

の前記の台数の3倍もの製粉機が正式の輸入許可を受けずに輸入されていると見込まれている。計画対象地域にも、大きな村では3台ないし4台のディーゼルエンジンの製粉機を有する製粉工場（処理能力2.4 t/日）が4ヵ所程度みられる。

#### 4.6.5 農産物流通

##### (1) 食糧庁 (Office des Produits Vivriers du Niger : OPVN)

ニジェール国政府は国民の主食であるミレット、ソルガム、米などの食糧の価格安定、安定供給及び緊急時の備蓄を図るために、これらの流通に介入することとし、これを行う政府の公営組織として、1970年にOPVNを設立した。

しかし、政府はOPVNは十分にその目的を達成することができなかったとし、国家財政再建の1984/85年のキャンペーン以来、商品流通経済体制を推進する中で、穀物市場流通へのOPVNの介入を全面的に廃止し、この面での大幅な自由化を実施した。この結果、穀物の公定生産者価格及び公定消費者価格は毎年定められているけれども、生産者及び消費者が穀物を公定価格で売買するか、自由市場の自由価格で売買するかは、全く生産者及び消費者の自由な経済行動に委ねられることになった。

OPVNが行っていた輸入業務は廃止され、穀物輸入は政府の許可を受けた輸入業者が一手に行うことになった。しかし、同じくOPVNが行っていた援助国からの援助穀物の取扱い業務はOPVNに残され、OPVNはこの援助穀物を緊急時における食糧確保のための備蓄（最低3～4ヵ月分の供給量の確保が必要とされている）に向けるか或いは消費者へ公定価格で放出している。なお、OPVNの穀物貯蔵施設規模は158,600 tである（Annexe 4.6.5-1参照）。

## (2) 米加工公社 (RINI)

米作農民が生産した粳をどのように処分するかは全く農民の自由である。自由市場価格で商人(産地集荷業者)に売るか、生産者公定価格で農業協同組合集荷ルートにのせるか、また粳生産のための農業協同組合の賦課金(灌漑施設の運転、維持管理費、種子代、協同苗代費、肥料代等の生産経費)を現金で支払うか、又は現物の粳で精算するかは全く農民の自由である。一般に、灌漑整備された地域での米作農民は、生産した粳を1/3づつ、自家消費、商人(自由市場)、灌漑農業協同組合に配分するといわれている。ONAHAの資料(Annexe 4.6.5-2参照)によれば、ニジェール河流域及びコマドウグウ流域の灌漑施設整備地区では、1986年雨期米作の総生産量22,720tのうち、6,850t(30%)が農業協同組合を通じてRINIに売渡されている。RINIは農業協同組合にキログラム当たり5FCFA(Coopに3FCFA/kg、UNCに2FCFA/kg)の集荷手数料を支払って、農民より生産者公定価格で粳を買い上げ、最寄りの精米所で精米加工する。農業協同組合から最寄りの精米所への輸送経費はキログラム当たり平均3FCFAである。RINIは生産者公定価格に精米加工費用とこれら途中経費を加算する価格システムで小売業者に卸売する。また直接販売所で直接消費者に販売もする。最近5ヵ年におけるRINIの買上げ量、買上げ公定価格、及び販売量、販売価格はAnnexe 4.6.5-3~4のとおりである。

RINIがOPVNに販売したのは最近5ヵ年では1987/88年のみで、同年度の販売量7,824tのうち、わずかに1,000tのみである。

2.2節で前述したように、現在の米の消費量は約80,000tとみられている。一方、供給量は1986/87年および1987/88年の2ヵ年平均でみれば、RINIが約10,000t(Annexe 4.6.5-4参照)、援助米が約5,000t(Annexe 2.2-7参照)と計約15,000トンである。農民から商人を経て供給される量は、はっきりした統計資料はない。しかし、一般にいわれているように、生産された粳は1/3づつ、自家消費、RINI、商人に回され、したがって、人の手を経て供給される量はRINIと同じと推定すれば約10,000tと見込まれる。また、農業統計年報によ

れば、最近2年の初の生産量の平均は68,000tであり、この1/3が商人の手を経るとすれば、供給される精米は約14,000tである。したがって商人を経て供給される量は約10,000~14,000tと推定され、供給不足量は約55,000~51,000tと見込まれる。この供給不足量は輸入業者による輸入米によって賄われているものと考えられる。また2.2節でみたように、農業環境省は1985/86年の輸入米は50,000tを超えたとしている。いずれにしろ、最近の米の輸入量は約50,000tに達しているものと推定される。この大量の輸入米の流通は米の自由流通市場における卸売価格形成に大きな影響を与えているものと考えられる。RINIの稼働能力の一層の増強と近代化・合理化が望まれる。

米の流通システムにおけるRINIの位置を図示すれば、Annexe 4.6.5-8のとおりである。

なお、米の公定生産者価格及び米の自由市場における小売価格の動きはAnnexe 6.5-5、4.6.5-6及び4.6.5-7のとおりである。

#### 4.6.6 農民組織

地方行政組織と農民組織の関係はAnnexe 4.6.2-1で示したとおりである。また、中央と末端農民組織の間に存在する中間の農民支援組織についても前項4.6.5で述べたとおりである。ここでは農民と直接係わる農業協同組合の組織と運営について述べることにする。

協同組合は開発委員会(CD)と経営委員会(CG)とからなり、その下部機構として約50haにつき1カ所の生産共済集団(GMP)を持ち、各集団では全農民の選挙により数名の代表を選出し、運営している。

CDは事務局員(3名)、GMPのメンバー(数十名)、ONAHAの代表で構成され、施設の改修、維持管理、配水のローテーション、営農指導等の運営を審議し実行する。

CGは事務局、GMP事務所、ONAHA事務所の主要メンバー数名で構成され、

経営（購入、販売、会計、その他）を担当する。

協同組合は施設の管理（ポンプ場、配水ゲート）、営農指導（農業普及員）、生産物、肥料、農薬等の購入、販売を行っている。一部の協同組合では生活必需品（食料、雑貨、衣類等）の販売も行っている。

協同組合の運営費は関係農家はその金額に相当する粃米を納入している（Annexe 4.6.6 - 1 参照）。

## 4.7 社会インフラストラクチャー

### 4.7.1 生活用水

#### (1) ニジェール河川水の生活用水としての利用実態

現在、ニジェール河の水を直接生活用水として組織的に利用しているのは首都ニアメだけである。その他の川沿いの市町村では井戸を掘り、給水を行っている。大きな市では給水塔へポンプアップし配水する水道設備を設けているが、それ以外では直接井戸からのくみ上げにより生活用水として使っている。しかしながら、以前から河川水を生活用水として直接利用してきた川沿いの住民にとっては、水くみの利便性、井戸水との若干の味の違い等の理由により、現在も多くは河川水を生活用水として利用しているようである。その使用量は、特に村落においては河川水の量が圧倒的に多いようであるが、その利用実態は不明である。なお、国としては衛生上の問題により、井戸水の利用を勧めている。

ニアメにおける浄水場は現在、ケネディ橋の上流約1 kmのヤンタラ (Yantala) と約2.5 kmのグウデル (Goudel) にあり、その処理量は表4.7.1-1のごとくである。

表4.7.1-1 浄水場における処理量

地名	通常 (m <sup>3</sup> /日)	最大 (m <sup>3</sup> /日)
ヤンタラ	22,000	26,400
グウデル	22,000	33,000

