

第5章 小規模灌漑開発計画策定：アクションプラン

本章では、小規模灌漑開発に係るアクションプラン策定について述べる。このアクションプランは、ザンビア国政府が本件調査対象地域において小規模灌漑開発を引き続き展開していく際の指針、手引きとなる。アクションプランは小規模灌漑開発に始まり、小規模灌漑施設の運営・維持管理、灌漑農業の実施、農民組織化、さらに事業費や実施体制、また年度別実施計画を含めて策定される。

5.1 小規模灌漑開発戦略と開発フレームワーク

5.1.1 小規模灌漑開発の位置づけ

本件調査で提案する小規模灌漑は、ザンビア国灌漑セクターの上位計画である国家灌漑計画（NIP）に示されている「Smallholder Irrigation」に位置づけられる。NIPでは灌漑の類型を受益農民の種別によって区別しているが、ここでは灌漑施設の運営・維持管理が小規模農民の手によってなされているならば、工事自体を農民自らが行おうと、政府やドナーの支援のもと建設業者が行おうと、いずれも「Smallholder Irrigation」として類別されている。

この状況下、農民にとっての小規模灌漑の形式や灌漑方法は様々となり、簡易的な灌漑施設から、ダムやため池、またポンプ場やパイプラインなどを備えた恒久灌漑施設などに至るレベルも存在する。それらを踏まえ、下表 5.1.1 および表 5.1.2 の中で、小規模灌漑（Smallholder Irrigation）を調査計画段階や、設計、施工、そして維持管理という各種工程において細区分し、本件調査で取り扱う範囲を明確にする。

表 5.1.1 ザンビア国における各灌漑施設仕分けの枠組み

NIP category	Gravity Distribution			Reservoir	Pump		Remarks
	Temporary	Permanent			Manual e.g. treadle	Engine/ motor	
		< 50ha	50 ha =<				
Peri-urban		○	○	○		○	
Out-grower		○	○	○	○	○	
Smallholder	○	○	○	○	○	○	
本件調査	○	○		△	○	△	
Large scale			○	○		○	commercial
Other private		○	○	○		○	

出典: JICA 調査団

表 5.1.2 ザンビア国における灌漑施設に係る各種工程の管轄範囲

NIP category	Planning/ Designing		Construction			O & M	
	Personal	Government	Self (organization)	W/ Gvt technical advice	Contractor	Self (organization)	Entrusted
Peri-urban		○		○	○	○	○
Out-grower		○	○	○	○	○	○
Smallholder	○	○	○	○	○	○	○
本件調査		○	○	○	Skilled labor	○	
Large scale	○	○	○	○	○	○	○
Other private	○	○	○	○	○	○	○

出典: JICA 調査団

本件調査で取り扱う小規模灌漑は、重力式灌漑を最優先とする。重力式灌漑の主たる施設は取水堰であるが、その構造としては簡易堰と恒久堰の両者を取り扱う。また、後者においてはフルレベルの EIA が要求されない 50ha 以下を基本とする。計画や設計は恒久堰については州 TSB や郡 TSB が中心になるが、簡易堰においては普及員や農民自らが中心となる。建設の主体は簡易堰および恒久堰ともに受益農民であり、施設完成後の維持管理はすべて農民が行う。

5.1.2 小規模灌漑開発の目的

小規模灌漑開発・振興を通じて、政府職員の能力向上、灌漑施設の施工・維持管理に係る農民組織の設立、簡易もしくは恒久タイプの灌漑スキームの開発、乾期灌漑農業や雨期初頭の補給灌漑の開始などの成果が期待される。また、これら成果の発現により一部で発生している食料不足の解消や、野菜に代表される換金作物栽培による農民の生計改善が見込まれる。農民の生計改善は、今日ザンビア国政府が提唱する貧困削減にも寄与する。以下に小規模灌漑開発に係る成果、目標、上位目標を述べる。

上位目標： 様々な作物展開に基づく農民の生計が向上することによって、調査対象地域の貧困層が減少する。

事業目標： 乾期営農や雨期初頭の補給灌漑をもって、食糧不足の解消ならびに換金作物の生産が可能となることから、関係小規模農民の生計が改善される。

- 事業成果：
- 1) 政府職員により、小規模灌漑開発に係る技術的な知識や技術の習得が実施される。
 - 2) 農業普及員の支援等により、小規模灌漑スキームの施工、運営・維持管理に責を有する農民組織が設立される。
 - 3) 現地派生材料を用いた簡易堰、また外部投入資材をもって恒久施設を有する灌漑スキームが建設される。
 - 4) 建設された灌漑スキームによって、乾期灌漑農業や雨期初頭における補給灌漑が可能となる。

5.1.3 計画策定における開発課題と開発機会の検討

政府職員や農民を対象としたワークショップや聞き取り調査を通じて、開発の機会や開発課題を特定した。これらをアクションプラン策定において、いかに活用するか、あるいはいかに対処するかといったことを表 5.1.3 にまとめる。大きな方向性としては、1) 特に簡易施設灌漑においてはフロントラインの普及員である BEO や CEO を最大活用する、2) 簡易灌漑施設のみならず恒久灌漑施設の建設においても、農民の自助努力を最大限求める、また、3) IT 技術の活用、すなわち携帯電話やラジオ番組などの媒体を積極的に活用していくこと等が挙げられる。

表 5.1.3 開発の課題と機会のアクションプラン策定への取り込み

開発機会／強み	小規模灌漑開発への組み込み／処方
1. 技術を有する政府職員の存在	簡易堰はもろんのこと、恒久灌漑施設についても土木建設業者に頼らず、州 TSB、郡 TSB や普及員を中心にして建設を進めることとする。また、恒久施設の設計についても、州 TSB や一部では郡 TSB を中心として進めていく。このことにより灌漑施設の設計・建設費用を抑えることができる。
2. 確立された MACO の組織体制	灌漑システムの展開によって、日頃縦割りとなっている政府職員間の連携が進むこととなる。例えば簡易灌漑施設は、郡の TSB 職員の指導・助言により BEO や CEO 職員の活動展開が進む。恒久灌漑施設においては州の TSB 職員の支援により郡の TSB 職員の活動展開が進んでいくこととなる。
3. 潤沢に分布する枯渇しない通年河川	地域に潤沢に存在する小規模河川は簡易灌漑施設の開発に適しており、中規模河川は恒久灌漑施設の開発に適している。それら各所において BEO や CEO は灌漑施設開発に携わる機会を得ることができる。
4. 豊富な土地	難しい土地収用や交換分合などを行うことなく、灌漑開発を進めていくことができる。BEO や CEO は、灌漑開発に際し、最初にその土地の地主の合意を得ることさえできれば、以降スムーズに開発を進めていくことができる。
5. 灌漑施設施工に必要な現地派生材料の存在	灌漑施設の建設に当たり、できるだけ現地派生材料を使うこととする。それによって簡易灌漑施設はほぼゼロコストにて建設を進めることができる。また、現地派生の砂や砂礫、石などは恒久灌漑施設建設の材料として用いることができる。現地派生材料の利用により建設コストを抑えることができる。

6. 携帯電話の利活用	小規模灌漑開発プログラムの展開にあたり、管轄エリア上の全ての政府職員を対象とした「bulk text message service」の積極的な活用を進める。このサービスによりプロジェクトの進捗状況を始め、政府職員間における同僚の活動の成果状況を知ることができ、ひいてはそれらが職員同士の啓発につながっていく。また、BEO や CEO は灌漑開発に関係する農民との会合や堰建設、営農普及を行う際、携帯電話を活用して日程の確認を行うことができる。
7. ラジオ番組の利活用	ラジオ番組を積極的に活用して、小規模灌漑開発の活動内容を広域に普及させていく。ラジオを聴いた農民はより一層小規模灌漑開発に係る情報を得ることができ、さらなる興味、積極性が生まれてくることとなる。また、BEO や CEO は、農民らへ灌漑開発に係る技術をより円滑に浸透させていくことができる。
8. PRP 予算の活用	セメントを始め、鉄筋や砂、砂礫など外部からの購入が必要な施工材料を調達することにより、より多くのサイトで恒久灌漑施設の建設が可能となる。
開発課題／弱み	
小規模灌漑開発への組み込み／処方	
9. 灌漑技術者の不足	灌漑に係る技術を習得している職員が非常に少ない。それゆえ灌漑施設建設においては、複雑多岐な灌漑技術を必要としない単純な構造のものとする必要がある。水路の路線選定においても、測量器具ではなくラインレベルを用いることを基本とする。なお、コンクリート構造物を含むそれら恒久灌漑施設の設計・建設においては、相応の技術を有している州の灌漑技師が中心となって進める必要がある。
10. 広大な普及管轄エリア	2009 年末時点において、約 1/4 の普及員にバイクが支給されている。これらのほとんどは BEO である。それゆえ小規模灌漑開発は BEO を中心にして活動展開を図る必要がある。また、政府からはバイクの支給のみに留まり、十分な燃料が支給されていない状況にあるため、CEO が自身の管轄範囲で活動を進めていけるよう、自転車等の支給を検討する必要がある。
11. 移手段の不足	
12. 少数の土地所有者	伝統的権威に属する土地では、事前に権威までの土地利用に関する了解をとることが必要である。小規模灌漑で開発される農地面積は、通常、5～10ha を越えないため、事前に BEO や CEO が村長とともに伝統的権威まで説明・協議を行えば理解を得ることは容易であると思われる。また、灌漑農地内には、通常、数人の土地所有者（既存の土地利用者）しか存在しないケースがほとんどであるが、この場合には、乾期の灌漑作りに限って土地を分割して関係する灌漑メンバーで利用することが必要となる。土地所有者に対しては、例えば堆肥を入れることによる土壌改善を行う他、ケースによっては生産物の一部を納めること等によって対応していく。
13. 貧相なインフラ（特に道路）	調査対象地域の道路網（輸送用道路）の内、幹線道路は比較的整備されているが、その密度は非常に低い。また、農村部から幹線道路までの取り付け道路は雨期の間は泥濘化する他、整備状況が悪い。そのため、特に辺鄙な農村部を対象とした場合、BEO や CEO は荷組みの影響を受けない作物の奨励を進めていくことが望まれる（例えば、グリーンメイズ、豆類）。
14. 高額な化学肥料	化学肥料は高価で FSP/FISP で支給される補助金付き肥料を除けば、多くの農民はアクセスするのが困難である。よって、堆肥活用の奨励を行う必要があるが、旧来より使用している堆肥（heap compost）は窒素分の固定がなされないため、相応の効果を得ることが難しい。このため、ボカシ堆肥の導入を計画する。なお、化学肥料は速効性があるため、ボカシ堆肥と併用して使用することが望まれる。堆肥と化学肥料の混合利用により、高価な化学肥料がより土壌内に保持され、結果、作物に有効利用されることとなる。

出典: JICA 調査団

5.2 小規模灌漑開発

本件調査で提案するのは重力式の小規模灌漑を主としている。開発にあたっては、適切な取水ポイントを見つけることが開始点となる。そして、現地状況に応じた簡易堰の建設、それを用いた灌漑の実施を経験した後に、恒久堰へのアップグレードを考える。もちろん、政府やドナー支援によっては、当初からの恒久堰建設もありうるが、かなり大きな河川規模であっても、簡易堰による取水は可能である。すなわち、簡易堰による灌漑を経験した後、農民の自立発展性を見ながら、外部からの物的・資金的な投入が必要な恒久堰へと進むことを原則とする。

5.2.1 重力式灌漑に適した取水可能サイト

重力式灌漑システムは取水堰から始まる。ポテンシャルをもったサイトは、通年流量を維持している事が必要条件である。また過去の事例等から深い水深を持つ河川は好ましくなく、水面と周辺の地盤高の標高差が 2m を越えると取水堰で水位を上げ、水路へ重力導水することはかなり困難となる。優良な取水地点はイラストに示すように、大抵その村の村道近くにあることが多い。

村道は、河川が浅い所、あるいは周辺地盤との標高差がさほど大きくない所で河川を横断することが多いためである。また、小さな落差工（小さな滝）の直上流部も周辺地盤と河川水位の標高差が小さくなる場合が多い。その付近から取水すれば、うまく等高線に沿う水路に河川水を導くのが容易となる。

5.2.2 簡易堰の建設

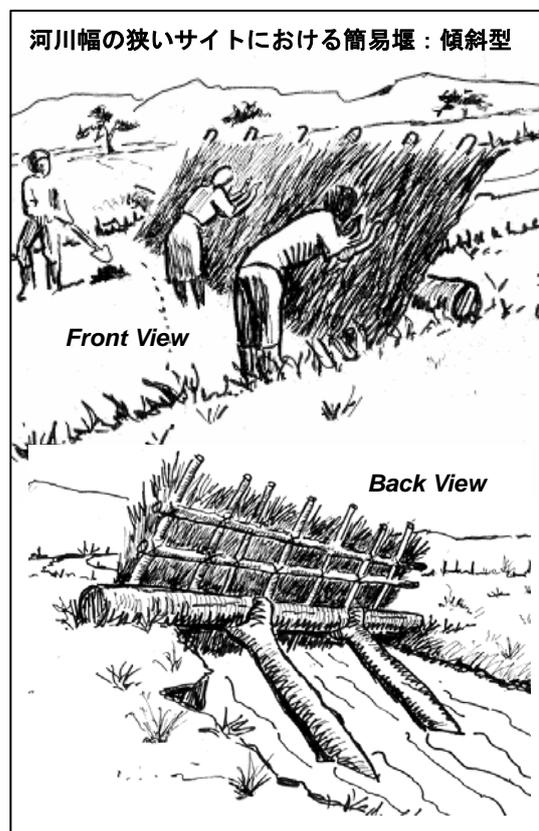
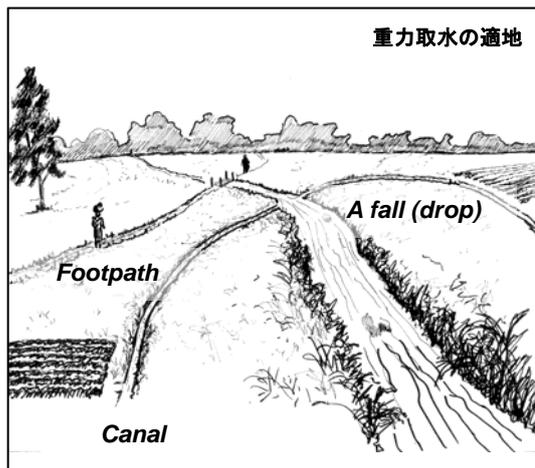
簡易堰は以下の4タイプの堰を提案しているが、その建設はいずれも現地派生材料にて行うものである（詳細については「技術マニュアル Part II Process Description Manuals」で紹介）。もちろん、現地農民や農業普及員らの斬新なアイデアもあるため、堰のタイプはそれら4種にとどまらず多くの形状がありうる。建設に用いる現地派生材料は木杭や木の幹、また枝、竹や草、土、粘土などである。これらの材料を用い工夫を重ねながら建設していくことが必要である。

- 1) 傾斜型：Inclined type diversion weir
- 2) シングルライン型：Single-line diversion weir
- 3) ダブルライン型：Double-line diversion weir
- 4) 三角錐支持型：Trigonal prop diversion weir

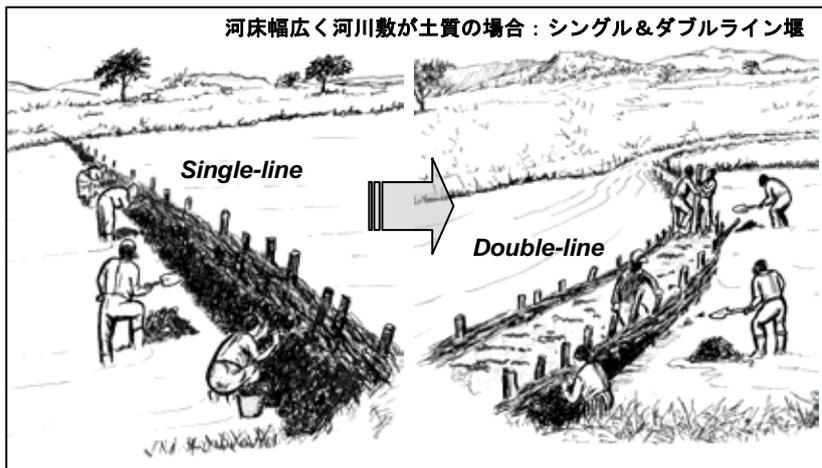
狭い河川、沢などにおいては、傾斜型の堰を簡単に設けることができる。最初に1) 河川へ大きな横木を渡し、2) その横木を支えられる2股の形状をした木を右図のように支柱にして機能させるよう設置し、3) 次にその横木の前面に縦に竹や小枝、アシやヨシなどを並べていき、4) 最後にその上へ草を敷き詰め、さらに粘土を盛り土して完成させる。この施工工程は、簡易堰施工の中において最も簡易である。対象となる河川の幅や水深にもよるが、半日から最大でも2日程度で堰を完成させることができる。

比較的広めの河川においては、基礎地盤の状況（土質、岩盤）により主に2種類の堰建設方法がある。基礎地盤が土質である場合は、まず1) 河川を横切るように30~50cmほどの間隔で木杭を基礎地盤に打ち込み、2) 次に刈り取った草をその木杭に交互に編み込んでいき、3) 最後に上流川から粘土をかぶせ敷き詰めしていくことにより堰本体を固定していく。この堰はシングルライン堰と称するが、構造的には非常に簡単で、ダンボ地帯などに適している。堰本体の工事は、半日から最大でも2日程度で終了可能である。

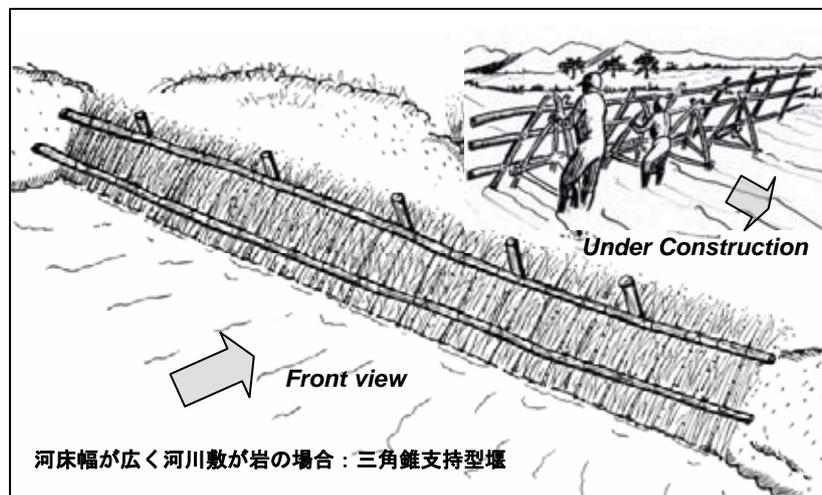
シングルライン堰を建設した後、堰堤から漏水が生じるような場合は、そのシングルライン堰の下流側70~150cmほど離れたところにもう一つのシングルライン堰を設け、その2つの堰の間に粘土を敷き詰め締め固めることにより、より強固な堰とすることができる。このダブルライン堰は河川を横断するための村道としても機能する。



農民はダブルライン堰を恒久的に使用することを望んでいる場合がある。雨期には堰の解体が望ましいが、農民は恒久的な使用を望んでか解体しないサイトも散見される。洪水が発生すれば堰は破壊されるが、例えばその堰堤の幅が 1.0m 以上のものであれば、堤体の一カ所が壊れた後、そこを通じて洪水が流下するため他の部分が残ることも多い。すなわち、壊れそうな箇所だけを雨期が来る直前に解体しておくということも考えられる。この際には壊れる周辺部に杭を打ち込むなどして補強しておくことが望ましい。これにより、雨期の洪水で流された箇所の修復が容易となる。



基礎地盤が岩である場合は、上述のように木杭を地盤に打ち込めない。そのような場合には、相応の水圧に対応する堰を支える構造物が必要となる。一つの施工方法として河川を横切る堰を受け止めるために三角錐を一定間隔で河川を横断して設置する方法がある。その施工方法は、まず、1) 堰本体を設置したい位置の下流側にて 100~200cm 間隔で一連の三角錐を設置し、2) 竹などを 30~50cm おきに三角錐の支柱へ水平に設置しながら一連の三角錐を固定し、3) 次に木の枝や竹、アシ、ヨシなどをその前面に縦に並べていき、4) 最後に草を敷き詰め、その上へ粘土を打設することにより完成させる。



5.2.3 恒久堰の建設

本件調査では恒久堰も取り扱う。調査地域に広がるダンボ地帯には有機物が堆積して軟弱地盤を形成している。そのため、コンクリート構造物を設置すると自重により沈み込み、崩壊する危険性がある（右写真参照）。この例では堰下部において 20cm 程の空隙が発生しそこから漏水している。このため、本件調査では、深いダンボ地帯での恒久堰建設を推奨せず、地盤の安定した地点でのみ建設することを提案する。



ダンボ内に建設された恒久堰の一例であるが、20cm を越える不等沈下が発生している。

本件調査では、1) バットレスを設けた練り石積み堰、2) バットレスを設けたコンクリート堰、そして 3) 重力式練り石積み堰の 3 種類の恒久

堰を取り扱う。必要とされるセメント量を最小限に留めるため、初めの2種類の堰についてはバットレス式の支柱を設け堰体を自立させる。ただし、堰高がある一定以上になると擁壁式の堰は水圧に対して屹立することが困難となることから、重力式などの安定した構造を選択することが求められる。堤高に応じて推奨される恒久堰の構造を下表に示す。

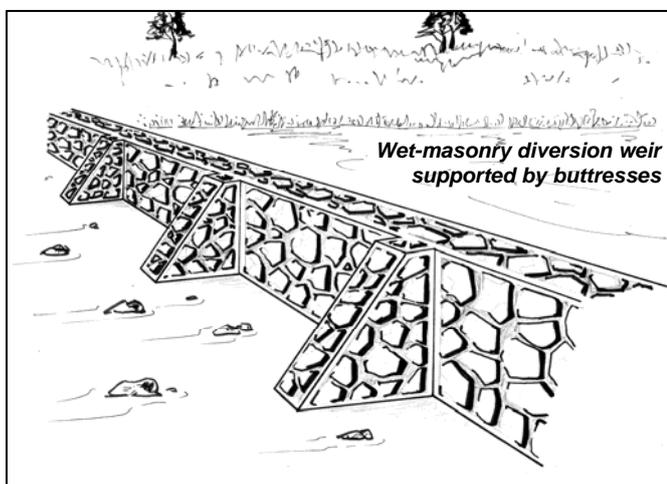
表 5.2.1 堰高に応じて推奨される恒久堰構造

Height	Type to be Selected	Remarks
$H \leq 1.5 \text{ m}$	Wet-masonry wall type	
$1.5 < H \leq 2.0 \text{ m}$	Wet-masonry/Concrete wall type	According to the site condition either type be applied.
$2.0 < H \leq 3.0 \text{ m}$	Concrete wall type	No more than 3.0m height shall be tried.
$2.0 < H \leq 5.0 \text{ m}$	Wet-masonry gravity type	1) No more than 5 m height shall be tried under direct force account construction. 2) Between 2 – 3 m of height, either type be applied according to the site condition, e.g. in case that there are lots of stones, this type can be applied.

出典: JICA 調査団、the height (H) in the table shall not include the height of basement

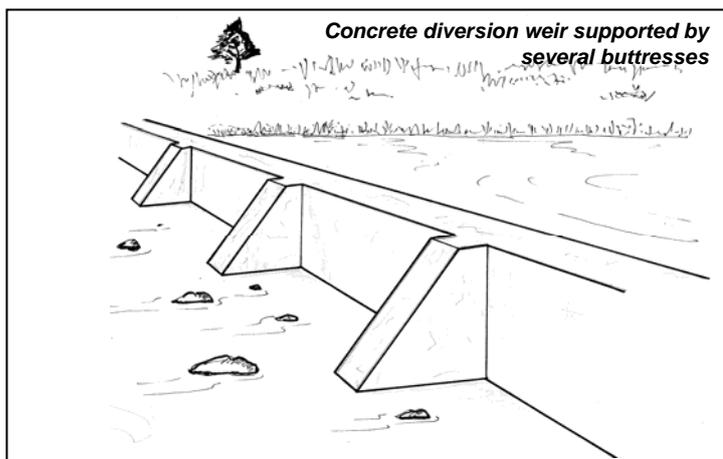
1) 練り石積み堰

練り石積みタイプの堰は、粗石・岩とモルタルにより形成される。このタイプの堰はザンビア国ではあまり一般的ではないが、基盤のしっかりしたサイトでは適用可能である。標準タイプではセメントモルタルを用いるが、慣れないうちは簡易堰としての粘土モルタルで始めても良い。このタイプの恒久堰を設置するには、まず河川のうねり具合に注意しなければならない。河川の蛇行具合から将来河道の移動が予想される場合には、同タイプの建設は適さない。この観点から、粘土モルタルを用いた簡易堰から始めることは危険分散の意味から有効である。なお、練り石積みタイプの場合、堰高は 1.5m 程度とし、基礎厚を除いて 2m を越えない程度とする。



2) コンクリート堰

コンクリート堰は機能的にはセメントモルタルによる練り石積み堰と遜色ない。しかしながら、このタイプの堰はコストが高く、熟練工等の人材を要する。このため、練り石積みタイプが建設困難な場所に限ってコンクリート堰を建設することを基本とする。具体的には、堤高が練り石積みでは安定性に欠ける 1.5~2.0m を越える場合にコンクリート堰を選択する。

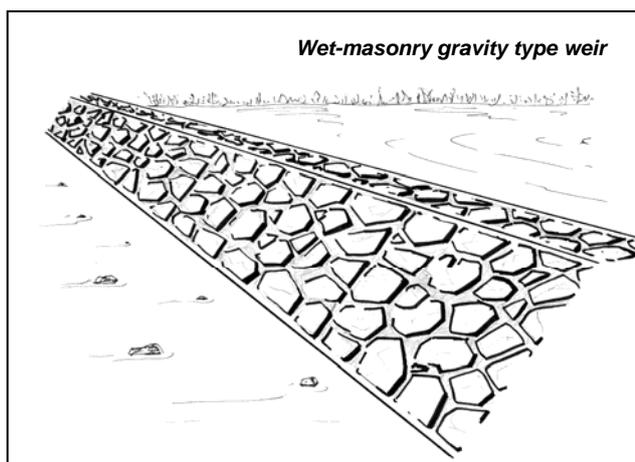


堤高が 1.5m~2.0m の間にある場合、基盤がしっかりしていて粗石などの材料が容易に得られる際にはこれら材料を大量に使用する練り石積み構造を採用すべきである。その他の場合はコンク

リート堰とする。また、堤高 1.5m 以上の堰建設は危険が伴うため、必ず灌漑技術者による監理のもと実施する。

3) 重力式練り石積み堰

設計堤高が 3.0m を越える場合、擁壁式の堰では耐久性・安定性に欠けることから重力式堰を選択する。ただし、重力式は容積が大きく、より多くの建設資材が必要となるため、比較的安価で建設可能な練り石積みタイプを第一候補とする。恒久堰の建設は直営方式を基本とするが、郡・州 TSB 職員による監理のもと、受益農家と雇用された熟練工が実際の作業に従事する。このため、堤高の高い堰を建設するのは危険であり、本件調査では基本的に 5m 以上の堰は扱わないこととする。

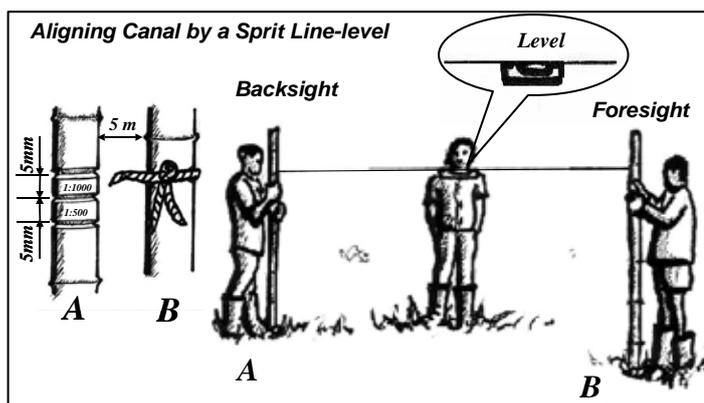


5.2.4 水路の建設

水路路線の選定は簡易水準器を用いることを基本とする。等高線栽培等で用いられているラインレベル（約 US\$3）を用いるが、通常は 5m 離れた 2 本の支柱に同じ高さに紐を通し、その中間にラインレベルを設置する。そして支柱を交互に移動させながら、2 点間の高さが同じ地点を探しながら等高線を追いかけていくことになる。

対する水路路線の場合は、その路線に沿って一定の縦断勾配をつけることが必要となる（通常、1/500～1/1000 勾配）。そのため、先に進む支柱の結び目を 5mm、もしくは 10mm ほど高くしておく（イラスト参照）。そして、一定方向に支柱を置きながら水準器の気泡が中央にくる地点を探す。進行方向の結び目が 5mm、もしくは 10mm 高くなった状態で水準がとれるので、自動的に、進行方向の地盤面が 5mm、もしくは 10mm 下がっている。これを繰り返して、水路の線形を選定する。

水路の建設は、鍬やショベルなどの農機具を用いることを原則とする。岩が水路路線上に発現するような場合は、大型ハンマーやピックが必要となるが、これらは郡 TSB よりの支給を原則とする。水路掘削完了後、水路表面の土砂が水流によって洗掘を受けないように、ライニングを行うことが望ましいが、粘土や石、またレンガ等が第一に推奨される。コンクリートは高価



であるため、政府やドナーからの支援は恒久堰などの主構造物を原則とし、水路のコンクリートライニングに関しては灌漑で得た便益の一部を使って農民自らが行うことを提案する。

5.2.5 小規模灌漑施設の建設

施設の建設にあたっては、簡易堰はもちろんであるが、恒久堰においても州や郡 TSB 職員、普及員、そして農民らの直営工事によって行うことを原則とする。大工や石工等の専門業者は雇用するものの、工事全体への土木施工業者の雇用は原則として考えない。簡易堰の場合は、一部、

大型ハンマーやピックなどの貸し出しが必要となるものの、政府職員の主たる役割は技術的なアドバイスである。また、近傍の簡易堰サイトへの相互訪問などを実施し、農民を相互にモチベートするのも普及員の役目となる。

恒久堰建設の場合は、外部から調達すべき必要資材—セメント、鉄筋、ワイヤメッシュ、型枠用木材等—は政府やドナーの調達・供与を原則とする。また、大工や石工などの専門業者に対する賃金支払いも政府やドナーの負担を原則とする。その上で、農民は現場で入手可能な砂や骨材を準備するほか、単純労務一式を無償提供することとなる。

5.3 小規模灌漑施設の運営・維持管理

小規模灌漑施設の運営に当たっては、できるだけ受益者へ均等に灌水量を分配することが重要となる。重力式灌漑システムの場合、上流側が取水の点からはより有利となるのを避けられないが、これに対応するため、ローテーション灌漑を導入する。また、施設に関する維持管理は農民自身が行うことを基本とする。政府職員（普及員）は必要に応じて指導・助言を行うこととなる。

5.3.1 均等な灌水分配：ローテーション灌漑

基幹水路からの灌漑用水の分配に関しては、1) 常時通水を保つ基幹水路から2次支線掛かりへの定比均等分水と、2) 2次支線水路間でローテーションを行う分水の2つの手法がある。前者は幹線水路が常時通水を確保していることが必要で、2次支線水路掛かりの圃場へ面積に応じた水量が分水されていく。後者のローテーション灌漑は、2次支線水路掛かりの各圃場への分水を交互に展開していくものである。

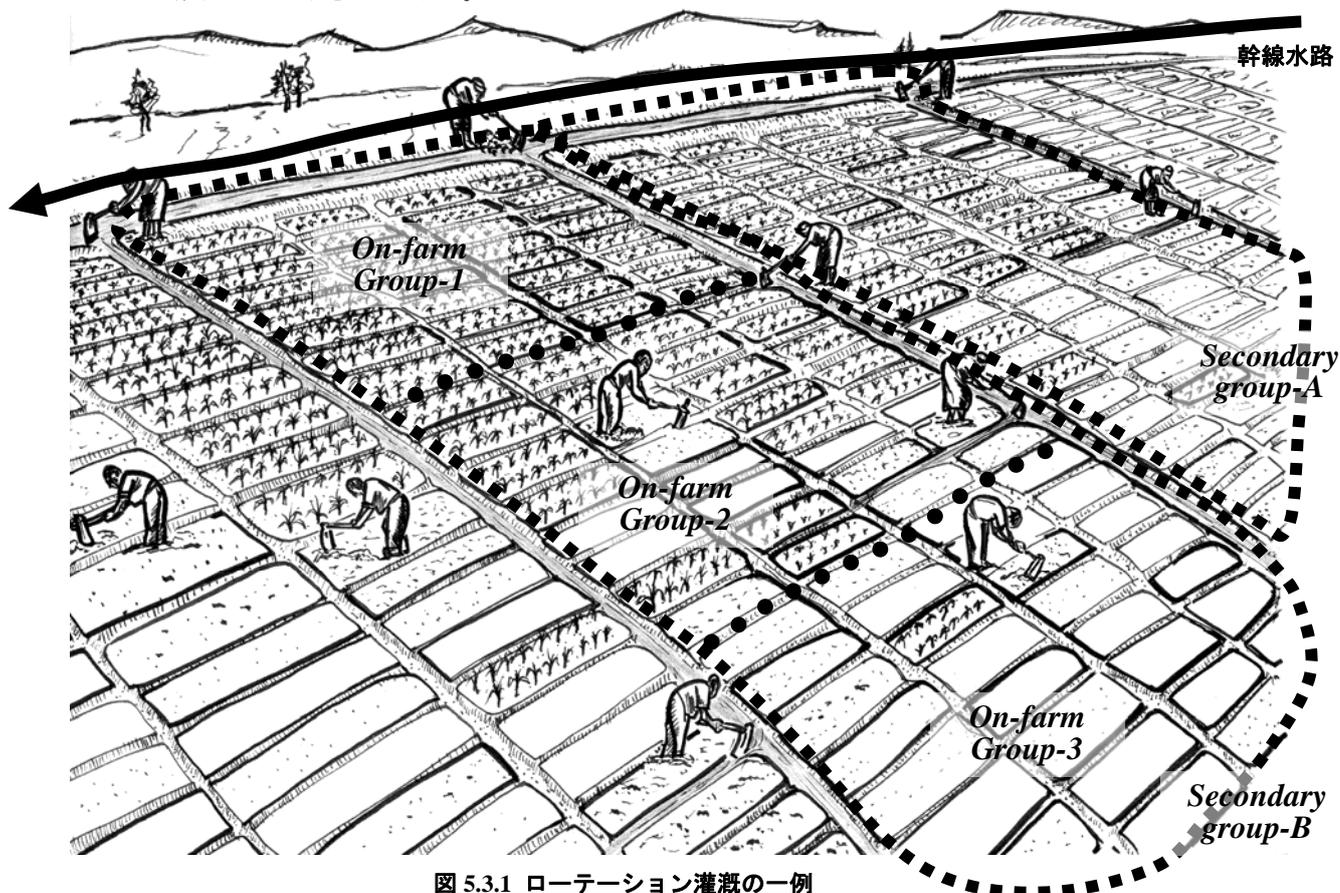


図 5.3.1 ローテーション灌漑の一例

前者においては、2次支線水路へ分水されていく灌水量は、灌漑される圃場の面積により調整

されている。その調整は分水ゲートの開口度合いや、ゲート開閉調整によってなされる。他方、ローテーション灌漑方式は、2次支線水路掛かりの圃場へ分水を行う際、2次支線水路を交互に通水する。すなわち、対象となる2次支線水路掛かりの圃場へ通水が行われている間は、他の圃場への通水は停止することとなる。比較的小さな規模で灌漑を行う本小規模灌漑開発では、より簡易でかつ均等に灌水量を分配できるローテーション灌漑方式の導入を基本とする(図 5.3.1 参照)。

5.3.2 灌漑工程

効率よく灌漑を行うためには、灌漑工程を農民の農作業の実体に即して計画することが必要である。灌漑工程は、灌水日数や灌水時間に基づき決定する。また灌漑の間断日数は土壌特性や作付け作物の種類によって左右されるが、おおむね8日を越えることは避けるべきである。表 5.3.1 に灌漑工程の一例を示す。2次支線水路一本あたり平均して4人の農民が灌漑を行っており、日当たり最大では12時間灌水するケースを示している。

表 5.3.1 灌漑工程の一例

計算条件：2次支線水路 x8、2次支線水路当たりの農民数 x4人

幹線水路	グループ当たりの最大灌漑期間		2次支線水路レベル		グループ当たり灌漑時間	適用
	2次支線水路数	日	時間	農民グループ数		
8	1	12	4	1	3	○
			2	2	6	○
			1	4	12	○
4	2	24	4	1	6	○
			2	2	12	○
			1	4	24	
2	4	48	4	1	12	○
			2	2	24	
			1	4	48	

注意：灌水は最大でも8日間に1回は実施されるよう計画する。

5.3.3 灌水量の算定

作物の必要灌水量は、作物が順調に生育していく時の土壌と葉からの蒸発散量として算定される。FAO 技術書 No.45 を下に代表的な作物毎の必要水量を求めると下表のようになる。粗灌漑揚水量を求める際の総合灌漑効率率は50%と仮定している。また、農民は畑地に対しては日中しか灌漑を行わない(対する水稲は24時間灌漑が可能である)。よって、12時間灌漑を行うという前提の下で、ha 当たり必要灌漑用水量を求めると概略 2.4 ㍓/秒となる。逆に 1 ㍓/秒の水量があれば 0.42ha が灌漑できることとなるが、目安としては毎秒 1 ㍓当たりの水量で 1acre 程度の畑地の灌漑が可能となる。

