

第4章 灌漑農業開発計画の策定

4.1 開発基本構想

1970年代と1980年代の2度の大干魃は他のサハラ諸国と同様、モリタニアの食糧と家畜の生産に甚大な損害を与え、農村人口の都市とその周辺への大量集中を引き起こしている。これに砂漠化の進行が加わり、農村部と都市部の両方において、自然環境と社会環境の劣悪化が進んだ。これを契機にモリタニア政府は持続的な農業生産の確保のため、セネガル川流域での集約的な農業と灌漑開発の推進に努力を傾け始めた。しかしながら、干魃という気象異変に対するモリタニア農業の脆弱性に大きな変わりはない。このような状況で、モリタニア政府が掲げる農業政策の重点目標は(1)食糧保障、(2)農村住民の生活水準の向上、及び(3)環境保全と自然資源の回復である。

セネガル川開発機構(OMVS)によって建造されたデイヤ河口堰(1986年)とマンサラム(1988年)により、モリタニアの重要な農業生産地域であるセネガル川沿岸平野での灌漑農業のための基本条件が整った。モリタニア政府はセネガル川流域の灌漑農業開発計画を一層推進するため、1993年に10年計画である「モリタニア総合農業灌漑開発計画」(PDIAIM)を打ち上げ、1996年から開始した。この計画の前半5年間の重点開発目標は既存灌漑事業の改修とロツから下流の上デマリ地区の新規灌漑農業開発であり、本計画の対象地区であるデイヤ地区の灌漑農業開発はその最優先事業として位置付けられている。

1992年に完成したセネガル川右岸堤防と灌漑用水取水施設により、上デマリ地区の農業開発のための基礎インフラは整った。しかし堤防で囲まれた地区内には排水施設が無く、そのため土壤中の塩類集積、水質の劣化、停滞水に起因する病気の蔓延等、自然と社会両面での環境問題を引き起こしている。この影響を直接に受けたのは農耕と牧畜を営む上デマリの零細農民であり、築堤以前から培ってきた伝統的なデマリでの農牧畜生産は深刻な被害を受けている。

上デマリ地区は土地資源と水資源に恵まれ、その農業生産のポテンシャルは極めて高い。また首都のヌアコトとも交通至便で、セネガル国との貿易の拠点であるロツ市近郊に位置していることから、機械化による大規模稲作を目指す企業農家の進出を促している。このため上デマリはモリタニア国の食糧増産基地として、更に緒についたばかりのセネガル川沿岸の灌漑農業開発の先駆的役割を果たす地域として期待されている。

以上の状況から、本調査対象地区の灌漑農業開発は地域零細農牧民の収入と生活水準の向上と、安定した食糧供給体制への寄与を目的とし、以下の開発基本構想に基づくものである。

- (1) 改良農牧技術の普及と灌漑排水施設の整備による食料生産の増加
- (2) 農村基盤施設の整備による生活環境の改善
- (3) 計画対象地区内外の自然・社会環境の保全

灌漑農業開発の基本的な営農体系は水稻の二期作と半集約的な牧畜用草地の確保である。セネガル川沿岸の農業地帯ではこのための営農技術は未だ確立されていないため、本開発計画事業でその

改良技術の試験と普及を行いながら目的の達成を図る。灌漑排水施設についてはセカ川堤防の既存の取水門から圃場末端施設までの整備を行う。施設整備の重点は地域住民である零細農家に重点を置いたものとし、企業農家の末端施設整備はその自己投資によるものとする。排水施設の整備は対象地区内外の自然・社会環境に影響を与えない計画に基づくものとする。農村基盤施設として農村道路と農村給水施設の整備を図る。対象地区の北辺と南辺を東西に結ぶ道路を改修し、南北に結ぶ道路を建設することで、調査対象地区とロツ市間の流通と生活の改善を図る。

本事業の開発計画は下記の2点に留意しながら策定した。

- (1) 事業施設は建設後、受益者に移管され、受益者が事業を運営する。従って事業施設は受益者のレベルに応じた適正な技術で操作・維持できる物でなければならない。
- (2) 本事業の実施が地区内は勿論、隣接する地域の自然・社会環境に深刻な影響を及ぼさない。

4.2 計画対象地区

開発計画の対象とする地区は、1万分の1の航空地形図の素図、及び既存の灌漑排水状況調査の結果に基づいて、その範囲を確定した。計画対象地区は北はティファジとアハートの砂丘間低地を含むケルマボンとロツを結ぶ道路、南はセカ川堤防、東はケル地区の西端、西はアハート水路に囲まれる地域である。計画対象地区の範囲を付図に示す。計画対象地区の総面積は13,730 haである。

4.3 農業開発計画

4.3.1 基本方針

(1) 農業開発の目的

計画対象地区における農業開発の目的は、実質的持続的な食料(米)生産および草地改良の達成によって食料供給の安定に寄与し、地域住民の生活水準を向上させることである。計画対象地区における基本的な営農体系は (i) 基幹食料である水稲の二期作、(ii) 従来伝統的に利用されてきた牧畜用草地の確保・継続・改善、(iii) 部分的な野菜などの導入普及を目的とし、作付体系、耕種法等は技術レベルの進展、開発面積、環境保全等を考慮して策定した。また土地利用は、土壌の適性、気象等自然条件などを勘案し、開発目的達成に最適な土地利用計画を策定した。開発面積の策定には、灌漑排水基盤整備、施設運営維持管理、営農栽培技術などの技術レベルの進展状況、経済性などを勘案して適正な開発規模を策定した。

(2) 総合農業開発

本地域の農業開発阻害要因を勘案すれば、農業開発の達成には、農業基盤・農村基盤の整備はもとより、試験・普及、流通制度・施設の改善など種々の支援サービスの強化が必要である。上記目的の達成には下記の諸要素を組み合わせた総合的な開発が必要である。

- イ. 農業支援サービス：
 - 農民組織の強化
 - 農村信用等金融制度の強化
 - 既存の試験・普及・訓練強化に関連した試験・展示農場の整備
- ロ. 加工・流通制度、施設の改善
- ハ. 灌漑排水等農業基盤、ならびに農村道路、給水その他農村基盤の整備

(3) 段階的な開発方式

水稲生産、牧草生産、部分的な野菜生産が灌漑農業開発の直接的な目的である。モリタニ政府は本地域の農業開発の目標を稲の二期作および草地開発に置いているが調査対象地区の稲作は種々の要因により停滞しており、開発は本計画により初めて本格的に開始されることになる。しかし調査対象地区に関わる開発の阻害要因、農民の技術水準等を勘案すれば、今後の開発には灌漑排水等基盤整備のみならず、稲や牧草の適性品種の導入、栽培技術・家畜飼養方法の確立普及、栽培技術・営農資金等の支援体制の整備強化、営農資材、生産物の流通加工施設の整備等が、また耕作農民と牧畜農民間の土地問題解決などが必要である。これらの課題解決には実際の経験と時間が必要であろう。このような条件下における当地域の灌漑農業開発は下記の段階的な開発目標を設定して開発を進めることを提案する。

第1段階 →	第2段階 →	第3段階
<p><u>稲作・野菜：</u></p> <p>直播/移植による雨期稲作100%の達成。乾期作はソルガム等雑穀を栽培。</p> <p>(乾期は部分的に農地に家畜放牧可能)</p>	<p>雨期稲作100%および乾期稲作の部分的実施。部分的にソルガム等を栽培。</p> <p>先進的農家による稲の二期作実施。</p> <p>(乾期は部分的に農地に家畜放牧可能)</p>	<p>稲二期作100%の達成。</p> <p>(乾期、雨期ともに農地の家畜放牧不可能)</p>
<p><u>草地・牧畜：</u></p> <p>牧畜農家(組織)による草地管理・牧草生産の導入。</p> <p>半集約的な飼養方式の導入。</p> <p>新土地制度、利用法下における稲作農民との土地利用上の問題解決検討。</p>	<p>牧畜農家(組織)による草地管理改善。</p> <p>農民による、牧草地と水田の明確な利用区分の実施。</p> <p>稲二期作農民との土地利用上の問題解決。</p>	<p>半集約的家畜飼育法の実施拡大。</p> <p>牧畜農家と耕作農家間の土地問題解決、共存。</p>
<p><u>支援サービス：</u></p> <p>実証・展示場の設置： 支援サービス強化の一環として整備運営する。</p> <p>優良作物、牧草等の導入試験、栽培実証並びに展示。</p> <p>地域内外からの牧畜農家に対する新しい土地制度、利用方法の周知徹底。</p> <p>営農資材、農産物などの流通加工施設の改善。民間に対する運営指導。</p>	<p>稲二期作、牧草、野菜栽培技術の確立。</p> <p>先進的農家に対する稲の二期作、野菜栽培技術の普及。</p> <p>牧畜農家に対する草地管理技術改善普及。</p> <p>半集約的家畜飼育法の確立、普及。</p> <p>民間による営農資材、農産物などの流通加工施設の効率的な運営の確立。</p>	<p>営農改善技術指導継続。</p> <p>優良品種導入試験展示、栽培技術確立普及継続。</p> <p>半集約的家畜飼育法の確立、普及。</p> <p>営農資材、農産物などの流通加工施設の効率的な運営の継続。</p>

4.3.2 土地利用計画

(1) 土地利用基本方針

対象地区の灌漑農業開発における土地利用基本方針は下記のとおりである。

- 標 高 : EL. 1.25m以上を水田、EL. 1.25m以下EL. 1.00m以上を草地、EL. 0.75m以下を湛水面とする。南アィロ地区においてはEL. 1.75m以上EL. 2.00m以下の季節的湿地を草地開発対象とする。
- 土 壤 : 土壌調査の結果を基に、軽度の改良で使用可能となる土地以外の不適性を除外する(土地適性を参照)。
- 村 落 地 : 村落地については、水田並びに草地の開発対象とはしない。
- OMVS管理地 : 堤防中心より200mを堤防道路維持管理用地とする。

(2) 土地利用計画

上記基本方針を基に、灌漑農業開発に適する土地を選定し、将来の土地利用計画を策定した。土地利用計画は付図4.3.1および下表に示した通りである。

地目	面積 (ha)	比率 (%)	地目	面積 (ha)	比率 (%)
水田	3,940	28.6	水面	910	6.6
草地	790	5.8	林地	50	0.4
畑地	50	0.4	裸地	930	6.8
野草地	520	3.8	砂丘	100	0.7
灌木野草混交	360	2.6	村落	10	0.1
湿地	3,950	28.7	土取場	570	4.2
季節的湿地	930	6.8	その他 (*)	520	3.8
灌木林	100	0.7			
合計				13,730	100

(*) : 水田・畑地の水路、道路等

これを現況の土地利用と比較すれば、土壌的に水田不適性を除いた既開発地区(耕作地および耕作放棄地で野草地)の大部分が水田対象地となる。草地開発は現況の湿地/季節的湿地地区が対象となる。

(3) 農地保全計画

計画対象地区の農地保全上留意すべき主要事項は土壌の塩類化防止と防風対策である。土壌の塩類化防止には適切な排水を行い、農地への湛水を防止することが特に重要である。農地の防風・砂丘侵入防止には植林が効果的であろう。

(i) 塩類化防止

- 土壌のモニタリングの継続 : 3.3節で述べた土壌の塩分の測定を継続し、塩類化の動向を監視することが必要である。
- 農地内の湛水防止 : 農地内の湛水防止には適切な排水を行い洪水を防御す

ることが必要である。特にテ・イ・テ・イ・下流地域の栽培時期には灌漑のためにア・ア・ア・水門より取水し、テ・イ・テ・イ・水路内水位を高く保つために、南・北テ・イ・テ・イ・両地区では洪水/湛水が起きている。この洪水/湛水を防ぐためにア・ア・ア・水門より南テ・イ・テ・イ・地区西端、テ・イ・テ・イ・水路を越えて北テ・イ・テ・イ・地区に延びる堤防が必要である。

(ロ) 防風林設置の提言

計画対象地区は平坦で北側が砂丘、南側はヒコキ田である。周囲には林地がほとんど無く、飛砂、砂丘の侵入が起きている。また作物は強風にさらされる。砂丘固定・農地防風のためには植林が有効である。展示訓練農場で苗木の生産を行い、農家（組合）に配付し、砂丘固定・農地防風のための植林の奨励を提言する。

4.3.3 営農計画

(1) 計画作付体系

基本的な計画作付体系は、農民の経験・技術、生活・市場等社会条件、計画対象地区の気象、土壌等自然条件を基に、上記の段階的な開発目標に応じたものとする。基本的な計画作付体系を下表および付図 4.3.2 に示した。

開発段階	計画作付体系	
	雨期	乾期
第一段階（開発初期）	稲作100%	ソルガム等100%
第二段階（開発完了への移行期）	稲作100%	稲作50%, ソルガム等50%
第三段階（開発完了期）	稲作100%	稲作100%

第一段階：

雨期：

稲作100%： 開発当初の達成目標は雨期における水田全面積稲作100%の作付とする。稲の登熟を冷温乾期の低温が来る以前、即ち12月中旬頃までに完了させることが重要である。

乾期：

ソルガム等100%： ソルガム、トウモロコシ、ミレットなど農民がなじんでいる作物を主体とする。品種の選定には冷温乾期の低温、乾燥強風、鳥害等に留意する必要がある。また野菜（タマネギなど）の導入等も検討する。

第二段階：

雨期：

稲作100%： 上記稲作の継続。乾期稲作との関連で作付の遅れを想定し、成育期間110日前後の品種を導入する必要がある。

乾期：

稲作50%： 乾期の稲作は冷温乾期の末期に播種し、収穫は6月頃が中心となる。品種の選定には特に乾燥強風、鳥害に留意する必要がある。また次期の雨期作との関係で、成育期間の短い（105 - 110日）品種が望ましく、これらの特性を備えた品種の導入、栽培技術の確立、普及が前提となる。

ソルガム50%： 上記ソルガム等の部分的な継続。

第三段階：

雨 期 : 稲作 100%
乾 期 : 稲作 100%

(2) 計画耕種体系

計画対象地区の稲作農家の類型は、農業協同組合の主要な構成員である小規模農家（0.5 - 1.0ha/戸）型、および平均約30ha（最大面積は300ha）/戸を保有する個人農家型に大別される。計画耕種体系では、大面積を保有する個人農家については基本的に現行の湛水直播栽培方式を踏襲する。また小農についてはそれぞれの農家の選択によるが、その面積が比較的小さく、田植えに要する労働力の確保が可能である農家については、普通移植方式を推奨する。田植え方式は直播と比較して下記の長所があり、小農にとっては農家経済的観点より有利である。

- 人力除草が容易であり、除草剤の投入が少ない。
- 本田期間が短縮されこの間の灌漑用燃料が節約される。
- 種子の使用量は直播の1/3 - 1/4である。
- 成育初期の塩害回避が可能である。

作物の保護に関しては、病虫害防除のため安全かつ有効な農薬の導入が必要となろう。災害的な作物の被害を避けるため、SONADER、AGETAあるいは環境担当部局の指導の下、必要最小限の農薬の使用を計画する。計画対象地区の住民は地域内の沼沢で捕った魚を利用する習慣があり、農薬の選択には残留性、魚毒性等には特に留意する必要がある。

現在農耕への畜力利用は全くみられず、畜力利用技術の導入確立には長期間を要するものと推測される。小農の耕起作業は、現行とおりの農協による農機の共同利用あるいは個人農家による賃耕を考慮する。

(1) 稲の機械化直播栽培耕種概要（主に大規模経営農家による）

大型機械化湛水直播方式による計画耕種法の概要は下記のとおりである。

i) 主要機種

トラクター	: 車輪型、80～100ps級、
耕起・砕土	: チゼルプラウ、ディスクハロー、ロータベーター、
施肥	: 人力あるいはブロードキャスター、
薬剤散布	: 畦畔用スワースプレーヤー、
収穫	: コンバイン（セミローラー・車輪交換型）、
調整・乾燥	: 人力

ii) 作業体系

整 地

前作物の収穫直後、田面が堅く乾燥する前に耕起砕土を行い、田面よりの蒸発に伴う塩類の集積を避ける。耕起はチゼルプラウ、砕土はハローの2回がけとする。湛水直前にロータベーターによる砕土を行う。

施肥

目標収量を5t/haとする。窒素全量80 - 100kg/ha、リン酸全量35~45kg/haを下記の要領で施す。施用方法は人力あるいはプロトキスターによる。

基肥 (1回目)	TSP:75kg/ha, 尿素:60kg/ha を灌水前碎土の直前。
施肥 (2回目)	尿素40kg/ha：分けつ盛期直前。
施肥 (3回目)	尿素60kg/ha：えい花分化後期（出穂前20-18日）。
施肥 (4回目)	尿素40kg/ha：穂揃期。

種子準備、播種

種子は食用に生産されたものではなく、種子用に生産されたものを利用する（黄熟期収穫、コンバインを使用せず種子用脱穀機を使用）。種子80 - 120kg/haを48時間浸種後24時間催芽し灌水状態で播種する。人力による。

水管理

播種後23日で落水し、その後乾燥度合に応じて灌漑する。苗が十分に成長した後は雑草の繁茂を防ぐために深水とする。

除草

播種落水出芽後に除草剤による除草を主体とする。ノビエ等が主な雑草であり、選択性の除草剤、DCPA等を使用する。播種後10~15日、ノビエの1~2葉期に完全落水し1~1.2lit./ha施用。その他MO、X-5-2、SWEP、SATURNなども有効であろう。

病虫害防除

バクタとイナゴについてはFAO、UNDP、その他NGOなどが国際機関、各国の援助を受けて発生予察、駆除等の活動を実施している。また害鳥（ヒワ*Quelea quelea*等）についても国際的な防除組織をもって駆除に努力している。本開発地域においてはこれまで鳥害が最大の被害をもたらしている。虫害等もみられるが被害は軽微である。病害はほとんどみられない。これらを勘案し、バクタとイナゴの防除については農家レベルでの対応は困難であることから、FAOのような国際機関などに委ね、国家、国際レベルで対応する必要がある。鳥害防除については農家レベルでは防鳥網の使用が効果的であろう。

病害、虫害については定期的な防除は現在の状態では不要と判断される。しかし将来は稲作面積の増加、二期作の実施等に伴い病虫害が発生することを想定し、本計画耕種体系ではそのための農業散布を計画する。農業の選択にはFenitrothion、Buprophezin、Dithiocabamate、Benomylなど安全性、環境汚染等に配慮したものを、また使用にはSONADERなど支援組織の指導、農民組織を通じた訓練を受け、安全性を重視した散布方法を採用する必要がある。長期的にはさらに効果的な病虫害防除、環境保全に配慮したIntegrated Pest Management (IPM)を導入普及させ、適切な発生予察のもと効果的な防除体制をとる必要がある。

農業は殺虫剤、殺菌剤をそれぞれ2lit./haづつ準備する。散布はスミス・スプレーヤーを使用する。

収穫・乾燥

収穫は大型コンバインによる。本計画地域は、日射量が大きく、相対湿度が低く、乾燥が厳しい条件下にある。収穫時の損失を軽減し、良質で精米歩合の高い初収穫には収穫適期を厳密に守ることが重要である。また初収穫の急激な乾燥を避け、特に胴割被害に留意する。これには日陰、屋内で