なお、これらの処理場は現在増設計画があり、ヤンタラは1992年までに最大処理量 33,000m<sup>3</sup>/日、グウデルは2000年までの最大処理量 121,000m<sup>3</sup>/日となる見込みである。これは2000年の時点では最大 1.8m<sup>3</sup>/sec の取水の行われることを意味している。

また、現在グウデルの浄水場の上流約 0.3kmのところにコンクリート製の取水堰を建設中であり、これが完成すれば、渇水期の5、6月にもかなり安定した水の供給が可能になるとのことである。しかし、これによりもし流況がここ数年と変わらぬものならば、この堰より下流の流量が渇水期にはゼロとなることが予想されている。

(2) 本調査地域における生活用水

本地域はニジェール河沿いに位置することより、ニジェール河沿いの部落の住民は生活用水のほとんどにニジェール河の水を利用しているようである。Annexe 4.4.3-1と Annexe 4.7.1-1に井戸のある村落とその状況を示すが、これによれば井戸の全くない村が半数近くあり、また、たとえ井戸があっても、コンクリート製井戸枠を用いた近代的井戸は少なく、1ヵ所の井戸が約 250人の人間の生活用水を供給するとした場合（経済開発五ヵ年計画1987～1991）、近代的な井戸からの水だけでは生活用水を賅いきれない村が多い。

聴き取り調査によれば、井戸のない村でも、くみ置いた河川水に塩素を入れて使う用になっているとのことであるが、実際には河川水を直接飲んでいるものも多いようであり、雨期（6～9月）の濁水などを考えれば、現状での河川水的生活用水への利用は問題があるものと思われる。

#### 4.7.2 道路

本調査地域の北東3～6kmを本地域に沿うように幅約7.0mのラテライト舗装道路が走っている。この道路はガヤ市より北西に向かいファルメイに至り、北向し、国道1号線のマルゴに至っている。その延長は175kmである。

ガヤ市にはドッソ市よりガヤ市を経てベナン国境に至る国道7号線が通っている。国道7号線は幅員6.0～7.0m、延長約155kmのアスファルト舗装道路であり、ベナンのコトヌー港よりベナン～ニジェール鉄道の終点パラクウ(Parakou)を経てガヤに至り、更にドッソを通る国道1号線に接続するニジェールの重要な物資輸送ルートの1つとなっている。

国道1号線は首都ニアメを起点とし、西はティラベリを経てマリ国境へ至り、西はドッソ、マラディ、ザンデル、ディッフアといった各県庁所在地を通り、チャド国境へ至るニジェールを東西に走る交通の動脈である。その幅員は6.0～7.0mで、延長約1,840km、マリ、チャド両国境の一部を除いてアスファルト舗装道路である。参考までにニアメ～ドッソ～タウアの道路網をAnnexe 4.7.2-1に示す。

ガヤ～ファルメイ～マルゴのラテライト舗装道路より当計画対象地域へ至る道路はすべて“Piste”と呼ばれる車両の通過跡がそのまま道路になったような自然道のみである。乾期の通行には問題はないようであるが、雨期には湛水する場所があり、通行困難、或いは不能となるものが多い。舗装道路より当地域沿いのニジェール河岸までの距離は5～10km程度である。

なお、首都ニアメより本地域までの所要時間は、ドッソ、ガヤ経由で約3時間半、マルゴ、ファルメイ経由で約2時間半である。

#### 4.7.3 電気

ニジェールにおける通電、配電は独占企業であるNIGELEECが行っている。しかしながら、その電力の多くは隣国ナイジェリアからの買電に頼っている。

1976年のNEPA (Nigeria Electric Power Authority) との契約及びナイジェリアのビルニンケビ～ニアメ間の送電線の建設により買電が可能となった。契約電力は40MWである (Annexe 4.7.3-1 参照)。

この電力はニアメにて分配され、ティラベリ、サイ、クゥルゥ等に送電され、都市の電化及びその周辺の灌漑農業施設への供給に利用されている。

そのほかに、県庁所在地、郡庁所在地等の比較的大きな都市で送電のなされていない所は発電機が設置され、その地域内に配電されている。

また、ニジェール東部、国道1号線沿の馬拉ディ～ザンデール地域でもナイジェリアのカトシナからの送電による送電網の整備計画が進められている。

本計画地域のあるガヤ郡については、郡庁所在地であるガヤ市のみがNIGELCの発電所によって電化されている。この発電所は出力 115KVA, 95KVA, 170KVAの3台のディーゼル発電機よりなり、115KVAと 95KVAは直結でき、最大出力は210KVAである。他の1台は非常用である。ここ数年のピーク消費電力は表4.7.3-1のごとくである。これによれば、近年消費量は大きく伸びており、発電所の増設も計画されているようではあるが、ガヤより 20～50kmも離れた本調査地域が電化されることは、当面考えられないものと思われる。

表4.7.3-1 ピーク消費電力の推移 (MW)

1985	1986	1987	1988
0.077	0.093	0.130	0.262

#### 4.7.4 保健・衛生

ニジェールにおける医療施設は表4.7.4-1のように構成されている。

各村の人間は病気になった場合、直近の診療所へ行くことになるが、そこで手に負えない場合は、さらにその上位の施設へ転送される。各県には病院を中心とするこれ

ら各施設からなる医療のネットワークが形成されている。

また、緊急の場合には、看護人が患者のいる村へ15日間派遣され、無料で看護するシステムもある。

診療所の設置基準は人口10,000人に対して1ヵ所を標準としているが、地形的な条件等により過疎となっている地域では、基準に達していなくても設置している。

なお、患者は中核診療所レベルまでは無料で治療を受けられる。

本調査地域においては、現在、ウナ及びテンダに診療所があり、その他の比較的大きな村には看護人が1～2人、産婆が1～2名いる。

表4.7.4-1 医療施設とその数

施設名	設置場所	数
国立病院	ニアメ、ザンデール	2
病院	上記以外の県庁所在地	5
中核診療所	郡庁所在地	39
診療所	各町村	214
衛生班	人口500～1,000人の村	—

#### 4.7.5 教育

ニジェールにおける教育制度を Annexe 4.7.5-1 に示す。この図に示される小学校(Ecole Primaire)のみが地方農村にあり、中学校は郡庁所在地程度以上の都市に、そしてそれより上級学校については、首都、県庁所在地及び特定の都市に設置されている。

本調査地域の大部分が位置するガヤ郡には45の小学校があり、ガヤ市に中学校がある。そのうち当地域には4校が、またドッソ郡に属する小学校が2校ある。その概要は Annexe 4.7.5-2 に示すとおりである。

ニジェールにおける小学校1クラスの標準的な定員は20人～40人とのことである



ので、本地域においてはほとんどのクラスが定員過剰となっている。また、アルバケーズ、モンベイ・トンガ、サナフィナについては今後年度を追うごとに教室の増設が必要となる（ニジュールにおいては1校当り1年～6年まで少なくとも3クラス編成としている）。

1984年以前には、ウナを除いて本計画対象地域内の川沿いの村には1校の小学校もなかったことから分るように、本地域は教育的には問題を抱え、比較的進んでいない地域である。