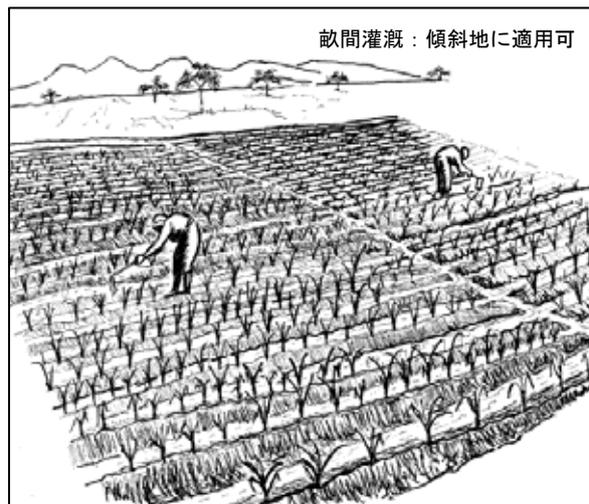
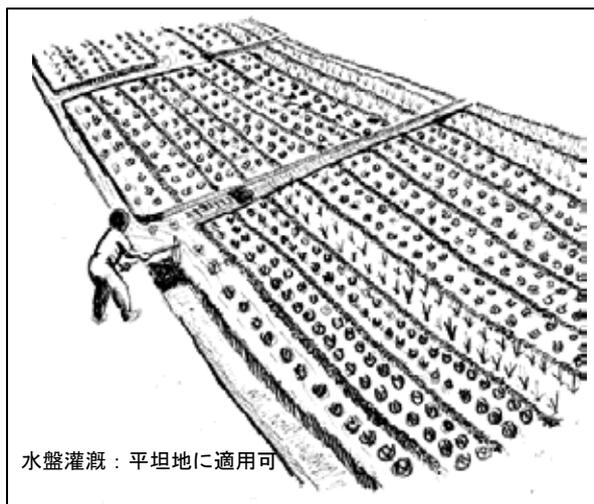
表 5.3.2 単位面積当たり灌水量

作物	必要水量		生育期間 Days	純用水量 (NCWR)		粗用水量 (NCWR/0.5)	
	mm depth or litter/m ²	m ³ /ha		m ³ /ha/ day	liter/s/ha	m ³ /ha/days	liter/s/ha
Beans	180 - 300	1,800 - 3,000	120	15 - 25	0.2 - 0.3	30 - 50	0.4 - 0.6
Onion	300 - 400	4,000 - 5,000	90	44 - 56	0.5 - 0.7	88 - 112	1.0 - 1.4
Maize	320 - 450	3,200 - 4,500	120	27 - 38	0.3 - 0.5	54 - 76	0.6 - 1.0
Potatoes	340 - 520	3,400 - 5,200	120	28 - 43	0.3 - 0.5	56 - 86	0.6 - 1.0
Cabbage	350 - 500	3,500 - 5,000	90	39 - 56	0.5 - 0.7	78 - 112	1.0 - 1.4
Tomatoes	390 - 550	3,900 - 5,500	90	43 - 61	0.5 - 0.7	86 - 122	1.0 - 1.4
As a thumb of rule (in case of 24 hours irrigation):							1.2
As a thumb of rule (in case of 12 hours irrigation):							2.4

出典：FAO Irrigation and Drainage Paper No.45, FAO 1989

5.3.4 圃場内の灌漑

小規模灌漑における圃場内灌漑方式としては、地表灌漑方式を採用する。この地表灌漑の代表的なものとしては、1) 水盤灌漑：sunken-bed、2) 畝間灌漑：furrow がある。水盤灌漑方式は、比較的平坦な地形で採用される。この灌漑方法は柑橘類や小麦、牧草、米などの株を並べて栽培する作物に適している。水盤灌漑は、適切に管理した場合、80%以上の灌漑効率を保つことができる。対する、畝間灌漑方式は、圃場内の畝間へ灌水する灌漑方式である。メイズや豆類、タマネギ、トマト、ジャガイモなど広範囲の作物灌漑に適している。この灌漑方法は斜面での灌漑に適しており、畝間へ流れる水が畝山へ浸透していくことにより灌水されていく。



5.3.5 維持管理

維持管理は普及員による指導や助言を踏まえて、農民自ら進めていくことが基本となる。維持管理作業は、主要構造物である堰や、水路、また付帯構造物に対して必要となる。維持管理作業は、1) 灌漑開始前のやや大がかりな作業と、2) 定期的な作業に2分される。前者は、乾期が始まる直前に行うことが望ましいが、簡易堰の建設を含め、水路沿いの草刈り、また水路内の堆積土の浚渫などがあげられる。後者の定期的な作業は、小規模な水路内の除草や堆積物の浚渫等が考えられるが、灌漑シーズン中、少なくとも1ヶ月に1回程度行うことが望ましい。

1) 堰の維持管理

現地派生材料を用いて建設された簡易堰は、毎年の灌漑期が始まる前に堰自体を再建設、あるいは雨期を越えて堤体が残存している場合には補修を行うことが必要である。シーズン中、漏水が発生するような時には粘土などを堰前面に追加で投入することが必要となる。なお、当該シーズンの灌漑が終了した後は、その堰を解体し、大きな丸太や杭などの部材を村に保管しておくことが望ましい。雨期の洪水でそれら資材が流されることを避けるとともに、これら資材を次の灌漑期に再び使用するためである。

他方、恒久堰については定期的な維持管理は必要としない。代わって、堰構造に問題が発生していないかチェックするために、1週間に1回程度、目視によって点検、診断を行うことが望ましい。表面やコンクリートの打ち継ぎ目などにクラックが発生していないか、また、地盤が軟らかい場合は堰本体に不等沈下などが発生していないかなどを注意しながら、点検・診断を行うことが必要となる。

2) 水路の維持管理

水路に関係する維持管理作業は、通常、除草や各種沈殿・堆積物の浚渫が主となる。水路内の雑草や木の根などは、通水を遮断する要因となる他、木々の根は水路土手壁に穴を開け、漏水を招くこともある。水路内の堆積土などは通水能力の低下に繋がることが多い。それらを踏まえ、維持管理作業は通常、灌漑期が始まる前に進めておくことが必要である。なお、除草や根の除去、また土砂の浚渫作業を行う際には、現況の水路形状を崩してしまわないよう留意しなければならない。

5.4 灌漑農業開発計画

灌漑開発と農業開発は車の両輪となっており、高品質で十分な量の収穫が得られなければ、例え灌漑開発が計画通りに進んでも農民の生計向上は望めない。このため、本章では市場志向型農業に向けたアプローチを示すと共に、土壌改善計画、また推奨される作付体系について提案する。

5.4.1 市場志向型農業開発計画

市場は日々変化しており、これを正確に予見することは困難である。このため、ある時点での市場動向に合わせて、例えば推奨作物を固定する等の計画を策定することは現実的ではなく、実際には、市場の動きに合わせて各農家が具体的な意志決定をその都度行っていくことが求められる。このような背景の下、本項では、こうした具体的な意志決定を行うに当たりどの様な項目について配慮するべきかを述べる。

1) 作物別収益性予測

考慮すべき項目は各作物の収益性であり、当然、条件の許す限りより収益性の高い作物を作付することが合理的な選択となる。ただし、収益性は作付けされる地域や時期、品質等様々な要因によって変化するため、あくまでも検討材料の1つとすべきである。その上で、調査対象地域における平均的な収益性を比較すると、最も収益性が高い作物としてZMK3.6百万/リマのタマネギが挙げられ、これにキャベツ（ZMK2.7百万）、ジャガイモ（ZMK2.1百万）が続く（下表参照）。

表 5.4.1 主要作物の収益性（ZMK/リマ）

No.	Crop	No. of Samples	Cost	Income	Net Income	Cost/Income
1	Onion	90	1,177,000	4,821,000	3,644,000	24%
2	Cabbage	76	1,897,000	4,561,000	2,664,000	42%
3	Irish Potato	27	654,000	2,749,000	2,095,000	24%
4	Chinese Cabbage	29	861,000	2,662,000	1,801,000	32%
5	Tomato	156	1,090,000	2,854,000	1,764,000	38%
6	Beans	20	201,000	1,800,000	1,599,000	11%
7	Rape	106	785,000	2,343,000	1,558,000	34%
8	Groundnuts	89	150,000	1,616,000	1,466,000	9%
9	Green maize	194	464,000	1,637,000	1,173,000	28%
10	Okra	19	598,000	1,568,000	970,000	38%
	(Total)/ Average	(806)	738,000	2,520,000	1,782,000	29%

出典：収量調査、JICA 調査団 2010 & 2011

注：1. 収穫面積は実際に圃場で測定した結果を下に補正している。2. コストには家族労働を含まない。3. 収入には自家消費分も当該箇所の農家軒先価格を用いて金額換算した上で加えている。

収益性の大きな要因を占める投資費用も重要な要素となる。仮に収益性が高くとも、単位面積当たりのコストが大きい場合、投入資源の限られている小規模農家にとってはその作物は選択肢から外れる。例えばキャベツの収益性は極めて高いものとなっているが、その他の作物に比べ投入コストは著しく高い（ZMK1.8百万/リマ）。農業がある一定以上のリスクを伴うものであること

を考慮すると、投資費用を所得に対してあまり高くすべきではない。

もう一つ重要な点は、上述の収益性は表中に示されているコストを以て初めて実現可能な収益性であるということである。高い収益性に魅力を感じてキャベツを作付しても、十分な資材を投入できない場合、収益性が他の作物を下回る可能性もある。例えば、冬トウモロコシは通常収益性が高い作物とされているにも関わらず、収量調査の結果は 1,173,000ZMK/リマで、上位にはランクされていない。この原因の一つを低い施肥水準（低い量の化学肥料）に求めることができる。

下表に示すとおり、同国での推奨量である 50kg/リマ以上施用しているのは、D-compound で全体の 50%、尿素でも 47%である。逆に 30kg/リマ以下の農家がそれぞれ 31%、36%を占めており、不十分な施肥量が低い収益性の要因となっていることが示唆されている。このように、十分なインプットを準備できない場合、期待された収益が得られないことが予想されるため、そのような農家は比較的インプット要求量が少ない作物を選ぶことも重要である。例えば、豆類などはその代表である。

表 5.4.2 冬トウモロコシ栽培における施肥水準別農家数

Amount of Fertilizer Applied per lima	D-compound	Ratio	Urea	Ratio
50kg or more	97	50%	91	47%
40~50kg	15	8%	17	9%
30~40kg	20	10%	17	9%
0~30kg	46	23%	52	27%
0kg	16	8%	17	9%
Total No. of Samples	194	100%	194	100%

出典: 収量調査、JICA 調査団 2010-2011

3) 技術水準

経済的な要因だけでなく、技術的な側面も作物選択の重要な要素である。栽培指針に従っていても多くの変動要因により生産量が増減する中、全く予備知識がない状況で新規作物を導入するには多くのリスクが伴う。例えば、マンサ郡でみられた例では、Grade 9 の生徒が自らトマト栽培を始めていたが、病害が発生している個体をそのまま放置していたため、他の個体に広がっていた。また、Mbala 郡の例でも、殺虫剤散布のタイミングを逸したことからキャベツが大きく被害を受けていた。こうしたことから、近隣に栽培経験を持った農家がない様な作物を導入する場合には、小規模で始める等の配慮が必要である。また、こうした新規作物を導入する場合は、普及員の果たす役割が大きくなる。

4) 労働投入量

調査対象地域での実質灌漑面積は一農家当たり 0.87 リマ程度（47m 四方）であり、この規模であれば労働力がそれ程大きな問題となることはない。しかしながら、投入できる労働力は直接的に灌漑可能面積に影響する。表 5.4.3 は労働者雇用の有無による灌漑面積の違いを示したものである。これによると労働者を雇用していない農家の灌漑面積 0.57 リマ/世帯に対し、労働者を雇用している農家の灌漑面積は 1.00 リマ/世帯と、1.8 倍の面積を有している。このように、労働力は灌漑可能面積に直接関わる項目であり、さらなる耕地面積拡大を目指すとき、ボトルネックとなりうる。

表 5.4.3 労働者雇用の有無による灌漑面積の違い

Item	Area Irrigated (lima/households)		
	Without Labor	With Labor	Average
Average	0.57	1.00	0.87
Max	3.53	5.28	8.33
Min	0.01	0.03	0.02
No. of Samples	318	229	471

出典: Harvest Survey by JICA Study Team 2010

Note: Average is inclusive of both plots cultivated with and without labor.

労働者の雇用に関しては、雇用する資金の問題に加え、時期も大きく関係する。例えば、11月から12月にかけては雨期作トウモロコシの準備期間に差し掛かり、家族労働もそれに多くが割かれ、結果、農業労働従事者を確保することも困難になる。そのため、この時期に収穫を予定するような作付体系とする場合、労働需要が競合してしまう。このため、十分な労働力が見込めない場合は、労働力が集中する時期を避けることが必要である。

5) 栽培期間

作物ごとの栽培期間も無視できない要素である。レープ等の葉物野菜は比較的短期間で収穫可能である一方で、タマネギは6ヶ月程の栽培期間を要する。水が確保されている灌漑農業では天候変動によるリスクは低いといえるが、栽培期間の長短は病虫害の被害やその他様々なリスクに直結する。もう一点、栽培期間は、現金収入が得られるまでの期間を意味している。小規模農家のキャッシュフローは極めて限定的であり、多くの場合直ぐに現金が得られる作物が好まれる。このため、例え予想される収益率は高くとも、タマネギの様な栽培期間の長い作物を導入する場合は慎重な判断が求められる。

現金収入のタイミングに関して考慮すべき点としては、家計支出の面からの検討も必要である。季節ごとに予測される支出があり、例えば、就学年齢の子弟を持つ家庭では、1年に3回の学校関連費（PTA会費など含む）が必要となる。また、雨期作の準備、Chitemene、Funjikilaの準備などに人を雇用する場合もあり、こうした項目にどれ程の現金が必要になるかという点も考慮して作付作物を決定することが望ましい。この意味では、短期間で収入が得られ、需要の多いレープは最も融通の利く作物であるといえる。

6) 価格変動

市場動向の変動は価格情報に反映される。例えば、Kawambwa郡の中心地からほど近い農村部では、トマトの価格は季節によりZMK50,000/basketからZMK100,000/basketの間で変動していることが分かった。同様にタマネギの価格もZMK20,000/5kgからZMK40,000/5kgと最安値から最高値の間に2倍の開きがある。すなわち、販売価格は収益性を左右する最も重要な要素といえる。収量を2倍にすることは困難だが、時宜を得た販売戦略を採ることで収益を大きく増やすことが可能となる。このため、作付時期の選択は、作物の選択と同様、非常に重要な判断材料となる。

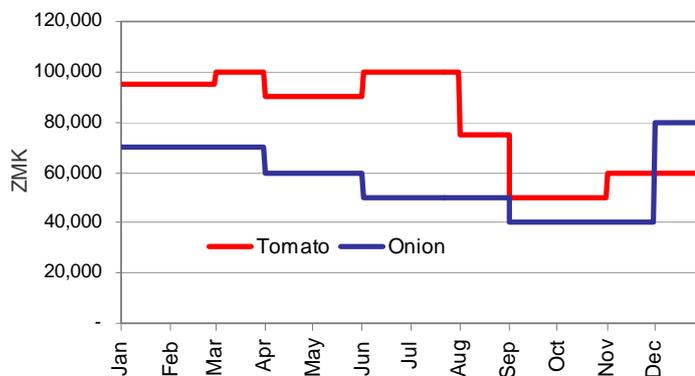


図 5.4.1 トマトとタマネギの価格変動例
Note: Tomato (per basket), onion (per 10kg)
出典: Interview to Farmers in Kawambwa (2010)

7) 品質管理

販売価格が収益性を決定づける非常に重要な要素であるのと同様、作物の品質は販売価格を決定する重要な要素となる。高品質なものに高い価格がつけられるのは言うまでもないが、品質についてはもう一つ重要な示唆がある。例えば、冬トウモロコシの価格はサイズによって変動するが、ある程度大きければ1個ZMK1,000、小さければZMK500というように、かなり大まかな価格付けがなされており、重量に応じた連続性はない。逆にいうと、ある程度の大きさの商品を

揃えることができれば、大幅な（1個あたりでは倍半分の差）収益増に繋げることが可能となる。

8) 市場へのアクセス

市場志向型農業を目指す上での最重要項目は市場へのアクセスにあるといえる。灌漑開発により水を確保し、高品質な作物を生産しても、フェアな価格で市場に出せなければ生計向上は望めない。これまでに述べたとおり、何処でいつ誰に売るかで価格が大幅に変わってしまう。村内で販売する場合にはあまり高い価格は望めないが、もし町場まで足を延ばすことができればそのコストを上回る収入が得られる可能性がある。

このため、どの様な作物をいつ栽培するだけでなく、市場へのアクセスを高める努力をすることが重要である。これまでも、Mbala 郡の農家が Copperbelt 州でタマネギを販売することで2倍の価格で売ること成功している事例もある。また、Mpika 郡では、コンゴからタンザニア国との国境に位置する Nakonde まで買い付けに行く途中だった仲買業者と農民がたまたま知り合いになった例がある。結果、農家にとってはこれまでよりも高い値段で売ることが可能となり、業者にとっては輸送距離を大幅に減らすことができるようになった例が報告されている。

市場へのアクセスは市場までの距離、道路のコンディション、輸送手段に支配されており、こうした Win-Win の状況を構築することは容易ではない。本件調査の収量調査によると、サンプル農家（854 サンプルの作物別データ）のうち 15%が仲買業者への販売を行っており、75%は村内か近くの町場まで自ら運んでいるとのことであった（10%は複数先販売およびその他）。上述の通り都市部への販売に成功した農家は大幅な収入増を実現していることを考えると、今後、仲買業者との取引を通じたマーケティング戦略を強化していく必要性が伺える。

ここまで述べたとおり、小規模灌漑開発のポテンシャルを形あるものとするためには、上述のような項目を検討しつつ合理的な意志決定を行っていく必要がある。特に、市場アクセスについては、これが最後のボトルネックとなる可能性があるため、主要道路沿いでの長距離トラックをターゲットとした販売（Mbala 郡での事例）、グループ化を通じた簡易契約栽培（Mpika 郡での事例）、あるいは、トラックを借り上げての都市部への販売などに挑戦することが開発機会となる。しかしながら、農民が最初から全てを自ら行うことは困難であり、特に市場情報について十分な情報を入手できないことが多いため、農業普及員などによる支援が必要となる。

5.4.2 土壌管理計画

灌漑農業を振興するにあたっては、土壌肥沃度の低さが大きな課題となる。本地域の土壌は「アクリソル（acrisols）」と呼ばれる酸性の赤色土壌が支配的で、土壌サンプル試験における pH 値は 3.9~4.7、平均は 4.2 であった。また、土壌の養分保持能力を示す陽イオン交換容量（CEC）も総じて低く、日本で適正とされる「20 以上」に対して、平均値は 4.3 cmol(+) \cdot kg⁻¹ であった。このように、本地域における土壌の化学的特性は総じて未発達であり、養分の保持能力も低いことから、高価な化学肥料を施用しても本来の効果が得られず、無駄を生じている可能性もある。

このような不利な土壌条件に対応するためには、化学肥料だけではなく土壌の物理性を改善する意味からも有機質肥料の投入が薦められる。有機肥料の作成にあたっては、より短期間で準備が整う「ボカシ肥」の導入が推奨される。3ヶ月以上要していた従来の堆肥と大きく異なり、好気性の微生物（土着菌）を有効利用した「ボカシ肥」はおよそ 2~3 週間で完成可能なため、雨期作の終了直後に堆肥作りを開始しても十分に灌漑乾期作に間に合う。なお、こうした効果的な有機肥料の普及を図ることを目的に、ボカシ肥の作り方およびボカシ肥を作る際の有機質分解の促

進剤となる「種ボカシ」の作り方を技術マニュアルとしてとりまとめている。

土壌改善効果を高める対策として、豆科作物を用いた混作が薦められる。豆科植物は根粒菌の働きを得て空気中のチッ素を固定するため、チッ素分の低い土地においては土壌肥沃度の改善が期待できる。パイロット事業では、試行的にメイズと立性のマメの混作を行った。対象地域では、ジャガイモやサツマイモなどの作物の茎葉部をよく食しているが、立性マメの場合立ったまま収穫ができるため、作業が楽になるという利点もある。ただし、立性マメの場合メイズに巻き付いて生育を阻害することがあるため、メイズがある程度成長してから植える必要がある。

特定の作物を連作すると、病気や線虫による被害など様々な障害を引き起こすことが知られているが、これを防ぐ最も効果的な方法は輪作の導入である。輪作体系を考えるにあたり、特に化学肥料を購入できない農家には、豆科植物の導入が薦められる。例えば、1年目には落花生などの豆科作物を植え、翌年から野菜などの栽培を始めるという形態が薦められる。なお、輪作を行う場合、同じ科に属する作物同士（例：キャベツ、白菜、レープ）だと輪作効果が低くなるため、科の異なる作物同士を組み合わせることが必要となる。表 5.4.4 に輪作体系の事例を示す。

表 5.4.4 輪作体系の事例

No	Dry 1		Wet 1		Dry 2		Wet 2		Dry 3		Wet 3		Dry 4
1	Tomato		-		C cabbage		-		Green Maize		-		Cabbage
2	Green Maize		-		Tomato		-		Onion		-		Carrot
3	Cabbage		-		Soybean		-		Tomato		-		Onion
4	Soybean		Sunflower		Tomato		Maize		Groundnuts		Maize		Soybean
5	Rape	G Maize	-		Soybean		-		Onion		-		Groundnuts
6	Groundnuts	Cabbage	-		Green Maize		-		Soybean	Tomato	-		Onion
7	Eggplant (continuous harvest)				-		-		Groundnuts		-		Rape

注: This model assumes that rain-fed maize is managed in different plots except No.4 (conservation agriculture).

5.4.3 推奨作付体系

1) 混作の導入

農業生態的条件や技術レベル、投資可能金額、市場アクセスなど各農家のおかれている状況は様々であり、調査対象地域全域に画一的な作付計画を適用することは妥当ではない。ここでは、本件調査地域全域に共通してみられる特性—溶脱が進み肥沃度の低い土壌—において適用可能な営農技術としてインタークロッピング（混作）の導入を推奨する。

混作は圃場内生態系の多様性を高め、作物生産をより安定させる営農技術である。混作条件下では、複数の作物を空間的・時間的に組み合わせることで、まず単位面積当たりの生産量が飛躍的に増加する。また、種の多様性を高めることにより病虫害被害のリスクが軽減される。さらに、茎葉部・地下部それぞれの形態、成長動態の違いにより、水や養分、日光の利用効率が改善される。また、土壌表面を覆う被覆作物を利用した場合雑草の発生も抑制できる。

混作には主に、畝や条に1種あるいは2種以上の作物を植えつける「条播栽培」や带状に作付けする「带状栽培」、畝や条の区別無くランダムに植える「混播栽培」、時間的に若干の重複を以て作付けする「リレー栽培」などがある。調査対象地域でこれまでに観察された事例としては、落花生の中に若干のかぼちゃを植えるタイプの混作、冬トウモロコシの株間に豆類を植えるタイプの混作などがある。

広い範囲に渡って土壌の劣化が進んでいる本地域では、肥沃度の低い土壌への対策を考慮した作付体系とすることが望ましい。この一環として推奨される混作の例は、マメ科作物との組合せである。豆科作物を作付体系に組み込むことにより、窒素固定を通じた土壌改善効果が期待できる。さらに、キマメ (Pigeon pea) などのマメは比較的根を深く張ることから土壌の物理性改善にも効果がある。

マメ科作物には高タンパクという利点があることも見逃せない。本地域では栄養失調によりおなかを大きく腫らせた子供が散見されることから、高タンパク食の導入により栄養改善を図ることができる。こうしたことも考慮しつつ、混作では例えば、「冬トウモロコシ+ツル性のマメ (リレー栽培)」、「冬トウモロコシ+マメ科一般 (ツー・バイ・ツー農法)」、「冬トウモロコシ+キマメ」、「冬トウモロコシ+ササゲ (Cow pea)」、「キャベツ+トマト」、「キャベツ+タマネギ」といった組合せが推奨できる。

2) 推奨作付体系

推奨可能な作付体系の例とそこから予想される収益を 1 リマ (1/4ha) あたり、1 世帯あたりの平均灌漑面積である 0.89 リマ、そして 0.25 リマあたりに分け次表に示す。本地域では 3 月から 4 月初旬に雨期が開けることから、雨期が終わりを迎える 4 月に前年に建設した簡易堰の再建設や水路の補修などを行うと共に、この水を利用して乾期作の準備としてボカン肥を仕込むことが望まれる。そして 5 月中旬からいよいよ乾期作物の作付け開始となるが、表 5.4.5 に 6 パターンの作付けモデルを、また以下に概要を示す。

- 1) 第一の例がグリーンメイズと立性マメの混作である。立性マメはグリーンメイズが十分な高さに達してから植えつけることが望ましく、ある程度遅くなっても、収穫後のメイズ茎を利用して生育できるため問題はない。
- 2) 次の体系はトマトの単作であるが、単一の作物を植える場合でも時期をずらして植えることが推奨される。時期をずらして少しずつ作付けすることで、作付けや収穫の労力が分散できると共に、天候変動のリスクが軽減でき、家族労働で可能な範囲の量で継続的に収穫できることとなる。さらに価格変動があった場合のリスク管理にもなる。
- 3) 第 3 の作付けパターンは、落花生とキャベツの輪作である。1 年目には豆科作物を作付けし、2 年目から野菜の栽培に入るパターンを示している。土壌肥沃度の改善を通じて化学肥料購入にかかるコストを低減することができ、また、1 年目の収益を利用して、インプットの嵩む野菜栽培へスムーズに移行することも期待される。
- 4) 第 4、第 5 の作付体系は混作の体系である。上述のように混作は病害虫の発生を防ぐなど、適切な組合せを選択することで相乗効果が期待できる。第 4 の作付けパターンはトマトとキャベツ、そして第 5 の作付けパターンはキャベツとタマネギの混作を示している。
- 5) 最後に 2 毛作の事例を示す。灌漑開始 2 年目以降には、水路も完成しており作付も予定通りに開始することが出来ることから、乾期の中に 2 回の作付が可能である。ただし 2 作目の収穫が雨期にずれ込む可能性があることから、降雨の影響も考慮すべきである。一方、そうしたリスクがある反面、販売価格の面では雨期開始直後はより高い価格帯が期待できる。

表 5.4.5 乾期灌漑作として推奨される作付体系と予想される 1/4 リマあたり収益性 (例)

Area	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Expected Profit
Other Activities	Weir & Canal		Bokashi Compost		Conventional Compost			ZMK per 1.00 lima
								ZMK per 0.87 lima
								ZMK per 0.25 lima
Pattern 1 G-maize & beans (0.25 lima)			Green Maize		Relay planting	Climbing Beans		2,772,000
								2,412,000
								693,000
Pattern 2 Tomato (0.25 lima)			Tomato		Tomato		Tomato	1,764,000
								1,535,000
								441,000
Pattern 3 Groundnuts & Year 1 (0.25 lima)			Groundnuts					1,466,000
								1,275,000
								367,000
Cabbage Year 2 (0.25 lima)			Cabbage					2,664,000
								2,318,000
								666,000
Pattern 4 Tomato and Cabbage Intercropping (0.25 lima)			Tomato		Cabbage			2,214,000
								1,926,000
								554,000
Pattern 5 Cabbage and Onion Intercropping (0.25 lima)			Cabbage		Onion			3,154,000
								2,744,000
								789,000
Pattern 6 Rape and Green maize (0.25 lima)			Vegetable e.g. Rape			Green Maize To be harvested in rainy season		2,731,000
								2,376,000
								683,000

出典; JICA Study Team

5.5 農民組織化

小規模灌漑開発における個々のプロジェクトの主体、オーナーというまでもなく農民自身である。すなわち、TSB 職員や普及員はファシリテーターとしての役割を持つが、ここでは農民がプロジェクトに参加するのではなく、農民のプロジェクトに政府職員が参加することになる。そのため、農民自身に事業実施に向けた関心がなければそこには留まらず、ポテンシャルを有する次のサイトへ移動していくべきである。これを繰り返しながら、点で実施する小規模灌漑を面的に展開していくが、以下にその時の農民組織化について述べる。

5.5.1 農民組織化と事業実施

農民の組織化にあたっては、事業の実施に先立って特別な組織化やリーダーシップ研修を行うことが多々行われる。しかしながら、小規模灌漑開発においては、このアプローチは採用せず、必要となる各活動の責任者がいわば仮のリーダーとして、仲間の農民とともにハードという目に

見えるものを作り出す行為を開始することを基本とする。作業を進めていく過程で、村人は誰が本当のリーダーに相応しいかを見極めることができる。そして、事業実施の各段階を行っていくプロセスが組織化を促しリーダーシップを発現させていく。

リーダーシップとは、組織や集団の目的を達成するために人々を動機付けて特定の行動や貢献を導き出そうとする影響プロセスともいえる。このプロセスを通じて、仲間の農民から自発的な貢献意欲や主体的で積極的な行動を導き出せるものが本来のリーダーである。この過程を生み出すには組織化のプロセスに“実施しながら学びながら”ということを実践することである。すなわち、農民の組織化はハードという目に見えるものを作り出す過程とほぼ平行して進めていくことを基本とする。

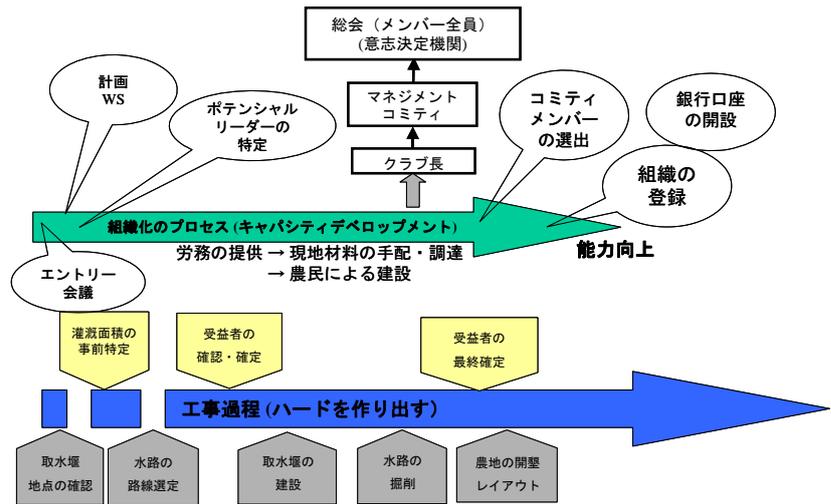


図 5.5.1 事業実施と組織化のプロセス（並行して進めていく）

このプロセスを通じて、仲間の農民から自発的な貢献意欲や主体的で積極的な行動を導き出せるものが本来のリーダーである。この過程を生み出すには組織化のプロセスに“実施しながら学びながら”ということを実践することである。すなわち、農民の組織化はハードという目に見えるものを作り出す過程とほぼ平行して進めていくことを基本とする。

5.5.2 農民組織の基本構造

組織を運営するにあたっては、3つの側面、すなわち計画立案、意志決定、そして実施といった面での役割と権限が明確にされなければならない。例えば、来年の作付けおよび水利用の計画を立案し、それを検討のうえ意志決定し、そしてその決定に基づいて実行がなされることとなる。この3つの側面が適切に分権化されていなければならない。この考えの下、組織内の分権化を明確にした図 5.5.2 に示す組織構造を提案する。

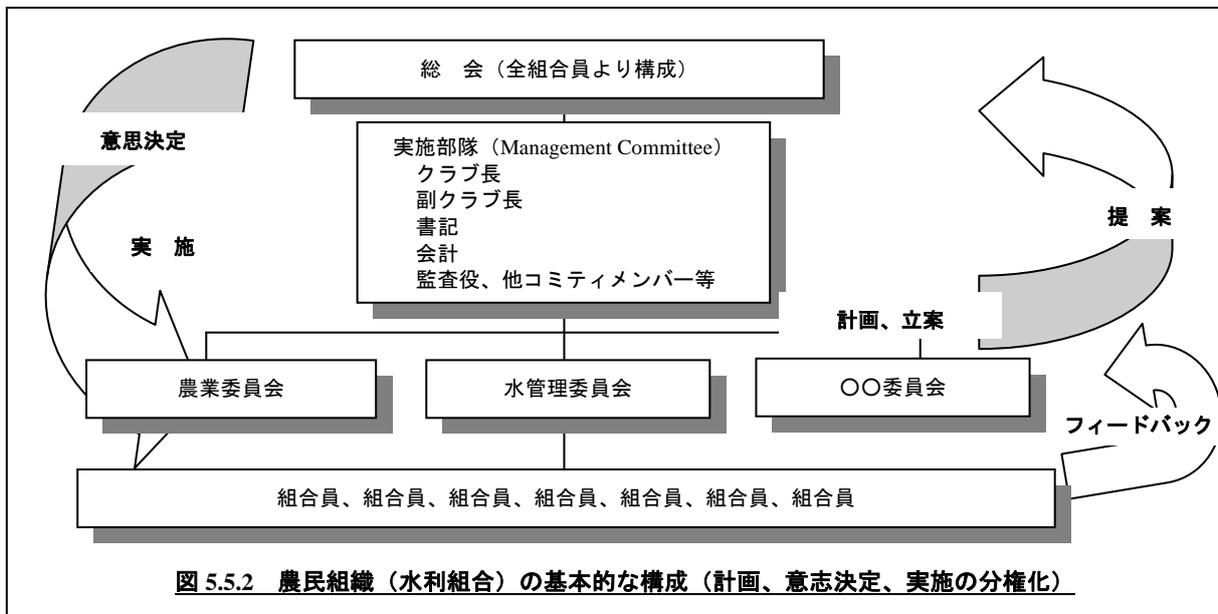


図 5.5.2 農民組織（水利組合）の基本的な構成（計画、意志決定、実施の分権化）

最高の意志決定機関はメンバー全員で構成される総会である。この総会に諮る議案は、有志や専門知識を有しているメンバーから構成される各種の委員会で作成される。各種の委員会は、通常、マネジメントコミティのメンバーを含めて設立される。そして、総会で決議された内容を、

実施に移していく場合の責任部署が実施部隊としてのマネジメントコミティである。通常、クラブ長を含めて5~8名程度で構成される。

村人で構成される組織などの場合に、その運営を難しくするのは灌漑クラブ長からなるマネジメントコミティのメンバーが、その上位の意志決定機関である総会（General Assembly）から降りてくることに関係している。すなわち、組織論的には、灌漑クラブ長は実施の最高責任者ではあるが、意志決定においてはメンバーとしての1票しか行使しえない。30人の灌漑メンバーがいれば、クラブ長といえども意志決定としては1/30に過ぎない。このような分権化を明確にする組織構造を灌漑クラブの内部構成の基本とする。

5.5.3 ローカルリーダーの役割

灌漑開発は通常個人ベースでは困難であり、グループ活動を必要とする。グループ活動には村落のリーダーの後見を必要とすることが多く、特に灌漑開発に当たっては、土地の配分の権限を有する Village Headman の関与が不可欠となる。政府職員も含め外部支援者が関与して灌漑開発を行う場合、メンバーの農民のみならず村長との緊密なコミュニケーションが必要となる。

一つの灌漑グループにいくつかの村の村人たちが含まれるとき、あるいは村を越えるような問題が生じたとき（例えば、他の村の家畜が畑を荒らすなど）には、村長同士の介入が問題解決のためには不可欠となる。さらに、小規模灌漑やボカシ堆肥などの新技術を広く地域全体に普及するためには、ローカルリーダーに積極的な推進役になって貰う必要がある。そのため、TSB 職員や普及員は、常に村長等のローカルリーダーと密接に連携して活動していくことが必要となる。

5.6 小規模灌漑開発技術パッケージ

本件調査においては、小規模灌漑開発振興・普及のためのガイドラインとなる技術パッケージの作成を行う。技術パッケージは包括的なガイドライン、技術マニュアル、さらに広範囲の普及・広報に資するリーフレットやポスターなどにより構成されるが、これらは階層化された MACO の普及組織構造を念頭に作成したものである。

5.6.1 利用者別技術パッケージの作成

技術パッケージは、政府職員と農民が現場でこれを参照しつつ小規模灌漑開発を推進していくことを企図して作成するものである。ザンビア国では、TSB 本局（ルサカ）→州 TSB→郡 TSB→ブロック→キャンプ→農民に至る農業普及システムが確立しており、これら各階層の関係者が使用することになる。また、本邦海外青年協力隊や米国ピースコープなどによる利用も期待される。

技術パッケージを有効に活用するには、この階層化された普及構造の各利用者層別に対応することが効果的である。技術パッケージの構成と利用者は下表のとおりである。技術パッケージは、2009年乾期パイロット事業着手時に案として作成し普及員らに配布した。その後の事業実施を通じて得られた経験や情報などに基づき改訂を重ねた内容としている。

表 5.6.1 技術パッケージと想定される利用者

技術パッケージ	主利用者	サブ利用者	備考
1. 技術マニュアル			
1.1 包括的ガイドライン	州 TSB、郡 TSB	BEO、CEO	パート 1
1.2 技術マニュアル	郡 TSB、BEO、CEO		パート 2
2. 普及用リーフレット	BEO、CEO	郡 TSB、NGO	
3. ポスター（紙芝居兼ねる）	BEO、CEO	NGO、農民	

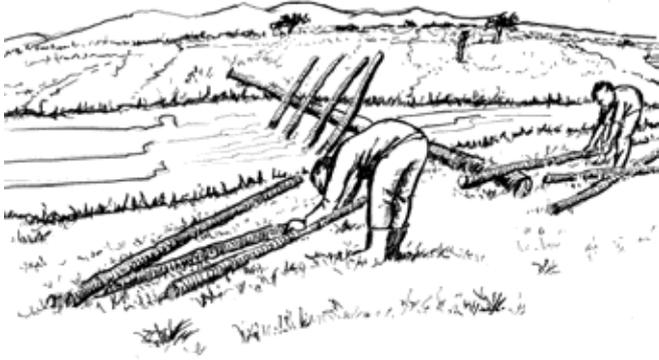
5.6.2 包括的ガイドライン（技術マニュアル・パート1）

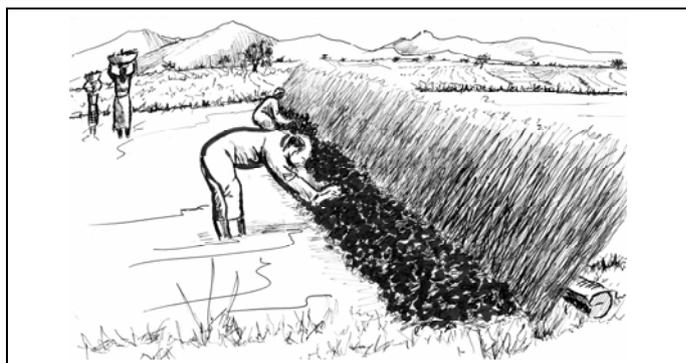
小規模灌漑振興のための包括的なガイドラインである。小規模灌漑開発のフレームワークに始まり、実施プロセス、参加型計画、農民組織化、灌漑施設計画・建設、事業モニタリング・評価、適正農業技術、等についての指針を示している。本ガイドラインは、2009年乾期パイロット事業にて案を作成し、2009年および2010年のパイロット事業を通じて得られた成果や経験をベースに最終化している。内容は、1) 開発目標、戦略、実施工程、2) 参加型計画、3) 灌漑計画、4) 施設設計、建設計画、5) 農民組織化、6) 運営・維持管理および7) 灌漑農業の実践などである。

5.6.3 技術マニュアル（技術マニュアル・パート2）

技術マニュアルは現場で普及員によって使用される他、その支援にあたる郡 TSB の灌漑技師等によっても使用される。堰の建設方法や水路路線の選定方法などを、イラストを使用しながら段階的に示した技術マニュアルである。また、農業コンポーネントとして堆肥の作成なども、イラストを多用しながら段階的に示している。この技術マニュアルは PD（Process Description）法により作成されているが、その一例を下表に示す。

表 5.6.2 技術マニュアルの一例：簡易堰の建設

Process	Description
	<p>Put a horizontal supporting log at the diversion point across the stream. It is advisable that the horizontal log is put on a place where there are tree stump/rock for support of a log. If there are no objects for support, put something such as stone to keep the log from moving by water pressure. Also buttress vertical logs from the behind are recommended to firmly support the horizontal log.</p>
	<p>The vertical members composed of bamboo/twigs are put in front of the horizontal supporting log. To put grasses and soil easily, the vertical members should be put as closely as possible. These vertical members are placed into the foundation which is replaced by clay soil at the bottom and again connected to horizontal support log at the top using string.</p>
	<p>Grasses are placed or fixed in front of the vertical members. Grasses are at first piled horizontally, and then vertical standing grasses should be placed in the front. To prevent the grasses from swelling out, the grasses are bound by horizontal members such as bamboo and tied together with the vertical members.</p>



The clay soil is patched on the grasses to prevent seepage from the brush weir. The clay soil is collected from around the weir. To prevent water leakage, the clay soil is patched tightly on the grasses. The clay soil is put not only on grasses as a part of dam but also on the stream banks in contact with the weir to prevent seepage going around the weir.