の乾燥も考慮することが重要であろう。

(ロ) 稲の移植栽培耕種概要（主に小規模経営農家による）

稲の移植栽培方式の計画耕種概要は下記のとおりである：

i) 主要機種（個人農家の貸耕、農協の機械の共同利用による）

トラクター	： 車輪型、80～100ps級、
耕起・砕土	： トラクタ用ディスクロー、ロータベーター
施肥	： 人力、
薬剤散布	： ナップキック型スプレー（動力付き）、
収穫	： コバインあるいは手刈り、
調整・乾燥	： 脱穀機、人力、

ii) 作業体系

整地

直播栽培方式に準ずる。

施肥

基肥を田植え前の砕土時に施す他は、直播栽培方式に準ずる。施用方法は人力による。

苗代・種子準備、播種

折衷苗代（当初畑状態、その後湛水する）、幅1.2 mの短冊上げ床（10cm）とし、播種面積は本田面積の約1/20、播種量は50 - 70g/m²。種子30 - 40kg/ha（本田面積）を48時間浸種後24時間催芽播種覆土する。冠水後一時落水し、出芽伸長をまって湛水状態とする。

田植（移植）

湛水開始直前に基肥を入れ、ロータベーターによる砕土を行う。湛水後人力で軽く代かきを行い移植する。栽植密度は22~25株/m²、除草を容易にするためにも正条植とする。

除草

除草は人力による除草を主体とする。効率的な人力除草のため除草用田打車（wheel weeder）の導入普及を図る。

病虫害防除

病虫害防除法は直播方式に準ずる。使用機種はナップキック型スプレーの共同使用。

収穫・乾燥

刈り取りは人力、脱穀は自動脱穀機の共同利用による。その他は直播方式に準ずる。

(ハ) ソルガム（子実型grain type）の耕種法

i) 主要機種

トラクター	： 車輪型、80～100ps級、
耕起・砕土	： トラクタ用ディスクロー
施肥	： 人力あるいはプロトキャスター、
播種	： シードトリル、あるいは手作業

薬剤散布 : 畦畔用スワース・スプレー、
収穫 : コンバイン（セミローラー・車輪交換型）、あるいは手作業
調整・乾燥 : 人力

ii) 作業体系

整地

稲の湛水直播方式に準ずる。

施肥

目標収量を4t/haとする。窒素全量70kg/ha、リン酸全量50kg/haを下記の要領で施す。施用方法はシート・ドリルあるいは人力による。なお施肥量、施肥時期については暫定的なものであり、対象地区の自然条件下で試験を実施し、その結果を基にさらに検討する必要がある。

基肥（1回目） TSP:100kg/ha, 尿素:50kg/ha をシート・ドリルで播種と同時、あるいは播種前碎土の直前。

追肥（2回目） 尿素50kg/ha：第6葉期（発芽後20日頃）。

追肥（3回目） 尿素50kg/ha：幼穂形成期（発芽後40日頃）。

種子準備、播種

種子量は15 - 20kg/ha（111,000株/ha）、種子は食用に生産されたものではなく、種子用に生産されたもの（出穂後25日収穫）を利用する。播種はシート・ドリルあるいは手作業による。

水管理

乾燥度合に応じて灌漑する。特に発芽直後冠根（crown root）が伸びるまでは乾燥に弱い。

除草

機械力（カキハタ）あるいは人力による。播種後15日および45日の2回。

病虫害防除

水稲作に準ずる。

収穫・乾燥

収穫は大型コンバインによる。あるいは人力による穂刈りをし脱穀機を使用する。

(二) 機械必要台数

上記の作付体系、耕種法による稲の二期作実施で、作業期間が短く、作業量が多く、作業が最も重複する時期は雨期作の収穫から乾期作の作付準備の時期（6月中旬より8月下旬）となる。この時期の作業は収穫とそれに続く耕起・碎土である。3,940haの収穫に必要なコンバインの台数は約22台である。また耕起・碎土の一連作業に必要な作業機の台数はカキハタ：9台、ディスクローラー：13台、ローバクター：11台である。この耕起・碎土を同時に行うトラクターの必要台数は33台である。これらの必要台数には予備および生産物の輸送用等に必要台数は含んでいない。

(3) 作物の期待生産量

(i) 期待収量

稲の最終目標単位収量は、計画対象地区の自然条件、農家調査の結果およびSONADERのボーグおよびガティでの灌漑農業事業の実績を参照し、雨期作、乾期作共に5t/haと設定する。またソルガムは熱帯において灌漑栽培をした場合の農家の平均的な可能収量4t/haとする。目標収量達成までの期間を計画耕種法による作付開始後5年と想定する。

(ロ) 期待生産量

開発目標達成期間を第1段階及び第2段階をそれぞれ3年、第3段階を4年間と想定する。これより水田全面積3,940haにおける初の目標生産量を達成するまでの経過は下表のとおり算定される。

開発段階	年次	延べ作付面積 (ha)	生産量 (ton)
第一段階 (一期作完全達成)	1	610	1,500
	2	1,710	4,580
	3	3,420	9,710
第二段階 (二期作への移行期)	4	3,940	12,920
	5	3,940	15,000
	6	4,550	18,700
第三段階 (完全二期作達成)	7	5,400	23,130
	8	6,250	26,510
	9	7,100	29,790
	10	7,880	33,620
第三段階後目標 生産量達成まで	11	7,880	35,720
	12	7,880	37,380
	13	7,880	38,620
	14	7,880	39,400

現在の生産量は水田770ha、約850トンである。本事業の実施が行なわれない場合は現在の状態が継続するものと仮定し、本事業実施による生産増は年間約38,500トンと予測される。

4.3.4 草地開発計画

(イ) 草地開発基本方針

調査対象地区の定住地周辺では、過放牧による自然環境破壊と持続的な放牧システムの崩壊が進んでいる。他方、低平地では、水田開発とそれに伴う私有地面積の拡張が進んでいる。その結果、放牧地の減少に伴う軋轢（遊牧民と耕作農民との争い）の増加、慣行的放牧による農作物被害の増大が予測されるなど、調査対象地区における牧畜を取り巻く状況はますます厳しいものになると推測される。このような状況の下、政府は持続的な牧畜推進の政策として、草地資源の確保による半集約的飼育法の推進を打ち出している。当調査対象地区における開発計画では、稲作の開発と平行して、国家経済の重要な地位にある牧畜のための草地開発を計画する。

草地開発の前提となる基本構想は下記の通りである：

- 草地の開発は国家（その実施機関）が実施する。
- 草地開発対象面積は790ha（純面積）である。
- 開発後の草地管理運営は受益者（牧畜農家あるいはその組織）が行う。

- 受益対象は当計画関連村落の家畜とする。

なお本計画推進には、国家は事業実施に先立ち受益者（遊牧民を含む）と事前に会議を持ち、十分な相互理解を図ること、また実施を成功に結びつけるためには、耕作農民のみならず牧畜農家あるいはその組織にたいして十分な技術支援、資金的な支援を行う必要がある。

(2) 草地開発計画

(i) 草地および施設開発計画

i) 草地造成

草地造成対象地区は標高約EL. 1.00m - 1.25mの間で、土壌条件の農耕不適地をのぞいた約790ha（純面積）である。この地区は70年代建設後現在までほとんどが洪水下にある。そのため従来伝統的に利用されていた乾期低水時期の自然の草生は全く消滅している。本計画地域での草地開発に適する牧草の種子・苗を導入増殖し草生改良を進める必要がある。草地の基盤整備については、飼料の生産利用方法との関連、また塩類の圃場表層への集積の抑制・洗脱等を考慮した栽培方法、灌漑方法に適したものとする。

ii) 草種

草地造成実施時に、基幹となる草の種子を播種する。これには一時的に大量の種子、苗が必要である。当初準備する牧草の種類は、種苗の確保、栽培管理の容易性、牧畜農家の技術水準等を考慮し、現在広範囲で野草として利用されているヒエ、シバ等の馴染み易い種類を主体とする。またこれと平行して、訓練展示農場においてマメ科、イネ科牧草の混播による良質な牧草生産の導入と普及を図る。

栽培が容易で当初対象地区に適すると判断される牧草の種類は以下の通りである。

和呼称名	英名	技術用語
ヒエ	Barnyard millet	Echinochloa spp.
シンクリノイガ	Buffel grass	Cenchrus ciliaris
ソルガム	Sorghum	Sorghum bicolor
スーダングラス	Sudan grass	Sorghum sudanese
バラグラス	Paragrass	Brachiaria mutica
ガンバグラス	Gamba grass	Andropogon gayanus
アラビアゴムノキ	Gum senegal	Acacia nilotica

その他当地域に適応し導入普及可能と判断される主な草種は下記の通りである。

和呼称名	英名	技術用語
ローズグラス	Rhodes grass	Chloris gayana
バヒアグラス	Bahia grass	Paspalum notatum
バミューダグラス	Bermuda grass	Cynodon dactylon
ダリスグラス	Dallis grass	Paspalum dilatatum
ギニアグラス	Guinea grass	Panicum maximum
ネピアグラス	Elephant(Napier) grass	Pennisetum purpureum
スタイロ	Brazilia licern	Stylosanthes guianensis
デスモディウム	Desmodium	Desmodium ovalifolium
サイラトロ	Siratro	Macroptilium atropurpureum

ルーサン
ギンネム
アカシア・アルビダ

Lucern
Ipil-ipil

Medicago sativa
Leucaena Leucocephala
Acacia albida

iii) 草地関連施設整備

草地の利用方法は牧草の半集約的な利用を考慮した輪換放牧方式である。これに伴い草地関連施設として、放牧区の隔障物（牧柵、水濠、生け垣など）、家畜の進入道路、その他施設が必要となる。

(n) 草地管理計画

i) 草地利用方法

草地の基本的な利用方法は、豆科、稲科牧草の混播による飼料生産を図り、従来の放牧を少し集約的な輪換放牧方法とする。

ii) 計画草地管理法・耕種法

調査対象地区の草地は全て自然草地で、遊牧・移牧や放牧地として利用されているが、組織的な草地管理は全く行われていない。計画における草地管理の目標は、草地改良による牧草の安定供給と持続的な生産力の維持である。このための基本的な管理法および耕種法は以下の通りである。

- 草地の効率的な利用を行うために輪換放牧を行う。牧草地を牧区に分け、家畜群を牧区毎に4日間放牧する輪換放牧方式とする。草勢回復期間（輪換期間）を20日と想定し、1牧区の年間放牧回数を18回とする。青草の単位生産量を36t/ha/年（乾燥6.7t/ha/年）から、1回の放牧期間相当の青草生産量は2.0t/ha、青草採食量は25t/ha/年（乾草5.0t/ha/年、採食率約70%）。牛群の単位を成子混牧50頭、青草採食量を39kg/日/頭とすれば、1放牧区必要草量は7800kgで1牧区あたりの必要面積は約4haである。また年間の1牛群あたり必要面積は5放牧区、20haと算定される。
- 輪換放牧に適した牧草の周年生産の確保、牧草の生育密度と草種構成割合の維持、草地の生産力維持のために灌漑、施肥、追播等の栽培技術を導入する。
- 土壌の悪化、雑草や病虫害等による生産性の低下を防止するために除塩、除草、掃除刈、火入等の導入を行う。また草地の生産力維持のため適切な更新を行う。更新期間は約10年とする。上記の基本方針草地管理および耕種体系の概要は以下の通りである。

掃除刈り 草勢維持のため1牧区4回放牧毎に定期的な掃除刈りを行う。掃除刈りはデイスケーターを使用し、刈取り後の草は焼き払う。

整地 牧草地の草生改良や更新などに必要な耕起・砕土、覆土作業等は大型機械の共同利用で行う。耕起、砕土、均平はそれぞれボトムグラブ、デイスケーター、チェーンローを使用する。

施肥 施肥は人力による。放牧地では家畜糞尿による養分補給も考慮し施肥は次の通りとする。マメ科混播牧草栽培の場合は三重過リン酸石灰（TSP）140kg/ha、

尿素 250kg/haとする。施用は掃除刈り（4回/年）実施後に分施する。

- 播種・覆土 播種時期は雨期直前とする。播種量は 20 - 30kg/ha、選種、消毒、休眠打破、根瘤菌接種等を必要に応じ行う。播種は人力による。播種後チェーンローで覆土し、カルパッカーで鎮圧する。
- 除 草 雑草、有害な草木は、鎌等を使い随時除去する。
- 灌 漑 灌漑は、土壌塩類洗脱・集積防止、灌漑管理の効率性を考慮し、水盤法とする。土壌の透水性が低いことから過湿をさけるために灌水後は停滞水を速やかに落とす。

iii) 機械化作業体系

上記の重管理作業の効率的な実施には機械化が不可欠である。作業内容、現地の気象・土壌条件等を勘案して、トラクターは80・100ps級、作業機は次のとおりである。

- 掃除刈り	ディスクロー	作業幅3.2m
- 整地	耕起：ホットメアウ 砕土：ディスクロー 砕土均平：チェーンロー	20" x 3連 18" x 32 作業幅3.6m
- 施 肥	施肥は人力による。	
- 播種・覆土	播種は人力による。 覆土：チェーンロー 鎮圧：カルパッカー	作業幅3.5m
- 除 草	人力による。	

この作業に要する作業機の台数は各1台、トラクターは4台必要である（予備台数は含まない）。上記の耕種体系に基づく作業量、生産資機材の計画必要量は付表 4.3.1に示した通りである。

(h) 牧草生産予測

i) 期待生産量

この草地造成管理によって期待される草の単位生産量は、イネ科および豆科混播の良質な牧草年間約6.7トン/ha（乾草）である。草地開発面積790haに対して、期待生産量は約5,300トン（乾草）である。

ii) 段階的な生産増加

当計画対象地区の牧畜農家は自然草地での粗放的な放牧方法に経験豊富ではあるが、人工的な草地を利用した牧畜は未経験である。造成草地の効率的な栽培方法、更新方法、効率的な放牧利用法などに習熟するためには長期間を要するものと推測される。一方、既述のとおり、稲作の開発による草地の激減、農地所有権の確定、あるいは過放牧による草地環境・住環境の悪化などにより、牧畜業の継続推進にはこれまでの自然草生にのみ依存する粗放的な牧畜方式を、草生改良、草地造成等集約的なものに転換して行かざるを得ないであろう。これには政府指導による牧畜農家の組織化推進、技術的・資金的支援が不可欠と判断される。草地造成の当初は栽培の容易な在来野草を主体とするが、良質な牧草を逐時導入普及し生産の向上を図る。現在

の農民の組織化、支援体制、支援組織の技術力・資金力等を勘案すれば、草地全体に対して一気に半集約的牧畜形態を展開することは困難であり、部分的な改善を先行させ、その効果を全体に波及させる方法を提案する。この具体的方法は、草地管理組合中から先進的な営農グループを選定、重点指導地区を設定し、ここで半集約的な草地管理、牧草生産を指導する。次いで順次この成果をその周辺地区に波及させる。この方法により牧草生産目標を下記のとおり10年間で達成することを提案する。

目 標	第1段階 (初期3年)	第2段階 (中期3年)	第3段階 (完成期4年)
目標生産達成率 (%)	50	80	100
牧草生産量 (乾草ト)	2,650	4,240	5,300
家畜飼養可能性 (牛:頭/年)	1,000	1,600	2,000

開発当初、草地は在来の野草種で草生改良を行う。草地全体で当初3年間の牧草の生産目標達成率を約50%とする。残りの部分では導入普及した良質な牧草の生産、効果的な輪換放牧を行うこととし、在来草種による定置放牧飼育が存続するものと仮定する。第2段階(次の3年間)は完成期への移行期で、良質牧草栽培、輪換放牧の達成率は80%と仮定した場合である。同じく第3段階は半集約的草地管理が全体に実施された場合である。これによれば790haの草地で飼養可能な牛の頭数は年間2,000頭である。

(4) 畜産物の期待生産量

計画対象地区の草地開発計画により期待される家畜の生産増加目標は新規造成草地による2,000頭である。(既存の牛はそのまま飼育継続されるものと仮定する)。さら年当たり計画生産量につき100頭の牛群を仮定して試算した結果は下表の通りである。これによれば、2,000頭の牛群による年間の生産量は老廃牛:100頭、若齢肥育牛:460頭、牛乳:380トンと予測される。

牛群構成	現況				計画			
	合計 (頭)	老廃牛 (頭)	肉牛 (頭)	牛乳 (ト)	合計 (頭)	老廃牛 (頭)	肉牛 (頭)	牛乳 (ト)
オス牛:	40	2	4	0	36	1	13	0
育成牛	8	0	0	0	3	0	0	0
種オス牛	16	2	0	0	7	1	0	0
去勢肥育牛	16	0	4	0	26	0	13	0
メス牛:	60	6	0	4.9	64	4	10	19
育成牛	18	0	0	0	8	0	0	0
基礎牛	42	6	0	0	36	0	0	0
肥育牛	0	0	0	0	20	0	10	0
(内搾乳牛)	12	2	0	4.9	28	3	0	19
合計	100	8	4	4.9	100	5	23	19

注:現況の分娩比率30%、計画では80%を想定。子牛の生存比率は現況と同じく97%とする。牛乳は1頭あたり、現況2.06kg/日を3.09kg/日、搾乳期間200日/年を220日/年、成牛平均あたり体重は現況325kgが365kgに増加するものと想定する。

4.3.5 農業支援サービス強化計画

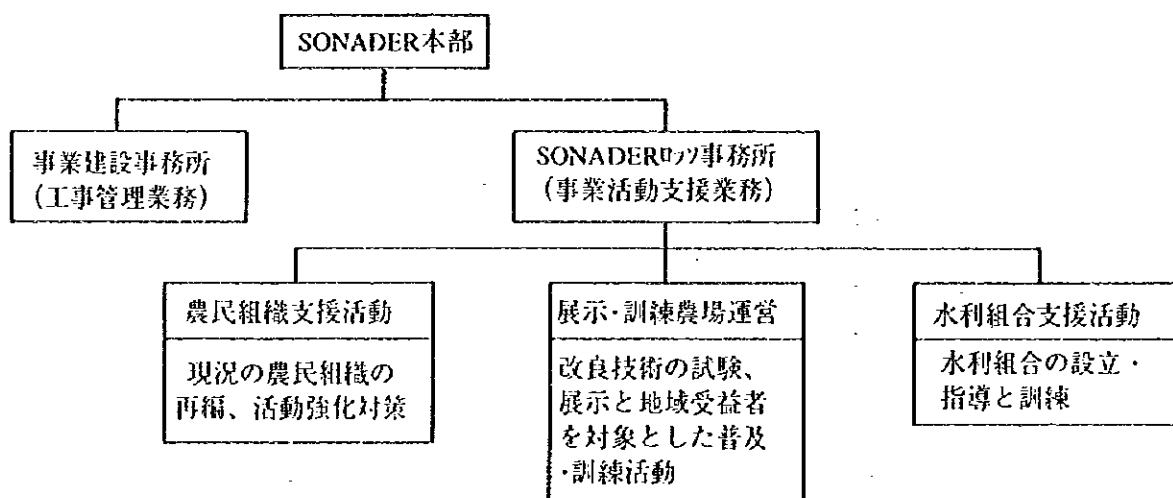
農業支援サービスの内容は主として下記の5分野が考えられる。

- イ. 農村生活基盤の改善支援活動
- ロ. 農業普及・訓練の専門知識支援活動
- ハ. 資機材供給・農産物の貯蔵、流通、マーケティング施設の支援活動
- ニ. 農業信用・金融支援活動
- ホ. 農業研究支援活動（実証展示農場を含む）