これに対し、小学校では子供達に手仕事を身につけさせるといったような実践的な教育を行い、子供達の学校への定着を計るような努力がなされている。なお、ガヤの中学校の生徒数は現在450名程度で、小学校からの進学率は50%程度とのことである。

中学校を終えたものは、資格試験を経て上級学校へ進学することとなるが、それらの中に農業関連のものとしては、ニアメ大学農学部、クウルウの農業学校がある。

#### 4.7.6 通 信

現在、本調査地域であるウナ・クワンザ地区には通信に関する施設はなく、これを利用したい者はすべてガヤへ行かざるを得ない状況にある。参考までにガヤ～ドッソ～ニアメの通信ネットワークの状況をAnnexe4.7.6-1に示す。なお、ドッソ～ガヤ間の回線数は1988年中に24回線に増設されとのことである。

また、郵便事情についても同様で、郵便局はガヤにしかなく、手紙をだすか、或いは受け取るためには、当地域の住民はガヤまで出かける必要がある。村によっては郵便に関する担当者を決めて、毎月1回その村の郵便物を取りまとめてガヤまで持って行くことにしている。

#### 4.8 類似農業開発

ニジェール河沿岸で今までに開発が終了したプロジェクト、或いは現在工事中か計画中のプロジェクトは Annexe 4.8-1 及び Annexe 4.8-2 のとおりである。

既に 33地区 6,905haが実施済みである。

前述のAnnexeに示すとおり、農業開発は1955年頃ティラベリに始まり、70年代に入り急速に開発が進行し、特に開発5カ年計画の実施に伴い、顕著な伸びを示している。

1988年11月現在工事中のプロジェクトはクラニ・バリア(750ha)とサイー Extention(100ha)の2カ所である。

計画中のプロジェクトは13地区18,348haに及び、この中の一つが、ウナ・クワンザのプロジェクトである(Annexe 4.8-3~4参照)。

既存の類似開発プロジェクトは援助機関が単独に施工する場合もあるが、そのほとんどは、ニジェール国の灌漑事業を行うONAHAがその施工に関与している。先にあげた実施済みプロジェクトの75%はONAHAが関係している。最近の大型プロジェクトではナマリゴングがある。また、ONAHAはその施工実施だけでなく、灌漑事業のその後の維持管理も行っている。ONAHAの組織と運営については4.6.2項を参照されたい。



## 第5章 事業計画





## 第5章 事業計画

### 5.1 開発計画の概要

計画対象地域はニジェール河の増水期には大半が浸水する地帯であり、河道に沿って堤防を築堤し、洪水を防禦する。

洪水から防禦された地域内の耕地は農地整備し、水田としての用排水路、農道等を配置し、圃場は 0.5 haに分割する。

灌漑用水はニジェール河よりポンプ揚水或いは自然取水し、水稻2期作を行う。

その他ほかに、旧河川（湿地）を利用した養魚場、農道敷或いは残余地での植林、計画用水路から直接取水できない高地は牧草地としての利用等も計画する。

また、放牧地として利用されるレテ島に家畜が通れるように堤防横断取付道路を設ける。

支援施設として、他のプロジェクトと同様に、事務所、官舎、倉庫、井戸等を設け、維持管理に支障なきよう配慮する。

本プロジェクトの成否にかかわる営農指導の充実を図るため、モデル圃場を設けて、実地教育を行うとともに、試験圃場として品種の改良、採種等も実施する。

以上の各種計画により、対象地域の農民は1戸当たり0.5～2.0 haの配分を受け、現在の伝統的粗放農業から近代的集約農業へと改善され、農民の所得、生活水準の向上はもとより、国の食糧自給対策に寄与することになる。

## 5.2 農業開発計画

### 5.2.1 土地利用計画

現況の土地利用のうち、耕作地 2,180ha、草地・牧草地 878ha及び低湿地 255haの計 3,313haを農地造成の対象とし、この対象地の中で、土地分級による水稻耕作不適地 408haを除いた2,905ha が耕作適地面積である。

この耕作適地から、堤防、用排水路、農道、植林、牧草地等の面積を除いた土地が灌漑耕作地として造成され、すべて水稻の2期作として利用する。

灌漑耕作地のゾーンごとの標高は次のとおりである。

ゾーン名	標 高 (m)
Z-1	160.4 ~ 162.3
Z-2	159.5 ~ 161.5
Z-3	159.2 ~ 161.2
Z-4	160.0 ~ 161.5
Z-5	160.0 ~ 161.0
Z-6	159.0 ~ 161.3
Z-7	158.0 ~ 160.0

各ゾーンごとの灌漑耕作面積を表5.2.1-1に示すが、対象全域の内訳は次のとおりである。

対象総面積	3,888 ha
・灌漑不適地	
灌木地、沼地、居住地、道路	575 ha
土壌不適地、高地	408 ha
小 計	983 ha
・灌漑耕作適地面積	2,905 ha
内訳	
① 堤防用地	181 ha



② 用排水路、農道、その他（5%）	146 ha
③ 植 林（1%）	29 ha ※
④ 牧草地（2%）	58 ha
⑤ 灌漑整備面積	2,491 ha

※ 植林は灌漑不適地の中にも、71haを計画し、合計 100haを対象面積とする。

表 5.2.1-1 計画対象面積内訳表

(単位：ha)

ゾーン名	対象面積 ①	灌漑不適地 ②	灌漑耕地 適地 ③=①-②	堤防敷地 ④	用排水路 農 道 植林、牧草地 ⑤=③×8%	灌漑耕作地 ⑥=③-④-⑤
Z-1	194	65	129	27	10	92
Z-2	189	26	163	15	13	135
Z-3	677	82	595	37	48	510
Z-4	1,052	267	785	35	63	687
Z-5	430	205	225	11	18	196
Z-6	874	226	648	27	52	569
Z-7	472	112	360	29	29	302
計	3,888	983	2,905	181	233	2,491

## 5.2.2 作物生産計画

土地利用計画で示された稲作適地は約 2,900haであるが、このうち、堤防、用排水路等を除くと、約 2,500haとなる。これらの耕地はすべて水田として利用し、稲の2期作を行う。その理由は下記のとおりである。

- 畑作では連作障害が発生するが、水田では水稻を連作しても障害が発生することはない。ただし、休閑期なしで周年栽培するとコナジラミ並びにバクテリアブルグなどの病虫害の発生が増加する。
- 灌漑稲作の生産性は4～5 t/haで、他の畑作物（ミレット、ソルガム等）の2～3 t/haより高い。水稻作適地は粘土質土壌で排水が悪いところが多いから、畑作物の栽培には不適地である。
- 畑地は酸化状態であるので、有機物が分解されやすいが、水田は還元状態に維持される期間が長いので、有機物の分解が遅く、有機物が貯積される。したがって、地力の増強、維持に役立つ。

水稻の2期作の可能性については、既設の灌漑地域を視察した限りでは、用水が十分に確保され、病虫害防除のための休閑期が設けられれば、なんら支障となる要因はないものと判断される。

### (1) 作付体系

水稻を周年栽培し続けると、病虫害の発生が年々増加し、収量が低下して行くことが予測される。その対策として、農薬散布による防除法と生態的防除法とがある。農薬散布による場合は、農薬に対する抵抗性を持つ新しい系統の病原菌や害虫が出現して、農薬では防除しきれなくなる危険性がある。そこで、この計画では経済的で安全な生態的防除法で病虫害の大発生を防止することにする。生態的防除法は、ある期間全く稲を作付けしない時期を設け、害虫の生息を抑制し、病害の媒介を防止する方法である（稲作の一斉休閑期）。その時期と期間は、コナジラミやウンカ