PD 法の出典 : Hideyuki KANAMORI (1994): Effective Technology Transfer by PD Method, Journal of the Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering, Vol.62, No.12, pp.7-12

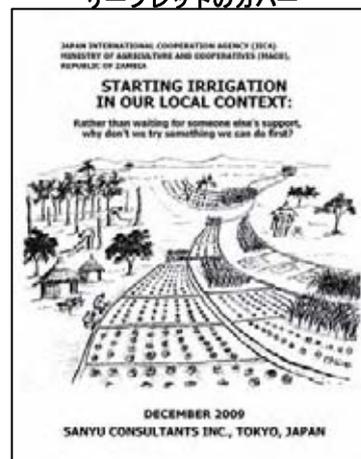
この技術マニュアルは、2009年4月に実施したキックオフ研修において、主要な普及マテリアルとして普及員や TSB 技師らに配布した。その後、これを利用してパイロット事業を進めてきた BEO や CEO からのコメントを盛り込みながら、2010年に実施した恒久堰建設の経験なども踏まえて最終化している。収録した項目は、簡易堰や恒久堰の建設方法、水路路線選定方法、圃場レベル灌漑方法および促成堆肥（ボカシ堆肥）作成方法などである。

5.6.4 普及用リーフレット（簡易堰灌漑スキーム対象）

普及用リーフレットは、小規模灌漑を広域に振興するうえで、現場にもっとも近い存在である普及員によって利用される。2009年度調査では簡易堰灌漑スキームのみを取り扱った。この中では、重力灌漑可能地を特定するときの着眼点、現場で得られる材料を利用する取水堰の建設方法、河川水を圃場へ搬送する灌漑用水路の路線選定方法、地形条件に適した灌漑方式の選択などがイラストとともにわかりやすく解説されている。

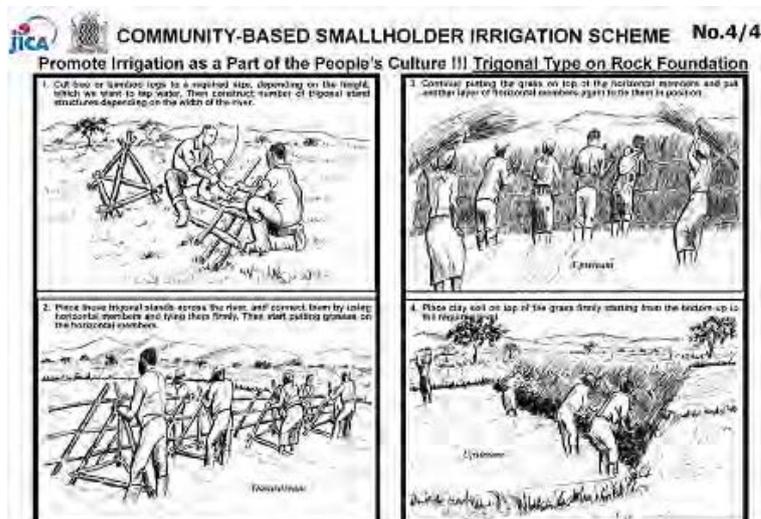
2010年度には、灌漑農業振興に関する別途のリーフレットを作成した。農民に興味を与えるように、リーフレットには“*Irrigated Agriculture Today for Better Life Tomorrow*（明日のよりよい生活のために今日の灌漑農業）”というタイトルをつけている。小規模灌漑開発の恩恵を享受するには、農業実習やマーケティングも不可欠であることから、上記の小規模灌漑普及用の冊子とは別構成とした上で、推奨される作付け体系と期待収入、混作の導入、ボカシ堆肥作成等についてイラストを活用しながら解説している。

リーフレットのカバー



5.7 ポスター

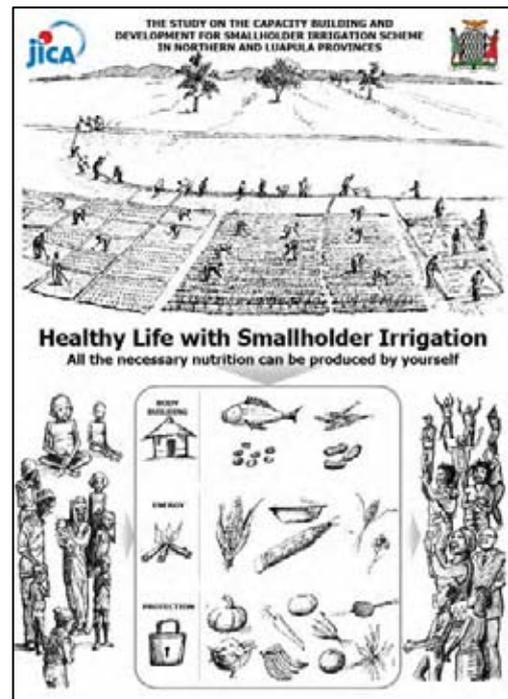
ポスターは、小規模灌漑に関するの広範囲の普及や広報を意図して作成した。2009年度においては、簡単な技術で建設できる簡易堰の主要4タイプをPD法を用いてイラスト（A-3サイズ）で示し、農民に対し現地材料で造る取水堰の試行を誘った（右ポスター参照）。この普及用マテリアルは、簡易堰の建設方



法を示す 4 コマの紙芝居として利用することもできる。そして、さらに詳細な施工工程は上記の技術マニュアルを参照することとなる。

調査地域では、お腹の張った子供を見ることが多い。乳児は重要なアミノ酸を母乳で摂取し成長するが、離乳後、母乳に代わる食料にタンパク質が十分に含まれないと、こうした子供はタンパク質欠乏による極度の栄養失調症に陥る恐れがある。この状況は栄養価の高い食糧や良質なタンパク質摂取によって改善できる。小規模灌漑は大豆や豆類、それに加えて内水面漁業による魚などを生産できる。

これらを促進するため 2010 年度に健康問題とリンクさせたポスターを準備した(右ポスター参照)。食料を、体を作るタンパク質豊富な豆類や魚、エネルギー源となる穀類、そして免疫効果を高める野菜類などを 3 段階にて配置し、これらいずれもが小規模灌漑で生産可能なことを示している。このポスターはラミネート処理をした後、2010 年 7 月下旬に北部州で 8 カ所、ルアプラ州で 10 カ所において、人々が集まる診療所、学校、村の売店、市場、村の集会所などに掲示した。



第6章 小規模灌漑開発計画策定：事業実施方法

6.1 開発フレームワーク

6.1.1 複数灌漑スキームの連結方式

簡易堰による灌漑開発スキームは、恒久堰を主体とする現況の小規模灌漑開発方法を補完するものである。下図に示すとおり、簡易堰の導入と恒久堰への追加投資は、灌漑面積を拡大する上で最も効果的な手法である。この戦略は、恒久堰建設における「建設」スキームと簡易堰建設における「普及」スキームの組合せともいえる。

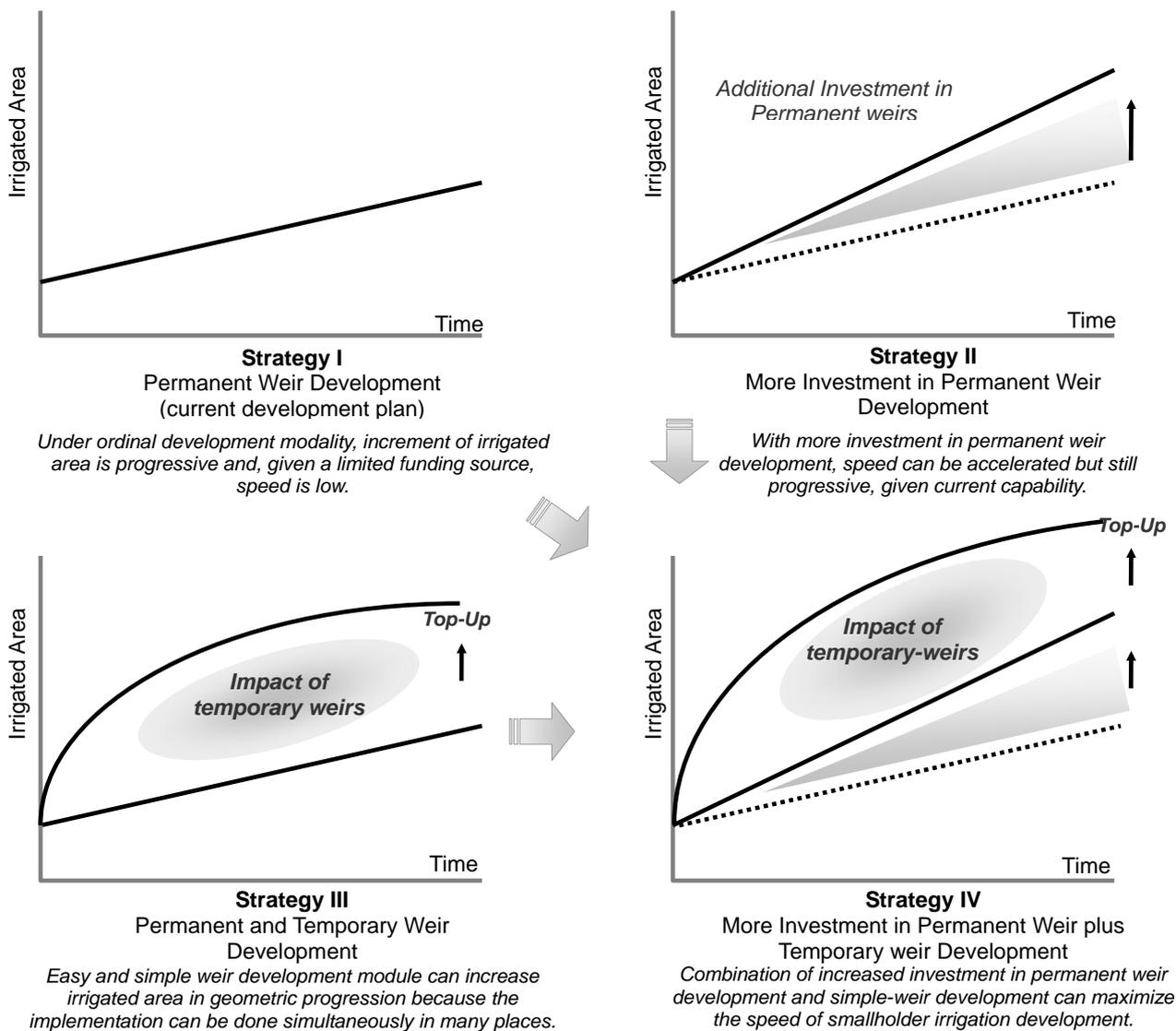


図 6.1.1 開発モダリティの概念図

現況の MACO の実施体制と予算規模から、今後恒久堰を中心とした灌漑開発を進める場合、1 郡あたり 1 年で 1 地区から 2 地区程度が限界と見込まれる。この開発スピードを模式化したものが「Strategy I」の図である。すなわち、時間の経過に連れて（X 軸）一定のペースで直線的に灌漑面積が増えていく（Y 軸）というものである。事実、各郡における実際の進捗は 1 年に 1 地区または 1 地区に数年かかっているのが実情である。

これに対し、今後より多くの投資が行われたならば、「Strategy II」に示すとおり開発スピードはより速まり、目標とする灌漑面積により速く到達することが目される（図では直線の角度がより急になる）。ただし、「投資」そのものはMACOの実施能力を飛躍的に改善することを担保しないため、建設業者等への外注も前提となる。特に、現在の灌漑開発方式は「直営」方式が主体であるため、追加投資による開発地区数の増大はそれ程望めないものと思われる。

一方、こうした恒久堰主体の開発スキームに簡易堰の開発スキームを組み合わせたものが「Strategy III」である。ここでは、簡易堰を組み合わせることで、恒久堰の建設を通じた灌漑面積に更に面積を上乗せすることが出来る。簡易堰を利用した灌漑スキームは毎年の再建設が前提となることから、そこで獲得された灌漑面積の質と恒久堰で獲得された灌漑面積の質を同列に扱うことはできないものの、簡易堰は農民主体にて容易に建設可能なことから、総体として一気に灌漑面積を増やすことが期待できる。

そして、「さらなる投資がついた恒久堰開発」と「簡易堰」の組合せを示したのが「Strategy IV」である。ここでは、投資の促進により開発スピードが増した恒久堰開発（Strategy III）に簡易堰開発を上乗せすることで目標灌漑面積達成へのモーメンタムをさらに高めている。ただし、簡易堰によって開発できるポテンシャル地域は限られていることから、簡易堰による開発面積の伸び率は、ある程度灌漑面積が伸びた後は低下していく。こうした灌漑面積の増加は図では曲線的に表される。

こうした組合せを可能たらしめているのは堰の構造の違いに起因する開発スキームの違いにある。表 6.1.1 に示すとおり、恒久堰の開発スキームは「建設スキーム」であるのに対し、簡易堰の開発スキームは「普及スキーム」に近い。これは堰建設の実質的实施者の違い（「建設業者または職人（Skilled Labor）」対「農民」）にも現れ、さらにMACOの活動内容の違い（「設計・積算・工事監督」対「技術普及」）、担当者の違い（「TSB」対「CEO」）にも如実に現れる。すなわち、これら2つのスキームは、実施主体や業務内容の重複を生じず、両立が可能となる。

表 6.1.1 簡易堰スキームと恒久堰スキームにおける活動内容の比較

Particular	Permanent Scheme	Temporary Scheme
Implementation Modality	Construction	Extension
	Project Type Implementation	Programme Type Implementation
Office in charge of Construction	TSB (province and district)	BEOs and CEOs
	Procurement Section (for foreign materials)	
Main Player in Construction	Skilled labors (Local Contractor in Cases)	Farmers (Beneficiaries)

出典: JICA 調査団

ここで調査団は、対象地域における灌漑開発を計画するに当たり、上記「Strategy IV」を提案する。上述の通り、簡易堰の導入は恒久堰の開発を阻害するものではなく、むしろ灌漑開発を総合的に促進するものである。MACOは最大限恒久堰の予算獲得とTSBを中心とした実施体制の強化に努め、その上で、CEOを中心とした簡易堰の普及を並行して実施し効果の早期化・最大化を目指すというものである。

さらに技術的な点に着目すると、まず簡易堰を主体とする小規模灌漑開発を行うことで、恒久堰を主体とする開発の素地が形成される。農民の組織化、水路の建設、灌漑農業の実践、市場の確保等、簡易堰の早期導入により灌漑開発のノウハウを蓄積した地区では、そうでない地区よりも高い成功率が期待できる。同時に、早い段階で収入源を得た農民は、恒久堰建設に従事する際にも収入源を犠牲にする必要がなく（工事期間中でも灌漑農業は可能である）、これは工事期間中

6.2 実施方法

6.2.1 実施体制

北部州には 12、ルアプラ州には 7 つの MACO 郡事務所があり、その下にはそれぞれ 242、168 のキャンプが設置されている。それぞれの州および郡事務所には技術サービス部門 (TSB) が配置されているが、恒久堰の建設についてはこれら州・郡の TSB 職員が担当する。一方、簡易堰の実施については、BEO や CEO と呼ばれる農業普及員が主に担当する。すなわち、本計画では、既存の組織体制をそのまま踏襲して実施していくことを基本とする。

村レベルでの事業実施にあたっては、首長や村長など伝統的権威に対して事前に通知することが必要である。通常、村長は政府機関や外部者の窓口になっていることが多いが、首長はその限りではないため、特別な配慮が必要になる。彼らは特に問題が生じた際の調停役になることから、事前に通知しておくことが重要である。

ルサカの TSB 本部には技術系職員は少数しか配置さ

れていないため (2011 年現在 3 名)、小規模灌漑開発計画を直接管理することは不可能である。このため、本部の役割は事業全体のモニタリング・評価、そして国家レベルでの開発計画策定・予算措置の実行となる。人員不足は州レベルでも同様であり、事業実施にあたっては、特別に事業実施管理ユニットを設立することが必要となる。この場合、この管理ユニットはドナーによる支援を得るか、あるいは、州レベルの専任職員を配置することとなる。後者の場合、最低でも 3 名の技術系職員が必要となる。事業実施における組織体制の模式を図 6.2.1 に示す。

上記の実施体制下にて採用する灌漑普及方式は、普及員を研修して能力強化を行うことが第一となる。そして普及時においては T&V の下、郡 TSB や州 TSB による適切なモニタリングが必要となる。また、加えて簡易堰の普及にあたっては、ポスターをメイズの集出荷場、保健所、村のキオスクなど人々の集まる場所に示して普及ポイントとして利用することも必要である。

6.2.2 簡易堰開発スキーム

簡易堰開発スキームは、郡 TSB 職員の支援を受けながら、BEO や CEO が推進する。普及展開の第一歩はキックオフトレーニング実施に向けた TOT (training of Trainers) である。TOT でトレーニングを受けた職員が講師となり、キックオフトレーニングにてポテンシャルの高い地域から招聘された農業普及員への研修を実施する。ここが簡易堰スキーム展開上の最も重要なステップとなる。

上記トレーニングが終了した後、各農業普及員が自らの持ち場に帰り、ブロックやキャンプレベルで活動を展開することとなる。普及員の活動範囲は相当広くなることから、彼らには移動手

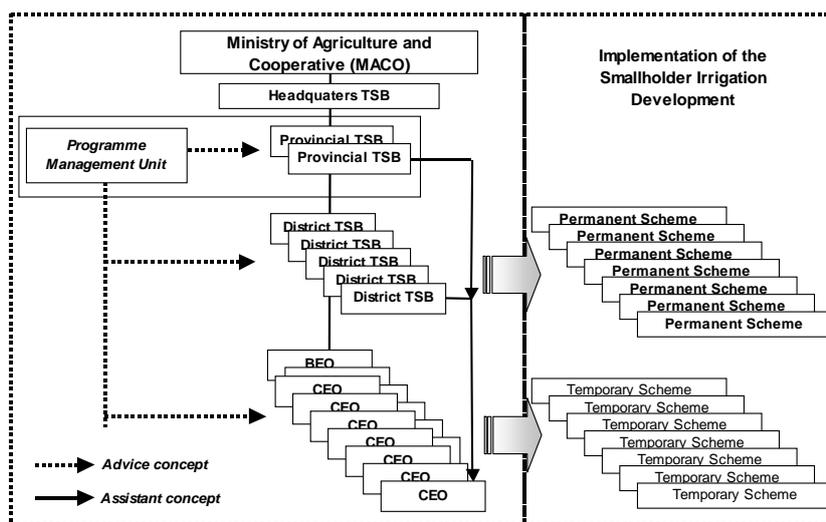


図 6.2.1 事業実施体制

段が提供されなければならず、特に、燃料のオンタイムな支給に配慮すべきである。なお、普及員は乾期の始めから終わりまで簡易堰の普及に従事するが、乾期の終わりには再度集合し、達成状況の報告を行うと共に、教訓の共有を図ることが必要となる。

1) トレーニング

1.1) 全体スケジュール

簡易堰の建設には準備期間も含めて多くの時間を要するため、十分な期間を確保する必要がある。このため当該年度の活動を開始するためのトレーニングに割ける期間は1ヶ月程度と見積もられる。よって、TOTならびにキックオフトレーニング、また乾期終了時に実施予定のフォローアップトレーニングといった一連のトレーニングは各州において1回ずつ実施することが現実的である。

TOTでは続くキックオフトレーニングで講師を務める職員の育成を行う。本件調査では11名の講師がすでに育成されており、彼らが今後も講師を務めることを想定すると、今後のTOTは復習の機会、あるいはキックオフトレーニング実施に向けての準備会と位置づけても良い。次のキックオフトレーニングでは、参加者全員でアクションプランを策定する。そして、乾期の終わりに実施するフォローアップトレーニングにおいて、計画と達成度の比較を行い、教訓の供給を行うことで今後の活動に活かす。各種トレーニングの実施時期を表6.2.1に示す。

表 6.2.1 トレーニングの全体スケジュール

Item	Apr	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov
TOT	▲							
Kick-off Training		▲						
Follow up Training								▲
Construction		—————						
Planting			—————					
Irrigation			—————					
Harvesting							—————	

出典: JICA 調査団

1.2) 参加者

パイロット事業の実施にあたっては、両州の関係者を1箇所においてトレーニングを実施したが、事業実施段階(ステージI)では、移動経費なども考慮し、州レベルで実施することが望ましい。各郡からの参加者数を設定するにあたっては、灌漑開発ポテンシャル郡の3類型を活用できる。例えば、A類型に属する郡からは普及員の8割程度を招聘し、B類型からは6割程度の普及員を招聘、そして、C類型からは4割程度の普及員を招くという灌漑ポテンシャルに応じた参加者数の設定を行う。なお、ステージIIでは、より経費を抑えるため郡レベルでの研修を提案する。推奨される各郡からのトレーニング参加者数を表6.2.2に示す。

表 6.2.2 簡易堰開発スキームにかかる普及員トレーニング計画

District	Potential	No. of Blocks*	No. of Camps*	Trained u/ P.P.	CEO/BEO Rest	Coverage	To be Trained	2012-2015	2016-2020
Mbala	A	4	18	7	15	80%	12	3	20
Mungwi	A	4	22	4	22		18	5	23
Luwingu	A	5	16	5	16		13	4	19
Kasama	A	4	26	3	27		22	6	26
Nakonde	B	3	10	3	10	60%	6	2	10
Isoka	B	5	24	3	26		16	4	20

District	Potential	No. of Blocks*	No. of Camps*	Trained u/ P.P.	CEO/BEO Rest	Coverage	To be Trained	2012-2015	2016-2020
Mpika	B	6	34	5	35	40%	21	6	26
Mporokoso	B	4	26	4	26		16	4	20
Chinsali	B	5	32	0	37		23	6	25
Kaputa	C	2	10	0	12		5	2	7
Mpulungu	C	3	15	0	18		8	2	10
Chilubi	C	3	9	0	12		5	2	7
District TSBs				19				18	
Provincial TSB				8				4	
Northern Total		48	242	61	256		165	68	213
Kawambwa	A	7	37	7	37	80%	30	8	38
Mansa	A	7	43	6	44	60%	36	9	42
Mwense	B	5	24	3	26		16	4	20
Milenge	B	0	13	3	10	40%	6	2	10
Nchelenge	C	3	15	2	16		7	2	10
Chiengwe	C	4	11	0	15		6	2	8
Samfya	C	0	25	0	25	10	3	12	
District TSBs				7				11	
Provincial TSB				2				2	
Luapula Total		26	168	30	173		111	43	140
Grand Total		74	410	91	429		276	111	353

出典: JICA 調査団

1.3) トレーニング内容

トレーニング内容については、パイロット事業で実施した内容が参考となる。2010年度パイロット事業で試行したように、簡易堰と恒久堰の内容を組み合わせることも可能である。下記に、その事例を示す。

キックオフトレーニング;

- Module 1 – Program Orientation
- Module 2 – Overview of Community Based Smallholder Irrigation (COBSI) Development
- Module 3 – COBSI Scheme (Temporary Diversion Weir)
- Module 4 – COBSI Scheme (Canal, Ancillaries and On-farm Irrigation)
- Module 5 – Irrigated Agriculture Development
- Module 6 – COBSI Scheme (Temporary Diversion Weir and Canal Alignment, Practice in Field)
- Module 7 – COBSI Scheme (Permanent Diversion Weir, TSB Officers Only)
- Module 8 – Entry Planning (Action Plan Formulation)
- Module 9 – Programme Evaluation and Closing

フォローアップトレーニング;

- Module 1 – Program Orientation
- Module 2 – Output Presentation of Smallholder Irrigation Development
- Module 3 – Lessons Sharing among Participants
- Module 4 – Irrigated Agriculture Development (Top Up to the Module 5 in the Kick-off Training)
- Module 5 – Training Evaluation

2) 現場での実施

簡易堰開発スキームの実施はキャンプレベルが基本となる。キャンプには通常1名のCEOが配置されており、このCEOがそのキャンプ内での簡易堰スキームの普及を担う。ただし、全てのCEOに対してトレーニングが提供される訳ではないため、トレーニングに参加したCEOから参加していないCEOへの技術移転を行う必要がある。トレーニングに参加したCEOは、自らのキャンプで簡易堰建設を実施する際に近隣キャンプから同僚CEOを招き、実地で協働することが必要

である。こうした OJT の機会により、同僚普及員 (BEO/CEO) も小規模灌漑開発を自らの持ち場で実践可能となる。

こうした現場レベルでの同僚普及員から同僚普及員への TOT を通じた技術普及システムを 6.2.2 に示す。初年度の早い時期にまずトレーニングを受けた普及員が同僚を招いて最初の堰建設を実施する。その後、当該普及員が 2 堰目の建設を実施すると同時に、実地トレーニングを受けた同僚普及員も最初の堰建設を並行して開始する。2 年目には同僚普及員も最初から自分で建設を開始することができ、より多くの堰建設が可能となる。

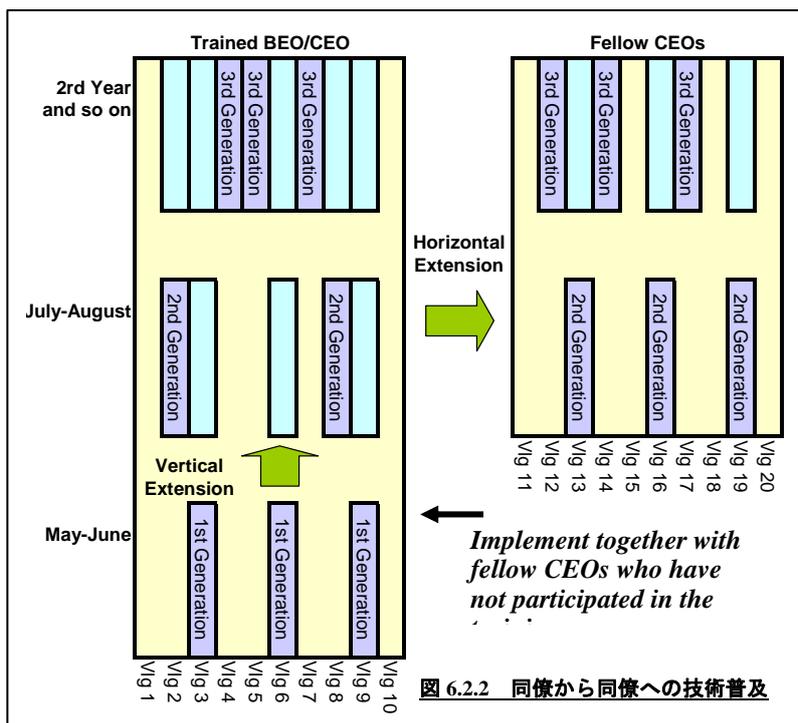


図 6.2.2 同僚から同僚への技術普及

6.2.3 恒久堰開発スキーム

恒久堰開発スキームには、土木技術に関する知識と経験が必要とされる。そのため、農業普及員レベルで実施することは難しく、郡または州レベルの TSB 職員が中心となって推進することが必要である。この時、普及員は関係農民の組織化等を主として担うこととなる。堰の規模は堰高 3m 以下、堰長 30m 以下程度を想定していることから、通常、工事業者への発注は必要なく、原則、直営工事で実施することとなる。

北部州、ルアプラ州両州の TSB 事務所には、十分な知識を有した灌漑エンジニアが 1 名ずつ配置されているが、郡レベルの TSB 職員は必ずしも灌漑や土木が専門ではない。事実、2010 年に実施されたパイロット事業では、恒久堰を建設した全 6 郡のうち、1 郡の TSB 職員は全く灌漑の経験がなく、2 郡でもほとんど灌漑事業の経験自体を持っていなかった。このため、こうした職員を対象とするトレーニングが必要となる。

1) 基本手順

恒久堰開発にかかる基本手順を下記に概説する。

- ステップ 1: 既存簡易堰地区を中心として恒久堰開発のポテンシャル地区を見いだす。郡 TSB 職員が現場を直接訪問することが必要である。
- ステップ 2: 簡易堰と異なり、恒久堰の設置場所はある程度しっかりした基盤が要求される。この確認には州 TSB 職員があわせて実際に現場をみるのが望ましい。
- ステップ 3: 建設場所の確認が終了した後、郡 TSB 職員による地形測量を実施する。規模が小さいため、河川縦断測量は必要なく、工事予定箇所河川の横断測量のみ行う。
- ステップ 4: 郡 TSB により、構造設計と数量計算 (BOQ) それに基づく積算・見積を準備する。それら設計図、BOQ、見積を州 TSB に提出し、州 TSB による修正を受けた上で承認を得る。

- ステップ 5： 関係 CEO は受益農家を集め、各々の工事の責任範囲や条件について説明を行う。続いて、受益農家の同意の下、作業を開始する。まず受益農家自身に必要な現地資材（石、砂など）の収集を行う。
- ステップ 6： 郡 TSB が主体となり外部資材（セメント、鉄筋等）の調達を行う。また、熟練工も郡 TSB が手配する。対する単純労働は受益農民自身が担う。建設作業の管理・監督は郡 TSB 職員が行う。
- ステップ 7： 堰本体の建設が終了後、水路のライニングや追加掘削に入る（恒久堰は簡易堰からのアップグレードを基本としているため、既に水路の大半は建設済みである）。堰はコンクリートまたは粗石モルタル積みで建設されているため、水路の開始部分についてはライニングが必要となる。
- ステップ 8： 水路掘削、あるいは既に建設されている水路の浚渫などとほぼ並行して、各農家は圃場の準備を始める。圃場灌漑方法は畝間灌漑か水盤灌漑を基本とする。なお、多くは簡易堰からのアップグレードで建設されるため、工事中も仮廻し水路の水を利用して灌漑農業を継続することが可能である。
- ステップ 9： 維持管理は全て受益農家自身により行われなければならない。小規模灌漑スキームであることから、維持管理段階では政府は基本的に責を負わないが、必要なアドバイスは提供する。

2) 建設スケジュール

建設スケジュールは大きく 3 つに分けることができる。第 1 ステージは上記ステップ 1 から 4 で、設計・見積りを含む準備期間と位置づけられる。第 2 ステージは「Up Front」と呼ばれる建設資材の準備で、第 3 ステージが実際の建設である。標準的な建設スケジュールを下表に示す。

表 6.2.3 恒久堰のステージ別標準建設スケジュール

Work	April	May	June	July	August	September
Site identification, design, BOQ, Costing						
Up-front, procurement of foreign materials and tools						
Construction						
Completion						▲

出典: JICA 調査団

3) トレーニングプログラム

本件調査で標準とする恒久堰の実施形態は直営型工事を基本としているため、関係する郡 TSB 職員は灌漑と土木に関する十分な知識を有している必要がある。こうした知識・経験に関しては個人差が多いことから、年に 1 回程度恒久堰をテーマとした研修を行うことが必要となる。研修の内容は、粗石モルタル積みやコンクリート構造物を主体とした土木技術、また河川切り替えによる建設方法などとなる。

研修を行うにあたっては、上述のキックオフトレーニングで併せて恒久堰の内容をカバーすることが可能である。キックオフトレーニングでは、通常、BEO や CEO の監督役である郡 TSB 職員も参加するため、彼らを対象とするセッションを別途に 1~2 日設けることで効率的に研修を実施することができる。

6.3 開発目標と期待便益

6.3.1 簡易堰灌漑スキームの開発目標と期待便益

簡易堰による灌漑スキーム開発目標とそれから期待される便益について試算する。開発目標は、2 ヶ年にわたり実施したパイロット事業からの結果をもとに、開発サイト数、受益農民数、開発面積および灌漑面積を指標として設定する。

- 1) 2010 年のキックオフトレーニングには 60 名が参加している。これら参加者とその同僚 BEO や CEO により 193 の既存サイトが改良され、181 サイトが新規に開発された。このことから、ステージ I 期間（2012～2015 年）における開発目標は、既存サイトの改良、新規サイトの開発とともに年間一人当たりで 3 サイトと設定する。
- 2) 続くステージ II では、各郡レベルで行う 2 日間程度の短期トレーニングの下に簡易堰建設を開始する。受講者はステージ I での受講者とするが、ステージ II 期間中、年間一人当たり 1 サイトの新規サイト開発を想定する。なお、既存サイトの改良はステージ I 中に終了することとし、ステージ II では扱わない。
- 3) 2010 年パイロット事業で、193 ヶ所の改良サイトが新たに創出した灌漑面積は 192ha であった。このことから、改良サイトの新規に拡張される開発面積は 1ha/サイトと見込む。一方、これらサイトの改良前の灌漑面積は平均 1.1ha であったことから、既存サイト改良における合計灌漑面積は 2.1ha/サイトと見込む。
- 4) 2010 年パイロット事業で取り扱った新規開発サイト 181 サイトの内、当該年においては 81% 相当の 146 サイトにおいて 131ha の灌漑が開始された。よって、新規開発計画では開発サイト総数の 80%、面積で 1 サイト当たり 0.9ha が、施設建設と同一年に灌漑開始されると計画する。
- 5) 新規開発サイトでは灌漑面積の年々の増加が見込まれる。2009 年に新規開発されたサイトで同年内に灌漑開始したのは 52ha であった。また、翌 2010 年には別途に 70ha が灌漑開始となっている。これより、新規サイトでは初年度に 0.9ha/サイトの灌漑面積から開始し、ステージ I の 4 年間に於いて、上記既存サイトの合計面積である 2.1ha/サイトの灌漑面積まで増加すると設定する。
- 6) 2009 年に新規開発された 94 サイトのうち 6 サイトが 2010 年においても灌漑農業開始に至っていない（およそ 6%）。よって、施設建設は行ったものの灌漑農業開始に至らないとみられるサイトが全開発サイト数の 10%程度発生すると仮定する。また、これに関連し、施設建設年内に灌漑農業開始まで至らないサイトを 20%と仮定しているが（上記 4）、この半数の 10%では、その翌年から 0.9ha を開始面積として、その後 4 年間で灌漑面積を 2.1ha まで拡大すると仮定する。
- 7) 受益農民数をみると、2010 年の改良サイトでは、施設建設への平均参加者数は 1 サイト当たり 18 名であったが、内、実際の灌漑受益者数はおよそ 60%にあたる 10 名である。この減数は、土地配分や灌漑用水量不足などに起因していると思われる。一方、2010 年に新規開発されたサイトにおける 1 サイト当たりの事業参加者数は平均 19 名であり、このうち約 38%に当たる 7 名が同年内に灌漑農業を開始している。よって、新規サイトでは 7 名で灌漑を開始し、4 年間で 10 名まで増加すると仮定する（既存改良サイトの受益者数と同値となると想定）。
- 8) 小規模灌漑開発では、事業期間の当初に高ポテンシャルを有する郡が優先開発され、事業期間の終盤に向かうほど開発適地が減少することで開発スピードが低下することが想定される。そのため、開発目標の設定においては、ステージ I 期間（2012～2015 年）では毎年 5%の低減を見込み、ステージ II 期間（2016～2020 年）では年間当たり 10%の低減率を考慮する。

