

4. 水資源利用技術マニュアル

—限られた水をうまく使う—



4. 水資源利用技術マニュアル

第1章 総説	4- 1
1. 1 背景	4- 1
1. 2 目的	4- 2
第2章 水利用計画の策定	4- 3
2. 1 現地調査.....	4- 4
2. 1. 1 水利用目的の把握.....	4- 4
2. 1. 2 水の利用目的別消費量の把握	4- 5
2. 1. 3 水源施設状況等の把握	4- 7
2. 2 水利用計画の策定	4-10
2. 2. 1 水資源開発量と利用可能量の明示.....	4-11
2. 2. 2 水の利用目的	4-11
2. 2. 3 水利用者の範囲	4-11
2. 2. 4 水利用施設の整備計画.....	4-11
2. 2. 5 水利用施設の維持管理計画	4-11
第3章 水利用施設の設計	4-12
3. 1 小規模灌漑施設	4-12
3. 1. 1 取水揚水施設	4-12
3. 1. 2 配水路	4-19
3. 1. 3 貯水槽	4-26
第4章 灌漑畑の整備	4-30
4. 1 灌漑畑の位置選定	4-30
4. 2 灌漑畑の規模決定	4-30
4. 3 灌漑畑の区画配置	4-31
4. 4 区画割当て方針の検討	4-32
4. 5 灌漑畑の整備	4-32
第5章 水田の整備	4-34
5. 1 水田の位置選定	4-34
5. 2 水田の規模決定	4-34
5. 3 水田の整備	4-35

第6章 施設の運用・維持管理	4-38
6. 1 水利用組織の設立	4-38
6. 2 住民意向の反映	4-38
6. 2. 1 持続性の確保	4-38
6. 3 施設等の維持管理	4-40
6. 3. 1 維持管理手順の標準化	4-40
6. 3. 2 作業内容の管理	4-40
6. 3. 3 関連対策の一体的実施	4-40
6. 3. 4 保安対策その他	4-40
6. 4 経費負担	4-40
6. 4. 1 必要経費の見積	4-41
6. 4. 2 経費の管理	4-41
6. 5 施設の運用開始当初の技術指導	4-41
第7章 付録	4-42
7. 1 水利用施設の整備手順と本ガイド記載位置	4-42

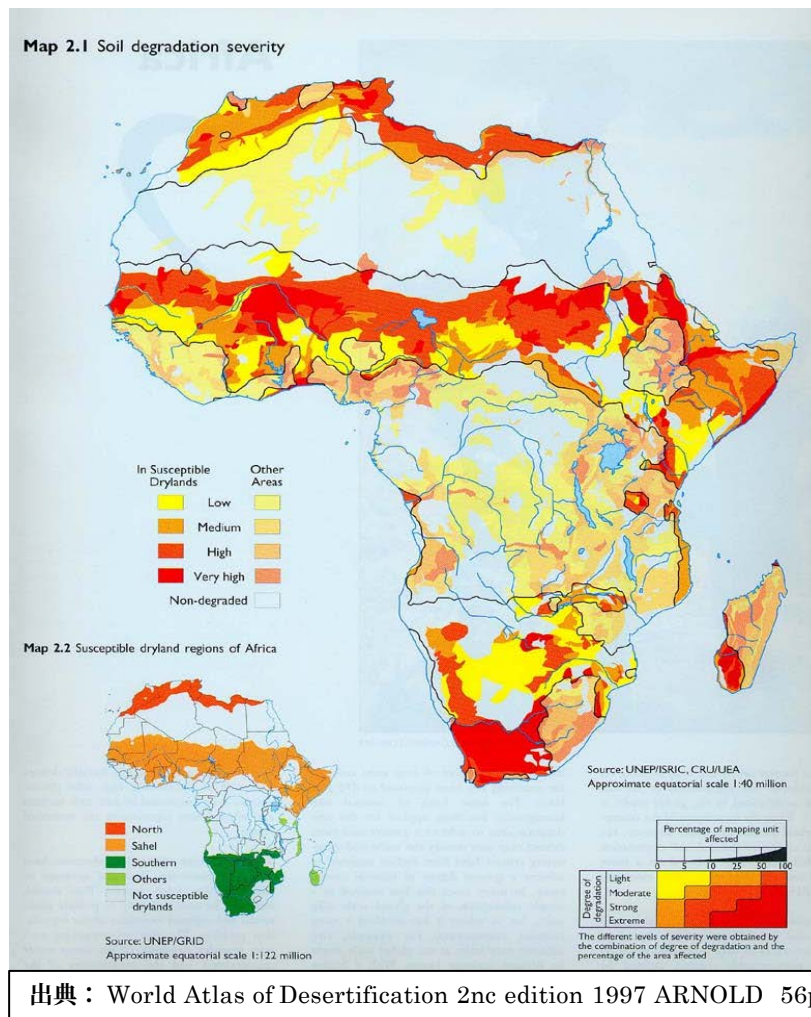
第1章 総説

1. 1 背景

サハラ砂漠の南縁に広がる、砂漠化の最前線とも言えるサヘル地域では、主として、自然の生産力に過度に依存した農・畜産業や林産資源の利用といった生産方式がとられてきた。このような生産方式は、急激な人口増加に伴う自然の生産力への負荷の増加や近年続いた干ばつの影響による自然の生産力の低下とも相俟って、土地を疲弊させ、自然の再生能力を低下させ、植生を減少させ、これらが循環して砂漠化の進行を加速させている。

すなわち、人口圧力の増加と地力低下に伴う単位収量の減少は、土地に十分な休耕期間を与えないまま過剰な耕作を余儀なくさせ土地の生産力を一層収奪している。また、粗放的な家畜の放牧や無秩序な森林伐採は、自然の再生力を上回る勢いで植生を減少させ続けており、こうして地力が低下し植生が減少した土地は放置され、再生力を失って砂漠化に向かっている。

図1. 1. 1 アフリカ大陸の土壤劣化状況



したがって、砂漠化防止対策のカギは、こうした悪循環の鎖を断ち切ることにあり、その主役は、将来ともそこで生産活動を継続しようとする地域住民自らでなければならない。地域住民たちには、自分たちの地域の自然資源について、その現状と対策の必要性を認識した上で、自然の生産力への負荷を軽減し、または、自然の生産力そのものを向上させ、あるいは、これらを同時に推し進める一方で、従来の生産方式を効率化し、単位生産量を拡大するための努力が求められる。

しかしながら、このような取り組みには長い時間と膨大な労力が必要であり、また、その効果発現には長時間を要するため持続的な実施が困難となることが多い。

このため、水資源の開発と利用のための施設整備を通じて、これまで未利用もしくは低利用のまま放置されていたワジ氾濫原と水資源を有効に活用し、高生産性農業を新たに導入するなど即効性の高い対策を組み合わせ、両者を一体的に実施することが、ひとつの有効な方法となる。

1. 2 目的

ワジ氾濫原は、それより高位置にある緩斜面のミレット耕作地などに比較して肥沃で水資源に恵まれているが、多くは未・低利用のままである。これを農業に利用することができれば、耕作圧力の一部を肩代わりでき、ミレット耕作地などの過剰耕作を軽減するのに役立つことになる。さらに、この収穫物を販売できれば現金収入の途も開け、生活の安定に寄与する。

ワジ氾濫原で高生産性の農業を行うには、ワジ氾濫原を整備して、雨季に水田として利用したり、乾季に野菜畑として利用したりするため、多くの場合、水利用施設の設置が必要となる。また、この氾濫源の整備や施設設置に当たっては、地域の住民が取り組みやすいように、簡易で安価に実施できることが望ましい。

このガイドは、このような視点から、サヘル地域での限られた水資源を有効に活用するための土地の整備や施設の設置を行う場合に必要な計画・設計・運用手法について、JGRC がこれまで西アフリカのニジェール国、ブルキナファソ国及びマリ国で実施してきた調査によって得た成果を中心に紹介し、地域の特性に応じた適正な整備計画づくりやその実施に資することを目的とし、主として、ワジ氾濫原での「水稻作」、「減水農業」及び「乾季野菜栽培」のための小規模灌漑施設、あるいは「家畜の飲用水確保」のための水源整備に関し、調査・計画・設計の手順あるいは施工及び維持管理上の留意点について、具体的に述べる。

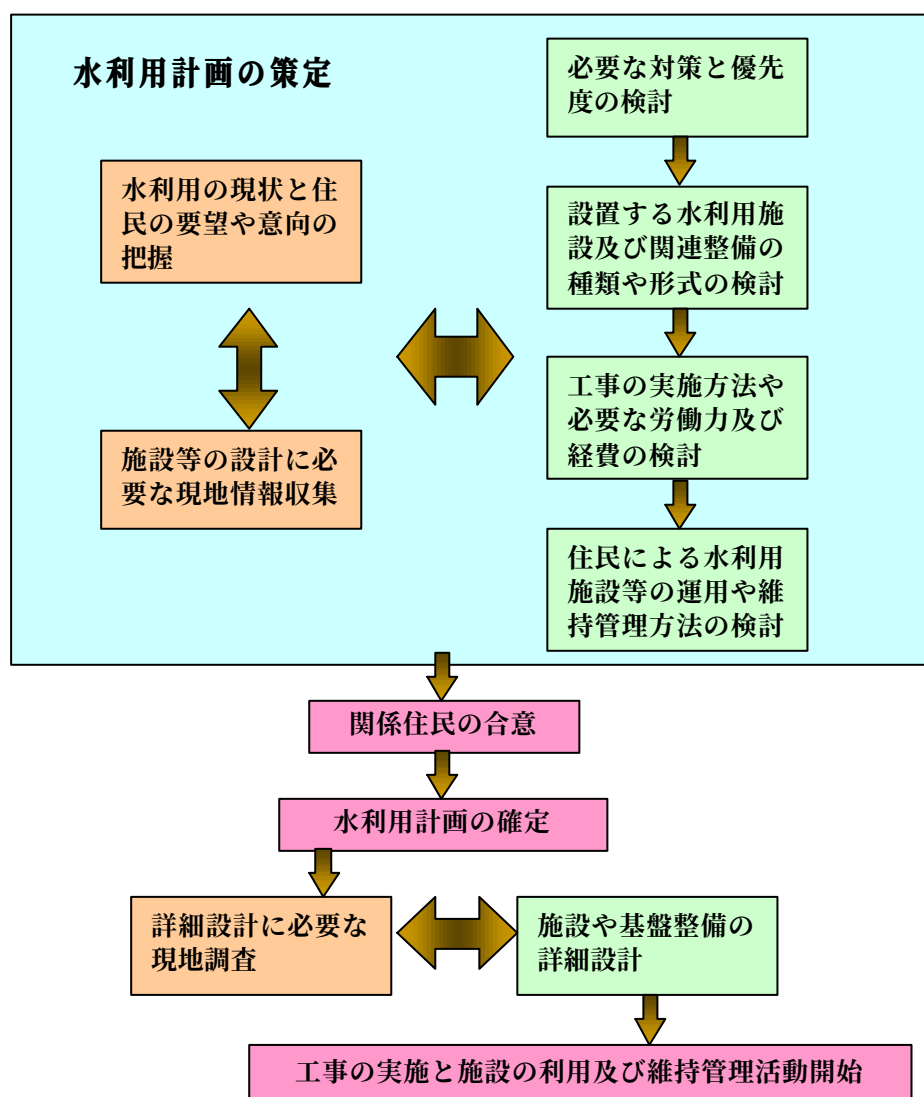
第2章 水利用計画の策定

サヘル地域では、水資源の逼迫が各種生産活動の制約要因となっている。このため、水利用施設の整備は、始めに地域の需要があって、これに基づいて開始されるのが一般的である。しかしながら、需要や要望があるからといって、地域の実情を十分に把握しないまま拙速に整備を実施することは、必ずしも実効的な施設とならないことがある。従って、水利用施設の整備に当たっては、まず地域の諸実態を把握し、地域住民が使い易い施設となるよう適切に計画することが重要である。

このため、水利用計画は、利用可能な水資源が開発されることを前提として、その利用目的や利用方法を明らかにして最適な水利用施設の形式を選択し、その適正な設計・整備と、整備された施設等の適切な管理を行うため策定する。

水利用計画の策定は、別途策定される「水資源開発計画」と連携しつつ、関連する「農業計画」、「牧畜計画」及び「植林計画」との整合性にも配慮しつつ、下記のような流れに沿って進める。

図2.1 水利用計画の策定と実施までのフロー



2. 1 現地調査

現地調査は、地域の実態を把握し、水利用施設の形式や合理的な構造・規模の決定、適正な建設の実施と管理に必要な基本的情報の収集を目的に実施する。

水利用計画策定に当たって必要な調査項目の大部分は、水資源開発計画の策定に必要な調査と重複するため、ここでは主として水利用施設の建設と管理に関する調査項目について述べる。

調査項目は、利用目的に応じて適宜取捨選択して決定するが、水利用施設の建設計画の検討に必要と考えられる基本的な調査項目について以下に例示する。なお、各種調査に当たっては、地域の水利用に関する社会的、宗教的背景を尊重しつつ行う。

2. 1. 1 水利用目的の把握

地域が抱える水に関する課題は多岐に亘ることが多いが、通常これらの課題を一挙に解決することは困難であり、緊急の課題から順次対応することとなる。このため、優先度の高い水の利用目的を把握し、必要な水利用施設的内容及び水利用ルールの検討に資するため、水の利用目的に関する地域住民の要望や意向等を把握する。

水資源は、全ての生産活動の基本であり、とりわけ水資源が逼迫しているサヘル地域ではどのような目的にも利用できるが、ここで特に利用目的を調査する意味は、利用目的に応じた適切な施設の設計を行うことにある。

