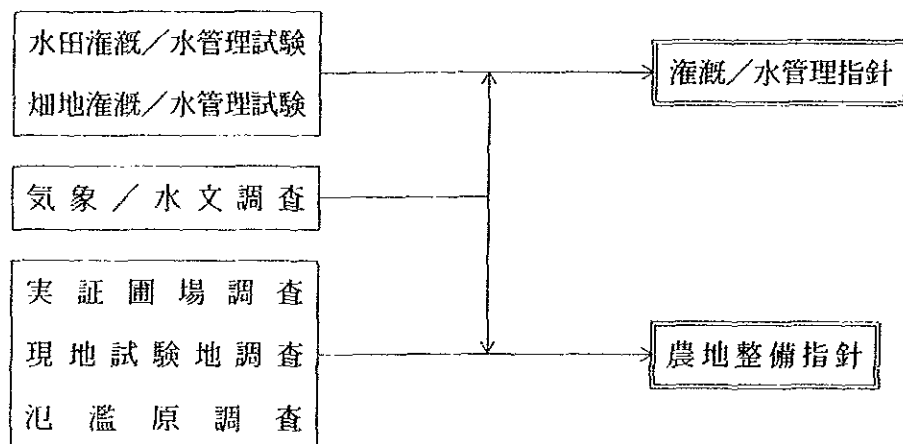
- ① 小農を主な対象とした技術とする
- ② 灌漑可能な条件下での技術とする
- ③ 畜力および人力による低コストかつ安定した水稲と畑作物の二毛作体系を主な対象とする
- ④ 作付体系としては早生稲－冷涼乾期対応畑作物、晩生稲－高温乾期対応畑作物の2つを基本型とする
- ⑤ 作物生育改善のための土壌改良に重点をおき、化学肥料の多用をさける
- ⑥ 当地域の内陸漁業の重要性に鑑み、環境保全に留意し、農薬の使用を制限する

(5) 農業実証調査は1992年6月まで4ヵ年に亘って、以下の手順に従って試験ならびに調査が実施され、その結果をとりまとめて作物生産技術指針ならびに生産基盤整備技術としての灌漑/水管理、農地整備指針を策定した。

① 作物生産技術



② 生産基盤整備技術



(6) 具体的な開発計画策定にあたり、灌漑・水管理条件が同一な集団を対象として、国あるいは州の実情に応じてその公的資金により、必要最小限の基盤整備がされるべきで、その実施にあたり、農業土木技術者による生産基盤整備指針の活用が期待される。

生産基盤整備によって可能となった灌漑条件を前提として、効率的な農業生産が期待され、その際地区や農民の実情に応じた普及に携る技術者による作物生産技術指針の活用が期待される。

## II. 作物生産技術

### 素材技術

#### (1) 水稲作

カラボ郡のカラボ農業開発プロジェクトの品種試験に供試された品種について検討し、在来種の長稈種では Angola Crystal、導入短稈種では早生種として Xiangzhou 5、C1158および I I T A（国際熱帯農業研究所・在ナイジェリア）育成の I T A シリーズ、晩生種として P1369、P2023、1R8192 等が適品種であることが分かった。早生稲は11月下旬播種で3月下旬には収穫可能であるので、後作に冷涼乾期作の小麦、タマネギ等の作付が可能である。高温乾期作のメイズ、トマト等は12月上～中旬まで収穫がかかるので、後作の水稲は12月下旬以後の作付となる。

氾濫原縁辺部の Sishanjo 地帯の泥炭・黒泥の厚い所では11月中・下旬の播種、水はけのよい砂壤土、壤土の多い Mataba sitapa 地帯では12月下旬頃まで播種可能である。種籾は水選し、60kg/haの種籾を30cm条間隔で播種する。施肥量は基肥として D' mix(10-20-10)250kg/haを標準とし、追肥は尿素を分けつ期と減数分裂期に各々50kg/haを施用する。泥炭・黒泥土壌ではリン酸の効果が高い。酸性土壌の場合はその矯正に石灰1～1.5t/haを施用する。

水稲の一毛作体系で、乾期に稲藁を鋤込むと地力増強に効果があるので、一毛作体系と二毛作体系の交替によって圃場全体としての地力の増強が可能である。

牛耕導入と地耐力の関係をコーン支持力の測定によって推定し、中型の牛による耕起作業に0.8kg/cm<sup>2</sup>以上の圃場地耐力が必要であろうと推定した。

#### (2) 冷涼乾期畑作

供試した作物の中から早生稲との二毛作体系に適する作物として小麦、タマネギ、キャベツを選択した。

##### 1) 小麦作

品種としては Jupateco, Loerie II, J130, Coucal 等がこの地帯に適するものとみられる。4月中旬以前に播種すると、幼穂が6月の低温で害を受けることがあ

るので注意が必要である。

施肥量は基肥としてD' mix 300kg/ha、追肥に尿素100~200kg/haが基準とみられる。泥炭・黒泥土壤で酸性の場合、石灰1~1.5t/ha、硫酸銅30g/haも施用する。

## 2) タマネギ

西部州での生産は現状では少ないが、氾濫原土壤での栽培は比較的容易と考えられる。生育適温が10~25℃で、冷涼乾期作物として適作物である。3月に苗床にて育苗し、5月に移植、収穫は9月~10月となる。黒泥土壤で酸性の場合、石灰施用が必要である。本圃 0.1haに対して苗床は50㎡設ける。苗床の施肥量は50㎡に対して石灰5kg（酸性土壤の場合）、牛ふん10kg、D' mix 2.5kg、本圃の施肥量は0.1haに対して石灰100kg（酸性土壤の場合）、牛ふん200kg、D' mix 50kg、追肥に尿素10kgを標準とする。過湿になると病害が発生するので、排水のよい圃場を選ぶ。

## 3) キャベツ

西部州での生産は現状では少ないが、タマネギ同様に氾濫原土壤での栽培は比較的容易と考えられる。生育適温が15~20℃で冷涼乾期作物として適作物である。苗床での育苗と本圃への移植の時期はタマネギと同様である。収穫は8月には可能となる。本圃 0.1haに対して苗床は30㎡設ける。苗床の施肥量は30㎡に対して石灰4.5kg（酸性土壤の場合）、牛ふん6kg、D' mix 1.5kg、本圃の施肥量は0.1haに対して石灰150kg（酸性土壤の場合）、牛ふん150kg、D' mix 50kg、追肥に尿素20kgを標準とする。芯止まり防止のためハイマグラノメイガの防除が必須であり、このための薬剤の使用は止むを得ない。

## (3) 高温乾期畑作

供試した作物の中から晩生稲との二毛作体系に適する作物として穀作物はメイズ、野菜はトマトを選択した。また、未だ普遍的ではないがスイートコーンが有望と考えられる。

### 1) メイズ

品種はMM500系統を用いる。水稲との作付体系上12月10日以前の収穫が必要であるため、生育期間を考慮して8月15日以前に播種する。

栽培密度は畦幅80cm、株間25cmを、施肥量は基肥として石灰1t/ha（酸性土壌の場合）、D' mix 300kg/ha、追肥として尿素160kg/ha、塩化カリ80kg/ha を標準とする。

Maize stalk borer が発生した場合は薬剤防除を行う。

### 2) トマト

収穫期間を長くすることによって多収が期待できるので、早播き早植が望まれる。7月に苗床にて育苗、8月に移植する。育苗の期間は約30日である。最低気温が10℃以下になると苗の生育が遅延するので、7月上旬に播種すると、育苗の期間が延長する場合がある。可能なら夜間は菰等で保温することが望ましい。本圃0.1haに対して苗床は25㎡設ける。苗床の施肥量は25㎡に対してD' mix2.5kg、本圃の施肥量は0.1haに対して石灰 100kg（酸性土壌の場合）、D' mix 50kg、尿素30kg、塩化カリ24kg/haを標準とする。

### 3) スイートコーン

ザンビア国では現在あまり栽培されていないが、生育期間が短いので水稲と野菜の二毛作体系の一つとして有望と考えられる。

品種としてはハニーバンタム20、カナディアンロッキー等が早生で適している。12月10日以前の収穫のためには9月20日までの播種が必要である。栽培密度はメイズと同様か、畦幅を70cmとしてメイズよりやや密植にする。施肥量は基肥にD' mix 500kg、追肥に尿素100kgを標準とする。

## 体系化技術指針

本指針は本報告の主要な部分で、素材技術をもとにモング地域の小農を対象とし、氾濫原縁辺部およびその周辺で導入可能と思われる水稲と畑作物の二毛作体系、および水稲一毛作体系の技術指針を以下の条件を前提として策定した。

- |          |   |
|----------|---|
| ① 経営組織   | 稲作・畑作の複合経営。飼養牛 5～6 頭  |
| ② 耕地規模   | 2～5 ha  |
| ③ 労働力    | 3～4 人   |
| ④ 基幹労働手段 | 鋤を中心とする農業<br>但し、耕起および碎土は畜力質耕に委託   |
| ⑤ 作付体系   | 稲の一毛作体系<br>稲－冷涼乾期畑作物の二毛作体系<br>稲－高温乾期畑作物の二毛作体系   |
| ⑥ 圃場条件   | 稲－畑作物二毛作体系は氾濫原縁辺部に広がる黒泥土壤（黒泥土壤の厚さ20cm前後）および砂質壤土で、灌排水の可能な場所<br>稲一毛作体系は乾期の初期および終期の排水がやや不十分な場所 |

具体的に作成した体系化技術指針の種類は次のとおりである。

- ① 稲一毛作体系指針
  - 早生稲一毛作体系（圃場条件の良い場合）
  - ” （圃場条件のやや不良の場合）
  - 晩生稲一毛作体系（圃場条件の良い場合）
  - ” （圃場条件のやや不良の場合）
- ② 早生稲－冷涼乾期畑作物の二毛作体系指針
  - 早生稲－小麦体系
  - 早生稲－タマネギ体系
  - 早生稲－キャベツ体系
- ③ 晩生稲－高温乾期畑作物の二毛作体系指針
  - 晩生稲－メイズ体系
  - 晩生稲－トマト体系

それぞれの体系指針には目標収量、作業体系模式図、栽培体系（作業項目と作業内容）および収支を示している。栽培体系の表の作業項目をそれぞれの作業内容に従って実施すれば、その技術体系が完結出来るようになっている。



実際の農家圃場においては、圃場の条件あるいは労力の条件によって、ここに示した技術体系を組合せて実施することとなる。その一例として組合せモデルを本文の2.2.4に示す。また、現地試験で実施した農家圃場での結果を農家の実情に応じて試算した結果を本文の2.2.5に示す。

### 個別技術指針

実証試験中に明らかとなった個別技術の中で、直ちに現地に適用できると思われる技術について解説した。

#### (1) 作条器および稲条播器の試作

稲をはじめとして、播種は条播するのが望ましい場合が多い。条播用の作条を省力的に行う方法の1つとして、現地で製作可能な作条器を試作した。

また、在来農家の稲の栽培は粗放な散播であるが、条播する事によって発芽、苗立が向上し除草作業も容易となる。しかし、手作業による条播は時間がかかるうえに作業もきつい。これを容易にするため、現地で製作可能な稲条播器を試作し実用化の見通しを得た。

#### (2) 砂質土壌における播種法

リアルイは全くの砂土で、保水力が小さい。乾期に作付ける場合、あるいは雨期前に播種して雨を待つ場合も灌水が必要となる。しかし灌水しても乾燥が早く、発芽は不斉一になりやすい。この対策として、播種溝を深くしたり(5~6cm)、播種後に枯草のマルチを施すことで保水力を高めて、発芽を斉一にすることができ、マルチは出芽後も、温度上昇や蒸発散を抑制して生育を助長する。

#### (3) 砂質土壌における施肥法

砂質土壌は肥料の吸着力が弱く流亡しやすい。この対策として、前記した深溝播種法と組合せて施肥することにより、肥料による出芽障害を防ぎ、肥料の流亡をやや抑制し得る。

(4) 泥炭・黒泥土壤における草焼播種法

在来農法として作付前に雑草や耕起の時に出た雑草根を焼却している。この方法が土壤に及ぼす影響を調査し、石灰相当のpH矯正ならびに無機成分補給上の意義があることを明らかにした。草焼きとD' mix 併用が有効である。

(5) 泥炭・黒泥土壤における稲作の稲藁焼却灰の利用

前作稲藁を全量焼却して施用すると、石灰施用に代り得る効果を期待できる。家畜に対する飼料供給との関連もあるが、石灰の代用としての意義がある。

(6) 泥炭・黒泥土壤における稲作の稲藁施用法

Sishanjo地帯の泥炭・黒泥では水稻は生育後半にゴマ葉枯病が発生することが多い。乾期に圃場が十分乾燥している時期に稲藁を施用し、好氣的に十分に分解させると、その圃場ではゴマ葉枯病の発生が少なく、収量も増加する。一毛作田で乾期に乾燥する圃場に適用できる。二毛作と一毛作を交替し、一毛作期間中に適用し、圃場全体の地力増強に役立つ。

生産阻害要因の対策

(1) 泥炭・黒泥土壤の改良

氾濫原縁辺部のSishanjo地帯に広く分布するとされる泥炭・黒泥土壤は酸性を示すので、各作物に共通してpHの矯正が必要である。さらにこうした土壤では小麦では銅の欠乏、メイズでは亜鉛の欠乏がみられる場合が多いので、石灰によるpHの矯正とともに、硫酸銅あるいは硫酸亜鉛を20kg/ha 程度施用することが必要である。

個別技術指針で述べた泥炭・黒泥土壤における草焼播種法、稲藁焼却施用法および稲藁施用法も土壤改良の一方法である。

(2) 砂質土壤の改良

リアルイ土壤は全くの砂土で、養分保持力が弱い。周辺の低地に堆積している黒土を客土することで養分保持力を高め得る。

### (3) 作物保護

#### 1) 鼠害

各作物に共通して発芽時の幼植物および収穫期に害を与えることが多い。圃場周辺の除草を行ったり、捕殺器を置く等、鼠の密度を下げる必要がある。圃場周囲にルアー作物として粃等を散布して圃場内に入らないようにする方法も有効である。殺鼠剤を使用する際は十分な注意が必要である。

#### 2) 雑草害

雑草は早めの中耕によって抑制するのが効果的である。また休閑期に耕起を繰返すことも有効である。

#### 3) 病虫害

稲のブラックメイズビートルズは、直播水稲の乾田期間に害を与えるが、湛水によって防除できる。メイズおよびスイートコーンのMaize stalk borer、キャベツの芯止りの原因となるハイマグラメイガ(*Hellula undalis fabricius*)等は、発生したら薬剤を散布せざるを得ない。タマネギの白色疫病(*White leaf spot; Phytophthora porri foister*)は過湿で発生するので水はけのよい圃場を選ぶことが大切である。

### Ⅲ. 生産基盤整備技術

#### 氾濫原縁辺部の自然条件

- (1) 氾濫原縁辺部は台地から氾濫原に移行する部分で、Mataba seepage zone と呼ばれている地帯で、その土壤条件の相違によりLitongo, Sishanjo, Mataba Sitapaの3つの区域に大別される。Litongo は台地に続く緩い傾斜の部分で黒泥土壤が主体で基盤の砂土あるいはシルトやロームも混合する。Sishanjoは平坦な湿地帯で年間を通じて台地からの湧水の供給を受け、地下水位は一定して比較的高い。ローム質黒泥土、泥炭質黒泥土が主体で、泥炭・黒泥層が厚い場合酸性が強い。Mataba Sitapa はSishanjoに接し氾濫原に広く分布するSaana と称される砂質テラスに移行する部分で、砂質ローム、黒泥ロームが主体で下層は砂土である。
- (2) ナムシャケンデの実証圃場のほか、氾濫原縁辺部を代表する稲作地域のモデル調査地区として、セフラ地区（モンクの南約15km、ナムシャケンデの北約10kmの位置の約25ha）とリムルンガ地区（モンクの北約15kmの約30ha）の2ヶ所を選定した。ナムシャケンデ実証圃場はSishanjo土壤が主体、セフラ地区とリムルンガ地区はいずれもSishanjoおよびMataba Sitapa 土壤が主となって分布している。いずれの地区も透水性は比較的高く $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{cm/s}$ のオーダーであった。セフラ、リムルンガ両地区のSishanjo土壤区域の地耐力は平均  $1.5 \sim 1.8 \text{kg/cm}^2$ で、牛耕の導入が可能と推定される。また、両地区の土のpHは5.6~6.5の範囲で弱酸性を呈している。
- (3) 両モデル地区近傍の小河川の水量は、1991年の乾期から1992年の雨期の間で、セフラ川で $0.29 \sim 0.86 \text{m}^3/\text{s}$ 、リムルンガのナミトメ水路で $0.22 \sim 0.79 \text{m}^3/\text{s}$ で、最低は10月、最高は12月であった。また、雨期の最大湛水深はセフラ地区で0.25m、リムルンガ地区で0.35m程度であったが、当該年は少降雨の年に当たり、ザンベジ川の洪水の直接の影響は及んでいない。通常、モデル地区周辺の耕地では0.2~0.6m程度の湛水が予想される。

## 灌漑水管理指針

- (1) 指針策定の前提条件を以下のように定めた。用水計画においては3～5年確率程度の渇水年を計画基準年とし、本指針では最近10ヶ年の降雨量の統計処理により1983年を基準年とした。諸元決定に当り必要な資料については農業実証調査の結果を適用するが、不足するものについて追加調査を実施することとし、灌漑農業の経験が少ないことによって発生する用水損失を考慮し、計画に余裕を持たせることを提言した。

水管理計画は体系化技術指針で示した営農計画に沿って立案し、維持・管理については受益農民を主体とする水管理組織をこれに当て、郡農業局がこれを指導することを提言した。

- (2) 末端水田における水管理計画においては、乾田直播栽培方式を考慮し、初期灌水の実施時期を播種後1ヵ月とすることとし、灌漑方式は間断灌漑で間断日数は7日とした。

用水計画では日蒸発散量をペンマン法により求め、これと実測した日減水深とを比較することにより浸透量を仮定した。初期灌水量は150mmとし、有効雨量は上限を60mm、下限を5mmとし、安全率を20%見込み有効日雨量の80%とする。灌漑効率を85%として旬別に期別粗用水量を計算した結果、ピーク用水量は2月第3旬の120.1mm/旬(15.0mm/日)であり、受益面積を50haと仮定した場合、ピーク分水量は86.7ℓ/sとなった。