以上の基礎諸元から設定される開発目標と期待便益を表 6.3.1 に示す。これより、簡易堰による

改良または新規開発サイトは計 3,876 ヶ所¹となり、新規灌漑面積は 4,956ha、裨益農民は 32,732 名と見積られる。灌漑農業からの便益はZMK88,440 百万 (US\$18.40 百万) と見込まれる。

ステージ別に見ると、ステージIでは既存改良サイト、新規開発サイトとも各々1,232 ヶ所を取り扱うこととなる。既存改良サイトの灌漑面積は計 1,232ha であり、受益農民数は計 12,321 名となる。ステージIの4年間における灌漑純益は ZMK22,549 百万 (US\$4.69 百万) と見積られる。一方、新規開発サイトのうち灌漑開始が見込まれるのは 1,081 ヶ所であり、灌漑面積は計 1,630ha、灌漑受益農民数は計 9,207 名となる。灌漑による便益は、事業実施の4年間において ZMK25,255 百万 (US\$5.25 百万) と見積られる。

ステージIにおける取り扱いサイト数は、既存改良サイトと新規開発サイトを合わせて 2,464 ヶ所であり、このうち 2,313 サイトにおいて灌漑農業が営まれる。灌漑面積は合わせて 2,862ha であり、受益農民数は計 21,528 名と見積られる。灌漑純益は、既存改良サイトと新規開発サイト合わせて事業実施4年間にて、ZMK 47,804 百万 (US\$ 9.95 百万) となる。

ステージIIでは新規開発サイトのみが事業実施対象となるが(既存改良サイトはステージIにて事業完了を想定)、計 1,412 ヶ所が開発され、このうち 1,271 サイトで灌漑農業へ進む見込みである。灌漑面積は 2,094ha、受益農民は 11,204 名となる。ステージIIの5年間における灌漑便益は ZMK 40,636 百万 (US\$ 8.45 百万) と見積られる。

表 6.3.1 簡易堰灌漑スキームの開発目標と期待便益 (ステージIおよびステージII)

Particulars	Improvement	New Construction	Total	Remarks
Stage I (2012 – 2015)				
Sites Undertaken, No.	1,232	1,232	2,464	
Sites to start Irrigation, No.	1,232	1,081	2,313	
Area to be Irrigated, ha	1,232	1,630	2,862	
Farmers to Benefit,	12,321	9,207	21,528	
Economic Increment, M ZMK	22,549	25,255	47,804	Aggregated
Economic Increment, US\$	4,691,471	5,254,447	9,945,918	Aggregated
Stage II (2016 – 2020)				
Sites Undertaken, No.	Not planned	1,412	1,412	
Sites to start Irrigation, No.		1,271	1,271	
Area to be Irrigated, ha		2,094	2,094	
Farmers to Benefit,		11,204	11,204	
Economic Increment, M ZMK		40,636	40,636	Aggregated
Economic Increment, US\$		8,454,509	8,454,509	Aggregated
Grand Total (2012 – 2020)				
Sites Undertaken, No.	1,232	2,644	3,876	
Sites to start Irrigation, No.	1,232	2,352	3,584	
Area to be Irrigated, ha	1,232	3,724	4,956	
Farmers to Benefit,	12,321	20,411	32,732	
Economic Increment, M ZMK	22,549	65,891	88,440	Aggregated
Economic Increment, US\$	4,691,471	13,708,956	18,400,427	Aggregated

出典: JICA 調査団

6.3.2 恒久堰灌漑スキームの開発目標と期待便益

ここでは 2010 年乾期に行われたパイロット事業の結果をもとに、恒久堰灌漑スキーム開発に係る開発目標と期待便益を設定する。以下に開発目標と期待便益設定に当たっての諸条件を示す。

¹ インベントリー調査では計 1,153 (既存 1,024+新規 129) サイトのみが特定されており、ここでの目標設定値はこれを大きく超えている。インベントリー調査では主として普及員や郡事務所職員から聞き取ったサイトを計上しているが、簡易堰による灌漑というコンセプトになじんでいない段階での調査のため、ポテンシャルサイトを十分に見つけていない可能性が高い。そのため、ここでの目標値はインベントリーサイト数を超えて設定している。

- 1) 2010年乾期の全灌漑面積は27.90haで、平均3.488ha/サイトであった。一方、計画灌漑面積は計48.50haであり、平均6.06ha/サイトである。以上から、灌漑面積は3.5haを起点とし、その後4年間で6.0haまで拡大する計画とする。
- 2) 事業参加農民数は計257名（平均32名/サイト）であった。また、既存改良サイトと新規開発サイトの農民数は各々18名、19名であった。これより恒久堰灌漑スキームにおける初年度の農民数を20名と設定し、その後の4年間で32名まで増加させる計画とする。
- 3) 恒久堰建設目標箇所数につき、各郡TSB職員の人的資源も考慮した上で、灌漑ポテンシャルにより各郡をグループ分けする。恒久堰建設目標箇所数については、「A」郡は2ヶ所/年、「B」郡は1ヶ所/年、「C」郡は1ヶ所/2年と設定する。この目標設定は、ステージIおよびステージIIの全期間を通じて適用する。
- 4) 上記3)は直営工事で恒久堰建設を行う場合の設定である。恒久堰スキームの建設においては、この直営工事とは別途に参考ケースとして建設業者への発注も検討する。建設業者による建設では、郡TSBが現場施工監理を行うこととなるが、各郡TSBの現状から、「A」郡は5ヶ所/年、「B」郡は3ヶ所/年とする。「C」郡では施工業者による建設は計画しない。この目標はステージI、ステージIIの全期間で適用する。

以上から開発目標と期待便益を表6.3.2に示す。ステージI、IIを通じての開発目標数は657サイト（直営工事198、施工業者による建設459サイト）である。開発灌漑面積は3,614ha、受益農民数は19,491名が見込まれる。期待便益はZMK 59,579百万（US\$ 12.396百万）と見積られる。

この内、直営工事では、ステージI：88箇所、ステージII：110ヶ所とし、灌漑面積は計1,089haとなる。受益農民数は計5,874名である。また、期待便益は、ステージIではZMK 6,978百万（US\$ 1.452百万）、ステージIIではZMK 10,977百万（US\$ 2.284百万）となる。他方、施工業者による場合は、ステージI：204ヶ所、II：255ヶ所となり、灌漑面積は計2,525ha、受益農民数は計13,617名である。また、期待便益は、ステージIではZMK 16,177百万（US\$ 3.366百万）、ステージIIではZMK 25,447百万（US\$ 5.294百万）と見込まれる。

表 6.3.2 恒久堰灌漑スキームの開発目標と期待便益（ステージIおよびステージII）

Particulars	By Direct Force	By Contractor	Total	Remarks
Stage I (2012 – 2015)				
Sites Constructed, No.	88	204	292	
Area to be Irrigated, ha	429	995	1,424	
Members to Benefit,	2,354	5,457	7,811	
Economic Increment, M ZMK	6,978	16,177	23,155	Aggregated by Stage
Economic Increment, US\$	1,451,857	3,365,669	4,817,526	Aggregated by Stage
Stage II (2016 – 2020)				
Sites Constructed, No.	110	255	365	
Area to be Irrigated, ha	660	1,530	2,190	
Members to Benefit	3,520	8,160	11,680	
Economic Increment, M ZMK	10,977	25,447	36,424	Aggregated by Stage
Economic Increment, US\$	2,283,820	5,294,310	7,578,130	Aggregated by Stage
Grand Total (2012 – 2020)				
Sites Constructed, No.	198	459	657	
Area to be Irrigated, ha	1,089	2,525	3,614	
Members to Benefit	5,874	13,617	19,491	
Economic Increment, M ZMK	17,955	41,624	59,579	Aggregated by Stage
Economic Increment, US\$	3,735,677	8,659,979	12,395,656	Aggregated by Stage

出典: JICA 調査団

6.4 事業費および支出計画

前項で設定した開発目標に対する事業費を算定する。簡易堰開発では、研修費、燃油費、日当・

宿泊費を計上する。恒久堰開発では、堰建設費に加えて簡易堰開発と同様の研修費、燃油費、日当・宿泊費等を見込む。

6.4.1 簡易堰灌漑スキーム建設事業費

簡易堰灌漑スキーム建設に係る主要な費用は政府職員に対する研修費用である。研修は、講師養成研修、キックオフ研修およびフォローアップ研修からなる。事業費積算の条件を以下に示す。

- 1) 研修は北部州、ルアプラ州で個別に実施する。ステージ I において、講師養成研修には、州別に各々10名、6名を招聘し、続くキックオフ研修では、各々68名、43名の政府職員を研修することとする。
- 2) ステージ I では、研修受講者に加え、およそその半数にあたる同僚職員らにより簡易堰灌漑スキームの建設が進められる。事業実施シーズンは、毎年乾期にあたる5月～10月のおよそ5ヶ月間を想定する。
- 3) ステージ I では、普及員らに対して毎月20%のオートバイ燃料と、日当、普及用マテリアルを支給する。また、郡 TSB および州 TSB には、事業モニタリングのために各々毎月60%、120%の燃料と日当・宿泊費用を計上する。
- 4) ステージ I 期間中、毎年活動終了時には成果報告と情報共有化を目的としたフォローアップ研修を実施する。参加者はキックオフ研修受講者に加え、成果のあった同僚職員も招聘する。追加招聘者数は、キックオフ研修参加者数の10%程度とする。
- 5) ステージ II では、簡易堰灌漑スキーム建設は日常業務の一部として捉え、毎年2日程度のキックオフ研修を各郡にて行う。年間の成果報告は定期活動報告に組み込まれる。普及員には一括で40%の燃料が支給される。日当・宿泊費は、期間中一定回数分に限ることとする。

以上の検討条件から見積もられた簡易堰灌漑スキームの建設に係る事業費を表 6.4.1 に示す。ステージ I における事業費は、2州合わせて ZMK 4,721 百万 (US\$ 981,964)、またステージ II (5年間) における事業費は、2州合わせて ZMK 3,457 百万 (US\$ 719,045) となる。当該事業費から求められる簡易堰灌漑スキームの ha 当たり開発費は、ステージ I では ZMK 1.650 百万 (US\$ 343)、ステージ II では ZMK 1.651 百万 (US\$ 343) となる。一般に ha 当たり US\$ 10,000 を要する通常の灌漑開発に比して極安価な開発単価であると言える。

表 6.4.1 簡易堰灌漑スキーム建設費 (ステージIおよびステージII)

Particulars	Stage I (per year)	Stage II (per year)	Total	%	Remarks
Northern Province					
Training (TOT, Kick-off, Follow)	325,600,000	214,662,000	540,262,000	48	
Dissemination materials	20,984,000	14,910,000	35,894,000	3	1/
Fuel & servicing	158,793,600	82,842,800	241,636,400	21	
MA & DSA	169,950,000	90,360,000	260,310,000	23	
Stationeries	10,200,000	10,650,000	20,850,000	2	
Tools for construction	30,000,000	-	30,000,000	3	
Sub-total	715,527,600	413,424,800	1,128,952,400	100	
Luapula Province					
Training (TOT, Kick-off, Follow)	202,878,000	143,560,000	346,438,000	47	
Dissemination materials	13,202,000	9,800,000	23,002,000	3	1/1
Fuel & servicing	113,163,600	54,409,000	167,572,600	23	
MA & DSA	111,600,000	63,240,000	174,840,000	24	
Stationeries	6,450,000	7,000,000	13,450,000	2	
Tools for construction	17,500,000	-	17,500,000	2	
Sub-total	464,793,600	278,009,000	742,802,600	100	
Grand Total per annum, ZMK	1,180,321,200	691,433,800	1,871,755,000		
By stage (4 years for Stage I and 5 years for Stage II)					
Grand Total by Stage, ZMK	4,721,284,800	3,457,169,000	8,178,453,800		2/

Particulars	Stage I (per year)	Stage II (per year)	Total	%	Remarks
Area to be irrigated by Stage, ha	2,862	2,094	4,956		
Unit Development Cost, ZMK/ha	1,649,645	1,650,988	1,650,213		
Unit Development Cost, US\$/ha	343	343	343		@4,808 as of Mar. 2011

出典: JICA 調査団, 注: 1/ Technical manuals, leaflet, posters, line level. 2/ 4 years for Stage I and 5 years for Stage II

6.4.2 恒久堰灌漑スキーム建設事業費

恒久堰灌漑スキーム建設では堰体の堰建設費用が主要なものとなる。恒久堰はコンクリート造と粗石モルタル積み工の2種とし、直営工事と建設業者による建設を検討する。事業費積算の条件を以下に示す。

- 1) 直営工事では、粗石モルタル積み工法やコンクリートの配合などに関して郡 TSB 職員による技術サポートが必須となる。これらの技術的知識は、簡易堰建設・普及のためのキックオフ研修の中でセッションとして取り扱うことから、恒久堰灌漑スキーム建設としての研修費用は計上しない。
- 2) 恒久堰建設を直営工事により実施する場合の燃油費と日当・宿泊費は、簡易堰灌漑スキーム建設の場合と同様に見込む。特に後者については、現場施工監理を担当する郡 TSB に対して多く考慮する必要がある。なお、施工業者による建設の場合には、それぞれの半額を見込む。
- 3) 恒久堰建設費は現場条件で変化するが、2010年パイロット事業では1ヶ所当たりおよそ ZMK 32 百万から ZMK 58 百万であったことから、直営工事の場合の建設費を1ヶ所当たり ZMK 50 百万とし、施工業者による場合は1ヶ所当たり ZMK 75 百万と設定する。

上記の積算条件から恒久堰灌漑スキーム建設に係る事業費は表 6.4.2 のとおりとなる。直営工事の場合、年間当たりで ZMK 14.25 億 (US\$ 296,362) が必要とされる²。ステージ I の4年間における総建設費は ZMK 5,700 百万 (US\$ 1.19 百万)、続くステージ II の5年間における総建設費は ZMK 7,125 百万 (US\$ 1.48 百万) となる。この費用により、ステージ I、II を通じて毎年 22 ヶ所の恒久堰灌漑スキームが直営工事により建設され、灌漑面積はステージ I、II それぞれで 429ha、600ha となる。また、ステージ I、II を通じた ha 当たりの平均開発費用は、ZMK 11.78 百万/ha (US\$ 2,449 /ha) となる。

一方、施工業者による場合の建設費は、年間あたり工事費で ZMK 40.56 億 (US\$ 843,618) が必要とされる。ステージ I の4年間では ZMK 16.224 百万 (US\$ 3.387 百万)、ステージ II の5年間では ZMK 20.28 百万 (US\$ 4.234 百万) が必要となる。ステージ I、II を通じた ha 当たりの平均開発費用は、ZMK 14.46 百万/ha (US\$ 3,008/ha) となる。

表 6.4.2 恒久堰灌漑スキームスキーム建設費 (ステージ I およびステージ II)

Particulars	Stage I (per year)	Stage II (per year)	Total	%	Remarks
Direct Force Account Construction					
Northern Province					
Sites to be constructed	14.5 (58)	14.5 (73)	14.5 (131)		
Training (TOT, Kick-off, Follow)					included in simple sch.
Fuel & servicing	84,421,400	84,421,400	168,842,800	9	partly managed in simple sch.
MA & DSA	115,050,000	115,050,000	230,100,000	12	ditto
Stationeries	3,850,000	3,850,000	7,700,000	1	
Permanent structures	725,000,000	725,000,000	1,450,000,000	78	
Sub-total	928,321,400	928,321,400	1,856,642,800	100	
Luapula Province					

² 現在、ザンビア国では Poverty Reduction Fund (一種のバスケットファンド) が利用可能であり、全セクターを対象としているものの、2州における灌漑開発にも過去、資金が提供されている。この資金の 2005-2009 年における年間あたり実績値は最低額で US\$ 7,000、最大額で US\$ 400,000 である。一方、プランニングで示している金額は ZMK 14.25 億 (US\$ 296,362) であるので、単年度だけを見た実績としては十分手当て可能な金額といえる。

Particulars	Stage I (per year)	Stage II (per year)	Total	%	Remarks
Sites to be constructed	7.5 (30)	7.5 (37)	7.5 (67)		
Training (TOT, Kick-off, Follow)					included in simple sch.
Fuel & servicing	46,985,800	46,985,800	93,971,600	9	partly managed in simple sch.
MA & DSA	72,450,000	72,450,000	144,900,000	15	ditto
Stationeries	2,150,000	2,150,000	4,300,000	0	
Permanent structures	375,000,000	375,000,000	750,000,000	76	
Sub-total	496,585,800	496,585,800	993,171,600	100	
Grand Total per annum, ZMK	1,424,907,200	1,424,907,200	2,849,814,400		
Grand Total by Stage, ZMK	5,699,628,800	7,124,536,000	12,824,164,800		1/
Area to be irrigated by Stage, ha	429	660	1,089		
Unit Development Cost, ZMK/ha	13,285,848	10,794,752	11,776,093		
Unit Development Cost, US\$/ha	2,763	2,245	2,449		@ 4,808
Permanent (Contract-out-construction)					
Northern Province					
Sites to be constructed	35 (140)	35 (175)	35 (315)		
Training (TOT, Kick-off, Follow)					included in simple sch.
Fuel & servicing	61,405,200	61,405,200	122,810,400	2	partly managed in simple sch.
MA & DSA	84,450,000	84,450,000	168,900,000	3	ditto
Stationeries	5,600,000	5,600,000	11,200,000	1	
Permanent structures	2,625,000,000	2,625,000,000	5,250,000,000	95	
Sub-total	2,776,455,200	2,776,455,200	5,552,910,400	100	
Luapula Province					
Sites to be constructed	16 (64)	16 (80)	16 (144)		
Training (TOT, Kick-off, Follow)					included in simple sch.
Fuel & servicing	29,561,600	29,561,600	59,123,200	2	partly managed in simple sch.
MA & DSA	47,400,000	47,400,000	94,800,000	4	ditto
Stationeries	2,700,000	2,700,000	5,400,000	1	
Permanent structures	1,200,000,000	1,200,000,000	2,400,000,000	94	
Sub-total	1,279,661,600	1,279,661,600	2,559,323,200	100	
Grand Total per annum, ZMK	4,056,116,800	4,056,116,800	8,112,233,600		
Grand Total by Stage, ZMK	16,224,467,200	20,280,584,000	36,505,051,200		1/
Area to be irrigated by Stage, ha	995	1,530	2,525		
Unit Development Cost, ZMK/ha	16,314,195	13,255,284	14,460,309		
Unit Development Cost, US\$/ha	3,393	2,757	3,008		@ 4,808

出典: JICA 調査団, 注: 1/ Technical manuals, leaflet, posters, line level. 2/ 4 years for Stage I and 5 years for Stage II

6.5 投資効果の判定 (経済分析)

6.5.1 投資効果の算定ケース

試算された期待便益および工事費を基に、投資効果の検討を行う。投資効果の検討にあたっては、経済価格を用いた内部収益率 (EIRR) に加えて、経済価格による純現在価値 (NPV) および費用便益 (B/C) 比を算出する。なお、純現在価値および B/C 比の算定における割引率は、ザンビア国で機会費用とされている 12% を採用する。

検討ケースにおいては、簡易堰と恒久堰による事業を各々別途に検討する。そして簡易堰による事業の場合、改良サイトのみ、新規建設サイトのみ、それら両者を合計したケース、また、恒久堰においても直営工事分のみ、建設業者への発注分のみ、そして両者を合計したケースを検討する。さらに、恒久堰による事業の場合、恒久堰単独にて上述の目標灌漑面積が達成されるケースに加えて、もともと簡易堰によって灌漑されていた面積を差し引いたケースも算定する (すなわち、アップグレードによって拡張された面積のみを考慮)。これら基本のケースに加えて、感度分析の一環として便益の発生が一年遅れた場合を参考として実施する。

6.5.2 投資効果 (内部収益率、純現在価値、費用便益比)

試算の結果得られた、各検討ケースの内部収益率、純現在価値、費用便益比を下表に示す。表より以下が判る (いずれも経済価格や経済便益で算出)。

- 1) 簡易堰事業における投資効果は非常に大きい。例えば、初年度から便益が発生する基本のケースでは、改良サイト、新規建設サイト、その両者合計のいずれにおいても内部収益率は算定不可能となっている。これは、第一年目における便益が第一年目における投資額より大きいことによる（計算上、大きな割引率を用いても総便益と総投資がバランスしない）。なお、感度分析として2年目から便益が発生させた場合でも、内部収益率は156～159%と非常に高い³。
- 2) 簡易堰事業におけるNPVは基本ケースの場合、改良サイトにてZMK460億、新規開発サイトにてZMK1,443億、両者をあわせた場合ZMK1,903億と、これも非常に高い価値が発生している。結果、B/C比も大きく、4.2～7.4を示す。感度分析として2年目から便益が発生させた場合、いずれも数値的には低下するが、例えばB/C比ではいまだ3.8～6.5を有している。
- 3) 恒久堰による事業の場合、灌漑面積をすべて考慮した基本ケースの内部収益率は、直営工事で52%、建設業者発注ケースにて42%、両者を合計したケースにて47%と、いずれも一般的な灌漑事業に比較して非常に大きな値を示している。これは、通常、ザンビア国においては1ha当たり灌漑開発単価がUS\$10,000にも達するところ、本件事業ではわずかUS\$3,000程に過ぎないことが大きな理由である（貯水用ダムやポンプ施設を要しない本件灌漑事業は安価である）。また、NPVやB/C比も大きく、例えばB/C比は2.7～3.1を示している。
- 4) 恒久堰による事業の場合で、もともと簡易堰によって灌漑された面積を差し引いて便益を算定した場合、事業効果は低下する。しかしながら、その場合でも、内部収益率は直営工事で27%、建設業者発注ケースにて22%、両者を合計したケースにて25%と、いずれも大きな収益率を示している。また、NPVやB/C比も大きく、NPVはZMK123億～ZMK376億、B/C比は1.7～2.0を示している。事業としては、非常に投資効果が高いといえる。
- 5) 恒久堰による事業において、便益発生を1年遅らせた場合、いずれも投資効果は低下する。しかしながら、内部収益率に注目すると灌漑面積全てからの便益を考慮した場合で30～35%、増加分のみを考慮した場合で18～22%と、いずれも高い収益性を維持している。すなわち、便益発生が一年遅れるといったリスクを考慮しても、十分に投資効果が高い事業といえる。

表 6.5.1 投資効果の要約（内部収益率、純現在価値、B/C比）

ケース	EIRR, %	NPV(12%), 億 ZMK	B/C 比	備 考
便益が想定どおり発生するケース				
簡易堰（改良サイト）	計算不能	460.3	4.247	第一年目の便益が第一年目の投資額より大きいため EIRR は計算不能
簡易堰（新規建設サイト）	計算不能	1443.1	7.385	
簡易堰（改良サイト+新規建設サイト）	計算不能	1903.4	6.175	
恒久堰（直営工事分）	51.6	278.7	3.148	灌漑面積すべてからの便益計上
恒久堰（建設業者発注分）	41.6	591.8	2.666	
恒久堰（直営工事+建設業者発注）	47.0	891.1	2.919	
恒久堰（直営工事分）	26.8	123.4	1.951	簡易堰による既灌漑開発分を除外 （恒久堰による追加分のみ計上）
恒久堰（建設業者発注分）	22.2	231.6	1.652	
恒久堰（直営工事+建設業者発注）	24.7	375.6	1.809	
便益発生が一年遅れるケース				
簡易堰（改良サイト）	158.7	393.2	3.773	

³ 改良サイトのEIRRは158.7%、新規建設サイトのEIRRは156.0%と前者が若干高い。対する、NPVおよびB/C比を見ると改良サイトが新規サイトに比較し、非常に小さい。この結果は一見矛盾しているように思えるが、改良サイトの1年目の灌漑面積（拡大分）は1.0ha、対する新規サイトでは初年度0.9haから開始し、そして4年後に2.1haに達すると仮定して便益を算定している。すなわち、2年後以降の1サイト当たり便益は新規サイトが明らかに高いが、初年度においては改良サイトの方が高く、割引率（EIRR）が100%を超えるなど極端に高い場合には、この初年度分の便益が大きく作用し、結果、EIRRは改良サイトの方が若干大きくなったものである。対する、NPVやB/C比はザンビア国の機会費用12%にて割引しているため、計算期間の中盤～後半における便益もそれなりに加算されることから、1サイト当たり最終開発面積が2.1haと大きい新規建設サイトのNPVおよびB/C比が大きくなったものである。

簡易堰（新規建設サイト）	156.0	1253.7	6.547	
簡易堰（改良サイト+新規建設サイト）	157.2	1646.8	5.478	
恒久堰（直営工事分）	35.2	232.4	2.791	灌漑面積すべてからの便益計上
恒久堰（建設業者発注分）	30.0	484.5	2.364	
恒久堰（直営工事+建設業者発注）	32.9	737.5	2.588	
恒久堰（直営工事分）	21.6	95.7	1.737	簡易堰による既灌漑開発分を除外 （恒久堰による追加分のみ計上）
恒久堰（建設業者発注分）	18.3	165.0	1.464	
恒久堰（直営工事+建設業者発注）	20.1	281.2	1.606	

出典：JICA 調査団

6.6 事業実施上の留意点（パイロット事業実施からの教訓）

6.6.1 「簡易堰」から「恒久堰」への段階的開発

本件調査では、小規模灌漑開発の実施にあたり、簡易堰と恒久堰の両方を取り扱っているが、簡易堰については既存の堰が数多く存在することが確認されている。2009年に実施されたインベントリー調査によると、既存恒久堰が104堰在るのに対し、簡易堰の数は1,024堰に及んでいる。

簡易堰は誰でも建設できるという利点がある一方、確保できる水量に限りがあることから多くの場合、水量にまつわる課題や問題が発生する。ここで、恒久堰を導入することで、農民はより多くの利益を受けることが可能となり、ここに簡易堰から恒久堰にアップグレードすることの第1の意義が見いだされる。

続いて、簡易堰において灌漑農業の経験を積めることが第2の利点として挙げられる。雨期作と異なり灌漑農業では様々な技術が要求される。畝間灌漑や水盤灌漑、灌水量の調整、灌漑回数調整等の基本技術や、全体の水供給量が不足した場合のローテーション灌漑の実施などもその一例である。また、灌漑農業下では同じ農地を繰り返し耕作することにより、土壌の劣化が著しく進む傾向が強い。よって、土壌管理技術の実践も必要となる。

こうした諸々の技術を簡易堰開発を通じて予め取得することができれば、恒久堰による灌漑が開始された際の成功率が格段に上がるものと期待できる。特に恒久堰開発ではより多くの資金と労力が投入されることから、失敗が許されない状況にある。ここで一度簡易堰により経験を積むことで成功の可能性を高めることの意義は大きい。

さらに、既存の簡易堰スキームが恒久堰建設の際のセーフティネットとなることも見逃せない効果である。一般的に、恒久堰建設には多くの時間が必要であり、灌漑農業を行っていない農家は、その間、その他の就業機会をあきらめざるを得ない。ここで既存の灌漑システムがあり、工事中も仮返し水路によりその機能を維持すれば、最低限の収入を確保することが出来る（写真参照）。

このように、簡易堰建設を最初のステップに組み込むことで、将来的な小規模灌漑開発の成功率がより高まり、また、農民の生計もより安定させることができる。

6.6.2 土地分配における公平性の確保

重力灌漑では配水できる土地が地形に



仮返し水路を既設の水路へ接続することで、恒久堰の建設中であっても下流圃場では灌漑農業を営むことが可能である。

より限定され、また、水量にも制限があることから、村民の全員が対象灌漑農地の中に自らの農地を所有しているわけではない。多くの場合、農地を所有しているのは、数名～10名に1人程度である。パイロット事業の結果を見ても、2009年度の「改修」地区では、1地区あたり平均41名の受益農家のうち土地所有者はわずか5名（11%）であり、また、「新規」地区においても33名の受益農家のうち、土地所有者はわずか6名（17%）であった。2010年度地区においても、前者は受益農家18名に対する4名、後者は受益農家19名に対する4名のみが土地所有者となっている。

表 6.6.1 受益農家数と土地所有者数の比較

Pilot Project	No. of Members	No. of Land Owners	Ratio
Improvement in 2009 (Per site)	4,060 (41)	465 (5)	11%
New Development in 2009 (per site)	3,118 (33)	536 (6)	17%
Improvement in 2010 (Per site)	3,490 (18)	716 (4)	21%
New Development in 2010 (per site)	3,381 (19)	841 (5)	25%

出典: JICA 調査団, based on the result of pilot project implementation.

こうした場合、不公平感を解消するために灌漑地を分配することが望まれるが、土地所有者がそれを拒む場合もある。また、仮に無償・有償で土地を貸し出しても、店子農家が長期的な視点での土地管理をしなくなるという課題も指摘される。彼らにとってみると、いつ所有者に土地を取り上げられるか分からないため、必要以上に投資を行うインセンティブが働かない。むしろ、投資して土地の価値を上げることで取り上げられる可能性が高まることを恐れるケースもありうる。

これに対し、パイロット事業では土地の公平分配に関する成功例も報告されている。Mungwi 郡の Nseluka 灌漑地区では、CEO の提言と村長の権限により全メンバー農家に公平に分配された（写真参照）。ここでは1農家あたりの土地区画を25m×100mと定め、現況の土地所有状況とは無関係に公平に分配を行ったものである。

特に貧困世帯にとっては、灌漑による便益には計り知れないものがあるため、上記のような公平な土地分配を行うことはコミュニティ全体の厚生の向上に繋がる。このため、コミュニティベースでの小規模灌漑開発を実施する際には、こうした土地を「持つ者」と「持たざる者」の間における土地分配を調整することが重要な開発指針となる。



用水路の建設延伸に合わせ、用水路に沿って灌漑圃場がメンバー1人ひとりに配分されていく（Nseluka 地区、Mungwi 郡）

6.6.3 灌漑開発における伝統的首長の役割

灌漑開発のようなグループ活動を行う場合、受益農家は多くの場合農民組織を形成する。農民組織を設立するにあたり、選挙でコミティメンバーを選出するというのも一般的であり、その

ことから農民組織主体での各種活動が活発に行われていることが伺える。なお、農民組織のコミティメンバーを選出するにあたり、通常、村長は立候補できない。

伝統的に、村長や首長は村民に土地を分け与えたり、社会的規律やルールを設けたり、農民間の紛争解決を行ったりしてきた。そして、土地配分を行う性格上、村長は小規模灌漑開発には無くてはならない存在といえる。前述の Nseluka 灌漑地区の事例でもみられたとおり、村長が中心となり公平な土地配分を行うことでその村全体の厚生が向上するため、小規模灌漑開発を行う際にはその初期段階から村長を巻き込むことが望ましい。

また、1つの灌漑スキームに複数の村がまたがる際には関係する複数の村長同士の調整が必要である。かりに村長同士で話が進まない場合には、その上位の伝統的首長が解決することが一般的である。このため、灌漑開発を行う際にはこうした首長への報告も行うことが望まれる。

6.6.4 河川水量に応じた灌漑開発

灌漑へのニーズが高いからといって、必ずしも実現できるわけではない。灌漑開発を行うには水資源が不可欠である。このため、まずは川の水量や地形などから判断して農民の努力により重力灌漑が実施可能かの判断をすることが求められる。問題となるのは、小規模河川の場合、河川流出量のデータがないということである。乾期の水量については農民が良く知っているといえるが、一方で、彼らは減水率を過小評価する傾向にあるため注意が必要である。

農民にとっては、灌漑事業を村で実施したいという思いがあり、また、場合によっては肥料や種子の無料配布も併せて行われるのではないかとの過剰な期待があることから、常に水があるかのような回答をすることが多い。このため、灌漑開発の最初の年は比較的小規模な面積から始めるとともに、多くの河川では乾期中～終盤にかけて水量が乾期当初のそれから1/5～1/10程度にまで下がることを念頭におくべきである。

河川には多くの取水ポイントがあるため、ある農民グループが小規模灌漑を開始した後で、周辺の農民も後から灌漑を始めることも予想される。この場合、後から始めたグループが上流に位置する場合は、特に下流での水不足が懸念される。こうした水紛争を避けるため、できるだけ村長や伝統的首長に間に立ってもらい、サイト毎のローテーション灌漑を導入するなどの措置を講ずる必要もある。ただし、水量によってはそうした措置でも需要を満たせない恐れがあることから、小規模灌漑を進めるにあたっては、まずは上流から開始することが推奨される。

6.6.5 必要水量の算定

作物用水量を算出するのに良く用いられる手法に「標準作物蒸発散量：ET_o」がある。図 6.6.1 に修正ペンマン法により算出された Chipita 観測所における標準作物蒸発散量を示す。これによると、10月をピークに夏が近づくに連れてET_oは上昇し、雨期に入ると日照が弱まることから高い気温にも関わらずET_oは再び減少に転ずる。

作物係数 (K_c) は ET_o を作物毎の

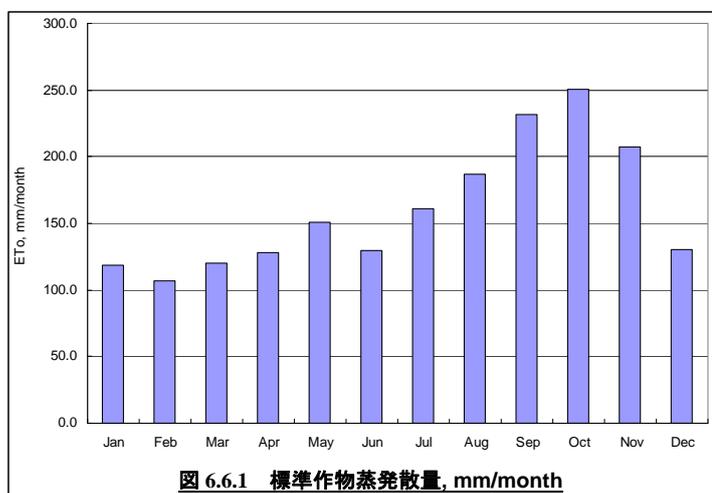


図 6.6.1 標準作物蒸発散量, mm/month

蒸発散量に換算する係数である。作物係数は主に作物の種類・成長ステージにより変動するが、成長中期にかけて係数が上昇し、後期には再び減少する。このように、作物用水量は作物の成長ステージと天候に影響される。すなわち、作付けする時期により作物用水量総量は変動する。例えば、作物係数の高くなる成長中期が ETo がピークを迎える 10 月に重なると、作物用水量も上昇する。この作付時期に応じた作物用水量の変化を示したものが、図 6.6.2 である。

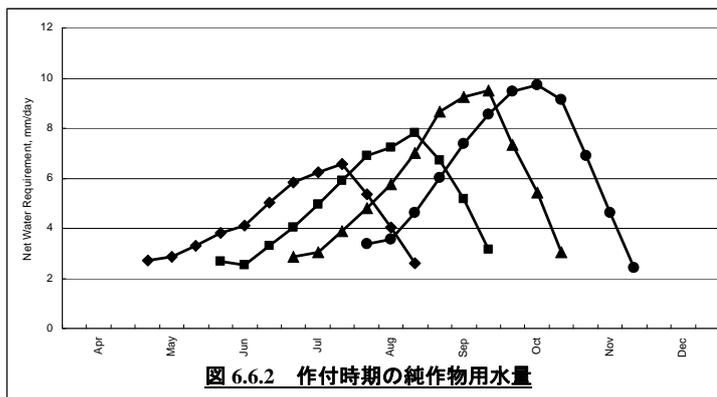


図 6.6.2 作付時期の純作物用水量

これによると、最大作物用水量は作付時期が遅れば遅れるほど上昇することが分かる。仮にメイズが 5 月に作付されたならば、最大作物用水量は 7 月にピーク (6.56 mm/day) を迎える。一方、8 月に作付けが行われた場合、最大用水量は 9.71 mm/day となり、48% も増加する。灌漑効率を 0.5 と仮定すると、粗設計用水量は 5 月作付の場合で 7 月後半ピーク時に 1.52 l/s/ha、8 月前半作付の場合では 10 月中旬ピーク時に 2.25 l/s/ha となる (表 6.6.2 参照)。

河川水量は通常乾期終盤に向かうに連れて減少していき、10 月から 11 月初旬にかけて最も減少する。正確な記録はないものの、これまでの調査から判断してこの時期は乾期当初に比較しておよそ 1/2~1/5 まで減少するものと見積もられる。

表 6.6.2 作付時期別最大作物用水量

Planting	Peak NWR mm/day	Peak NWR l/s/ha	Gross, l/s/ha	peak period
			Eff. 0.5	
Early May	6.56	0.76	1.52	Late July
Early June	7.81	0.90	1.81	Late August
Early July	9.52	1.10	2.20	Late September
Early August	9.71	1.12	2.25	Mid October

NWR: Net Water Requirement

このことから考えて、作付時期の遅れは、最も水量の少ない時期に合わせて、作物用水量が増加するという問題を生じさせる。簡易堰スキームでは乾期に入ってから作業を開始することから、作付の遅れが生じやすく、特に注意が必要である。結論として、出来るだけ早い時期に作付を行うこと、灌漑面積を初年度からあまり増やし過ぎないこと、農民が報告する水量に依拠しすぎないこと等が重要である。

6.6.6 農民による見積面積と実際の面積との相違

本件調査では定性的・定量的情報の両方について、その多くを農民からの聞き取り調査によっている。MACO が取りまとめている農業生産データも例外ではなく、元々はキャンプ・ミーティングにおける聞き取り調査に基づいている。このため、そうしたデータの信憑性は農民による耕作面積認知能力の正確性に大きく依存することとなる。

このような背景の基、農民の見積もる耕地面積と実際の面積にどれ程の差があるか調査を実施した。188 農家、339 圃場を対象としたこの調査では、まず農家に自らの耕作地の面積を尋ね、その後、実際にその面積を測定した。表 6.6.3 に示すとおり、農家が見積もった耕地面積は平均 0.97 リマ、49.2m 四方であったのに対し、実際の耕地面積は 0.90 リマ、47.4m 四方であった。すなわち農民は自らの耕地面積をやや過大評価しており、実際の面積は彼らという面積の 92.6% に留まっていることが分かった。