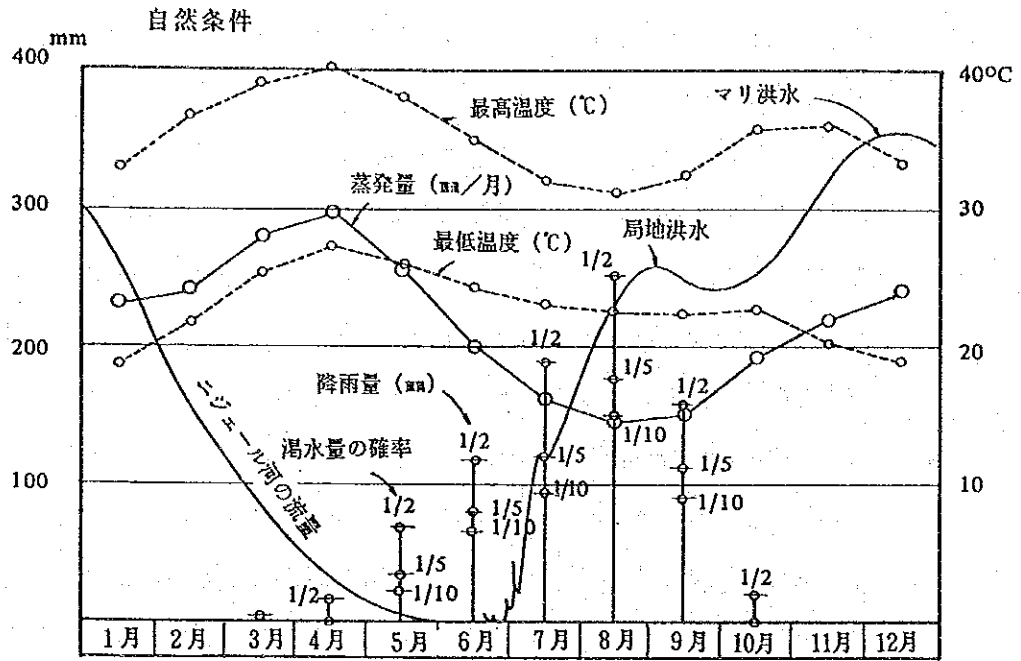
などの害虫の生態系からみると、乾期の終期で雑草も枯死している時期に1カ月程度一斉に休閑するのが最も理想的である。しかし、ニジェール河が5～6月に渇水になることなどを考慮して、A、B、Cの3タイプの作付体系を策定した。それを図5.2.2-1に示す。

水稻の生理、生態と病虫害の生態的防除の面から考えると、4月の高温乾燥期に休閑するC案が高温による受精障害も少なく、病虫害の防除効果も大きいので、最も生産性が高い。しかし、前述したようにニジェール河が5～6月に渇水となるのでA案を設けたが、このA案は乾期作の水稻が4月の高温乾燥期に出穂開花期が遭遇するので稔実歩合がやや低下することと、5月下旬からの降雨で雑草が発生するので、病虫害防除効果も劣るため、生産性はやや低下する。A案とC案との中間案としてB案を設けたが、このB案は6月に苗代用水が確保されれば、作付可能な体系であり、稔実歩合の低下も少なく、病虫害防除効果も高いので、C案に次ぎ生産性が高い。この作付体系での2期作用品種としては、生育日数(120～130日)、耐病性、耐暑性、多収性などを考慮して、ニジェール国の推奨品種の中から、IR-1529-680-3(以下IR-15と呼ぶ)を選定する。

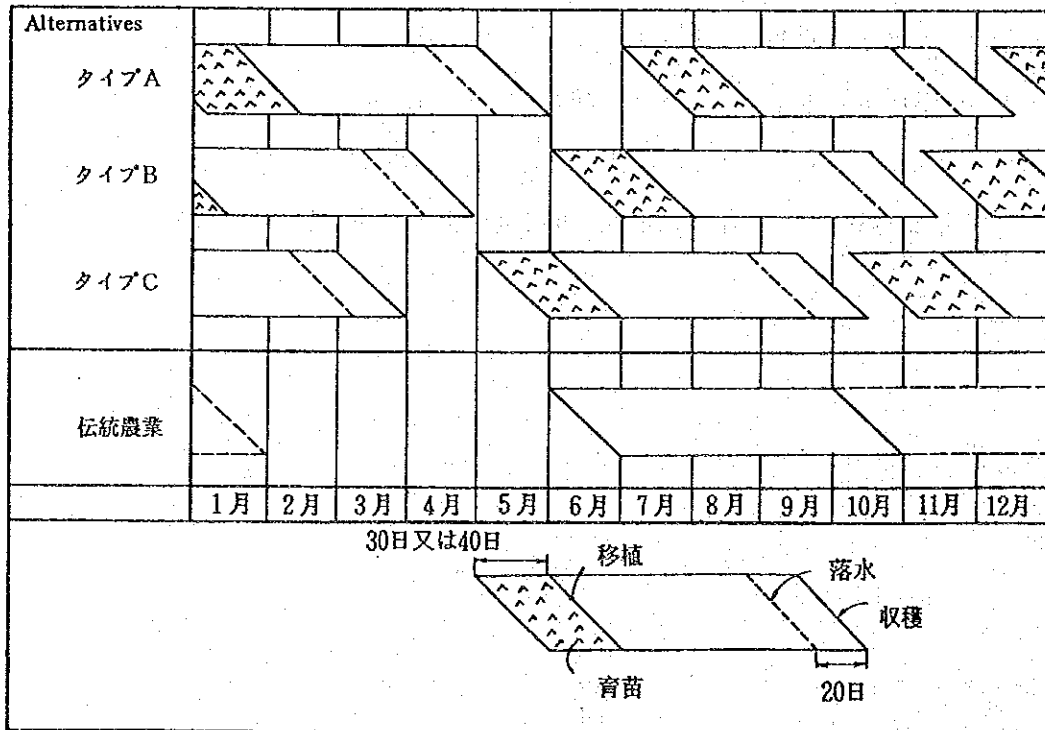
この他にBG90-2とIR-22についても検討したが、乾期作の生育日数に150～160日を要するので不適當と判断される(Annexe 5.2.2-1～3参照)。

なお、INRANでは、現在、西アフリカにおける適応性の高い品種を選抜中とのことであるので、早急に早生多収品種が出現することを期待する。

図 5.2.2-1 計画対象地域の自然条件と計画作付体系



計画作付体系



## (2) 作物生産

FAOがIR-15について各灌漑地域の農家圃場で行った三要素試験並びに施肥量試験の結果に基づいて、Annexe 5.2.2-4を作成し、生産予測を行う。この作図に用いた関係値は下記の通りである。