つまり、羊の飲み水として利用するため、何本もの深井戸を掘って動力ポンプで揚水するのでは、経費が掛かりすぎて効率が悪い。また、乾季野菜栽培のための水源を畑から遠く離れた位置に設置したのでは、水の運搬に多大な労力が必要となり、持続的な栽培活動が困難になるなどの問題が生ずる。したがって、貴重な水資源を有効かつ合理的に利用するためには、水の利用目的や方法、地形など、対象地域の特性に応じた施設の形式や規模などを検討しなければならない。このため、水利施設の形式検討に先立って、まず、水の利用目的を明確にしておく必要がある。

なお、ここで言う水の利用目的とは、施設等の整備計画を策定する上で考慮すべき主たる利用目的を指しており、地域住民による実際の利用目的を制限するものではない。したがって、実際の施設等の整備に当たっては、将来の利用目的の拡大にも十分配慮することが大切である。

参考として、JGRC の調査で整備した水源施設の形式とその主たる利用目的を表 2.1.1.1 に示す。現地における実際の利用はこれらにとどまらず、様々な目的で活用され始めている。

また、表 2.1.1.2 に水源形式の種類と主な利用目的等の一般的な組合せを例示する。

表2. 1. 1. 1 JGRC 調査で実施した水資源利用施設と主たる利用目的

水源・施設の形式	個所数	主な利用目的
ミニダム	2	貯水池周縁での雨期の稲作、乾季の野菜減水農業
既存溜池整備	2	家畜の水飲み場、野菜畑・苗木畑灌漑用水
新規溜池造成	1	家畜の水飲み場
既存井戸改修	6	生活用水
新規井戸開削(うち送配水システム整備)	23 (3)	生活用水、野菜畑・苗木畑灌漑用水

表2. 1. 1. 2 水源の種類と主な利用目的の一般的な組合せ例

水源	特徴	主な利用目的	利用方法・内容
ミニダム	ワジを横断する堤防を築立てて流路を締め切り、流出水を貯留する施設。 貯水面と現地盤が接する部分の周辺には、水位の低下に伴って湿潤な氾濫原が現れる。	氾濫原水田	貯水域縁部の浅瀬部分を水田として整備し、雨季の間、水稻栽培を行う。
		減水農業	雨季終了後、貯水位の低下に伴って現れる湿潤な地面を追跡しながら野菜栽培を行う。
		灌漑用水源	貯留水をポンプ等で汲み上げ、周辺に造成した乾季野菜畑の灌漑用水として利用する。
		家畜水飲み場	貯水池を家畜の水飲み場として供用する。
溜池	雨季の間に水溜まりとなる低地の窪みや日乾し煉瓦用土取場跡地などで、基盤の掘り下げ、法面整形、周縁堤防設置などを行って貯留量を増大させ、貯留水の滞留期間を延長し、乾季の利用に供する。	灌漑用水源	貯留水をポンプ等で汲み上げ、あるいは、貯水池から導水路を引き出し、周辺に水分を補給して、水稻栽培や野菜栽培を行う。
		家畜水飲み場	貯水池を家畜の水飲み場として供用する。家畜の通行による堤防や法面の破損を防止するための対策と家畜を安全に水際まで接近させるための対策が必要となる。
井戸	事前に適切な探査を行うことによって、比較的安定的な水源として利用することができる。 地下水面が深い場合や、複数の利用者が同時刻に集中することが想定される場合などには、揚水・送配水設備の設置を検討する。	灌漑用水源	揚水に手間が掛かるため、野菜など、比較的使用水量が少ない作物の灌漑用水として利用する。 1ヶ所の井戸を複数の耕作者が利用する場合、動力ポンプ等の揚水設備と送水管・給水槽などの送配水システムを導入することで、損失量の削減や作業の効率化が可能となる。

2. 1. 2 水の利用目的別消費量の把握

開発される水資源の供給能力に見合った給水範囲や給水期間を把握するため、それぞれの水利用目的に応じて、必要な基礎的情報を調査し、水の消費見込み量を把握する。

1) 家畜飲用水

家畜による水の消費量を把握し給水対象とする集落等の範囲を決定するため、周辺地域で飼養されている家畜の種類別頭数を把握する。

また、移動家畜の無秩序な農地等への立ち入りによる被害防止を目的として移動家畜用の水飲み場を整備しようとする場合など、移動家畜にも配慮する必要がある場合は、移動家畜の通過数、移動経路についても併せて調査する。移動家畜の通過数や経路は、年毎に変化する降雨量や植生の状況によっても変わるため、正確な状況を把握することは困難であるが、地域住民からの聞き取りなどにより、移牧頭数の概数や経路の傾向を調査する。

なお、本水利用計画と並行して、当該地域の牧畜に関する開発基本計画が策定され

る場合には、その内容を踏まえた家畜頭数を適用する。

家畜頭数の調査方法や牧畜開発基本計画との整合性を保つ上で留意すべき点については、別冊の「砂漠化防止対策計画策定技術マニュアル」及び「牧畜技術マニュアル」を参照されたい。

こうして把握した家畜頭数に応じて、飲用水量を算定する。この際用いる標準用水量は、家畜の種類や大きさに応じて 20～60 ℓ/頭/日程度の範囲で決定するが、当該地域での先行事業などを参考に、妥当な数値を採用する。

参考として、下の表 2.1.2.1 に JGRC 調査で整備したマリ国のコバ池における家畜用水量の算定例を示す。

表 2. 1. 2. 1 家畜飲用水と灌漑用水源として整備した溜池の貯留期間算定例

区分	内容			
給水対象	集落 A	集落 B	集落 C	移動家畜
対象家畜数合計	大家畜：659 頭／小家畜：597 頭			
大家畜：牛/ロバ/馬	65+25+6=96	169+32+2=203	112+20+8=140	173+39+8=220
小家畜：羊/ヤギ	60+42=102	161+184=345	80+70=150	—
家畜用水量 [参考：UBT 換算]	$659 \times 40 \text{ ℓ} \cdot \text{肥} + (597 \div 5) \times 40 \text{ ℓ} \cdot \text{肥} = 31,136 \text{ ℓ} \cdot \text{肥}$ $[\{ \text{牛} \cdot \text{馬} (65+169+112+173+6+2+8+8) \times 0.7 + \text{ロバ} (25+32+20+39) \times 0.5 + \text{羊} \cdot \text{ヤギ} (102+345+150) \times 0.12 = 510 \}]$ $510 \text{ UBT} \times 60 \text{ ℓ} / \text{日} = 30,584 \text{ ℓ} / \text{日}$			
苗木畑用水量	灌漑面積 $40 \times 30 \text{ m}$ ： 320 ℓ/日			
平均蒸発・浸透量	$4 \text{ mm} / \text{日} \times 10,875 \text{ m}^2 + 5 \text{ mm} / \text{日} \times 9,800 \text{ m}^2 = 92,500 \text{ ℓ} / \text{日}$			
給水可能期間	$10,883,000 \text{ ℓ} \div (31,136 + 320 + 92,500) \text{ ℓ} / \text{日}$ 約 3 ヶ月間			

UBT(熱帯地域家畜単位)：体重 250kg の家畜 1 頭を①UBT とする基準単位。当該地域では、[牛：0.7UBT]、[羊：0.12UBT]、[ロバ：0.5UBT] が採用されている。

平均蒸発・浸透量： コバ池の設計にあたって、平均蒸発量は 1998 年 9 月の 1 ヶ月間の観測平均値である 4mm、浸透量は地盤状態から判定した推測値 5mm を適用した。蒸発量、浸透量及び平均的数値については、後述の 2.1.2 3)を参照。

2) 灌漑用水

新たに整備される灌漑畑で、野菜等の栽培を行いたいとする農家の戸数や希望する耕作面積、栽培作物、運転経費負担の同意等について、関係地域住民の意向を把握する。

灌漑畑を整備する場合、用水源の給水能力の都合などから栽培面積や参加戸数が制限されることが多いため、これらの調査結果は、①戸当たり耕作面積の調整や②参加希望農家の制限等を行う上で重要な情報となる。

また、溜池やミニダムを用水源とする場合には、希望する栽培作物の種類によっては、灌漑野菜畑のほか、減水農業や氾濫原水稻作を行うことも可能であることから、個々の農家へ割り当てる耕作面積や位置決定に関する話し合いを行う際の検討材料と

なる。

後述する送配水システムの設置を計画する場合には、これらの調査・検討結果が、設備規格の決定に必要となる。

さらに、これらの調査の結果、水源の供給能力に余裕がある場合には、必要に応じて利用範囲の拡大を検討する。

3) 貯留損失量

ミニダムや溜池の地表貯留水は、家畜の飲用水や灌漑用水として利用されるもののほか、「表面蒸発＋地中浸透」によってもかなりの量が失われる。このため、地表貯留水の消費量として、これら損失量も考慮しなければならない。

これら損失量は地質や気象条件等に支配されるため、地盤の透水係数や乾季の蒸発量を実際に測定することが望ましいが、JGRC 調査等で行った観測結果によれば、両者の合計で、およそ $10\sim 15\text{mm/day}^{(*)}$ 程度と見込まれる。したがって、貯溜損失量に相当する溜池の計画深さは、概略的に $[10\sim 15\text{mm/day} \times \text{計画貯留日数}]$ により求められる。また、 $[\text{溜池の深さ} \div 10\sim 15\text{mm/day}]$ によって貯留日数の目安が得られる。

なお、表面蒸発による損失量は「水面の表面積×蒸発速度」により、地中浸透による損失量は「貯水が接している地盤の斜面積×浸透速度」によって求められるが、「地盤の斜面積 水面の表面積」としても実用上は差し支えない。

(※1) ① 砂漠化防止対策技術開発調査 (緑資源公団 平成9年度報告書)
観測地点：ニジェール国マグー村

観測期間	蒸発速度	浸透速度
95.10～12	6.0mm/day	8.9mm/day
97. 6～ 9	5.1～6.9mm/day	-
97.10～11	8.9mm/day	7.5mm/day

② 砂漠化防止対策モデル事業実証施設設置調査 (環境庁 平成11年度報告書)
観測地点：ブルキナファソ国ナレ村
94～96年の月別蒸発量平均値 9月162.6mm(5.4mm/day) 10月230.1mm(7.4mm/day)

2. 1. 3 水源施設状況等の把握

施設整備の円滑な実施と施設に期待する機能発現の可能性確認などを目的として、水源施設の貯水容量や貯留期間及び周辺地域の状況等を調査する。

1) ミニダム

(1) 貯水域に存在する各種の権利等の把握

ミニダムの建設に伴って、新たに現れる貯水域を利用した水稻作や野菜の減水農業を計画する場合、貯水域利用の可能性を確認する必要がある。つまり、新たな貯水池の出現は、従来非冠水地であった区域が水没し、かつての土地利用に制限を及ぼす可能性があることを意味する。このため、下記の事項について調査し、これら権利等の調整に必要な基礎的情報を把握する。

- ①水没区域の所在の確認（どの集落のテロワールに含まれるか）
- ②当該水没区域の土地利用状況の把握
- ③当該区域の耕作権、利用権、所有権の有無、権利の所有者の把握

（２）貯水域の地形の把握

水管理と貯水域利用計画の検討に資するため、地形測量や既存の平面図（縮尺 1/500 ～1/2,500 程度）から、貯水域の地形や貯水面の変動とこれに伴う汀線の変化との関係を調査し、以下の事項について検討する。

a) 氾濫原水田や減水農業畑の対象地選定

上記の地形図や現地調査によって氾濫原水田や減水農業畑として耕作可能な土地の位置や面積規模を把握し、利用上最適な位置の選定を行う。

減水農業の適地は、傾斜が緩やかで、水位の低下に伴って現れる湿潤原が広く、また、その位置は耕作者の住居近傍にあって通作可能であることが望ましい。特に、氾濫原稲作を計画する場合、傾斜が緩いほど水田造成が容易になる。

b) 灌漑用水の取水位置選定

貯水池内に灌漑用水の水汲み場や動力ポンプ用の釜場を設置する場合、その位置は、水位の変動に伴う汀線の位置の変化が少ないところが望ましい。つまり、水位が変動するたびに動力ポンプの据え付けや配管を接続しなおす回数が多いと、水管理作業が繁雑になるとともに、送水損失を拡大させる原因となりやすい。このため、送水管や吸水管の配置が容易でかつ満水時にも立ち入りが容易な地点を選定する。