表 6.6.3 農民による見積面積と実際の面積との比較(m²)

Item	Per Household			Per Plot		
	Area Declared (lima)	Area Measured (lima)	Ratio (%)	Area Declared (lima)	Area Measured (lima)	Ratio (%)
Total	183	169		184	170	
Average	0.97	0.90	92.4%	0.54	0.50	92.6%
Max	5.48	5.15	475.0%	4.00	3.40	933.3%
Min	0.06	0.02	8.0%	0.01	0.01	8.0%
No. of Samples	188			339		

出典: Harvest Survey by JICA 調査団

ただし、個々の例をみると、その変動幅は大きく、また、過大に見積もる場合もあれば過小に見積もる場合もある。例えば、最も過大評価したケースでは、実際の面積は申告面積の7%しかなかった。恐らくこれは農民が「リマ」を単位に物事を考えており、ある一定以下、このケースでは「1/4 リマ」を下回る面積はすべからく「1/4 リマ」と判断する結果だと予想される。一方、最も過小評価したケースでは、実際の面積は申告面積の475%であった。このように、農民からの聞き取りに基づく場合、かなりの誤差があることを予め織り込んでおく必要がある。

特に、作物生産の土台である耕地面積や灌漑面積に誤差が伴えば、それ以外の重要な指標、例えば単収も大きく変わってくるので注意が必要である。特に、今回の結果を参照すると、実際の耕地面積が小さいことから、土地生産性が現実よりも低く見積もられている、すなわち灌漑の便益が低く抑えられる可能性があることに留意すべきである。

6.6.7 圃場灌漑：伝統的水かけ方式再考

調査対象地域の既存灌漑地区では、手がけによる圃場灌漑が未だ大勢を占めている。手がけは時間と労力が相当必要であり、合理的ではないように見受けられる。しかしながら、現地調査を通じて、農民なりに合理性を見いだしていることが観察された。

調査対象地域にて観察される圃場灌漑には、1) バケツなどで水路から圃場まで水を運ぶケース、2) 圃場内までは重力灌漑で水を引き込むが、そこから畝に手で水をかけるケース、3) 畝間灌漑、4) 水盤灌漑、の4種類があり、最も多くみられるのは2) のケースである。

農民がこうしたやり方を選ぶ理由として、畝の高さにヒントがあると考えられる。本件調査地域では、*Funjikila* と呼ばれる伝統的な畝が利用されるが、*Funjikila* の特徴はその高さ・大きさにある。*Funjikila* ではジャイアントグラス等の雑草を畝に鋤き混むことから、自然とそのサイズが大きくなる。畝の高さがある程度以上に高い場合、通常の畝間灌漑では作物に十分な水を供給することが出来ない。このため、自然と手がけによる灌漑が行われているものと考え



畝間に流れる灌漑用水をバケツで掬って灌漑する農民。時間がかかるものの、調査対象地域では、こうした灌漑方法をよく見かける。



過剰な灌水により根にダメージを受けたトマト。適正な位置に植栽されることと水管理が必要である。

られる。そして、伝統的にこのような灌漑方法を行ってきたことから、例え畝高が低い場合でもこうした同様の方法で続けているものとみられる。

もう 1 つの理由として、慣れない灌漑方式は避けたいという先入観が挙げられる。ある灌漑地区では、畝間灌漑よりも手で水をかけた方が作物の育ちがよいと主張する農家があり、実際に畝間灌漑で作付けしている圃場での作物の生育が悪い例があった。恐らくこのケースでは、畝間灌漑で過剰に灌水していたものと思われるが、こうした知識不足も、農民が導入に二の足を踏む遠因になっていると考えられる。このため、農民にとって不慣れた灌漑方式を導入する場合には、時間をかけた指導を行う必要がある。

一方、一般化はできないものの、全く別な理由から手がけを行っている農民グループも観察された。この灌漑地区では灌漑への受益農家数が多いことから、ローテーション灌漑を導入して、効率的な水配分を図っている。各農家が灌漑出来る時間は限られており、2~3 時間のうちに灌漑を終えなければならない。ところが、畝間灌漑の場合、水が土壤に浸透していくのを待ってではなくてはならず、与えられた時間内に灌漑を終えることができず、したがって、農民は手がけにより急いで灌漑するということである。

さらに、手がけによる灌漑の方が実際優れている例もあるものと思われる。右写真に示すように、かなり密植している農家があり、このケースではトマトを定植している窪み 1 つ 1 つに籾殻と鶏糞を施用している。この窪みに上から水をかけることで、液肥効果を得ることが出来る。ここには農家が手で水をかける十分な合理性がある。



植栽されたトマトの周囲に小孔を掘り、米ぬかや鶏糞を投入する。これらは、灌水することに液体肥料としての効用を発揮する。

本調査では畝間灌漑と水盤灌漑の 2 種類の圃場灌漑方法を提案しているものの、上記のように、例え労力がかかってもあえて手がけを実践することを選択する農家もいることから、状況に応じて新しい灌漑方式を導入することが妥当であろう。

第7章 パイロット事業

パイロット事業は2009年と2010年の2度の乾期において実施された。2009年の乾期には簡易堰を主体とした小規模灌漑のパイロット事業を実施した。2010年には2009年に行った簡易堰の広範囲への普及を行うと共に、2009年に建設された簡易堰のいくつかを恒久堰へとグレードアップを行った。本章では、2カ年にわたり実施されたパイロット事業の活動や成果について述べる。

7.1 パイロット事業計画の策定

7.1.1 背景

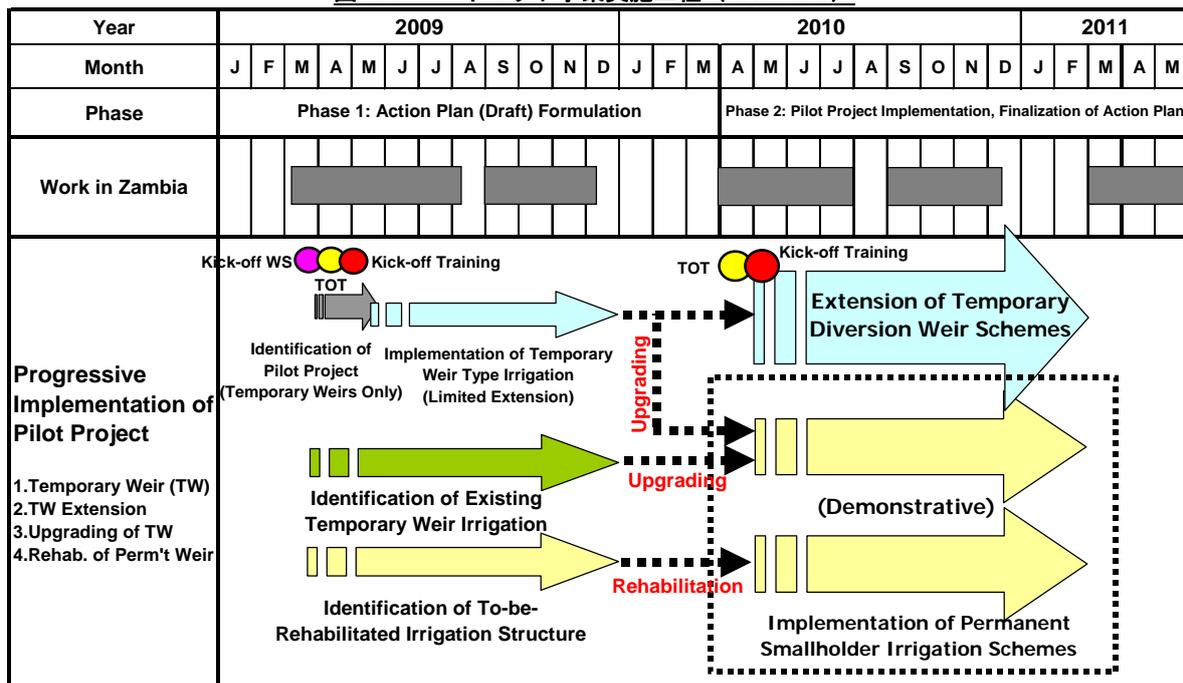
本件調査は北部州、ルアプラ州における小規模灌漑開発のアクションプランを策定することを目的としている。ここで、より効果的な計画とするためには、既存政府組織の「Limit：限界」について理解を得ておく必要がある。Limitを知る上でのひとつの効果的な方法は、実際にその計画を試してみることであり、今回はパイロット事業としてこれを実施した。

パイロット事業により試行することのメリットは、「Limit」を知るだけでなく、どの様に実施したらよいかという「How」の部分についての教訓が得られることにもある。例えば、実施体制や実施工程の妥当性についてより具体的な示唆を得ることが出来る。また、パイロット事業においていくつかの成功事例を作り出すことができれば、今後、計画を実施していく上でモデルとなりうる。

7.1.2 パイロット事業の実実施計画

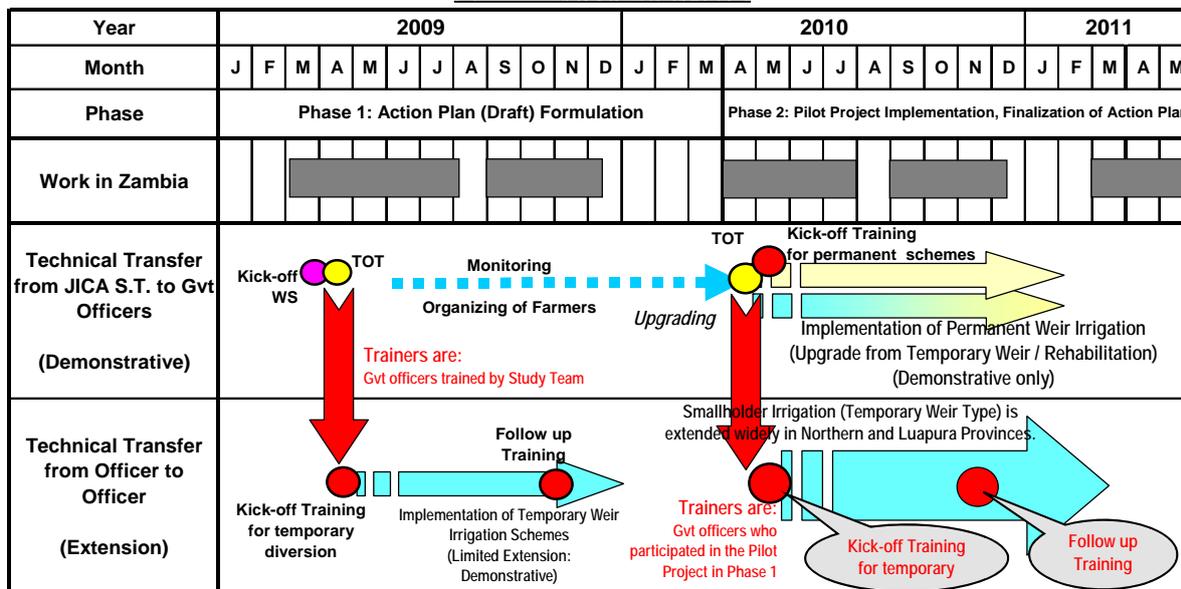
パイロット事業全体の実施工程を図7.1.1に示す。まず、2009年の調査開始時にキックオフワークショップを実施し、灌漑開発ポテンシャルの高い郡を選定した。その後、TOT（Training of Trainers）により核となる職員の育成を行い、彼らを講師として、高ポテンシャル郡から招聘した郡TSB職員や農業普及員を対象にキックオフトレーニングを実施した。TOT以降の活動は2009年、2010年共にほぼ同様の実施計画であるが、2010年にはより多くの参加者を募った他、恒久堰を合わせて取り扱っている。

図 7.1.1 パイロット事業実施工程（2009-2010）



パイロット事業の実施にあたっては、数々の能力向上活動が織り込まれている。図 7.1.2 に示すように、能力向上活動としては、それぞれの年度の初めに TOT を実施し、講師レベルの職員を育成すると共に、キックオフトレーニングでは小規模灌漑技術と灌漑農業に関する関連技術を農業普及員に普及している。また、フォローアップトレーニングでは現場で実際に直面した種々の課題や教訓を共有している。恒久堰を中心としたより高度な灌漑技術については、2010 年度のキックオフトレーニングにおいて郡 TSB 職員を中心に研修を実施している。

図 7.1.2 技術移転実施計画



7.2 パイロット事業の実施

2009 年乾期のパイロット事業は、「簡易堰」を中心とした小規模灌漑開発を主体とした。2010 年乾期では、「簡易堰」に加え、粗石モルタル積みやコンクリート堰を中心とする「恒久堰」をその活動に含めた。「恒久堰」の建設では、2009 年に建設された簡易堰やそれ以前から存在する簡易堰のうち、さらなる拡大が期待できる地区や農民の組織化が進んでいる地区において簡易堰から恒久堰へのアップグレードを行った。

7.2.1 事業実施対象郡

2010 年乾期のパイロット事業は、キックオフトレーニング（2010 年 5 月開催）をその開始点としている。本トレーニングでは、事前に TOT を受講した政府職員が講師となり、簡易堰、恒久堰ならびに灌漑農業開発に係るいくつかの項目について研修を行い、最後に当期の活動計画を策定している。パイロット事業の対象となる郡は、小規模灌漑開発ポテンシャルの高い郡が優先的に選定されている。この優先度は 2009 年 3 月に実施されたキックオフワークショップにおいて参加者自らが設定したものである。優先郡を下表にとりまとめると共に、2009 年、2010 年それぞれのパイロット事業実施郡を示す（「×」表示）。

表 7.2.1 小規模灌漑開発に向けた各郡のポテンシャル優先順位

Rank	Northern Province			Luapula Province			Remarks
	No.	District	2009	2010	District	2009	
1	Mbala district	X	X	Kawambwa district	X	X	
2	Mpika district	X	X	Mansa district	X	X	
3	Mungwi district	X	X	Mwense district		X	

4	Kasama district	X	X	Milenge district		X	
5	Mporokoso district	X	X	Nchelenge district		X	
6	Luwingu district	X	X	Chiengwe district			
7	Isoka district		X	Samfya district			
8	Nakonde district		X				
9	Chilubi district						
10	Chinsali district						
11	Mpungu district						
12	Kaputa district						

出典: JICA 調査団, 2009年3月31日開催のキックオフワークショップより

7.2.2 TOT (Training of Trainers)

TOTの対象となる研修員は、続くキックオフトレーニングで講師を務める政府職員である。2009年は北部州 TSB 職員ら7名を選抜し、2日間のTOTを実施した。2010年には、5名の州 TSB 職員と5名の郡 TSB 職員の合計10名が参加した。研修内容は、ポテンシャル地区の選定方法、簡易堰システム、恒久堰システム、必要灌漑用水量算定方法、農民組織化、推奨営農体系、コンポスト作成方法等である。2010年度始めて導入される恒久堰については、特に多くの時間を設定して、過去に建設従事経験のある TSB 職員による実施プロセスの解説や留意事項の説明なども併せて行った。

2010年のTOTでは恒久堰建設地区選定の基準も併せて議論した。恒久堰開発では多くの資金・労力が投入されることから失敗が許されず、適地選定が極めて重要となる。ここで検討された選定基準は、1) コミュニティが基本材料(砂、岩、砕石等)を準備できる、2) 既存水路の50%以上が既に利用されている、3) 取水地点の水深が2.5mを越えない、4) 見積金額が予算を超えない規模にある、5) 通年河川である、6) 深いダンボではない、7) 灌漑可能面積が4~5ha以上ある、等である。TOT研修の最後にはキックオフトレーニングの詳細スケジュールが検討され、また、各講師にはそれぞれが受け持つセッションが割り振られた。

7.2.3 キックオフトレーニング

キックオフトレーニングは、2009年は4月16日~18日に、また、2010年は5月3日~7日において実施した。参加者はパイロット事業実施郡から招聘された BEO または CEO と呼ばれる農業普及員と彼・彼女らを指導する郡 TSB および州 TSB 職員である。2009年は計35名、2010年には計60名が参加した。研修の目的は、参加者がパイロット事業を円滑に実施するために必要な知識と技術を身につけることにあり、下記8項目について研修を行った。

- 1) 本件調査が推進している小規模灌漑開発の概念を理解する。
- 2) 小規模灌漑構造物の種類について網羅できるようになる。
- 3) 圃場灌漑の手法についての知識を得る。
- 4) 小規模灌漑開発のための農民組織化の方法を身につける。
- 5) 灌漑開発の効果を広める方法について理解する。
- 6) 灌漑農業についての理解を深める。
- 7) パイロット事業の活動計画、開発目標を立案する。
- 8) ザンビア国における小規模灌漑の今後について議論できうる。

研修においては、小規模灌漑の概念や必要水量算定方法などを解説する「理論編」と、実際の堰の建設や堆肥作りを行う「実践編」など、幅広いセッションを設けた。主な研修課題を以下に

示す。

- | | |
|---|------------------------|
| 1. 事前アンケート | 8. 農民組織化 |
| 2. 小規模灌漑概論 | 9. 推奨営農体系 |
| 3. 簡易堰の構造（インクライン、シングルライン、
ダブルライン、トリゴナル、石積み式） | 10. ぼかし堆肥作り |
| 4. ラインレベルを用いた水路の路線選定 | 11. 簡易堰建設実地研修（シングルライン） |
| 5. 付帯構造物 | 12. 簡易堰建設実地研修（トリゴナル） |
| 6. 必要灌漑用水量の算定 | 13. 水路選定実地研修（ラインレベル） |
| 7. 圃場レベルの灌漑方法 | 14. パイロット事業活動計画立案 |
| | 15. 研修総合評価 |

1) 参加者の属性

キックオフトレーニングでは研修の開始に先立ち、質問票を用いた参加者分析を行っている。2010年キックオフトレーニング参加者に対して実施した結果によると、研修の参加者は合計60名で、このうち実際に現場で活動することとなるBEOとCEOが37名を占めている（女性7名、男性30名）。参加者の平均的な業務経験は比較的浅く、62%は1～5年の業務経験しか有していなかった。

業務経験が少ないことを反映し、半数以上の参加者が小規模灌漑事業への従事経験を有していない（有効回答数48名のうち25名）。また、以前に見たことがある、あるいは知っている灌漑方法としては「畝間灌漑」と「足踏みポンプ灌漑」の割合が最も高く、参加者の24%がこれらの灌漑手法を知っていると答えている。簡易堰を用いた重力灌漑、恒久堰による重力灌漑についてはそれぞれ13%、11%しか知識を有していなかった。

2) 普及員の直面する課題

政府職員として普及員が抱える問題点として最も多く挙げられた項目は「移動手段や予算の不足」であり、有効回答数の63%を占めている。調査対象地域では2009年に約30台規模のオートバイの配布が行われたものの、大部分の普及員は未だ移動手段の不足に悩まされている（2009年時点でバイクを所有する普及員は約1/4）。加えて、27%の参加者が「知識の不足」を第2の問題点として挙げていた。

3) 課題解決のための対策

上述のような課題に対処するため、普及員は様々な対策を講じている。最も多いケースは研修への参加と農民の組織化である（39%）。研修への参加は知識向上への直接的な機会であり、また農民を組織化することでより効率的な情報伝達が可能となる。続いて36%の参加者が「自身で交通手段を補完している」と回答している。これには、自身で燃料代を捻出したり、他の普及員からオートバイを借りたりすることが含まれる。同様のことはこれまでの研修を通じて度々指摘されており、人口密度の低い本件調査対象地域において農業普及を実施する上での大きな課題となっている。

4) 本研修への期待

参加者が本研修に期待していたものとして最も多かった項目は、「灌漑に関する知識を向上する（20名）」ことで、「簡易堰の建設方法を学ぶ（11名）」がこれに次ぐ。この他にも「恒久堰の建設方法を学ぶ（6名）」、「異なる灌漑方法について学ぶ（5名）」等が上位を占めており、参加者は

極めて具体的な目的意識を持って研修に参加していたことが伺える。またこれらの内容は調査団が研修で提供しようとしていたものと一致する。

5) 研修の達成度

研修の最後には、研修に対する参加者自らによる評価を行っている。まず、前掲の 8 項目の研修目的それぞれについて達成度が 5 段階で評価された。全ての項目において達成度は3~5の範囲に収まっており、右図に示すとおり、「4」と「5」がその大勢を占めていた。ただし、各項目をみると、レベル「5」の占める割合に若干の差がみられた。

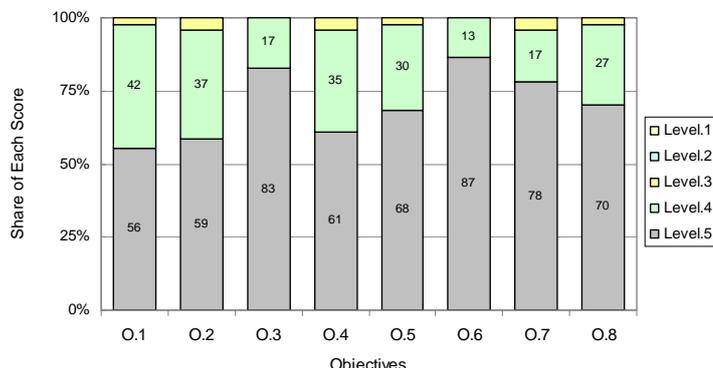


図 7.2.1 研修目的別達成度

出典: JICA 調査団, 2010 年キックオフ研修より

最も「5」の割合が高かったのは目的「6.灌漑農業についての理解を深める」であり、回答数の 87%を占めていた。続いてレベル「5」の割合が高かったのは目的「3.圃場灌漑の手法についての知識を得る」で 83%を占めている。また最も「5」の割合が低かった目的「1.小規模灌漑開発の概念を理解する」についても 56%を占めており、総論として達成度は高かったと結論づけられる。

6) パイロット事業実施計画の策定

研修の最後には参加者自らが当該年度のパイロット事業実施計画を策定している。ここでは各普及員や郡 TSB は自らが管轄する地域において実施する小規模灌漑開発の目標を設定した。目標として設定するのは、1)「改修地区」開発サイト数、2)「新規地区」開発サイト数である(なお、2009 年にはあわせて農民数や灌漑面積、水路延長も設定した)。以下に 2009 年および 2010 年に実施したキックオフトレーニングにおいて、参加者自らが策定した小規模灌漑開発の目標を示す。

表 7.2.2 2009 年乾期における「改修地区」目標サイト

Items	Mbala	Mpika	Mungwi	Kasama	Mporokoso	Luwingu	Kawambwa	Mansa	Total/Ave.
Total No. of Site	39	25	27	10	13	8	11	4	137
Total No. of Farmers	585	1,004	170	120	260	380	495	55	3,069
Average No. of Farmers per Site	15	40	6	12	20	48	45	14	22
Total Area, ha	146	103	15	92	65	16	55	15	507
Average Area per Site, ha	3.7	4.1	0.6	9.2	5.0	2.0	5.0	3.8	3.7
Total Canal Length, km	97	51	12	24	34	32	25	6	280
Average Length per Site, km	2.5	2.0	0.4	2.4	2.6	4.0	2.3	1.4	2.0

出典: JICA 調査団、2009 年 4 月 16 日~18 日開催のキックオフ研修より。

表 7.2.3 2009 年乾期における「新規地区」目標サイト

Items	Mbala	Mpika	Mungwi	Kasama	Mporokoso	Luwingu	Kawambwa	Mansa	Total/Ave.
Total No. of Site	36	10	6	7	8	6	12	30	115
Total No. of Farmers	540	533	80	90	175	475	385	430	2,708
Average No. of Farmers per Site	15	53	13	13	22	79	32	14	24
Total Area, ha	135	52	5	57	40	23	19	38	368
Average Area per Site, ha	3.8	5.2	0.8	8.1	5.0	3.8	1.6	1.3	3.2
Total Canal Length, km	90	33	8	36	19	9	18	16	228
Average Length per Site, km	2.5	3.3	1.3	5.1	2.4	1.5	1.5	0.5	2.0

出典: JICA 調査団、2009 年 4 月 16 日~18 日開催のキックオフ研修より。

表 7.2.4 2010 年乾期における「改修地区」目標サイト数

CEOs/District	KSM	MBL	MPK	MRK	MGW	LWG	NKD	ISK	Total	MNS	KWB	MLG	NCG	MWS	Total	Grand Total	
CEO 1	2	2	1	3	2	3	3	1	17	2	3	0	0	2	7	24	
CEO 2	1	1	1	3	4	2	2	2	16	2	3	0	0	4	9	25	
CEO 3	2	2	2	3	2	1	2	3	17	1	3	0	0	3	7	24	
Sub Total	5	5	4	9	8	6	7	6	50	5	9	0	0	9	23	73	
Fellow CEOs	18	8	11	18	26	3	5	6	95	8	6	0	0	13	27	122	
District TSB (D)	2	2	2	2	2	2	3	0	15	2	1	0	0	2	5	20	
Total (A-D)	25	15	17	29	36	11	15	12	160	15	16	0	0	24	55	215	
出典: JICA 調査団、2010 年 5 月 3 日～7 日開催のキックオフ研修より																Average per district (CEO only)	5.62
																Average per district (Fellow CEO only)	9.38
																Average per district (district TSB only)	1.54
																Average per district (total)	16.54

表 7.2.5 2010 年乾期における「新規地区」目標サイト数

CEOs/District	KSM	MBL	MPK	MRK	MGW	LWG	NKD	ISK	Total	MNS	KWB	MLG	NCG	MWS	Total	Grand Total	
CEO 1	2	3	2	2	3	2	3	1	18	1	2	1	2	1	7	25	
CEO 2	2	3	2	2	2	2	2	2	17	3	2	2	2	2	11	28	
CEO 3	1	2	2	2	4	2	3	2	18	3	2	3	1	9	27		
Sub Total	5	8	6	6	9	6	8	5	53	7	6	6	4	4	27	80	
Fellow CEOs	10	9	12	8	20	9	10	10	88	11	9	7	4	8	39	127	
District TSB (D)	4	1	2	2	2	2	3	2	18	2	2	2	2	5	13	31	
Total (A-D)	19	18	20	16	31	17	21	17	159	20	17	15	10	17	79	238	
出典: JICA 調査団、2010 年 5 月 3 日～7 日開催のキックオフ研修より																Average per district (CEO only)	6.15
																Average per district (Fellow CEO only)	9.77
																Average per district (district TSB only)	2.38
																Average per district (total)	18.31

7.2.4 フォローアップ研修

キックオフトレーニングの終了と共に、現場にてパイロット事業を開始している。パイロット事業の達成度や教訓については、フォローアップ研修にて総括した。2009 年は 11 月 4～5 日に、また、2010 年は 11 月 16 日～17 日においてフォローアップ研修を実施した。同研修の目的は次の 4 点である。また、参加者はキックオフトレーニングに参加した普及員、郡・州 TSB 職員に加え、事業実施の過程で活発な活動を行った同僚普及員を招聘している。

- 1) 各郡における進捗と達成度の共有を計る。
- 2) 小規模灌漑開発に関する課題・問題点の把握とそれらの解決方法を学ぶ。
- 3) 今後小規模灌漑を普及推進していくための教訓を学び共有する。
- 4) 堆肥の効果など灌漑農業にまつわる理解を深める。

7.2.5 恒久堰開発の進捗状況と地区情報

2010 年乾期パイロット事業では恒久堰の建設を実施している。実施地区は北部州 4 郡 5 サイト、ルアプラ州 2 郡 3 サイトの計 6 郡 8 サイトである。堰のタイプにはコンクリートタイプと粗石モルタル積みタイプの 2 種類があり、現地の状況に合わせてどちらかが選択されている。2010 年 5 月に実施されたキックオフトレーニングで確認された基礎情報と調査団による現地調査で確認された関連情報を下表に示す。

恒久堰灌漑スキームの受益者数は計 257 名で、うち 137 名が男性、120 名が女性である。恒久堰灌漑スキームは簡易堰灌漑スキームからのグレードアップを基本としている。事業実施した 8 地区における 2009 年時点における既存簡易堰灌漑面積は 0.25ha から 7.94ha の範囲にて合計

15.65ha であった。恒久堰へとグレードアップした 2010 年には、これら灌漑面積の合計が 27.90ha に拡大している。

表 7.2.6 恒久堰建設実施地区概略一覧

- 州 - 郡	- サイト - 参加者グループ	- メンバー数、うち男性数、うち女性数、(うち土地所有者数) - 関係村落	恒久堰による灌漑面積: - 2010 年,ha - 計画,ha - ポテンシャル,ha	- 恒久堰タイプ - 諸元	- 2009 年パイロット事業活動 - 簡易堰による 2009 年の灌漑面積
北部州					
Luwingu	- Chaiteka site - Milandu Irrigation Group	- 25, 13, 12, (25) - Chaiteka	- 2010: 3.00 - Designed: 5.00 - Poten'l: 6.25	- Masonry - Height: 2.0 m - Length: 12.0 m	- New site - A simple weir construction - 4 km furrow digging - 0.25 ha
Mpika	- Malashi site - Ubulini Tabupwa Farming Group	- 53, 27, 26, (16) - Chisowa-A: 11, 6, 5 - Chisowa-B: 40, 20, 20 - Chiponya: 2, 1, 1	- 2010: 7.90 - Designed: 10.5 - Poten'i: 20.0	- Concrete - Height: 2.3 m - Length: 15.0 m	- Improved site - A simple weir improvement - 7.90 ha
Mporokoso (1)	- Kasonde site - Right bank: Kayokolo Farmers Group - Left bank: Not been formed yet	- 45, 18, 27, (1) - Land belongs to community - Right bank: Kasonde: 20, 8, 12 - Left bank: Chilangwa: 25, 10, 15	- 2010: 1.25 - Designed: 5.00 - Poten'l: 6.00	- Masonry - Height: 1.4 m - Length: 8.0 m	- Improved site - A simple weir improvement - 1.25 ha
Mporokoso (2)	- Chilala site	- 36, 14, 22, (1)	- 2010: 3.30 - Designed: 5.00 - Poten'l: 7.00	- Masonry - Height: 1.6 m - Length: 13.0 m	- Improved site - A simple weir improvement - 2.50 ha
Mungwi	- Nseluka site - Kalungu vegetable and saving group	- 33, 20, 13, (1) - Land belongs to community - Kasonde: 2, 2, 0 - Wapata: 1, 0, 1 - Chapewa: 5, 3, 2 - Washanga: 2, 1, 1	- 2010: 6.00 - Designed: 8.00 - Poten'l: 8.25	- Concrete - Height: 1.8 m - Length: 12.5 m	- New site - A simple weir construction - 4 km furrow digging - 1.00 ha
ルアブラ州					
Kawambwa	- Chibolya site - Luena Irrigation Club	- 20, 15, 5, (1) - Chibolya: 10, 8, 2 - Spinoti: 10, 7, 3	- 2010: 3.20 - Designed: 5.00 - Poten'l: 5.00	- Masonry - Height: 1.8 m - Length: 24.0 m	- Improved site - A simple weir improvement - 1.50 ha
Mansa (1)	- Kakose - Tubombele Pano	- 20, 15, 5, (1) - Kakose	- 2010: 0.85 - Designed: 1.20 - Poten'l: 5.00	- Concrete - Height: 1.8 m - Length: 17.0 m (for the part upgraded in 2010, total length of the weir is 41m)	- Improved site - A simple weir up-grading - 0.50 ha
Mansa (2)	- Mililwa Lower site - Mililwa Lower Group	- 25, 15, 10, (23) - Timoth: 3, 2, 1 - Chibolya: 3, 2, 1 - Chakulya: 3, 3, 0 - Kashikishi: 4, 2, 2 - Mutiti: 12, 6, 6	- 2010: 2.00 - Designed: 5.00 - Poten'l: 5.00	- Small-scale earth dam - Height: 2.4 m - Length: 32.0 m	- Improved site - A simple weir improvement - 0.75 ha
Total	- 8 sites	- 257, 137, 120, (69)	- 2010: 27.90 - Designed: 48.5 - Poten'l: 63.5	- Masonry: 4 - Concrete: 3 - Earth dam: 1	- New site: 2 - Imp't. Site: 6 - 15.65 ha

出典: JICA 調査団

1) 北部州 Luwingu 郡 Chaiteka 灌漑地区

Chaiteka 村には現在 72 世帯の農家があり、これまでは Malandu 川の水を利用してバケツ灌漑を行ってきた。2009 年のパイロット事業において、農民グループはこの Malandu 川に簡易堰を設置し、初めて重力灌漑による灌漑農業を体験した。本灌漑地区のメンバーは 25 名で、うち 12 名が女性、13 名が男性である。これらの核となるメンバーに加えて、残りの村民もメンバーになるこ

とが予定されている。本地区の農民にとって最も主要な課題はマーケティングである。彼らは農作物を 34km 離れた郡センターまで約 5 時間かけて自転車で運んでおり、その際には 1 泊行程を強いられている。

恒久堰の建設にあたり、農民グループは週に最低 3 回は集まることとし、6:00~12:00 の間作業に従事した。作業に関しては男女で役割分担を行っており、砂の採集と砕石は男性の仕事、現場までのアクセス道の設置は女性の仕事となっている。恒久堰の建設はおよそ 2.5 ヶ月を要して 2010 年 10 月中旬に完工した。この間、毎日平均で 28 名程度のコミュニティメンバーが工事に参加した。2010 年より施設の供用が開始されている。2010 年は 3ha の農地において、グリーンメイズ、トマト、他野菜類の灌漑農業が行われた。



堰は練り石積みタイプで表面はモルタルで仕上げている。堰の高さは 2.0m、堰長は 12.0m である。手前が灌漑水路の始点部、奥に見えるのは土砂吐きである（2010 年 9 月末日）。

2) 北部州 Mpika 郡 Malashi 灌漑地区

Malashi 灌漑地区は Mpika 郡から Nakonde 郡に向かう幹線道路沿いに位置しており、Mpika 郡のセンターから約 5km の距離にある。本灌漑地区は 2002 年に 20 名の農家で始められたもので、まずは水路掘削から行われた。この水路掘削に 8 ヶ月間で合計 190 日を要し、最終的に 2.5km の水路が掘削されている。なお、水路の線形は路線選定の知識を有する村民が行ったとのことである。

2002 年当時、メンバーは水を引き込むため土嚢を用いた堰を Malashi 川（Chambeshi 川の支流）に設置した。この堰には 250 袋の土嚢袋が用いられたがこの費用は全員で分担している。しかしながら土嚢による堰は一部が損壊し、堰底部からの漏水が著しくなったことから補修が必要となり、こうしたことが何度も繰り返されてきた。

2009 年乾期のパイロット事業において、ここに簡易堰が導入され 7.7ha もの農地が実際に始めて灌漑された。受益農家は「難しいことは何もなく、とても簡単である」、「こんな堰は今まで見たことがない」と好意的な印象を抱いた。しかしながら、4 村で構成される本灌漑地区では受益農家数が常に増え続けており、2009 年時点で百世帯を超えている。また、上流域の住民が煉瓦造りに水を利用するなど、将来的に需要が満たされない恐れが出てきており、恒久堰の建設による安定的な灌漑用水が求められていた。



堰は鉄筋コンクリートタイプである。堰の高さは 2.3m、堰長は 15.0m である。写真は最終層のコンクリート打設前の状況。このあと堰工事は完了し灌漑農地への送水を開始した（2010 年 9 月中旬）。

本地区では 2010 年 6 月中旬から準備作業が開始され、建設コストを抑えるため砕石の輸送には民間のトラックを借りる代わりに牛車を用いられた。工事開始からおおよそ 3.5 ヶ月後の 2010 年 10 月中旬に堰は完工した。本サイトでは工事時間中も仮設工事で開削した仮廻し水路の用水を使用して、通常通り灌漑農業を行っており、堰工事による営農への影響は発生しなかった。新設となっ

た恒久堰によりおよそ 8ha の農地に灌漑用水を供給している。

3) 北部州 Mporokoso 郡 Kasonde 灌漑地区

Kasonde 灌漑地区は Mporokoso 郡の中心地から約 40km の距離に位置し、車で 1 時間程を要する。本地区は、Kasakalabwe 川を挟んで Kasonde 村と Chilangwa 村の 2 つの村から構成されている。Kasonde 村側には 2002 年に個人が建設した簡易堰が存在していたが、2009 年に実施されたパイロット事業によりこの簡易堰が改修され、コミュニティにより利用されるようになった。この時の灌漑面積はおよそ 1 リマ (1/4ha) で、レイプ、キャベツ、トマトなどが栽培された。Chilangwa 村には現在 45 世帯が暮らしており、ここから 25 名の農家が灌漑スキームに参加している。こちらの村には既存の灌漑水路は無く、彼らはこれまでバケツ灌漑により約 1ha を耕作していた。



練り石積み堰（重力式）の建設状況（Kasonde 地区、Mporokoso 郡）。

練り石積みタイプとして計画された本地区の恒久堰建設は、2010 年 7 月中旬までに堰本体がほぼ完成し、その後、堰から各村に向けて左右 2 本の水路が掘削されている。水路延長は右岸側が 2.5km、左岸側が 1.5km、そして最終的な灌漑面積は合計 6ha を越えるものと期待されている。また、堰直下流の河川護岸工事、堰から 20m ほどの延長にて水路ライニング工事を実施した。

4) 北部州 Mporokoso 郡 Chilala 灌漑地区

Chilala サイトは Mporokoso 郡 2 つ目のサイトとして恒久堰建設パイロット事業が行われた。郡センターからおよそ 12km に位置しておりアクセスには比較的恵まれている。本サイトにおける堰工事のコミュニティ参加者数は 35 名である（男性 36 名、女性 22 名）。Chilala サイトではこれまで簡易堰による灌漑農業を行ってきたが、簡易堰からの漏水が大きいことから満足はいく取水ができなかった。取水河川である Ng'andu 川の水量は乾期においても豊富で、この水を利用した灌漑農業に加え、養魚に向けた参加者の恒久堰に寄せる関心は高かった。