本事業における農業支援サービス活動の基本方針は以下の通りである。

- イ. 農村生活基盤の改善としては、ハード面では農村道路の連絡網と村落飲料水供給施設の整備を行う。ソフト面では農民組織強化の教育を行う。
- ロ. 農業信用・金融支援は、基本的に政府の金融関係機関が行う。AUDの指導と訓練を通じてSONADERは、資金調達、運用、管理等の指導・訓練を行う。
- ハ. 農業栽培技術分野の支援は、基本的に展示訓練農場の活動で対応する。
- ニ. 農業研究支援活動は展示訓練農場による農業普及の一部として盛り込み、SONADERにより実施される。
- ホ. SONADERは、受益農民との討議に基づいて農業支援活動範囲と内容を決め、SONADERが支援できない項目については国内や支援国の関係機関や関連団体組織に依頼する。

本事業の実施にあたって初期支援計画の実施体制は下図にまとめた。



SONADERロツ事務所はこれらの支援活動の費用を事業支援の年間予算に盛り込み、SONADER

本部に申請する。この年間支援予算には、建設事務所の諸費用と別にSONADERロツ事務所の増員の人件費、活動費と水利組合の初期支援の経費、展示・訓練農場の諸経費等が含まれる。各組織が行う支援業務内容は下記のように考えられる。

支援項目	事業建設事務所	SONADERロツ事務所	国の関係機関	他の関連団体
事業工事	●	○		
農民組織・WID強化		●		
展示・訓練農場運営		●	○	○
農業普及訓練		●	○	○
水利組合の指導・訓練		●	○	○
基礎教養・基本生活教育		●	○	○
農民への資機材供給		●	○	○
貯蔵・流通・販売		●	○	○
農業金融		○	●	○
農業研究		○	●	○

注：●：主な活動 ○：付随的活動 ○：多少の関与

4.3.6 展示・訓練農場整備計画

(1) 目的

SONADERの営農技術面の支援能力強化のために展示・訓練農場(Farm Experimentation Keur Macene FEK, 仮称)を整備運営する。本展示・訓練農場の主目的は、SONADERの運営の下に、本計画地域の自然条件に適した稲・牧草を主とする作物の優良品種を導入し、本地域に特有な技術的諸問題を実証的に解明し、稲作、牧草を基幹とした最適な技術を確立・展示すると共に技術者の養成、農民の訓練を行い、当地域農業開発の円滑な推進に寄与することを目的とする。

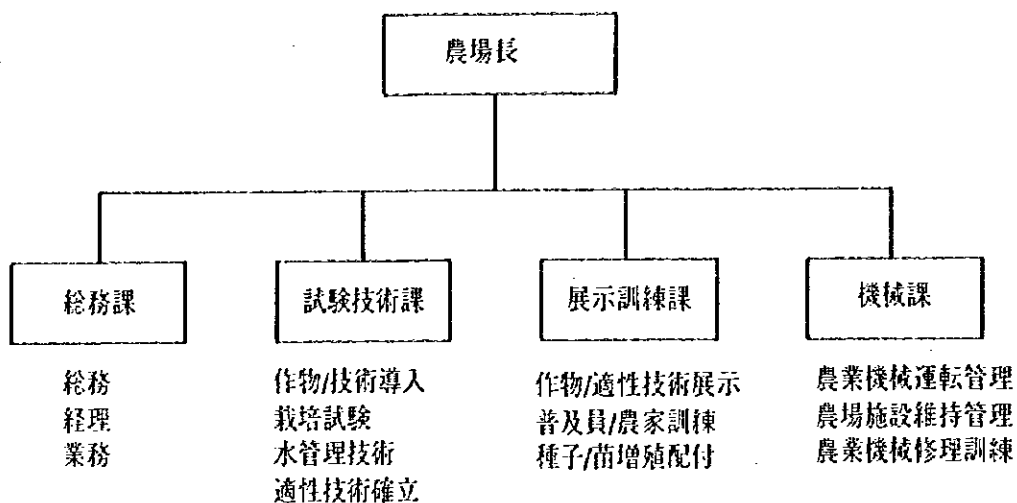
(2) 機能

本展示・訓練農場の備えるべき主な機能は次の通りである。

- イ. 稲、牧草、野菜など優良品種の導入・栽培試験、適正技術の導入・確立および展示。
- ロ. 導入品種、確立した農業技術の農民に対する普及・定着。このための技術者の養成、先進農家の訓練等の実施。
- ハ. 導入優良品種の増殖配付、砂漠化防止、農地防風林のための苗木の生産配付。

(3) 運営体制

本農場はSONADERロツ事務所の管轄下に置き、農場部を新規に設置して運営する。農場はケルマツに整備し農場部門要員はここに常駐する。農場部門は農場長の下に4課を置き下記の機構をもって運営することを提案する。



またこの体制で試験、訓練等業務遂行に必要な要員計画は下記の通りである。

要員	員数
1. 農場長	1
2. 総務課	
課長	1
課員 (経理、業務)	3
警備員、倉庫番	3
3. 試験技術課	
課長	1
課員	3
4. 展示訓練課	
課長	1
課員	3
5. 機械課	
課長	1
課員	3
オペレーター	5
維持・修理	3
合計	28

この他に季節的な作業に応じて労務者を雇う必要がある。

(4) 施設

上記機能を満たすものとして試験・展示・訓練・種子増殖のための圃場および付帯設備、管理用施設等を設置する。その主な内容は下記のとおりである。

(i) 圃場

- 試験用圃場 (稲、牧草および野菜) 10ha
- 展示・訓練用圃場 (稲、野菜用: 30ha、牧草・放牧用: 50ha) 80ha
- 苗木生産圃場、その他 10ha

(ii) 建物施設

- 導入希少品種栽培・保存用網室、育苗室、作業室等建屋
- 管理事務所、実験室、訓練用講義室

- 倉庫、ガレージ、種子調整・精米機用建屋、乾燥場
- 電気・給排水設備
- 職員用宿舍

(ハ) 農業機械（稲作、牧草主体、訓練用も含む）：

機械	仕様	台数
トラクター	4輪駆動、80 - 100 ps	2
トラクター	4輪駆動、40 ps	3
トラクター	クローラー、60 ps	1
ディスクプラウ	26" x 3	2
ディスクハロー	18" x 20	2
ロータリー	800 mm	2
代かきハロー	3000 mm	2
コンバイン	自脱型	3
種子調整機	ユニット型	1式
ロータリーモーター	ディスク型	2
テクター	5,000 mm	1
レーキ	3,100 mm	1
ヘイメーカー	1.5 時間 / ha	1
トレーラー	3,000 kg	2
その他作業機/修理器具		1式

(ニ) 実験・訓練用機材：

- 種子検査、収量調査、肥料試験等用機器1式。
- 気象観測機器：気温、水温、湿度、蒸発計、日射量計等機器1式。
- 訓練用精米施設：もみすり機、精選機、精米機等機器（発電機を含む）、等1式。

4.4 灌漑排水計画

4.4.1 基本方針（ポンプ排水方式の選定）

(1) 灌漑

1991年にSONADERが策定した「モリタニア国上ティム水利事業実施調査」よれば、調査対象地区の土地利用計画は標高がEL. 1.25m以上の土地は水田、EL. 1.25 - 0.75mの間は牧草地、EL. 0.75m以下は湛水地となっている。この標高による土地利用計画は、セカトル川からの取水位置、ゲンガラ盆状地の位置と大きさ、大西洋の潮位変動の影響を受けないショットブルの水位などを考慮すれば技術的には妥当なものと考えられる。水田の灌漑に特に技術的に困難な問題はなく、また低地の草地開発には、急速排水後の土壌の湿潤を利用する洪水退水方式を採用している。この計画では余剰水はンディイテール水路を通してショットブルへ重力排水するとしている。

本開発計画においても同様にEL. 1.25 m以上を水田、EL. 1.25m 以下 EL. 0.75m 以上を草地、0.75m以下を湛水地とする土地利用計画を採用する。水田への灌漑は幹線及び支線水路からのポンプ灌漑となる。草地開発については、1991年のSONADERの計画では洪水退水方式による伝統的な草地開発方式を採用しているのに対し、本開発計画では施肥・灌漑による管理された半集約的な草地開発の導入を提案している。セカトル川の水位がEL. 1.5 mに維持されていることから、草地の灌漑は重力灌漑となる。

(2) ポンプ排水方式の選定

計画対象地区からの排水方式については、1991年のSONADER案であるンディイテール水路を経由してショットブルへ排水する重力排水方式を含め、下記の3つのオプションが考えられる。

- 1) 地区内湛水面からの蒸発のみによる排水
- 2) ショットブルへの重力排水
- 3) ポンプによるセカトル川への排水

計画地区の排水計画を検討するに当たって考慮すべき主たる制約要因は、排水が地区内外の自然及び社会環境に及ぼす影響である。一つは地区内の湛水池の汚染による自然環境および住民の生活環境への影響であり、一方は農業排水がショットブル湿地を含めたティウワリ国立公園の環境保全に及ぼす影響である。

灌漑農業の進展により、土壌の上層部に集積した、また今後集積する塩類は灌漑用水に洗い流され、ゲンガラ盆状地に溜まる。更に水田と草地に適用された肥料・農薬の一部も同様に盆状地に流れ込んでくる。現在、計画地区は水理的に地区外への排水は困難であり、また排水施設もない。このような状態で灌漑農業を開始すれば、計画地区の面積の95%を集水域とするゲンガラ盆状地の湛水の水質は急速に悪化するのとは明らかである。湛水池の水質悪化は自然環境は勿論のこと、ゲ

ンガの水を生活用水として利用している地区内の住民への影響は甚大であることは容易に予測ができる。従って、地区内湛水面からの蒸発のみによる排水というオプションは排水方式の代替案の検討からは排除した。

フェーズ I 調査でデ'イワリン国立公園およびショットプル湿地の初期環境調査とその解析を行った。また、フェーズ II 現地調査においても、関連するデータおよび情報を追加収集した。これらの調査および検討の結果、本計画が、地区の余剰水をデ'イワリン水路を通じてショットプル湿地に排水される形で実施されるような場合は、特に水質の点で、かなりの悪影響が当湿地および周辺地域の自然環境に及ぼされるであろうことが判明した。また、そのような計画となれば、現在わずかな通水能力しか持たせないデ'イワリン水路を改修することとなり、デ'イワリン水路沿いの3,600 ha以上の地区の大規模な稲作開発を促進するであろうと考えられる。その結果として、デ'イワリン地区の農業開発はデ'イワリン地区に直接に隣接するデ'イワリン国立公園およびショットプル湿地の自然環境の悪化を更に促進させることになろう。

一方、大西洋に面した海岸地域で、北はマクショトと南はデ'イワリン国立公園とに挟まれた西部大低地と呼ばれる地域に対して、幾つもの開発計画がもくろまれている。つまり、観光開発、油田探査、牧草開発、漁業資源特に重要な輸出水産加工産業の原料となっている「ぼら」の保全、およびモカム川デルタ域における農業開発である。軍事上の問題も関与している。このような西部大低地において、環境と調和できる最適開発案を採択するにあたっては、国民のコンセンサスが必要であろうし、科学的な環境影響評価が必要となってくるが、これには長い期間をかけた環境モニタリングの結果に基づくものでなければならない。

現地調査とその検討、上述するデ'イワリン国立公園およびショットプル湿地の環境を取り巻く現在の社会状況を総合的に勘案すれば、ショットプルへの重力排水方式を選択するのは適切ではないと判断する。従って、最適なオプションとしてはポンプ排水方式のみに絞られる。しかしながら、ポンプによる排水は受益者には技術的にも財務的にも負担をかけることになり、事業の持続性という観点からは必ずしも望ましいものではない。また、長期間の環境モニタリングに基づく科学的な環境影響評価と検討により、デルタの農業開発による排水からデ'イワリン国立公園及びショットプル湿地の環境への影響を防ぐ、或いは最小限に留める保全案が将来計画されるという可能性も排除できない。このような条件を考慮し、本計画の灌漑排水計画の策定に当たり、次の条件付きでポンプ排水案を選択することとした。

- a. ポンプ排水施設は、受益者でも簡単に操作できかつ廉価で維持管理できるように計画・設計されるべきものとする、および
- b. 主要水利施設は、将来重力排水方式による灌漑排水施設計画に移行した場合でも、それに柔軟に対応できるように計画・設計するものとする。

4.4.2 灌漑開発面積と開発順序

(1) 灌漑開発面積

灌漑開発可能地区は土壤調査の結果に基づいて作成した土地分級に基づいてその範囲を決定した。土地分級は水田と草地の各々について検討をおこなっている。水田については4級地までを、草地についても4級地までを灌漑開発可能地区とした。更に、地形条件、灌漑排水条件及び計画の基本方針で述べた標高による土地利用計画に基づいて灌漑開発地区を選定した。草地については、排水機能を維持するために草地開発はEL. 1.0 m からEL. 1.25 m の標高間で選定した。その結果、水田は3,940 ha、草地は790 ha となり、総灌漑開発面積は4,730 ha となった。また、計画対象地区は地形と灌漑排水組織の観点から付図 4.4.1 に示す9ブロックに分割した。各灌漑ブロックの灌漑開発面積を下表に示した。

ブロック 番号	ブロック名	水田		草地		灌漑面積合計	
		粗面積	純面積	粗面積	純面積	粗面積	純面積
I	アウラ	838	750	0	0	838	750
II	東イアラマ	854	770	0	0	854	770
III	西イアラマ	566	510	0	0	566	510
IV	ガンガラ	352	320	592	540	944	860
V	ガラゴナ	227	200	58	50	285	250
VI	東ケルメン	446	400	0	0	446	400
VII	南ケルメン	415	380	0	0	415	380
VIII	北テイト	323	290	0	0	323	290
IX	南テイト	(*1) 355	320	(*2) 225	200	580	520
	合計	4,376	3,940	875	790	5,251	4,730

(注) (*1) : 既開発計画のペラ事業地区(純面積 250 ha)を除く
(*2) : 土地標高はEL. 1.25 m 以上で草地地区(試行)として選定

(2) 灌漑開発の順序

本地区の農業開発の策定には、灌漑排水の面で次に述べるような制約要因がある。即ち、EL. 0.75 m からEL. 1.0 m の標高間の土地で草地を開発するには、ガンガラ盆状地の水位をEL. 0.75 m に維持する必要がある。また、計画対象地区は9の灌漑ブロックに分割され、その内、ガンガラ(第IVブロック)とガラゴナ(第Vブロック)の2ブロックは水田と草地の両方の開発可能地区を有している。仮に段階的にブロックの灌漑農業開発を進めていくにしても、一部のブロックに小面積といえども草地が含まれていれば、全体としてガンガラ盆状地の水位はEL. 0.75 m に維持されねばならない。これはブロック毎に段階的に灌漑農業開発(水平開発方式)を進めたとしても、排水ポンプ施設は盆状地全体の水位を下げる為に当初から最大容量で運転されねばならない。

計画対象地区の農業開発上の阻害要因として、灌漑排水基盤の未整備と塩害、技術改良と支援サービスの不足並びに営農資材・農産物の不十分な流通が指摘されている。また、草地開発については、その開発要求は大きいものの、本開発計画で策定した半集約的な草地開発の経験はモリニアにはまだ無く、この開発事業を運営する農民組織の強化、特に草地管理組合の設立・強化を図らねばならない。このような観点から、開発はまずガンガラ盆状地の管理水位をEL. 1.0 m として、EL. 1.25 m 以上の水田開発を先行させ、その期間中にEL. 1.25 m 以上の適当な土地に設けた試験圃場で半集約的草地の技術と運営の訓練・普及を行う。水田開発が完了し、草地開発の改良

技術の蓄積が進んだ段階でガンガラ盆状地の管理水位を EL. 0.75 m に下げる。これにより、EL. 0.75 m から EL. 1.0 m の標高間で草地開発を開始する。この2順次に渡る灌漑排水開発案を以下のように策定した。

- 第1段階 (A - 案) : ガンガラ盆状地の管理水位を EL. 1.0 m とし、水田 3,940 ha の開発を行う。草地は技術普及と運営管理の訓練という目的で試験圃場として 200 ha をク-ルマオン地区の標高約 EL. 1.75 m 付近の土地に設ける。
- 第2段階 (B - 案) : ガンガラ盆状地の管理水位を EL. 0.75 m とし、水田 3,940 ha と草地 790 ha の計 4,730 ha の開発を行う。

上記の2案を要約すると以下の通りとなる。

計画案	灌漑開発面積 (ha)			ガンガラ盆状池 管理水位 (EL. m)
	水田	草地	合計	
第1段階 (A - 案)	3,940	200	4,140	1.00
第2段階 (B - 案)	3,940	790	4,730	0.75

4.4.3 灌漑排水計画の諸基本値

(1) 灌漑用水量

灌漑用水量は、5年に1度の干魃年を灌漑計画の基準年を対象して求めた。調査対象地域の灌漑対象作物は水稲、ソルガム及び牧草の3種類とし、各作物の灌漑用水量を算定した。灌漑用水量は以下の式によって求められる。

$$IWR = (Etc + Pr + Ps + L - ER) / Ei$$

ここで、

- IWR : 粗灌漑用水量
- Ei : 灌漑効率
- Pr : 浸透量
- Ps : 湿潤用水量
- L : 除塩用水量
- ER : 有効雨量

作物消費水量 (Etc) はロワの気象データによる修正ペンマン法で求めた可能蒸発散量 (ETo) に作物係数をかけて算出した。有効雨量はロワの1964年から1994年の31年間の日降雨量のデータから5年確率干魃年に最も近い1991年の143.9mmを適用して算出した。3.9.7節で述べた現地圃場試験の結果を含め、作物消費水量と用水量を決定するために以下の値を採用した。

1	作物係数	: FAO採用値を修正して使用	(3.9.7 (1) 参照)
2	除塩用水	: 80 mm/crop	(注-1参照)
3	浸潤用水	: 175 mm/crop	(注-1参照)
4	浸透水	: 1 mm/日	(3.9.7 (1) 参照)
5	灌漑効率	: 総効率 水田 65%、草地 60%	
		a) 圃場効率: 水田 80% 草地 75%	(注-2参照)
		b) 水路効率、3次水路: 95%	(3.9.7 (3) 参照)
		c) 水路効率、2次、幹線水路: 85%	(3.9.7 (3)参照)