窒素施用量 (kg/ha)	0	92	107	122	137
籾の生産量 (t/ha)	2.7	4.9	5.2	5.4	5.5

その結果、栽培技術指針 (Annexe 5.5.5-2) の水準まで栽培技術が向上した場合の達成可能なIR-15の単収は、雨期では5.4 t/haとなることが予測される。しかし、乾期の単収はONAHAの灌漑事業地区の統計並びにFAOの肥料試験においても、雨期より低下している。その減収となる原因は、出穂、開花期が高温乾燥期(3~4月)に遭遇するので、受精が阻害されるためである。このことについては、IRRI (JARQ1977) が実験した結果では、開花期の高温処理が8時間で20%の不稔を誘起する限界気温は耐暑性強品種で36.5℃、同弱品種で32℃、41℃ではどの品種も100%不稔となり、38℃で20%不稔を誘起する限界時間は強品種で4時間、弱品種で2時間となるとしている。したがって、耐暑性があるIR-15を用いても、4月の高温乾燥期に出穂期が遭遇する作期では約10%の不稔が増加するものと推察されるので、乾期の単収はA案で4.9 t/haとなるものと予測した。

表5.2.2-2に示すように、作付体系によって単収が異なる。C案のように最適期に灌漑用水が十分に確保される場合は、2期作で9.8 t/haの生産をあげることが可能であるが、A案を採用した場合は9.3 t/haとなり、約5%の減収が予測される。B案ではA案とC案のほぼ中間値となるであろう。

しかし、現在、農民が行っている稲作技術は極めて低い水準にあるので、目標収量に到達するまでには、かなり綿密に技術指導を行う必要がある。

そこで、後述するように、モデル農場を設けて、品種特性、施肥法、水管理法な

どを見聞させたり体得させて、灌漑栽培技術の普及を早急に図ることが大切である。

表5.2.2-1 土地分級別の計画単収

土地分級	生産性の範囲 (%)	平均生産性 (%)	計画単収			
			A案		C案	
			雨期 (t/ha)	乾期 (t/ha)	雨期 (t/ha)	乾期 (t/ha)
目標収量	100	100	5.40	4.90	5.40	5.40
I (A)	90~100	95	5.13	4.66	5.13	5.13
IIa (O)	85~95	90	4.86	4.41	4.86	4.86
IIb (AS)	80~90	85	4.59	4.17	4.59	4.59
III (LA)	75~85	80	4.32	3.92	4.32	4.32

注：( )内は土壌統の記号。

表5.2.2-2 土地分級別の生産量と平均単収

土地分級	面積 (ha)	面積率 (%)	生産量					
			A案			C案		
			雨期 (t)	乾期 (t)	計 (t)	雨期 (t)	乾期 (t)	計 (t)
I (A)	1,298	52.1	6,700	6,000	12,700	6,700	6,700	13,400
IIa (O)	523	21.0	2,500	2,300	4,800	2,500	2,500	5,000
IIb (AS)	416	16.7	1,900	1,700	3,600	1,900	1,900	3,800
III (LA)	254	10.2	1,100	1,000	2,100	1,100	1,100	2,200
計	2,491	100.0	12,200	11,100	23,200	12,200	12,200	24,400
平均単収	-	-	4.9	4.4	9.3	4.9	4.9	9.8

注：1) ( )内は土壌統の記号。

2) 平均単収は総生産量/総面積で算出。

### (3) 栽培法

Annexe 4.5.5 - 2 に示されている ONAHA の近代灌漑稲作技術指針に基づいて栽培すればよいのであるが、この計画で提案した生態的防除のために一斉休閑期を設けた作付体系の稲作を実施するためには、次の事項について留意する必要がある。

#### 1) 新品種の育成、選抜

育成日数が 120～125 日で、耐暑性（高温障害を受け難い品種）、耐病性がある多収性の品種を選抜する。

#### 2) 健全苗の育成（苗代）

##### 種籾の準備作業

風選又は水選された種籾を消毒した後、黄麻等の袋の中に入れ 48 時間水にひたし、その後 24 時間陰干しして、芽出しを行い、その催芽された種籾を 1 アール当り 雨期は 8 kg、乾期は 10 kg 播種する。厚播にならないように注意するとともに、徒長苗とならないようにする。

##### 水管理

出芽揃いとなるまでは、日中には苗床上（種籾上）2～3 cm の水深となるよう水を入れ、夜間は落水して、床土の中へ酸素を供給し、種子の発根と出芽を促進する。つまり、酸素不足の状態になると転び苗などが発生して、苗立本数が減少する。このように木目細かい水管理を行うためには、灌漑施設もこの水管理に順応したものを作らなければならない。

#### 3) 生育調整のための肥培管理と水管理（本田）

ニジェール国は周年暖かい気候であるから、稲作に適している。したがって、灌漑用水が確保されれば、2 期作は可能である。しかし、雨期、乾期の両作期とも、稲の生育は旺盛で、分けつ茎が次から次へと発生してくるので、栄養生長期

から生殖生長期への転換が明確でなくなっている。それゆえ、成熟が不揃となるため、収穫の適期を判定するのが困難である。

また、遅れ穂や不時出穂した穂が多くなるので、青米や発育停止米が多く含まれ品質低下を招く。

#### 肥培管理

栄養生長から生殖生長への転換を明確に行うための肥培管理は、初期分けつ茎の発生を促進するために、基肥として15:15:15の配合肥料を150kg/haと重過磷酸石炭( $P_2O_5$ :46%)を50kg/haを施用し、第1回除草期に尿素(N:46%)を100kg/ha追肥することは妥当であるが、幼穂形成期(出穂約1カ月前)となる前は養分の吸収を少なくして、無効分けつ茎の発生を抑制する。そのためには、分けつ盛期の追肥は中止して、幼穂形成期以降に穂肥が実肥として施用し、稔実歩合の向上を図る必要がある。

#### 水管理

肥培管理と基本的な考え方は変わらない。つまり、田植後分けつ最盛期までは、分けつ茎の発生を促進と雑草の発生を抑制のため水深を5~10cmに保つが、分けつ最盛期から幼穂形成期までの間は落水して、土面に軽くひび割れが入る程度に乾かし、稲の生育を抑制(遅れ穂の発生を抑制)する。幼穂形成期から成熟20日前までは水不足とならないように水深を5~15cmに保ち、成熟20日前頃から徐々に落水して収穫期には斉一に成熟させるようにする。

#### 4) 管理作業の省力化へ提言

- 均平作業(代かき)は、均平板をかける前に馬鍬を用いて碎土し、泥をよくこねて均平にする。
- 除草作業を田打ち車で行うと省力化されるばかりでなく、土壌が膨軟になり酸素も補給されるので、分けつ茎の発生が促進される。
- 基肥の施用は本田耕起前に肥料を全面散布して耕起を行い、全層に混合して全層施肥となるようにする。



### 5.2.3 労働需給計画

4.4.2項に示されているように、計画対象地域の1988年における人口は21,038人であるが、本事業が完成後の1995年には26,960人になると推定されている。14才以上の労働力人口は13,050人であるが、実際に経済活動を行う人口は12,350人（男性6,240人、女性6,110人）である。これに労働力換算係数を男性0.9と女性0.5として、成人男子1.0の労働力に換算した人口は、8,680人（男性5,620人、女性3,060人）となる。

そこで、1カ月の就業可能日を22日として、この地域における1カ月の供給可能労働日数を算出すると、190,960人・日となる。

また一方、灌漑稲作の所要労働日数をAnnexe 5.2.3-1とAnnexe 5.2.3-2に作付体系ごとの月別所要労働日数（人・日）で示す。所要労働力のピークは収穫期となる月であり、作付体系Aでは5月（54人・日/ha）と11月（60人・日/ha）で、作付体系Cでは、3月（60人・日/ha）と9月（53人・日/ha）となる。