当サイトの主要な生計活動はメイズ、トマト、タマネギなどの栽培と養魚であるが、これら生産物の市場は郡センターのほか、隣接のルアプラ州 Kawambwa 郡のほか、Copperbelt 州へも出荷されている。遠方からは仲買人が買い付けに来て、トマトやタマネギを地区外へ搬出している。

恒久堰の建設工事は 11 月中旬に終了し、運用を開始した。2010 年中には 3.2ha を灌漑するとともに 5 ヶ所の養魚池に用水を送っている。本サイトは下流域に未開発の灌漑可能地を擁しており、今後灌漑面積が拡大されてい



堰の高さは 1.6m、堰長は 13.0m である。恒久堰による安定取水により、今後灌漑面積の拡大につなげる計画である（2010 年 11 月中旬）。

く予定である。

5) 北部州 Mungwi 郡 Nseluka 灌漑地区

Mungwi 郡に位置する Nseluka 灌漑地区は 2009 年のパイロット事業により新規に建設された灌漑スキームであり、2009 年 6 月までに一部で灌漑が始められた。水路の掘削は 2009 年の雨期の間も続けられ、2010 年 5 月までに総延長 4km に至った。水路が設置されるまでは水路沿いの土地では耕作を行っている村人はいなかったが、水路完成後に 1 人 1 リマ以上の割合でメンバー間に割り与えられた。

本地区のメンバーは 33 名のうち 13 名が女性、20 名が男性である。このグループは 2007 年に ASP の支援により設立されたグループで、灌漑農業による生計向上と子供の就学率向上を目標としている。2009 年に水路が建設されるまでは、バケツ灌漑で小規模ながら乾期作を行っていた。バケツ灌漑では時間も労力もかかるため、重力灌漑を経験した農家は多くの時間を節約することができ、空いた時間をその他の活動に有効に使えるようになった。

工事期間中、コミュニティメンバーは日曜日を除く毎日工事に従事しており、およそ 30m の水路のライニング工事を含めて 10 月中旬にはすべての工事を完了した。堰工事開始時点より、圃場レベルでは灌漑農業開始に向けた準備が当該サイト担当 CEO のアドバイスにより進められた。その結果、2010 年 10 月末現在、新規建設された恒久堰から送水される灌漑用水によりおよそ 6ha の農地にてキャベツ、トマトなどの栽培が行われている。



鉄筋コンクリート堰基礎底版のコンクリート打設の状況。堰の高さは 1.8m、堰幅は 12.5m (Nseluka 地区、Mungwi 郡)。

6) ルアプラ州 Kawambwa 郡 Chibolya 灌漑地区

Chibolya 村は 1972 年に Kawambwa 郡の中心部から移住してきた農民が中心となって設立された。当初はわずか 3 世帯が雨期作を中心にして暮らしていたが、2010 年までに 35 世帯にまで増加している。灌漑農業の歴史は 1992 年に遡り、農民自身の知識と経験で建設した簡易堰によるものであった。この後、2009 年のパイロット事業により簡易堰の改修が行われ 2.5ha が灌漑されると共に 15 個の漁業用ため池が受益し、トマトやキャベツ、タマネギ、レープ等が作付された。

農作物の販売先は 11km 程の距離にある郡の中心地で、自転車で 1.5 時間程かけて運んでいる。農民は、化学肥料への補助金獲得のため Kampemba と呼ばれる協同組合を設立しており、これが今回の活動参加者の中心となっている。建設作業は 7 月初旬から進めら



完成になった練り石積みタイプ恒久堰。堰の高さは 1.8m、堰幅は 24.0m である。写真は工事関係者により細部の最終確認が行われている様子 (2010 年 11 月初旬)。

れ、女性 5 名と男性 15 名からなる合計 20 名の農家が、粗石モルタル積みタイプの恒久堰建設作業に従事した。

彼らは週末を除く毎日、7:30 から 15:00 まで作業に交代制で従事しており、2010 年 7 月第 2 週に仮回し用の水路掘削が 100m 程完了した。この後、グループを二手に分け、砂や採石を収集する「Up-front」工程に進んだ。堰工事は、およそ 200m の新規水路の開削工事を含み、全工程およそ 3.5 ヶ月を経て 10 月中旬に完工した。その後、新しい恒久堰は供用を開始しており、3.2ha の灌漑農地と 15 の養魚池に用水を送っている。さらに、本サイトの下流に位置する隣接村（Spinoti 村）まで給水する計画であり、新規用水路の掘削工事が進んでいる。

7) ルアブラ州 Mansa 郡 Kakose 灌漑地区

本サイトは Mansa 郡中心部から 60km 離れた山間部にあり、1999 年にメイズやキャッサバの栽培を目的とした 5 農家により天水農業が開始された。農民らはその後ラジオの農業番組により取水堰を利用した灌漑農業を知ることとなり、2001 年に自らによる簡易堰を建設した。簡易堰は木や土などの現地材料に加え、廃車からシャーシを取り出して簡易堰の骨組みとして利用するなど、工夫されたものであった。その後の 2006 年からは簡易堰から恒久堰へのアップグレードを徐々に開始したが、資金不足等により工事は中断していた。

今回のパイロット事業では、簡易堰部分のアップグレード工事を行ったが、Mansa 郡 TSB と JICA 調査団による堰建設に係る技術的サポートおよび営農アドバイスをを行った。堰建設工事は 2010 年 8 月中旬に開始され、およそ 1 ヶ月の作業期間にて完工した。この間一日あたり平均 40 名のメンバーが工事に参加した。今回のグレードアップ工事により堰の全長が現地材料を利用した「簡易堰」からセメントや鉄筋など外部材料を使用する「恒久堰」に置き換わった。堰建設工事完了と同時に運用も開始されている。



2001年に簡易堰が建設され、その後、一部はコンクリート造の恒久堰へとグレードアップが図られた（Kakose サイト、Mansa 郡）



グレードアップ工事により堰の全てがコンクリート造に置き換えられた。堰の高さは 1.3m~1.9m 程度、堰長は 41m であり、今回建設された 8 恒久堰のなかでも大型のものとなった（2010 年 9 月下旬）。

8) ルアブラ州 Mansa 郡 Mililwa Lower 灌漑地区

Mililwa-Lower 灌漑地区は、Mansa 郡の中心部からおよそ 10km の距離に位置している。本灌漑地区の堰は穏やかなダンボの中に位置しており、その地勢は左岸から右岸まで約 200m に渡り緩やかに傾斜している。2009 年乾期のパイロット事業によりここに簡易堰が新たに建設され、灌漑が開始された。ここでは、キャベツやトマト、タマネギ、冬トウモロコシ等が作付されており、

これらは Mansa タウンの中心部だけでなく、Samfya 市場、Mwense 郡 Kashikishi 市場、Nchelenge 市場にまで出荷されている。

Mililwa Lower 農民グループと呼ばれるこのグループには現在 25 名のメンバー農家が所属しており、そのうち 10 名が女性、13 名が男性である。メンバー農家は 3 ヲ村から集まってきており、その内訳は Timoth 村（女性 1 名、男性 2 名）、Chibolya 村（女性 1 名、男性 2 名）、Chakulya 村（女性 3 名）、Kashikishi 村（男性 2 名、女性 2 名）である。グループは化学肥料の補助金を受けることを主な目的に 2008 年に設立されたものである。



計画高さまで盛り土施工が完了した小規模フィルダム（2010 年 11 月初旬）。

本サイトでは取水施設建設地点がダンボ内であることから、コンクリート構造や練り石積み構造の重量構造物を避け、小規模なアースフィルダム型式とした。コミュニティメンバーは 2010 年 5 月末にコア・トレンチ掘削を開始し、週に 3 回の作業を続けきた結果、7 月中旬までにおよそ 100m³ の掘削が完了した。これは 1 日あたり 7m³ に相当する。その後、砕石など資材の採集、堤体盛り掘削、堤体盛り工事などを実施し、11 月初旬に工事を完工した。本サイトのフィルダムの右岸には、現況の自然地形を利用した洪水吐きを設置した。

7.3 パイロット事業における営農試行

小規模灌漑開発はそれ自体が自動的に農家の生計向上を担保するものではなく、その効果を形にするためには営農の実践が必要となる。パイロット事業では、その適合性を評価することを目的に、新規性の高い作物あるいは作付け体系を試行している。具体的には、1) 混作、2) 小麦の導入、3) NERICA の導入、そして 4) ボカシ堆肥の比較栽培、である。

7.3.1 インタークロッピング（混作）

本調査では乾期灌漑農業としてマメ科作物の導入を主体としたインタークロッピング（混作）を推奨している。混作は必ずしも新規の作付け体系ではなく、本件調査地域でもしばしば観察される。こうした事例は、混作に対する親和性の高さを示すものであり、今回の試験栽培を通じて有効な作物の組合せを見いだすことが出来れば広域展開が図れるものと期待される。

今回試行した混作で特筆すべきなのは、メイズと立性マメの混作である。マメ科作物は土壌改善に役立つだけでなく高タンパクで栄養改善効果も期待される。この試験では、マメの作付け時期がメイズに及ぼす悪影響について教訓を得た。すなわち、あまり早くにマメを作付けすると、巻き付いた蔓がメイズの生長を阻害してしまう。

一方、立性のマメは農民より高評価を得た。本地区の農民はマメ、カボチャ、芋類、またキャッサバ等の茎葉部を食材として用いるが、匍匐性のマメの場合、かがみ込んで収穫する必要があり、葉が土で汚れていることも多い。これに対して、立性マメの場合、立ったまま収穫でき、かつ葉が汚れていることもない。

さらに、マメ類については、矮性のマメやササゲ、大豆とメイズとの組合せも試行された。この内、特にササゲとの組み合わせが高評価を得ており、遮蔽効果による雑草防除の労力削減、被

覆効果による蒸発散抑制に伴う灌漑回数の削減がその理由として挙げられた。なお、大豆とメイズとの組み合わせについては、光競合を避けるため2列ずつ植える方法がより優れているものの、2010年に実施された圃場では畝の間隔を30cmとしたところ競合がみられた。このため、今後は40cm～50cm程度の間隔を設けた方がより効果が高いものと結論付けられる。

2010年のパイロットプロジェクトでは更に多くの混作が試行された。中でもキャベツとトマトの混作は参加農家からの評価も高く、今後も灌漑下で実践すべき組み合わせであることが分かった。この組み合わせではアブラムシ等の害虫による被害が抑えられることから、防除にかかる殺虫剤の費用を抑えることができる。例えば、ある農家はそれぞれの作物を単作で栽培した場合の防除費用195,000ZMK/0.25 limaからおよそ38%費用を抑えることに成功している。

加えて、この試行からの教訓として、トマトとキャベツの市場価格動向の違いが挙げられる。参加農家が両作物を収穫した12月～1月の時期はトマトの価格は比較的高く推移しているものの、キャベツの価格は低い時期にあたる。このため、トマトとキャベツの混作を行う際には、両作物の価格が相対的に高い時期である6月～7月に収穫できるよう雨期の終了と同時に作付を開始すべきである。

7.3.2 新規作物としての小麦の導入

小規模灌漑地域ではあまりみられないものの、保存性の高い小麦は農民の関心が高い。事実、パイロット事業での営農試行の実施にあたり、既存灌漑地区であるLukulu North地区の農家に希望を聞きとった際に第1位に選定されたのも小麦であった。しかしながら、今回の試行では灌漑の一時中断と作付開始時期の遅れが影響し、羽蟻の被害が生じると共に、作付の遅れた圃場では雨の影響で収穫前の種子が発芽してしまうという自体も生じた。

このことから、灌漑システムが安定しない初年度における新規作物の導入は控えることが望ましいといえる。一方、2010年度には小麦栽培は予定されていなかったものの、2009年度に試験栽培に参加した農家はその年に収穫した種子を近隣の農家に配布し、他の灌漑地区を含む圃場にまで栽培地が拡大するという普及上の成功例もみられた。

7.3.3 灌漑下でのNERICA栽培

NERICA (New Rice for Africa) はザンビアでも徐々に知られつつあり、種子増産プログラムも実施されている。最近ではカサマの農業関連商店でも販売され、これがラジオでも放送されている。このため、灌漑下でのNERICA栽培の試験栽培を実施するには最適なタイミングであると考え、パイロット事業では、Kasama郡Chipompo灌漑スキームにおいて合計4名の協力農家を募り、NERICA栽培を試みた。



灌漑下で順調に生育するネリカ米

1農家あたり1/4リマ(1/16ha)の区画を確保し、条播にてNERICA栽培を行った。当初の栄養成長は極めて良好であり、本地区の砂質土壌にも適合性が高いものと判断されたものの、その後、生殖成長期に鳥害に遭い、収量が大幅に減少してしまった。これはNERICA導入初期に良くみられる問題で、特に小規模な圃場で栽培を行った際に近隣の鳥が集中し、壊滅的な打撃を受けることもある。現時点で安価でかつ効果的な対策は無

いが、農家によると雨期の始まりと共に渡り鳥が参集してくるため、できるだけ早く作付を行うことが次善の策といえよう。

7.4 パイロット事業の成果・評価

7.4.1 簡易堰/恒久堰開発の達成状況（2009年、2010年パイロット事業）

2009年と2010年の2年間にわたり実施されたパイロット事業のうち、簡易堰開発の達成状況を表7.4.1に示す。簡易堰パイロット事業の開始点は普及員を招聘して行うキックオフ研修である。研修の最終日には、参加者自らが当該乾期の目標値を設定しているが、その後、燃料の支給を受けた普及員は郡 TSB、また州 TSB の支援を受けながら簡易堰灌漑サイトの普及を行ってきた。2年間にわたる簡易堰灌漑事業の成果を以下に要約する。

- 1) 2年間で研修を受講した普及員、郡および州 TSB 職員は95名に上る。2009年度のkick-off研修は3日間、2010年度においては5日間で研修を行ったが、その後、現場で普及していく際に研修に参加しなかった近隣普及員を招聘して現場での研修も行っている。この現場での研修（peer-to-peer研修）は計133回開催され、計309名の同僚普及員への小規模灌漑に関する技術移転がなされた。
- 2) 現地には農民レベルで建設された簡易の灌漑サイトが見られるが、これらの改良も行っている。2009年度は100サイト、2010年度には193サイトが改良された。すなわち、計293サイトが改良されたが、このパイロット事業には計7,550人が参加し、内、4,393農民が実際に灌漑を実施している。水路も多くのサイトで延長されたが、2009年度に計27km、そして2010年度には計85kmが新たに掘削された。既存サイトのオリジナル水路延長は451kmであったので、改良後の合計水路延長は563kmとなる。これらの水路によって灌漑されている農地の内、パイロット事業によって新たに灌漑された面積は290haである。原灌漑面積は354haであるので、改良後の合計灌漑面積は644haとなる。
- 3) 新規の簡易堰灌漑については、2009年度に94サイト、2010年度に181サイトが建設された（計275サイト）。この内、同じ乾期内に灌漑を開始できたサイト数は2009年度で63サイト、2010年度で146サイトである（計209サイト）。参加農民数は計6,499人であるが、この内、当該年度内に灌漑を開始できた農民は約1/3の2,481人である。合計掘削水路延長は307kmに達する。計275サイトにて開墾された総面積は366haであり、この内、当該乾期にて灌漑農業を開始したのが183haである。なお、2009年度に建設されたサイトにて、2010年乾期には別途70haが追加で灌漑を実施できている。すなわち、2カ年に及ぶパイロット事業期間内の新規建設の簡易堰サイトの合計灌漑面積は253haとなる。
- 4) 上記、既存サイトの改良と新規建設をあわせれば2年間に計568サイトを取り扱ったことになる。この内、527サイト¹で灌漑農業が実施された。簡易堰パイロット事業に参加した農民数は計14,049人であり、内、6,874名が灌漑農業を開始し便益を受けた。合計灌漑面積は473haであるが、2010年に追加で灌漑された70haを加えれば計544ha²にて灌漑農業が実施された。既存の簡易灌漑サイトでは既に灌漑農業が行われていたが、この原灌漑面積354haを加

¹ 改良された合計サイト数は上述の293サイトであり、全てのサイトで灌漑が実施されている。対する、新規灌漑地区は、2009年度は94サイト建設して63サイトが同年内に灌漑実施、また2010年度は181サイト建設して146サイトが灌漑実施まで行えた。ここで、2009年度に新規建設したが同年内に灌漑が実施できなかったサイトが31サイト（94-63）あったが、この内、25サイトが2010年になって追加で灌漑を実施している。よって、502サイト（293+63+146）に、2010年中に灌漑実施ができなかった31サイトの内、25サイトが加わって、計527サイトで灌漑実施となったものである。

² 小数点以下を考慮した473haと70haの計は543.538haであるが、小数点以下四捨五入によって544haと記載する。

えれば、2010年11月時点で灌漑農業が実施されている簡易堰によるパイロット事業地区の灌漑合計面積は898haとなる。

- 5) パイロット事業からの便益を算定すれば、2009年度パイロット事業ではZMK10.69億(US\$222,394)、2010年度パイロット事業ではZMK28.05億(US\$583,417)を新たに生み出したことになる(単位面積あたり純収益は収量調査の平均値ZMK7.128百万/haを採用)。すなわち2010年以降では、計527サイトからの便益の計としてZMK38.74億(US\$805,811)が毎年発生することとなる³。これには原灌漑面積からの便益を含めていないが、これを含めれば各々ZMK22.24億(US\$442,965)、ZMK42.69億(US\$887,950)、計ZMK63.99億(US\$1,330,915)となる。

表 7.4.1 簡易堰開発スキームの達成状況 (2009年/2010年)

Particulars	Year 2009	Year 2010	Total	Remarks
No. of Sites Undertaken	194	374	568 (542)	For both categories
No. of Sites started Irrigation	163 (+25)	339	502 (527)	(+) done in 2010
No. of Members Participated	7,178	6,871 (-644)	14,049 (13,405)	(-) newly dev. in 2009
No. of Irrigators	3,540	3,334	6,874	
Area Irrigated in the same Year, ha	150.01	323.25	473.258	Only areas newly irrigated
Area Irrigated in the Following Year, ha	-	70.28	70.28	ditto
Total Area Irrigated by Year, ha	150.01	393.528	543.538	ditto
Area Originally Irrigated, ha	148.8	205.4	354.2	Already existed area.
Area Irrigated including Original Area, ha	298.8	598.9	897.7	
Net Income for Newly Irrigated Area, M ZMK	1,069	2,805	3,874	@ZMK 7.128 million/ha
Net Income for Area incl. Originals, M ZMK	2,130	4,269	6,399	ditto
Net Income for Newly Irrigated Area, US\$	222,394	583,417	805,811	1 US\$ = ZMK 4,808 as at
Net Income for Area including Originals, US\$	442,965	887,950	1,330,915	March 2011
Net Income/ Irrigator on New Area, ZMK/HH	302,054	841,352	563,622	
Net Income/ Irrigator on Total Area, ZMK/HH	601,631	1,280,524	930,905	
Fish Pond Constructed, No.	20	163	183	
Net Income from the Fish Pond, ZMK million	20	163	183	ZMK 1 million per pond

出典: Source: JICA Study Team based on Pilot Project Implementation of 2009 and 2010, and harvest survey in 2010 by the Team

2010年度のキックオフ研修では1日のセッションを郡および州 TSB 職員を対象とした恒久堰に関する研修に充てている。このセッションを通じて、関係する TSB 職員はコンクリート打設や粗石モルタル積み構造物に関する基本知識を得るとともに、恒久堰建設の対象となる郡を協議によって選定した。恒久堰は計6郡を対象として実施し、計8サイトで工事を行った。恒久堰開発の達成状況を表 7.4.2 に要約する。

- 1) 恒久堰建設のための研修に参加したのは郡 TSB 職員が18名、州 TSB 職員が5名、計23名である。工事開始にあたっての受益農民への説明・合意形成はそのサイトを担当する普及員が中心となっておこなったが、工事自体は郡および州 TSB 職員が石工や大工などの専門職を雇用の上、受益農民の無償参加にて進めてきた。2010年11月末までに、全8サイトにおける工事が終了している。
- 2) 工事を行った8サイトはいずれも工事期間中にも灌漑農業を営んでいる。これは、すべてのサイトが簡易堰からのアップグレードによる工事であることから、河川切り替え後の河川水を既存の灌漑水路に導くことにより工事中であっても灌漑用水の確保が可能となったものである。2010年度における合計灌漑面積は27.9haであり、これは2~4年間にわたって計48.5ha

³ 純益の計算は、普及員から報告された各地区の灌漑面積と収量調査に基づく単位面積当たり平均純益により算出している。このうち前者の灌漑面積については、農民代表からの申告値、また普及員による目視、さらに水路延長(実測)に対して直行する方向の実測もしくは目視距離等を基に算定している。すなわち、完全な実測面積ではないこと、さらに農地が散在しているケースも多々あることからやや信頼性に欠ける可能性がある。一方の収量調査については、サンプル圃場にて面積の実測を行っており、また、純益もサンプル農家の実績に基づくものであることから信頼性は高いと考えられる。なお、一部サンプルにおいては純益が高すぎると思しき例も存在するが、純益がほとんど出ないケースやマイナスになっているケースも含めて平均を算出しており、全体としては現実的な数値を提供していると思われる。

まで拡張される予定である。受益農民数は計 257 人（男性 137 人、女性 120 人）である。よって、一農家当たり平均灌漑面積は 0.109ha とわずかであるが、これは 0.189ha まで拡張される。

- 3) 収量調査に基づく単位面積当たりの純収益（ZMK7.128 百万/ha）を適用すれば、計 27.9ha の灌漑面積は ZMK1.99 億（US\$41,363）創出したことになる。また、この便益は灌漑面積の拡張に伴って、ZMK3.46 億（US\$71,903）に増加する計画である。一農家当たりの純収益を算定すれば ZMK773,818（US\$161）となるが、これは ZMK1.345 百万（US\$280）まで増加される。

表 7.4.2 恒久堰開発スキームの進捗状況（2009 年/2010 年）

Particulars	Year 2010	Design	Remarks
No. of Trained TSB officers	23		18 district officers and 5 provincial officers
No. of Sites Undertaken	8	-	Permanent scheme in 6 districts
No. of Sites started Irrigation	8	-	Upgraded from simple scheme
No. of Members Participated	257 (137M, 120F)	-	same as the potential irrigators
Total Construction Cost, ZMK	326,926,000	-	Direct construction cost only
Area Irrigated, ha	27.9	48.5	Potential 63.5 ha
Area Irrigated per Member, ha	0.109	0.189	
Net Income for Irrigated Area, M ZMK	199	346	@ZMK 7.128 million/ha
Net Income for Irrigated Area, US\$	41,363	71,903	1 US\$ = ZMK 4,808 as at March 2011
Net Income/ Irrigator, ZMK/HH	773,818	1,345,167	
Net Income/ Irrigator, US\$/HH	161	280	

出典: JICA Study Team based on Pilot Project Implementation of 2010, and harvest survey in 2010 by the Team

7.4.2 経済的インパクト（2009 年乾期作対象の収量調査による）

小規模灌漑の経済的効果を評価することを目的に、7 郡 27 灌漑スキームについて、2009 年乾期作および 2010 年乾期作を対象とする収量調査を実施した。合計 478 農家⁴、855 サンプルの農地から得られた灌漑農業情報をもとに分析した結果を以下に示す。

1) 主要作物の生産費と粗収入

表 7.4.3 は収量調査によって得られた平均の生産費・粗収入・純益を示す。この結果は、実際に測定した圃場面積に基づくものである。ただし、全ての圃場で測定したわけではないため、測定していない圃場については、申告面積と実測面積の比（平均値：92.6%）を適用して補正している。なお、個々の圃場の実面積は申告面積より概して小さい場合が多いが、必ずしもすべてのケースで申告面積より小さい訳ではない。

実面積ベースに補正されたデータによると、全作物の 1 リマ（1/4ha）あたり加重平均生産費は ZMK738,000、粗収入は ZMK 2,520,000 で、純益は 1,782,000ZMK となる。2009 年に実施された TSB を対象とした聞き取り調査によると、理論的な純益はおよそ 5 百万 ZMK/リマとのことであったが、これと比べると実際の収益は半分以下であることがわかる。これは、作付けしても肥料が十分でないケース、また病害虫等によって収穫がほとんどないケース等が含まれるためである。

表 7.4.3 主要作物の生産費と粗収入、純益（ZMK/リマ）

No.	Crop	No. of Samples	Cost	Gross Income	Net Income	Cost/Income
1	Onion	90	1,177,000	4,821,000	3,644,000	24%
2	Cabbage	76	1,897,000	4,561,000	2,664,000	42%
3	Irish Potato	27	654,000	2,749,000	2,095,000	24%
4	Chinese Cabbage	29	861,000	2,662,000	1,801,000	32%
5	Tomato	156	1,090,000	2,854,000	1,764,000	38%
6	Beans	20	201,000	1,800,000	1,599,000	11%
7	Rape	106	785,000	2,343,000	1,558,000	34%

⁴ サンプル数は、母集団が正規分布であると仮定した場合の統計的に有意なサンプル数として求められる。サンプル数 = (有意水準² × P (1-P)) ÷ 目標誤差² により、目標誤差を 5% とした場合の必要サンプル数 384 以上になるように設定した。

No.	Crop	No. of Samples	Cost	Gross Income	Net Income	Cost/ Income
8	Groundnuts	89	150,000	1,616,000	1,466,000	9%
9	Green maize	194	464,000	1,637,000	1,173,000	28%
10	Okra	19	598,000	1,568,000	970,000	38%
	(Total)/ Average	(806)	738,000	2,520,000	1,782,000	29%

出典: 収量調査、JICA 調査団 2010 & 2011

注: 1. 収穫面積は実際に圃場で測定した結果を下に補正している。2. コストには家族労働を含まない。3. 収入には自家消費分も当該箇所の農家軒先価格を用いて金額換算した上で加えている。

収益率は個々のケースにより大きく変動幅を持つ。例えば、最も収益が低いケースでは ZMK 6,178,300/リマのマイナス、最も高いケースでは ZMK 17,081,200/リマであった（ただし、これは 1 リマあたりに換算した数字であり、実際にそれだけの負債・収益が出ているとは限らない）。なお、表によると 10 種の作物の平均値を比較すると、純益の幅は面積補正ベースで ZMK 970,000/リマ（オクラ）から ZMK 3,644,000/リマ（タマネギ）の開きがあることが分かる。個々のデータには極端な数値が含まれているが、本表で示されている作物別の収益は個々のケースの加重平均であり、十分な標本数を有する作物については現実的な結果となっているものと判断できる。

2) 世帯当たりの収益

1 世帯あたりの収益を表 7.4.4 に示す。収量調査によると、1 世帯あたりの耕作面積は平均 0.873 リマ（47m 四方）で、ここから、

表 7.4.4 1 世帯あたりの平均純益

Item	Area Irrigated	Cost Per HH ZMK per HH	Gross Income ZMK per HH	Net Income ZMK per HH
Average	0.873 (47m x 47m)	643,987 (US\$ 134)	2,198,981 (US\$ 457)	1,554,994 (US\$ 323)

出典: 収量調査、JICA 調査団 2010 & 2011

注: 上段は ZMK 価格、下段は US\$ 価格を示す。

1 世帯あたりの純益は平均 ZMK1,554,994 となることが分かる⁵。こうした追加的収入が小規模農家にもたらす意味を以下に考察する。

調査対象地域 12 村を対象に実施されたベースライン調査によると、世帯あたり収入は ZMK2.9 百万から ZMK16.3 百万の範囲で、平均 ZMK5.8 百万であった。この既存の収入レベルと灌漑農業による追加収入 ZMK1.55 百万を比較した結果を表 7.4.5 に示す。これによると、以下が判る。

表 7.4.5 灌漑農業の経済的インパクト, ZMK million, %

Village	Original Income	Profit/HH (Z million)	Increment (%)
Lunda	4.47	1.55	34.8
Molwani	5.33	1.55	29.2
Kalemba Chiti	4.06	1.55	38.3
Chipapa	5.85	1.55	26.6
Saise	3.43	1.55	45.3
Mayanga	6.82	1.55	22.8
Mumba	2.92	1.55	53.3
Makashi	4.27	1.55	36.4
Kawikisha	4.30	1.55	36.2
Chisheta	5.80	1.55	26.8
Mutiti	4.56	1.55	34.1
Mulonda	16.32	1.55	9.5
Total w/ Mulonda	5.82	1.55	26.7
Median	3.98	1.55	39.1
1st quartile	2.44	1.55	63.7
Total w/o Mulonda	4.67	1.55	33.3
Median	3.69	1.55	42.1
1st quartile	2.27	1.55	68.5

出典: JICA Study Team

- 1) 灌漑農業は、既存取入に対して村により 10% から 53% の追加収入をもたらす。
- 2) この追加収入の割合は平均では、Mulonda 村（ZMK16.32 百万と突出した収入を示す）を含めた場合 27%、Mulonda 村を含めない場合は 33% となる。なお、中間値を基に灌漑農業からの増加分を求めるとそれぞれの

⁵ パイロット事業による総灌漑面積は 572ha（簡易堰 544ha、恒久堰 28ha）、年間当たり総純収益は ZMK40.73 億（簡易堰 ZMK38.74 億、恒久堰 ZMK1.99 億）、また総受益者数は 7,131 農家（簡易堰 6,874、恒久堰 257）である。この結果、1 農家当たり灌漑面積は 0.0802ha（0.32 リマ）、純収益は ZMK571,000 となる。ここで収量調査の結果得られた 1 農家あたり灌漑面積は 0.873 リマ、ZMK1.55 百万は約 3 倍弱を示しているが、これには改良前の既存の灌漑面積およびそこからの収益も含まれている例があること、また、収量調査を実施したサイトは比較的条件が良かったこと等があげられる。よって、0.873 リマおよび ZMK1.55 百万は、灌漑開始後、数年を経て十分実現可能な期待収益として想定する。

場合で 39% と 42% となる。

- 3) 現在の収入レベルが第一四分位に位置する世帯にとっては、この追加的収入は 64% (Mulonda 含む)、79% (Mulonda 除く) となる。すなわち、低所得グループ (下位 25%) に属する世帯にとって灌漑による追加収入は、原収入を 50% 以上持ち上げることとなり、非常に大きなインパクト有する。

3) 主要作物から得られる現金収入

収量調査では収穫物のうち実際に販売している割合についても調査している。これによると、表 7.4.6 に示すとおり、平均で 88% が販売されている。作物別では最も割合の高いキャベツで 94% が販売されており、最も小さい豆類でも 72% が販売されている。このことは、乾期灌漑農業では現金収入を主たる目的にしていることが、明白に示されている。なお、実際の現金収入としては、世帯当たりでの平均面積は 0.873 リマであるので、この収穫面積を用いると世帯当たり平均 ZMK 1,291,465 の現金収入が期待できることがわかる。

表 7.4.6 主要作物による世帯当たり可処分所得 (ZMK/世帯)

Area Irrigated (lima)	Cost ZMK per HH	Gross Income ZMK per HH	Net Income ZMK per HH	Ratio of Selling	Disposal Cash Income ZMK per HH
0.873 (47mx47m)	643,987 (US\$ 134)	2,198,981 (US\$ 457)	1,554,994 (US\$ 323)	88%	1,291,465 (US\$ 269)

出典: 収量調査、JICA 調査団 2010 & 2011

注: 上段は ZMK 価格、下段は US\$ 価格を示す。換金レートは ZMK 4,808/US\$ 1 を使用 (2011 年 3 月時点)。

4) 生産費内訳

家族労働を除く生産費目を表 7.4.7 に示す。これによると、生産コストの粗収益に占める割合は平均で 29%、作物別では 10 以上のサンプルを持つ作物の場合で 9% から 42% の範囲にある。生産コストの内訳をみると、D-compound 肥料にかかる経費が 29%、尿素肥料が 20% で、肥料の占める割合が突出している (合計 49%)。ただし、この割合は作物ごとに大きく異なり、例えば落花生では化学肥料や殺虫剤は全く用いられておらず、結果として種子や労賃の割合が高くなっている。一方、レープ栽培では D-compound (43%) と尿素 (22%) が 65% を占めており、レープ栽培における化学肥料の重要性が示唆されている。

表 7.4.7 生産費内訳

No.	Crop	Cost/Income	Composition of the Cost						Fertilizer (kg/lima)	
			Seed	D compound	Urea	Pesticide	Labor	Transport	D	U
1	Onion	24%	18%	27%	16%	6%	9%	24%	80.4	57.6
2	Cabbage	42%	11%	31%	20%	9%	7%	21%	137.1	95.3
3	Irish Potato	24%	23%	32%	18%	6%	9%	12%	60.3	28.6
4	Chinese Cabbage	32%	7%	42%	27%	11%	8%	4%	80.0	59.4
5	Tomato	38%	6%	22%	16%	27%	17%	12%	58.7	50.1
6	Beans	11%	40%	21%	10%	2%	24%	4%	8.3	5.9
7	Rape	34%	8%	43%	22%	15%	6%	4%	71.4	43.0
8	Groundnuts	9%	28%	0%	0%	0%	24%	47%	0.4	0.4
9	Green maize	28%	10%	38%	31%	1%	12%	9%	44.5	42.3
10	Okra	38%	13%	30%	26%	18%	6%	7%	37.5	46.5
	Average	29%	11%	29%	20%	12%	12%	16%	51.9	41.3

出典: 収量調査、JICA 調査団 2010 & 2011

7.4.3 貧困ラインに及ぼす経済的インパクト

ベースライン調査では、人々の消費レベルに基づく貧困ラインを算出している。これは収入レベルとは異なる指標ではあるが、支出の多い世帯では総じて収入も高い傾向がみられることから、

これを収入レベルを示す指標と位置づけ、経済的インパクト測定に供する。ベースライン調査に基づく貧困ラインは世帯あたり ZMK8,191,150 であった。母集団のうち ZMK8,191,150 以下の支出しかできない世帯の占める割合を「貧困率」と定義するが、貧困率は平均で 56.2%、最も低い村で 29.4% (Mulonda 村)、最も高い村では 76.3% (Mumba 村) にも上っている。

表 7.4.9 に貧困に関する指標と灌漑農業のもたらす経済的インパクトを示す。「貧困ギャップ率」とは、貧困ライン以下で暮らす世帯の平均消費金額と貧困ライン金額との差額を貧困ライン金額で除したものがある。すなわち、これに貧困ライン金額をかけ戻すことにより、貧困ラインに達するための金額がわかる。これによると、貧困ライン以下に暮らす世帯が貧困ラインに到達する一すなわち最低限の生活ができるようになる一ためには、平均 ZMK1.51 百万が必要となる。

ここで灌漑農業による平均的な追加収入は ZMK1.55 百万である。すなわち、灌漑農業による収益は貧困ラインを超えるインパクトをもたらしことがわかる。なお、最も貧困である Mumba 村を例にとると、現況において貧困ライン到達に必要な金額 ZMK2,301,713 が灌漑農業開始後には ZMK746,720 にまで縮められる (68%の減)。この経済的インパクトは 12 村落の平均では 103% となり、それは貧困ラインを超えることから、小規模灌漑農業のインパクトの大きさが伺える。

表 7.4.8 貧困に関する指標と灌漑農業のもたらすインパクト

Particular	Valid Sample No.	Poverty Ratio, %	Poverty Gap Ratio, %	Distance to the PL, ZMK	Income fr. Irrigation, ZMK	Remaining Distance, ZMK	Improved Ratio, %
Whole 12 Villages	370	56.2	18.4	1,507,172	1,554,994	-47,822	103
Lunda	30	72.3	22.8	1,867,582	1,554,994	312,589	83
Molwani	31	59.9	16.5	1,351,540	1,554,994	-203,454	115
Kalamba Chiti	30	58.4	23.6	1,933,111	1,554,994	378,118	80
Chipapa	30	72.6	19.5	1,597,274	1,554,994	42,281	97
Saise	31	50.2	17.3	1,417,069	1,554,994	-137,925	110
Mayanga	30	48.7	14.9	1,220,481	1,554,994	-334,512	127
Mumba	31	76.3	28.1	2,301,713	1,554,994	746,720	68
Makashi	30	52.0	16.6	1,359,731	1,554,994	-195,263	114
Kawikisha	30	48.8	16.2	1,326,966	1,554,994	-228,027	117
Chisheta	30	55.2	18.2	1,490,789	1,554,994	-64,204	104
Mutiti	31	59.9	20.9	1,711,950	1,554,994	156,957	91
Mulonda	36	29.4	7.2	589,763	1,554,994	-965,231	264

出典: 収量調査 (2010&2011 念)、JICA 調査団

7.4.4 年間を通じた農業への再投入サイクル

灌漑農業のインパクトはそのシーズンだけに限ったものではなく、いくつかの波及効果を持つ。これまでに確認されたものの 1 つとして、乾期灌漑からの収益を次の雨期作に投資する例が多く見られる。本件調査では収量調査時にあわせて次の雨期作への投資を聞いている。また、別途に個別インタビューによって雨期作を含む一年のサイクルにおいて、収入パターンがどのように変化したかを聞き取っている。

1) 収量調査に基づく雨期作への投資と収量増

乾期作からの収益を持って、多くの農家は生産基盤拡大への再投資を行っている。例えば、灌漑を導入した後、雨期作トウモロコシの生産量が増えたとする農家は、373 農家のうち 333 農家 (89%) にのぼり、その生産量も全平均で 72% 増加している (表 7.4.9 参照)。

表 7.4.9 灌漑導入後の雨期トウモロコシ生産量の変化

Item	Before	After	Increase	(%)	No. of Samples
Average, bags	18	32	13	72%	373
Increased, bags	13	25	12	92%	333
Decreased, bags	32	19	-13	-40%	35
No Change, bags	29	29	0	0%	5

出典：Harvest Survey by the Study Team (2010) Unit: (Bags (50kg)/household)

調査対象地域の灌漑農家の中には灌漑農業による収入を何らかの形で次期雨期作の資材購入費に充て、毎年少しずつ耕作面積を拡大している者がいる。このことが上記の生産量の増加に結びついているものと考えられる。例えば、表 7.4.10 に示すとおり、灌漑導入後 327 農家のうち 300 農家 (92%) が化学肥料の投入量を増やしており、平均では世帯当たり 100kg も増加させている。