- (3) 畑地用水計画においてTRAM（総迅速有効水分量）は、ナムシャケンデ実証圃場における土壌有効水分量の算定結果より59.4mmとした。計画消費水量はペンマン法により求めた結果、計画最大日消費水量は3.04mm/day（作付面積比60%）であった。有効雨量は上限をTRAM、下限を5mmとして有効日雨量を計算し、これに安全率を20%考慮することにより求めた。灌漑効率を60%として、以上の灌漑諸元により旬別粗用水量を計算した結果、畑作期間234日の粗用水量の合計は618mmとなり、日平均粗用水量は2.6mmであった。

- (4) 水稲（作付面積比100%）と畑作（作付面積比60%）の二毛作栽培体系に従った旬別粗用水量を計算した結果、粗用水量の合計は1,839mm/年となり、日平均で5.04mmであった。

### 農地整備指針

- (1) 農地整備の対象はザンベジ川氾濫原内で永年農業が営まれ、雨期の洪水による冠水深が比較的小さく、乾期に用水確保が可能な地域で、主としてSishanjoおよびMataba Sitapa 土壤地帯とした。
- (2) 一農家当たり0.5～2.0haの現況の小規模圃場と目標とする栽培体系を考慮し、2～5haの農区を営農の基本単位とした。農地整備計画はこれらの集団地区とし、当該地域の平均的集落規模等より10～50ha程度を整備指針の対象規模とした。
- (3) 農地整備地区の外周には洪水から農地を保護するとともに資材や収穫物の運搬に資するための農道を計画した。現状は農業機械の利用は無いが農地整備後の小型機械やトラック等の交通を考慮してその幅員は3.0m～3.5mとし、対象地域の冠水深やザンベジ川の洪水位（5年確率相当）等から、地区外周の農道の盛土の高さは最大1.8mとする標準断面を示した。構造は洪水に対して止水が可能なものとし、対象地域は全般に透水性が高いので止水材として地区近傍で得られる透水性の低い粘性土の搬入利用を提案した。
- (4) 計画農地内の圃場整地は水稲の乾田直播が可能な必要最小限の均平を行うこととし、区画境には畦畔を設けることとした。  
圃場区画の大きさは現況の規模や作業条件を考慮し、半リマ（50m×25m）を標準とした。また、計画地区は全般に表土が薄いので、黒泥土が主体のSishanjo地帯を除き、切盛土工をする場合は表土扱いを行うことを提案した。
- (5) 計画農地内は重力灌漑システムとし、支線用水路と小用水路を計画した。支線用水路によって水源河川から対象地区に導水し、小用水路によって2～5haを単位と

する農区に灌漑し、農区内は原則として田越し灌漑とすることとした。

- (6) 用水路は土水路とし、全般に地盤の透水性が大きい ( $K = 1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 以上) ので氾濫原内の粘性土等によりライニングを行うこととした。水路内の最大許容流速は  $V_{\max} = 0.6 \text{m/s}$ 、最小許容流速は  $V_{\min} = 0.3 \text{m/s}$  とし、水路の法面勾配はその土質条件より切土水路で 1 : 1.5、盛土水路で 1 : 2.0 とした。また、水路の最小余裕高は 0.3m とした。
- (7) 排水路は大雨時の田面余剰水の排除や畑作期の雨水排除等の目的で設け、圃場の排水を直接受ける小排水路と、これらの排水を受けて地区外へ排水する支線排水路を計画した。
- (8) 排水路は素掘り水路とし、深さは畑作の湿害防止のための地下水位低下を考慮し、土の透水性 ( $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{cm/sec}$ ) などから 0.8m を標準とした。

#### IV. 提 言

農業実証調査の結論として作物生産技術指針と生産基盤整備指針を作成した。今後、ザンベジ川氾濫原縁辺部についてはザンビア国内の他の類似地域において安定的な農業生産を得るためには、これらの指針を基に技術の定着を図り、地域としての農業技術水準の向上を図るための普及・訓練組織の強化を行うとともに、それぞれの対象地域に関する開発計画の策定および事業の実施が必要である。開発計画は農業実証調査で実施された調査項目に加え、地域の社会的・経済的な調査を実施し、収穫物の市場性や収穫物に付加価値を与えるためのポスト・ハーベストに係る施設計画や組織計画についても検討する外、農村の生活基盤の整備をも考慮し、持続的な農業の確立に資する計画とすることが望ましい。この農業・農村開発事業の実施に当たっては必要に応じて外国からの援助を考慮しつつ、ザンビア側の自助努力によりこれを達成されることが望ましい。

また、事業実施後における事業の運営、施設の維持等の実施および指導体制の確立についてもザンビア政府が早急に検討を始めることを提言する。

なお、本技術指針は4年間の農業実証調査期間中、限定された実証試験圃場での調査、試験を基に作成したため、今後調査の継続や調査地区の拡大等が必要とされる。これらの継続・追加調査の成果を活かし本指針を改訂していくことを合わせて提言する。

以下に短・中期的および長期的に取り組むべき事項を示す。

##### (1) 短・中期的に取り組むべき事項

- 1) 氾濫原土壌（土壌のタイプ別に）に適応する水稻品種の選択
- 2) 氾濫原土壌における水稻との二毛作に適応する小麦、メイズ、トマト等の品種の選択
- 3) 農地整備に関する水文・土壌調査の推進
- 4) 人力脱穀機、運搬機具等簡易な機具の開発
- 5) 普及・訓練組織の強化
- 6) 農民組織構築の推進

##### (2) 中・長期的に取り組むべき事項

- 1) 水稻及び水稻との二毛作を構成する畑作物の優良品種の育成
- 2) 開発可能地域の分級と評価
- 3) 農民組織の振興、強化体制の確立



# 目 次

序	文
位	岡
置	真
写	頁
要	約

第1章 農業実証調査の背景と経過	1
1.1 ザンビア国の農業	1
1.1.1 自然環境	1
1.1.2 社会環境	11
1.1.3 農業生産	15
1.2 西部州の農業	23
1.2.1 自然環境	23
1.2.2 社会環境	26
1.2.3 農業生産	27
1.3 モング郡の農業	30
1.4 農業実証調査の課題と経過	36
1.4.1 経緯	36
1.4.2 実証調査の目的と方針	37
1.4.3 実証調査の経過	40
1.5 農業実証圃場の概要	46
1.5.1 実証圃場の立地条件	46
1.5.2 実証圃場の造成	48
1.6 実証調査の成果とその利用	51
第2章 作物の生産技術	52
2.1 素材技術	52
2.1.1 水稲の栽培技術	52
2.1.2 冷涼乾期畑作	59
2.1.3 高温乾期畑作	66
2.2 体系化技術指針	74
2.2.1 水稲一毛作体系	76
2.2.2 早生稲－冷涼乾期畑作物二毛作体系	84
2.2.3 晩生稲－高温乾期畑作物二毛作体系	101
2.2.4 技術体系の組合わせと収益性	112
2.2.5 農家圃場における体系化技術の実証	116

2.3	個別生産技術指針	119
2.3.1	作条器および稲条播器の試作	119
2.3.2	砂質土壌における播種法	124
2.3.3	泥炭・黒泥土壌における草焼播種法	127
2.3.4	水稲作に対する稲藁施用法	130
2.4	生産阻害要因の対策	134
2.4.1	泥炭・黒泥土壌の改良	134
2.4.2	砂質土壌の改良	136
2.4.3	作物保護	139
第3章	生産基盤整備技術指針	143
3.1	氾濫原縁部の自然条件	143
3.1.1	農地整備指針対象地域の概要	143
3.1.2	対象地域の自然条件	145
3.2	灌漑・水管理指針	150
3.2.1	指針の適用範囲および前提条件	150
3.2.2	水田灌漑・水管理	151
3.2.3	畑地灌漑・水管理	157
3.3	農地整備指針	168
3.3.1	指針の目的と適用範囲	168
3.3.2	農地整備の目的と水準	169
3.3.3	農地整備指針	170
3.4	ダンボにおける土地利用方式	186
3.4.1	ムエケ地区ダンボの現況	186
3.4.2	土地利用方式の検討	187
第4章	結論と提言	193
4.1	結論	193
4.2	提言	195

# 第1章 農業実証調査の背景と経過



## 第1章 農業実証調査の背景と経過

### 1.1 ザンビア国の農業

#### 1.1.1 自然環境

##### (1) 国土

ザンビアの国土総面積は約75万3,000 km<sup>2</sup>で日本の約2倍、中央部、コッパーベルト、東部、ルアプラ、ルザカ、北部、北西部、南部、西部の9州より成るアフリカ中南部に位置する内陸国で、北はザイル、タンザニア、東はマラウイ、モザンビーク、南はジンバブエ、ボツワナ、ナミビア、西はアンゴラの8ヶ国に接している。

大部分は標高1,000～1,300 mの高原であるが、北東部には、2,000 mを越えるムチンガ (Muchinga) 山脈があり、一方東部から南部にかけてのザンベジ川の渓谷沿いは600 m位の低地になっている。中南部アフリカの二大河川、ザイル川とザンベジ川の分水嶺が北部州のムチンガ山脈から、ザイル国境線にかけて走っており、北部州、ルアプラ州はザイル川の流域に属するが、大部分はザンベジ川の流域に属しており、ザンビアの国名もこれに基づいている (図 1.1.1)。

##### (2) 気象

地域としては熱帯に属するが、標高が高いため、年間を通じて比較的過ごし易い条件にある。年間の気候は5～8月の冷涼乾期、9～10月の高温乾期、11～4月の雨期 (気温は高い) の3季節に大別される。

###### 1) 気温

冷涼乾期のうち6～7月が最も低温で、南部では降霜もみられ、古い記録ではあるが、1945～1965年の20年間を平均すると、南西部で年間5～10日の降霜日のある地区があり、1～3日の降霜をみる地域はザンビアの西半分にあつている (図 1.1.2)。

7月の気温が最も低く、平均気温は全国的に15~17.5℃の所が多いが南部では15℃以下の所もあり、北部では17.5℃以上の所もある。10月の平均気温が年間で最も高く、全国的に22.5~25℃の所が多く、南西部や南東部の標高の低い所では25℃以上となる(図 1.1.3)。

## 2) 雨量

雨期と乾期の別が極めて明らかで、雨は10月~11月にかけて降り始め12月~2月がピークとなり、4月に大体終わる。5月~9月の間は殆ど雨量はない。この雨期の傾向は全国的に同じであるが、年間の雨量には地域差があり、北部に多く、南部に移るにしたがって少なくなる。北部地域では1,000mm 以上で北部州では1,500mm に達する地区もある。中部地域は1,000mm 前後で南部では600~800mm 程度である(図 1.1.4)。

## (3) 土壌、植生

ザンビアの土壌は図 1.1.5に示すような8種に大別される。

### 1) Ferrallitic soils

母岩はフェロマグネシアの多い岩で土壌は中性または弱酸性である。粘土か砂まじりの粘土ローム層で、表土は50~300cm である。排水の良い所では赤または赤褐色ないし黄褐色で、排水の悪い所では灰褐色ないし灰色である。この土壌は中部州のルサカ、ムンバ、カプエ、モンゼ、マザブカ地方や、東部州のペタウケ、チパタ地方に分布し、作物栽培に最も好適の土壌である。ルサカ近郊の商業農家の農場(Commercial farm)においてスプリンクラーによる十分な灌漑によって高い収穫をあげているのはこの土壌である。

### 2) Ferrallitic soils

最も分布が多くザンビアの面積の約50%を占めている。傾斜のゆるやかな起伏の多い高地に広がり、雨の多い北部と、雨の少ない南部の2グループにわかれる。母岩はグラニット、片麻岩、砂岩、片岩である。

南部のものは砂の多いローム層で、排水の良い所では黄褐色、悪い所では灰褐色である。表土は180cm以上の所もあるが、浅い所が多い。南部州、西部州、中部州に分布する。砂が多いので農耕管理には注意が必要である。

北部のものは雨量が多いため、浸出が進み、土壌は酸性で粘土分が多い。表土は粗粒のロームで180cm程度あり、暗赤褐色ないし黄褐色である。北西部州、西部州、北部州、ルアブラ州に分布する。管理が良好であれば作物の収穫が期待できる。

### 3) Barotse sands

深くて軟弱な砂層で粘土分は5%以下である。表土の厚さは180cm以上あり、色は白色であるが、有機物を含む場合灰色を呈する。この砂土の成因については未だ定説がない。西部州の大部分に分布するほか、北西部州、南部州の一部にも分布している。

### 4) Vertisols of Kafue flats

石灰質の細かい粘土から成り、表土は黒色で、深部は灰色である。弱酸性から中性で下層はアルカリ性である。地表から120cm以内の所に炭酸カルシウムの層がある。Kafue flatの洪水域は殆どこの地層である。排水をすれば湿地用の穀物の耕作に適する。

### 5) Vertisols of the river valleys

この地層は東部州を流れるLuanguwa川、ルアブラ州のLuapula川、等の谷に分布しており、粘土含量が高い。

### 6) Vertisols on flood plains

ザンベジ川及びその支流の洪水域や大きなSwamps及びダンボの窪みに分布している。表土は泥炭層で、下層は砂で、排水をしなければ強酸性である。洪水から保護し、適度に排水すると、牧草地や穀物作に適する。

## 7) Lithosols

狭い傾斜地にあって岩石の露頭と混在し、下層はラテライトか結晶質の砂利或いは風化した岩石である。表土は砂質ないし砂質ロームで、深さと共に岩石が多くなる。グラニット、片麻岩、片岩、砂岩の風化によるものである。

植生は図 1.1.6のように国土の大半をSavanna Woodlandが占めており、樹高は高くても20m程度で、木と木の間は3～5mの疎林帯である。熱帯降雨林帯とサバンナの中間の性格を有するものである。こうした植生はザンビアのみならず、サハラ砂漠以南のアフリカ大陸で最も普遍的な植生である。伝統的な小規模農民は、こうした植生の地帯で焼畑移動耕作を行っており、乾期に枝払いを行って焼却し、雨期を待って播種する。主な作物は在来の雑穀であるミレットのほか、メイズ、キャッサバ等である。