注-1: セネガル国セネガル川デルタの13灌漑事業での試験データの値を参考とした。

注-2: JICA チョコ、キエム農業実証調査 (セネガル国セネガル川デルタ) の試験データの値を参考とした。

上記条件を使って、水稲と牧草の用水量を付表 4.4.1 に示すように計算した。各月の粗用水量は下表に示す通りである。

単位 : litsec/ha												
作物	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
乾期水稲	-	1.21	2.09	2.04	2.22	1.67	1.37	-	-	-	-	-
雨期水稲	-	-	-	-	-	-	1.13	1.52	1.37	1.67	1.49	0.67
牧草	0.73	0.76	0.85	1.11	1.13	0.79	0.50	0.38	0.50	0.50	0.59	0.75

(2) 排水量

圃場の排水計画は雨期の過剰降雨を、稲及び牧草に成育障害を起こさせない範囲で速やかに水田及び牧草地から排水させるべく策定する。調査対象地域における降雨特性として、降雨があるのは7月から9月の3ヵ月間であり、また、極めて短時間 (3 - 5時間) に発生する集中豪雨型である。更に、7月から8月の2ヵ月間は雨期水稲の播種時期であり、直播栽培の場合、発芽時の湛水は極力避ける必要がある。牧草地についても過剰降雨は短時間に排水されねばならない。以上の条件を前提として、排水計画を策定するための基本条件は以下の通りに設定した。

- 排水対象降雨は10年確率降雨とする。
- 直播水稲の発芽時の排水を想定し、1日降雨を2日間で排水、或いは3日連続降雨を3日間で排水する。
- 単位排水量は1日降雨排水量と3日連続降雨排水量の大きい値とする。
- 浸透損失は考慮しない。
- 蒸発は1日 4mm を考慮する。

前記2.1.1 節で算定した10年確率降雨は以下の通りである。

3日連続降雨	:	95mm
日降雨	:	71mm

単位排水量は下記の公式で算定される。

$$Q = (R - 4 Ev) / 8.64 T$$

Q	:	単位排水量 (lit/sec/ha)
R	:	対象降雨 (mm)
Ev	:	日蒸発量 (mm/day)
T	:	排水時間 (day)

単位排水量は算定結果は以下の通りである。

3日連続降雨	:	3.2 lit/sec/ha
日降雨	:	3.6 lit/sec/ha

上記の結果から、単位排水量は3.6 lit/sec/haとする。

(3) 水源

計画対象地区の灌漑開発可能面積は水田が3,940 ha、牧草地が790haである。上記(1)項で算定した水稻及び牧草の灌漑用水量を適用すれば、調査対象地域の灌漑計画に必要な灌漑用水量は最大10 m³/secと算定される。これに対し、前記3.2.2節「水文」で述べたように、マナクガムの操作によるセナガ川のパル地点での保証流量は発電開始後は年間を通して250m³/secと設定されている。セナガ川流域での灌漑面積が10万haを超えない範囲で、この保証流量はセナガ川沿岸地域の灌漑を賄うには十分であると考えられる。近い将来にセナガ川流域の水収支を再検討する必要があるが、本計画に関してはセナガ川の水源量はその必要量を満たしており、水源は十分確保されている。

(4) 塩収支

(i) 概要

計画対象地区の土壌にはかなりの量の塩類が集積していることが、土壌調査の結果明らかになっている。これらの塩類は可溶性塩類であり、圃場からの灌漑用水の浸透と表面損失、及び除塩用水とともに排水路を経由してゲンガウ盆状地に流入することになる。ゲンガウ盆状地からの排水を適切に行わないと、ゲンガウ盆状地の貯溜水の塩分濃度は徐々に増加し、農業生産は勿論のこと、周辺住民の生活と自然環境に深刻な影響を及ぼすことになる。そのため、灌漑農業の運営開始後に圃場から排出される塩類の量を推定し、ゲンガウ盆状地からの適切な排水計画に資する。圃場からの排水に溶けて流出する塩類量は、土壌の土層中の塩収支のシミュレーションにより推定した。塩収支シミュレーションは、調査対象地域の代表的な3種類の塩類土壌を対象とし、各月毎に単位面積当たりの排出塩類量 (kg/ha) を求める。

(ii) 基本式

塩収支シミュレーションの基本式と基本要素を以下に示す。

i) 根群域の水収支

$$I_r + N = ET + P + \Delta V$$

ここで、

I_r	:	表面損失を除く灌漑用水 (dm) (1 dm = 10 cm)
N	:	遮蔭・表面損失を除く雨量 (dm)
ET	:	蒸発散 (dm)
P	:	根群域下層への浸透、又は根群域下層から根群域への毛管用水 (負のP) (dm)
ΔV	:	根群域の貯水変化量 (dm)

ii) 根群域下層の水収支

$$P + S_p = D_n + D_r + \Delta W = D_t + \Delta W$$

ここで、

S_p	:	地下水からの水分供給
-------	---	------------

- Dn : 自然排水量
 Dr : 人工排水量
 Dt : 総排水量
 ΔW : 根群域下層の貯水変化量

iii) 根群域の塩収支

$$I_r * C_{ir} = (P + SL) * C_p + \Delta Z$$

ここで、

- C_{ir} : 灌漑用水中の塩類量 (g/lit)
 C_p : 浸透水、除塩用水中の塩類量 (g/lit)
 ΔZ : 根群域の溶解塩類の変化量 (g/dm²)
 SL : 表面除塩用水量 (dm)

$$C_p = k * C_{sm} + (1 - k) * C_{ir}$$

- k : 除塩効率は土壌の種類によって変化する。調査対象地域の代表的土壌であるロ-4、砂質ロ-4の場合、k = 0.7とする

iv) 排水中の塩収支

$$R_t * C_{ir1} + LW * C_{ir2} = (R_t + LW + SR) * C_d + \Delta Z$$

ここで、

- R_t : 灌漑還元用水 (dm)
 LW : 除塩用水 (dm)
 SR : 降雨の表面流出 (dm)
 C_{ir1} : 灌漑用水中の塩類量 (g/lit)
 C_{ir2} : 浸透水中の塩類量 (g/lit)
 C_d : 圃場排水中の塩類量 (g/lit)
 ΔZ : 溶解塩類 (g)

(b) 計算条件

i) 対象土壌

調査対象地域の代表的な以下の3種類の土壌を塩収支シミュレーションの対象土壌とする。

土壌タイプ	タイプ-1	タイプ-2	タイプ-3
土壌名	Vertisol, Gleysol, and Fluvisol 少塩濃度	Vertisol, Gleysol, and Fluvisol 極少塩濃度	Vertisol, Gleysol, and Fluvisol 中塩濃度
根群域			
土層厚 (cm)	30	30	30
ECe (mmho/cm)	2.7	1.6	9.7
排水層			
土層厚 (cm)	70	70	70
ECe (mmho/cm)	2.7	2.0	9.5
可耕地面積に絡める割合			
水田 (%)	44	35	21
草地 (%)	0	85	15

ii) 水文・灌漑条件

- 灌漑用水の塩分濃度 : 0.4 g/lit
- 降雨量 : 灌漑基準年の1991年の降雨

(c) 計算結果

計算の結果、灌漑と除塩用水の適用で土壌中の塩分濃度と排出塩量は1例を除いて徐々に減少することが、判明した。土壌中の塩分濃度も排出塩量も大体5年を過ぎて一定の値に安定する。各土壌タイプの初期と5年目の塩分濃度と年間排出塩量を下表に示す。

圃場	年	土壤タイフ		
		タイフ - 1	タイフ - 2	タイフ - 3
水田	初期	2.70	1.60	9.70
	5年目	1.22	1.04	2.89
草地	初期	2.70	1.60	9.70
	5年目	2.55	2.11	6.16

圃場	年	土壤タイフ		
		タイフ - 1	タイフ - 2	タイフ - 3
水田	1年目	2,851	2,025	8,757
	5年目	1,723	1,505	3,817
草地	1年目	383	284	1,037
	5年目	371	323	756

4.4.4 ゲンガラ盆状地の水収支と排水ポンプ容量

(イ) ゲンガラ盆状地の水収支解析

1) 概要

ゲンガラ盆状地の水収支解析の目的は灌漑面積と排水ポンプの相互関係を明確にし、ポンプの設備規模を決定することにある。水収支解析の計算は以下の条件で行った。

- i) 上記4.4.3節で設定した計画基準に基づき、第1段階 (A-案) 及び第2段階 (B-案) の両案について計算した。
- ii) 水収支計算は年降雨が減少傾向を示す1975年以降1994年までの20年間を対象とし、10日間 (1旬) 毎に計算した。
- iii) ゲンガラ盆状地の水質保全のため、貯溜水の管理塩分濃度は750 ppmとして、排水ポンプによりもがら川の河川水との入れ替えを行う。但し、一時的に1ヶ月を超えない期間、管理濃度を上回るのは許容するが、1,000 ppmを絶対に超過しないものとした。

(ロ) 計算の基本要素

水収支計算の基本式を以下に示した。

- i) 流入要素: $(E = D_r + D_p + P + C_n)$
 - D_r : 水田からの余剰水
 - D_p : 草地からの余剰水
 - P : 降雨排水
 - C_n : 計画対象地区北辺部からの洪水流入
- ii) 流出要素: (S)
 - E_v : 蒸発
 - P_d : ポンプ排水
- iii) 水収支計算の過程

基本式 : $STg = STgo + E - (Ev + Pd) + Er$

ここに、 $ST = STgo + E - Ev$ とする。

When $ST \leq STg$ at ELg. 0.75 m or ELg. 1.0 m, then $Dd = 0$

When $ST > STg$ at ELg. 0.75 m or ELg. 1.0 m,
then, $Dd = ST - STg$ at ELg. 0.75 m or ELg. 1.0 m

When $Dd \leq 0$, then $Pd = 0$

When $Dd > 0$ and $Dd < \text{Capacity of Drainage Pump}$, then $Pd = Dd$

When $Dd > 0$ and $Dd > \text{Capacity of Drainage Pump}$,
then $Pd = \text{Capacity of Drain Pump}$, and $Er = Dd - Pd$

ELg = Function (STg)

ここに、

STg	: 計算期間 (10日間) 最終日のゲンガウ盆状地野貯水量
STgo	: 計算期間 (10日間) 初日のゲンガウ盆状地野貯水量
Dd	: Drainage requirement
Er	: 排水ポンプで排水できず、次の期間に持ち越される水量
ELg	: ゲンガウ盆状地の水位

(1) 水収支解析の条件

水収支計算は以下の条件に基づいて行った。

- ゲンガウ盆状地の水収支解析の対象となる地区内面積と計画対象地区北辺部の面積は以下の通りとした。

対象地区内面積	: 8,977 ha
	(北辺部に含まれる計画対象地区 4,000 ha とケル地区の排水集水域 743 ha を除く : $13,720 \text{ ha} - (4,000 \text{ ha} + 743 \text{ ha}) = 8,977 \text{ ha}$)
対象水田純面積	: 3,440 ha
	(ケル地区の排水集水域に属するアウカ地区 750 ha を除く。ベララ地区の250 ha を含む)
対象草地純面積	: 790 ha
北辺部の集水面積	: 20,850 ha
- 灌漑対象の作物体系は水稻の年2期作と牧草の通年栽培とする。
- 灌漑用水は各年の有効雨量に基づいて算定した20年間の値を適用する。
- ゲンガウ盆状地に流入する水量は除塩用水量、水路水、圃場水の各80%量、及び農地・非農地の降雨量の70%とする。
- 北辺部からの洪水流入量は砂丘低地での貯溜を勘案して、全降雨量から蒸発量と砂丘への浸透量を差し引いた雨量の50%がゲンガウ盆状地に流入するものとする。
- 水面蒸発量は2.1章で算定したものを使用する。

(2) 排水ポンプ容量の決定

ゲンガウ盆状地の水収支計算は以下の3代替案について行った。

代替案 - 1 (絶対計画案)

代替案 - 1A： 第1段階開発 (A - 案) を対象とし、いかなる場合にもゲンガラ盆状地管理水位 EL. 1.0 m を超過しないケース。

代替案 - 1B： 第2段階開発 (B - 案) を対象とし、いかなる場合にもゲンガラ盆状地管理水位 EL. 0.75 m を超過しないケース。

代替案 - 2 (10年確率計画案)

代替案 - 2A： 第1段階開発 (A - 案) を対象とし、ゲンガラ盆状地管理水位が10年に9年は1旬期間を超過して (11日間以上の期間) EL. 1.25 m を上回らないケース。

代替案 - 2B： 第1段階開発 (B - 案) を対象とし、ゲンガラ盆状地管理水位が10年に9年は1旬期間を超過して (11日間以上の期間) EL. 1.0 m を上回らないケース。

代替案 - 3 (5年確率計画案)

代替案 - 3A： 第1段階開発 (A - 案) を対象とし、ゲンガラ盆状地管理水位が10年に8年は1旬期間を超過して (11日間以上の期間) EL. 1.25 m を上回らないケース。

代替案 - 3B： 第1段階開発 (B - 案) を対象とし、ゲンガラ盆状地管理水位が10年に8年は1旬期間を超過して (11日間以上の期間) EL. 1.0 m を上回らないケース。

水収支解析の結果の概要は以下の通りである。

- イ. いかなる場合もゲンガラ盆状地の管理水位を超過しないケース (代替案 - 1) では、排水ポンプは容量が 11 m³/sec 以上の大規模な施設を必要とする。
- ロ. ゲンガラ盆状地の管理水位が EL. 1.0 m の場合、盆状地の貯溜効果と水面からの蒸発が増大するため、所要ポンプ施設は 1.5 m³/sec の小規模なものとなる。
- ハ. 代替案 - 3 (5年確率計画案) の管理水位が EL. 1.0 m の場合、盆状地の水位コントロールの観点からは、排水は蒸発のみに頼ることが可能であり、ポンプ施設を必要としない (附属書 Tableau C.3.4.1 の Case Alternative 3 - A1 参照)。しかし、貯流水の塩分濃度は年々増加し、10年後には海水の塩濃度と等しくなり、20年後には塩濃度は 30,000 ppm を超える。塩濃度の調節用ポンプ (1.5 m³/sec 容量) が必要となる。

上記の水収支解析の結果を下表に要約する。

項目		代替案 - 1		代替案 - 2		代替案 - 3	
		1 A	1 B	2 A	2 B	3 A	3 B
灌漑開発面積	(ha)	4140	4730	4140	4730	4140	4730
水田 (ha)	(ha)	3940	3940	3940	3940	3940	3940
草地 (ha)	(ha)	200	790	200	790	200	790
ゲンガラ盆状池管理水位	(EL. m)	1	0.75	1	0.75	1	0.75
所要ポンプ容量	(m ³ /sec)	11	12	1.5	3.9	1.5	3.1
年間平均排水量	(Mil. m ³)	11	37	13	28	13	30
最大塩濃度	(ppm)	750	750	(*1) 985	750	(*1) 985	(*2) 840

(注) (*1) : 5年目以降は 750 ppm
 (*2) : 2年目以降は 750 ppm

上記の水収支解析から、以下の考察に基づき、代替案 - 2 を採用することとし、排水ポンプの施設容量は、第1段階では 1.5 m³/sec、第2段階では 3.9 m³/sec となる。

- イ. ゲンガラ盆状地の貯溜効果を十分に活用し、かつ冠水による農業被害を最小限に留める観点からは、代替案 - 2 が最も妥当である。
- ロ. 事業受益者によるポンプ施設管理という観点から、代替案 - 1 のポンプ施設規模は過大である。
- ハ. 代替案 - 3 のポンプの所要容量は代替案 - 2 と大差ないが、冠水による農業被害のリスクは大きいものとなる。

代替案 - 2 のゲンガラ盆状地の水位変動を付図 4.4.2 に示す。

4.4.5 水管理計画

本計画の水管理計画を策定するうえで考慮すべき制約要因は以下の通りである。

- イ. 降雨は年間を通して平均で約 200 mm と非常に少なく、また降雨は短時間に集中する豪雨型である。
- ロ. 土壌中の塩類集積が進行している。
- ハ. 水田として開発された圃場の灌漑排水施設は非常に低い整備水準に留まっている。
- ニ. セカチ川右岸堤防に設けられた取水門はOMVSの管理下にあり、また地区内の微妙な水管理を行うにはその水門施設は水理構造的に高度な操作を必要とする。
- ホ. デイヤ堰上流のセカチ川の現在の計画水位は EL. 1.5 m であり、EL. 1.8 m を越えないようにデイヤ堰を操作している。しかし、1996年1月以降、水位はEL. 1.8 m を超え、1996年11月以降はEL. 2.0 m を超過している。OMVSはセカチ川水位を将来EL. 2.5 m にする計画を検討している。
- ヘ. 計画地区の西端地区（灌漑ブロック IX）はアケト水路からの逆流により冠水被害を受けている。
- ト. セカチ川右岸堤防の取水門を除く全ての事業施設は、受益者の自主的な運営管理に任せられることになるが、現在地区内には水利組合はなく、受益者には水管理の経験がない。
- チ. モリニアには草地への灌漑経験が無い。
- リ. 計画対象地区北辺部の砂丘低地の牧草への用水供給に対する住民の強い要求がある。

上記で列挙した制約要因から、計画地区の水管理方式は以下の通りとした。

(1) 取水管理

セカチ川右岸堤防の既存のOMVS取水門を計画地区への取水口として利用するが、水門の操作は全開と全閉の2通りとする。計画地区の取水管理のため、OMVS水門の直下流に適切な水管理操作が可能な小規模な水位調整構造物と取水施設を設置する。

(2) 管理水位

セネガ川の水位をEL. 2.5 m に上昇するという将来計画、セネガ川の水位が高い時に多くの水田が重力で灌漑可能となること、及びガンガラ盆状地の所要維持水位の条件から計画地区内の灌漑排水のための管理水位を以下のように設定する。

セネガ川からの最高取水水位	EL. 2.5 m
灌漑水路の最高水位	EL. 2.0 m
ガンガラ盆状地の維持水位	EL. 1.0 m (第1段階時)
	EL. 0.75 m (第2段階時)

(3) 水位調整構造物

計画地区内の水位調整のための構造物の数は最小限に押さえる計画とし、イラヒマ水路の末端に設けるイラヒマ調整ゲートとティイロ水路の末端に設けるケマベン調整ゲートの2ヶ所でコントロールする。また、アウラブロックへの灌漑水量と水位を確保するために、アウラ自然水路の下流端（計画地区の東端でケマ地区との境界地点）に堤防と水位調整構造物を設置する。

(4) 冠水防御

アウラ水路沿いに堤防を建設することで、アウラ水路からの逆流による灌漑ブロックIXの冠水を防ぐ。

(5) 補償水路

計画対象地区北辺部の既存農地と砂丘低地の牧草への用水供給を目的として、ガンガラ盆状地からの導水路を掘削する。

4.4.6 灌漑排水施設計画

(1) 概要

灌漑排水施設計画は1万分の1の地形図に基づき、計画対象地区を9の灌漑ブロックに分け、それぞれに幹線水路から3次水路までの灌漑排水路網を配置し、面積を算定した。幹線用水路はイラヒマ水路3.1km、アウラ水路3.4km及びティイロ水路8.9kmの3本の既設水路だけで、2次水路は全て新設となる。3次水路は2次水路から分水され、既存水路の改修と新設水路の2種類からなる。排水路網の構成も用水路と同様であるが、原則として全て新設水路となる。