また、下の写真の様に、氾濫原内に一時貯留用の引き込み池の掘削を計画する場合は、その適地を選定する。



写真：氾濫原の一角に設けた「引き込み池」

高水位時に本流から流れ込んだ水は、本流の水位が低下した後に、小さな貯水池となって残る。

c) 貯留水の供給期間の確認

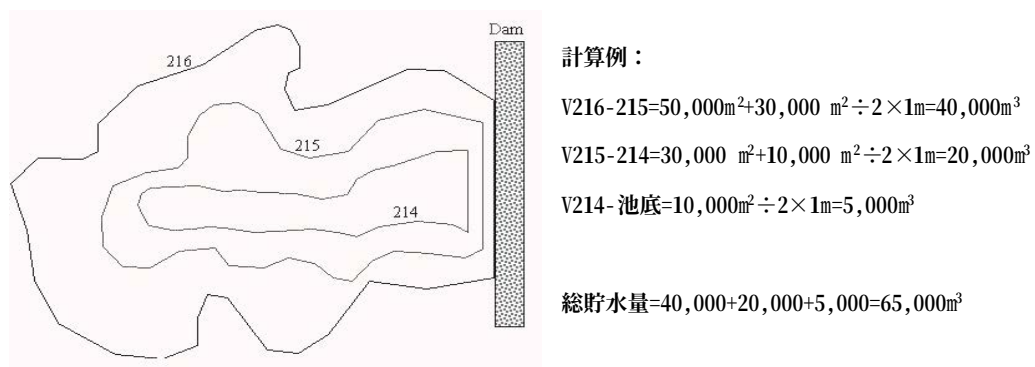
貯水位と貯水量の関係は以下に例示するように、等高線で囲まれた範囲の面積を平

面図上で計測することで概略的に求めることができる。

また、ここで計測した「等高線で囲まれた面積」を用いて、2.1.2 3)で述べた水面蒸発量を算定することができる。

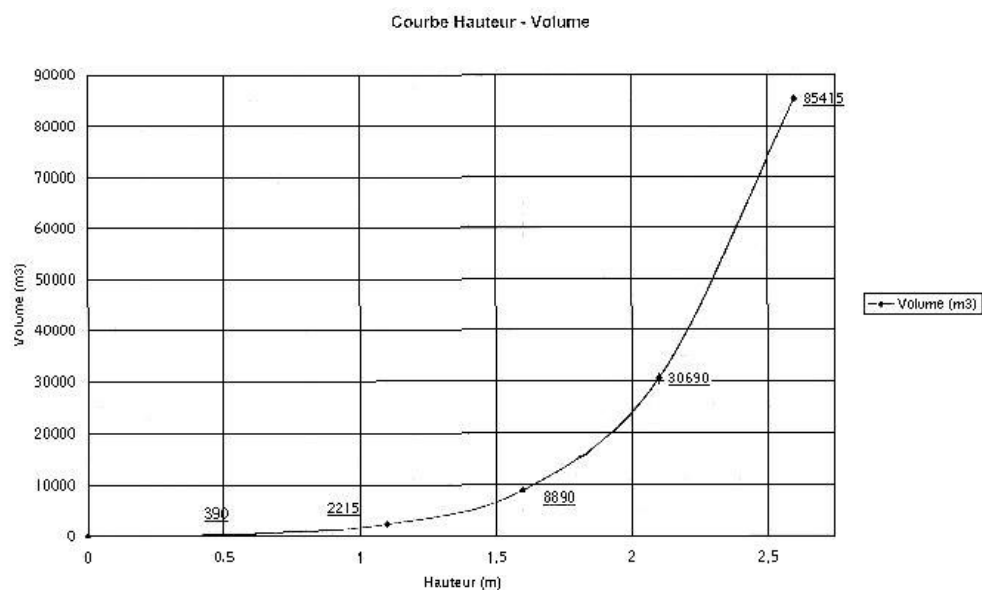
例： 標高 216-215m 間の貯水量=(216m 等高線で囲まれた面積+215m 等高線で囲まれた面積)÷2×(等高線の間隔:この例では 1m)
 標高 215-214m の間の貯水量={ (215m 〃 +214m 〃)÷2}×等高線間隔
 標高 214m-池底の間の貯水量=(214m の等高線で囲まれた面積÷2)×等高線間隔
 総貯水量=上記の計算で得られた値の合計

図 2. 1. 3. 1 貯水容量の算定例



さらに高い精度で水位の変化に伴う貯水量の関係を把握することが必要な場合は、地形測量や既存の平面図（縮尺 1/500～1/2,500 程度）から調製した貯水域の断面図を用いて、10～20cm ずつ水位を変化させてそれぞれの貯水断面積を求め、これから算出した貯水量と水位の関係を表したグラフ（H-V 曲線）を作成する。

図 2. 1. 3. 2 H-V 曲線の例（ニジェール国マグー村マゴダム）



Source: JGRC, Barrage de MAGOU Projet d'Execution, Decembre 1997

こうして得た貯水量と消費見込み量をもとに、用水の供給可能期間を推計して、栽培作物の選定や作付け時期の決定等に資する。

d) 家畜の水飲み場

家畜が水際まで安全に出入りできる経路を確保するため、傾斜の緩急や足場の固さを調査する。また、家畜の通行によって周辺既耕地に悪影響を及ぼすことのないよう、経路と耕作地の位置関係についても把握しておく。

2) 溜池

(1) 溜池周辺の状況確認

溜池の貯留水を灌漑用水として利用する場合、水源から耕作地までの距離が大きいと、用水の汲み上げや運搬にかかる労力が増大し、また送配水施設の設置経費が嵩む。このため、溜池の周辺に灌漑農地の確保が可能であることを確認しておく。

(2) 貯水容量の確認

水資源開発計画の調査結果などから、溜池の貯水容量と貯留期間を把握しておく。また、水深と貯留量の関係（計算方法は、ミニダムの項を参照）をもとに、灌漑用水や家畜飲用水としての供給可能期間を算出する。

3) 井戸

(1) 揚水方法検討のための調査

揚水方法（手押しポンプ、釣瓶、動力ポンプ等）を選定し、これらの規格を決定するため、用水利用量、水面までの深さ、利用方法等について把握する。

用水の利用量及び水面までの深さは、「水資源開発計画」の試験結果等から得られるが、試験の実施時期が実際に用水を利用する時期と異なる場合、相互に差違が生じて揚水方法や水利用施設の見直しが必要になることがある。このため、揚水方法の最終決定に先立って、これらの試験結果を現地で再度確認することが望ましい。

(2) 井戸と灌漑畑予定地との間の距離・地形

灌漑用水源として井戸を利用する場合、用水運搬作業の難易度や最適な配管経路を検討するため、灌漑畑予定地との位置関係及び地形条件等を現地で確認する。

2. 2 水利用計画の策定

水利用計画は、前項の各種調査や検討の結果を整理し、適正な水利用ルールの確立と適切な施設整備及び維持管理の実施に資するため策定する。

計画の内容が関係住民の意向を反映したものであり、かつ現地の実状に応じたものであるか確認するため、関係住民への十分な説明を行い、その結果を踏まえ必要に応じて見直しを加える。

2. 2. 1 水資源開発量と利用可能量の明示

開発される水資源の量と消費見込み量を明らかにして、関係住民による水管理の重要性について意識形成を図り、水の浪費や自己中心的利用を防止する。

水資源量等の明示は、単に数字としての総量だけでなく、例えば「何頭の家畜に何ヶ月間供給可能な量」、「〇〇m²の畑に1日当たりジョウロ何杯分の灌水を行うことで、何月まで栽培可能」というように、具体的な利用単位や期限を併せて示すことで住民の理解を容易にする。

2. 2. 2 水の利用目的

計画上の水利用目的を明らかにし、住民による水利用ルールの徹底と遵守の意識形成を図る。

2. 2. 3 水利用者の範囲

開発する水資源を利用する者の範囲を明らかにし、関係住民による施設の適切な維持管理を実施するための責任意識形成に資する。

計画利用者以外の取り扱いは、水利用に関する地域の社会的、宗教的背景を尊重しつつ、地域住民との話し合いにより定める。

2. 2. 4 水利用施設の整備計画

整備が必要な施設については、次章以降に紹介する手順を参考に計画・設計し、その構造、規模、規格形状、設置位置及び施工方法を明らかにする。また、その実施に必要な費用の負担（資金調達）、住民参加による実施の範囲、予定工期等について定める。

2. 2. 5 水利用施設の維持管理計画

整備する施設について、日常的な管理の内容や方法、異常発見時の対処の仕方、補修が必要となった場合の対応方法、補修等経費の負担方法など維持管理に関し必要な事項について明らかにする。

維持管理に関して定めるべき事項は、施設の種類や規模あるいは地域の特性などによって異なるが、例えば、①施設の監視人配置、②動力ポンプ操作員の人数や労務手当、③施設に損傷などが発見された場合の対応手順、④住民参加による補修作業の実施方法、⑤経費の負担方法など、基本的な事項についてあらかじめ住民の意向を踏まえつつ定める。

さらに、日常の施設利用に関して定めておく事項としては、①ポンプの始業点検事項と手順、②ポンプの運転時間、③灌漑畑1区画当たりの灌水量、④灌漑作業時間、⑤機械・器具類の保管方法や責任者、などが挙げられる。

なお、ミニダムや溜池については、施設本体の維持管理だけでなく、貯水池内の滞砂防止を図り貯水容量を維持する観点から、後背地流出域でのワジの砂防対策や農地保全対策を一体的に実施することが重要であることから、こうしたことにも配慮して維持管理計画を策定する。

第3章 水利用施設の設計

現地調査の結果をもとに選択した水利用施設の種類と形式を踏まえ、具体的な構造や規模、施工方法を決定するための手順を以下に例示する。

なお、水利用施設の設計に当たっては、地域の経済的、技術的水準を踏まえ、設備投資や維持管理は低廉、容易となるように配慮しなければならない。すなわち、現地で容易に調達でき、安価かつ必要な性能を有する材料の利用や、実際に施設を利用する農民達の技術水準に応じた水利用や維持管理が可能な施設構造とする。

3. 1 小規模灌漑施設

3. 1. 1 取水揚水施設

取・揚水施設は、水源から必要な灌漑用水量を制御しながら取り込むための施設であり、水源の形式、水位と地盤の高低差、供給可能量及び消費見込み量などに応じて、以下に示す判断基準を参考に適当な設備を選定する。

水源水位が、耕作地などの揚水供給先となる地盤より高い位置にある場合は、樋門と水路を設置して重力によって送水することが可能であるが、通常は水源水位が低位にあることが多く、何らかの揚水設備が必要となる。

水源が井戸の場合、用水利用量が少なく水面までの深さが小さい場合は、人力ポンプや釣瓶による場合が多く、水面までの深さが大きい場合は、釣瓶によることが多い。なお、50m 程度の深井戸にも適用できる人力ポンプも開発されているが、比較的高価である。

また、用水利用量が大きい場合には、動力ポンプが用いられることが多く、水面までの深さが小さい場合は、一般的な渦巻きポンプが適用され、深さが大きい場合は水中ポンプが用いられる。

ポンプの動力としては、発動機あるいは電力が必要となるが、発動機の場合は、燃料や油脂類の調達の難易度（販売店までの距離等）に配慮する必要がある。また、電力の場合、商業電力が送電されている農村は少ないため、太陽発電パネルや発動発電器を用いることとなる。なお、水中ポンプの動力は電力である。

風が比較的強い地域では、風力ポンプの適用も可能であることから、地域の風力観測データを収集して判断する。

動力ポンプや人力ポンプなどの機械装置を選択する場合には、①消耗品や部品の調達が容易であるか、②故障時に修理が依頼できる技術者等が近傍に存在するか、など、供用開始後の対処についても配慮する。

なお、揚水方式と揚水利用量、水面までの深さの一般的な関係は、表 3.1.1.1 のとおりである。

表 3. 1. 1. 1 水源水位及び利用量と適用される揚水方式

地盤から水面までの深さ	用水利用量	揚水方法
小さい（6m 程度以下）	少ない(10～20 ㍓/分程度以下)	釣瓶、人力ポンプ
	多い（20 ㍓/分程度以上）	動力ポンプ、風力ポンプ
中程度（数 m～20m 程度）	少ない(10～20 ㍓/分程度以下)	釣瓶、人力ポンプ
	多い（20 ㍓/分程度以上）	水中ポンプ、風力ポンプ
大きい（20m 程度以上）	少ない(10～30 ㍓/分程度以下)	釣瓶、深井戸用 人力ポンプ、風力ポンプ
	多い（20 ㍓/分程度以上）	水中ポンプ

1) 人力ポンプ

人力ポンプは、地盤から水面までの深さが、20m 程度以下の場合に適用可能で、その揚水能力は、水位の深さや揚水管の径にもよるが、普通 10 ㍓/分～20 ㍓/分程度である。なお、30～50m 程度の深井戸に適用できる機種もあるが、高価である。

2) 風力ポンプ

風力ポンプは、原動機の燃料油脂の調達や電力確保が困難な場合に、地域の風力観測データから、平均風速を算定し適用の可否を判断する。揚水能力としては、地域の風力事情と揚水管の径にもよるが、5m～100m 以上の深井戸からの揚水が可能である。ただし、地下水位が深くなるほど揚水量は減少する。また、風力ポンプの揚水量は不安定であるため、通常、汲み上げた水を貯留する容量 10～数 10m³ の水槽を併設する。

適用可能な最低平均風速値は、メーカーあるいは風車の形式等によって異なるが、2～3m/sec 程度以上が目安となる。また、風力と揚水量及び揚程の関係についても、各メーカーの風車やポンプの特性に応じて変化する。参考として以下に一例を示す。

表 3. 1. 1. 2 風力ポンプの風速別揚水能力の例

機種名：Dutch Delta 16

風車径 約 5m

羽根数 32 枚

稼働風速範囲 3m/sec～10m/sec

(10m/sec 以上で回転制御機能稼働)

Dutch delta 16 (風速 10m/sec 時の最大揚程と揚水量)		
最大揚程	適用揚水管径	最大揚水量
6m	9.5 in	241 ㍓/min
9m	8 in	171 ㍓/min
16m	6 in	96 ㍓/min
24m	5 in	67 ㍓/min
29m	4.5 in	54 ㍓/min
37m	4 in	43 ㍓/min
49m	3.5 in	33 ㍓/min
79m	2.75 in	10 ㍓/min

Source: SETRA co., Bamako, Mali



3) 動力ポンプ

揚水量、吸い込み高さ、吐き出し高さ及び各種の損失高さから、動力ポンプに必要な出力、規格を決定する。

(1) 揚水量

地表貯留水を水源とする場合、消費見込み量から時間当たり揚水量が得られる。
例えば、1ha の耕作地に 1 日当たり 10mm の灌漑を行う場合、

$$\text{総使用水量} = 10,000\text{m}^2 \times 0.01\text{m/day} = 100\text{m}^3/\text{day}$$

となり、仮に灌漑作業時間を 4 時間とした場合、

$$\text{単位揚水量} = 100\text{m}^3 \div (4\text{hr} \times 60\text{min/hr}) = 417 \text{ ㍓/min}$$

が得られる。なお、井戸を水源とする場合は、揚水試験によって得られた単位揚水量が用いられるが、測定時期によっては実際の数値と異なる場合があることから、再度簡易な揚水試験を行って確認することが望ましい。