計画地域の受益農家の耕作対象総面積は6,356haである。そのうち2,491haが水田で、残りの3,865haは畑地である。その水田には稲を2期作とし、畑地では現況と同様の作物が作付られるものとして、この地域内の所要労働需要量を算出すると、Annexe 5.2.3-3に示すように作付体系A案、C案の両者とも供給可能労働日数（190,960人・日）の範囲内に治まっている。ただし、A案の場合は所要労働日数が比較的バランスよく月別に分布しているが、C案の場合は、水稻の収穫期（9月）が畑作物の収穫期と競合するので、畑作物の作付時期を後へずらす必要がある。

また、水田の配分は0.5～2.0haとされているが、2491haを2696戸で均等に配分したとすると、0.9haが与えられる。畑地の3,865haも同様に均等配分すると、1.4haとなる。そこで、水田0.5ha+畑地1.4haと水田9.0ha+畑地1.4haの場合の所要労働力を算定して、Annexe 5.2.3-4に作付体系ごとの月別労働需要量を示す。この図で明らかのように、作付体系A案を適用した場合は、所要労働力は比較的バランスよく分布しているが、C案の場合は、前述したように月別の格差が大きく、アンバラ

ンスである。特に、水稻を0.9 ha栽培すると、9月には水稻と畑作の収穫期が重なるため、所要労働力量は供給可能労働日数（1戸当り労働力人口3.2人×就業可能日数22日=70.4人）を超える。したがって、対策としては畑作物の作付時期を前後にずらして、9月の所要労働力を8月又は10月に分散させるようにする必要がある。

要するに、労働需要バランスはこの地域全体では毎月190,960人・日の供給可能労働力があるので、不足となることはない。平均的受益農家では、作付体系A案を適用している限りは労働力不足を生じないが、C案のように畑作の収穫期と重なるときは、労働力不足となる危険性がある。しかし、それには畑作の作付時期をずらすことによって回避することができるので、水稻を2期作行っても、労働力不足となることはないと判断される。

#### 5.2.4 農業支援組織整備計画

事業完成後は用排水施設の整備された2,491haの水田が完成し、そこから年間23,200tの粃が生産されることになる。生産主体は農民であるが、近代的な灌漑施設による稲作生産に経験の乏しい農民は、生産面、流通面における行政サイドの強力な組織だった支援体制なしには計画どおり毎年23,200tの粃を生産し、それに見合う農業所得をあげることは不可能である。

受益農民は灌漑農業協同組合を設立し、自らの手で灌漑施設の合理的、経済的な運営管理、共同苗代の実施、稲作生産技術の普及、商品流通経済体制のもとでの生産資機材の購入、信用の創設、粃の適切な貯蔵、販売にあたらなければならない。

農民がこれらの技術とノウハウを習得するためには、事業実施後、本地区を農業環境省から引継ぎ、施設のリハビリテーション、施設の維持運営及び財政の管理技術の普及、近代灌漑稲作技術の普及、並びに改良品種の種子の配布を行うONAHAを中心にして、試験研究機関、普及機関、生産・収穫後・流通・金融の各面に携わる各機関、地方行政機関及び農業協同組合組織が十分な人員と装備をもって、お互いに緊密に連携し合って、組織だった支援活動を行うことが不可欠である。

本地区においては営農指導センターを付設したモデル圃場を設置し、計画品種の作付、稲作2期作の作付パターンとその計画耕種基準及び目標生産量を実地に農民と農業協同組合に示し、その技術移転を図ることを事業計画に組み込んでいる。そのためには、稲作栽培技術の研究、改良品種の原々種の生産を行っているINRANがONAHAと緊密な連繫活動を行うことが不可欠である。ONAHAは近くガヤ地方局を開設する予定であり、既に局長を任命済みであるが、実際に現地に駐在して普及指導にあたる普及担当者の質と量の確保が肝要である。この普及指導にあたる専門家が不足しているとのことであり、この専門家の養成を行っているIPDRの拡充、強化が望まれるところである。また、農業環境省の農業普及組織、特に末端の小郡農業事務所・村落担当員(Brigades)ラインの強化とその協力が望まれる。

本事業が計画どおり進めば、本地区は毎年23,200tの籾の大量生産基地と化すので、食糧の自給上、農家の所得増大上、ポストハーベスト及び流通への対策が計画的、合理的に講ぜられることが緊急の課題となる。

農業水利整備地区では、一般に生産された籾は1/3づつ、自家消費、商人(自由市場)、RINIに配分されるといわれている。仮に本地区で1/3がRINIへ流通すると、1期作に3,650t(乾期)~4,070t(雨期)の籾米を処理することが必要になる。RINIの精米所の処理能力は20,000tでフル稼働しており、これを54,000tに増強する計画はあるが、本地区の籾米は計画に含まれていない。本地区に最も近い精米所はコロにあるが、施設が古いため2年後には廃止され、ニアメ付近に新しい精米所が建設される予定である。精米所は近くにあるほど、農家経済、国家経済にとって有利であり、本地区の近くに本地区を含めた当該地方の米増産計画に見合う近代的な精米機械と乾燥機と貯蔵庫をもった精米所施設の設置がRINIに望まれるところである。

また、収穫後の籾のロスを防ぎ、籾および大量に使用することが見込まれる肥料の販売、購買が市場流通上もっとも有利な時に行えるよう、近代的な施設を持った貯蔵庫が適切に配置されることが望ましい。本計画においては、各ゾーンごとに(一部統合)ONAHA駐在員の宿舎、灌漑農業協同組合の事務所、コミュニケーション施設

とともに、糞、肥料の貯蔵庫の設置を提案している。この貯蔵庫の運営にあたる灌漑農業協同組合は、ニジェール国経済が商品流通経済体制に向かうなかで、市場流通情報の迅速な入手と的確な反応、運搬手段と資金の適期な手当て等を行って、貯蔵庫を適切に運営し、農民の利益の確保に務めなければならないが、このためには、全国農業協同組合組織、地方行政官庁の協力と支援が必要である。

#### 5.2.5 畜産及び内水面漁業計画

ニジェール国政府は新5カ年計画（1987～1991年）で、各家畜の成長率を牛：4.6%、羊：5.0%、山羊：4.9%、らくだ：1.9%、馬：5.0%、ろば：4.0%と想定している。

計画対象地域はニジェール河流域にあるので、この成長率より幾分高めになるものと思われるが、統計的数値がないので明らかでない。

動物資源水利省のドッソ県支部では、ニジェール河流域は家畜の飼料の宝庫であるが、一方、病原菌や寄生虫の繁殖に好適な気象条件でもあるので、家畜の衛生に留意することが大切である。それには、家畜に対して定期的にワクチン接種や寄生虫駆除予防を行う牧養場が必要であるとしている。

そこで、計画として、家畜衛生保健所をウナ或いはモンベイ・トンガに設置して家畜の診療を行いたいとしている。

また、灌漑農業地帯の道路の端や堤防の側面などに飼料として禾本科作物より栄養価の高いものを栽植してほしいとの希望が示されている。

この対象地域の中で、水路より高く、水稻が栽培できない所は牧草地として利用することになっているが、この牧草地の飼料生産量だけでは現況の家畜数を飼養することは困難である。しかし、灌漑稲作を実施すると稲藁がかなり多量に生産されるようになるため、家畜飼養頭数が増加する可能性があるので、表5.2.5のとおり試算する。