表 7.4.10 灌漑導入後の化学肥料投入量の変化

Item	Before	After	Increase	(%)	No. of Samples
Average, kg/HH	76	176	100	(132%)	327
Increased, kg/HH	49	124	75	(153%)	300
Decreased, kg/HH	71	35	-36	(-51%)	19
No Change, kg/HH	251	251	0	(0%)	8

出典：Harvest Survey by the Study Team (2010) Unit: (kg/household)

特に本地域で主要な生産形態となっている雨期の多投入型メイズ生産においては、技術的な部分については概ね標準化されており、また耕地面積もあまりボトルネックにはなっていない。この状況下、準備できる投入資金の多寡、すなわち資材（特に化学肥料）の投入量が生産規模の主要な決定要因になっている。このため、乾期灌漑作により多少なりとも余剰資金を生み出すことができれば、それはすなわち雨期作の拡大に直接結びつくことになる。

2) 聞き取り結果に基づく年間を通じた変化

灌漑農業の導入により、源収入へのトップアップのみならず、年間を通じたお金の入り方の変化、またそれによる様々な変化があることがわかった。例えば、灌漑農業により得られた利益をこれまでの収入の主体であった雨期作へ投資し、その雨期作からの利益を今度は乾期作に投資することで、年間を通じた安定的な収入の確保、食糧安全保障の改善、支出の分散化、借金の減少などの変化が見られる。以下に聞き取りを通じて観察された主要な例を示す。

2.1) 現金収入源の多様化（雨期作への依存からの解放）

インタビューを行った農家はバケツ等何らかの形で灌漑の経験を持っている場合が多かったが、現金収入源としては雨期作に大きく依存していた。灌漑を導入したことにより、世帯によりその程度に差はあるが、図 7.4.1 のように現金収入源が多様化され、お金が入ってくる月数が増える世帯が増えてきている。例えば、ある農家は家族の病気に見舞われ例年より作付できた面積が著しく減ったが、灌漑による現金収入源が増えたことで余剰が生まれ、前年の蓄えでその年を乗り切ることが出来たという。

灌漑作物からの現金収入源が新しく追加されたのみならず、灌漑導入前には自家消費や労働者への対価として使われていた雨期作物が灌漑導入後には販売に回されている例も見られた。図 7.4.2 はある世帯の現金収入源を乾期作と雨期作に分

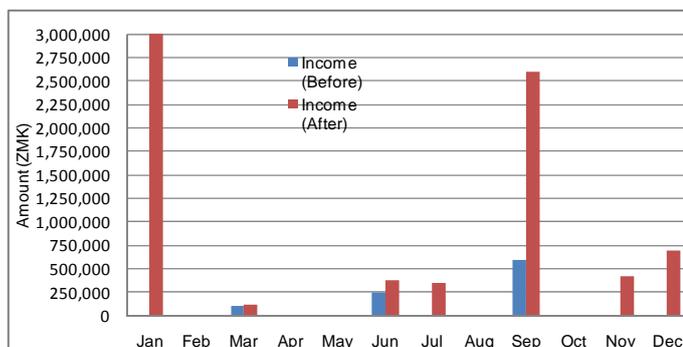


図 7.4.1 ある調査世帯の各月の現金収入の変化

出典：JICA調査団

けて集計したものであるが、新たに食糧に回せる灌漑作物が加わったこと、また雨期作（特に主食のメイズ）の生産量が増えたことにより、これまで消費していたキャッサバを新たに販売するようになったことがわかる。

乾期灌漑作による増収を受けて、雨期耕作面積の拡大に成功している者も数多くみられる。むろん乾期灌漑作だけが追加的収入源であるわけではなく、ある程度雨期作の耕作面積が拡大された後には、そこからの余剰収入が今度は次期乾期作の資材購入費にわたるわけであり、相互に正のフィードバックを及ぼし

合う1つのサイクルになっている。特に、雨期作では食費、服飾費、そして子弟の学費に現金収入のほとんどを費やさざるを得ない規模の農家、すなわち『雨期作だけではいっぱい一杯』という農家にとっては、灌漑農業がこうした拡大再生産サイクルのきっかけを形成しうる。

すなわち、灌漑農業はそれ単独での収入増効果だけにとどまらず、農家の生産基盤拡大というインパクトをも及ぼすことが観察された。天候の変動にそれ程左右されない乾期灌漑作は比較的风险が低く、年間を通した農業経営の安定化に貢献することとなる。

2.2) 賃労働からの解放

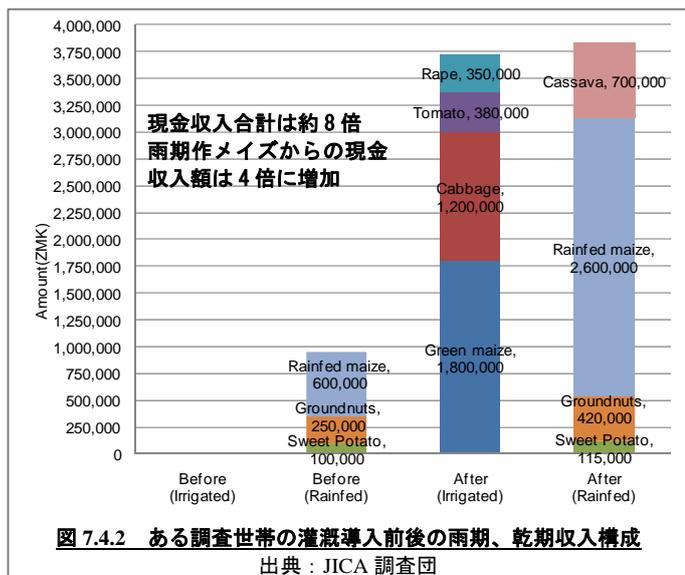
灌漑導入前には、雨期作の収穫が始まる4月以前の1月～3月にかけて食糧不足に陥り、よその農家のところで農作業を行うことにより家族の食事を工面していた、という声が多く聞かれた。また、1月には学校が始まることから、通常三学期に分けて支払われる学費の一学期分のみならず、靴、制服等一年に一度新調するものの支払いも求められるため、現金支出といった側面からも厳しい月となる。

中には働きに行ってもなお三度の食事を取るの難しく、一日一食、もしくは何も食べられない日もあったという世帯の声も聞かれた。灌漑導入前には自転車をも所有していなかった世帯も多く、世帯によっては、歩いて数時間かけて農作業にでかけ、戻ってきたときには疲労困憊で何もできずにすぐに寝てしまったということも話なども聞かれた。これが、灌漑導入後は、2009年中もしくは2010年初頭に収穫があがった世帯については2010年から、またその他の世帯も2011年には農作業にでかけなくても一日三度の食事が工面できるようになっている。

2011年になっても農作業には出ていると回答があった世帯についても、農作業に出る頻度が減る、または食事の回数が増える傾向がみられた。主食のみならず、付け合わせについても灌漑導入前には時期により、乾燥させたかぼちゃ、豆類、さつまいもの葉しか手に入らず、しかも食用油の工面が難しかったとのことであるが、灌漑導入後には野菜や魚、肉類の消費が増えたという声が聞かれた。中には、クリスマスにチキンが工面できず、キャタピラ（芋虫）を食べざるを得なかったのが、灌漑導入後には家族のためにチキンを一羽食せるようになったという話をした寡婦もいた。

2.3) マーケティングチャネルの多様化

農産物の運搬手段は自転車もしくは徒歩でなされてきたが、灌漑後は買い手が畑にやってくるとい



う例が見られる。市場に宣伝をしに行く、仲買人を紹介してくれる NGO や協同組合とコンタクトする、仲買人から商品を気に入られ、その後仲買人の要請により生産作物を多様化、そして自らの圃場においてマーケットデーを設定するなどの取り組みが見られている。

7.4.5 チテムネ (Chitemene) 農業への影響

灌漑農業のもたらすもう一つの波及効果として、Chitemene (焼畑) 農業への影響が挙げられる。ここには正反対の 2 つの方向性がある。一つは追加的収入によりさらに多くの労働者を雇用して Chitemene 畑を拡大するパターン、もう一つは追加的収入を雨期作の定常畑における生産基盤拡大 (多くは肥料の購入) に充て、Chitemene 農業から脱却するパターンである。前者は、いまだ森林が豊富な地域、そして後者は既に森林が減少した地域にて散見されるパターンである。

収量調査によると、表 7.4.11 に示すとおり、全 187 農家のうち、灌漑農業を始めて以来、Chitemene 畑を拡大したケースが 38 農家 (20%)、削減したケースが 85 農家 (45%)、変化がなかったケースが 64 農家 (34%) であった。平均すると当初 0.69 リマであった Chitemene 農地は、灌漑を始めてから 0.09 リマ減少している。本結果の統計的信頼性は高くはないと考えられるが、灌漑農業が農家の行動パターンに何らかのインパクトを与えることが示唆された。特に、Chitemene 農業は環境に及ぼすインパクトが甚大であるが、既に森林面積が減少しつつある地域では、灌漑農業からの収益で化学肥料を購入し、定置型の雨期作農業に移行する可能性が高い。

表 7.4.11 灌漑開始以来の Chitemene 面積の変化

Item	Before, lima	After, lima	Increase, lima	(%)	No. of Samples
Average	0.69	0.60	-0.09	-13%	187 (100%)
Increased	0.10	0.18	0.08	80%	38 (20%)
Decreased	0.76	0.24	-0.52	-68%	85 (45%)
No Change	0.52	0.52	0.0	0%	64 (34%)

出典: Harvest Survey by JICA 調査団 (2010)

7.4.6 灌漑農業収益の利用

図 7.4.3 は灌漑農業からの収入の支出項目とその頻度を示す (収量調査における複数回答結果、全回答数 751)。最も多く回答があったのは肥料の購入費であり、全体の 23% を占める。また、第 2 位は子息の学費 (21%) であり教育に対する関心の高さが伺える。上述のように農業インプットへの再投入も多く、肥料に加え、種子が 4 位 (15%)、耕作も 4% を占めている。このように、教育を広い意味での「将来への投資」と捉えると、灌漑農業による追加収入が将来への投資に多く用いられていることが分かる。

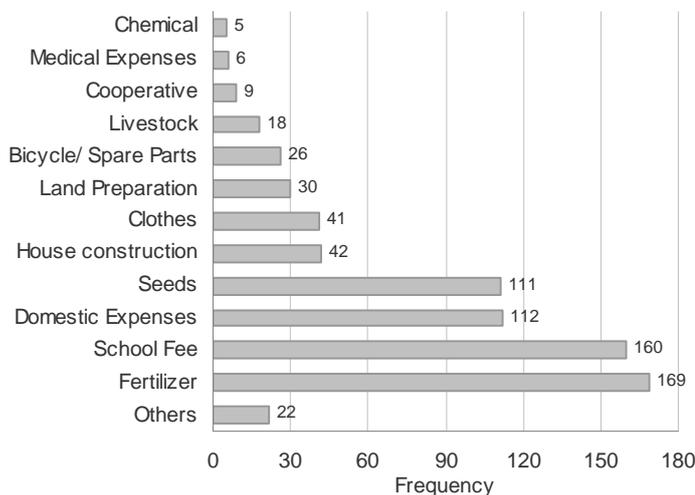


図 7.4.3 灌漑農業からの収入の使途

7.4.7 段階的農業技術普及

パイロット事業では段階的な農業技術普及システムを採っている。具体的には、まず調査団から少数の州・郡 TSB 職員への TOT を実施し、そこでトレーニングを受けた職員が講師となりキックオフトレーニングにて農業普及員へのトレーニングを行っている。さらに、ここでトレーニン

グを受けた農業普及員が近隣で活動する同僚普及員に対しても技術指導をしている。

特に同僚普及員への研修は現場において行われるため、調査団や州の TSB 職員が直接指導することができない。このことから、この部分での技術普及に当初若干の不安もあった。しかしながら、2009 年乾期の実績をみると、全 100 箇所の「改修堰」地区のうち 56%にあたる 56 箇所、「新規堰」の全 94 地区でも同じく 56%にあたる 53 箇所が同僚普及員によって実施されている。また、2010 年乾期は全体の実施地区数が倍増していることから割合そのものは減少しているものの、数量的には前年度と遜色ない程度となっている。このことから、ここで推進している段階的農業技術普及システムが有効に機能していることが分かる。

表 7.4.12 同僚農業普及員による簡易堰建設実績

Particular	No. of site	By kick-off training participant	By Fellow BEOs/CEOs	Ratio
In 2009, improvement	100	44	56	56%
In 2009, new development	94	41	53	56%
In 2010, improvement	193	126	67	35%
In 2010, new development	181	134	49	27%

出典: Pilot Project Implementation, JICA 調査団

7.4.8 ポスターを活用した簡易堰灌漑普及

2010 年度においてはポスターを活用した簡易堰灌漑普及を行った。ポスターへの興味を引くため、調査対象地域内でよく見られる栄養失調（たんぱく質不足）に、小規模灌漑で実施する豆類栽培や内水面漁業が寄与する図案とした。また、2 枚目には最も簡単な傾斜型簡易堰、1 重締切り型、2 重締切り型の簡易堰の建設方法を示した。これらのポスターはラミネーション加工を行った後（約 200 円/A-3）、例えばメイズ集出荷場、保健所、村のキオスクなど人々が集まる場所に掲示した。



ポスターによる簡易堰灌漑普及：左側の導入ポスターが小規模灌漑と栄養改善をリンクさせている。また、右側は最も簡単な傾斜型簡易堰、1 重締切り型、2 重締切り型の簡易堰の建設方法を示している。

北部州にて 8 箇所、ルアプラ州にて 10 箇所においてポスターを掲示したが、その結果、5 サイトにて簡易堰が農民自ら建設され、他に 1 サイトにおいて普及員にコンタクトし、普及員の指導下にて建設されたことがわかった。また、Mansa 郡においては、これまでの簡易堰をポスターを参考にして自ら改善した例も報告された。

第8章 関係者の能力向上

本件調査では様々な機会やパイロット事業の展開を通じ、カウンターパートや農民に対する技術移転・交換を進めた。カウンターパートへの技術移転は、パイロット事業の導入・開始に関するキックオフワークショップに始まるが、加えてキックオフ研修やパイロット事業自体の進行過程、さらにフォローアップ研修などを通じて実施したものである。関係農民に対する技術移転は、多くは普及員により行われたものであるが、一部、堆肥のデモ等は調査団が直接担当したものもある。

8.1 政府職員の能力向上

表 8.1.1 に参加した政府職員に関する能力向上の機会や成果を要約する。表に示す No.1 から No.4、また No.5 については調査団が直接関与・運営したものである。No.5 の同僚普及員への研修については、普及員の各持ち場（現場）における実際の簡易堰建設等において、隣接する普及員を招いて普及員から普及員への技術移転を行ったものである。これら一連の機会により、延べ 720 名（実 497 名）の普及員が小規模灌漑開発に関係する学びを得たこととなる。以下に、能力向上の機会と成果を要約する。

- 1) 表 8.1.1 中 No.1 に示すキックオフワークショップは、調査対象地域の政府職員に対しての技術移転の開始点である。そのワークショップでは計 69 名にのぼる PACO、PAO、DACO、SAO や TSB 職員を招聘したが、1) SWOT 分析、2) PCM 問題分析、そして 3) 各郡による小規模灌漑ポテンシャルの特定等を行っている。参加者たちはそれら分析手法を学ぶとともに、小規模灌漑技術の実際についても学びの機会を得ることができた。
- 2) 同表 No.2 に示す TOT では、2 カ年を通じて 17 名の政府職員を選抜して、小規模灌漑開発に必要な講師要請のための研修を行った。2009 年は全員を北部州の TSB 職員から選抜しているが、2010 年には、2009 年に小規模灌漑を経験したルアプラ州の TSB 職員も選抜している。計 6 日間にわたり、調査団から 17 名の政府職員に対し、さまざまな小規模灌漑技術、手法に係る技術移転を行った。この 17 名が続くキックオフ研修での講師を務めている。
- 3) 同表 No.3 に示すキックオフ研修は、当該年乾期におけるパイロット事業展開のための導入研修である。研修には 2 カ年を通じて計 95 名の参加者が招聘され、先に TOT を受けた 17 名が講師を務めて計 8 日間の研修を行った（2009 年度は 3 日間、2010 年度は 5 日間）。調査団はその中において、これまでの経験や隣国マラウイをはじめアジア諸国などにおける多くの小規模灌漑事例を提示することにより、参加者の理解を深めるための支援を行った。
- 4) 同表 No.4 に示すフォローアップ研修では、当該年に実施したパイロット事業の成果を確認している。計 116 名の参加者を招聘したが、開発サイト数や開発面積、また受益農民等の数値のみの報告に限らず、課題や特記できる成果に対する同僚同士の共有、教訓の共有、同輩から同輩への学びといったことを主眼として実施した。また、2009 年の研修では 2 週間程度で熟成する促成堆肥（ボカシ）のデモをあわせて実施した（ボカシの講義実習は 2010 年のキックオフ研修でも実施した）。
- 5) 同表 No.5 に示す同僚への研修は、当初のキックオフ研修に参加した普及員や郡 TSB 職員が、研修に参加しなかった同僚普及員等への技術移転を現場にて行ったものである。対象者数は 2 カ年で 309 名である。すなわち、研修に参加した普及員が簡易堰を実際に現場で建設したり水路路線を選定したりする際に、隣接する普及管轄区域（camp）の普及員を招いて

on-the-job-training 的に現場で行ったものである。

- 6) 同表 No.6 は本件調査の現場レベルにおけるラップアップワークショップである。2 州配下のすべての郡から TSB 職員と普及員に加えて、管理職・責任者クラスの職員 (DACO、SAO) を招聘している。ここでは、2 州の現況分析結果や 2 年間にわたるパイロット事業の成果・教訓の共有を行った。また、小規模灌漑の実施体制についても協議し、各郡、各州にて各々の政府事業として取り組むべく事業計画作成を行った。参加者からは具体的な数値が示されていること、またチャートを用いた説明といったことに評価が高く、同州内にて活動する他の団体においても同様のまとめ方をすべきであるというコメントが多く出された。

表 8.1.1 本調査 (2009 年～2010 年) を通じて実施された研修活動概要

機会	参加者	能力向上に関する内容
1. キックオフワークショップ 2009 年 3 月 31 日	69 (69) 政府職員、北部州とルアブラ州関係者	1. SWOT 分析 2. PCM 問題分析 3. 小規模灌漑ポテンシャル郡の特定
2.1 講師養成研修 2009 年 4 月 7 日、14 日	7 (0) 政府職員、北部州関係者	4. 重力式小規模灌漑サイトの特定 5. 簡易堰の構造 (5 タイプ) 6. ラインレベルを用いた水路の線形決定
2.2 講師養成研修 2010 年 4 月 13～16 日	10 (1) 政府職員、北部州およびルアブラ州関係者	7. 付帯施設 (水路橋、道路横断工等) 8. 農民組織化と組織の構造 9. 土地の分配 (公益の追求) 10. 圃場内灌漑方法 11. 堆肥作成 (通常堆肥と促成堆肥) 12. 恒久堰の計画、建設手順 (2010 年実施)
3.1 キックオフ研修 2009 年 4 月 16～18 日	35 (28) 政府職員、北部州の 8 郡、ルアブラ州 2 郡の関係者	1. 小規模灌漑施設と構造 (簡易堰) 1.1 重力式小規模灌漑サイトの特定 1.2 傾斜式簡易堰
3.2 キックオフ研修 2010 年 5 月 3～7 日	60 (40) 政府職員、北部州、ルアブラ州の関係者	1.3 シングルライン簡易堰 1.4 ダブルライン簡易堰 1.5 トリゴナル式簡易堰 1.6 粘土・石積み簡易堰 1.7 水路路線選定の方法 1.8 付帯施設 (水路橋、道路横断工等) 1.9 簡易堰建設の実施習 1.10 水路路線選定の実習 2. 農民組織化 2.1 農民組織の構造 2.2 農民の組織化の過程 3. 圃場灌漑と灌漑農業 3.1 農民組織化 3.2 土地配分の方法 (メンバーへの灌漑農地分配) 3.3 灌漑必要水量と水管理 3.4 堆肥の振興 (2009 年: 講義、2010 年: 実践) 4. 小規模灌漑施設と構造 (恒久堰) (2010 年実施) 4.1 仮廻し水路 4.2 基礎掘削 4.3 型枠設置 4.4 コンクリート打設、練り石積み工法
4.1 フォローアップ研修 2009 年 11 月 4～5 日	49 (23) 政府職員、北部州 10 郡、ルアブラ州 5 郡の関係者	1. ザンビア農業に関する調査団からのインプット 2. 小規模灌漑開発の成果報告 3. 教訓の報告と共有
4.2 フォローアップ研修 2010 年 11 月 16～18 日	67 (10) 政府職員、北部州 8 郡、ルアブラ州 5 郡の関係者	3.1 課題と課題解決のためのアクション 3.2 自慢できる成果とその共有方法 4. 促成堆肥 (ボカシ) 作成に関するデモ (2009 年)
5.1 同僚への研修 (Training of fellows : TOT、パイロット事業を通じて、2009 年)	129 (117) BEOs/CEOs、NO.4 のキックオフ研修に参加していない普及員	上記 No.3 の研修で学んだ内容 (簡易堰の建設、付帯施設の建設、農民組織化、圃場灌漑方法など) を同僚に伝えている。
5.2 同僚への研修 (Training of fellows : TOT、パイロット事業を通じて、2010 年)	180 (173) BEOs/CEOs、NO.4 のキックオフ研修に参加していない普及員	
6.1 ラップアップワークショップ、 2011 年 3 月 31 日、カサマ	67 (27) 政府職員、北部州の全郡の DACO、SAO、TSB、BEO/CEO 等	1. 調査対象地域 (2 州) の現況分析結果 2. パイロット事業の成果共有 3. パイロット事業からの教訓共有

6.1 ラップアップワーク ショップ、 2011年4月6日、マンサ	47 (18)政府職員、Luapula 州全郡のDACO, SAO, TSB, BEO/CEO	4. 政府事業への取り組み、実施体制、事業費等
計	延べ参加者数：720人 実参加者数：497人 延べ参加人数・日：1,250人・日	

出典: JICA 調査団

備考: 括弧内の参加者数は表内に示す他の研修等に参加していない実数を示している。

8.2 関係農民の能力向上

関係農民の能力向上は、簡易堰と恒久堰の建設に始まり、灌漑農業の試行や促成堆肥であるボカシの作成などを実施、展開していくことにより進めていった。これらの活動はパイロット事業の展開地域を対象に郡 TSB 職員や BEO、CEO 職員らの運営、協力によって進められていった。表 8.2.1 に示すのはそれらサイトの関係農民の数と内容を示すものである。以下に要約を記す。

- 1) 2009 年の既存灌漑地区の改修においては、延べ 4,060 名の受益農民が関係している。農民達は簡易堰の建設方法を始め、新規圃場へ灌漑水を導くための水路線形の決定や最適断面による水路掘削、また圃場内灌漑の方法等について学びを得た。
- 2) 2009 年の新規地区においては、延べ 3,118 名の農民が参加している。農民達は簡易堰の建設方法を始め、圃場までの水路路線の決定方法、最適断面での水路掘削、またそれら灌漑施設の管理運営方法に関係する組織化などについても学びを得た。そのうち 1,674 名の農民は 2009 年乾期作において灌漑を実際に開始した農民である。これらの農民は、例えば水盤 (sunken-bed) 灌漑や畝間灌漑などについても学んだ。なお、2 サイトについては、促成堆肥であるボカシの実演を調査団が直接関与して行っている。そこでは、延べ 43 名の農民がその作成技術について学んだ。
- 3) 2010 年における既存灌漑地区の改修には 2,846 名の農民が関与し、簡易堰スキームに係る必要技術を学んだ (2009 年の新規開発サイトにて計上されている農民数を除く)。また、530 名の農民がボカシを含む堆肥の作成方法を学んだ。
- 4) 2010 年の新規サイトの開発では 3,381 名の受益農民が簡易堰による河川取水の方法を習得した。このうち、1,296 名の農民が灌漑農業を開始し、輪番灌漑や畝間灌漑の実践を含む圃場灌漑方法を学んだのに加え、734 名の農民がボカシ作成を行った。
- 5) 2010 年に実施した計 8 ケ所の恒久堰スキームの建設では 257 名の農民が参加し、仮廻し水路の建設、コンクリートの配合および打設、練り石積み工法、および堰付帯施設として設置した土砂吐きの機能などについて学んだ。

以上より、2 ヶ年を通じて計 13,405 名 (男性 8,711 名、女性 4,694 名) の農民が、圃場灌漑方法や水管理方法などを含む、小規模灌漑開発に係る技術や知識を得た。

表 8.2.1 小規模灌漑開発における参加農民数 (2009 年乾期および 2010 年乾期)

カテゴリー	農民	内容
2009 年		
既存の改良サイト (簡易堰)	4,060 名 (男性 2,553、女性 1,507)	簡易堰の建設 水路路線の選定と最適断面での掘削 灌漑農業 (圃場灌漑、灌漑頻度、灌水量)
新規開発サイト (簡易堰)	3,112 名 (男性 2,095、女性 1,023F)	簡易堰の建設 水路路線の選定と最適断面での掘削
	1,674 名 (男性 1,081、女性 599F)	簡易堰の建設 水路路線の選定と最適断面での掘削 灌漑農業 (圃場灌漑、灌漑頻度、灌水量)
	43 名 (男性 25、女性 18)	促成堆肥 (ボカシ) 作成方法、2 サイト
小計	7,172 名 (1,674 名と 43 名を除いた実計)	1,674 名と 43 名は 3,112 農家の内数である。
2010 年		
既存の改良サイト (簡易堰)	2,846 名 (男性 1,816、女性 1,030) *	簡易堰の建設 水路路線の選定と最適断面での掘削 灌漑農業 (圃場灌漑、灌漑頻度、灌水量)
	530 名 (男性 340、女性 190) **	促成堆肥 (ボカシ) 作成方法
新規開発サイト (簡易堰)	3,381 名 (男性 2,247、女性 1,134)	簡易堰の建設 水路路線の選定と最適断面での掘削
	1,296 名 (男性 861、女性 435)	簡易堰の建設 水路路線の選定と最適断面での掘削 灌漑農業 (圃場灌漑、灌漑頻度、灌水量)
	734 名 (男性 478、女性 256) **	促成堆肥 (ボカシ) 作成方法
恒久堰サイト	257 名 (男性 137、女性 120)	コンクリート練り混ぜ、打設 練り石積み工法
小計	6,245 名 (1,296 名、734 名および 257 名を除いた実計)	1,296 名と 734 名は 3,381 農家の内数である。 257 名は 7,171 農家 (2009 年) の内数である。
合計	13,405 名 (男性 8,711 名、女性 4,694)	

備考: * いくつかのサイトは 2009 年に新規建設された後、2010 年に改良されているが、表中の数字はこれを含まない (2 重のカウントは行っていない)。** 男女別の人数を抑えていないため、簡易堰の建設に参加した男性・女性人数比にて推定している。
出典: JICA 調査団

第9章 結論および提言

9.1 結論

本件調査で作成した小規模灌漑開発計画（アクション・プラン）は、以下の点から小規模農家の生計を改善する手段の中で核になるとともに、人々が苦しんでいる貧困から脱却することを可能にする。それ故、ザンビア国政府は自国予算あるいはドナーからの支援も考慮の上、小規模灌漑開発計画を、北部州およびルアプラ州の2州はもちろんのこと、あわせて自然条件の類似するザンビア国の他地域でも普及・展開していくべきである。

- 1) 本件開発計画が推進する小規模灌漑農業は、パイロット事業の成果を参照すると、典型的な農家は灌漑開始後に数年を得て 0.87 リマ（47m 四方相当）規模の灌漑耕作地から純収益 1.55 百万 ZMK を得ることが可能である（有効サンプル数 471 農家対象収量調査より）。それは典型的な農家の年間収入 4.67 百万 ZMK に対して 33%もの追加所得をもたらすものである。また、この追加所得 1.55 百万 ZMK は、貧困ライン以下の平均的な農家を貧困ライン以上に引き上げることとなり、貧困脱却を可能とするインパクトを有している。
- 2) 乾期の灌漑農業で得た収入でもって、次の雨期作の化学肥料や良質な種子を購入するという行動も見られた。実際、雨期作メイズへの化学肥料の投入量は、農家世帯当たり従前の 76kg から 176kg へと増加した（有効サンプル数 327 農家世帯）。結果、一農家当たりの雨期作メイズの収量は、18 袋（50kg/袋）から 32 袋へと増加した（有効サンプル数 373 農家世帯）。すなわち、灌漑農業の導入は乾期のみならず、雨期作への再投資を通じて年間を通じた作物増産や生計向上というインパクトを生み出している。
- 3) 灌漑農業からの追加収入に伴い、貧しい農家の生活も改善されている。聞き取りによると、雨期作収穫前の 1~3 月に食料の不足を訴える農家が多かったが、彼らは他の農家の小作や借金をするしかなく、いつまでも貧困状態におかれていた。しかしながら、灌漑によって乾期の農業を開始すると、以前の雨期作農業だけに頼っていた農家の食料の安定的な確保はもちろんのこと、年間を通じた収入の安定、さらに農家の子息の学費の工面等に対しても解決が図られた。
- 4) 本件調査の基本原則は、一時限りの成果を良く見せるために外部からの支援を注ぎ込むことではなく、農村内部で農民が自らできることから始めるというものである。換言すれば、そこにある資源、アクセス可能な技術で灌漑農業を開始し、その簡易な施設で灌漑農業に親しむことが開始点となる。その後、資金が準備できた時点で恒久施設へのアップグレードを行うこととなるが、この過程を踏まえば、農家は既に簡易施設で灌漑を実施してきたことから、恒久的な灌漑施設についても持続性が確保できることとなる。
- 5) パイロット事業は、2009 年および 2010 年の乾期において実施したが 2 年間に新規で開発した灌漑面積は計 572ha であった（簡易堰による灌漑面積 544ha、アップグレードされた恒久堰による灌漑面積 28ha である）。これらの灌漑農業により、7,131 農家が受益を受けた（簡易堰による受益 6,874 農家、恒久堰による受益 257 農家）。施設数では簡易堰が 568 カ所、恒久堰が 8 カ所である。すなわち、単一の灌漑施設による灌漑面積は 1~4ha と非常に小さいが、普及を通じて展開することにより、その小さい集まりが大きな効果を生じさせる。
- 6) ザンビア国農業協同組合省が持っている強みの 1 つは、州および郡レベルのみならず、地方の現場まで普及体制が網羅されていることである。現場では、ブロックやキャンプと呼

ばれるレベルまで普及員（BEO、CEO）が配置されている。簡易堰による灌漑は、灌漑技術者でなくとも普及員が主体となって推進することが可能であり、これが一つ一つは小さくとも、その小さい集まりが大きな効果を生じさせることにつながる。また、恒久堰へのアップグレードについては、郡や州の TSB（灌漑局）が主体となって推進することが可能である。

9.2 提言

本件調査での小規模灌漑開発計画策定の過程、またパイロット事業の実施を通じて多くの教訓となる課題と対処の事例が得られた。これらは、今後、調査対象地域の北部州およびルアブラ州、さらにザンビア国において類似の小規模灌漑を推進するにあたって、多くの示唆を与える。これらを提言として以下に述べる。

- 1) 小規模灌漑開発は、簡単な取水堰（簡易堰）でもって開始すべきである。簡易な取水堰は現場で入手可能な材料のみを用いて、普及員（BEO、CEO）の技術的な指導の下、半日～最大 2 日程度で建設可能である。灌漑事業は、これまで灌漑技術者のタスクであると考えられてきたが、簡易な取水堰で実施する灌漑は普及員でも実行可能なことがパイロット事業を通じて実証された。よって、小規模灌漑のポテンシャルがある所、普及員を中心として簡易の取水堰による灌漑から開始すべきである。
- 2) 恒久構造物は、簡易な取水堰のアップグレードによって導入すべきである。既存の簡易灌漑施設に対してのアップグレードを行うことが、投資を必要とする、すなわち失敗の許されない恒久灌漑施設の持続性を高めるとともに、それを担保することとなる。恒久構造物の受益農家は、すでに簡易の取水堰によって灌漑農業に親しんでいることから、安定取水をより行える恒久取水堰の導入によって、より持続的な灌漑農業を実施可能である。
- 3) 地形的に適合しているかと言って、すべての村人が灌漑を実施可能とは限らない。水は公共財であるが、限られた農民の所有地しか灌漑できない状況下では、灌漑が村民間に格差を生じさせる要因ともなりうる。これを避けるため、灌漑受益地を細分化し地主は他の農民に無償、あるいは安価に土地を貸し出すという方法が推奨される。また、土地問題に関して係争が発生する場合には、地域の伝統的権威（村長）の介入が必要である。
- 4) 灌漑作の実施は、連作につながり土壌養分の搾取につながる。化学肥料施用による養分の補給は作物生育には効果的であるものの、土壌の物理性改善には効果がない。灌漑作を実施する際には、特に堆肥の投入を農民に推奨することが強調されるべきである。堆肥投入による土壌の物理性改善により化学肥料の作物への吸収も十分になされる。また灌漑水路の設置は堆肥作成に必要な水の確保を容易にするので、水路沿いでの堆肥作りが推奨される。このことにより圃場への堆肥運搬労力も軽減される。
- 5) 灌漑農業は農民の生活を変えるだけの十分なインパクトを有している。長年にわたって、この地域の主要農業は森を切り開き、その木々を燃やして行う焼き畑農業（チテメネ）に大きく頼ってきた。その結果、特に人口が増加している地域の自然林は広範囲に減少した。一方、灌漑農業により農民は新たな生産の手段を得ることから、チテメネへの過剰な依存を減らすことが可能である。小規模灌漑農業の導入は、それ故、森林保護の手段としても促進すべきである。
- 6) 最も灌漑農業に適している地形は、小規模河川が発達した緩やかな丘陵地である。このよ

うな地形では、土壌保全の手段がなければ、その傾斜のため灌漑水により土壌浸食が加速される可能性を有している。よって、小規模灌漑農業を普及するにあたっては、土壌保全も合わせて考慮しなければならない。例えば、河川沿いの一定の土地は耕作しないことや、ベチバグラスの植栽、等高線耕作等の土壌浸食防止策を同時に行う他、マルチングを導入することなどが必要である。

- 7) 灌漑開発自体は目的ではなく、乾期に農業を営むための手段である。すなわち、普及員は小規模灌漑の振興とともに、最良の営農を奨励することが必要となる。既に主食の自給を達成している 2 州での灌漑農業の推進は、換金作物を対象とすることとなる。この際、作物を多様化することは、作物価格の低下に対してのリスク回避の手段となる。また、作付け時期を、収穫時価格が最も高い時にあわせて行うことも必要となる。灌漑は農家にとって作物生産時期の微調整を可能にする。
- 8) パイロット事業では、小規模灌漑の開始にあたって無償で種子や肥料を配ることはしなかった。貴重な天然資源である灌漑用水にアクセスできる農民は、それだけで天水農業のみに頼る農民より恵まれている。すなわち、公益といった観点からも、バラマキ型営農資材配布は極力行うべきではない。このアプローチは、現場の普及員にとっては従来のやり方とは異なるものであったが、パイロット事業に参加した農民は、例えば肥料の投入を必要としない豆類で灌漑農業を開始するなど、種々の工夫を行って前進できることを示した。
- 9) 無償のインプットがなければ、小規模灌漑実施に対する農家のモチベーションが上がらないと考える政府職員も多い。このような時は、モチベーションをあげさせるためのバラマキ型投入を行うのではなく、次のサイト（村）に移動すべきである。簡易堰であれば投資を必要としないため、次のサイトに移動するのは容易である（対する、投資を一度でも行った事業からの退却は容易ではない）。結果、パイロット事業では 568 箇所もの簡易堰が建設されたが、ここでの成功とは普及を通じた確率で求まることとなる。また、恒久施設は簡易堰からのアップグレードによって実施するため、投資を行う恒久堰における成功も必然的に高まることとなる。

ザンビア国小規模農民のための灌漑システム開発計画調査

■ 背景

調査対象地域は、ザンビア国の他の地域に比して降雨と表流水に恵まれている。しかしながら、年間降雨量の90%が11月から4月までの雨期に集中しており、降雨パターンも不安定なため、農業生産性が安定していない。そのため、雨期作収穫前の3月～4月の端境期には深刻な食料不足に陥る農家が多い。

本地域の多くは plateau と呼ばれる高原地域に代表されるが、緩やかな丘陵山間地も多く存在している。そのような地域では、簡易な技術で重力式灌漑の導入が可能である。すなわち、少ない投入で簡易な灌漑設備を導入するには好立地であることから、小規模農民を対象とした灌漑開発のポテンシャルが高いといえる。

小規模灌漑は技術が容易であり、また、現地資材を活用することで費用を抑えることができるため、小規模農民にも導入しやすく、灌漑の導入と営農改善を通じた農業生産性の向上が期待できる。また、ここでの成果を適用することにより、全国の類似地形・自然環境を持つ地域の小規模農民にも裨益することが期待される。

このような背景から、小規模灌漑開発システム確立にかかる調査の実施がザンビア国政府より要請され、これを受けて2007年6月27日に独立行政法人国際協力機構（JICA）とザンビア国農業・協同組合省の間で実施細則（S/W）が締結された。この実施細則に基づき、2009年3月から2011年7月まで本件調査が実施された。

■ 目的

本件調査は、ザンビア国北部州ならびにルアプラ州の小規模農民を対象とした灌漑システムに関するアクションプランをデザインするものであり、以下の2点を目標として実施する。

■ アクションプランの策定

ザンビア国北部州およびルアプラ州における有効な小規模灌漑事業を特定し、小規模農家の農業生産性を改善するための営農計画を含めた灌漑システム開発に関するアクションプランを策定する。