<<<<簡易な揚水試験>>>>

- ① 用意する機材： ピエゾメータ（電極付き巻き尺）、可搬式ポンプ、時計、量水器若しくはドラム缶・タンクなど容積がわかっている容器
- ② 井戸の平衡水位をピエゾメータで測定する
- ③ ピエゾメータの先端を平衡水位に固定したまま、ポンプで揚水し、一定量に達した（例えばドラム缶がいっぱいになるまで）ところで停止させ、計時を開始する
- ④ そのまま放置し、水位が平衡水位に達してピエゾメータが反応するまでの経過時間を測定する
- ⑤ ドラム缶や量水器が無い場合は、②の測定後、ポンプ揚水し、低下した水位をピエゾメータで測定して、井戸の断面積と低下水位から揚水量（Q）を算出、ポンプ停止から平衡水位に回復するまでの経過時間を計測する
$$Q = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot H \quad (\pi: \text{円周率} 3.14, D: \text{井戸の直径}, H: \text{低下水位})$$
- ⑥ こうして得た計測値から、[揚水量 Q (ℓ) ÷ 経過時間 (分)] により、単位揚水量が得られる

（２）吸い込み高さ

水面から、ポンプ設置地盤までの高さ（実吸込揚程）をいう。ポンプが水を吸い上げる力は、真空に対する大気圧の作用によるものであり、理論上は 1 気圧の水柱高さである 10.33m まで吸い込めるはずである。しかし、現実には、吸い込み管を水が通過するときの摩擦による損失や水に溶け込んだ空気の膨張による損失などのため、6～7m が限界である。これを越えて無理に運転すると、ポンプや動力機の破損を招く。このため、吸い込み高さは最大でも 6m を超えてはならない。

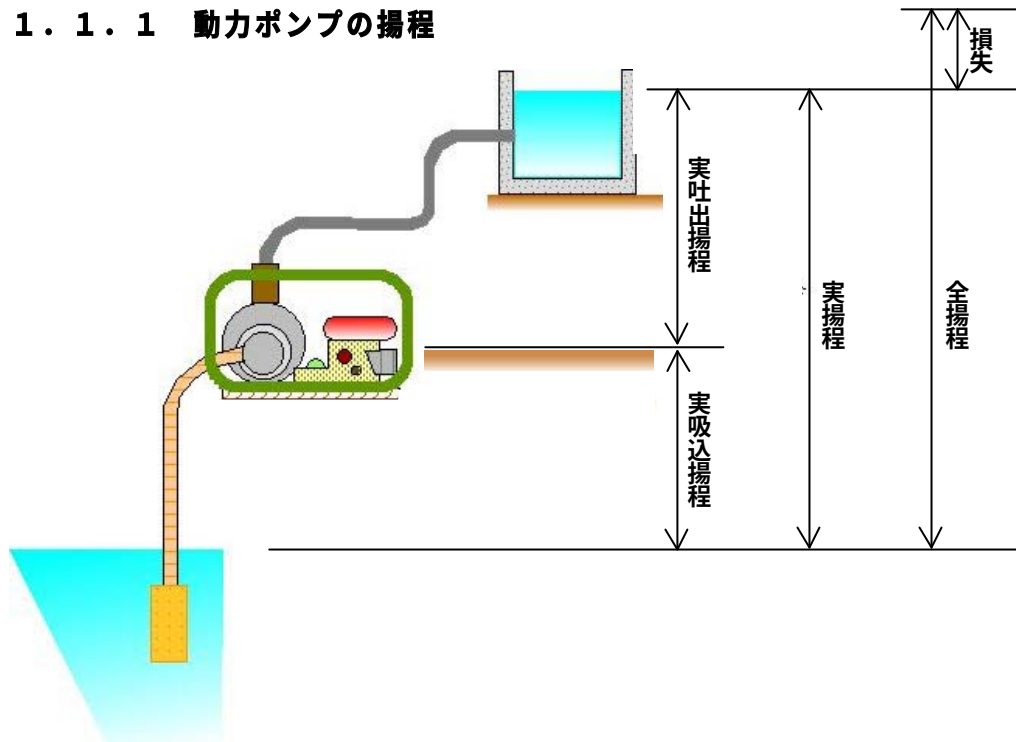
（３）吐き出し高さ

ポンプの中心点と吐き出し水位との間の高低差（実吐出揚程）をいう。

なお、実際にポンプに求められる能力（全揚程）は、送水管を通過する間の摩擦や管路の屈曲などによって、送水エネルギーの損失が発生するため、実揚程（＝実吸込揚程＋実吐出揚程）より大きくなる。

実際の損失量を得るためには、配管の材質や延長、配置形状などに応じて詳細に計算する必要があるが、マザー村試験圃場の婦人畑に設置した灌漑システムの例では、実揚程の 20% 程度相当となっている。

図 3. 1. 1. 1 動力ポンプの揚程



(4) ポンプ規格の決定

ポンプ規格の選定にあたっては、各メーカーによって出力や揚水量に差があるため、具体的にはポンプメーカーが提供する詳細な資料によって検討するが、一定の用水量を汲み上げるために必要なポンプ出力の概算手順を以下に示す。

a) ポンプ軸動力の計算

ポンプ揚水量を Q (m^3/min)、全揚程を H (m) としたとき、ポンプによって汲み上げる水に与えられる動力 L_w を

$$L_w = 0.163QH \text{ (kw)}$$

によって求める。

さらに、既述のとおりポンプ内部で各種の損失があるため、実際に必要なポンプの出力 L はこれを考慮して、下式を用いてより大きく設定しなければならない。

$$L = L_w \times 100 / \eta \text{ (kw)}$$

η : ポンプ効率 (ポンプの形式別概略値を下表 3.3, (a) ~ (c) に示す)

表 3. 1. 1. 3 動力ポンプの形式別吐き出し量別ポンプ効率

①小型渦巻きポンプ

ポンプ吐出量(ℓ/min)	100	200	400	600	1,000	2,000	4,000
ポンプ効率 (%)	32-39	40-49	47-57	50-61	54-66	58-71	61-74

②小型多段式渦巻きポンプ

ポンプ吐出量(ℓ/min)	100	200	400	600	800	1,000	1,500
ポンプ効率 (%)	29-34	37-44	45-53	49-57	51-60	53-62	55-65

③両吸込渦巻きポンプ

ポンプ吐出量(ℓ/min)	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	8,000	10,000
ポンプ効率 (%)	57-67	59-70	60-71	61-72	62-73	63-74	63-75

b) 原動機の出カ

ポンプに動力を与える原動機として、一般にディーゼルエンジンやガソリンエンジンあるいは電動モーターが用いられるが、原動機とポンプとの両者の間の動力伝達に用いられるベルトや歯車によってエネルギーの損失が生じる。このため、原動機出力は、ポンプ出力 (L) より 10～20%大きいものを用いる。

c) ポンプ及び原動機出力の計算例

計算の仮定条件として、単位流量が毎分 400 ℓの井戸で、吸い込み高さが 4m、吐き出し高さが 5mの場合に必要な小型渦巻きポンプと原動機の出カを試算する。

全揚程＝4m＋ (5m×120%) ＝10m (配管等損失を 20%と概定)

軸動力：Lw＝0.163×0.4m³/min×10m＝0.652kw

ポンプ出力：L＝0.652kw×100/47＝1.4kw……………表 3.1.1.3 ①より

原動機出力：P＝1.4kw×120%＝1.7kw

以上から、上記の条件を満たすためには、揚水量 400 ℓ/min、出力 1.4kw のポンプと、出力 1.7kw の原動機が必要となる。

4) 釣瓶

流量が少ない井戸や、用水量が比較的少ない場合 (20 ℓ/min 程度以下^(※2)) には、人力釣瓶によって揚水する。このとき、井戸枠の上部にフレームを設置し、滑車を取り付けることで汲み上げ作業が容易になる。フレームは、強度と耐久性及び補修の容易性等を考慮しつつ地域で入手可能な材料を用いて堅牢に設置する。なお、滑車を吊り下げる部分は、想像以上に摩耗が激しいので、丈夫な材質で、入手・交換が容易な部材を用いる。

井戸枠の周辺には、コンクリート等で「たたき」を設置するとともに、枠の高さを地盤高さより 70cm 程度高くすることで、転落防止と井戸内部への汚水の流入を防止する。

(※2) JGRC の調査（地下水揚水量実態調査-平成 10 年度-マリ-）の結果では、「釣瓶」の平均揚水能力は、6.3 ㍲/min 程度(計測値 5.4～7.8 ㍲/min)であり、数名が同時に作業しても、揚水量は 20 ㍲/min 程度が限界と見込まれる。また、「人力ポンプ」では、11.0 ㍲/min 程度(計測値 10.5～11.4 ㍲/min)となっている。さらに、「深井戸用手押しポンプ」は、10～30 ㍲/min 程度となっており、用水利用量がこれより多い場合には、動力ポンプ若しくは水中ポンプを使用することとなる。

図 3. 1. 1. 2 井戸上部工の設計例（ブルキナファソ、ヤクタ村）

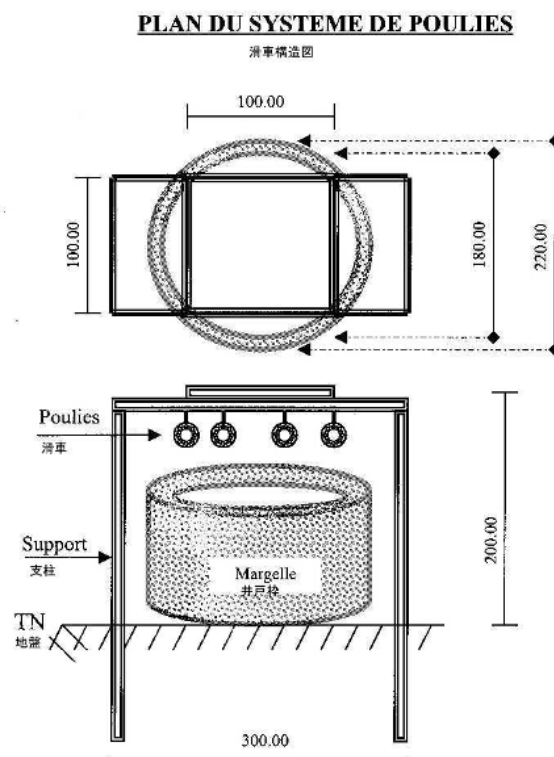
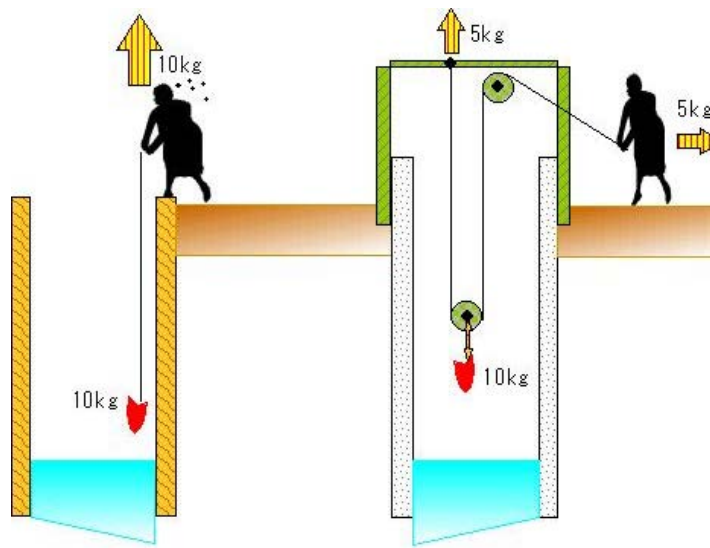


図 3.1.1.3 の右図のように動滑車を取り付けた場合には、左図のように井戸に投入した容器を直接引き上げる場合に比べて、汲み上げに掛かる負荷を半分にすることができる。

図3. 1. 1. 3 動滑車を用いた釣瓶揚水



3. 1. 2 配水路

野菜畑で、①耕作面積や耕作者数が比較的多く、②耕作地の位置によって水汲み場から耕作地までの距離に遠近の差があったり、③灌水作業の集中による水汲み場の混雑などが懸念され、④作業効率の低下や用水の損失拡大が危惧される場合には、水源から圃場内まで用水を送るための送配水システムを設け、水汲み場を分散することが効果的である。

この送配水システムは、用水を耕作地内に送り届ける「水路」と、送られた用水を農地に灌水するために一時的に貯留する「貯水槽」から構成される。

1) 開水路

耕作地内の最も高い地点へポンプで送水し、そこから自然流下させる場合には、開水路が適用できる。

開水路は、工事費が比較的安価であるが、工法によっては耐久性が劣り、水面蒸発や構造的な理由などから水理的損失が大きくなることがある。

開水路の工法としては、土水路、モルタルライニング水路、コンクリート水路などが挙げられる。

表3. 1. 2. 1 開水路の構造別特徴

	特徴	長所	短所
土水路	地盤に溝を掘削、若しくは側壁となる畦を立てて水路を設置	・ 工事費が安価 ・ 特別な工具や資材が不要	・ 水路底面や側面からの浸透損失が大 ・ 水路側壁の崩落による通水断面の縮小 ・ 耐久性が極めて低い
モルタルライニング水路	土水路、あるいは日乾し煉瓦で成形した水路の表面をモルタルで保護	・ 浸透損失が少ない ・ 側壁の崩落がなく水路断面が維持される	・ 工事費がやや高い ・ 施工には一定の技術や資材が必要 ・ 耐久性に劣る
コンクリート水路	コンクリートで底盤と側壁を造形して水路を設置	・ 水利的損失が小さい ・ 耐久性が高い ・ 維持管理が容易	・ 工事費が高い ・ 施工には専門技術が必要 ・ 破損時の補修が困難

「土水路」は、地盤に溝を掘削、若しくは側壁を盛立てて設置する。建設が容易で安価であるが、水路底面や側面からの浸透損失が大きく、また、水路側壁の崩落などにより通水断面の維持が困難である。

「モルタルライニング水路」は、上記の短所を補うが、西アフリカのように、乾季の強烈な日射や雨季の洪水に曝されるような厳しい自然条件下では、耐久性に難があり、数年ごとに全面的な改修が必要となる。

「コンクリート水路」は、上記2つの短所を補うが、工事費が比較的高価となる。



破損により使用不可能となった、[日乾し煉瓦＋モルタルライニング水路]