表5.2.5 農地面積—粗飼料—成牛飼養頭数

		耕地面積 (ha)	藁または稈重 (乾物重) (t/ha)	総乾草生産量 (t)	成牛換算の 飼養可能頭数 (頭)
1988	畑地	6,045	2.0	12,090	6,000
1995	水田	2,491	4.2×2	20,924	10,000
	畑地	3,865	2.0	7,730	4,000
	計	6,356	—	28,624	14,000

- 注：1) 畑地の稈重はミレット、ソルガム、トウモロコシの平均乾物重で2.0 t/haとした。  
 2) 水田の藁重は籾の年単収9.3 t/ha ÷ 2 × 0.9 = 4.2 t/haとした。  
 3) 飼養可能頭数は、牛1頭の体重を400kg前後とすると、日当り乾物飼料は5.5 kgが必要である。  
 年間必要飼料は5.5 kg × 365日 = 2.0 t/頭/年とする。

以上のように、粗飼料だけで計算することには問題があるが、可消化粗蛋白質（DCP）と可消化養分総量（TDN）の不足分は濃厚飼料で補うものとして試算の結果、成牛換算の飼養可能頭数は1988年現在では6,000頭で、1995年には2倍以上の14,000頭となると推定される。1戸当り牛の飼養頭数は約6.5頭となる（2696戸 × 0.8 = 2157戸、14,000頭 ÷ 2157戸 = 6.49頭）。しかし、実際には、羊、山羊も飼養されているので、牛はナマリゴングと同じ5.2頭くらいになるものと推測される。

内水面漁業に対して、農業水利整備事業に期待或いは責任生産等の規定はない。但し、堤防の建設によって、増水期の産卵や同時期での浅水部での幼魚の生育に悪影響を与えるので問題である。そこで、事業を計画するに当っては、内水面漁業に支障がないことが希望されているが、実際問題として全く影響なしと云うわけには行かない。それゆえ、ここでは事業計画地域の各ゾーンに埋め立て不可能な沼地が残るので、そこに養魚池を設けて、穫る漁業から育てる漁業への転換を図る。その養魚池には、灌漑用水の一部を供給する。その供給方法は、灌漑用水路から直接導水されるようにする。農薬などで汚染された水田からの排水は浸入しないように別に排水路を設ける。

また、その池の管理としては、年1回池の水を落して干し上げて、池の殺菌消毒と

肉食魚を淘汰することが大切である。その時期は乾期の末期がよいと思われる。

養殖法については、4.5.10の項に概要が述べてあるので参照されたい。

幼魚の入手先はソナの幼魚センターから購入する。漁獲量は最初のうちは養殖漁業になれていないため、水面面積ha当り5 t程度であるが、次第に増加して10 t近くの漁獲量を上げることが可能となるであろう。また、魚餌として農業の副産物である米ぬか、ふすま（穀類の果皮）、油かす、牛糞などを有効利用して経済的な養殖を営むようにする。

以上については、効果として見込まないが、遊休地の有効利用として大切なことである。

#### 5.2.6 各ゾーンの優先度

3.3節に各ゾーンの開発計画に対する特性を述べ、ほぼその優劣について既定したが、更に詳細に工事費、経済計画問うについても比較的検討し、各ゾーンの優先順位を決定する。

比較的條件としては、耕作面積、堤防延長、事業費、経済評価、河川流量、施工性、後背地よりの流出量、社会条件等により判定する。

判定結果は表5.2.6-1のとおりである。

この表から、優先順位のゾーンはZ-4及びZ-6であるが、中でもZ-6が河川流量及び社会条件、施工性等から最優先するべきゾーンであると評価する。

表5.2.6-1 各ゾーン別優先度比較表

項目 ゾーン	対象面積 (ha)	灌漑面積 (ha)	堤防延長		工事費*		経済的 内部収益率 (%)	施工性	河川流量	背り地 後よりの 流出量	社会条件	総合判定
	全長 (km)	灌漑面積 (m/ha)	全長 (百万FCFA)	体積 (百万FCFA/ha)								
Z-1	194	92	6.1	66	863	9.4	2.72	A	小	大	A	C
Z-2	189	135	6.4	25	944	7.0	5.02	A	最小	大	A	C
Z-3	677	510	7.9	15	2,539	5.0	8.75	B	最小	小	B	B
Z-4	1,052	687	6.9	10	3,225	4.7	9.35	B	中	小	B	A
Z-5	430	196	2.4	12	1,180	6.0	6.30	A	中	大	A	C
Z-6	874	569	6.7	12	2,738	4.8	9.04	A	大	中	A	A
Z-7	472	302	5.7	19	1,662	5.5	7.47	B	大	中	B	B

注：1) ランク区分：A=良、B=やや良、C=不良。  
 2) \*価格予備費を含まない工事費。

### 5.3 農業基盤整備計画

各ゾーンごとに下記の施設を設け、運営、維持管理、生産物の保管、営農指導、コミュニケーション等に利用する。

- 1) 事務所
- 2) 集会所
- 3) ONAHA官舎
- 4) 倉庫(穀物、肥料)
- 5) 井戸
- 6) 電気

これらの施設の建設場所としては以下のごとく考慮する。

Z-1, Z-2	-----	ウナ
Z-3	-----	サナフィナ
Z-4	-----	アルバーカイゼ
Z-5, Z-6	-----	モンベイ・トンガ
Z-7	-----	クワンザ

ウナ、モンベイ・トンガは2ゾーン分の施設が建設されることとなるが、ここでは集会所、井戸、電気等の施設・設備はできるだけ共用し、建設費の削減を図るものとする。

倉庫については、耕作面積1ha当り1.6tの貯蔵能力を計画する。内部には初米の水分管理を考慮し、適切なマット等を敷くものとする。また、この倉庫の一部を仕切り、1ha当り400kgの肥料及びそのほかの機器類が入れられるようにする。

各ゾーン毎に建設する倉庫の概要は表5.3-1のとおりである。なお、倉庫の内空高(床面～梁下端)は4.0mとする。

これら諸施設には、付近で井戸を掘削し高置水槽へポンプアップし給水するものと



する。また、付近のポンプ場より分電し各建物へ配電するものとする。

表5.3-1 倉庫面積

ゾーン名	床面積 (㎡)	棟数	肥料倉庫部分 (㎡) (内数)
Z-1	10m×20m=200	1	10m×5m=50
Z-2	10m×20m=200	1	10m×5m=50
Z-3	10m×40m=400	1	10m×15m=150
	10m×25m=250	1	
Z-4	10m×40m=400	2	10m×15m=150
Z-5	10m×30m=300	1	10m×10m=100
Z-6	10m×30m=300	1	10m×15m=150
	10m×40m=400	1	
Z-7	10m×40m=400	1	10m×10m=100

#### 5.4 社会基盤設備計画

##### 5.4.1 生活用水

現在、本計画の受益地区として想定される範囲にある衛生上問題のないと思われる深井戸及びコンクリート枠井戸の総数はわずかに28である。その他の水源としてはニジュール河、素掘り井戸、天水溜め等が利用されているが、これらは衛生面で問題があるとされている。