灌漑排水施設計画は以下の原則に留意して策定した。

- (イ) 現状の用水系統を極力尊重して用排水計画をたてる。
- (ロ) 水田と牧草の灌漑網は分離する。
- (ハ) 末端施設（3次水路）は農協、新規開発地区及び企業農家別に分類し、新規分は農協の所有として分類する。
- (ニ) 全ての圃場に排水路を配置し、用排水機能は分離する。

- (ホ) 灌漑用水はできる限りセナル川の水を用水路で搬送し、その用水路から取水する。地形上、無理な地区は盆状地より直接取水することになる。この場合、盆状地の管理水位はEL. 1.0 mないしEL. 0.75 mに抑えられるから、ポンプ地点から自然水路の滯筋まで、取水のための導水路を開削する。
- (ハ) 水田の3次水路への取水はポンプとするが、セナル川の水位が高い場合は重力灌漑が可能な取水施設とする。モリマバ地区を除き、牧草地は重力取水とする。
- (ト) 幹線と2次用水路から取水する3次用水路の取水口はなるべく統合する。

以上の原則の基に作成した灌漑・排水系統図を付図 4.4.3と付図 4.4.4 に示す。

(2) 施設設計基準

水利構造物は、モリマバ国の計画設計基準 (Land Inquiry, West Trarza, Volume 1) 及び近隣で実施された類似事業の設計と実施例を参考にして計画・設計した。

(3) 主要施設の子備設計

1) 主要施設

調査対象地域の灌漑排水施設としては、灌漑水路、排水路、排水機場、取水調整ゲート、取水工などがある。これらの設計に当たっては1万分の1の地形図を使用した。機場、イブラヒマ放水工、イブラヒマS1,S2取水工、ダラ及びケルマセン 水門、ディイロ及びケルマセン調整工などの重要構造物については、1万分の1の地形図の他に、現地で作成した5百分の1の地形図を使用した。以下に主要施設の概要を示す。

イ) 灌漑水路

水路分類	水路名	延長 (km)	支配面積 (ha)	設計流量 (m ³ /sec)	灌漑ブロック
既存幹線水路	Ibrahima	3.1	2030	5.28	イブラヒマ東西
	Aftout	3.4	1405	2.99	ディイロ南北
	Diallo	8.9	1107	2.48	ディイロ南北
新設2次水路	Ibrahima S1	5.5	1567	3.56	イブラヒマ東
	Ibrahima S2	3.2	344	0.79	イブラヒマ西
	Gungala	5.7	592	0.76	グンガラ
	Dalagona	4.9	284	0.59	ダラゴナ
	Dioup S	2.6	277	0.64	ケルマセン南
	Aftout S	1.8	298	0.52	ディイロ南
	Diallo S	4.4	321	0.74	ケルマセン東
	合計	43.5			

ロ) 排水路、盆状地

水路分類	水路名	延長 (km)	支配面積 (ha)	設計流量 (m ³ /sec)	灌漑ブロック
既存幹線水路	Tinweirat D	3.0	-	1.72	アウリガ
	Dioup	-	-	4.00	イブラヒマ、ダラゴナ
新設2次水路	Ibrahima D1	3.6	47	1.53	イブラヒマ東
	Ibrahima EP	1.6	-	5.28	イブラヒマ東西
	Ibrahima D6	4.5	520	1.87	イブラヒマ西
	Gungala D1	3.6	438	1.58	グンガラ
	Gungala D2	2.8	346	1.25	グンガラ
	Diallo D1	3.6	604	2.17	ディイロ南
	Diallo D2	0.8	873	3.14	ディイロ南
	合計	26.9			

(ハ) 排水ポンプ

排水ポンプは以下の条件に基づいて設計した。

排水容量	:	1.5 m ³ /sec (第1段階)
		4 m ³ /sec (第2段階)
純揚程	:	2 m (EL. 0.5 m - EL. 2.5 m)

操作の簡便性と施設の調達費用の観点から、ジゼル発電機駆動による水中モーターポンプ形式を採用する。ポンプ施設の総排水容量は4 m³/secとし、所要排水容量の変化が大きいことを考慮して、ポンプ数は0.5 m³/sec容量を2台、1.0 m³/sec容量を3台の合計5台とする。ポンプの予備として1.0 m³/sec容量を1台を配置し、故障時に取り替えることとする。ポンプ機器の予備設計は以下の通りである。

施設	台数	施設容量 (1台)		揚水管口径 (mm)	吐出管口径 (mm)
		m ³ /sec	kw		
ポンプ	3	1.0	55	900	700
	2	0.5	30	700	500
発電機	1	-	280		
	1	-	120		

排水ポンプ場はセガ川堤防のテップ水門の直下流に設置し、排水はディップ水門を直接經由してセガ川に流される。

(ニ) 取水、調整ゲート

項目	数量	ゲート名
既存取水ゲート	4	Ibrahima, Dalagona, Dioup, Aftout
新設調整ゲート	3	Ibrahima EP, Keur Macene, Awlig EP
新設取水ゲート	9	Ibrahima S1/S2, Awlig, Diallo, Guungala Dalagona S, Dioup S, Aftouto S, Diallo S
合計	16	

以上の主要施設の予備設計は付図 4.4.5 から 付図 4.4.14 に示す。

2) 3次水路

3次水路の1本当たりの水田の設計支配面積は9.4haとし、単位用水量が2.55 lit/sの場合をI型とし、現在一般に使われているポンプの吐出水量75 lit/sの場合をII型として計算した。又、水路の開削の場合には15 cmの表土剥ぎを考え、排水路の場合には水路の両側に高さ30 cmの側堤を考えた。ブロッ毎の灌漑排水面積、灌漑排水路長、3次水路取水口、用排水路交差、分水口、余水吐の数量を付表 4.4.2 に示す。

(1) 3次水路

項目	面積 (ha)	用水路延長			排水路延長 (km)	水路施設 (個)
		改修	新規	合計		
農協地区	1,908	34	112	146	114	182
企業農家地区	2,822	160	67	228	260	286
合計	4,730	194	179	374	374	468

(ウ) 3次用水路施設個数

項目	3次水路取水口	用排水路		
		交差工	分土工	余水吐
農協地区	21	15	141	5
企業農家地区	37	30	214	5
全体	58	45	355	10

(4) 主要工事数量

灌漑排水施設の建設に必要な主要工事数量は以下の通りである（付表 6.1.2 参照）。

単位：m³

項目	掘削	盛土	コンクリート
幹線・2次支線水路	454,300	445,000	2,400
3次支線水路	561,000	1,364,000	13,000
合計	1,015,300	1,809,000	15,400

4.4.7 圃場整備計画

圃場は重力で灌漑できる少数の水田圃場と草地を除いて、原則としてポンプで灌漑する。灌漑排水の主要課題は、土壌の塩類集積と道路等圃場施設の不足にある。圃場整備の原則、上記課題、現況水田の配列等を考慮して、圃場の典型区画を付図 4.4.15のように計画した。ポンプと3次水路によって灌漑される水田圃場は、長辺が960 m、短辺が200 m、粗面積19.2 haである。塩分集積を緩和し、水田管理を十分にするために、用水路に平行して排水路を開削する。用水路と排水路の間隔は100 mとなる。圃場内道路は幹線、2次、3次用水路に沿わせる。道路巾は幹線、2次用水路に沿うものは6m、3次水路のは1mである。圃場の取水口は3次水路沿いに80 m毎に設置する。それで1筆の大きさは100 m x 80 mの0.8 haとなる。農道から農業機械が進入できるように各圃場には進入口を設ける。

草地灌漑のための2次用水路は等高線に沿い、3次用水路は2次用水路に直角の方向に300 m間隔で配置する。排水路は3次用水路の間に平行して配置し、ガンガラ盆状地に排出する。3次水路と排水路の長さは開発地域の形状により変化する。農道を2次用水路に沿って配置し、家畜や農業機械が圃場にはいれるように進入口を設ける。

4.5 農村基盤整備計画

4.5.1 農村道路

農村道路は、(イ) 対象地区の圃場と村落とを連絡し農牧畜生産活動に資すること、(ロ) 計画対象地区とロツ市間の資機材・生産物・生活物資の流通に資することを目的にその整備計画を検討した。計画内容は、改修が4路線(58.4 km)、新設が2路線(9.5 km)、合計6路線(67.9 km)である。

改修による整備は、改修地区とロットとをそれぞれ別ロットで結ぶ対象地区の北辺と南辺沿いに東西に走る既存道路を対象とした。新設道路は、これら北辺と南辺とを南北方向に連絡する道路である。農村道路施設の計画は、下表にまとめられる通りである。

道路施設計画

	No.	始点	終点	延長 (km)
改修	1.	ケルマレン	アウラ村	28.2
	2.	ケルマレン	セガ川右岸堤	3.0
	3.	ケルマレン	ボウエ村	6.2
	4.	イノエ水門	アトケ水門	21.0
		小計		58.4
新設	1.	ダラウ村	セガ川右岸堤	6.6
	2.	ボウエ村	イノ水門計画地点	2.9
		小計		9.5
		合計		67.9

改修/新設道路の断面は、盛土天端幅は4 m、盛土高さは原地盤より(改修の場合は現況路面高より)10 - 30 cm、舗装幅は2.5 m、舗装厚は15 cmとする。計画対象地区の北縁に沿った村道には、北部盆状地内で営まれる農業および牧畜業のために、北側からの表流水の流れを人為的に制御できるように、ゲート機能を持合させた道路暗渠を敷設する。

農村道路の計画平面図を付図 4.5.1に、標準断面図を付図 4.5.2 に示す。

4.5.2 農村給水

農村給水施設は、灌漑農業開発事業の中における農村基盤整備事業の一つであること、および将来村落共同体が維持運営できるレベルの簡易な施設であることを考慮して計画する。農村給水開発対象地区内の12の各村落(ケルマレン、アウラ、ダラウ、エミタ、イノ、ダラウ、アテイト、タムカ、カウ、ベニジ、ボウエ、ジイ、およびシゲウエ)に対して、浅井戸汲上げ型の給水施設を設置する。汲上げ方式は、周辺地域で一般に用いられている風車式ポンプとする。汲上げた水は、その場で浄化・貯水槽に連絡し同じくその地点に給水口を設け使用されるものとする。つまり各村落に、揚水、浄化、貯水および給水の機能を合せ持つ施設ユニットを建設する。給水施設の設置村落を付図 4.5.1に、施設ユニットの概念図を付図 4.5.3 に示した。

4.6 モデル・パイロット事業計画

本事業の持続性を確保するためには、幾つかの技術的および社会的制約要因がある。その内主なものは、次に挙げるものである。

農民は、まだ稲作技術の習得に向け発展途上段階にある、

- 事業の受益者は、富農（主に企業農家）と零細農民とから構成されており、両者は将来事業の運営に当たり互いに協力し合わなければならない、
- 計画地区の社会は、互いに異なった習慣およびライフスタイルを持合せた多民族の人たちによって形成されている。
- SONADERには、事業受益者に対して農業普及活動や施設の維持管理について指導・訓練を行うべき要員数が不足している。

このような制約要因を克服し事業を持続性あるものとするためには、様々な施策を講じなければならない。つまり、農業技術の展示・普及、流通および農業金融制度の強化、農民組合活動の活発化、SONADERの組織強化等々である。また、これらの各々の施策においては、小規模農家に対して特別に配慮し働き掛けることが肝要である。

持続的な事業を実現する方法として、本計画では水稲の二期作と半集約的な草地管理技術の達成に到る三段階の農業開発計画を、および農業生産活動に関わる試験・普及を目的とした展示・訓練農場の開設を提案した。これに加え、計画地区全体の開発に先立ち、灌漑農業開発の先進地区の設立、いわゆる「モデルバレット事業」の実施を提案する。

モデルバレット事業の計画地区は、本計画対象地区の西端に位置し、北デイト（ブロック VIII）及び南デイト（ブロック IX）の2つの灌漑ブロックから成っている。本開発計画において、モデルバレット事業予定地区となる北デイト及び南デイトの2つの灌漑ブロックの灌漑開発面積は水田が 610 ha、草地が200 haと策定された。モデルバレット事業予定地区の位置は、付図 4.6.1 に示すとおりである。約100 haの展示・訓練農場は、付図 4.6.1 に示すように、モデルバレット事業地区内に設置するものとする。

SONADERは、農民に対し、農業技術の普及活動をモデルバレット事業地区内の展示農場を例示しながら徹底して行うものとする。また、三つの水利組合に対し、事業施設の維持管理に関する指導・訓練をモデルバレット事業地区内で行うものとする。同時にSONADERは、農民組合の組織強化にも尽力するものとする。このようにして訓練を受けた受益者や水利組合は、順次残りの事業地区にその経験を普及していく。SONADER自体もまた、受益者に対し普及活動や維持管理の指導・訓練を通じて、適切な指導方法を習得していくものとする。

モデルバレット事業における農業普及活動と維持管理の指導・訓練は、モデルバレット事業の施設建設後3年間に、本計画で策定した農業開発計画で提案されているような三段階の農業開発プログラムに沿って徹底的に行われる。このプログラムが、3年を経過した以降も普及活動は継続して残りの事業地区に波及される。本プログラムの実施に当たっては、SONADERの試験・研究面の強化も不可欠である。SONADERは、このプログラムを実行可能とする人材の強化を十分に行うべきである。更に、本プログラムを支援しSONADERの実行力を高めるために、政府開発援助やNGO等、外部からの技術援助を受入れることも必要である。

4.7 施設の運営・維持

4.7.1 灌漑排水施設

灌漑排水施設の運営と維持はセパム川堤防上の取水門の管理、地区内灌漑排水路の水位・水量コントロール、ガンガラ盆状地の水位コントロールと排水ポンプの運転、水路及び水利施設の点検と維持・補修からなる。各主要施設の運営・維持の方法は以下に述べる通りである。

(1) セパム川堤防上の取水門

計画地区に供用されるセパム川堤防上の取水門はイラマ、ダラコト、デットゥ及びアタケットの4水門である。これらの水門はOMVSの管理下であり、SONADERの要請に基づいて操作される。これらの水門は計画地区の灌漑用水量に比して規模も大きく、微妙な水量コントロールは困難であるので、灌漑期間中は全開状態に保ち、地区内への取水コントロールは取水門下流に設ける水位調整構造物と取水口によって行う。デットゥ受益者協会（AUD：5.2.2節参照）が作成する灌漑計画に基づいてSONADERがOMVSにこれらの水門の操作を要請する。これにより、AUDはセパム川堤防上の取水門への行政的並びに物理的関与から開放され、自主的な水管理を行うことができる。

(2) 幹線用水路

幹線用水路はイラマ水路とデットゥ水路の2本である。イラマ水路の水位は水路の末端に設けられるイラマ調整水門により、原則としてセパム川と同じ水位に維持される。デットゥ水路はデットゥ水門とケルメン水門の2水門で制御され、水位は原則としてEL. 1.0 mに維持される。この2本の幹線水路と3ヶ所の水門はAUDが管理する。

(3) ガンガラ盆状地と排水ポンプ場

アタケブロッカの一部を除き、計画地区内の排水と計画地区北辺部の砂丘地からの洪水は全てガンガラ盆状地に流入する。ガンガラ盆状地の水位管理は事業運営上、極めて重要であり、とりわけ低地部の草地開発に対しては慎重な水位制御が求められる。ガンガラ盆状地は事業の第1段階ではEL. 1.0 mを、ガンガラブロッカの草地開発が開始される第2段階からはEL. 0.75 mを管理水位として、その管理を行う。ガンガラ盆状地の水位はデットゥ取水門に設置する排水ポンプで管理する。排水ポンプの操作はポンプ場で観測するガンガラ盆状地の水位と雨量、ケルメン村での雨量観測、地区内外の降雨状況の視認により、ガンガラ盆状地の水収支解析結果を参照しながら行う。特に雨期に長時間、ポンプの操作が必要となるので、乾期中におけるポンプ及び発電機器の維持修理及び燃料の確保と補給を行わねばならない。また、水位管理に加え、ガンガラ盆状地の塩分濃度も管理する必要がある。管理塩分濃度は750 ppmと設定し、ポンプ排水とイラマ調整水門からのセパム川の淡水取水により濃度を調整する。ガンガラ盆状地と排水ポンプはAUDが管理する。

排水ポンプは操作面において熟練を必要としない可搬式・渦巻型の水中ポンプを採用した。しかし、電動モーターはポンプと共に水中に設置するため、ポンプが老朽化すればモーター内への浸水の可能性もあることから、ポンプ運転の頻度と時間が極めて限られた乾期には、ポンプ・モーター本体は水中か

ら撤去し倉庫に保管する。ポンプ調達時には十分な量のスペアパーツを購入し、特にモーター内への浸水を防ぐシール材の準備が必要である。

(4) 支線灌漑排水路及び圃場施設

各灌漑ブロックを支配する支線用排水路の操作は、AUDの監督を受けながら各灌漑ブロックの水使用者組合（UUE：5.2.2節参照）が行う。2次支線水路から水田の3次支線水路へは原則として各圃場の所有者が管理する小型ポンプにより分水される。水田の標高はEL. 1.25 m 以上であるので、セキガ川（セキガ川）の管理水位であるEL. 1.5 m では、この分水は常にポンプを必要とする。しかし現在、セキガ川の水位はEL. 1.8 m - 2.0 m 程度に維持されているため、かなりの程度の面積の水田が重力で灌漑されることになる。重力灌漑により、必要以上の用水が取水され、これが排水ポンプを必要以上に運転させる結果とならないようUUEには慎重な管理が求められる。草地に対する灌漑はセキガ川（セキガ川）の灌漑事業地区の 200 ha を除き、原則として重力灌漑となる。過剰灌漑は牧草の成育とゲンガ川（ゲンガ川）盆状地の水位制御に影響を与え、直接に草地の管理に支障をきたすため、水田以上に慎重な水管理が必要である。各圃場内の3次水路及び水路施設はUUEの監督を受けながら各圃場の所有者が管理する。

(5) 灌漑排水施設の維持と補修

灌漑排水施設の維持と補修は原則として、上記で述べた各管理者が担当する。AUD及びUUEの維持・補修担当者は施設の定期的な点検を行い、損壊或いはその可能性がある箇所に対して迅速かつ適切な補修を実施する。また、激しい降雨と砂嵐の後には必ず緊急点検を実施する。維持・補修工事は、規模と費用の程度に応じて、UUE組合員自身によるもの、AUDの維持用機器の使用、請負契約によるもの、或いはそれらの組み合わせによるもの等に分けて実施する。AUDとUUEが点検すべき項目は以下の通りである。

AUD

- 幹線水路の盛土の沈下、漏水、侵食、滑り、水路内の堆砂、雑草の繁茂等。
- 幹線水路構造物周辺の洗掘、保護構造物の損壊、沈下、ゲートの機能異常と腐食、コンクリートのヒビ割れ等。
- 水路管理用道路の沈下、侵食、滑り、舗装の損傷等。
- 排水ポンプ機場の構造物周辺の洗掘、保護構造物の損壊、沈下、コンクリートのヒビ割れ等。
- ポンプ、発電機、鉄管路等の機器の損傷、腐食、機能異常等。
- ゲンガ川盆状地の水質。