設置位置：ワジ氾濫原
設置年：1995年
使用期間：3年間

(1) 開水路による送配水システムの設計

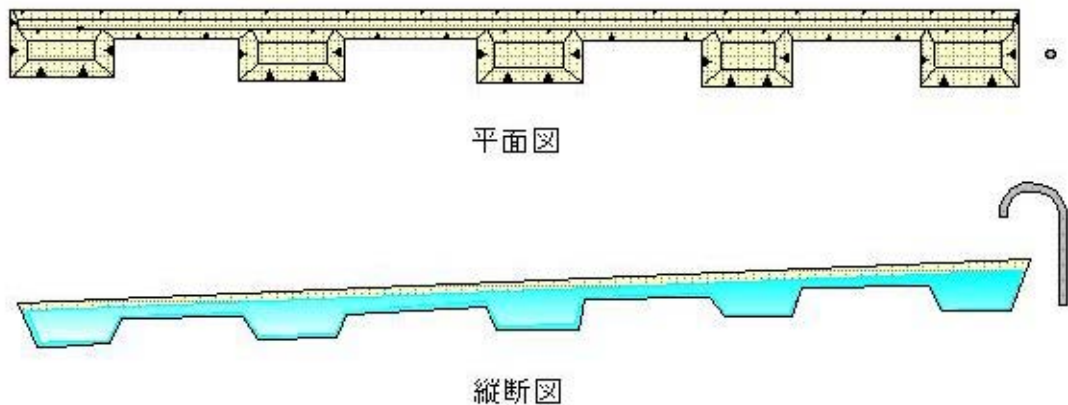
a) 水路断面の決定

水路の通水断面は、ポンプの能力によって決定される。すなわち、耕作面積と単位面積当たり灌水量、あるいは井戸の流量をもとに決定したポンプの揚水量を流下できる断面が必要であり、例えば、流量に対して断面が大きすぎる場合には、水深が小さくなり各種の損失が増加するとともに工事費が増嵩する。逆に小さすぎる場

合には、必要な量を流すことができず、用水を側壁から溢れさせることとなる。

このため、流量からおよその通水断面を概定し、下記の公式を用いて必要な通水断面が確保されているかを確認する。

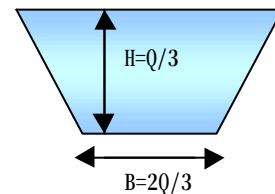
図 3. 1. 2. 1 水路と貯水槽の組合せ例



(a) 通水断面の概定

水深 (h) m の概算値 $Q \div 3$ Q : 流量 m^3/sec
 水路底幅 (b) m " $2 \times Q \div 3$

図 3. 1. 2. 2 通水断面の概定



(b) 流量の確認

流量 : Q は、 $Q = A \cdot V$

(Q : 流量 m^3/sec 、A : 通水面積 m^2 (下表参照)、V : 流速 m/s) で表され、

流速 : V は、 $V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$

(n : 粗度係数、 R : 径深、 I : 勾配)

n : 土水路 0.025

モルタルライニング 0.013

コンクリート 0.015

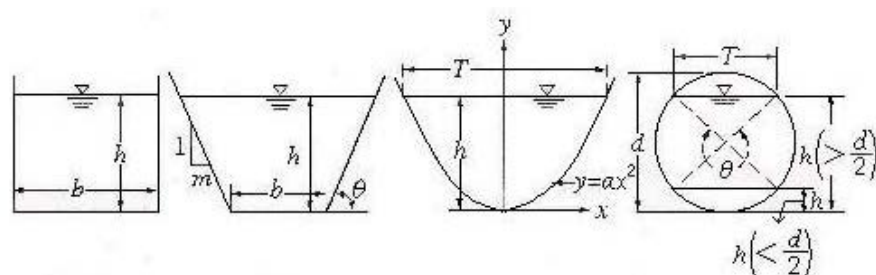
径深 : R は、 $R = A \div s$

(s : 潤辺 (下表参照))

勾配 : I は、水平距離 100m 毎に 1m 下がる場合には、1/100 となる。

これら数値及び計算式を用いて流量を算出し、ポンプ送水量と比較して、水路の通水能力を確認する。

表 3. 1. 2. 2 水路形状別断面特性



断面形	面積 A	潤辺 s	水面幅 T
長方形	bh	$b + 2h$	b
台形	$(b + mh)h$	$b + 2h(1 + m^2)^{1/2}$	$b + 2mh$
放物線形 ($y = ax^2$)	$(2/3)Th$	$\approx T + 8h^2/(3T),$ $h/T \leq 0.25$	$2(h/a)^{1/2}$
円形	$d^2 (\theta - \sin \theta)/8$	$d\theta/2$	$2[h(d-h)]^{1/2}$

(c) 余裕高

開水路を流れる水の波動等による水位の変動等に対応して、水路の側壁の高さに余裕を見込む。

余裕高は、

① 流量を 1.2 倍にした場合でも通水可能な高さ。または、

② 設計水深 + 5~15cm

程度とする。

(d) その他

開水路で送水する場合、施設の配置、装備によっては上流側の水槽が満水にならないと次の水槽へ送水されないため、全体的水槽が満水になるまでに長時間を要する。また、送水途中で取水が行われた場合などは、水槽の上下位置等によって水の利用量に不公平が生ずるなどの水管理上の課題がある。

表 3. 1. 2. 3 日乾し煉瓦モルタルライニング水路及び貯水槽建設費の例

金額：FCFA

区分	摘要	数量	単価	金額
資材費				
*セメント	50kg/袋	10 袋	4,250	42,500
*釘	100mm、5 kg/袋	3.5 袋	3,750	13,125
*焼鈍し鉄線	6 kg/巻	3 巻	3,500	10,500
手押し一輪車	70 リットル	1 台	27,000	27,000
散水用ホース		100m	1,100	110,000
サクシヨンホース		12m	2,500	30,000
コテ		1 個	1,500	1,500
ムラ取コテ		1 個	333	333
バケツ		1 個	3,000	3,000
桶	金属製	1 個	1,100	1,100
シャベル		1 本	5,000	5,000
タコ	十字型	1 個	6,000	6,000
*補強材		5 個	2,450	12,250
*防塵網		1 m	1,250	1,250
*蠟燭		2 本	2,000	4,000
はさみ		1 本	1,500	1,500
*リング	小 60/70	30 個	500	15,000
資材費計				284,058
うち、消耗品	*印の資材			98,625
10a 当り資材費				139,312
うち、消耗品				48,369
労務費	左官工	一式		33,000
合計				317,058
10a 当り経費				155,497

(平成 8 年度：JGRC 調査)

水路延長 約 L=150m、 水槽数 N=18 ヶ所

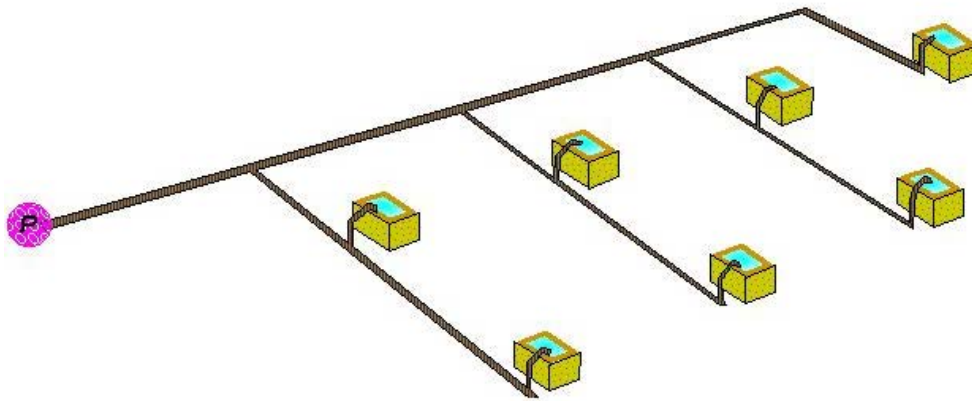
農地面積 A=1.57ha (うち、耕作面積 0.2ha)

2) 管水路

管水路は、特殊な地形条件がある場合などを除けば、地形や地盤の凹凸に左右されずに自由な経路で配置でき、水量、水理的な損失が比較的小さい特徴がある。

配管には、塩ビ管などが用いられるため、工事費が比較的高価となるが、適正な工事が行われた場合には、ある程度の耐久性が期待できる。

図3. 1. 2. 3 パイプラインと水槽の組合せ例



(1) 管水路による送配水システムの設計

a) パイプの設計流速

管水路内を流れる水の最高流速は、管材の摩耗による損傷を防止するため、コンクリート管の場合で 3m/sec 以下、塩ビ管で 5m/sec 以下とすることが望ましい。また、最低流速は、浮遊土砂等が管内に堆積することを防止するため、0.3m/sec 以上とするが、特に浮遊土砂の多い濁水を送水する場合などは、0.6m/sec 以上とすることが望ましい。

b) パイプ径の決定

適用されるポンプの吐き出し量から、パイプの断面積を概定し、上記の設計流速の範囲を考慮しつつ、資材の調達の可能性や価格、維持管理のしやすさなどを総合的に判断して、パイプ径を決定する。

<<<パイプ径の計算例>>>

ポンプ能力 1,000 m^3/min の場合、 $Q = A \cdot V$ から $A = Q/V$

管の断面積： $A = 1.0\text{m}^3/\text{min} \div (0.6 \sim 5\text{m/sec}) = 0.0278 \sim 0.0033\text{m}^2$

管の径 (D)： $A = \pi D^2$ から $D = \sqrt{(A/\pi)}$

$D_s(\text{最小流速最大口径}) = \sqrt{(0.0278/3.14)} = 0.094\text{m}$

$D_l(\text{最大流速最小口径}) = \sqrt{(0.0033/3.14)} = 0.033\text{m}$

すなわち、径 33mm～94mm のパイプを使用することになる。

c) パイプの設置

配管の始点には、ポンプが接続されるが、利用しない期間などには取り外される。このため、配管の始点には、雨季の氾濫時に土砂等が流入することがないように接続用のバルブと柵を設ける。接続柵には、流水によって流されない程度の蓋を取り付ける。



配管経路は、ポンプ接続柵から圃場内の各水槽を結ぶ最短経路を選択するが、維持管理のため、耕作地の中を横断することは避ける。

また、ワジなど流水路を横断する必要がある場合は、河床から 1m 以上の深さに埋設し、さらに、管路の屈曲点及びパイプの接合点付近は、コンクリートで固めるなどして、十分に保護する。

配管は、地表面を通過する荷重による破損を防ぐため、少なくとも地表下 60cm 程度に埋設する。埋め戻しに当たっては、石ころ等が混じっていると、管を破損させる原因となるため、管の下及び管の上 10cm 程度は、砂を用いて埋め戻す。

図 3. 1. 2. 4 パイプの埋め戻し断面図

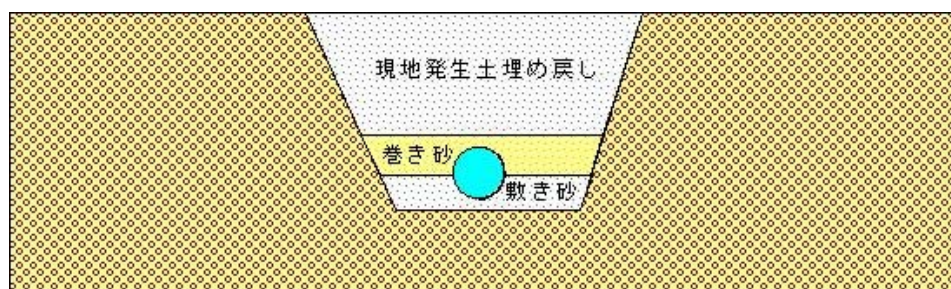


表 3. 1. 2. 4 配管工事費の例 (JGRC 調査：マグー試験圃場)

工種	機械費	資材費	労務費	合計	備考
配管	—	3,585,380		3,585,380	446,025FCFA/10a 密度=138.9m/10a
ワジ横断	—	161,230		161,230	

農地面積： $A = 0.84\text{ha}$ (うち、灌漑面積 $a = 0.5\text{ha}$)

配管延長： $L = 700\text{m}$ 管径： $\phi 90\text{mm} \sim \phi 40\text{mm}$ 、管種： 塩ビ管、一部重鉛管

配管工事所要日数： 25 日間 (基礎掘削 21 日間 + 配管 19 日間、並行作業)

1m 当たり平均工事費： 5,352FCFA/m

※ 本件事例の特徴として、水源の井戸がワジを挟んだ対岸に位置するため、配管延長が大きくなり、配管密度及び農地 10a 当たり工事費が大きくなっている。

3. 1. 3 貯水槽

貯水槽は、送水路で耕作地内へ届いた用水を、作物へ灌水する前に一時貯留するための施設である。貯水槽の容量は、その貯水槽にかかる耕作面積と灌水量によって決定されるが、ポンプの運転時間を最短にし、耕作者による水利用を公平にするため、1日当たり灌水量を貯留できる程度の容量を確保する。

1) 貯水容量の算定

例えば、仮定条件として、1haの畑のうち60aが耕作地として利用され、その耕作者数は60名、1日当りの灌水量10mmの場合の貯水槽の個数と1個当りの容量は、以下のように求められる。

$$\text{総用水量} = 60a \times 10\text{mm/day} = 6,000\text{m}^2 \times 0.01\text{m/day} = 60\text{m}^3/\text{day}$$

$$10\text{名で1個の水槽を使用する場合： } 60\text{名} \div 10\text{名/個} = 6\text{個}$$

$$\therefore 1\text{個当り容量} = 60\text{m}^3 \div 6\text{個} = 10\text{m}^3/\text{個}$$

$$4\text{名で1個の水槽を使用する場合： } 60\text{名} \div 4\text{名/個} = 15\text{個}$$

$$\therefore 1\text{個当り容量} = 60\text{m}^3 \div 15\text{個} = 4\text{m}^3/\text{個}$$