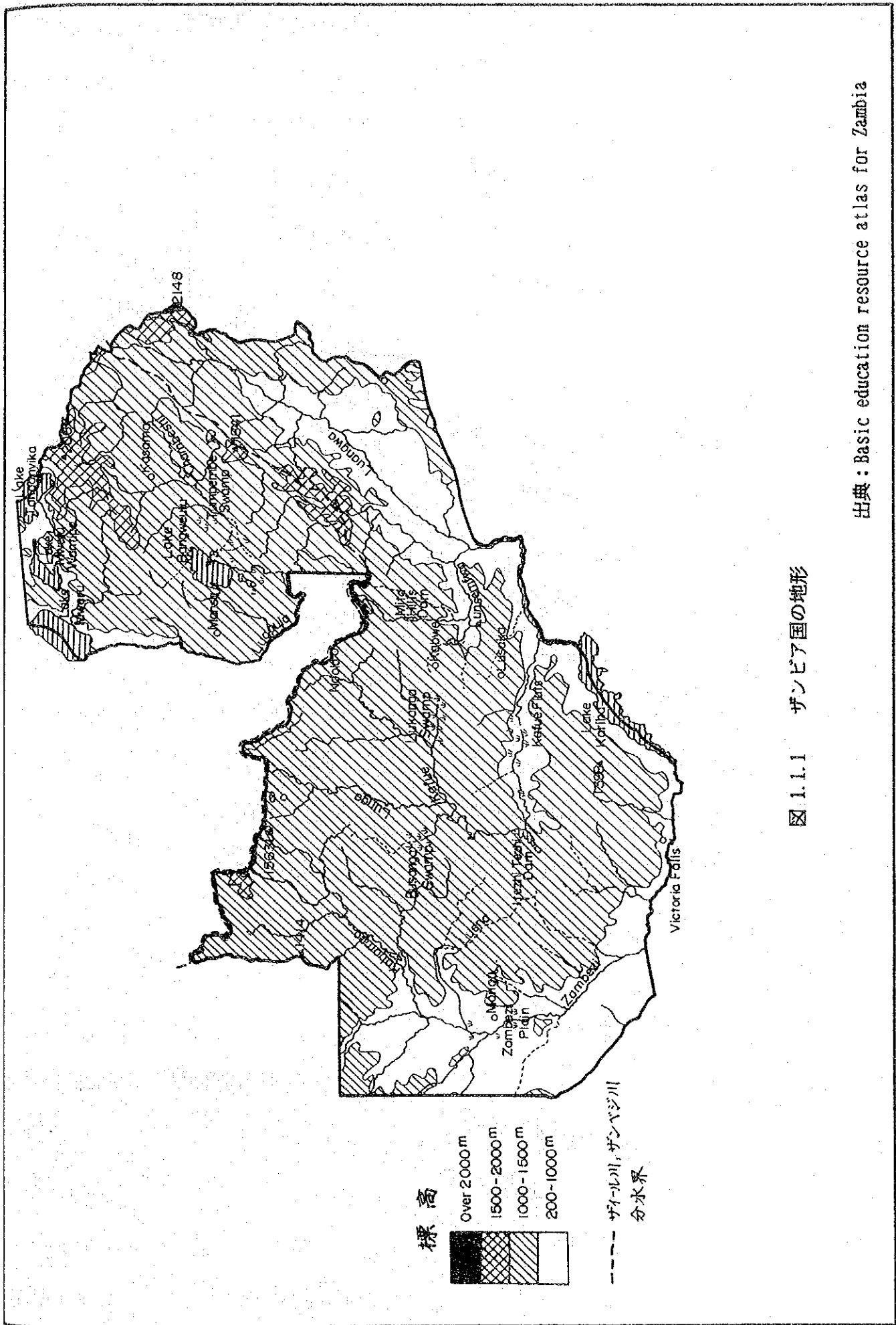


図 1.1.1 ザンビア国の地形

出典: Basic education resource atlas for Zambia

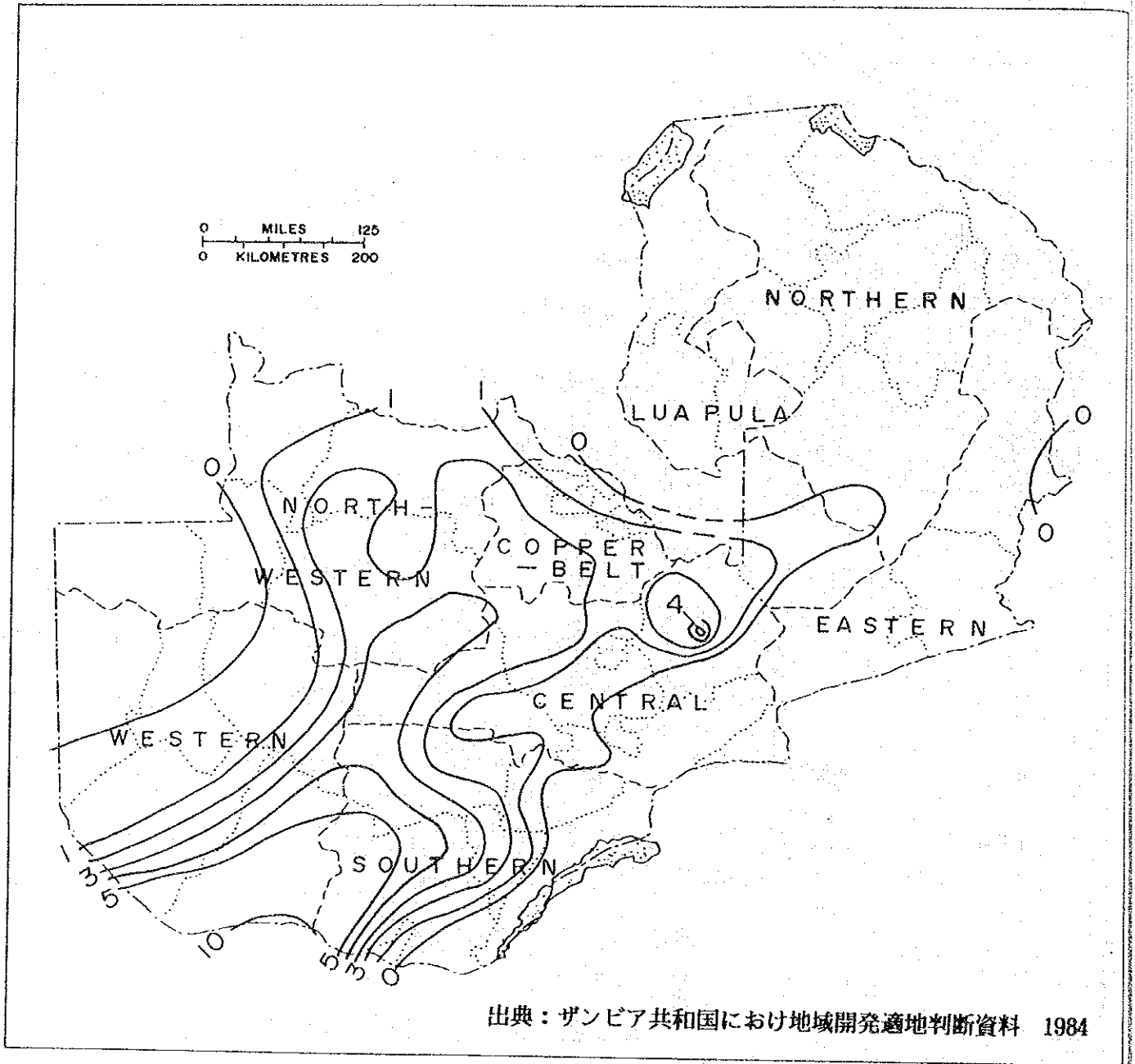
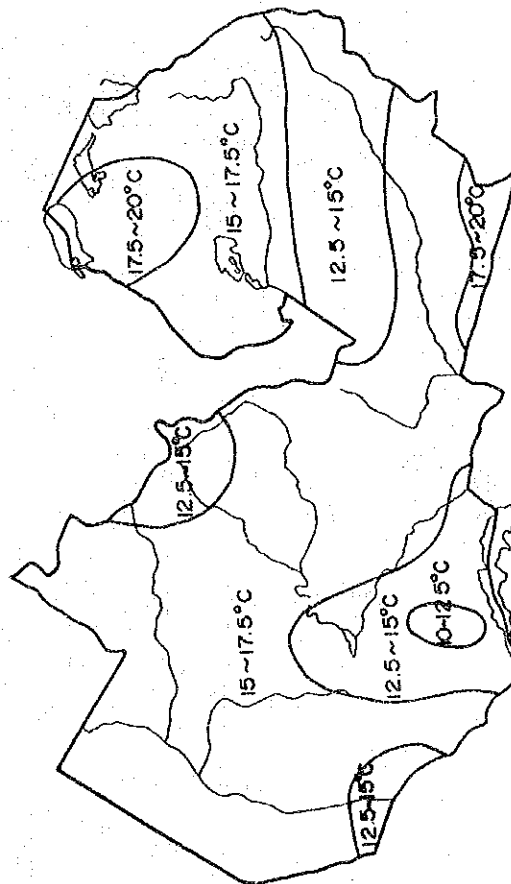


図 1.1.2 降霜日数

7月の平均温度



10月の平均温度

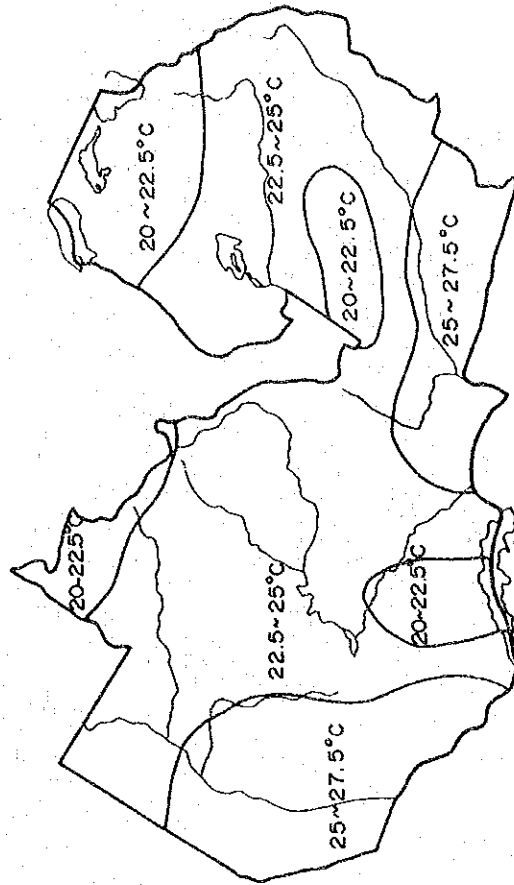


図 1.1.3 気温

出典 : Basic education resource atlas for Zambia

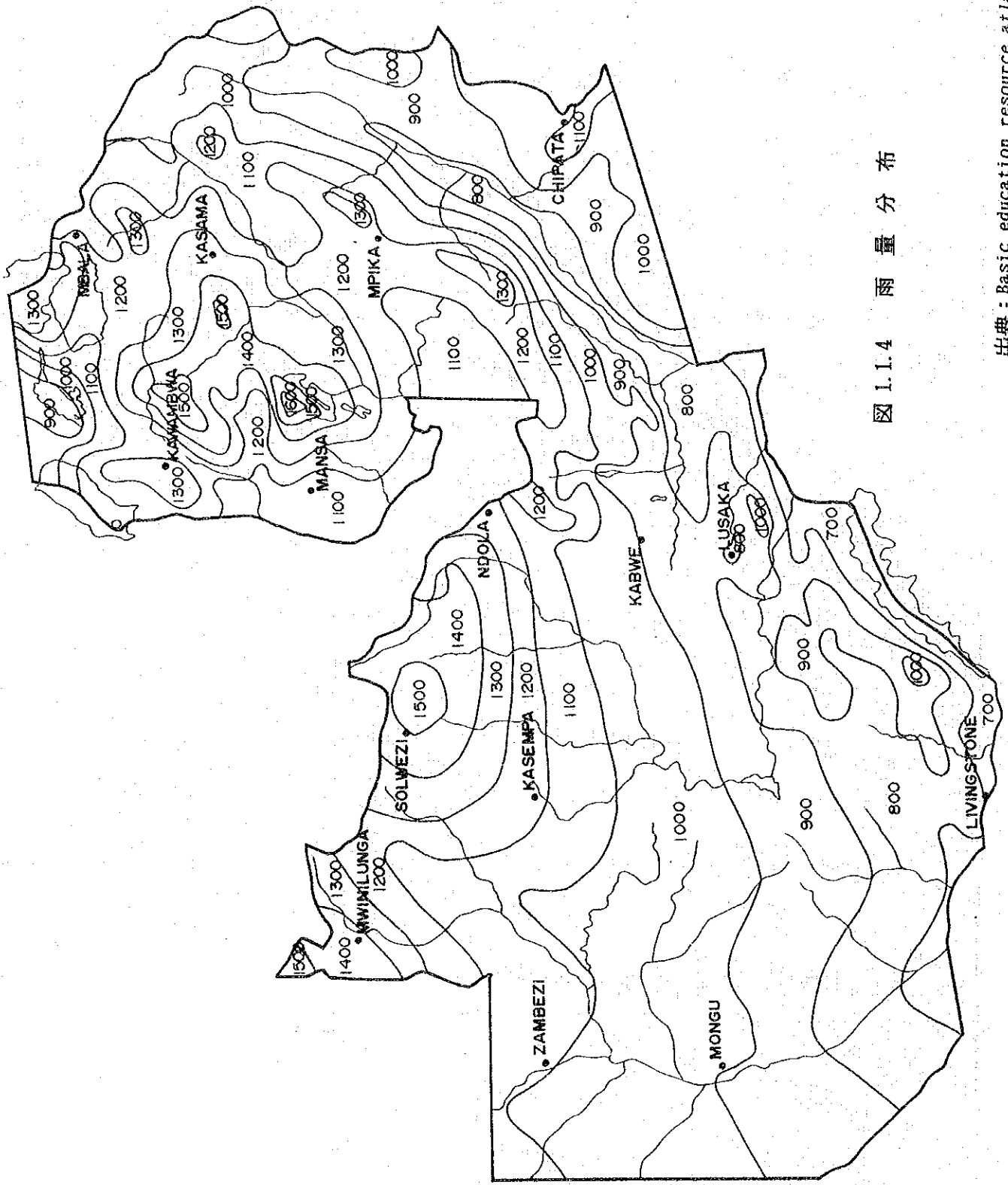


图 1.1.4 雨量分布

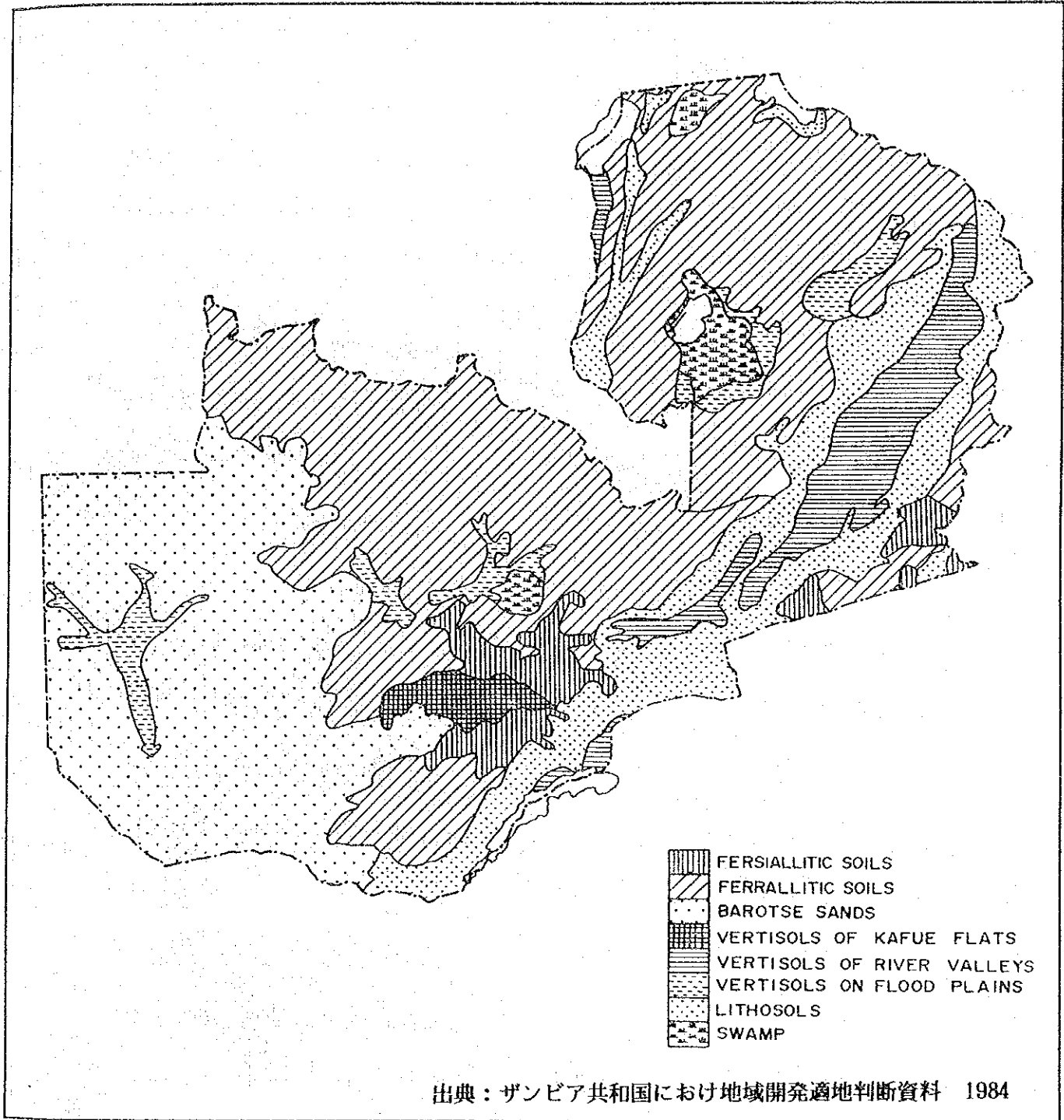


図 1.1.5 土 壤 図

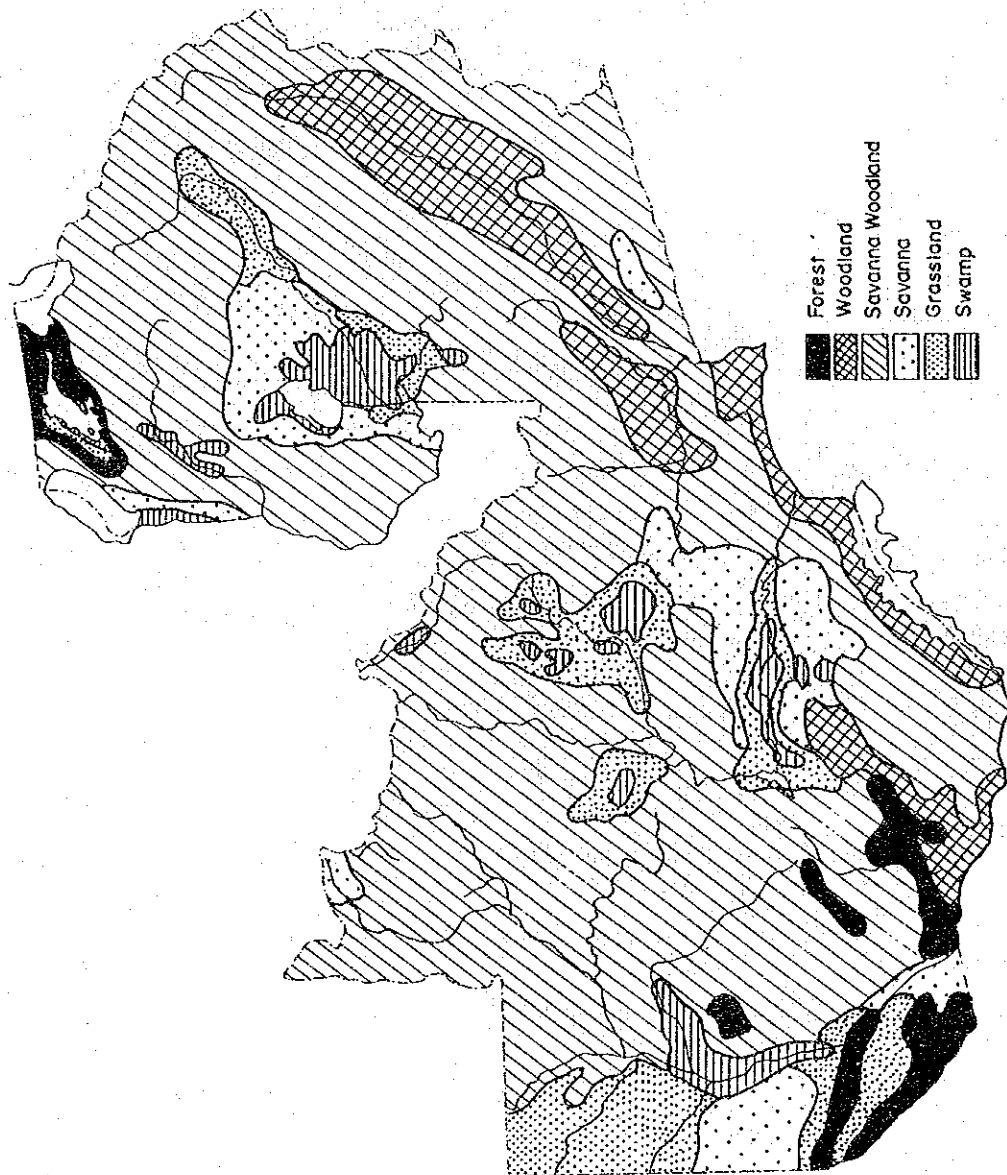


图 1.1.6 植 生 图

出典：Basic education resource atlas for Zambia

## 1.1.2 社会環境

### (1) 人口

1990年センサスによれば総人口は7,818,447人で、km<sup>2</sup>当たり10.4人である。この国の経済を支えている銅の産地であるコッパーベルト州と、首府ルサカのあるルサカ州の両州で約36%を占め、この両州の人口密度はいずれもkm<sup>2</sup>当たり50人を越え、国平均10.4人を大きく上回っている。北部州、北西部州、西部州等の人口密度は低く、それぞれ5.9人、3.0人、4.8人である。また、都市部に人口が集中する傾向があり、1969年には都市部の人口が29.4%であったのに対して1980年には39.9%、1990年には42.0%と、都市部への集中度が増大している。人口の増加率は1969～1980年の間3.0%、1980～1990年の間3.2%と高い値を示し、ルサカ州は各州の中で特に高く、1969～1980年の間6.1%、1980～1990年の間5.6%である (Appendix Table I.1.1, I.1.2)。