UUE

- 2次支線水路の盛土の沈下、漏水、侵食、滑り、水路内の堆砂、雑草の繁茂等。
- 2次支線水路構造物周辺の洗掘、保護構造物の損壊、沈下、ゲートの機能異常と腐食、コンクリートのヒビ割れ、コンクリートパイプの損傷等。

4.7.2 農村基盤施設

本事業で計画する農村基盤施設は農村道路と農村給水施設である。各施設についての運営・維持は以下のように実施する。

(1) 農村道路施設

4.5.1 節で計画の通り、本事業で建設する農村道路は改修が4本の60 kmと新設が2本の9 kmの合計69 kmである。更に、幹線と2次支線水路に沿って管理用道路が敷設される。これらの道路は管理者及び灌漑プロックにより、維持管理の分担は以下の通りとする。

堤防沿い道路	:	OMVS及び州政府
その他の農村道路	:	AUD
幹線水路用管理道路	:	AUD
2次支線水路用管理道路	:	UUE
農村道路から派生する村内道路	:	村落

AUD及びUUEによる農村道路の維持・補修の方法は水路施設に準じる。

(2) 農村給水施設

4.5.2 節の計画に示す通り、本事業では11ヶ所の村落に給水施設を設置する計画である。これら給水施設は建設後、直ちに関係村落に移管し、その運営と維持管理は全て村落共同体に委ねられる。

4.7.3 運営・維持用機器

事業施設のタイプ、規模、量に基づき、事業の維持・補修工事に必要な建設機器、並びに管理用車両及び機器の種類、形式、数量を検討した。その結果は次頁の表に示す通りである。事業建設後のAUD訓練期間中は、これらの機器はSONADERによって管理され、事業の管理と維持補修に使用される。また、この期間中にAUDの職員に操作と維持管理技術を修得させる。訓練期間後の事業の引渡と共に、すべての機器はAUDに引き渡される。AUDは機器の管理と維持を行うのは勿論、AUD組合員から徴収する水利費を資金として、機器を更新する。上記の機器の購入費用はUM 30.2 millionと見積られる。

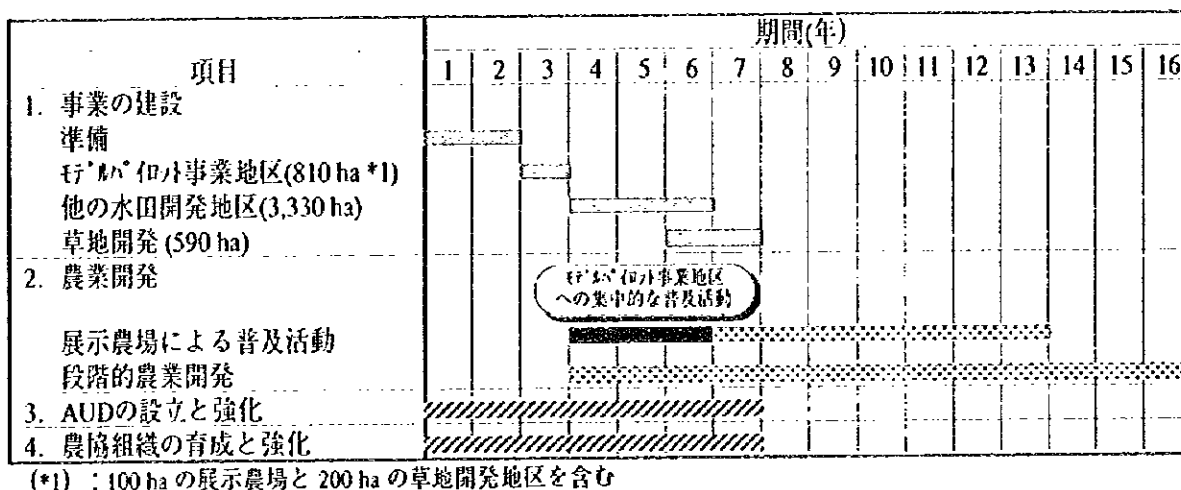
項目	仕様	数量
1. ハッホ- (Excavator)	0.35 m3	3
2. ハッホ- (Excavator)	0.5 m3	1
3. フルター- (Bulldozer)	11 ton	2
4. ホ-ルショハ-ルローター- (Wheel loader)	1.2 m3	1
5. トラクターショハ-ルローター- (Dozer shovel)	0.8 m3	1
6. モーターグレイター- (Motor grader)	3.7 m	1
7. ロードローラー (Road roller)	6 ton	1
8. 普通トラック (Ordinary truck)	5 ton	3
9. ダンプトラック (Dump truck)	8 ton	2
10. クレーン付きトラック (Truck crane)	2 ton	2
11. 燃料タンカー (Fuel tanker)	4 k-lit	1
12. ピックアップ (Pick-up truck)	1 ton	10
13. コンクリートミキサー (Concrete mixer)	0.12 m3	2
14. 水中ポンプ (Submersible pump)	50 mm	2
15. 可搬式発電機 (Portable generator)	3 kvA	2
16. 維持補修車 (Repair service car)	1.5 ton	1
17. 4WD セダン (4WD station wagon)	-	10
18. オートバイ (Motor cycle)	100 cc	20
19. 無線通信機器 (Telecom. system)		一式
20. 事務所設備 (Office equipment)		一式

第5章 事業の運営維持管理計画

5.1 事業実施計画

5.1.1 全体事業計画

農業開発計画及び灌漑排水計画で策定した段階的な農業開発方式、灌漑地区の順次開発、モルババロツ事業地区内に設けられる展示農場での改良農業技術の試験とその普及、AUDの設立と強化、及び農民組織の育成と強化計画に基づいて、付図 5.1.1 に示す事業の実施と運営計画を策定した。その概要は下図に要約する通りである。



計画対象地区の農業開発が目標を達成するまでの期間を16年と設定した。事業の建設はSONADERが担当する。各灌漑地区の建設完成後、SONADERのAUDに対する5年間の教育訓練期間を経て、その運営はAUDに移管される。この間、SONADERはモルババロツ事業地区に設立される展示・訓練農場を基地として、改良技術の普及を図る。展示・訓練農場による事業地区に対する普及活動は10年間実施する。

5.1.2 建設工程計画

事業の建設期間は設計と建設準備に要する2年間を含め、合計7年間と設定し、その工程を付図 5.1.1 に示す。展示・訓練農場（100 ha）を含むモルババロツ事業地区 810 ha は建設開始後、1年間で完成させる。建設は引き続き4年間実施し、計画事業地区の全部の施設を完成する。計画地区の中心のクンカラ盆状地の周辺に位置する草地の開発は6年目に開始し、2年間で完成する。各年毎の開発面積は以下の通りである。

項目	単位: ha					合計
	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	
水田	610	1,100	1,710	520	-	3,940
草地	200	-	-	290	300	790
合計	810	1,100	1,710	810	300	4,730

5.1.3 事業実施の組織

事業実施の基本方針は以下のように設定されている。

- イ) 事業の建設はSONADERが担当し、事業施設の工事監理に従事する職員はSONADER本部から派遣される。
- ロ) 建設が完了した灌漑ブロックから順次、SONADERはAUDに事業施設の維持・管理の指導と訓練を開始し、5年間継続する。
- ハ) 維持・管理の指導と訓練完了後、SONADERは事業の施設と運営・維持機器をAUDに引き渡す。
- ニ) SONADERはEg'ka'但ト事業地区内に設立される展示・訓練農場（100 ha）の運営を行う。

上記の基本方針から事業の運営は、建設段階、AUDへの管理移行段階、及びAUDによる自主運営段階の3段階に分けられる。各段階における事業の運営組織を付図 5.1.2 に示す。事業の建設、AUDに対する指導と訓練、及び展示・訓練農場の運営のため、SONADERは3種類の事務所を設立することになる。建設事務所はSONADER本部の管理下に置かれ、他の2事務所はSONADER ロツ事務所が管理する。各事務所の運営期間と要員数は下表に示す通りである。

SONADER事業建設事務所	SONADER事業運営事務所	SONADER展示農場事務所 (4.3.6 節参照)
運営期間 5年間	運営期間 9年間	運営期間 10年間
要員数	要員数 (補強要員)	要員数
技師 4名	技師 1名	技師 11名
技師補助 7名	事務、他 3名	技師補助 5名
計 11名	計 4名	運転員、他 12名
		計 28名

上記の要員の給与を含め、3事務所の運営費用は本開発計画の事業費用に含まれる。

5.2 事業の運営維持計画

5.2.1 基本原則

国家政策並びに関係政府機関との協議に基づき、受益者による自主的な事業管理が事業運営の基本原則である。Eg'ka'但ト流域のEg'ka'但ト国営農場、Eg'ka'但ト及びEg'ka'但ト灌漑事業、Eg'ka'但ト地区灌漑農業開発事業等の類似事業での運営方式の背景と現状の分析を参考に、本開発計画事業の運営・維持管理計画を以下にのべる方針で策定する。

- イ. SONADERが事業の建設を担当し、資金準備、設計、建設及び運営維持機器の購入等、事

- ロ、事業の建設期間に受益者は水利用者組合の連合体である「ディオップ地区受益者協会」(AUD) を設立する。
- ハ、SONADERはAUDに事業の維持・管理の指導と訓練を一定期間実施した後、事業の施設と運営・維持機器をAUDに引き渡す。
- ニ、AUDはSONADERの支援を受けながら、事業の運営・維持を行う。

建設が完了した灌漑ブロックから順次、SONADERはAUDに事業施設の維持・管理の指導と訓練を開始し、5年間継続する。事業の運営・維持に要する資金は受益者の負担であるが、指導・訓練期間中は受益者の負担を徐々に必要額まで増額する方法を採用し、不足分についてはSONADERが負担する。事業建設、指導・訓練期間を含む事業の運営体制の組織図を付図 5.1.2 に示す。

5.2.2 デイオップ受益者協会 (AUD)

事業施設の運営と維持はSONADERとこの事業運営のために新たに設立するディオップ地区受益者協会 (AUD) が行う。計画対象地区の灌漑排水網は9の灌漑ブロックで構成される。各ブロック毎に水使用者組合 (UUE) が結成され、9のUUEが連合してAUDを結成することになる。AUDはSONADERの支援を受けながら、セセム川堤防上の取水門を除く全ての事業施設の運営と維持に責任を負う。AUDの組織図と要員職種並びに数は付図 5.2.1 に示す通りである。AUDとUUEの要員は以下のように要約される。

要員	組合員	雇用	合計
AUD			
代表	2	0	2
事務員	0	2	2
施設操作、技術員、他	0	16	16
(小計)	(2)	(18)	(20)
UUE			
代表	9	0	9
事務員	9	0	9
施設操作員	27	0	27
(小計)	(45)	(0)	(45)
合計	47	18	65

雨期後に集中する維持補修のために不足する維持機械の運転員は、臨時的に外部から雇用することで対処する。灌漑排水施設の運営・維持に関するSONADERと受益者の各々の役割分担は以下のように要約される。

SONADER	受益者	
	AUD	UUE
- AUDの技術支援	- 幹線水路と水利施設の運営・維持	- 2次支線水路の水利施設の運営・維持
- OMVSとの共同によるセセム川堤防上の取水門の管理	- ゲンガウ盆状池の水位管理	- 3次支線水路及び圃場施設の運営・維持
	- 排水ポンプ場の運営・維持	
	- 運営・維持機器の運転・維持	

本事業計画で運営・維持管理すべき農村基盤施設は農村道路と農村給水施設である。OMVSが管理するセパレート川堤防沿いの道路を除く全ての農村道路はAUDが維持・管理を行う。農村給水施設は各村落が運営・維持することを原則とする。

事業施設の運営と維持に関わるAUDとUUEの機能は以下の通りである。

AUD

- AUDの組織運営
- SONADER及び関連政府期間との調整
- 灌漑排水スケジュールの作成と実施
- 年間維持補修計画の作成、資金準備と実施
- UUEの監督と支援
- 水利費の徴収と資金管理
- 幹線水路と全体の水位調整構造物の操作と維持
- 排水ポンプ場の運転と維持管理
- 幹線農村道路の維持管理
- 維持用機器の運転と維持管理
- 組合員に対する水管理、施設維持管理に関する教育・訓練計画の作成と実施

UUE

- UUEの組織運営
- AUD組合員としてのAUD活動への参加
- 灌漑ブロック内の2次支線水路及び水路施設の操作と維持
- 水路管理用道路の維持管理
- 年間維持補修計画の作成、資金準備と実施

5.2.3 AUDの設立・育成と運営

(I) AUDの設立、育成及び強化

AUDの設立は事業施設の建設が完了する前にすべて終わっていることが必要である。そのためには、事業を実施する決定がなされた時点で直ちに取り組みを開始する必要がある。AUDは下記のスケジュールに沿って、設立・育成する（付図 5.1.1 参照）。

UUE・AUD設立準備	:	事業開始から1年以内に完了する。
UUE・AUD設立	:	事業開始の1年後に開始し、7年目までに完了する。
UUE・AUD育成・強化	:	事業開始の2年後に開始し、7年目までに完了する。

各段階で、SONADERは受益者に対しセミナー、ワークショップを開催し、また、AUD職員に対する講義と訓練を行う。これらの訓練計画を以下に述べる。

UUE・AUD設立準備期間

この期間にSONADERは本開発事業の内容と事業の運営のための受益者の組織化について受益者に説明し、その周知徹底を図らねばならない。その目的のために、「Project Orientation Workshop」及び「Project Beneficiaries Organization Seminar」を開催する。対象者は受益農民の他、関係政府機関、農民組合、女性団体である。

*Project Orientation Workshop

このワークショップの目的は、事業の目的、計画の概要、実施上必要となる調整、機構等の問題について受益農民、関係政府機関の担当官、村の組合・団体に十分納得してもらい、協力の確約を得ることである。

*Project Beneficiaries Organization Seminar

このセミナーは参加者すべてにAUDの役割と機能を周知・徹底させることを目的としている。セミナーの内容は、AUDによる維持・管理のための組織作りである。

UUE・AUD設立期間

この期間に9のUUEとAUDを組織化させ、各灌漑ブロック内の受益者の組織結成・教育・訓練を行う。この期間に施す教育・訓練内容はUUE組織業務の執行・水利用・水利費の徴収等である。

UUE・AUD育成・強化期間

UUEとAUDの委員・職員に対し、運営上の手段・方法についての教育、並びに事業施設と維持管理機械の操作と維持の实地訓練を行う。

上記で提案したセミナー、ワークショップの開催数は合計120回と見積られる。更にAUDとUUEの代表者を対象とした国内外の研修を実施する。その概要は以下の通りである。

- イ) 国内研修： 9のUUEの代表者を対象として、セカム川流域の上流部に位置するオーナ、カブイ等の先進的灌漑農業事業での視察と実施研修を行う。各UUEに対して3回実施するとして、計27回の国内研修を行う。
- ロ) 海外研修： 9のUUEの代表者を対象として、アフリカ地域とアジアにおける類似の灌漑農業事業の視察と実施研修を行う。対象人数は20名とする。

上記の研修に要する費用は本開発計画の事業費用に含まれる。研修は主に展示・訓練農場の施設をベースにSONADERが実施する。そのため SONADER自身の職員の質的強化を図る必要がある。この強化はSONADER職員の研修への参加、優秀な指導員の恒久的／臨時的雇用、及び海外の技術援助機関の支援によって達成する。SONADER自身の強化費用は本計画の事業費用には含まれない。

(2) 事業運営のAUDへの移管

建設が完了した灌漑ブロックから順次、SONADERはAUDに事業施設の維持・管理の指導と訓練を開始し、5年間継続する。この期間の事業運営費用はSONADERとAUDの共同負担とする。SONADERの負担は初年度の100%から毎年20%ずつ減少し、6年目以後にAUDが全額を自己負担とすることになる。灌漑ブロックは段階的に完成するので、SONADERが運営費用の一部を負担する期間は事業実施計画の4年目から12年目までの9年間となる。この費用は本計画事業の費用として計上する。維持・管理の指導と訓練完了後、SONADERは事業の施設と運営・維持機器の全てをAUDに引き渡す。

第6章 事業費の積算

6.1 積算の条件

事業費用は以下の条件に基づいて積算した。

- i) 外貨交換レートは1997年2月中旬の US\$ 1.0 = UM 150.2 = Yen 124.2 を適用する。
- ii) 建設は契約により、工事業者が施工する。工事に必要な建設機械は工事業者が自ら調達する。事業の設計と建設工事の管理のために技術費用を計上する。
- iii) 工事単価は内貨分と外貨分に分ける。内貨及び外貨の区分は以下の通りである。

内貨分

- 労務費
- モーリア国内で調達する工事資材費
- 燃料費
- 内陸輸送費
- 工事業者の間接費

外貨分

- 外国人労務費
 - 輸入工事資材費
 - 建設機械費
 - 工事業者の間接費
- ii) 工事単価は1996年9月に現地物価調査で入手した労務費、燃料費、一般建設資材の価格に基づいて積算し、かつ調査対象周辺で実施された類似の建設工事の契約単価も参考にして決定した。これらの基礎価格及び単価は付表 6.1.1 に示す。
 - iii) 物理的予備費は建設費と機械調達費の10%とした。技術費は直接工事費の10%として見積った。また、物価予備費は内貨の年上昇率を5%、外貨については2.5%として積算した。
 - iv) 土地は全て国有地と見做し、事業施設のための土地収用費用は発生しない。

本開発計画の事業費用は調達費を含む直接工事費と事業の運営費からなる。事業費用に含まれる項目は以下の通りである。

(1) 直接工事費

1) 土木工事及び農村基盤施設

- 排水ポンプ施設を含む灌漑排水網の幹線及び2次支線水路と水路施設。
- 展示農場を含む既存開発水田の第3次支線灌漑排水路の改修と新規建設。
- 新規に開発する水田と草地の農地造成と第3次支線水路の建設。
- 草地に導入する電気柵
- 農村道路
- 農村給水施設
- 計画地区北辺部の既存農地に対する導水路の改修
- ティファジ地区の取水施設の改修
- 砂漠化防止対策事業

- 女性組合用市場施設

以上の項目を含む直接工事費の内訳は付表 6.1.2 に示した。

2) 展示・訓練農場

- 事務所、実験室、宿舍等の建築物
- 農場用機械
- 実験・観測機器

3) 技術費

4) 運営維持機械

(2) 運営費

- 1) SONADER事業建設事務所の運営維持費用
- 2) SONADER事業運営事務所の運営維持費用
- 3) SONADER展示農場事務所の運営維持費用
- 4) AUD, UUE 育成強化費用

6.2 事業費の積算

6.2.1 直接工事費

本開発計画は計画対象地区の住民である零細農民の農業生産と生活条件の向上に重点を置いていることから、事業建設の費用は以下の方針に沿って公共投資と民間投資の2種類に分離して積算する。

- イ) 全ての幹線及び2次支線灌漑排水路及び3次支線の為の取水口は公共費用で建設する。
- ロ) 農村道路及び幹線と2次支線に沿う管理用道路は公共費用で建設する。
- ハ) 計画対象地区の住民が保有する水田の3次水路の改修と新規建設は公共事業の対象とする。
- ニ) 個人企業農家が保有する水田の3次水路の改修と新規建設の費用は民間投資とする。
- ホ) 新規に造成する水田と草地は将来、計画対象地区の住民が組織する農協に分配されるものとして農地の均平工事と3次水路の建設費用は公共投資とする。