2) 貯水槽の配置

各貯水槽を利用するそれぞれの耕作者の間で、貯水槽から自分の畑までの距離や各水槽の利用者数など作業条件に不公平が生じないように考慮するとともに、水槽の設置に伴う潰れ地の大きさや工事経費、配管経路にも配慮して、配置を決定する。

3) 貯水槽の構造

貯水槽の材料としては、鉄筋コンクリート製、コンクリートブロックモルタルライニング製、鋼製及び日乾し煉瓦モルタルライニング製などが挙げられる。

表3. 1. 3. 1 貯水槽の構造別特徴

	特徴	長所	短所
鉄筋コンクリート製貯水槽	現地で鉄筋と型枠を組み立てて、コンクリートを打設して製造	・漏水が極めて小さい ・耐久性に優れる	・工事費が高い ・型枠や鉄筋組立などに専門技術が必要
コンクリートブロック＋モルタルライニング貯水槽	コンクリートブロックをモルタルで接着して水槽を造形し、表面にモルタルを塗りつけて漏水を防止	・工事費が比較的安価 ・漏水が小さい ・耐久性が比較的高い	・ブロックの接着モルタルなどに一定の技術が必要 ・モルタルに亀裂が入り漏水が生じやすい
鋼製貯水槽	鋼板を工場で加工、溶接した水槽	・漏水が無い ・耐久性が高い ・小容量の場合は可搬	・制作費が高価 ・破損時の補修は専門技術者のみ
日乾し煉瓦モルタルライニング水槽	日乾し煉瓦を積み上げて水槽を造形し、表面にモルタルを塗りつけて漏水を防止	・漏水が小さい ・工事費が安価 ・補修が比較的容易	・耐久性に劣るため、数年おきに全面改修が必要

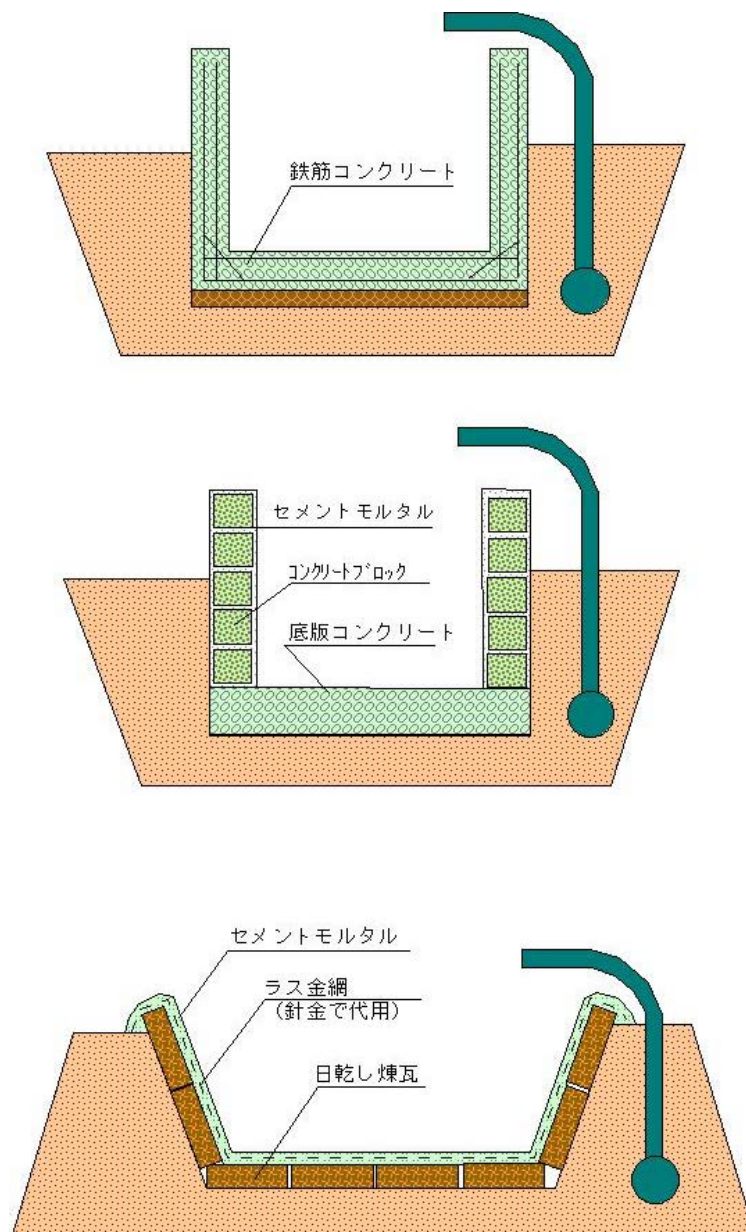
「鉄筋コンクリート製水槽」は、耐久性、耐漏水性に優れるが、型枠や鉄筋の組み立てなど、製造に手間が掛かる。また比較的高価である。

「コンクリートブロックモルタルライニング製水槽」は、製造は比較的容易であるが、ブロックを積上げる際、目地モルタルを適切に施工しないと亀裂が発生して、漏水や破壊の原因となる。工事費は比較的安価である。

「鋼製水槽」は、堅牢で耐漏水性が高く、また、容積が数 m^3 程度であれば容器自体の重量は比較的軽量で可搬性にも優れるが、専門業者に製造を委ねることとなり高価である。

「日乾し煉瓦モルタルライニング製水槽」は、施工性に優れ、破損時の補修が比較的容易で、漏水が少ないが、耐久性に難があり、設置場所の条件によっては数年ごとに全面的な改修が必要となる。

図 3. 1. 3. 1 貯水槽の構造別断面図



4) 貯水槽の構造

灌漑畑に設置する水槽は、一般的に、①構造が単純で規模が比較的小さい、②地中に埋設される部分が数十 cm と浅く、土圧の影響が小さい、③コンクリート自体相当の重量があるため通常の氾濫原では水流による影響や浮き上りを考慮する必要がないこと、などから構造計算が不要であることが多い。通常、鉄筋コンクリート製水槽については部材厚 10～15cm 程度、コンクリートブロック製水槽については、ブロック 1 個当たりの大きさを 15×20×40cm 程度とすれば構造上は安定する。

それぞれの貯水槽を設置する地点の敷き高は、開水路にあっては、水路の勾配線に沿って下流に向かうに従って低下していく、一方、管水路にあっては、原則として各水槽とも同じ高さに設置する。

図 3. 1. 3. 2 コンクリートブロック製水槽構造図の例
(ブルキナファソ国、ヤクタ村)

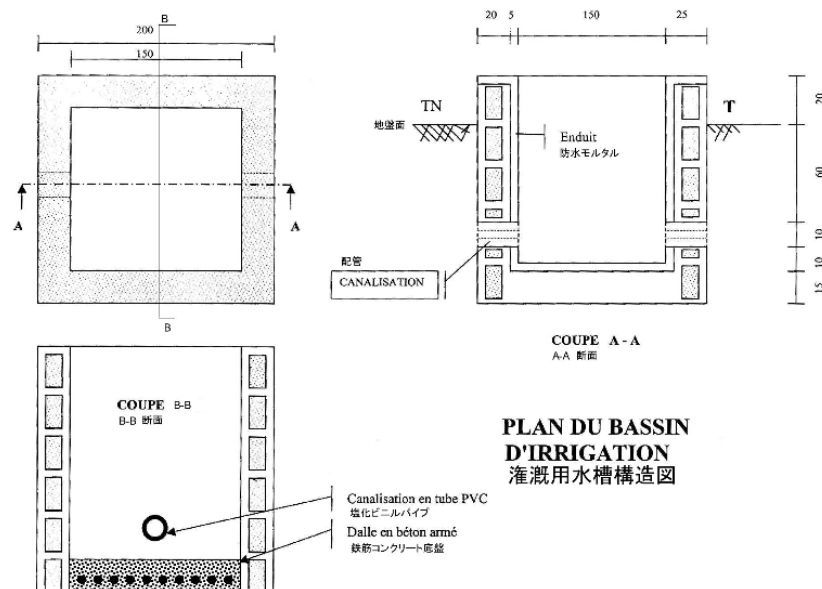


表 3. 1. 3. 2 貯水槽の形式別設置費の例 (JGRC 調査：マゲー試験圃場)

金額単位：FCFA

工種	資材費	労務費	合計	備考
RC 水槽 (C=3t,n=4)	567,421	104,571	671,992	167,998 /個 699,992/10a
ブロック水槽 (C=3t,n=16)	1,663,441	521,360	2,184,801	136,553 /個 568,959/10a
鋼製水槽 (C=1.5t,n=2)	168,000		168,000	84,000 /個 700,000/10a

※ 表中の「C」は水槽容量、「n」は設置個数を表す

※ 水槽 1 個当たり、4 区画（鋼製は 2 区画）の耕作者が利用することとし、1 区画当たり農地面積は 100m²、うち通路等を除いた耕作面積は 60m² となっている。

※ 全ての水槽の設置工事には 22 日間要し、コンクリートブロック製作にはこれに先だって 7 日間かかっている。

5) 貯水槽の設置

コンクリートブロック製水槽は、コンクリート職人の指導を得つつ住民参加によって設置することが可能であり、その場合の設置手順と施工上の留意点を以下に示す。

- ① 適当なサイズの型枠を調達して、あらかじめ必要な数のコンクリートブロックを製造しておく。
- ② コンクリートブロックは、少なくとも丸一日以上型枠から取り外さないで置き、強度と耐久性を向上させる。
- ③ コンクリートブロックの製造と並行して、水槽の底版コンクリートを打ち込んでおく。
- ④ 設計図にしたがって、完成したコンクリートブロックの積み上げを行うが、各ブロック同士の間はセメントモルタルで接合する。
- ⑤ コンクリートブロックの接合に用いるセメントモルタルは、少量ずつ練って、短時間に使い切る。練り上げてから1時間以上経過したモルタルは、接合力が低下して亀裂発生や漏水の原因となるため使用しない。
- ⑥ 積み上げが完了した水槽の表面には、漏水防止のためセメントモルタルを塗る。

また、鉄筋コンクリート製水槽の設置に当たっては、土工作业は住民参加によることができるが、型枠や鉄筋の組み立てには専門技術が必要となるため、専門の職人を手配する必要がある。



コンクリートブロックの製造作業



完成したコンクリートブロック水槽

第4章 灌漑畑の整備

4.1 灌漑畑の位置選定

井戸や溜池を用水源として開発する灌漑畑は、水利用施設の整備経費や灌漑作業の都合から、水源の周辺に設置することが望ましい。したがって、灌漑畑の開発を予定している場合、水源の調査時点から、畑の開発予定地を念頭に置いて調査を実施する。通常、水源とする井戸や溜池は低平地に設置するが、こうした地域の表土は、長年の降雨で流出した土砂が堆積しており、肥沃度や土質は均一ではなく、これらが互いに錯綜していることが多い。このため、灌漑畑の開発予定地は、①比較的肥沃な土壌の範囲が一团となっている平坦な区域で、かつ、②樹木等の伐採をできる限り避けるため、樹木の密度が小さい区域を選定する。区域内にある樹木は、野菜等の栽培などに好影響を及ぼすとされる避陰樹として保存する。

4.2 灌漑畑の規模決定

灌漑畑の全体規模は、地域住民の要望と水源の用水供給能力を比較勘案して決定する。つまり、現地調査で把握した地域住民の耕作希望面積で必要とする用水量と供給期間に対して、地域住民の合意を得て策定した水利用計画上、灌漑畑に振り向けられる用水量が賄える場合は、地域住民の耕作希望面積を満足させることが可能となる。

一方、用水供給能力が地域住民の耕作希望面積に満たない場合には、灌漑畑に振り向けられる用水量をもとに、耕作面積を調整する必要がある。

例1： 灌漑畑専用の井戸を設置し、その供給能力が $3\text{m}^3/\text{hr}$ であるときに、30戸の農民がそれぞれ 100m^2 の耕作を希望した場合、

$$\text{希望耕作面積} = 100\text{m}^2 \times 30 \text{戸} = 3,000\text{m}^2 \quad \cdots \cdots \text{①}$$

$$\text{必要灌漑用水量} = 3,000\text{m}^2 \times 0.012\text{m/day} = 36\text{m}^3/\text{day} \quad \cdots \cdots \text{②}$$

(損失を含んだ日灌水量 12mm と仮定)

一方、1日当たり灌漑作業に4時間充てることとすると、

$$\text{井戸の供給量} = 3\text{m}^3/\text{hr} \times 4\text{hr/day} = 12\text{m}^3/\text{day} \quad \cdots \cdots \text{③}$$

この結果、農民が「必要とする用水量：②」と「実際に供給可能な量：③」を比べると、3倍の開きがある。したがって、「農民が希望する耕作面積：①」を $1/3$ に縮小しなければならないこととなり、耕作面積を $1,000\text{m}^2$ とし、1戸当たり約 33m^2 とするよう調整しなければならない。

例 2： 100 日間の貯留期間を有する溜池貯留水の一部 1,000m³を灌漑用水として供給することとなり、20 戸の農民がそれぞれ 40m²の耕作を希望した場合、

$$\text{希望耕作面積} = 40\text{m}^2 \times 20 \text{戸} = 800\text{m}^2 \cdots \cdots \text{①}$$

$$\text{必要灌漑用水量} = 800\text{m}^2 \times 0.012\text{m/day} = 9.6\text{m}^3/\text{day} \cdots \cdots \text{②}$$

(損失を含んだ日灌水量 12mm と仮定)

$$\text{溜池からの平均取水可能量} = 1,000\text{m}^3 \div 100 \text{日} = 10\text{m}^3/\text{day} \cdots \cdots \text{③}$$

この結果、「実際に供給可能な量：③」は、「農民が必要とする用水量：②」を満足させている。したがって、「農民が希望する耕作面積：①」をもとに、灌漑畑の規模を決定できる。