### (2) 社会体制

1964年独立以来カウダ大統領の率いる統一国民独立党 (UNIP) が政権を維持してきた。1975年以降、国の経済を支えていた銅価格の暴落によって国家経済が悪化し、これに伴って社会不安も増大して、政府に対する批判も次第に顕在化するに至った。1978年10月には組織的に反対派を封じ込めて、UNIPより唯一の大統領候補に指名され、同年12月に国会選挙と同時に第4回目の大統領当選を果たした。1980年には政府職員やUNIPメンバーによるクーデターの動きがあり、これに対処するため政府やUNIPの改造が行われた。経済の悪化にも拘らず1983年10月カウダ大統領は投票数の93%の得票を得て、当選を果たした。

1985年以降、政府は経済再建のための施策 (例えばメイズに対する補助金の停止等) を実施したが、必ずしも十分な支持を得られず、コッパーベルト州における暴動の発生等もあり、経済改革は十分に進められなかった。政府部内でも独立以来続いていたUNIPの一党体制に対する批判の動きも出てきた。

1990年に至り、カウダ大統領は複数政党制の導入をみとめ、政府反対勢力としてのMMD (Movement for Multi-party Democracy) が結成された。1991年10月31日に

この国で初めて複数政党による総選挙、大統領選が行われ、政府反対党MMDのチルバ（Chilba）が1964年独立以来、大統領の座にあったカウ نداに勝って政権の交替が実現した。この政権の交替に際しては、アメリカ等の支援があったとはいえ、民主的な選挙が混乱なく施行されたことは特筆すべきことであった。新政権は引き続き経済の再建に努力しているが、困難な状況にあることは変わらない。

### (3) 国民経済

1965年の独立以来、植民地時代から受け継いだ銅の生産によって国家経済を支えており、典型的なモノカルチャー型経済構造であることは植民地時代と変わらなかった。銅の価格が好調である間はモノカルチャーの脆弱性は顕在化せず順調な経済発展を遂げていた。しかし、1970年に入って銅の国際価格の下落とともに、経済の落ち込みが目立つようになった。銅に代わる輸出資源の開発の努力はなされているが、当面見当たらず、輸出額中に占める銅の割合は1970年に96.4%、1975年に91.1%であったものが、1980年に入っても80~90%を前後し、1990年でも86.2%であり（Appendix Table I.1.3）、依然として殆どを銅に頼っている経済構造に変化はない。銅の輸出量は1970年代に60万t台であったが、1980年前半には50万t台、1985年以降は概ね40万t台と漸減の傾向にある。銅の輸出量の減少にも拘らず、これに代わるものが無いのが実情である。

一方、消費者物価指数の推移をみると、1985年を100として、1989年には低所得基準で794、高所得基準で847と、約8~8.5倍となったが、1990年以降その上昇の度合いが高まり、1990年6月には約15倍、1991年6月には約30倍、1991年12月には50倍近くに上昇している（Appendix Table I.1.4）。インフレ率も1985~1988年の間35~60%、1989年以降1991年まで、それぞれ153%、107%、111%と100%以上となっており（Appendix Table I.1.5）、経済状況がきびしいことを示している。GDPは1984年以降1988年までは漸増していたが、予報値あるいは暫定値とは言え、1989年、1990年には急減している。この二年間に多くの業種で低下しているが、国家開発計画の中で力を入れている農林水産業部門での著しい低下は問題である。製造業は他の産業が概ね停滞している中で伸びており、GDPの中に占める割合も増加しているが、経済全体の活性化を促すには至っていない（表1.1.1）。



1991年11月の政権交替の後も経済状況のきびしさはむしろ増しており、新政権の今後の動向が注目される。

#### (4) 研究普及組織

National Research Action Plan (1991)およびNational Extension Action Plan(1991)によれば、国の段階では農業食糧水産省内の農業局の局長(Director)の下に3人の局長補佐 (Assistant director) が配置され、それぞれ研究 (Research)、普及 (Extension)、灌漑・土地管理 (Irrigation/Land husbandry)を担当している。

研究部門は Crops Div.、Soils/Agronomy Div.、Livestock Div.の3つの研究部がある。また、全国を主として雨量によって3つの農業地帯に分け、南より北に Region I、Region II、Region IIIとしている。それぞれのRegionにRegional Conrdinatorを配置している。(Appendix Fig. I.1.1) 各州に国のレベルに対応する形で研究部が設置されている。

普及部門は普及担当の Assistant Director から各州の農務長官 (Provincial Agriculture Officer; P A O) に、さらにその下部の郡の農務長官 (District Agriculture Officer; D A O) に連なるかたちとなっている。D A Oからその下部のBlock、さらに末端のCampへと組織されており、BlockやCampにはそれぞれ Extension Officerがおり、CampのExtension OfficerはCamp Officerと称され、日本の普及員に相当する (Appendix Fig. I.1.1)。

本農業実証調査のザンビア側カウンターパートの最高責任者はAssistant Director(Research)である。実証調査の成果は彼を通じてザンビア側の関係者に伝えられることになっている。5年間の成果として示した作物生産技術指針はAssistant Director(Research)を通じて作物部門の技術者により、生産基盤整備指針はAssistant Director(Land husbandry & Irrigation)を通じて土壌管理・灌漑部門の技術者によって検討されるものである。何れの指針も具体的な開発計画の実施に当たって活用されるものであり、Assistant Director(Extension)を通じて国→州→郡の普及部門によって末端農家に伝えられることが期待される。

表 1.1.1 1977年の価格を基礎にした産業別国内総生産(kw. million)とその割合

		1984	1985	1986	1987	1988	1989*	1990**
農林水産業	額	333.2	343.8	373.8	365.6	436.2	111.4	99.7
	%	16.5	16.8	18.2	17.3	19.4	6.8	5.6
鉱山業	額	200.0	185.8	176.5	184.2	160.4	78.7	151.8
	%	9.9	9.1	8.6	8.7	7.1	4.8	8.6
製造業	額	309.3	421.6	425.3	462.9	547.0	542.6	628.2
	%	19.4	20.6	20.7	21.9	24.3	33.3	35.7
電気・ガス・水道	額	70.9	72.7	71.1	62.2	61.3	57.6	107.5
	%	3.5	3.6	3.5	2.9	2.7	3.5	6.1
建設業	額	88.6	77.1	81.1	77.3	70.3	32.8	30.6
	%	4.4	3.8	3.9	3.7	3.1	2.0	1.7
商業	額	167.9	174.7	174.4	181.5	185.3	127.4	121.0
	%	8.3	8.5	8.5	8.6	8.2	7.8	6.9
ホテル・飲食	額	49.0	51.3	46.8	46.5	48.6	25.2	30.8
	%	2.4	2.5	2.3	2.2	2.2	1.5	1.8
運輸・倉庫・通信	額	116.2	109.2	110.1	114.5	113.3	31.3	35.9
	%	5.8	5.3	5.4	5.4	5.0	1.9	2.0
金融・保険	額	62.5	60.6	56.8	50.8	60.0	22.6	24.2
	%	3.1	3.0	2.8	2.4	2.7	1.4	1.4
不動産・企業サービス	額	179.5	179.0	178.6	189.2	191.1	293.3	330.7
	%	8.9	8.8	8.7	8.9	8.5	18.0	18.8
教育・保険・社会サービス	額	340.2	365.6	358.1	371.5	373.5	303.8	190.0
	%	17.6	17.2	17.4	17.6	16.7	18.6	10.8
全産業	額	1916.8	2044.5	2059.3	2114.3	2247.1	1628.8	1757.6

\* 予報値      \*\*暫定値  
(Monthly Digest of Statistics Feb./Mar. 1991)

### 1.1.3 農業生産

#### (1) 土地利用

1990年のFAO年報によれば、耕地面積は1974年498万ha、1979年505万ha、1984年515万ha、1989年526万haと漸増し、15年間で28万ha、約6%の伸びを示している。国土総面積が約7,526万haであるから、その約7%である。永年草地はこの15年間3,000万haで不変であるが、森林は1974年の2,997万haから1989年の2,892万haと約105万ha(約4%)減少し、その他の面積は1974年の938万haから1989年の1,015万haと約77万ha(約8%)増加している。15年間の森林面積の減少のうち約30%が耕地へ、約70%がその他の利用に変わったことになる(表 1.1.2)。

#### (2) 作物生産

ザンビアの作物生産の中ではメイズが他に比べて圧倒的に多く、1986年から1990年の5年間の作付面積は60万haから100万haの間で増減しているのに対して、他の作物は10万haに達しているものは最近の5年間では1987年に落花生が約15万ha、1989年に綿実が約10万haの作付を示したのを除いて、10万haを越えたものはなく、メイズが極めて重要な作物であることを示している。他の作物で比較的多いのは、落花生、綿実、ミレット、ソルガム、ヒマワリ等で、1990年の作付はそれぞれ約8.0万、6.4万、5.9万、4.8万、4.4万haで、メイズの1割以下である。米はこの5年間で1万haを前後している(表 1.1.3)。

全般に作付面積、および収量の変動が大きく、生産は不安定である。これは、殆ど灌漑施設がないために、降雨量の影響を大きく受けているからである。主要作物であるメイズをみても、1988年、1989年にはそれぞれ72万ha、102万haの作付で、それぞれ194万t、184万tの生産があったのに対して、1987年、1990年にはそれぞれ61万ha、76万haで生産はそれぞれ106万t、109万tで、50%近い生産の変動を示している。

主要作物について生産量と市場に出荷された量との関係を見ると、100%市場に出されているもの、すなわち商品化率100%のものと、殆ど市場に出されないもの、す

なわち自家消費ないしは庭先販売的なもの、その中間のものがみられる。100%商品化されているものは、綿実、タバコであり、殆ど商品化されていないものは、豆類、ソルガム、ミレットである。メイズ、ヒマワリ、米は40~70%が市場に出されている。大豆、落花生は年による商品化の割合の変動が大きく、殆どが市場に出荷されている年と、逆に殆ど出荷されていない年とある(Appendix Table I.1.6)。

主要作物について生産の状況をみると次のようである(表1.1.2)(Appendix Table I.1.7)。

### ①メイズ

前述のようにザンビアにおける突出した生産量の作物であり、国民の主食として極めて重要なものであるが、すでに述べられたように年による変動が50%もあって、不安定な生産が問題である。1990年の作付面積を州別にみると、多い順に東部26.2万ha、南部23.3万ha、中央10.4万haの3州が10万ha以上で、全作付の80%弱となっている。これらの州は商業的農場も多いので、メイズの生産は商業的農場の生産に負う所が多い。

### ②ヒマワリ

1990年までの3年間は、4.4万ha台の作付で、1.5~2.0万tの生産で単収は0.33~0.45tである。1990年の作付を州別にみると、南部21,700ha、東部12,200ha、中央7,000haで、この3州で全国の90%以上を占め、メイズと同様の傾向にある。

### ③大豆

1986年以降作付が増加し、5年間で約2倍となり、1990年には約3万haとなった。生産量も1.5万t程度から2.7万t近くになった。単収の増加は特に見られずha当たり0.7~1.1tである。灌漑農地における小麦とのローテーション作物として商業農場によって栽培されていたが、近年小農による栽培も増加している。1990年の州別の作付面積は、中央部、東部がそれぞれ全国の25%足らずで最も多く、次いで南部、コッパーベルト、北西部、北部がそれぞれ10%前後で、比較的全国的に平均して作付されている。

#### ④落花生

伝統的自給作物である。最近5年間の作付面積の変動は大きく1987年には1986年の3倍近くに増加して15万haとなったが、その後は半減し、6～8万ha前後である。最近3年間の収量は2.5万t～3.3万t、単収は0.3～0.5t/haである。1990年の作付は、東部、北部が多くてそれぞれ25%前後を示し、次いで南部が20%、中央部が10%程度である。

#### ⑤米

作付面積は全国で1万haに満たないが、将来の重要な作物と考えられている。西部州と北部州が2大生産地で、1990年の作付で見ると、西部州が40%、北部州が35%を占めている。次いで東部州の16%で他の州は極めて少ない。河川の洪水域で栽培されているものが多く、小農による栽培が殆どである。生産は1万tを前後し、単収はha当たり1tを少し下回っている。

#### ⑥綿

100%商品化している点で特徴のある作物であり、小規模農家による栽培が多い。1990年までの5年間の作付面積の変動は比較的大きく、1987年の3.8万haが最も少なく、1989年には10万haを越えたが、1990年には6.4万haに減少した。1990年の州別の作付をみると、中央部、南部がそれぞれ38%、33%で多く、次いで東部の23%でこの3州で90%を越え、他州は極めて少ない。

#### ⑦タバコ

綿と同様に100%商品化している作物である。バージニア種は1986年に2,800haだったものが、1987年には1,200haに減少したが、1988年に4,000ha近くとなり、以後は3,600ha台になっている。1990年の州別作付をみると、南部、中央部が25～35%、東部、ルサカが15%前後である。パーレイ種はバージニア種にくらべて少なく、その半分以下で作付の80%が東部に集中している。

#### ⑧小麦

他の作物と異なり、1987年と1988年の統計しか得られなかった。殆ど商業農家の灌

溉栽培で、7,000ha 程度の面積で、単収は0.5t/ha 前後である。ルサカ、南部の両州で80%、コッパーベルトが10%の作付を1990年に示している。したがって商品化率も高く80~90%である。

#### ⑨ソルガム、ミレット、キャッサバ、豆類

いずれも、小農によって栽培されている伝統的作物で、最近5年間の作付はソルガム5万ha前後、ミレット4~6万ha、生産量はそれぞれ2~4万t、3万t前後、豆類は2万ha前後、生産量は1~2.4万tである。1990年の州別作付をみると、ソルガムは南部25%、コッパーベルト、東部、西部それぞれ15%、北西部13%、中央部10%と分布が広い。ミレットも北部26%、ルアプラ、西部それぞれ20%、南部、東部それぞれ10%と同様に分布が広い。豆類は北部に60%が集中し、キャッサバはルアプラに44%、西部、北部にそれぞれ20%、北西部に14%が集中している。

### (3) 畜産

ザンビアの畜産は圧倒的に牛が多いのが特徴である。1988年の飼育頭数をみると、牛は270万頭で、羊及び山羊ならびに豚を含めた全家畜の78%を占め、羊及び山羊は16%、豚は6%である。牛について州別の頭数をみると、南部州が圧倒的に多くて、全国の43%を占め、次いで西部州、中央州のそれぞれ19%、17%、東部州の10%である。羊及び山羊も南部州に50%が集中している。また、豚は東部州に50%が集中している。南部州は牛、羊及び山羊がいずれも第1位であり、豚も全国の23%を占めて東部州に次いで第2位で、南部州でこれら家畜の飼育が盛んであることを示している。

また、商業農家による飼育は牛が17%、羊及び山羊が8%、豚が14%で、南部州、中央部州に商業農家による飼育が多い。そのほか、商業農家による飼育があるのはルサカ、ルアプラ、北西部州で、牛の飼育が2番目に多い西部州、豚が全国1位、羊及び山羊が全国2位、牛も全国の10%を占める東部州には、商業農家による飼育は全くない。以上から家畜飼育頭数の多い州は、商業農家によるものと、伝統的農家によるものの2つのタイプに分けられる(表 1.1.4)。

#### (4) 経営規模

ザンビアの農家の大部分は伝統的小規模農家で、1980年の推定によれば、全農家数60万7,000戸のうち、76%の46万3,000戸を占めている。一方、大規模な商業的農家が国の中央部の鉄道沿線地帯に主として存在しており、伝統的小農と商業農家の割合は州により大きく異なっている。商業的農家が全農家数の50%を越えているのは、南部、中央部の2州でそれぞれ89%、61%で、次いでルサカ、東部、コッパーベルトの3州がそれぞれ32%、27%、12%で、中央部の鉄道に沿った州が大部分である。他の州は殆ど商業的農家は存在せず、とくに40ha以上の大規模農家は全く存在しない。10～40haの中規模のものも少なく、大部分が1～10haの小規模のものである。とくに西部州には10ha以上の中規模農家も存在しない(Appendix Table I.1.8)。

表 1.1.2 土地利用 (1,000ha)

	1974	1979	1984	1989
総面積	75,261	75,261	75,261	75,261
陸地面積	74,339	74,339	74,339	74,339
耕地面積	4,978	5,050	5,150	5,260
永年作物	7	8	8	8
永年草地	30,000	30,000	30,000	30,000
森林	29,970	29,620	29,270	28,920
その他	9,384	9,661	9,911	10,151

注) 耕地面積、永年作物、永年草地、森林は、FAOの推定値  
(FAO Production Yearlook Vol.44 1990)



表 1.1.3 主要作物作付面積 (1,000 ha) と収量 (1,000 t)

		1986	1987	1988	1989	1990
メイズ	面積	588.50	609.50	723.10	1,020.60	763.30
	収量	1,230.60	1,063.40	1,943.20	1,845.00	1,092.70
ヒマワリ	面積	57.20	31.60	44.60	45.00	44.30
	収量	30.60	17.00	15.80	15.00	20.00
大豆	面積	13.90	16.90	20.30	21.30	29.80
	収量	15.90	13.50	21.20	20.60	26.80
落花生	面積	34.40	149.00	81.80	62.90	80.40
	収量	18.20	47.40	33.40	30.10	25.10
米	面積	10.40	8.70	10.40	12.80	9.50
	収量	11.20	8.20	9.40	11.70	9.20
豆類	面積	19.70	23.60	17.60	18.70	26.40
	収量	10.20	15.50	10.90	24.30	14.30
ソルガム	面積	59.60	47.50	47.40	52.00	48.50
	収量	45.00	26.20	36.10	33.80	19.60
綿実	面積	52.00	38.20	77.90	106.40	64.00
	収量	33.40	20.20	58.50	34.80	30.70
タバコ (バージニア)	面積	2.84	1.25	3.97	3.69	3.59
	収量	3.35	2.90	3.74	2.62	3.37
タバコ (バーレイ)	面積	0.64	1.21	0.92	1.35	1.48
	収量	0.55	0.65	0.61	0.98	1.27
ミレット	面積	18.50	43.60	44.10	47.40	58.90
	収量	11.70	30.60	28.60	27.30	31.50
小麦 (非灌漑)	面積	-	-	-	0.20	0.36
	収量	-	-	-	0.17	0.33
小麦 (灌漑) *	面積	-	7.40	6.93		
	収量	-	27.46	31.55		