機器の調達を含む直接工事費の積算と各年度毎の事業費の内訳は付表 6.2.1 と付表 6.2.2 示す。運営維持機器の調達費は付表 6.2.3 に示す。その結果、総直接工事はUM 6,414 百万と積算され、UM 5,429 百万とUM 985 百万の公共投資額と民間投資額に分離される。

6.2.2 事業実施及び展示・訓練農場運営費

5.1.3 節で策定した事業建設、事業の運営及び展示農場に係る事業実施運営計画に基づき、3種

類の事業実施運営費を算定した。また、事業の運営費には 5.2.3 節で述べた AUD の教育訓練期間中に SONADER が負担する事業の運営維持費（水利費）も含めた。事業実施と展示農場の運営費、及び年度毎の内訳を付表 6.2.4、付表 6.2.5 及び付表 6.2.2 に示す。事業実施と展示・訓練農場の運営費は UM 438 百万と積算した。

6.2.3 事業費

物理的及び物価予備費を算定し、総事業費を求めた。事業費用の積算結果の要約は下表に示す通りである。

項目	事業費総額			公共投資額			民間投資額		
	外貨分	内貨分	合計	外貨分	内貨分	合計	外貨分	内貨分	合計
1. 土木工事	1,847	1,124	2,971	1,364	908	2,272	483	216	699
2. 農村基盤施設	135	398	533	135	397	532	0	1	1
3. 展示農場	149	101	250	149	101	250	0	0	0
4. 運営維持機械	272	30	302	272	30	302	0	0	0
5. 技術費	263	113	376	214	92	306	49	21	70
(直接工事費)	(2,666)	(1,766)	(4,432)	(2,134)	(1,528)	(3,662)	(532)	(238)	(770)
6. 運営費	0	212	212	0	212	212	0	0	0
7. 展示農場運営費	0	226	226	0	226	226	0	0	0
8. 物理的予備費	267	220	487	213	196	409	54	24	78
9. 物価予備費	338	719	1,057	267	653	920	71	66	137
合計	3,271	3,143	6,414	2,614	2,815	5,429	657	328	985

6.3 運営・維持費用

事業の運営及び維持管理に要する費用は、AUD 職員の給与と事務所運営費用、労務費用、排水ポンプと運営・維持機器の燃料費用、排水ポンプと運営・維持機器の更新用積立金、維持・補修用の材料費用、維持補修の請負費用並びに OMVS へ支払う水利費からなる。これらの費用の検討結果は付表 6.3.1 に示し、その結果、事業が目標レベルに達成した以降の年間の所要費用は UM 91 million と見積られる。これを開発の単位面積当たりにならすと年間 UM 19,200/ha となり、セグ川流域での類似事業であるボウゲとカデイの受益者が負担する水利費用とほぼ同額となり、また、ポンパ国営農場の UM 24,000/ha より低い値となった。この運営・維持費用は受益者からその保有灌漑面積に応じて徴収し、その資金を基に AUD が事業を運営する。年間運営・維持費用の見積の要約を以下に示した。

項目	単位：UM 1,000/year	
	年間費用	
1. AUD 職員給与	4,320	
2. AUD 事務所運営	1,500	
3. 排水ポンプ燃料	10,450	
4. 運営・維持機器燃料	5,500	
5. AUD 会員活動手当て	4,800	
5. 労務	4,590	
6. 排水ポンプ更新積立	20,000	
7. 運営・維持機器更新積立	30,000	
8. 維持・補修工事請負契約	2,940	
9. 維持・補修工事材料	3,670	
10. OMVS 水利費	3,000	
合計	90,770	
(ha 当たりの費用)	(UM 19,200/ha)	

排水ポンプの効果という観点からは、計画地区は大きく、標高 EL. 1.25 m 以上の水田開発と一部牧草開発の地区、標高 EL. 0.75 m - EL. 1.25 m の牧草開発地区、及び計画地区北東部に位置する7カ地区の3地区に分けられる。夫々の開発面積は、3,660 ha, 590 ha 及び 480 ha である。7カ地区の排水は東に隣接するケル地区の北部に流出し、本排水ポンプとは無関係である。EL. 1.25 m 以上の開発に必要なポンプの所要施設容量は 1.5 m³/sec であるのに対し、EL. 0.75 m - EL. 1.25 m の牧草開発を含めた場合、ポンプの所要施設容量は 4.0 m³/sec に増大する。上記運営・維持費用の内、排水ポンプの燃料費用と更新の積立金が約3分の1と大きな割合を占めており、厳密には3地区に対する単位面積当たりの運営・維持費用は異なることになる。排水ポンプの効果を検討した3地区の運営・維持費用の試算を行った結果を下表に示す（付表 6.3.2 参照）。

単位：UM 1,000

開発地区	面積 (ha)	年間運営・維持費	ha 当り費用
水田・一部牧草地 (EL. 1.25 m 以上)	3,660	59,086	16.1
牧草地 (EL. 0.75 - 1.25 m)	590	25,563	43.3
7カ地区	480	6,121	12.8
合計	4,730	90,770	19.2

上記の試算は参考値であり、受益者から徴収する維持・管理費は事業実施時に社会条件を勘案し、また受益者との合意に基づいてモリブ政府が決定する。

第7章 事業評価

7.1 経済・財務評価

7.1.1 基本前提条件

経済・財務評価の基本前提条件は、以下の通りである。

- イ. 経済年数 : 経済評価に於ける事業の経済的有効期間は、50年とした。
- ロ. 積算基準 : 経済評価に用いた費用（工事費）と便益は、1997年1月のモリビアでの価格を基に算定し、交換レートは、US\$ 1.00 = UM. 150.2 = ¥ 124.2を使用した。
- ハ. 換算比率 : すべての国内調達分の便益と建設費の財務費用から経済費用への変換には、国内市場価格に標準変換係数（SCF）0.85を乗じて算定した。
- ニ. 経済価格 : 輸入農産物（コメ）と農業投入資機材（尿素、三重過リン酸、硫酸カリ）の経済価格は、世界銀行による国際市場価格の長期予想に基づき、1990年価格を基準とした2005年予想価格を用い1997年に更新し算定した。その他の非貿易農産物（飼料作物、野菜等）と農業資機材（種子、堆肥等）は、国内市場価格に標準変換係数（SCF）0.85を乗じて算定した。国際経済の観点から契約に係わる税金、補助金、利子等の移転項目は、直接生産を伴わない国内通過の移動として考えられるため、事業費から差し引いたものとした。

7.1.2 経済便益

灌漑された条件下での単位当たり経済作物収益は、現況と将来作物収量、農産物と農業資機材の投入量、農家庭先での経済価格を基に将来における計画を実施しなかった場合と実施した場合について算定した。

項目	水 稲 作		飼 料 作 物
	機械化作業	人力作業	機械化作業
事業を実施しなかった場合 :			
- 総生産額	79,800	79,800	
- 生産費	65,310	78,920	
- 収 益	14,490	880	
事業を実施した場合 :			
- 総生産額	169,800		108,000
- 生産費	83,130		75,800
- 収 益	86,670		32,200

注) : 詳細は、付表7.1.1-7.1.3を参照。

将来に於ける事業を実施しなかった場合と実施した場合の総便益は、上記のヘクタール当たり作物収益と栽培面積に基づき算定した。年間灌漑便益は、計画を実施しなかった場合と実施した場合の作物収益差であり、事業完成時のものとして算定した。灌漑便益は以下の通りである。

項目	稲作			合計
	雨期作	乾期作	飼料作物	
計画開発面積 :	3,940ha		790ha	4,730ha
事業を実施しなかった場合 :				
- 作付面積 (ha)	770ha			770ha
- 総生産額	61,450.6			61,450.6
- 生産費	53,691.2			53,691.2
- 収益	7,759.4			7,759.4
事業を実施した場合 :				
- 作付面積	3,940ha	3,940ha	790ha	8,670ha
- 総生産額	669,012.0	669,012.0	85,320.0	1,423,344.0
- 生産費	327,532.2	327,532.2	59,882.0	714,946.4
- 収益	341,479.8	341,479.8	25,438.0	708,397.6
灌漑便益 :				
- 作付面積	3,170ha	3,940ha	790ha	7,900ha
- 総生産額	607,561.4	669,012.0	85,320.0	1,361,893.4
- 生産費	273,841.0	327,532.2	59,882.0	661,255.2
- 収益	333,720.4	341,479.8	25,438.0	700,638.2
単位面積当たりの便益 :				
(UM/ha)	84,700.6	86,670.0	32,200.0	148,126.5

作物の増産による灌漑便益は、工事の完了後、徐々に増加し一定期間の後に目標便益に到達する。本計画の評価では、各作付に対して5年間で目標の収量が達成されると予想し、年毎の増加率を1年目 50%、2年目 60%、3年目 70%、4年目 80%、5年目 100% とした。

7.1.3 経済費用

経済費用は 6.2 節で積算した総事業費に標準変換係数 (SCF) 0.85 を乗じて算定した。排水ポンプ機器とゲートの更新費用及び年間の運転・修理・維持費についても同様に求めた。経済費用は以下の通りである。

項目	(百万円)	
	金額	
建設工事費 :	4,552.7	
排水ポンプ機器とゲートの更新費用 :	170.0	
年間の運転・修理・維持費	64.9	

7.1.4 経済評価

本事業の経済評価は、上記で算定した経済便益と経済費用を基に公定歩合 10% として内部経済

収益率（EIRR）、便益・費用比率（B/C）及び純便益（B-C）において行なった。さらにケース-1として全体事業費の場合とケース-2として村落給水施設と農村道路の建設費を除いた灌漑・排水施設、農業基盤整備費と展示農場建設・運営費の場合における分析を行なった結果は以下の通りである。

項目	ケース-1	ケース-2
内部収益率（EIRR）：	9.4%	10.4%
便益・費用比率（B/C）：	0.93	1.03
純便益（B-C）：	-220	92

事業評価の結果、内部収益率は9.4%と10.4%であった。この結果から本事業の実施が妥当であると判断される。

本事業建設費用及び便益の変動を考慮して感度分析を下記の条件で行った。

- (1) 建設費用が20%増額したケース
- (2) 便益が20%減額したケース
- (3) (1)と(2)のケースが同時に発生したケース

	計画ケース	ケース1	ケース2	ケース3
内部収益率（EIRR）	9.4%	7.9%	7.6%	6.2%

上記の結果、経済内部収益率は、9.4%であり、工事費が20%が上昇し、便益が20%減少した場合でも6.2%であるため、本事業の経済的評価は、妥当であると判断される。

7.1.5 財務評価

計画の妥当性を農家経済の側面から評価するため、計画地区内の平均灌漑受益農家、零細農家（稲作+畜産農家、稲作専業農家）について、事業を実施した場合の農家経済を分析した。また、受益農家の施設運営・維持管理費に対する支払い能力の分析は、農業経営の収支、即ち、農業総収入から生産費と生計費を差し引いた残額が、圃場レベルの灌漑施設の管理・維持費を灌漑供給量から算定した金額に充当できるかどうかを判定した。各農家の経営収支と支払能力の分析結果は下記の通りである。

農家の経営収支

項目	平均経営*		零細農家			
	規模農家		稲作 + 畜産		稲作専業	
耕作面積 (ha) :	9.5	22.8	2.0	5.0	2.0	4.0
水稲 雨期作	8.2	10.9	2.0	2.0	2.0	2.0
水稲 乾期作	1.3	10.9		2.0		2.0
牧草地		1.0		1.0		
総収入 (千円) :						
- 農業収入	919.8	4,616.8	193.6	950.0	193.6	824.0
- 農業外収入	485.0	0	382.1	87.7	382.1	72.4
合計	1,404.8	4,616.8	575.7	1,037.7	575.7	896.4
家族数* (人) :	8.5	8.5	6.4	6.4	6.4	6.4
総支出 (千円)						
- 生産費	779.5	2,206.6	109.2	391.0	109.2	315.9
- 生計費	616.4	739.7	464.1	510.5	464.1	510.6
合計	1,395.9	2,946.3	573.3	901.5	573.3	826.5
純余剰額 (千円) :	8.9	1,670.5	2.4	136.2	2.4	69.9

注) * : JICA農家経済調査、1996

施設運営・維持管理費の支払能力

項目	平均経営	零細農家	
	規模農家	稲作+畜産	稲作専業
農業経営面積 (ha) :			
水田	10.9	2.0	2.0
牧草地	1.0	1.0	
施設運営・維持管理費 (円/年間) :			
19,200円/ha	228,480	57,600	38,440
農業純収入 (円) :	2,410,200	303,300	508,100
割合	9.5%	19.0%	7.6%
純余剰金額 (円) :	1,670,500	136,200	69,900
割合	13.7%	42.3%	55.0%

上記の表に示す通り、農家の純余剰金に占める年間の施設運営・維持管理費は、平均経営規模農家で13.7%、稲作・畜産兼業零細農家で42.3%で、稲作専業零細農家で55.0%となった。従って、各農家での施設運営・維持管理費に対する支払い済能力は十分にあるものと判断できる。

排水ポンプの効果の観点から、水田開発地区（標高 EL. 1.25 m 以上）と牧草地区（標高 EL. 0.75 - 1.25 m）別に異なった運営・維持管理費（6.3節参照）を適用する場合の、純余剰金に占める年間の施設運営・維持管理費は平均経営規模農家で13.1%、稲作・畜産兼業零細農家で55.0%、稲作専業零細農家で46.0%と試算された。従って、このような運営・維持管理費の徴収体系でも各農家での施設運営・維持管理費に対する支払い済能力は十分にあるものと判断できる。

7.2 事業の間接便益と波及効果

経済評価で検討した直接便益に加え、事業実施による二次的な便益及び社会経済的效果が期待できる。主な社会経済効果は以下の通りである。

(1) 食糧の安定生産

計画地区内には多くの零細農家があり、農業協同組合を結成し協同農地で稲作を行なっている。しかし、営農資金の不足や稲作栽培に対する技術が不足しているため低い収量のため低所得水準にある。これらの農民に対し灌漑用水の安定的供給、排水の改善、展示農場を通じた栽培技術の導入により生産量が増加し、農外収入のための出稼ぎが少なくなり安定した生活が可能となる。また、モリニアでは毎年 50,000 - 70,000トンのコメが輸入されている。本事業の実施により年間の水稲生産量が初で 39,400トンとなり地区内消費分 ($11,080人 \times 71kg/年 \times 1/0.65 = 1,210トン$) を差し引いても約 38,000トンを上回る量が輸入分の削減 (55 - 75%) となりコメ輸入外貨の節約となることが期待される。

(2) 開発展示効果

本事業では、展示・訓練農場 (100ha) とモデル事業地区 (810ha) の灌漑・排水・建屋の施設建設と圃場整備を行ない農業協同組合のメンバーによるモデル・パイロット事業を実施する。この農場では稲作と牧草・野菜栽培のための試験、展示、訓練、種子の増殖等の活動が含まれており本事業地区のみならず隣接する地区やセネガル川・下デルタ地域全体への展示・普及効果の拡大が期待されている。また、農場では野菜や換金作物の試験栽培と技術の確立を行なうことにより、部落周辺で野菜栽培を行なっている女性の農業協同組合に対して種子の配付や技術普及を行なうことにより所得の増加と食生活の向上に寄与する。

(3) 環境保全

本計画地区では、排水不良や畜産の自由放牧により草地の荒廃や土地の生産性の低下が進んでいる。本事業では、水稲栽培のための水田と牧草地の造成、灌漑施設の完備による二期作の水稲栽培と牧草栽培、排水改良による塩類集積化の防止と草地改良が行なわれるため地区内の環境破壊の防止と土地の生産性の向上の効果が期待されている。また、排水改良により下流域における環境悪化の進捗を防ぐことに寄与する。

(4) 地区内の輸送条件の改善

本事業で行なう既存道路の改修と農道の新設により、地域内の輸送条件が大幅に改善される。特に雨期中に中断される各部落間やロッソへの通行や農産物、農業資機材、生活資材などの輸送条件の改善による経済活動の活性化に寄与する。

(5) 村民の生活・衛生状況の改善

本事業では各部落単位で村落給水施設の建設を行ない、村民への生活用水の供給による生活・衛生面での改善に寄与する。特に村落が点在する北側地域では、排水の改善と生活用水の供給に

より病虫害や衛生面の改善効果を期待することが出来る。

7.3 事業効果のモニタリング計画

本事業では、施設工事の開始から施設運営・維持管理体制の確立、期待収量への到達の期間として10年以上の歳月が必要とされている。事業効果のモニタリング計画（Project Monitoring and Evaluation Plan、PMEP）は、事業の開始の工事の進捗と財務監理から始まり施設完成後の営農活動、生産量、農業経済等の情報収集と分析により事業効果の評価を行なうものである。

モニタリング活動は、SONADER ロック事務所にモニタリング班を設置し、工事中は定期的に事業建設事務所からの情報を収集・整理する。施設の建設が完了したUUE地区においては、調査表を作成し作期毎にUUEでの農業統計に関する情報収集と農家聴取調査を実施する。農家聴取調査は、開発調査で実施した農家経済調査の分析結果をベンチマークとした調査農家を選定し定期的なモニタリングを行ない事業効果に関する分析・評価を行なう。これらの分析結果をもとに事業目標の達成度を確認すると共に受益農家への指導の指標とする。

主なモニタリングの項目と評価指標は以下の通りである。

レベル	情報の項目	評価指標の項目
A	工事の進捗と財務監理	情報の記録（施工監理）
B	作付体系 作付率 水管理	作付体系、栽培面積 年間の作付率、二期作の達成度 灌漑実績と効果
C	農業経営面積 土地所有 農業支援活動 作物生産費 作物収量と生産量 農業生産投入資機材	作物の収量と生産量 総労働投入量 家族労働投入量
D	農産物の価格 作物収入 作物収益 農業収入	作物生産額 作物生産費 作物栽培による総収入と純収益 投入労働量と費用 農業総収入と純収入

第8章 環境保全計画

8.1 概要

IEEで特定したイパクトは調査対象地域ばかりでなく、セカム川流域で現在進行中の開発地のどこにも見られるものであるから、ここで述べる環境保全計画はセカム川流域の環境対策を含む。地区レベルではイパクト開発手法を適用し、本報告書の農業開発計画で提案している展示・訓練農場での試験展示により農民に環境保全技術を教示する必要がある。展示・訓練農場の運営管理にはSONADERが責任をもつ。農民のための総合的な環境保全対策を確立し、指導するために、イパクト地区は環境、森林、公衆衛生等の他の部局と協力して運営する必要がある。全国レベルでは、環境保全対策が政府の定める環境保全対策の一環であるべきで、政府は同政策の企画、立案、予算及び管理に責任をもつ。環境保全の一般対策が主に関係するのは、ショットブル及びディウリンの湿原、砂漠化及び砂丘移動の問題、並びに各種の監視及び防止対策である。