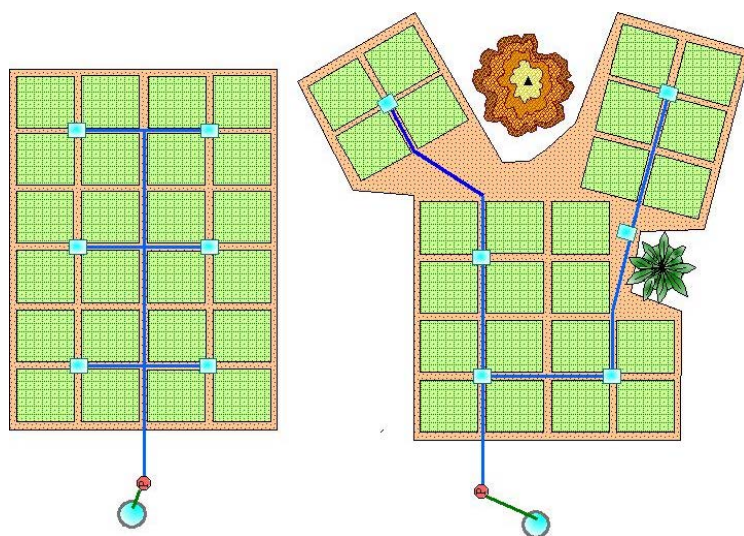
なお、灌漑畑の整備に当たっては、実際に灌漑を行って作物を栽培する「耕作面積」のほか、通路や栽培管理・収穫作業用地として利用する部分を加えて「1戸当たり割り当て面積」とする。JGRC 調査で設置したマゲー試験圃場の灌漑畑では、1戸当たりの割り当て面積を 100m²とし、うち耕作面積を 60m²とした。

4. 3 灌漑畑の区画配置

灌漑畑の区画割りは、区域内の地形を考慮しつつ、保存した樹木等を避けて、水路や貯水槽の合理的な配置に留意して行う。

区域内の地質や傾斜が比較的均一で、樹木の量が少ない場合は、単純に基盤の目状に区分けできるが、耕作に適する地質が分散している場合や水路経路の途中に樹木や岩の露頭などの障害物がある場合などは、施設の規模が極力小さくなるように区画配置を行う。

図 4. 3. 1 灌漑畑の区画配置例



4. 4 区画割当て方針の検討

上記 4.2 及び 4.3 の手順により区画割りした耕作地の間には、水源からの距離や土壌の肥沃度などによって、どうしても生産条件に格差が生じる。これらの各耕作地は、工事完了後に関係住民の話し合いに基づいてそれぞれ割り当てるが、生産条件の格差により関係住民の話し合いが難航しないよう、割り当ての基本ルールをあらかじめ検討しておくことが望ましい。

割り当ての基本ルールは、地域住民が話し合いで選び出した代表者による割当委員会を設置したり、例えば、農地保全や施設整備作業などの住民参加活動に参加した住民は優先的に区画を選択できるなど、地域住民の大半が納得できるような基準とする。

4. 5 灌漑畑の整備

JGRC 調査で実施したマゲー試験圃場の灌漑畑の例では、雨季の間ワジが氾濫して冠水する区域に畑を整備し、併せて専用水源としての井戸を掘削した。

井戸の掘削は、地域住民の参加によって、乾季で地下水位が低下する 3 月～4 月にかけて行い、径 1m のメタルコルゲートを孔壁保護のため用いた。結果として、コンクリート製の枠を用いる工法に比較して、1/4 ほどの経費で完成させることができた。

畑の整備は、

- ① 予定地に繁茂している雑草の刈り払い
- ② 灌木の伐採・除根
- ③ 樹木の枝打ち
- ④ 草木除去（家畜飼料・薪炭材として参加者が処分）
- ⑤ グレーダー整地
- ⑥ 測量
- ⑦ 区画割り
- ⑧ 送配水システム設置

の順に行った。

このうち、送配水システムの工事費を除いて、経費を必要とした項目はグレーダー整地費（約 56 万 FCFA）と住民参加のための作業資材（スコップ、ツルハシ等、約 37 万 FCFA）だけであった。

各作業の所要日数の内訳は下記の通りで、全体工期は 47 日間であった。

表 4. 5. 1 灌漑畑整備工事の工程別日数（ニジェール国、マグー村）

作 業	期 間	所要日数
草刈り・伐開	4～15 Oct,	12
草木除去	16～20 Oct,	5
グレーダー整地	21～23 Oct,	3
測量	24～25 Oct,	2
送配水システム (ブロック製作)	8～14 Oct,	7
(基礎掘削)	26 Oct, ～15 Nov,	21
(水槽設置工事)	28 Oct, ～18 Nov,	22
(配管工事)	1～19 Nov,	19
現地地区画割り	7～11 Nov,	5



マグー試験圃場内の氾濫原に設置された
〔乾季野菜畑〕

農地面積：8,400m²

耕作面積：5,040m²

作 者 数：84 名

第5章 水田の整備

5.1 水田の位置選定

ワジ氾濫原の湛水深は、雨季、降雨流出水によって急激な上昇と低下を繰り返しているため、この状態で氾濫原を農地として利用することは難しい。しかし、ここにミニダムを建設することにより、貯水池水位の変動幅を洪水吐きの天端高さ前後でほぼ安定させることができる。また、流域が比較的大きい溜池でも同様の現象が期待できる。このように水位安定化対策を採ることで、氾濫原での水稲作が可能となる。

氾濫原で水稲作を行おうとする場合、水田の位置は、

- ① 湛水深が適度な範囲にある。
- ② 等高線が陸地側に入り込んでいる。
- ③ 比較的平坦である。
- ④ 水の流れが緩い。
- ⑤ 後背地からの流出水の通り道がない。
- ⑥ 耕作住民が通作可能な位置にある。

ことなどを考慮して選定する。

5.2 水田の規模決定

ワジの氾濫原で行う稲作は、人工的な用水管理が可能な大河川流域の大規模水田と異なり、自然の水位の変動に依存する。このため、比較的小規模となることが多い。

JGRC 調査でマゲー村マゴ川に設置したミニダムの氾濫原では、地域の関係住民は1区画当たり 1,000m²～5,000m²ほどの水田を7区画合計 2ha と、2.3ha の2ヶ所に設けた。なお、これら水田の一部では、雨期終了後に野菜の減水農業を併せて行っている。



マゴ川ミニダムの氾濫原に、
地域住民が設置した
[氾濫原水田]



マグー試験圃場内のゴルビ川
氾濫原での「減水農業」
中央奥は「氾濫原水田」

5. 3 水田の整備

氾濫原の一部を水田として利用する場合に必要な整備は、①区域内の均平化、②畦畔または小堤防の盛立てのほか、必要に応じて③貯水池と水田を結ぶ水路の開削などである。なお、畦畔または小堤防の保護が必要な場合は、石材等で被覆する。



「氾濫原に開削した小水路」
貯水池から引いた水は、幾つかの
水田に導かれる



「小堤防を設置した氾濫原水田」
小堤防法面は、石材を張って保護し
ている

「区域内の均平化」は、高位部の地盤を切り取って、その土砂を低位部に運搬、盛り立てて行う。通水管式水準儀を用いて地盤の切り取り高さを求める簡易な方法を以下に示す。

<<<簡易な均平測量の手順>>>

- ① 最初に、水準儀のキャリブレーション（目盛りチェック）を行う。2本の標尺を同じ位置に立てて、透明ビニルホース内に気泡が残らないよう注意しながら、目盛り±0まで水を注ぎ込む。
- ② 現地の準備として、杭や紐などを用いて、水田として利用する区域を現地に表示するとともに、区域内に数点の測点を設置する。
- ③ 区域内のほぼ中央の測点に、水準儀の標尺の一方を固定し、これを基点(O)とする。
- ④ 他の一方の標尺を移動させながら、各測点と固定点との高低差を測定し、記録する。
- ⑤ 「高低差」とは、基点(O)の標尺の読みを2倍にした値である。
- ⑥ 各測定点の高低差の合計値を、基点を加えた測点数で除して平均値を求める。これを、「基準高さ」とする。
- ⑦ それぞれの測点の「高低差」の測定値と、上記の「基準高さ」との差（すなわち、切り取りまたは盛り立ての高さ）を求め、それぞれの測点に表示する。
- ⑧ 現地の各測点に表示された高さにしたがって、土砂を切り取り、移動、盛り立ての工事を行う。

図 5. 3. 1 通水管式水準儀の構造

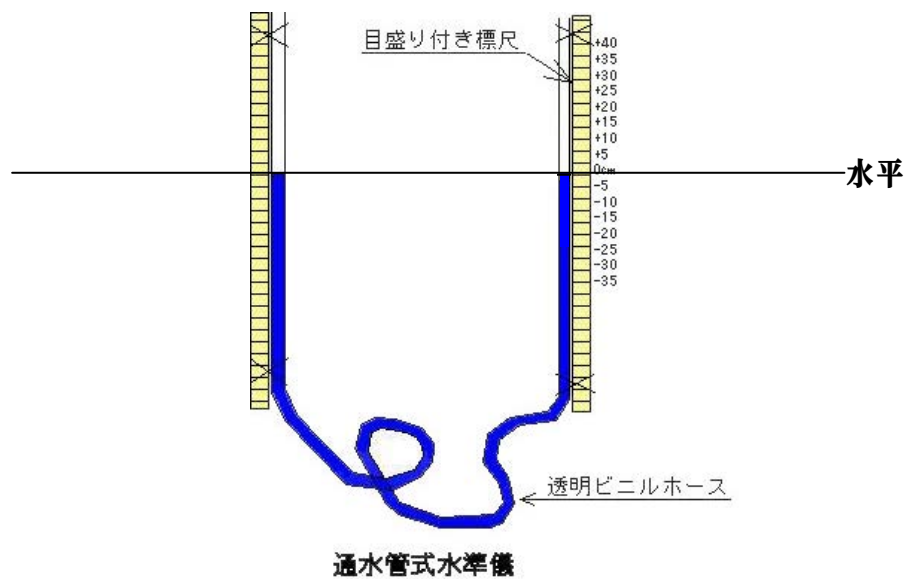
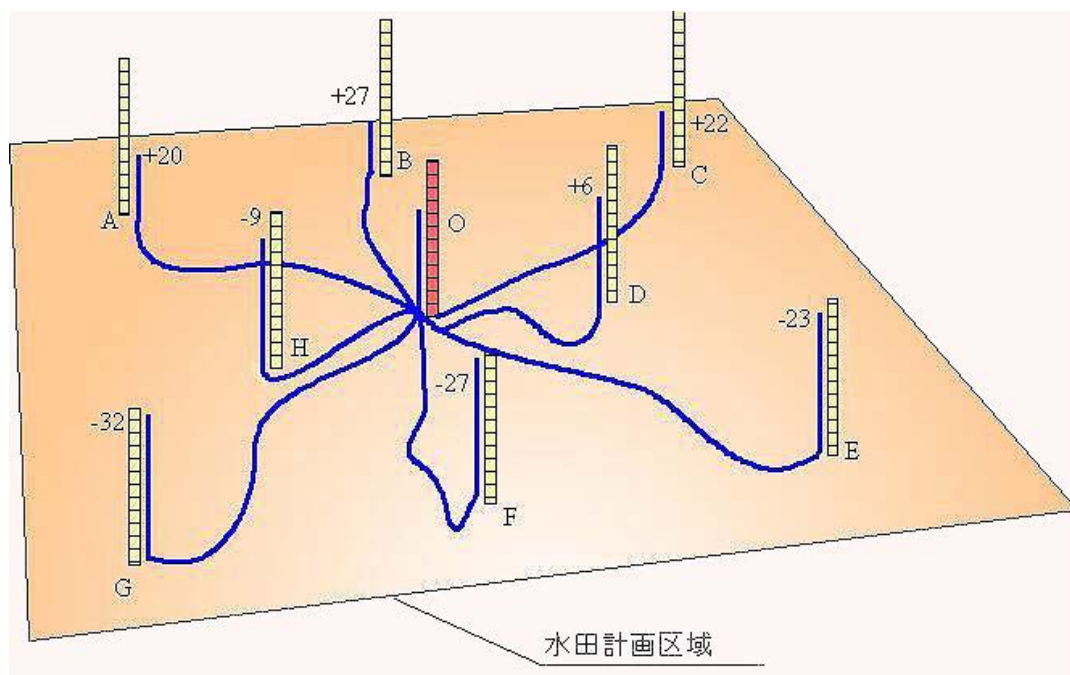


図 5. 3. 2 簡易な水準測量の概念と計算例



基準高さの計算：

$$(20+27+22+6+0-23-27-32-9) \div 9 \text{ 測点} = -2$$

各測点の切盛高さの計算：

$$\begin{aligned} \text{A点} &= (-2) - (+20) = -22\text{cm} && (22\text{cm 切り取る}) \\ \text{B点} &= (-2) - (+27) = -29\text{cm} && (29\text{cm 切り取る}) \\ &\cdot \\ \text{O点} &= (-2) - (\pm 0) = -2\text{cm} && (2\text{cm 切り取る}) \\ &\cdot \\ \text{F点} &= (-2) - (-27) = 25\text{cm} && (25\text{cm 盛り立てる}) \\ \text{G点} &= (-2) - (-32) = 30\text{cm} && (30\text{cm 盛り立てる}) \\ \text{H点} &= (-2) - (-9) = 7\text{cm} && (7\text{cm 盛り立てる}) \end{aligned}$$

第6章 施設の運用・維持管理

6.1 水利用組織の設立

水利用施設は共同で利用するものであり、その運転や維持管理には一定の経費が必要で、これらは利用者が負担しなければならない。このため、こうした施設の管理や運営を行う目的で、利用者である地域住民で構成する組織（水利用組織）の設置が求められる。

水利用組織は、計画策定作業に着手した段階から、地域の村落委員会や土地資源管理委員会など砂漠化防止計画を実施する地元組織を通じて準備を開始し、関係住民の話し合いに基づいて規約の策定、承認、役員の選出などを行って設立する。なお、関連する法律や条令の存在を確認し、設立や登録の手続きが定まっている場合にはその規定に従って行う。