Official crop production and sales data 1990

\*は1988 Agr. statistics Bulletin による。

表 1.1.4 家畜頭数 (1,000頭 1988年)

	牛			羊及び山羊			豚		
	伝統小農	商業農家	計 対全国%	伝統小農	商業農家	計 対全国%	伝統小農	商業農家	計 対全国%
中央州	278.2	182.4	460.6 17.2	24.2	10.7	35.0 6.2	6.4	8.4	14.7 7.1
コッパハーベルト州	21.6	-	21.6 0.8	7.3	-	7.3 1.3	2.6	-	2.6 1.2
東部州	274.2	-	274.2 10.2	146.3	-	146.3 26.0	108.5	-	108.5 52.6
ルサカ州	39.4	57.9	97.3 3.6	5.6	-	5.6 1.0	1.8	-	1.8 0.9
ルアラ州	10.9	2.5	13.4 0.5	30.7	-	30.7 5.5	0.8	-	0.8 0.4
北部州	94.9	-	94.9 3.5	20.4	-	20.4 3.6	2.4	-	2.4 1.2
北西部州	57.1	4.1	61.2 2.3	12.7	14.6	27.4 4.9	11.9	13.6	25.5 12.3
南部州	945.4	208.2	1,153.6 43.0	267.9	17.5	285.4 50.7	40.0	6.7	46.7 22.6
西部州	507.4	-	507.4 18.9	4.9	-	4.9 0.9	3.4	-	3.4 1.6
計	2,229.1	455.1	2,684.2 100.0	520.0	42.8	563.0 100.0	177.8	28.7	206.4 100.0
対全国%	83.0	17.0	100.0	92.4	7.6	100.0	86.1	13.9	100.0

(Agr. Statics Bull. 1988)

## 1.2 西部州の農業

### 1.2.1 自然環境

#### (1) 位置

西部州は文字どおり、ザンビア国の西端に位置し、面積126,386km<sup>2</sup>で全国土の16.78%を占め、北側には北西部州が、東側には南部州があり、州の西側はアンゴラと、南側はナミビアと国境を接している。6つの郡から成り、中央部に州都モングのあるモング郡、東部の北側にカオマ、東部の南側にセシェケ、南西部にセナンガ、西部にカラボ、北部にルクルの各郡がモングを囲む形で位置している。州都モングは首都ルサカから約600kmの距離にある。

#### (2) 地形

西部州は標高約1,200mの北東部から、約800mの南西部に連る、広大な砂土の高原である。その間にザンベジ川とその支流の氾濫原があり、その面積は約13,000km<sup>2</sup>で、台地との比高差は40m程度で緩斜面で結ばれている。

南北に流れるザンベジ川によって州は2分された形になっており、カラボ郡は全部がその西側に、セシェケ、セナンガ、ルクルの各郡はザンベジ川によって2分されている。一方、カオマ郡の全部と、モング郡の大部分が東側にある。(図 1.2.1)

台地にはダンボと称する直径1～数kmのクレータのようなくぼ地が多く存在している。隣国のジンバブエ、マラウイ、モザンビーク、タンザニア等にも広く分布し、南東アフリカの特徴的な地形である。

#### (3) 気象

年間の雨量の分布、気温の変化の傾向は、全国の項で述べたものと同様である。気温についてみると、低温期には南部ほど最低気温が低くなる傾向があり、降霜日数も南部ほど多い。高温期には逆に全国平均より高い傾向がある。

雨量は全国の項で述べたように、全国的に北に向かうに従って多くなるので、西部州でも北ほど多くなっており、北部のルクルで年間平均1,000mm、中部のモングで900mm、やや南部のセナンガで800mm、南部のセシェケで700mm程度となっている。平均雨量は以上のようなものであるが、問題は雨量と降雨パターンの変動が大きいことで、気象要素のうちで最も農業生産に及ぼす影響が大きい。

#### (4) 土壌

全国の項で述べたように、西部州の大部分はカラハリ砂土 (Barotse sand) で覆われている。その成因は明らかでないが深さは80m以上に及ぶと言われている。地形によってこの土層の上に種々の堆積物がみられ、あるいは砂土そのものが地上に露出している。

台地の土壌は2つに大別され、台地上の高い部分に広く分布する黄褐色の砂土で層位が不明瞭で有機物の少ない土壌と、台地上の地下水位の高いくぼ地にみられるカラハリ砂土の上に腐植が堆積した腐植ポドゾル土壌である。

氾濫原は台地からの移行部分である縁辺部 (Mataba seepage zone)があり、その外に広がる堤外地 (Outer plain)はやや標高の高いhigh land terrace と流路(Meander plain)に近い低地のlow land terraceに分けられる。台地からの地下水の影響、標高の差、洪水による浸食の度合、カラハリ砂土上の堆積物の種類や、堆積する層位の厚さ等の差異によって各種の土性の土壌がみられる。

縁辺部のくぼ地は台地からの地下水の補給もあり、有機物が未分解で堆積し、泥炭や黒泥の層がみられ、深い所では1mに達する。氾濫原の方向に移るに従って、泥炭・黒泥は一般に薄くなり、分解も進んでくる。縁辺部の最も氾濫原寄りでは、ローム～シルトの堆積した比較的肥沃な土壌もある。

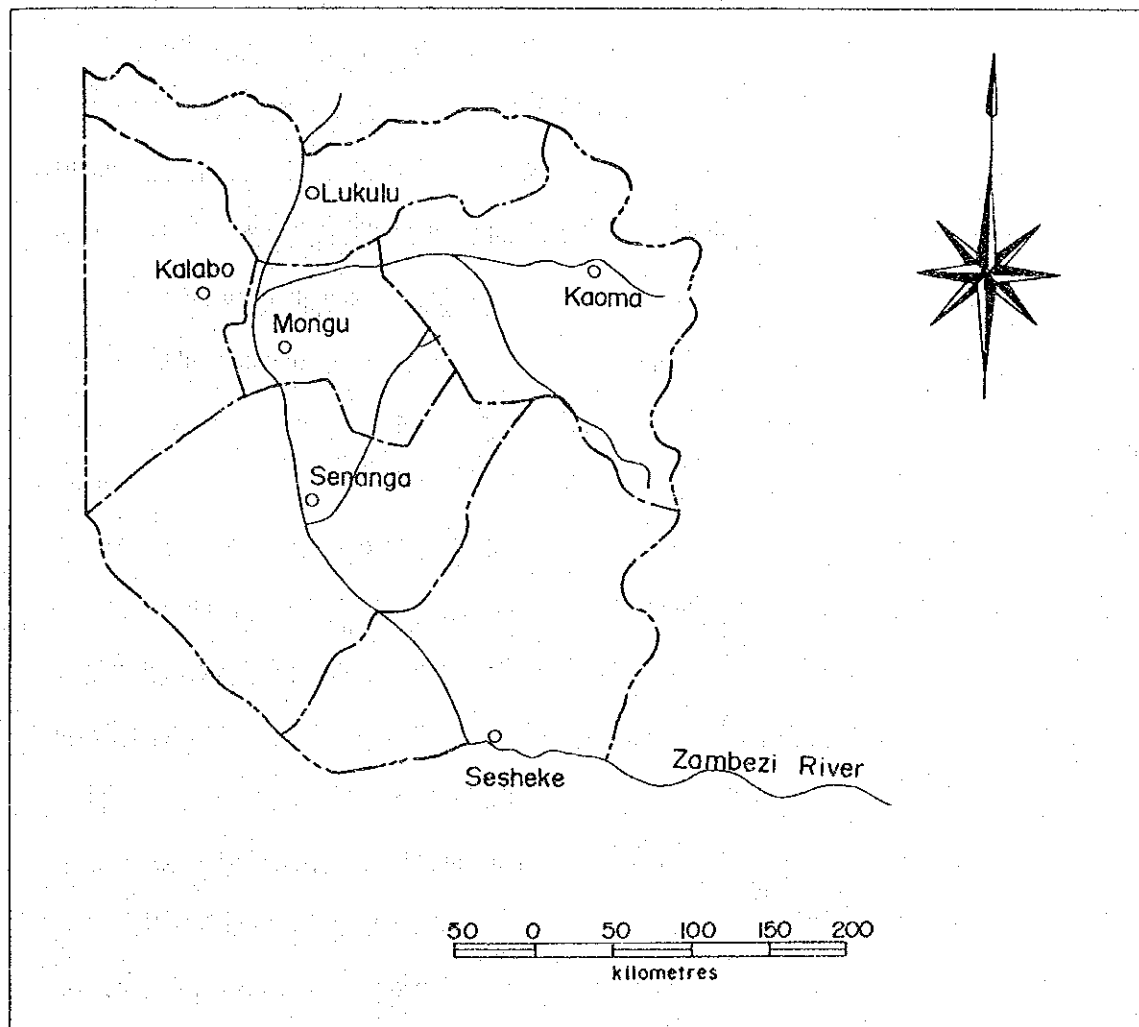


図 1.2.1 西部州の郡の位置

## 1.2.2 社会環境

### (1) 西部州の人口

西部州の人口は、1990年センサスによれば60万7,500人でザンビア全体の8.5%、  
km<sup>2</sup>当りの密度は4.8人で、全国平均の10.4人の半分以下で、北西部州の3.0人に次いで  
低い密度である。郡別にみると、モング郡が14.1人で全国平均を上回っている他は  
いずれも低く、カラボの5.8人を除けばいずれの郡も5人以下で、モング郡に集中し  
ていることが窺える。1980年には全国平均密度が7.5人に対して西部州は3.9人で全  
国の半分をやや上回っていたが、1990年には前述のように10.4人に対して4.8人で半  
分以下となっており、10年間の増加率が全国を下回っていることが分かる(Appendix  
Table 1.2.1)。

### (2) 経済的状況

西部州は大部分がカラハリ砂土であり、道路整備は極めて困難で、ルサカ～モング  
～セナガの舗装された国道を除いては、四輪駆動車でないと通行できない。また州  
がザンベジ川によって東西に二分されており、広い氾濫原の交通はさらに事情が悪く、  
水路による船運に頼らざるを得ない。こうした交通の便の悪さと、少ない人口に分散  
しているため、社会資本の充実には極めて多くの困難がある。

西部州における雇用先は、精米、製粉、その他の食品加工、木工等があるが、いず  
れも小規模で、多くの雇用は望めず、現実には雇用先を求めて西部州外に流出してい  
るのが実情である。一方、こうした事業所も大市場であるルサカを始めとする国の中  
央部から遠いこともあって、立地上の不利を抱えている。少ない人口密度のため労働  
力確保に制約があるうえ、その労働力も上述のように州外に流出しており、一層労働  
力の確保が困難になるという悪循環となっている。

後述するように、西部州の農業は少ない州の人口に対してすら、食糧の自給を達成  
していない。先づ農業の振興が第一で、その上に立って州の経済発展を考える必要が  
ある。

### 1.2.3 農業生産

#### (1) 作物生産

西部州の作付面積の多い主要な作物は、メイズ、キャッサバ、ミレット、ソルガム、米の順になっている。メイズは作付面積は州としては作物中第1位であるが、全国的には5%を占めるに過ぎず、9州中5位である。その他キャッサバ、ミレットが全国の20%でそれぞれ2位、3位、ソルガムが15%で3位である。米は上記の各作物に比べて、国としての作付面積が少ないので、西部州の面積も多くはないが、全国中では第1位の39.5%を占め、北部州（同36%）と並ぶ2大米作地帯である。以上から西部州の特徴として、自給的性格の強い作物と、この州の立地条件に適した米の生産が多いとすることができる。（表 1.2.1）

西部州の郡別の作物生産の特徴を1990年の作付および生産についてみる、カオマがメイズの生産量が他の郡にくらべて極めて高く、同じ程度の作付のセシェケの6倍であり、他の郡にくらべて単収が3～6倍である。西部州における唯一のメイズの生産適地である。またカオマは商品作物である棉の西部州における主産地で、他の郡では殆ど生産されていない。その他、大豆もカオマで西部州の殆どすべてを生産している。他の郡で特徴的なのは、セシェケで落花生が州の70%弱、カラボで大豆以外の豆類が州の90%の作付を占めていることである。西部州の代表的作物の米は、モング郡が作付、生産ともに州の50～60%を占め、次いで多いのがカラボで20～25%である（Appendix Table 1.2.2）。

上記5作物のうち、1989年、1990年の商品化率はメイズと米は約50%であるが、ミレットは6～7%、ソルガムは1～2%、キャッサバは0%で、自給的性格の作物であることを示している（Appendix Table 1.2.3）。

すでに述べたように西部州においては重要な食糧作物であるメイズの生産はカオマ郡のみに頼っている状況で、主要食糧作物について、郡別の自給率をみると、カオマが166%である以外はいずれの郡も自給率100%に達せず西部州としても60%に止まっている。西部州としての開発計画にもあるように、州としての自給率の達成が重要であり、氾濫原の開発に重点がおかれている（Appendix Table 1.2.4）。

## (2) 畜産

1989年の飼育頭数は、牛が圧倒的に多く、西部州で約513万頭で、豚の3万7,000頭、山羊の6万9,000頭に比べて極めて多く、牛が州の重要な家畜であることを示している。全国の項で述べたようにザンビア国全体の約20%を西部州が占め、南部州の40%以上に次いで第2位である。また、すべてが伝統的小規模農家によって飼育されているのが特徴である。

郡別の牛の頭数はセナンガが州平均より多く、州の31%を占め、カオマが州の4.2%と少ない他は各郡とも州の10~20%の間である(Appendix Table I.2.5)。

現在放牧に使われているザンベジ川氾濫原の他に、飼料作物の栽培、台地やダンボ、小河川での放牧地の開発等によって、飼育頭数の増大をはかることを州の開発計画としている。

西部州における作物生産において重要な役割を持つのが耕牛であり、キャッサバ畑を除き現在40~65%が耕牛により耕されている。州ではこの割合を1994年には75%にまで引き上げることを目標にしている。とくに水稲栽培での牛耕の普及に力を入れている。現在の西部州における耕牛の数は8万7,000頭余りで、農家人口1人当たり1.6頭、ha当たり0.9頭となっており、郡別にはセナンガが多く、1人当たり、ha当たりとも1.6頭である。カオマは少なく、1人当たり0.5頭、ha当たり0.2頭である。他の郡は1人当たり及びha当たりの頭数は州平均と同様である(Appendix Table I.2.6)。この傾向は牛全体の傾向と同様である。

## (3) 経営規模

全国の項で述べたように西部州の経営は伝統的小規模経営が大部分である。西部州の主要作物、メイズ、米、ソルガム、ミレット、キャッサバについて、経営規模別の作付農家数の割合をみると、いずれの作物も戸数で90%以上、面積でもメイズの77%を除いて80~90%が伝統的小規模経営農家によるものである(Appendix Table I.2.7)。

したがって、西部州の農業生産を担う農家を考える場合、小農を対象とすべきであり、州の開発計画でも小農の振興を対象としている。



表 1.2.1 西部州主要作物の作付面積と全国の作付に占める割合 (1990)

	作付面積 (ha)	全国の作付に 占める割合 (%)	順位	商品化率 %	
				1989	1990 (推定)
メイズ	39,175	5.1	5	51.3	54.4
キャッサバ	21,057	20.4	2	-	-
ミレット	11,914	20.2	3	7.4	6.6
ソルガム	7,350	15.2	3	0.8	3.9
米	3,806	39.5	1	35.0	66.5

(Official crop production and sales data 1990)

### 1.3 モング郡の農業

#### (1) 人口

モング郡 (District) は、西部州の中央に位置し、州都モングを中心に人口が集中して、1990年センサスでは郡の人口約14万人で、州の人口の約23%を占め、人口密度も西部州で第1位で、州平均4.8 人/km<sup>2</sup>を大きく上回って14.1人であり、全国平均の12.4人を上回っている。

#### (2) 地形

ザンベジ川が西部州を南北に流れており、モング郡はその大半が川の東側に位置している。カオマ郡から連続するカラハリ砂土から成る標高約1,000 mの台地はザンベジ川の氾濫原に向かって緩い傾斜で続いており、台地と氾濫原の比高は平均約40mである。台地は氾濫原に接する最も高い部分 (high-ridge)、その内側に広がる砂丘地帯、砂丘地帯に多くみられるくぼ地のダンボ (Dambo)、台地上を流れる川の河川敷きから成り、氾濫原は台地に接する縁辺部の湧水地帯 (Mataba seepage zone) と、本流に向かって続く砂質のテラスより成る (図 1.3.1)。

##### 1) 台地

###### a) ハイリッジ

氾濫原に接する部分で、台地で最も高く、氾濫原との比高は50~80mである。東側では砂丘より20~30m高く、西側は氾濫原に向かって傾斜し、縁辺部の Mataba seepage zone に達している。

###### b) 砂丘

高砂丘と低砂丘に分けられる。高砂丘は比高10~30mで、概ね南北の方向に伸び、低砂丘は台地の大部分を占め、殆ど平坦である。

###### c) ダンボ

台地上に多くみられるが、ハイ・リッジ上には殆どない。形状は円形、楕円形、西洋ナンシ型等で、直径は1~数km、規模はさまざまである。地下水の影響を受け

ない乾燥ダンボと、底部に水を有し湖沼を形成している湿潤ダンボの2つに区分される。

d) 台地河川敷

台地上の河川は多くはないが、カラハリ砂土を流れているため、河幅は広く、谷は浅い。河岸は1～5%の緩い傾斜である。

2) 氾濫原

台地側からザンベジ流路 (Meander plain) に向かって湧水地帯 (Mataba seepage zone)、高位砂質テラス (High sand terrace)、低位砂質テラス (Low sand and eroded terrace) の3つの部分に大別され、後2者のテラスは Saana と称する Outer plain を形成する。

a) 湧水地帯 (Mataba seepage zone)

氾濫原縁辺部の幅0.5～1.5kmの地帯で、台地から氾濫原への移行部の傾斜地とこれに続く平坦地で、台地からの地下水の供給が年間を通じてある地帯である。

b) 高位砂質テラス (High sand terrace)