8.2 ディウリン国立公園及びショットブル湿地

生物種の多様性の観点からすると、ディウリンはセカム河流域で最も重要かつ脆弱な地域である。ショットブルを含むアクト・ス・サハラは、西アフリカで唯一のPhoenicopterus minor (小フミンコ) の繁殖地だといわれる。さらに、この地域でPhoenicopterus ruber (ベ・ンク・フミンコ) 及びSterna albifrons (アジサシの一種) が繁殖することは、その繁殖地がアフリカ沿岸で僅かしかないのを考えたとき、極めて貴重である。ショットブルはディウリン国立公園(PND)にごく近く、その延長と考えてよい。本地域は隔離しているため、鳥類が休み、餌を取り、繁殖するのに絶好の場所となっている。ディウリン国立公園が乾燥すると、多数の鳥が公園を去って、ショットブルに休息と採食の場を求めらる。

ショットブルは、セカム川の淡水がディウリン湖を流れて流れる人工の河口とも考えられ、またディウリン湖を介して下部ディウリンの海水と連絡しているため、この地域はオウラを代表とする汽水性魚類の理想的な産卵地である。地域の生態系により、甲殻類・魚類は極めて豊富で、ディウリン国立公園周辺の村々の社会環境改善に役立っている。特にジレ及びビレット砂丘上に位置する諸村落は、従来から漁業を行ってきたが、ディウリン国立公園の設立で漁業はある程度の制限を受け、漁船の移動範囲が縮小した。DEARは1985年に再検討を行い、ショットブルをディウリン国立公園に含めて、前記村落の漁業活動の発展計画に加えた。

現在、本地域でラムサール条約の保護地になっているのは、ディウリン国立公園だけである。DEARがラムサールに送付したリストには、ショットブルも国際的に重要な湿地として載っていたが、まだ何らの保護も受けていない。環境保全・環境保護の観点を考慮に入れられない限り、ディウリンの開発はショットブルにマックスの結果を与えるであろう。

初期環境調査(IEE)の結果に基づけば、調査対象地域の排水をディウリン水路経由でショットブルに

導くことは、本地域の環境に影響を与える。起こりうる影響は次のとおりである。

(1) 地域の沼沢及び湖沼の水位変動に対する影響

開発計画で発生する流出の増加に伴う水位変動で広範囲の氾濫が起これ、地域が長期間冠水すると、草や樹木が呼吸困難に陥るために植物・森林被覆の減少を招き、渡り鳥の営巣と休息に影響するであろう。

(2) 農薬(殺虫・殺菌剤)による水質汚染の影響

農薬の効果(イヌ、細菌、昆虫を殺す)からして、無規制の農薬散布が環境に重大な影響を及ぼすことは明らかである。農薬は容易に水に溶けるから、高濃度になると、魚類や、魚を餌にし、水を飲む鳥類等の水棲動物に被害を与えるであろう。

(3) 化学肥料の影響

殺虫・殺菌剤の毒性に対して、化学肥料は環境に直接危険なわけでない。その影響は間接的で、化学肥料は作物だけでなく、他の植物、雑草、藻、そして藻を餌にする魚類の成長も促進する。しかし、水中の化学肥料濃度が高くなると、富栄養化によって藻の大発生を引き起こし、水の濁度と透明度に影響を及ぼす。こうした状況では特定の動物相が優位になって、魚類が死滅し、魚を餌とする鳥類も死ぬであろう。

以上のことを考慮に入れ、本地域の豊かな環境の保全保護の観点から農業排水をショットプルへ導くことは避けることが望ましい。

8.3 砂漠化及び砂丘移動

(1) 砂丘移動防止の方法

砂丘移動は生産農地(耕地及び放牧地)に甚大な損害を与えるもので、モリタニアの主要な環境問題になっている。砂丘固定化に関しては都市及び道路周辺で、多くの経験を積んでおり、多数の砂丘固定プロジェクトがNGOの手で行われている。砂丘固定の方法は砂丘の種類で異なり、海岸砂丘か内陸砂丘かによっても異なる。調査対象地域には内陸砂丘のみあるため、ここではその固定について論議するが、この面でもモリタニアは他のサハラ諸国の模範となっている。内陸砂丘の固定には物理的固定と植林の2つの方法が併用される。物理的な方法は砂丘前面に人工砂丘を築くか、木の枝や木の幹、合成素材で作った防風柵を砂丘の頂上に配置するものである。植林による方法は成長が早く干ばつに強い地域に適した樹種を用いて行う。

技術面で、モリタニアは居住地周辺の砂丘固定にかなり成果を収めているが、社会経済的条件が砂丘固定の努力を水泡に帰し、思わぬ失敗を招くことがあるといわれている。砂丘固定事業を成功に導く鍵のひとつは地域住民の関与の度合である。モリタニアの経験では砂丘固定プロジェクトの計画、実施、管理の各段階に地域共同体が直接参加したときに、プロジェクトの成功率が飛躍的に高まるこ

とが示された。住民はプロジェクに既得権を持つときにのみ、進んで新植した樹木に灌水し、放牧家畜を近寄らせない努力を払うのである。砂丘移動の脅威を受ける村落の周辺には広大な荒れ地が広がっている。この問題を解決するには広域で砂丘固定化が必要になる。さらに砂丘地域の放牧負荷を減らすために、保護区の設定（柵囲い、監視）、村落周辺での放牧家畜の一部を離れた低地に移すなどの補助手段が必要である。

(2) その他の砂漠化防止対策

イ. 適当な手段（柵囲い、監視）で、あらゆる放牧家畜の侵入を防ぎ、林地の管理を強化する。すべての森林、保護林、保護区を対象とし、植林面積を拡大する。生産資源の保全強化には、森林計画樹立と販売目的の樹木伐採規制の両面で、国と州の共同行動が必要である。

ロ. 7カプロジェクトを展開する。

これには主要道路及び水利施設に沿った防風林の設置を含む。民間及び農協の開発地は防風林を設置し、灌漑農業に適さない既設開発地では、生産目的の果樹及び森林樹種を植栽する。

ハ. 開発地の周囲、排水路沿い、土取り跡地での植林を奨励する。

防風林配置の典型例は、シエル川灌漑プロジェクトで提案されているが、同様の目的を持つプロジェクトに適用可能であり、砂丘移動、土壌侵食、風による蒸発の防止、灌漑施設の保護と維持経費の節減、生産性の向上に役立つ。また、生産目的の人工林は天然林資源の乱伐防止に寄与するであろう。防風林については村民のための造林、列状植林、村落苗圃の3技術が確立している。本開発計画では展示・訓練農場に苗圃を設けることにしており、農民が必要とする苗木を供給できる。

ニ. 薪消費の規制

この面での主要な対策はかまどの改善や農村地域における代替燃料としてのプロパンガスの普及であり、補助的手段としては電気、太陽エネルギーの利用が考えられる。

(3) 砂漠化防止対策事業

本計画では農地及び水路・農道の事業施設の保護を目的とした砂漠化防止対策事業を実施する。工法は計画地区の近隣で実績があり、上記で述べた植林による方法を採用する。砂漠化は計画地区の北辺部まで前進していることから、農地開発地区の北端及びケルマッセンからアウリグまでの農道に沿って保護工を施す。また、幹線及び2次支線灌漑排水路の両側に沿って保護工を施す。植林のための苗木はSONADERが展示・訓練農場で生産し、植林と植林後3年間の樹木保護は農民参加により実施する。但し、参加農民には日当を支払うこととし、その費用は総額で24百万UMと見積られる。この費用は事業費として計上する。

8.4 その他の諸問題

(1) 疫病調査と疫病予防

現在、州段階での公衆衛生、家畜衛生は厚生省と農村開発・環境省の出先機関が共同して担当

している。今後セチム川流域では水利施設の建設と灌漑水田の開発にともない、湛水地帯が増加すると思われるので、水に起因する疫病の増加が懸念される。そこで、上記の体制を維持しながら、マラリア、流行性下痢等の水が原因となる病気、並びに家畜病害の監視と予防措置に力点を置く必要がある。コレラは水が直接の原因ではないが、この地域に一般的で、適切な衛生対策をとらないと蔓延する恐れがあるので、やはり監視と予防措置を強化すべきである。

調査地域があるロッソ及びビクトリア湖県にはそれぞれ保健センターがあり、半径10kmの範囲で住民の50%強が受診可能であるが、保健センターへの搬送手段は事実上ないに等しい。センターが病気蔓延の防止の任務を果たすためには、搬送手段の強化が必要である。

(2) 水質汚染

水質調査の結果、飲料水供給に改善の必要のあることが分かった。調査結果に基づき問題のある各村には安全な飲料水供給施設の設置を提案する。飲料水の水質については細菌数や肥料・農薬使用最盛時における科学成分を常時監視して、水質汚染と病気の蔓延に対する適切な対策を講ずる必要がある。こうした監視は、SONADERが国立公衆衛生院と協力して水質分析研究室で毎年行うべきである。

(3) 農業汚染

SONADERは、新しい栽培体系のもとでの農薬使用量の把握・監視を行うとともに試験研究機関と協力して必要最小限の農薬使用量に関する研究を行い、農薬の使用指針を示すほか、毒性の高い農薬に対する厳格な使用規制を実施する。

(4) 塩類集積と地力低下

灌漑圃場の開発利用に伴って、セチム川流域にはこの種の環境問題が数多く見られる。既存の開発地については環境との関連でより総合的な利用をはかるとともに、順次改良事業を行う必要がある。また、将来の開発地については塩類集積や地力低下を招かないよう技術普及に力を注ぐべきであろう。塩類集積、地力低下の監視は、SONADERが系統的に実施する。

8.5 環境監視システム

開発計画の実施に当たっては、早急にSONADERとDEARを入れた自然資源監視システムを確立する必要がある。両機関は、水利及び公衆衛生など他の関係部局と共同して監視業務に当たる。具体的には以下の環境監視システムを設立と実施を提案する。

(1) 土壌と水

土壌の質と変化は、栽培法が集約化するにしたがい、定期的に監視しなければならない。土壌分析は本報告書の3.3節（土壌・土地分級）で提案する頻度で行うべきである。

水質の監視は1年に2回、すなわち6月中旬(多くの乾期作物が収穫期を迎え、大部分の雨期作物を植える時期)及び12月下旬(多くの雨期作物の収穫期)に行う必要がある。場所と実施項目は次のとおり。

—イラビマの上流：pH, EC 及び塩分濃度。

稲作用灌溉水の塩分濃度は、被害と収量低下を避けるため、2,000 ppm 以下でなければならない。

—地区の飲料水用の井戸：pH, EC, NO₃, 塩分濃度、全細菌数、大腸菌数。

特に硝酸、全細菌数、大腸菌数の増加を監視すること。

—計画排水路の下流：NO₃, P, 農薬。

—排水が流れ込むクンガウ低地：NO₃, P, 農薬。

付表 8.5.1 は、フランスで一般的に適用されている水質基準で、使用目的ごとに水質の全体評価基準を示している。本表では、使用目的にしたがい、河川水が満たすべき水質を5等級に分けている。各等級には、多数のパラメーターが含まれるが、用いた基準値は国際基準に近く、モリタエにおける水質監視にとって、本表は有用な基準となりうるだろう。

(2) 砂丘移動及び砂漠化

荒れ地に対する対策を実施したとしても、適切な維持管理を行わないと問題が生じかる。したがって、樹木が十分大きくなるまでは継続的に、その後は定期的に監視を行う必要がある。すなわち、砂丘地域に家畜が徘徊するのを監視し、フェンスの維持管理(修理、堆積した砂の除去)と樹木の剪定を行う。

(3) 公衆衛生及び疫病

疫病を正しく監視し、正確に理解するため、疫学調査は毎年行うべきである。疫学調査に含まれるのは、2-3の宿主の指定処理に対する化学的抵抗力、ヒメジキ住血吸虫の宿主貝類の同定・生息密度・分布・寄生率、下痢・赤痢症候群を引き起こす細菌や寄生虫に関する疫学研究である。こうした調査は、疫病監視システムを作り上げる中で毎年行う。国の衛生センター(CNII)は、これらの調査を担当するだろう。また、飲料水に関する毎年の水質検査は貴重な情報を提供し、また、必要な予防および治療対策をとる上で、予想を立てるのに役立つであろう。

第9章 WID

9.1 計画の背景

調査対象地区における各村の女性活動現況からみて事業地区内の女性は経済活動に対する意識が高く、又、グループ活動の経験・実績も十分こなしている。しかし、女性活動のための現在環境、特に基盤整備、が十分とはいえず、その活動基盤の整備が必要と考えられる。その主な施設としては、手工芸作業場の建物及び設備・資材料、並びに野菜畑の水利施設があげられる。又、農作業及び手工芸生産における現在の技術レベルは低いものの、女性達はそれを向上させる能力を有しており、その訓練・技術指導の実施が必要と考えられる。

9.2 WID活動の基本内容

WID活動は、次の活動基盤の整備と一般知識・技術向上の指導との二本柱からなる。

- 各村の手工芸作業場、菜園並びに生産物の販売流通施設の整備、及び手工芸と野菜栽培のための資材の供給。
- 基礎女性教育と経済活動（手工芸・農作業）の技術訓練・指導。

これらの活動のためにSONADERは女性組合のUNIONを通じて各村の女性活動状況を把握し、各村の基本計画を策定し、活動に助言を与える。資機材の供給及び技術指導はUNIONが中心になって行う。本開発計画ではFM事業施設として、生産物の販売流通施設、即ち屋根付きの市場をケルマセンに建設する。この施設の運営・維持管理はケルマセン村が行うものとする。

第10章 結論と勧告

10.1 結論

- (1) モーリタニアにおける食糧生産の可能地はセネガ川流域に限られているが、開発可能面積135,410haの内28%にあたる16,200haしか開発されていない。一方、小麦やコメの主要食糧は輸入に頼っており、コメの輸入量が毎年50,000-70,000トンとなっている。このため政府は、モーリタニア総合灌漑農業開発計画（PDIAIM）の中でセネガ川流域灌漑農業開発計画・デイトゥ地区を最優先事業として取り上げ農産物の増産による食糧自給率50%の確保を目指している。本調査では、デイトゥ地区13,730haにおける農村民の生活水準の向上、食糧増産、環境保全に資することを目的とした灌漑農業開発計画策定に係るフェジビリティを検討した。その結果、水田3,940ha、牧草地790haの計4,730haを対象とした灌漑排水施設と農村基盤の整備計画を策定した。
- (2) 灌漑農業開発計画で取り上げた灌漑・排水施設、農道の改修・新設、農村給水施設等の事業費の積算、事業実施・運営計画の策定、事業便益・効果の算定に基づき経済評価を行なった。経済評価では内部経済収益率（EIRR）は9.4%であった。農道と農村給水施設の建設費用を除いた場合では10.4%であった。本事業は目標達成までに事業着手後16年間を要す段階的な開発計画であることと、農民に対する農業支援活動の費用を事業費に含めているため、内部収益率が低くなっている。しかし技術面の容易性、社会・自然環境面における便益、及び国家食糧安全保障への寄与が期待できることから本事業の実施が妥当であると判断される。
- (3) 本事業の目標を計画に沿って達成するための基本要素は、SONADERが展示・訓練農場を基地にした農業支援活動を効果的に実施することと、事業の初期段階におけるモリ・バロツ事業地区を対象とした集中的な改良技術の普及活動を行うことである。そのために、SONADERは国内の優秀な人材を確保することは勿論、先進国から専門家の派遣を含む技術支援の受け入れを図る必要がある。この活動を通じて得られる結果は本事業の成功のみに止まらず、セネガ川流域での灌漑農業開発に大きな波及効果をもたらすものと考えられる。
- (4) 本事業は、既存農地の生産性向上と塩類化の防止を目的として幹線水路や末端水路の改修、排水路・排水ポンプ場の建設、農道の改修・新設を行なうもので、これらの工事はすでに近接のマリ共和国営農場やグム地区においてSONADER指導の下で農民や地元コントラクターにより実施されているものと同じレベルであり、特に高度な技術を必要としない。ショットブルを含むデイトゥ国立公園の自然環境を保護する観点からポンプ排水方式を採用したが、運転・維持管理の容易性を考慮した小型の機器の導入であるため完成後の維持・管理作業についてはSONADERやAUDの職員の技術レベルで十分に対応出来るものである。また、排水ポンプの運転維持費を含めた事業施設の運営・維持管理費は受益者負担となるが、財務分析の結果、零細農家でも十分支払える範囲の額に収まっている。
- (5) 牧畜は農業部門において80%の生産額を誇るモーリタニアの主産業である。計画地区には元來牧畜を生業としてきた住民が多数を占めており、牛、羊等約10,000頭の家畜が飼育さ

れている。モリブ川流域は洪水減水後には広大な自然草地を提供していたが、デイヤ河口堰と右岸堤防の建設後その機能は失われてしまった。調査期間中に行った受益者公聴会では、計画地区住民の草地開発に対する強い要望と、開発後には住民が組合を結成して草地管理を行うとの意志が確認された。一方、農耕主体の住民は放牧家畜が農耕に及ぼす被害を懸念している。本事業計画では、物理的には電柵の設置で対処し、農耕・牧畜の両受益者が組合員として参加するAUDを通じて両者間の軋轢を防止することにした。

- (6) モリブ川国では「地域格差の是正」、「農民の生活と収入の向上」、「環境保全と天然の回復」を政治課題として掲げており、本事業はまさにこの国家政策に沿ったものである。

10.2 勧告

モリブ川流域灌漑農業開発計画事業は、特別の技術的な問題はなく、食糧の増産と計画地域農民の生活向上に大きく貢献することが期待されていることから、下記のことに留意し本事業の早期実施を勧告する。

- (1) 本事業の実施と農業支援強化のためにSONADERに新しく事業建設事務所と職員を増員・配置を勧告する。本報告書の運営計画案に沿って早期に法的・財政上（内貨分の事業予算）の処置を含む準備に着手することが望まれる。
- (2) SONADERの事業実施体制の準備作業と並行して、対象受益農民に灌漑農業開発計画に関する説明や啓蒙活動を開始し、本事業で建設される施設の維持・管理組織として新しい農民組合（AUD、UUE）の設立準備を進めることを勧告する。
- (3) 本事業の実施設計と工事实施のための準備作業に関する勧告は以下の通りである。
 - 用地買収や土地配分のために計画対象地域内の土地所有関係資料を整理・統合する。
 - 実施作業と並行して展示・訓練農場を含む施設建設に必要な用地確保を行なう。
- (4) 本事業の実施については、PDIAIMの方針に沿って支援国にその資金協力を要請すると共に、モリブ川国と展示・訓練農場の建設を優先して実施することを勧告する。また、展示・訓練農場に対する技術協力についても併せて要請することを勧告する。支援国の技術・資金協力を得て本事業を実施する前提条件として、モリブ川国政府は以下の準備を事業開始までに完了することを勧告する。
 - UUE及びAUDの設立と協会登録を含む法的措置。
 - 事業運営事務所と展示・訓練農場事務所の設立と要員の確保。
- (5) 工事完了後のモニタリングに関する勧告は以下の通りである。
 - 事業実施後のモニタリング・評価を実施し、その結果に基づいて維持・管理体制、方法を改善していくシステムの確立をおこなう。

- 本報告書で提案している環境や塩害に関するモニタリング・システムを確立し、地下水位観測、環境アセスメントを継続的に実施する。