また、設立された水利用組織は、施設整備計画の策定にあたって必要な現地調査、計画内容の決定などを行い、施設整備工事等への住民参加の方法や作業内容を確認して本格的工事への住民参加の促進を図る。

なお、本格的工事着手前には、施設整備完成後の運用開始に伴って必要となる燃料代などの費用分担、溜池の定期的浚渫など共同作業への参加に関する合意、水利用ルールの基本的事項に関する了承などを確認する。

水利用ルールの詳細な事項は、実際の運用を始めた後、その実態に即して、住民の話し合いに基づき、水利用組織が制定や修正を行う。

6.2 住民意向の反映

地域住民自らが、水利用施設の整備を計画し、これを具体化することは、技術の不足や資金調達の都合などから通常は困難であり、政府や援助機関の支援を得て事業化されるの一般的である。

しかし、利用者である地域住民の意向、現在の技術レベルを十分に反映しない施設は、設置しても管理が行き届かず放置されることが多い。

このため、水利用施設の整備にあたっては、住民の意向や技術レベルを十分に反映した計画とすることが重要である。

6.2.1 持続性の確保

整備した施設を地域住民が適切に管理し、持続的にこれを利用するためには、その施設によって生ずる便益が、施設利用に必要な経費や労力を上回るものでなければならない。

したがって、あらかじめ施設の利用にかかる経費を予測して、利用者がこれを賄い得るか否かを確認しておくことが重要である。

国家レベルでは、農畜産物の生産拡大、生産性向上のほか、国民食生活の改善あるいは自然環境保全など定量化が困難な項目も効果として評価することができるが、地

域住民レベルでは、現実的な収益と経費で評価しなければならない。

すなわち、乾季に野菜を生産することができても、これがすべて自家消費に充てられたのでは、生産物を現金に換えることができず、ポンプの燃料代を支払い続けることは困難になる。

また、市場からの距離や道路の状況などに応じた出荷方法についても考えておく必要がある。

JGRC 調査でマグー試験圃場内に設置した灌漑畑では、栽培活動開始当初の数年間には自家消費が中心となっていたが、近年は約 10km 離れた地方都市の市場に出荷して現金化されるものの割合(1996-97 年はほぼ全部が自家消費で 1999-2000 年は生産物の約 70%が市場出荷)が高くなってきている。

ここでの野菜栽培にかけた生産経費と収益の比較を下表に示す。生産額は 72～96 万 FCFA/10a で推移しており、種子代や灌漑経費などの生産経費は 4～19 万 FCFA/10a となっている。生産額のうち、およそ 7 割が現金化されたとすると、生産経費と施設更新の積立額を差し引いても、なお残余を生じている。

表 6. 2. 1. 1 マグー灌漑畑年度別収支

単位： 千 FCFA/10a

区分		1996-97	1997-98	1998-99	1999-2000
支 出 P	種子	6	5	11	9
	肥料	7	3	9	17
	農薬	3	2	—	1
	小計	16	10	20	26
	灌漑経費	143	27	38	37
	補修費	30	—	—	—
	計	189	37	78	63
収 益 I	キャベツ	536	501	418	500
	タマネギ	278	212	272	426
	レタス	89	71	29	34
	その他	3	15	—	—
	計	906	799	719	960
差引(= I - P)		717	762	641	897
経费率(P/I) %		21%	5%	11%	7%
施設更新積立(R)		52	6	5	11
収支(= I - (P+R))		665	756	636	886

・ 送配水システムの形式は、96-97 は開水路型、97-98 以降はパイプライン型である

・ それぞれの金額は、当該年の物価、市場価格を基礎として算出している

6. 3 施設等の維持管理

水利用施設の維持管理の内容は、システムを構成する構造物の種類によって異なる。適切な維持管理を行うことで施設の耐用年数を延長することができ、経費の削減につながる。

6. 3. 1 維持管理手順の標準化

水利用組織による適切な維持管理を図るには、それぞれの施設に関する日常の点検事項や操作手順、応急的な補修の方法などについて、視覚的に解りやすい手引きを作成しておくことが望ましい。また、必要な工具や補修用資材等をあらかじめ常備しておく。

6. 3. 2 作業内容の管理

施設の補修作業や日常の運転状況等について、日報を作成して作業内容や参加者数、所要経費等を整理しておき、費用分担額を算出するための基礎データとする、また、その後の施設運用や維持管理の合理化に向けた検討資料としても活用する。

6. 3. 3 関連対策の一体的実施

ミニダムや溜池などの地表水貯留施設については、施設本体の維持管理だけでなく、貯水池内の滞砂防止を図り貯水容量を維持する観点から、後背地流出域でのワジの砂防対策や農地保全対策の実施も必要である。このため、これらの作業は施設の利用と一体不可分であることを理解させ、自主的な住民参加によって実施するための体制づくりが重要である。

6. 3. 4 保安対策その他

ミニダムの貯水池には、上流域に降った雨が一齐に流入し、洪水吐きから激流となって流れ落ちる。降雨の程度によっては、津波のように一気に押し寄せて、洪水吐を通行している人間を押し流すこともある。また、水汲みの作業中に井戸へ転落する事故も時々聞かれる。

このような、水利用施設の設置や利用に伴う危険を回避するため、あらかじめ地域住民に注意を喚起するよう説明を行っておく。また、施設整備にあたっては、例えば井戸枠を地面から 80cm 程度の高さまで上げたり、井戸枠の周囲をコンクリートで固めたりすることは、汚物の流入防止だけでなく、事故防止の上からも効果的である。

6. 4 経費負担

水利用施設の運営には、施設の種類に応じて、ポンプ燃料油脂費、機械等の修理費及び運転労務などの運転経費が、また、水槽補修や溜池浚渫に要する材料・資機材などの維持管理経費が直接的経費として必要である。さらに、間接的経費として、組織運営のための事務的経費のほか、施設更新のための積立についても考慮する必要がある。

これら水利用施設の運営にかかる経費は、施設の利用によって生じる収益で賄わなければ、持続的な生産活動は不可能である。このため、施設運用開始当初の資金は融資や援助によって調達するとしても、本格的な生産活動開始後は、施設を利用する関係住民からの分担金によって賄われなければならない。

6. 4. 1 必要経費の見積

水利用施設の整備に伴って必要となる経費の項目とそれぞれの必要額をあらかじめ見積もっておき、利用者の負担額を定めておくことが望ましい。

6. 4. 2 経費の管理

これら負担額の徴収や支出、現金の管理などは、組織で選任した会計担当者が行う。また、砂漠化防止計画の一環として農民銀行などが設置される場合には、これと連携した経費管理も検討する。

JGRC 調査で設置したマゲー試験圃場の灌漑畑では、CGTV の下に農民組合を設置し、灌漑施設を利用する耕作者は組合に対して 500FCFA/年を支払うことが義務づけられている。また、これとは別に、毎年の農産物売上金の一部から、燃料油脂費等の負担及びポンプ・施設の更新費用を積立てている。

6. 5 施設の運用開始当初の技術指導

本章で述べた水利用組織による施設の運用・維持管理を地域住民がはじめから実施することは不可能である。

このため、一定期間に亘って、水利用組織に対する技術指導を行う必要がある。技術指導の内容は、既述のとおり、機械設備や施設の運転、日常の保守、維持管理作業及び経理事務などのほか、地域の要望や実情に応じて検討する。

第7章 付録

7. 1 水利用施設の整備手順と本ガイド記載位置

本ガイドは、基本的に「調査・計画」～「設計・施工」～「運用・管理」といった項目別に構成しているが、それぞれの項目に各種の施設に関する記述が混在している。

このため、代表的な水利用目的別に、現地で実際に進められる実施手順に従った場合の本ガイド記載ヶ所を、次表に整理する。

表7. 1. 1 乾季野菜栽培に必要な施設等の整備手順

区分	検討事項	作業内容	参照番号
計画 / 設計	① 水資源の利用目的の把握	・地域の水利用の実態と、住民の要望や意向に関する調査	2.1.1
	② 野菜畑に関する地域住民の具体的な要望/意向の把握	・住民による話し合いの開催 ・野菜畑への参加希望、施設に関する要望事項等の集約/集計	2.1.2
	③ 開発する水資源量の把握	・別途策定する「水資源開発計画」に基づいて実施した調査結果から、利用可能な水資源量を把握 ・現地調査の結果に基づく水資源量の把握	別冊「水資源開発技術マニュアル」
	④ 水源の形式と位置の把握	・別途策定する「水資源開発計画」によって決定した水源形式と位置を把握 ・現地調査の結果に基づく水源位置の決定	別冊「水資源開発技術マニュアル」
	⑤ 野菜畑の位置と規模の検討	・野菜畑適地選定のための、地形/地質等に関する現地調査 ・蒸発散量/灌水量等に関する基礎データ収集と④の集計結果を踏まえた総用水量の推計 ・上記推計結果と③との比較検討に基づく、野菜畑の規模決定	4.1 4.2
	⑥ 耕作地の区画割りと配分戸数の検討	・④の集約結果と⑤の検討結果を踏まえた1区画当たり耕作面積と区画割りの決定及びこれに基づく配分戸数/割当方針の決定	4.3 4.4
	⑦ 水利用施設の形式と構造の検討	・住民の要望/技術レベルを踏まえた水利用施設の形式決定 ・水利用施設の詳細設計 ・住民参加による作業の実施計画策定	3.1
	⑧ 施設の運用/維持管理計画の検討	・施設運用/維持管理体制整備計画策定 ・施設運転経費の算出 ・施設運転手引きの作成 ・日常の点検/保守上必要な資機材配備 ・維持管理作業の内容と方法の検討	6.3 6.4
	⑨ 水利用施設の整備計画に関する住民説明	・上記⑤,⑥,⑦及び⑧の検討結果について、地域住民への説明会開催 ・必要に応じて、設計内容等を再検討	6.2
実施	⑩ 施設/基盤の整備工事実施	・住民参加による作業への技術指導 ・工事監理/設計内容と現地実態の確認	4.5
	⑪ 参加住民への耕作地割当/施設の利用開始	・耕作地割当方針に基づく耕作地配分 ・施設運用開始当初の技術指導	6.5
運用	⑫ 施設運転経費等の管理/分担金徴収	・水利用組合会計担当者への、経理手法及び分担金徴収に関する指導	6.4
	⑬ 維持管理	・施設等の維持管理計画に基づく住民参加活動への、技術指導	6.5

表7. 1. 2 氾濫原農業に必要な施設等の整備手順

区分	検討事項	作業内容	参照番号
計画 / 設計	① 水資源の利用目的の把握	・地域住民の要望や意向に関する調査の実施	2.1.1
	② 氾濫原農業に関する地域住民の具体的な要望/意向の把握	・住民による話し合いの開催 ・氾濫原農業への参加希望、施設に関する要望事項等の集約/集計	2.1.2
	③ 水源の形式と位置の把握	・別途策定する「水資源開発計画」により決定した水源形式と位置を把握 ・現地調査の結果に基づく水源位置の決定	別冊「水資源開発技術マニュアル」
	④ 開発する水資源量/氾濫源における開発可能地の把握	・地形/地質等に関する現地調査の結果から、利用可能な水資源量及び氾濫源農業の適地を選定	2.1.3
	⑤ 水源施設及び氾濫原農業に関する要整備量及び整備方法の検討	・上記調査結果に基づく、要整備量の把握 ・施設の設計 ・具体的な整備方法の検討 ・住民参加による作業の実施計画策定	5.1 5.2
	⑥ 施設の運用/維持管理計画の検討	・施設運用/維持管理体制整備計画策定 ・施設維持管理手引きの作成 ・日常の点検/保守上必要な資機材配備 ・維持管理作業の内容と方法の検討	6.3 6.4
	⑦ 施設及び農地の整備計画に関する住民説明	・上記⑤及び⑥の検討結果について、地域住民への説明会開催 ・必要に応じて、設計内容等を再検討	6.2
実施	⑧ 施設/農地の整備工事実施	・工事監理/設計内容と現地実態の確認 ・住民参加による作業への技術指導	5.3
	⑨ 参加住民による耕作開始	・施設運用開始当初の技術指導	6.4
運用	⑩ 維持管理	・施設等の維持管理計画に基づく維持管理作業 ・住民参加による関連対策の実施	6.5

表7. 1. 3 家畜の水飲み場設置に必要な施設等の整備手順

区分	検討事項	作業内容	参照番号
計画 / 設計	① 水資源の利用目的の把握	・地域住民の要望や意向に関する調査の実施	2.1.1
	② 給水対象地域及び遊牧家畜頭数の把握	・現地調査により給水対象とする家畜頭数を把握し、必要な水資源開発量を算定 ・関連する開発計画との整合性確認	2.1.2
	③ 水源の形式と位置の決定及び開発可能な水資源量把握	・現地調査の結果を踏まえて、水源の形式と位置を検討 ・開発可能な水資源量の確認	2.1.3
	④ 水源開発に必要な整備量及び整備方法の検討	・上記の調査結果に基づき要整備量を把握 ・施設の設計 ・具体的な整備方法の検討 ・住民参加による作業の実施計画策定	別冊「水資源開発技術マニュアル」
	⑤ 施設の運用/維持管理計画の検討	・施設運用/維持管理体制整備計画策定 ・施設維持管理手引きの作成 ・日常の点検/保守上必要な資機材配備 ・維持管理作業の内容と方法の検討	6.3 6.4
	⑥ 水源施設の整備計画に関する住民説明	・上記③、④及び⑤の検討結果について、地域住民への説明会開催 ・必要に応じて、設計内容等を再検討	6.2
実施	⑦ 水源施設の整備工事実施	・工事監理/設計内容と現地実態の確認 ・住民参加による作業への技術指導 ・施設運用開始当初の技術指導	別冊「水資源開発技術マニュアル」
運用	⑧ 維持管理	・施設等の維持管理計画に基づく維持管理作業	6.5