氾濫原の中のやや標高の高い部分で、雨期の洪水による冠水の影響は比較的少ない。とくに mound と称される丘状の標高の高い部分は殆ど冠水することはない。

c) 低位砂質テラス (Low sand and eroded terrace)

氾濫原の中で最も中心部にあり、洪水期には水没する部分である。

(3) 土壌

上記地形の土壌の特徴はさきに西部州の項で述べたが、実証調査の主な対象とした氾濫原縁辺部 Mataba seepage zone の土壌について、やや詳しく述べると以下のようなものである。

Mataba seepage zone は台地に近い部分から Litongo、Sishanjo、Mataba Sitapa の3部分に大別される (図 1.3.2)。

Litongo は台地と氾濫原を結ぶ緩い傾斜の部分で Dry Litongo と Wet Litonga に分けられ、有機物の分解した黒泥土が主体で、基盤の砂土あるいはシルトやロームの混合がみられる場合もある。

SishanjoはLilongo に続くやや低湿の地帯で、有機物が未分解で堆積した泥炭層や、泥炭層の分解した黒泥層がみられ、場所によってはその厚さが1 mに達する場合もある。酸性が強く、銅や亜鉛等の微量要素の欠乏がみられる場合もある。氾濫原の内部に移るに従って、黒泥、泥炭層は薄くなり、Mataba Sitapa 地帯へと続く。

Mataba Sitapa 地帯はSishanjo地帯よりSaana 地帯に移行する部分で、その中央部はシルトやクレイを含み比較的肥沃度も高いが、その周辺部は常に洪水の影響を受けて、腐植の乏しい砂土となっている。

#### (4) 農業生産

西部州における主要な作物である米、キャッサバ、メイズ、ミレット、ソルガムの5作物について、モング郡の生産をみると、1990年において、米が作付面積、生産量ともに西部州の約60%を占めて第1位である(表 1.3.1)。西部州の項で述べたように米は商品化率が50%前後であって、農家経済上の重要な作物であり、モング郡は西部州の中心として、米の生産上重要な位置を占めている。

自給的作物のうちキャッサバは作付面積では州の第1位で約40%、生産量では約30%を占めている。他のメイズ、ミレット、ソルガムについては、州の4~5位でその重要性は低い。メイズはザンビアにおける最も重要な作物であるが、すでに述べたように西部州のメイズ生産は全国の5%に過ぎず、州内ではカオマ郡のみが生産の適地で、モングは州内でも4位であり、単収も低い。

以上の5作物について、農家の規模別にその作付面積をみると、各作物とも全作付面積の90%前後が伝統的小農によって作付されており、モング郡では殆ど小農による栽培である。新興農家による作付は10%前後で、モングでは商業農家は存在せず、公的農場も少ない。1戸当りの栽培面積は小農では各作物とも0.5~1.0ha、新興農家では1ha前後、多くても2.0haを少し越える程度である。以上のように、モング郡では小農が主体であり、1戸当たり平均1.0ha程度の作付ではないかと推察される(Appendix Table 1.3.1)。

西部州の畜産は牛が主体であり、モング郡においても、州の平均的な飼育頭数である。

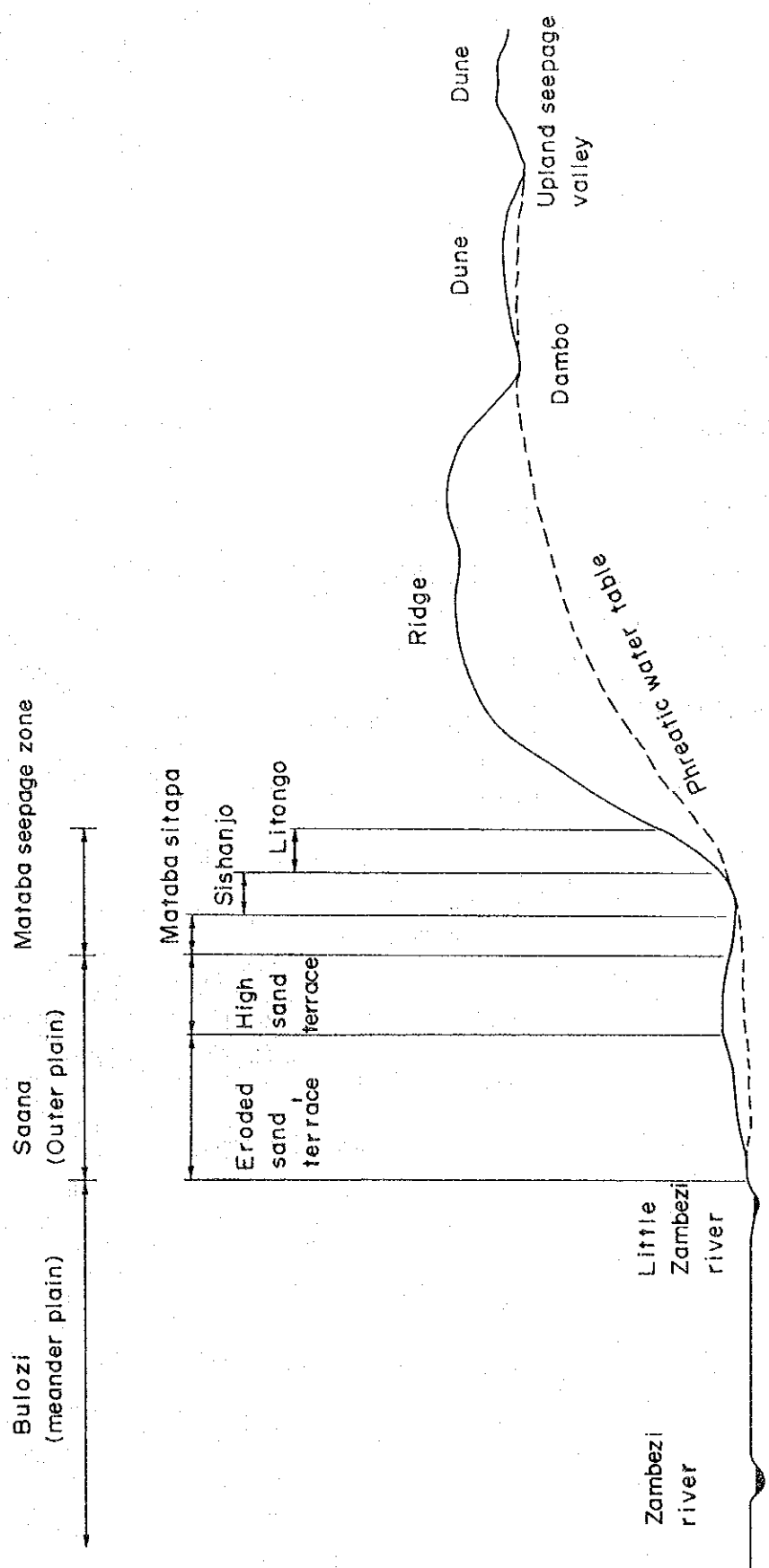


図 1.3.1 氾濫原の断面模式図

Mataba seepage zone

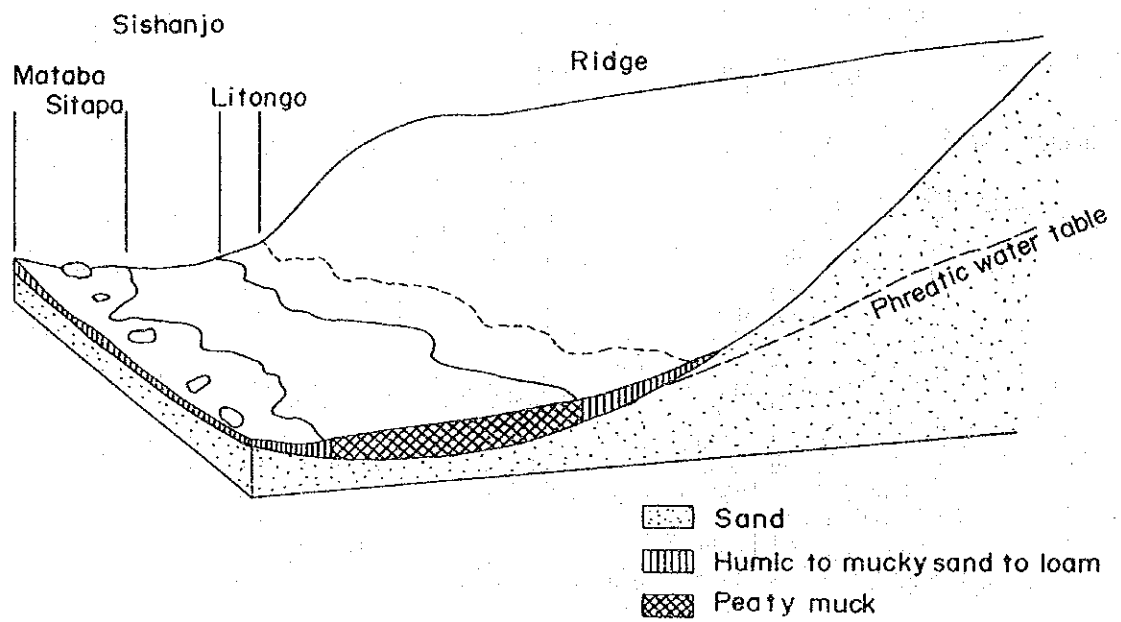


图 1.3.2 縁辺部模式图

表 1.3.1 西部州におけるモンク郡の主要作物の作付面積と収量 (1990)

	面積			収量		
	(ha)	西部州に 占める%	順位	(t)	西部州に 占める%	順位
米	3,713	59.6	1	2,549	62.2	1
キャッサバ	8,005	38.4	1	3,634	30.7	2
メイズ	4,828	12.3	4	2,083	5.5	4
ミレット	1,799	12.5	4	584	13.1	5
ソルガム	524	7.2	5	194	8.9	5

(Crop forecasting 1990)

## 1.4 農業実証調査の課題と経過

### 1.4.1 経緯

1970年代に入って、西アフリカ諸国での旱魃防止に関する情報や意見の交換を目的とするサヘル・クラブが、西側先進諸国によってパリのOECD本部内に設けられ、このための実際の活動が開始された。日本国はこうした状況のもとで、1976年次から西アフリカ諸国に対する無償協力による援助を開始した。

1983年以降、アフリカ大陸にさらに広範な旱魃が発生し、これらの国々への援助の拡充と強化が国際的な課題となった。これに対応して、日本国は1984年10月以降、数次にわたって農業協力のための調査団の派遣を行ってきた。

この中で、農業開発計画策定にあたって、アフリカ諸国における農業に関する情報の不足、とくに対象地域の自然条件や作物の栽培、水管理等に関する情報の不足が認識された。この対策として、現地調査に加えて、現地に試験圃場を設けて各種の試験を実施することにより諸データを収集し、より現地の条件に適合した開発計画の策定に資することとした。このため一般開発調査とはやや性格の異なる農業実証調査を行うこととして、新たな予算措置が講じられた。

先ず、西アフリカ地域の半乾燥地における水管理、栽培体系の検証、実証を目的として、セネガル国において1986年から4ヶ年にわたって実証調査が行われた。次いで東アフリカを対象に同様の調査を行うことになり、広い未利用地を有し、農業開発の潜在的可能性が高いザンビア国が対象国としてとりあげられ、1987年2月国際協力事業団はプロジェクト形成基礎調査団を派遣し、実証調査を西部州モング周辺で実施することで原則的に合意し、同年8月ザンビア政府の正式要請を受け、同年10月事前調査団を派遣し、S/Wの署名を行った。



## 1.4.2 実証調査の目的と方針

### (1) 実証調査の目的

本農業実証調査の目的は、ザンビア国西部州モング地域の農業開発に関して、現地農業に関する資料および情報の収集に加え、地域を代表する実証圃場等において、日本国での農業技術開発や水田整備に関する諸経験に基づいて、現地に適用し得る技術を実証し、同地域の安定した農業の確立と進展に寄与することである。

具体的には、西部州がザンビア国での主要な稲作地帯であり、かつ、モング地域が同州の主な稲作地帯であることに鑑み、実証圃場における実証試験および周辺地域の調査を通じて、稲作を中心とする総合農業技術の開発と、そのための農地整備水準の確立を図り、将来の具体的開発の手段として重要な作物生産技術指針と灌漑／水管理および農地整備指針を策定するものである。

### (2) 実証調査の計画

現地調査を中心とするステージⅠ調査、この結果に基づく実証圃場施設の建設を行うステージⅡ調査、および実証圃場における実証試験を行うステージⅢ調査の3段階に大別される。

#### 1) ステージⅠ調査（1988年3月～6月）

対象地域の調査を行って、実証圃場8候補区より、ナムジャケンデ、リアルイの2地区を選定し、ここで行う実証試験の内容を検討した。また、実証試験は行わないが、候補地外からムエケ地区ダンボを気象、水文の調査地区として選定した。

#### 2) ステージⅡ調査（1988年7月～1989年12月）

実証圃場のサイトおよび基盤整備水準を決定し、圃場周辺の測量、土壌調査を実施し、圃場施設の設計および造成を行った。

実証試験地区：ナムジャケンデ圃場(4.9haの圃場および関連施設)

リアルイ圃場 (2.0haの圃場および関連施設)

気象、水文調査地区：ムエケ・ダンボ（観測井・管理道路）

3) ステージⅢ調査（1988年11月～1992年6月）

ステージⅡ期間に造成された圃場施設を利用して、4年間にわたり、水稻作を中心とする作物の生産技術の実証試験および農家圃場における現地試験を行って、総合的な技術体系を確立して作物生産技術指針を策定するとともに、実証圃場における水管理技術の実証試験および実証圃場の施設調査ならびに氾濫原内のモデル地区における調査を通じ灌漑／水管理および農地整備指針を策定した。

(3) 実証調査の基本方針

当地域の農業は殆ど小農が担い、地域としての将来開発計画も小農の振興を重点としており、主要な農業地帯である氾濫原縁辺部では、水稻が重要な作物である。また、氾濫原では殆ど圃場基盤の整備がなされておらず、毎年の雨量や降雨パターンの変動によって生産が左右され不安定な現状であるが、圃場基盤の整備によって、水稻を中心とした安定した農業地帯開発の可能性がある。これらのこと等を考慮して、以下の諸点を本実証調査における技術体系の基本とした。

- 1) 小農を主な対象とした技術とする。
- 2) 灌漑可能な条件下での技術とする。
- 3) 畜力および人力による低コストかつ安定した水稻と畑作物の二毛作体系を主な対象とする。
- 4) 作付体系としては早生稲－冷涼乾期対応畑作物、晩生稲－高温乾期対応畑作物の2つを基本型とする。
- 5) 作物生育改善のための土壌改良に重点をおき、化学肥料の多用をさける。
- 6) 当地域の内陸漁業の重要性に鑑み、環境保全に留意し、農薬の使用を制限する。

#### (4) 実証調査の内容

作物栽培技術体系ならびに農地整備水準検討のための試験ならびに調査は以下の手順によって進めた。

##### 1) 作物栽培技術

- a) 稲作を中心とする技術体系を構成する素材技術を明らかにする試験（素材試験）を行う。
- b) 素材技術に基づいて技術体系化試験を実施し、問題点を明らかにするとともに、必要に応じ素材試験に返す。
- c) 実証された技術体系の生産費・能率・収入等を算出して、技術体系の内容を検討する。
- d) 技術体系の現地試験を実施してその適応性を検討する。
- e) 確立された技術体系をもとに、技術指針を作成する。

##### 2) 農地整備水準の検討

- a) 造成された実証試験場での灌漑・水管理試験および諸施設の調査を実施し、標準的な農地整備水準検討のためのデータを得る。
- b) 更に、氾濫原の中で実証圃場と立地条件がやや異なり広く耕作地として分布する地域のうちの代表的な区域について地形、水文、土壌、農業現況調査等を実施し、氾濫原の中でモデルとなる農地整備水準の検討を行う。
- c) 最終的に、氾濫原内における農業開発計画に適用できる標準的な灌漑／水管理および農地整備指針（標準設計基準）を策定する。
- d) ムエケ地区ダンボにおいて気象、水文、地形、土壌調査等を実施し、ダンボにおける適性作物の選択とその配置を決める標準的な土地利用方式を検討する。

### 1.4.3 実証調査の経過

既述のように本実証調査は対象地域であるモング周辺地区を含む西部州の自然状況、および農業の実体を調査して実証圃場サイトの概定を行うステージⅠ調査、実証圃場サイトの決定とその設計および建設を行い、実証圃場で実施する実証試験の計画、内容を決定するステージⅡ調査、ならびに造成された実証圃場の施設調査や将来の開発適地とみられる地区の地形・水文・土壌等の調査を行って、作物の生産技術指針および生産基盤整備指針を策定するステージⅢ調査の3段階の調査によって構成されている。

#### (1) 実証圃場の選定 (1988年2月～5月)

ザンビア国の関係機関により提供を受けた多くの有用資料を調査して、実証調査の背景となる西部州の自然環境、社会環境および農業事情を明らかにし、さらに、実証圃場の候補地(図1.4.1)としてザンビア側より提起された8地区について、周辺の現地細部調査を実施した。

上記の諸調査をもとに農業食糧水産省および西部州農業局と協議し、8候補地区よりナムシャケンデおよびリアルイの2地区を実証圃場として選定した。2地区はともにザンベジ川氾濫原内に位置している。

氾濫原のほか、台地に数多く存在するダンボも農業生産上重要と考えられるが、全般に水文・気象関連のデータの蓄積が少なく、実証圃場としての整備水準を概定するのが困難であるため、選定の対象としなかった。しかし、将来におけるダンボの農業上の有効利用を考慮して、候補地区外ではあったが、モングからのアクセスのよいムエケ地区ダンボについて気象・水文等の測定を行ってデータの蓄積を図るほか、地形・土壌調査等を実施して、ダンボの農業利用のための土地利用方式の検討を行うこととした。

#### (2) 実証圃場の造成 (1988年7月～1989年12月)

実証圃場造成地として選定した2地区周辺の地形測量、土壌調査等を行い(1988年

7月～8月)、実証圃場造成工事の実施設計、工事費見積りおよび工事請負業者の選定(1988年9月～10月)が進められた。しかし、工期および工事費等の面から請負工事は困難と判断し、JICA直営工事として行うこととなった。このような経過によって着工が遅延したため、2ヶ年に分けて実施することとし、初年度にナムシャケンデは4.9haのうち2.3ha、リアルイは2.0ha全部の圃場造成と両地区の道路、堤防、用排水路の工事を行ない、ナムシャケンデの残り2.6haの圃場造成と両地区の倉庫など構造物は次年度に施工した。また、ムエケ地区の観測井と管理用道路の工事は初年目に完了した。