■ 技術移転の実施

本件調査の実施を通じて、CP 機関である農業・協同組合省の農業局灌漑技術課（TSB: Technical Service Branch）、および現場の灌漑技術者、普及

員、さらにパイロット事業地域の農民の小規模灌漑開発に必要な能力向上を図る。

■ 調査対象地域

調査対象地域は、ザンビア国に存在する9州の内、北東部に位置する北部州（Northern Province）とルアプラ州（Luapula Province）の2州である。調査対象地域はザンビア国面積の約26%を占める198,393km²に展開している。州の下には郡（district）が配置されており、北部州には12郡、ルアプラ州には7郡が存在している。2000年実施のセンサスによると、2州の総人口はおよそ200万人であるが、平均人口密度は10人/km²と極めて低い。この人口密度の低さが本地域、ひいてはザンビア国全体の特徴の1つとなっている。



■ アプローチ

2009年に小規模灌漑開発にかかるアクションプラン（案）を策定し、これを2011年までに完成させる。最終化を行うにあたっては、小規模灌漑開発に関するパイロット事業を実施し、その成果や教訓をもって最終アクションプランを提案するとともに、パイロット事業実施の過程を通じて技術マニュアル、普及用ポスターや冊子を作成する。

パイロット事業は2009年4月に開始した。ここでは、現地の資源を最大限活用する簡易堰を中心とした小規模灌漑スキームの普及を行っている。2010年には2009年実施の簡易堰による灌漑スキームの広域への普及を行うとともに、粗石モルタル積みやコンクリート等による恒久堰建設といった

活動へとアップグレードさせている。こうした活動を通じて得られた教訓を反映させ、アクションプランを完成させる。

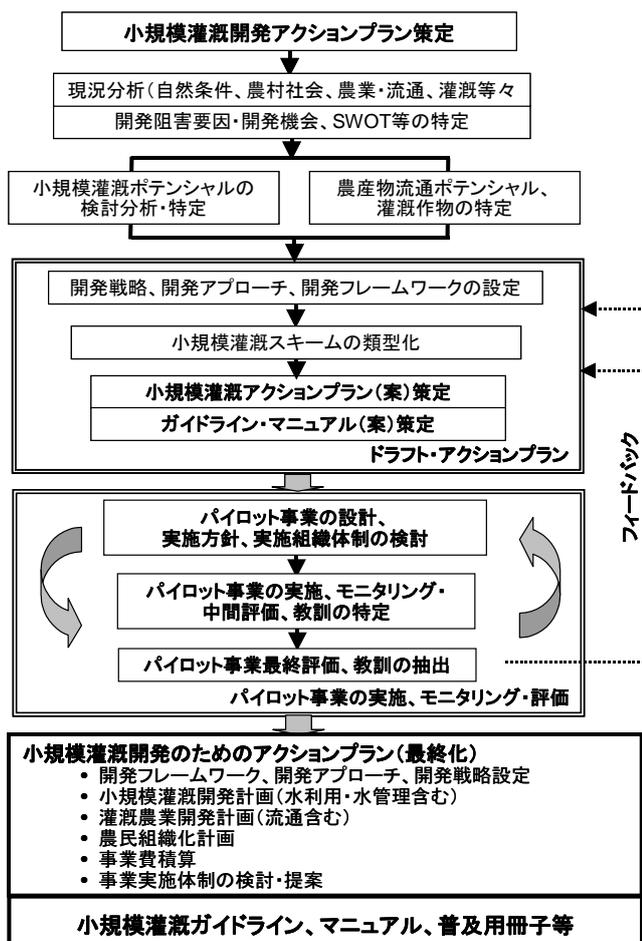


図2 調査アプローチと調査工程

■ 自然・社会状況、農業・灌漑状況

調査対象地域の気候は乾期と雨期にはっきりと分かれており、降雨量のおよそ90%が11月から4月の雨期に集中している。1933/34年から2009/10年における北部州カサマ観測所の記録によると、平均の月別降雨量のピークは12月で290mmに達する。また、同期間の平均年間降雨量は1,310mmでザンビア国の他地域のそれを大きく上回る。なお、年間降雨量の最高値は1961/62年に記録された1,881mmで、最低値は1952/53年の902mmである。

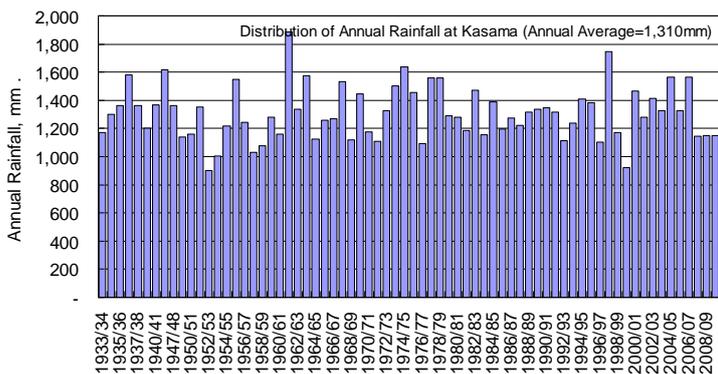


図3 カサマ観測所における年間降雨量の変動

対象地域における主要河川は Chambeshi 川と Luapula 川である。Chambeshi 川は北部州中部全域からの降水量を集め Bangweulu と名付けられた大湿地帯および湖(約 5,000km²)へと流れ込み、ここから Luapula 川へと名称を変える。Luapula 川はザンビア国と隣国コンゴ共和国(DRC)との国境をなしており、Mweru 湖を経て Congo 川流域へと流れ込んでいる。

対象地域の2州は他州よりも水資源に恵まれている。表流水の10年確率単位面積当たり渇水量は、北部州では304m³/日/km²、ルアプラ州では357m³/日/km²である。さらに、流出高は Chambeshi 川流域で168mm、Luapula 川流域では161mmであり、集水域の降雨量を勘案すると、流出率は Chambeshi 川流域で12.8%、Luapula 川流域で14.0%となる。なお、月別流水量は Chambeshi 川が最低1.15 ㎥/秒/km²から最高13.56 ㎥/秒/km²の範囲であり、Luapula 川では最低1.21 ㎥/秒/km²から最高10.90 ㎥/秒/km²の間となる(図4参照)。

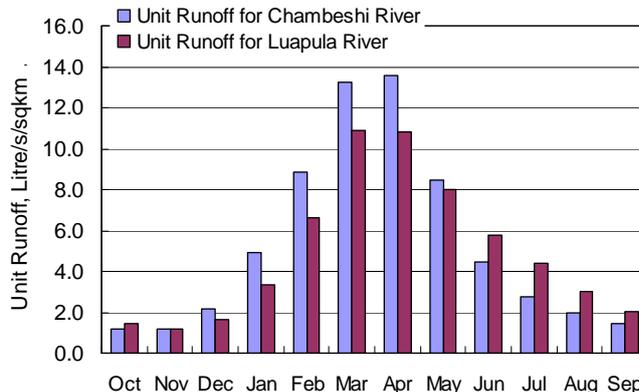


図4 Chambeshi 川、Luapula 川における月別単位流出量

12村における370世帯を対象としたベースライン調査によると、他のアフリカ諸国と同様、村人は何度か干ばつに見舞われた経験を持つ。また、豪雨により干ばつ以上に厳しい被害を受けた村もあり、時折、作物が壊滅的な被害を受けている。例えば、ある村では1947年の開村以来、1962年、1963年、そして1972年の3回にわたり豪雨の被害を受け収穫が皆無となった。調査対象地域は降雨に恵まれた地域としてよく知られているが、このように、過剰な降雨量が被害をもたらす側面もあり、場合によっては食糧不足を引き起こしている。

調査対象地域における農民の大部分は天水に大きく依存した農業を営んでいる。そこでは「チテメネ」と呼ばれる焼畑農業により、メイズやキャッサバ、豆類、フィンガーミレット等を作付けしている農民もいまだ多い。なお、本地域の農業に特徴的なものの一つとして、チテメネに代表される原始的(粗放的)な農法と灌漑等の近代的(集約的)な農法の奇妙な混在が挙げられ、例えば、

小規模灌漑用水路に沿って、チテメネ畑が点在している風景が多くの村で見られる。

本地域では、鋤を用いて人力で農地を耕すことがほとんどであるため、1 農家あたりの耕作面積は限られている。例えば、ベースライン調査を行った村では、メイズの平均作付面積は 0.73 ha、キャッサバでも 0.50 ha に過ぎなかった。野菜や豆類、グラウンドナッツ等の換金作物の戸当たり作付面積はさらに小さく、1/4ha を下回っている。また、メイズの反収はローカル種で 1.93 トン/ha、ハイブリッド種で 2.49 トン/ha と低い状態に留まっている。

反収自体は低い、調査対象地域では豊富な降雨に恵まれて多くの穀類（メイズ主）や芋類（キャッサバ主）が生産されている。2 州における穀類と乾燥重量換算の芋類の合計値を人口で割ると、一人当たり年間当たりの生産量は北部州で 445 (226+219) kg、ルアブラ州で 362 (72+289) kg にも達する。必要カロリーから見れば、大略、大人一人当たり年間当たりで 200kg の主食が必要とされるが、調査対象地域はこれを大きく上回っている。干ばつや豪雨に見舞われ、収量を落とすことがあるが、全体としてみれば、主食の輸出地であり、それ故、他方では野菜等の換金作物生産へのシフトがなされやすい地域といえる。

主要な現金収入源は余剰作物の販売である。例えば、村毎に食料が占める年間収入の割合は 53%～92%、また対象 12 村落の平均では 71%に達する（自家消費分食糧も農家庭先価格にて貨幣換算し、収入として算入済み）。村毎の平均年収は ZMK2.9 百万から ZMK16.3 百万（第 2 位は ZMK6.8 百万）の範囲にあり、総平均は ZMK5.82 百万（US\$1,116）、最大値の ZMK16.3 百万を除く平均は ZMK4.67 百万（US\$972）、中央値は ZMK3.98 百万（US\$763）、そして第一四分位は ZMK2.44 百万（US\$468）である。対象 12 村におけるジニ係数は 0.25 から 0.37 であり平均すると 0.40、もしくは最大値を示す村を除けば 0.35 となる。村内における収入格差はさほど大きくないといえる。

ベースライン調査結果の内、消費データを利用して貧困ラインと貧困率も求めている。その結果、世帯当たり食料貧困ライン ZMK6.80 百万、世帯当たり非食料貧困ライン ZMK1.40 百万、その合計としての貧困ラインは世帯当たりで ZMK8.19 百万（US\$1,571）と得られた。これを下に、貧困率を算定すると、その値は村によって大きく異なるが最低は 29%、最大は 76%、また 12 村全体での平均は 56%である。

調査対象地域における 9 郡、9 村落を対象として実施した農作物流通調査によると、生産した農作

物のおよそ 3/4 が販売に回されている。対象となった村落が主要な町場から近く、かつ、幹線沿いであることに留意する必要があるが、そのような条件の良い場所ではかなりの割合が市場に出ている。流通先は同じ郡内が 54.3%、23.3%が同じ州内の別の郡、そして残りの 22.5%が別の州まで出荷されている。すなわち、約半数の農家は郡内のローカル市場を主としているものの、他方では約 2 割を超える農民が例えば Copperbelt 州やルサカ州などの州外の大きな市場まで出荷していることが判る。

調査対象地域における既存灌漑施設は、その特性により 2 タイプに分けられる。ひとつは、恒久的灌漑スキーム、もう 1 つは簡易的灌漑スキームである。前者はコンクリートや礎石モルタルを用いた堰、またダムや貯水池など恒久的構造物によるものである。後者は、多くの場合、河川から直接水を引き込める水路だけを農民自身が建設したものであるが、中には現地ですぐに入手可能な草や粘土、木の枝などを用いているものも見られる。



左写真はコンクリートで建設された典型的な恒久堰、また、右側は農民レベルで建設された簡易的灌漑施設（多くは河川から水路に水を直接引き入れているだけのものが多く、写真のような簡易堰を持つものは少ない）。

このような既存の灌漑スキームを把握するため、2009 年にインベントリー調査を実施した。この調査によると、両州で合計 104 の恒久灌漑スキームが存在し、このうち 67 箇所は北部州に、37 箇所はルアブラ州に存在している。これら灌漑スキームによる灌漑面積は合計 441ha で、1 箇所あたりの灌漑面積は平均 4.2ha とその規模が小さいことが特徴である。一方の簡易灌漑スキームに分類される灌漑施設は、2 州内に計 1,024 箇所を特定した。1 箇所あたりの灌漑面積は平均 1.7ha とさらに小さいものの、計 1,772ha の面積を灌漑している。この合計面積は恒久灌漑施設の 4 倍相当に達している。

■ 小規模灌漑開発計画の策定

小規模灌漑開発計画の策定は、まず州レベルにおける MACO 職員による SWOT 分析により始まり、これに開発制約要因と開発機会の分析・特定、また灌漑開発にかかる各郡の優先順位付けを行って

いる。これらを下に、2009 年度中に小規模灌漑開発と灌漑農業を中心としたアクションプラン（案）を策定し、2010 年度に最終化した。

1. SWOT 及び開発の制約要因と機会

職員自身により分析された MACO の「弱み (W)」としては、職員数の不足、移動手段にかかる予算不足が挙げられた。「脅威 (T)」に関して特筆すべきは、干ばつや洪水などの自然災害、特に道路網を中心とする貧弱な社会インフラ、土地所有の問題（共有地が主体）、新規農業技術の低い適用率、住民の移動（焼き畑農業に伴う移動）、高価な農業インプット（50kg 化学肥料は約 US\$47）等があげられている。一方、「強み (S)」として挙げられたのは、知識・経験の豊富な職員、本局から州、郡、そしてキャンプと呼ばれる普及単位まで網羅された農業局の組織体制などであり、「機会 (O)」には豊富な自然資源、豊富な水と豊かな土地等が含まれている。

この他、統計データの分析や現地調査などにより明らかになった開発制約要因としては、農業普及員の広い管轄エリア（一人当たり平均 23km 四方）、限られた移動手段による機動性の低さ（バイクは約 4 人に一人が保有）、灌漑開発における技術系職員数の不足、そして化学肥料等の農業用資材の高騰が挙げられる。一方で、小規模灌漑開発を推し進める上での開発機会としては、テキストメッセージ機能を含めた携帯電話の幅広い普及、農業に関するラジオ番組の存在、他州大都市圏や近隣のマーケットにおける流通経路の存在、また、債務救済による政府財務状況の改善や灌漑開発に利用可能な PRP ファンド（Poverty Reduction Programme : 9 ドナーが参加するコモンバスケットファンド）からの開発資金等があげられる。

2. 各郡の灌漑開発ポテンシャル

2009 年実施のインベントリー調査では灌漑ポテンシャルも調査している。これより、既存の灌漑施設の拡張、また新規建設を含めて計 9,792ha が灌漑ポテンシャルとして推定された。さらに、LANDSAT 解析により調査対象地域の灌漑ポテンシャルを特定したが、これによると約 149,400ha が最大での灌漑ポテンシャルと推定される。なお、LANDSAT 自体は例えば河川と周辺地盤の標高差を解析できないため、ここで得られた面積は河川周辺、湿地帯周辺に存在する既存の畑地や水田の合計値として求めたものである。これらのポテンシャルに加え、河川密度、道路密度、さらに既存灌漑施設の存在等を踏まえて、調査対象地域内の計 19 郡を灌漑ポテンシャルの面から以下の 3 グループに区分した。

- 1) グループ A（高優先郡）：
北部州 < Mbala, Mungwi, Luwingu, Kasama >
ルアプラ州 < Mansa, Kawambwa >
- 2) グループ B（中優先郡）：
北部州 < Nakonde, Isoka, Mpika, Mporokoso, Chinsali >
ルアプラ州 < Mwense, Milenge >
- 3) グループ C（低優先郡）：
北部州 < Kaputa, Mpulungu, Chilubi >
ルアプラ州 < Nchelenge, Chienge, Samfya >

3. 小規模灌漑開発アクションプラン

小規模灌漑開発にあたっては、現地材料で建設可能な簡易堰、および粗石モルタル積みやコンクリートで建設する恒久堰の 2 種を扱う。簡易堰においては、現地で入手可能な自然材料—木材、粘土、草、竹等—を利用するが、1) 傾斜型、2) 一重直壁型、3) 二重直壁型および 4) 三角錐支持型に代表される 4 種の導入を計画する。これら灌漑施設の建設にあたっては、農民自らの労働力供出を基本とする。また、恒久施設建設にあっても郡 TSB がセメントや鉄筋などの資材を調達した後、政府職員による施工監理のもと、農民による建設作業が行われることを基本とするが、一部、建設業者への発注も考慮した計画策定を行う。

3.1 普及モダリティ

簡易堰を組み合わせることにより、恒久堰の建設を通じた灌漑面積にさらに面積を上乗せすることが出来る。簡易堰の建設は普及員を中心に容易に進めることができることから、総体として一気に灌漑面積を増やすことが期待できる。ただし、ポテンシャル地域は限られていることからある程度灌漑面積が伸びた後は、伸び率が低下する。こうした灌漑面積の増加は図では曲線的に表される。

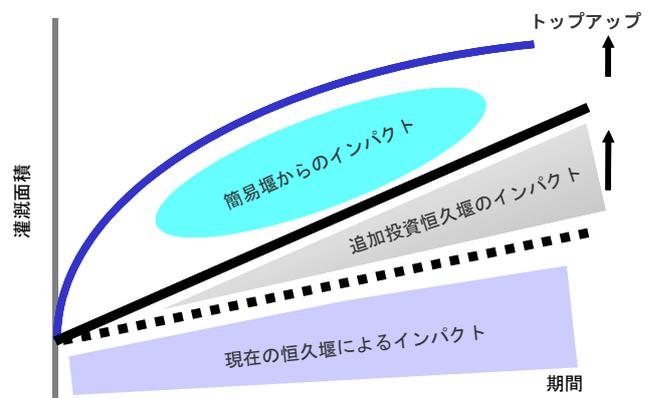


図 5 簡易と恒久スキーム組み合わせ実施

「さらなる投資がついた恒久堰開発」と「簡易堰」の組合せを示したのが図 5 である。こうした組合せを可能ならしめているのは堰の構造の違いに起因する開発スキームの違いにある。恒久堰の

開発スキームは「建設スキーム」であるのに対し、簡易堰の開発スキームは「普及スキーム」に近い。これは堰建設の実質の実施者の違い（「建設業者または職人（Skilled Labor）」対「農民」）にも現れ、さらに MACO の活動内容の違い（「設計・積算・工事監督」対「技術普及」）、担当者の違い（「TSB」対「CEO」）にも現れる。すなわち、これら 2 つのスキームは、実施主体や業務内容の重複を生じず、両立が可能である。

3.2 農民組織化

農民の組織化にあたっては、必要となる各活動の責任者がいわば仮のリーダーとして、仲間の農民とともにハードという目に見えるものを作り出す行為を開始することである。作業を進める中で、村人は誰が本当のリーダーに相応しいかを見極めることができる。そして、労作を作り出していくプロセスが組織化を促しリーダーシップを発現させていく。このプロセスを通じて、仲間の農民から自発的な貢献意欲や主体的で積極的な行動を導き出せるものがリーダーとなるが、これを生み出すには組織化のプロセスに“実施しながら学びながら”ということをビルトインすることである。

3.3 灌漑農業振興

農業分野では、主食の生産が達成されていることから、食糧自給達成ではなく、市場向け作物の生産を積極的に推進する。事実、パイロット事業地区における収量調査によると、本地区では既に収穫物の 88%が市場へと流通されているとみられ、市場向け作物生産に対する環境は十分に整っている。ただし、販売を前提とする場合、農家には、これまでの様に「自分たちが作れる作物」ではなく「市場の求める作物」を生産することが求められるため、市場性に留意した作付け計画の立案が必要である。また、価格下落に対抗するために、作付け作物の多様化なども必要となる。

本地域で灌漑農業を振興するにあたっては、土壌肥沃度の低さが大きな課題となる。本地域の土壌は「アクリソル（acrisols）」と呼ばれる酸性の赤色土壌が支配的で、土壌サンプル試験における平均 pH 値は 4.2 であった。また、土壌の養分保持能力を示す陽イオン交換容量（CEC）も総じて低く、日本で適正とされる「20 以上」に対して、平均値は 4.3 cmol(+) \cdot kg⁻¹ であった。このような不利な土壌条件に対応するため、化学肥料と並んで有機質肥料の投入が薦められる。有機肥料の作成にあたっては、より短期間で準備が整う「ボカシ肥」の導入が推奨される。3 ヶ月以上要していた従来の堆肥と大きく異なり、「ボカシ肥」はおよそ 2～3 週間で完成可能なため、雨期作の終了直後に堆

肥作りを開始しても十分に乾期灌漑作に間に合う。また、土壌肥沃度を促進するため豆類の導入、豆類との混作を進めることが必要である。

4. 計画目標値と期待便益

4.1 簡易堰灌漑事業普及

事業実施計画策定にあたっては、2009～2010 年実施のパイロット事業の結果を参照して目標値の設定を行う。また、第 1 期（2012-2015）と第 2 期（2016-2020）に区別して取り扱う。第 1 期においては、計 2,464 サイトの簡易堰灌漑を目標値とする。これは、既存地区の改良と新規の簡易堰灌漑サイト建設の両者を含めている。この内、2,313 サイトが灌漑を実施可能と目される。合計面積では 2,862ha を灌漑可能と計画し、また受益農民数は 21,528 人と想定される。総面積からの純収益は 4 年間の合計積算値として ZMK4.78 百億（US\$9.95 百万）が想定される。

第 2 期（2016-2020）においては、新規サイトの建設のみを考慮する（現存する簡易サイトの改善は第 1 期にて終了すると仮定）。第 2 期の 5 年間においては計 1,412 サイトの建設を予定するが、内、1,271 サイトが灌漑実施可能と目される。合計灌漑面積は 2,094ha、また受益農民数は 11,204 人と想定される。5 年間における純収益は合計積算値として ZMK4.1 百億（US\$ 8.45 百万）が期待される。

対する事業費は、年間当たりで、第 1 期において ZMK11.8 億（US\$245,491）、また第 2 期においては ZMK6.91 億（US\$143,809）と算定される。事業期間を通じた事業費は、第 1 期（4 年間）にて計 ZMK47.21 億（US\$981,964）、第 2 期（5 年間）において計 ZMK34.57 億（US\$719,045）と算定される。灌漑面積は第 1 期にて 2,862ha、第 2 期にて 2,094ha が期待されるが、結果、単位面積あたり開発経費は ZMK1.650 百万（US\$343）ならびに ZMK1.651 百万（US\$343）と見積もることができる。通常の灌漑事業に比較すれば非常に安価な開発となるが（ザンビア国の例では US\$10,000/ha 超）、これは主たる構造物である取水堰建設に現地派生材料を用いるためである。

4.2 恒久堰灌漑事業建設

恒久堰建設においては、政府職員と農民が建設を進める直営工事方式に加え、建設業者への発注のケースもあわせて目標値を設定する。第 1 期および第 2 期を通じて、年間あたり同じサイト数が開発されると仮定するが、直営方式では 22 サイト、建設業者発注方式では 51 サイトを予定する。両期を通じて計 657 サイトの恒久堰灌漑事業が実施されることとなる。この内、直営工事分が 198 サイ

ト、建設業者への発注分が 459 サイトである。これらの恒久堰灌漑スキームをもって計 3,614ha が灌漑可能と計画する。両期を通じた受益農家数は 19,491 人であり、事業期間内の合計積算純収益は ZMK595.79 億 (US\$12.396 百万) に達する。

上記の内、直営工事での恒久堰スキーム建設の事業費は、年間当たりで ZMK14.25 億 (US\$296,362) が必要とされる。また、第 1 期 (4 年間) においては計 ZMK57 億 (US\$1.19 百万)、第 2 期においては計 ZMK71.25 億 (US\$1.48 百万) が必要となる。単位面積あたりの開発費用は、両期を通じての平均で ZMK11.78 百万 (US\$2,449) と見積もることができる。

建設業者を活用する場合、建設工事数量の増加は可能であるが、年間当たりの事業費は ZMK40.6 億 (US\$843,618) となる。結果、第 1 期における事業費は ZMK162.24 億 (US\$3.374 百万)、第 2 期においては ZMK202.8 億 (US\$4.218 百万) が必要となる。建設業者による単位面積当たりの開発事業費は ZMK14.46 百万 (US\$3,008) と算定される。

5. 技術パッケージ

本調査では、普及用マテリアルとなる「技術パッケージ」を作成している。これは、「包括ガイドライン」と「技術マニュアル」の 2 つがセットになったものと、リーフレット (A-5 版)、ポスター (A-3 版) 等から構成される。リーフレットは簡易で制作コストが低いため、最前線の普及員による広範な普及に適している。一方のポスターは「紙芝居」的な構成となっており、例えば、簡易堰の建設など、作業の流れを段階的に理解することができる。また、調査対象地域内ではタンパク質不足による栄養失調児が多く見られることから、灌漑によって豆類作付けや内水面漁業の振興を意図したポスターなども作成している。

■ パイロット事業の実施

パイロット事業では、簡易および恒久的な堰灌漑スキームの両者を取り扱っている。2009 年は簡易堰灌漑スキームのみ、2010 年においては簡易堰のより広範囲な普及と恒久堰の建設を取り扱っている。調査団は、州および郡の TSB 職員ならびに各キャンプの普及員と共に 2009 年 5 月より簡易堰を主体とした小規模灌漑スキームの普及にかかる活動を開始した。そして、2010 年にはより多くの郡や普及員を巻き込みながら、活動の範囲をさらに広げている。また、2010 年には 2009 年に建設した簡易堰をコンクリート堰や粗石モルタル積みの恒久堰などへアップグレードしている。なお、アップグレードの対象となるのは灌漑面積のさらな

る拡大が見込める箇所で、かつ農民が組織化されているところである。

1. 簡易堰灌漑パイロット事業

簡易堰灌漑パイロット事業の開始点は普及員を招聘して行う kick-off 研修である。研修の最終日には、参加者自らが当該乾期の目標値を設定するが、その後、バイク用燃料の支給を受けた普及員は郡や州 TSB の支援を受けて簡易堰灌漑サイトの普及を行った。2 年間にわたる成果を以下に要約する。

- 1) 2 年間で研修を受講した普及員、郡および州 TSB 職員は 95 名に上る。2009 年度の kick-off 研修は 3 日間、2010 年度においては 5 日間で研修を行ったが、その後、現場で普及していく際に研修に参加しなかった近隣普及員を招聘して現場での研修も行っている。この現場での研修 (peer-to-peer 研修) は計 133 回開催され、計 309 名の同僚普及員への小規模灌漑に関する技術移転がなされた。
- 2) 現地には農民レベルで建設された簡易の灌漑サイトが見られるが、これらの改良も行っている。2009 年度は 100 サイト、2010 年度には 193 サイトが改良された。すなわち、計 293 サイトが改良されたが、このパイロット事業には計 7,550 人が参加し、内、4,393 農民が実際に灌漑を実施している。水路も多くのサイトで延長されたが、2009 年度に計 27km、そして 2010 年度には計 85km が新たに掘削された。既存サイトのオリジナル水路延長は 451km であったので、改良後の合計水路延長は 563km となる。これらの水路によって灌漑されている農地の内、パイロット事業によって新たに灌漑された面積は 290ha である。原灌漑面積は 354ha であるので、改良後の合計灌漑面積は 644ha となる。
- 3) 新規の簡易堰灌漑については、2009 年度に 94 サイト、2010 年度に 181 サイトが建設された (計 275 サイト)。この内、同じ乾期内に灌漑を開始できたサイト数は 2009 年度で 63 サイト、2010 年度で 146 サイトである (計 209 サイト)。参加農民数は計 6,499 人であるが、この内、当該年度内に灌漑を開始できた農民は約 1/3 の 2,481 人である。合計掘削水路延長は 307km に達する。計 275 サイトにて開墾された総面積は 366ha であり、この内、当該乾期にて灌漑農業を開始したのが 183ha である。なお、2009 年度に建設されたサイトにて、2010 年乾期には別途 70ha が追加で灌漑を実施できている。すなわち、2 カ年に及ぶパイロット事業期間内の新規の簡易堰建設サイトにおける合計灌漑面積は 253ha となる。

- 4) 上記、既存サイトの改良と新規建設をあわせれば2年間に計568サイトを取り扱ったことになる。この内、527サイトで灌漑農業が実施された。簡易堰パイロット事業に参加した農民数は計14,049人であり、内、6,874名が灌漑農業を開始し便益を受けた。合計灌漑面積は473haであるが、2010年に追加で灌漑された70haを加えれば計544haにて灌漑農業が実施された。既存の簡易灌漑サイトでは既に灌漑農業が行われていたが、この原灌漑面積354haを加えれば、2010年11月時点で灌漑農業が実施されている簡易堰によるパイロット事業地区の灌漑合計面積は898haとなる。
- 5) パイロット事業からの便益を算定すれば、2009年度パイロット事業ではZMK10.69億(US\$222,394)、2010年度パイロット事業ではZMK28.05億(US\$583,417)を新たに生み出したことになる(単位面積あたり純収益は収量調査の平均値ZMK7.128百万/haを採用)。すなわち2010年以降では、計527サイトからの便益の計としてZMK38.74億(US\$805,811)が毎年発生することとなる。これには原灌漑面積からの便益を含めていないが、これを含めれば各々ZMK21.30億(US\$442,965)、ZMK42.69億(US\$887,950)、計ZMK63.99億(US\$1,330,915)となる。

2. 恒久堰灌漑パイロット事業

2010年度のkick-off研修では1日のセッションを郡および州TSB職員を対象とした恒久堰に関する研修に充てている。このセッションを通じて、関係するTSB職員はコンクリート打設や練石積構造物に関する基本知識を得るとともに、恒久堰建設の対象となる郡を協議によって選定した。恒久堰は計6郡を対象として実施し、計8サイトで工事を行ったが、以下に成果を要約する。

- 1) 恒久堰建設のための研修に参加したのは郡TSB職員が18名、州TSB職員が5名、計23名である。工事開始にあたっての受益農民への説明・合意形成はそのサイトを担当する普及員が中心となっておこなったが、工事自体は郡および州TSB職員が石工や大工などの専門職を雇用の上、受益農民の無償参加にて進めた。2010年11月末までに、全8サイトにおける工事が終了したが、形式はコンクリート堰3箇所、粗石モルタル積み堰4箇所、アースダム形式1箇所である。
- 2) 工事を行った8サイトはいずれも工事期間中にも灌漑農業を営んでいる。これは、すべてのサイトが簡易堰からのアップグレードによる工事

であることから、河川切り替え後の河川水を既存の灌漑水路に導くことにより工事中であっても灌漑用水の確保が可能となったものである。2010年度における合計灌漑面積は27.9haであり、これは2~4年間にわたって計48.5haまで拡張される予定である。受益農民数は計257人(男性137人、女性120人)である。よって、一農家当たり平均灌漑面積は0.109haとわずかなのであるが、これは0.189haまで拡張される。

- 3) 収量調査に基づき推計された単位面積当たりの純収益(ZMK7.128百万/ha)を適用すれば、計27.9haの灌漑面積はZMK1.99億(US\$41,363)生み出したことになる。また、この便益は灌漑面積の拡張に伴って、ZMK3.46億(US\$71,903)に増加する計画である。一農家当たりの純収益を算定すればZMK773,818(US\$161)となるが、これはZMK1.345(US\$280)まで増加される。

3. パイロット事業のインパクト

小規模灌漑の経済的効果を評価することを目的に7郡25灌漑スキームについて2009年および2010年乾期作を対象とする収量調査を実施した。合計478農家、855箇所の農地から得られた灌漑農業情報をもとに分析を行った。

- 1) 家族労働を除く生産費目を参照すると、生産コストの粗収益に占める割合は平均で29%、作物別では10以上のサンプルを持つ作物の場合で9%から42%の範囲にある。生産コストの内訳をみると、D-compound肥料にかかる経費が29%、尿素肥料が20%で、肥料の占める割合が突出している(合計49%)。ただし、この割合は作物ごとに大きく異なり、例えば落花生では化学肥料や殺虫剤は全く用いられておらず、結果として種子や労賃の割合が高くなっている。一方、レープ栽培ではD-compound(43%)と尿素(22%)が65%を占めており、レープ栽培における化学肥料の重要性が示唆されている。
- 2) 実面積ベースに補正されたデータによると、全作物の1lima(1/4ha)あたり加重平均生産費はZMK738,000、粗収入はZMK2,520,000で、純益はZMK1,782,000となる。1世帯あたりの耕作面積は平均0.87limaであるが、ここから、1世帯あたりの純益は平均ZMK1.55百万¹となる。

¹パイロット事業による総灌漑面積は572ha(簡易堰544ha、恒久堰28ha)、年間当たり総純収益はZMK40.73億(簡易堰ZMK38.74億、恒久堰ZMK1.99億)、また総受益者数は7,131農家(簡易堰6,874、恒久堰257)である。この結果、1農家当たり純収益はZMK571,000となる。ここで収量調査の結果得られたZMK1.55百万は約3倍弱を示しているが、これには改良前の既存の灌漑面積からの収益も含まれている例があること、また、収量調査を実施したサイトは比較的条件が良かったこと等があげられる。よって、ZMK1.55百万は、灌漑開始後、数年を

調査対象地域 12 村落を対象に実施されたベースライン調査によると、世帯あたり収入は ZMK2.9 百万から ZMK16.3 百万の範囲で、平均 ZMK5.8 百万であった。この既存の収入レベルと灌漑農業による追加収入 ZMK1.55 百万を比較すると、灌漑農業は、既収収入に対して村により 10%から 53%の追加収入をもたらすことがわかる。

- 3) この追加収入の平均原収入に対する割合は、原収入が最も高い Mulonda 村を含めた場合 27%、Mulonda 村を含めない場合は 33%となる。なお、中間値を基に灌漑農業からの増加分を求めるとそれぞれの場合で 39%と 42%となる。現在の収入レベルが第一四分位に位置する世帯にとっては、この追加的収入は 64% (Mulonda 村含む) および 69% (Mulonda 村除く) となり、低所得グループ (下位 25%) に属する世帯にとって灌漑による追加収入は特に大きなインパクトを有することがわかる。
- 4) ベースライン調査では、人々の消費レベルに基づく貧困ラインを算出しているが、この貧困ライン以下に暮らす平均的な世帯が貧困ラインに到達する一最低限の生活ができるようになる一ためには、平均 ZMK1.51 百万が追加が必要となる。ここで灌漑農業による追加収入は平均 ZMK1.55 百万であることから、灌漑農業による収益は貧困ライン以下の平均的な貧困層を貧困ライン以上に持ち上げることを可能にする。すなわち、灌漑からの収益により貧困からの脱却が可能となる。

■ 結論と提言

本件調査で作成した小規模灌漑開発計画 (アクション・プラン) は、小規模農家の生計を改善する手段の中で核になるとともに、人々が苦しんでいる貧困から脱却することを可能にする。それ故、ザンビア国政府は自国予算あるいはドナーからの支援も考慮の上、小規模灌漑開発計画を、北部州およびルアプラ州の 2 州はもちろんのこと、あわせて自然条件の類似するザンビア国の他地域でも普及・展開していくべきである。なお、実施に際しては以下の点に留意することが肝要である。

- 1) 小規模灌漑開発は、簡単な取水堰 (簡易堰) でもって開始すべきである。簡易な取水堰は現場で入手可能な材料のみを用いて、普及員 (BEO、CEO) の技術的な指導の下、半日~最大 2 日程度で建設可能である。灌漑事業は、これまで灌漑技術者のタスクであると考えられてきたが、簡易な取水堰で実施する灌漑は普及員でも実行

可能なことがパイロット事業を通じて実証された。よって、小規模灌漑のポテンシャルがある所、普及員を中心として簡易の取水堰による灌漑から開始すべきである。

- 2) 恒久構造物は、簡易な取水堰のアップグレードによって導入すべきである。既存の簡易灌漑施設に対してのアップグレードを行うことが、投資を必要とする、すなわち失敗の許されない恒久灌漑施設の持続性を高めるとともに、それを担保することとなる。恒久構造物の受益農家は、すでに簡易の取水堰によって灌漑農業に親しんでいることから、安定取水をより行える恒久取水堰の導入によって、より持続的な灌漑農業を実施可能である。
- 3) 灌漑開発自体は目的ではなく、乾期に農業を営むための手段である。すなわち、普及員は小規模灌漑の振興とともに、最良の営農を奨励することが必要となる。既に主食の自給を達成している 2 州での灌漑農業の推進は、換金作物を対象とすることとなる。この際、作物を多様化することは、作物価格の低下に対してのリスク回避の手段となる。また、作付け時期を、収穫時価格が最も高い時にあわせて行うことも必要となる。灌漑は農家にとって作物生産時期の微調整を可能にする。
- 4) パイロット事業では、小規模灌漑の開始にあたって無償で種子や肥料を配ることはしなかった。貴重な天然資源である灌漑用水にアクセスできる農民は、それだけで天水農業のみに頼る農民より恵まれている。すなわち、公益といった観点からも、バラマキ型営農資材配布は極力行うべきではない。このアプローチは、現場の普及員にとっては従来のやり方とは異なるものであったが、パイロット事業に参加した農民は、例えば肥料の投入を必要としない豆類で灌漑農業を開始するなど、種々の工夫を行って前進した。
- 5) 無償のインプットがなければ、小規模灌漑実施に対する農家のモチベーションが上がらないと考える政府職員も多い。このような時は、モチベーションをあげさせるためのバラマキ型投入を行うのではなく、次のサイト (村) に移動すべきである。簡易堰であれば投資を必要としないため、次のサイトに移動するのは容易である (対する、投資を一度でも行った事業からの退却は容易ではない)。結果、パイロット事業では 568 箇所もの簡易堰が建設されたが、ここでの成功とは普及を通じた確率で求まることとなる。また、恒久施設は簡易堰からのアップグレードによって実施するため、投資を行う恒久堰における成功も必然的に高まることとなる。

経て十分実現可能な期待収益として想定する。