### (3) 実証調査(1988年11月～1992年6月)

造成した圃場を利用して4年間にわたり、水稲作および水稲との二毛作を構成する乾期畑作物の栽培技術および水管理技術の検証を行うとともに、実証圃場の施設調査や、氾濫原において将来の開発適地とみられる地帯について土壌、水文、地形等の調査を行って、地域に適応した作物生産技術指針の策定および生産基盤整備指針策定のための資料を得ようとしたものである。

ナムシャケンデにおいては1988年/1989年の水稲作より試験を開始し、水稲作は1989/1990、1990/1991、1991/1992の計4作、両乾期畑作物の試験は1989、1990、1991の計3作の試験を行った。なお、冷涼乾期畑作物の試験は作付体系上ナムシャケンデのみにおいて行った。リアルイにおいては水稲作試験は1989/1990、1990/1991、1991/1992の計3作、高温乾期畑作物試験は1989、1990、1991の計3作の試験を行った。

上記各作期に行う各作物の素材試験に基づくナムシャケンデにおける技術体系化試験と、農家圃場における現地試験を1990/1991稲作期より開始し、1991/1992まで行った。

実証圃場のうちナムシャケンデは氾濫原縁辺部に位置し、周辺地域は農地整備等は殆ど行われていないが、広く農業が営まれている。したがって将来、何らかの開発措置がとられれば、実証圃場での成果が広く適用され得る見込みがある。一方リアルイは砂土で圃場の水の制御は困難であり、かつ、砂土地帯は農業上の重要性はあまり高くない。

以上の事情を考慮して、第2年目(畑作は1989、稲作は1989/1990)の実証試験終

了後、以降の計画検討の際、ナムシャケンデ実証圃場に重点を置くこととした。したがって、作物生産技術指針並びに生産基盤整備指針の策定は、ナムシャケンデ圃場およびその周辺の氾濫原縁辺部における実証試験、現地試験ならびに現地調査によることとし、リアルイ圃場は砂土という特殊条件下における水利用を前提とする素材試験のみを行うこととした。ナムシャケンデ実証圃場の土壌は1.5.1 に述べるように Sishanjo 土壌地帯に属し、泥炭・黒泥層が0.2～1.5 m である。稲作、畑作をそれぞれ1作行った結果から、土壌は酸性で、かつ、これらの土層が厚い場合にはその程度が甚だしく、微量要素の欠乏も推測された。このような土壌条件を考慮して、その改良対策を講ずるとともに、氾濫原縁辺部の各種の土壌地帯の調査や現地試験、および異なる条件の土壌を搬入しての試験等を行って、ナムシャケンデ実証圃場の結果を広く適用し得るように考慮して調査を進めた。

試験および調査の課題とその経過は図 1.4.2 のようで、これらの結果に基づいて体系化技術指針、個別生産技術指針、灌漑・水管理指針および農地整備指針を策定し、当地域における農業開発のための資料を提示した。

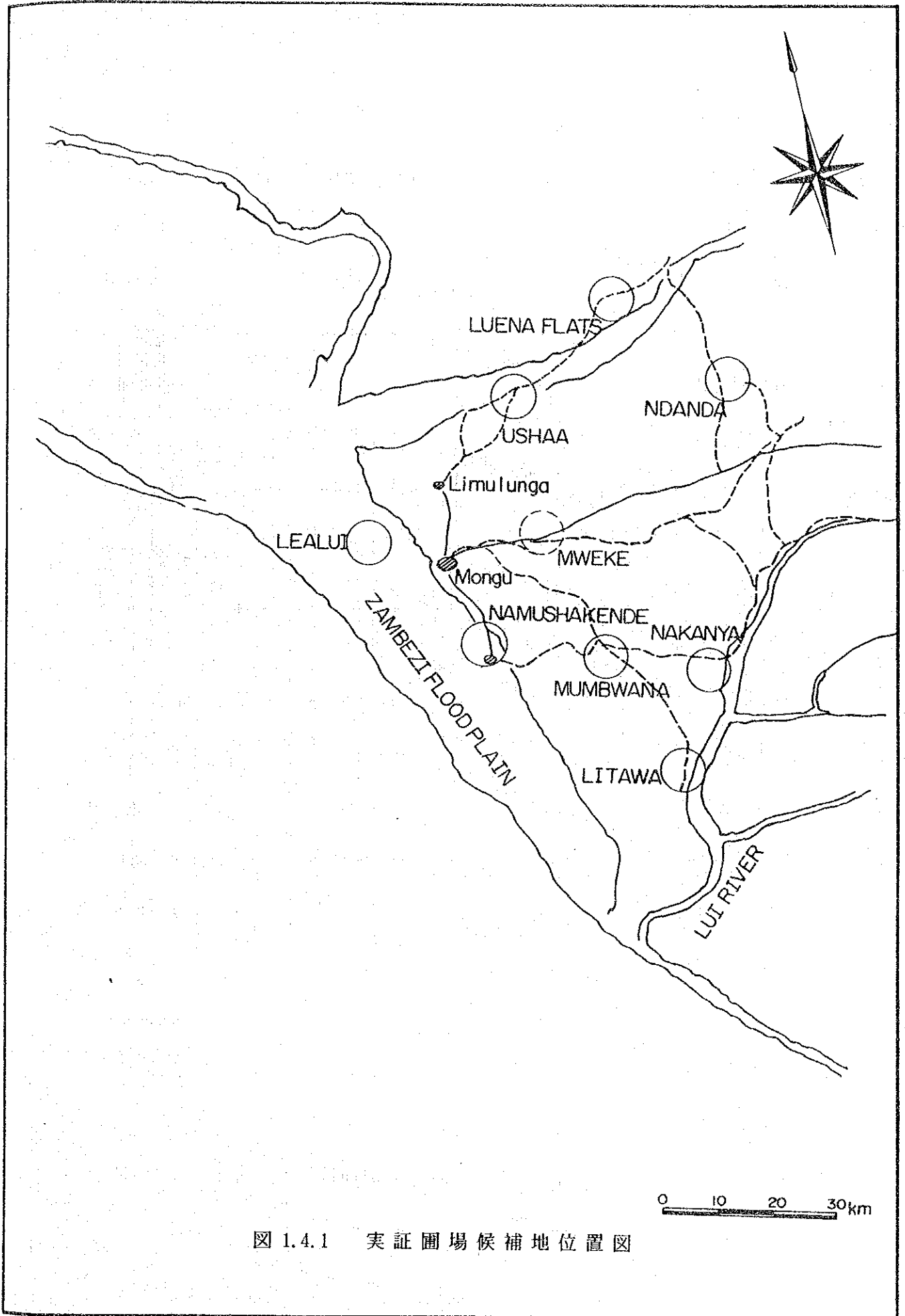


図 1.4.1 実証圃場候補地位置図

作物生産技術

1988/1989 1989/1990 1990/1991 1991/1992

成果

ナムシャケンデ

素材試験

- ・ 稲作
  - 品種・作期
  - 栽培法
- ・ 冷涼乾期畑作
  - 小麦
    - 品種
    - 栽培法
  - 野菜
    - 種類・栽培法
  - 豆類
    - 種類・栽培法
- ・ 高温乾期畑作
  - 穀類
    - 種類・品種
    - 栽培法
  - 野菜
    - 種類・栽培法
  - 豆類
    - 種類・栽培法
- ・ 土壌改良
- ・ 牛 耕

技術体系化試験

- ・ 早生水稲—冷涼乾期畑作
- ・ 晩生水稲—高温乾期畑作
- ・ 水稲—毛作

現地試験

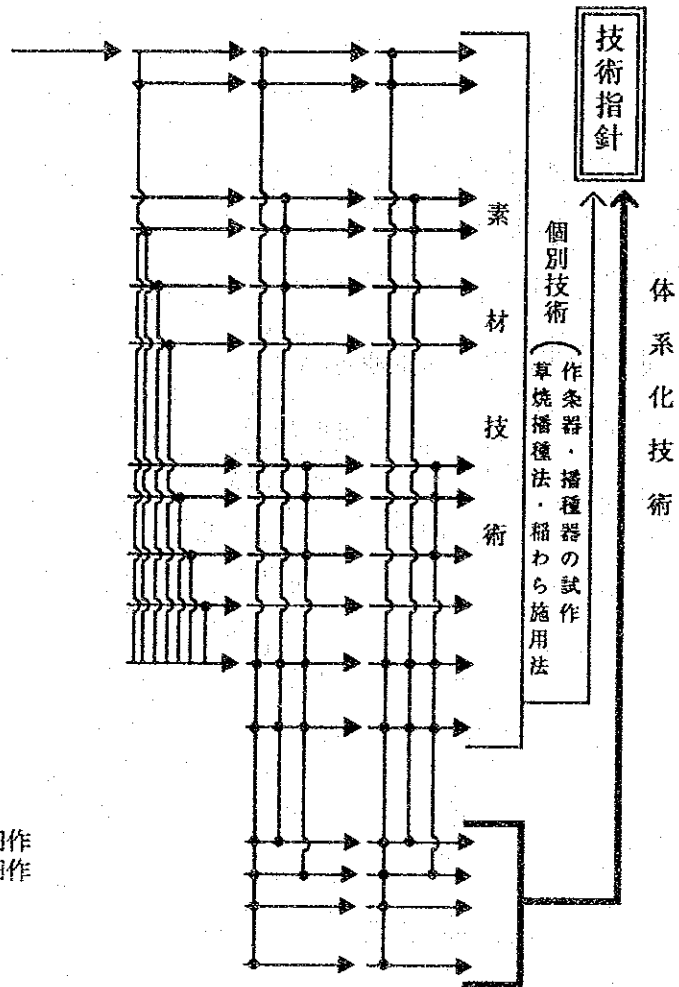


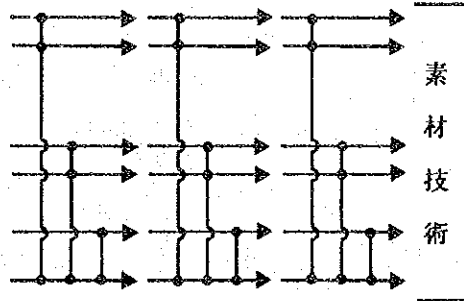
図 1.4.2(1) 実証試験の経過 (その 1)



リアルイ

素材試験

- ・ 稲作 (深水稻)  
 品種・作期  
 栽培法
- ・ 高温乾期畑作  
 穀類  
 種類・品種  
 栽培法
- ・ 豆類  
 種類・栽培法
- ・ 土壌改良

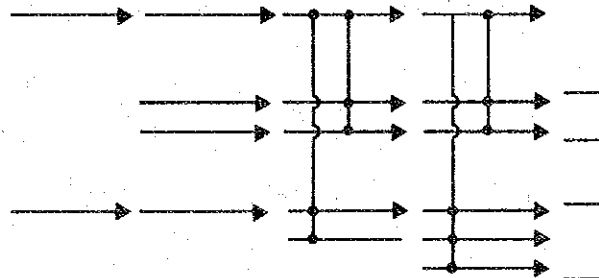


個別技術指針  
(砂土における播種法)

生産基盤整備技術

ナムシャケンデ

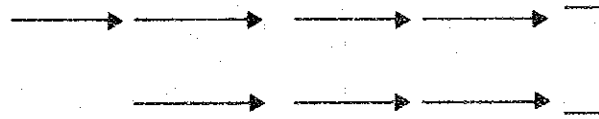
- ・ 気象・水文測定
- ・ 灌漑・水管理  
 水田灌漑・水管理  
 畑地灌漑・水管理
- ・ 農地整備水準  
 実証圃場調査  
 現地試験地調査  
 氾濫原調査



灌漑・水管理指針

リアルイ

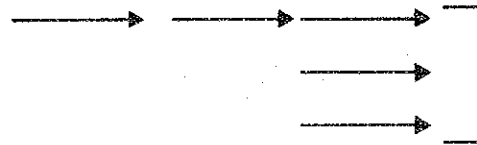
- ・ 気象・水文測定
- ・ 灌漑・水管理  
 畑地灌漑・水管理



灌漑法

ムエケ

- ・ 気象・水文測定
- ・ 土壌調査
- ・ 地形調査



土地利用方式

図 1.4.2(2) 実証試験の経過 (その 2)

## 1.5 農業実証圃場の概要

### 1.5.1 実証圃場の立地条件

#### (1) ナムシャケンデ実証圃場

ナムシャケンデ実証圃場はモンゴの南約25kmの氾濫原縁辺部で、台地縁辺と平行して走るムシアモ水路 (Musiamo Canal) に接してザンベジ本流側に位置する。モンゴからは舗装された国道が圃場の直近まで利用できるためアクセス条件は良好である。

実証圃場周辺の地形は西側 (ザンベジ本流側) に微高地、南側に低平地を一部有するが比較的平坦で、最大比高は約1 m程度である。ナムシャケンデ実証圃場は全般に Sishanjo 土壌地帯に属し、西側の微高地のみ Mataba Sitapa 土壌地帯に属している。

表層土壌の性状は、地区西側の微高地付近は約20cm厚の良く分解された黒色土壌の下に砂層があり排水良好である。しかしながら東側に向かうほど砂層までの泥炭・黒泥層が厚くなり (0.5 ~1.5 m)、また、南側低平地付近もこの層は厚く (1.5 m内外)、いずれも排水不良となっている (図 1.5.1)。酸性で、泥炭・黒泥層が厚い場合にその程度が甚だしい。このため後述するように酸性の矯正が必要である。畑作物の場合この層の厚さが20cm以下で排水が良好な条件が必要である。

ナムシャケンデ実証圃場は縁辺部の低湿地に位置するため、年間を通して台地からの湧水の供給があり、灌漑水源はこれを利用している。一方、このために地下水位は常に高く圃場西側の微高地を除き排水は悪くなっている。この地域はザンベジ本流とは氾濫原中央寄りの砂質テラスによって隔てられているため、洪水の直接的な影響は少ない。

#### (2) リアルイ実証圃場

リアルイ実証圃場はモンゴの北西、氾濫原内の陸地 (Mound) にあるリアルイ村東方に位置し、モンゴから陸路で約15kmであるが道路は不良で雨期には通行不能となり、通常水路を利用する。

リアルイ地域はザンベジ川氾濫原の中央部近くの Saana 土壌地帯に属し、高位砂質

テラス (High sand terrace) から低位侵食砂質テラス (Low sand and eroded terrace) にかけて位置している。前者は洪水の影響を受けない場所であり、おもに集落が見られ、後者は氾濫時に冠水する所で、リアルイ実証圃場はここに位置する。

実証圃場を含めてこの地域は大部分、地表から下層までほぼ均一な粗砂が厚く堆積している平坦な地域である。また、きわめて疎らな草地のため有機物の供給が少ない上に、乾燥条件下で分解速度も速く、雨期の洪水で洗い流されることなどで、表土には有機物がほとんど認められない。なお実証圃場南側に微高地があり、ここでは若干有機物を含んだ暗灰褐色の表土が認められる。また、東側の低湿地では高茎草本が密生し、薄い細粒質の表土が見られる。

雨期の洪水位は年により変動が大きく、実証圃場周辺での湛水深は0～1.0 m程度、乾期の地下水位は地表下1.5～2.0 m程度である。リアルイ実証圃場は用水源を東側の小運河 (Mwayowamo canal) としているが、乾期には地表水が涸れることもあり、地下水をポンプアップして灌漑する必要がある。また、雨期の灌漑は通常の洪水位であれば重力灌漑が可能であるが、水位が低い場合はポンプを必要とし、一方洪水位が高すぎると圃場内水位の制御は全体が砂質土で透水性が高いので困難となっている。

## 1.5.2 実証圃場の造成

### (1) 圃場造成期間

ナムシャケンデおよびリアルイ両地区の実証圃場の造成工事は1988年7月より1989年12月にかけて実施された。これらの期間は以下のように大別される。

- i) 測量、設計および工事準備 : 1988年7月～同年10月
- ii) 第1期造成工事 : 1988年11月～1989年2月
- iii) 第2期造成工事 : 1989年8月～同年12月

### (2) 圃場の施設概要

両実証圃場の主要施設について、その完成数量を第1期、第2期に分けて示すと内容は次のとおりである。

#### 1) ナムシャケンデ実証圃場

	第1期工事	第2期工事	計
圃 場	2.3 ha	2.6 ha	4.9 ha
幹 線 道 路	360 m	—	360 m
支 線 道 路	600 m	460 m	1,060 m
幹 線 用 水 路	415 m	—	415 m
圃 場 内 用 水 路	305 m	525 m	830 m
圃 場 内 排 水 路	300 m	165 m	465 m
圃 場 内 農 道	500 m	200 m	700 m
作 業 場	1ヶ所	—	1ヶ所
ムツモ水路架橋	—	1ヶ所	1ヶ所
倉 庫	—	1棟	1棟
フ ェ ン ス	750 m	640 m	1,390 m

2) リアルイ実証圃場

	第1期工事	第2期工事	計
圃場	2.0 ha	—	2.0 ha
道路	1,250 m	—	1,250 m
導水路	310 m	—	310 m
圃場内用水路	490 m	—	490 m
圃場内排水路	400 m	—	400 m
ポンプ場	—	1ヶ所	1ヶ所
作業場	1ヶ所	—	1ヶ所
倉庫	—	1棟	1棟
フェンス	760 m	—	760 m

(3) 施設の補修

第1期工事終了後、リアルイ実証圃場においては過去10年間で最大となったザンベジ川の洪水の影響を直接受けて、圃場を囲む農道と幹線用水路（導水路）に被害を受けた。

このために、第2期工事において、洪水位の異常上昇によって崩壊した農道の拡幅、嵩上げ等の改修および黒土（粘質土）による法面のアースライニングを行った。

また、導水路底部の堆積土砂の掘削、法面の補修およびアースライニングを行った。

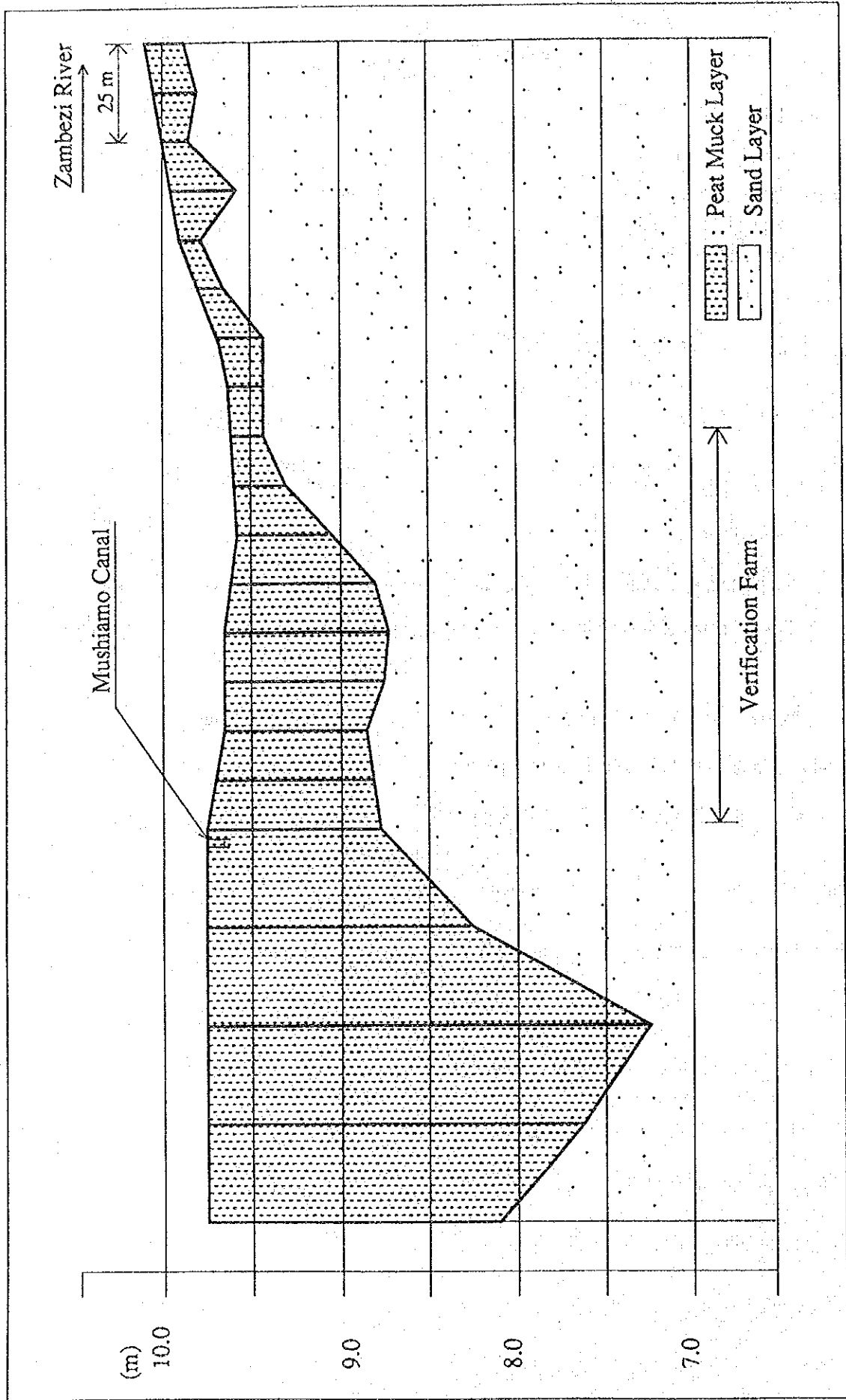


図 1.5.1 ナムシカデン土壌断面

## 1.6 実証調査の成果とその利用

既に述べたように、実証圃場における実証試験、および氾濫原縁辺部を主な対象とした現地試験や現地調査によって、図1.4.2に示す経過を経て、実証調査の成果として、作物生産技術ならびに生産基盤整備技術についての技術指針を策定した。

指針の詳細については第2章および第3章で解説するが、その利用に当たっては次の点に留意することが必要である。

指針はモング地域の氾濫原を主な対象として広く適用し得ることを目的としているが、適用すべき地点や農家の自然的、社会的環境を考慮して、指針の細部を検討する必要がある。また、作物生産技術指針は灌漑可能な条件を前提としており、生産基盤整備技術によって可能となった灌漑条件を前提として作物生産技術指針が適用される。

生産基盤整備は灌漑および水管理条件が同一な集団を対象とし、ザンビア国ないし、西部州の公的財政事情に対応し、一部可能な外国援助を考慮して、最低の整備がなされるべきであって、これに関する指針は具体的な開発計画作成の際に活用されるものである。

以上のように生産基盤整備指針（灌漑／水管理指針、農地整備指針）は具体的な開発計画策定に当たって、その任に当たる農業土木技術者によって活用され、作物生産技術指針は整備された地区において効率的な農業生産を行うため普及に携る技術者や先進的農家によって活用されるものである。





## 第2章 作物の生産技術



## 第2章 作物の生産技術

実証圃場における実証試験は技術体系を構成する素材技術を明らかにする素材試験と、これに基づく技術体系化試験を行い、さらに農家圃場における現地試験を実施した。これらの結果に基づいて以下2.1において体系化技術指針の基礎となった素材技術について述べたうえで2.2において体系化技術指針を解説し、さらに個別技術として直ちに適用可能な技術を2.3に個別技術指針として解説した。また試験実施中に明らかになった阻害要因について対策を2.4に示した。

### 2.1 素材技術

体系化技術指針策定の基礎となった各作物の栽培技術について述べる。

#### 2.1.1 水稲の栽培技術

米穀は国内需要が年々増加し、供給が追いつかない現状で、国内生産は89～90年度で約9,200t（粳）程である。その中で西部州はザンビア国内では北部州と並ぶ稲作生産地で、同年度は総生産高の35.5%、3,275tに達し、作付面積は全国の39.9%に及び、しかも作付面積、生産高ともに年々増加傾向にある。しかしながら単位収量は主要稲作生産州では最低の9袋/ha(720kg/ha)である。西部州における稲作生産は自然立地条件から主に3つに分けられ、1つは内陸のダンボと呼ばれるくぼ地、2つは内陸谷の河川沿線、そして3つ目がザンベジ川氾濫原の縁辺部および中程に出た沖積土壌地帯である。栽培法は天水や河川の洪水を利用し、畦畔は無く、いわば水稲作と陸稲作未分化の栽培法である。稲はメイズと並んで重要な換金作物で、収穫された粳は飯米を除き多くは農協を通して首都ルサカへ移送される。西部州の稲作は天水依存のため、降水量の変動に左右され易く不安定である。しかも在来農法は労力を余り掛けない粗放的栽培で、無肥料、散播、無除草のため収量水準は低い。以下に示す適品種の選定、用水の改善、施肥、除草等の励行で生産の安定、増収が期待される。

(1) 適応性品種の選定

西部州で広く農民に栽培されている品種は長稈種、短稈種、併せて5種類程度であり、河川の洪水位やくぼ地等を利用した湛水深の深くなる稲作地帯では深水稲が栽培されている。しかしながら公的機関による種籾の農民への供給体制はZAMSEED による Malawi Faya 品種を除いて無い。湛水深の浅い所で近年実験的に導入された短稈種の ITA222が広まりつつある。全国的規模で実施された国家水稲品種連絡試験は西部州ではカラボ農業開発プロジェクトで実施された。本実証調査ではここより入手した22品種の比較試験結果に基づいて、栽培容易で安定多収が得られた在来長稈種のAngola Crystal、導入短稈種では早生稲としてXiang Zhou 5, C1158 およびITA シリーズ、晩生稲としてP1369, P2023, IR8192等を適応品種として挙げる。これらの品種の過去4作の実証試験で得られた成績は表 2.1.1に示す。

表 2.1.1 主要品種特性

	品種名	収量 (t/ha)	主稈長 (cm)	生育日数 (日)
早生稲	Xiang Zhou 5	4.6~ 7.2	44~ 85	114~117
	C1158	4.5~ 6.5	33~ 42	117~131
	ITA222	4.1~ 5.8	41~ 46	120~138
	ITA225	4.0~ 4.7	41~ 50	120~138
	ITA234	4.8~ 5.3	38~ 42	120~140
	Angola Crystal	4.5~ 6.2	81~123	119~127
晩生稲	P1369	4.3 5.9	44~ 45	133~152
	P2023	4.3 5.3	46~ 50	134~150
	IR8192	4.5 5.6	53~ 54	134~153

注) 生育日数は直播による。

この試験結果は播種期を10月下旬から12月下旬までの2ヶ月間に一定のインターバルで播種した作期試験を含み、播種量は60kg/ha、畦間30cm、稲薬施用、石灰1.5t/ha、D' mix 250~300kg/ha、Urea 100~120kg/ha 使用した各試験の結果を総括したものである。生育日数は早播ほど長くなり、早生稲では10月下旬播で130~

140日、11月下旬播では120日前後になる。晩生稲では150日前後から130日前後に短縮する。早生稲では11月中旬播は3月中下旬に登熟し、後作の小麦またはタマネギの二毛作体系に十分適合する。早生稲の中でXiang Zhou 5は湛水深が47cmの所でも生育し多収を示す。また、降雨が少なく陸稲として経過した時でも根群が深く張って、水ストレスに十分耐え、収量の上がる品種である。晩生稲～メイズ・トマト体系は畑作物の在圃期間が12月上旬まで延びるので、稲の播種は12月下旬になり4月下旬に登熟する作期になる。

## (2) 栽培技術上の留意点

### 1) 栽培適期

作付時期は土性によって幅がある。ザンベジ川氾濫原縁辺部（Sishanjo地帯）の泥炭・黒泥土層の厚い所では雨期の進行と牛耕可能時期との関係で、直播では11月中・下旬までに播種する必要がある。一方、砂壤土、壤土の広がる氾濫原中程の稲作地帯では地耐力が十分にあり、水はけも良く、牛耕との組み合わせで1月始めまで播種が可能である。本体系ではSishanjo地帯の泥炭・黒泥土層の厚い所は水稲一毛作体系が適応する。一方地耐力も十分で水はけが良く且つ降雨による停滞水の出来にくいMataba Sitapa、Saana地帯では12月下旬でも乾田直播で作付が可能であり、二毛作体系が可能である。

### 2) 栽植密度

種籾は水選し、60kg/ha を30cm条間で播種する。出芽苗立ちには碎土作業が重要な鍵となるので、大部分が拳大以下の土塊となる様に十分に碎土する。乾田直播では播種後、降雨による停滞水が長引かない様に排水には留意する。

### 3) 施肥量

窒素(N)、リン酸(P)、カリ(K)いずれの要素も必須で、泥炭・黒泥土壌では特にNとPの施用効果が高い。基肥を欠くと生育、葉色ともに劣り低収となる。基肥はD' mix(10-20-10)250kg/ha を標準とする。追肥は窒素を主体とし、分けつ期および減数分裂期に尿素を各々50kg/ha 施用する。地力の高い土壌で在来種を栽培する場

合は追肥窒素を少な目に施用する。穂数増加に対する磷酸の施用効果は高い。その施用効果を表 2. 1. 2に示す。しかしながら同土壌でのK施用効果は判然としない。

表 2. 1. 2 泥炭・黒泥土壌における磷酸の施用効果(90-91)

圃場	磷酸施用 処 理	籾収量 (gm/m <sup>2</sup> )	主稈長 (cm)	籾葉比	穂数 (/m <sup>2</sup> )
A	NK	317	44.8±3.9	1.0	117
	NPK(S)	340	41.7±4.1	0.79	161
	NPK(H)	433	43.0±2.6	0.90	198
B	NK	341	39.9±2.1	0.91	148
	NPK(S)	417	42.8±1.9	0.78	231
	NPK(H)	463	42.3±3.5	0.75	256
C	NK	368	40.3±1.7	0.89	151
	NPK(S)	360	39.7±1.7	1.26	120
	NPK(H)	388	39.4±2.1	0.87	162
E	NK	248	38.2±8.7	0.56	170
	NPK(S)	383	38.6±1.3	0.66	232
	NPK(H)	343	39.4±7.4	0.68	253
E 区	NK	333	39.1±2.1	0.87	158
	NPK(S)	402	40.6±2.9	0.85	186
	NPK(H)	380	38.8±6.6	0.74	192

注) S : 磷酸標準施用処理(60kg/ha) 、 H : 磷酸多量施用処理(120kg/ha)  
供試品種 : P1369、移植

#### 4) 秋落ち対策

ザンベジ川氾濫原縁辺部の泥炭・黒泥土地帯では、生育後半に肥切れからゴマ葉枯れ病等の発生が見られる。植物体の分析の結果、N、P、K欠乏が見られ（珪酸成分も重要な要素と思われるが、現地試験所では分析困難）、牛ふん等を十分に施し地力の維持に留意することが重要である。生糞の施用は二毛作体系では分解期間が十分に取れないので施すべきではない。一毛作体系では冷涼・高温乾期に生糞を鋤込んだ後、分解に必要な時間が十分取れるので、生糞施用を秋落ち対策および増収技術として取り入れ可能である。表 2.1.3は第4年次に実施した稲糞施用効果の試験結果を示したものである。稲糞鋤込み区は非鋤込区に比べて、ゴマ葉枯れ病の発生が著しく抑制され、43%も増収した。これは高温乾期に稲糞を鋤込み、3～4回プラウ耕を実施して分解を促したためである。

表 2.1.3 泥炭・黒泥土地帯における稲糞施用効果('91-92)

稲糞処理	* 収収量(gm/m <sup>2</sup> )	穂数(/m <sup>2</sup> )	籾率比	主稈長(cm)
鋤込み	579	205	1.25	51.1±3.7
非鋤込み	404	172	1.16	46.4±4.4

\* 5%水準での有意水準(LSD 0.05=94.2gm/ m<sup>2</sup>)

供試品種：P1369

#### 5) 収穫適期の判定

収穫適期の判定はポストハーベストに関わる重要な技術で、開花後30日前後を収穫の目安にする。外観からの判定は、1穂を見て下部に若干淡緑色を残し、大部分の籾が黄金色になり、穂軸が先端2/3程度黄化した時期がこれに当たる。これより遅刈りでは過乾燥で胴割れ米が発生し、反対に早刈りでは青米が多くなり、いずれも品質の低下を招くので収穫適期の刈り取りは重要である。収穫は株元を刈り取り稲束を揃えて穂が内側になるように積み上げ、鳥害に備える。これまで在来稲作圃場で適期を過ぎても収穫されず、過乾燥になって群落全体がくすんだ褐色に変わ

り、脱粒が著しく多い圃場をしばしば見かけたが、これではいかなる品種を使用しても品質の低下は免れ得ない。

#### 6) 病害虫その他

出芽後の問題として鳥害、鼠害および甲虫類（英名：Black maize beetles、学名：Heteronychus spp）による食害がある。鳥害については鳥追い人を張り付け、鼠害については、鼠が進入してくる圃場周囲の除草の励行および鼠捕捉器を設置して被害軽減に努める。捕捉器が入手困難な場合はルアークロップとしてその周辺に稲稈を散播して本圃の被害を軽減する。甲虫類に関しては圃場に一時湛水すれば容易に防除出来る。雑草繁茂は稲が出芽して湛水に切り替えるまでの陸田期に Sishanjo、Mataba Sitapa 帯を問わず著しいので、基肥施用直後は中耕を兼ねて除草を行う。これを行なわないと稲は初期生育が抑制されて、減収もしくは収穫皆無になるので、初期除草の励行は極めて重要な管理作業である。登熟期にはまた、鼠害および鳥害が問題となるが、出芽期同様に鼠捕捉器、ルアークロップの散播および鳥追い人の張り付け等で防除する。Sefulaの現地試験では一筆に鳥害が集中し、4割の減収を招いた事例があるので鳥追い作業は重要である。カメムシの乳熟期吸汁害には品種間差および場所による差が見られ、ナムシャケンデ実証圃場ではカメムシ害が多発しやすい。イモチ病は在来種が渇水等で陸田状態で生育したときに特に蔓延しやすく、用水の管理に留意する。

### (3) 牛耕と地耐力の関係

#### 1) 牛耕導入に必要なコーン支持力の推定限界値

耕起、砕土を畜力に依存する技術体系では牛耕の導入時期と地耐力の関係は雨期の進行と関連して非常に重要である。Sishanjo帯に位置するナムシャケンデ実証圃場で泥炭・黒泥土壤における牛耕とコーン支持力の関係は次のようであった。泥炭・黒泥土層の厚い（60cm以上）圃場での牛耕導入推定限界値は10月末で5、10、15cm深度で、各々2.45、1.13、0.72 kg/cm<sup>2</sup>であった。そして蹄埋没地点のコーン支持力は同深度で1.8、0.68、0.46 kg/cm<sup>2</sup>であった。同一圃場で年次を変えて同時期に測定した結果、表層より0.94、0.79、0.87 kg/cm<sup>2</sup>で中型牛が問題なく通過し、一



方、蹄埋没地点のコーン支持力は表層より0.94、0.38、0.34 kg/cm<sup>2</sup>であった。この2回の実測結果より牛耕導入には表層5cm深の値よりも10、15cm深度値がより重要と思われ、少なくとも0.8kg/cm<sup>2</sup>以上が中型牛の耕起作業に必要と推定された。

## 2) 地耐力の経時的変化と牛耕導入

雨期始めから湛水するまでの2ヶ月余り、同Sishanjo帯の泥炭・黒泥土壤と砂質土のコーン支持力および含水比を経時的に調査した。比較的表層が乾いている雨期始めのコーン支持力は、泥炭・黒泥土壤では表層から下層へ減少し、砂質土はその逆となった。地耐力は泥炭・黒泥土壤においては雨期の進行とともに表層のコーン支持力が漸次減少して下層のコーン支持力に近ずき、最終的に差がゼロとなった。砂質土は飽和水分点に達しても3深度のコーン支持力は並行して推移し、5cm～15cm深で2～9 kg/cm<sup>2</sup>あった。すなわち、泥炭・黒泥土壤は表層が乾燥していても下層は湿潤状態でコーン支持力は急減し、砂質土は湛水しても相当なコーン支持力を維持している。以上の結果からみて泥炭・黒泥土層の厚い排水困難な所は周年、牛耕導入は困難であり、砂質土は湛水しても可能である。