したがって、本計画においては、受益住民に対して、その生活用水をコンクリート枠井戸から確保できるよう相当数の井戸を建設することを提案する。

本対象地域の将来の農家人口は約25,000人と想定される。

一カ所の井戸が 250人の人間の生活用水を供給するとすれば、必要となる井戸数は 100となり、既設の28を考慮すると、新規の建設井戸ヵ所数は少なくとも72となる。しかしながら、各部落の位置及びその人口により若干の余裕をもった数量が必要になるものと思われる。

なお、既設のデータより、新設する井戸の諸元は以下のごとく考えられる。

径 : 1.80m

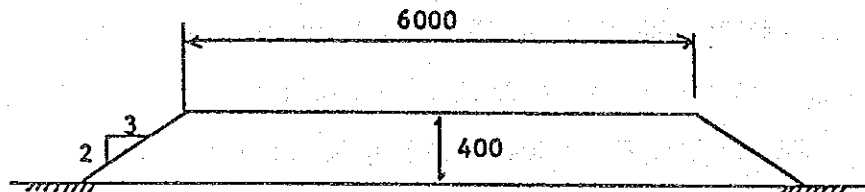
深さ : 5 ~ 35m (平均約 12m)

井戸天端は地表面+0.5m程度とし、井戸周囲は叩きコンクリートを打設するものとする。

#### 5.4.2 道 路

4.7.2 項で述べたごとく、本計画対象地域周辺の道路条件は比較的整っているものと考えられる。したがって、ここでは本地域に沿ってガヤ〜ファルメイ〜マルゴと走るラテライト舗装道路から本地域へ進入する道路を提案するものとし、これらは本プロジェクト建設時には工事用道路として整備、利用し、プロジェクト完成後改めて一般道路として整備するものとする。したがって、工事用道路としての整備費は本プロジェクトの費用とする。

図5.4.2-1 進入路標準図



避溢構造物としてφ800 ■■のメタルコルゲートパイプを場所に依じて1〜4本設置する。

### 5.4.3 電気

現在、本計画地域はまだ電化されていないが、本プロジェクト実施に伴ない各ゾーンのポンプ運転のため、ガヤより送電線が建設されることになる。この計画路線をAnnexe 5.4.3-1に示す。

この電気を利用して建設予定の事務所、営農指導センター等も電化されるであろう。

したがって、本プロジェクト実施に伴ない、種々の社会基盤が充実してくるものと考えられるので、少なくとも学校、診療所等の公共施設については、この電気を利用して電化することが望ましい。

### 5.4.4 保健・衛生

厚生省における聴き取りによれば、本プロジェクトの受益地区における医療面の設備の水準はほぼ満足な状態にあるが、ウナの診療所の設備が整っていないとのことである。従したがって、当面はこの診療所の整備を行うことが肝要であろう。

しかしながら、この地域の現在の人口が約 21,000人であり、人口 10,000人に対して診療所を設置するというニジェールの基準から考えると、テンダー、ウナの2ヵ所の診療所のみでは、プロジェクト実現に伴う人口増加には対応できなくなるものと考えられる。5.4.1項で述べたごとく、本地域の将来人口は約 27,000人と予想されるので、少なくとも、あと1ヵ所の診療所が必要になるろう。

したがって、当地域における中心地の1つとなるアルバーカイゼにプロジェクトの進展に伴って建設されることを提案する。

#### 5.4.5 教育

現在、本地域における小学校は、4.7.5項に示すごとく6校で、そのうち3校を現在整備中である。その生徒は計約630名である。当地域の現在の就学率はニジェール全体の平均就学率22%（1987年）より若干低めとのことであるので、20%程度と考えれば、現在の就学対象児童数は約3,200名である。さらに今後、プロジェクト実施に伴い人口が増加すれば、それにつれて児童数も当然増えると考えられる。将来人口約27,000から就学対象の将来人数を単純比率で求めれば約4,100人となる。

一方、経済開発5ヵ年計画（1987～1991）によれば、施設整備等がうまく行った場合の1991年の就学率を約27%と予測している。したがって、本プロジェクト実現時には少なくとも約1,100人の生徒を収容できるだけの教育施設が必要になる。これは1クラスの定員を30名程度とすれば、約36クラスとなり、既設16クラスを考慮しても20クラスが必要となることを意味する。具体的には、既設の6校をすべて6クラスとすれば、これらの生徒を収容できる。

実際には、各部落住民の要望に基き、住民と国とが協力して教育施設を整備している現況であるが、本プロジェクトの将来を支える後継者育成のために重要な施設であることを考慮し、この整備に力を注ぐよう提案する。

#### 5.4.6 通信

本計画地域は中央官庁の事務所等があるガヤ市より20～50km離れており、いったん緊急事態が発生した場合、すぐには連絡がとれない状況にある。

よって、本プロジェクトの各ゾーンに建設される事務所間とそれぞれからガヤ市までの連絡用に各事務所に無線電話を設置することを提案する。

## 5.5 施設設計

### 5.5.1 気象・水文解析

気象・水文に関してはプレF/Sで非常によくスタディされているが、レビューの結果、修正の必要のあるものについては修正を加えている。本スタディの確率計算には岩井法を適用している。

#### (1) 雨量

##### 1) 雨量資料

プレF/Sと同様にガヤの資料を使用する。

##### 2) 年雨量

プレF/S(1931-84年)の資料に対し1987年までの資料を追加し比較する(Annexe 4.1.3参照)。

Annexe 5.5.1-1に示すように資料はかなり歪んでいるが、10年確率範囲では資料分布に合っているので、今回のスタディの結果を適用する。

表5.5.1-1 確率年と年雨量

(単位: mm)

頻度	10豊水	5豊水	平均	5渴水	10渴水
プレF/S	1,022	956	830	704	638
本調査	1,043	956	809	686	628

##### 3) 月雨量

プレF/Sでは月別の平均値を計算された年雨量に合うように比例配分しているが、本計画では実際に生じた年で確率値に近いものを採用する。

表 5.5.1-2 確率年と月別雨量

(単位：mm)

頻度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
5 濁水 (1949)	0	0	0	6.0	17.5	77.3	218.8	312.2	49.9	4.3	0	0	686.0
10 濁水 (1982)	0	6.6	0	26.9	126.5	96.4	109.6	145.8	89.2	24.9	0	0	625.9

4) 日雨量

稲作を考えると、ある程度の湛水は許容されるため、3日間までの雨を解析する。データは Annexe 5.5.1-2 に示す。

年最大の日雨量の発生は8月が一番多く、ついで7月、9月の順になっている。その他の月の発生頻度は低い。

Annexe 5.5.1-3 に解析結果を示すが、資料の分布は非常に大きな歪みをもっている。しかしながら、10年確率までならば十分にカーブに合っているので、本スタディの結果を使用する。

表 5.5.1-3 降雨日発生頻度

(単位：%)

月	1日	2日	3日
4月	3.5	3.5	3.5
5月	3.5	3.5	3.5
6月	9	9	7
7月	23	30	27
8月	43	36	41
9月	18	18	18
10月	0	0	0
計	100	100	100

表 5.5.1-4 確率日雨量

(単位：mm)

	頻度	1日	2日	3日
プレF/S	Pj10年	102	-	-
	Pj 2年	75	-	-
本調査	Pj10年	100	118	136
	Pj 5年	88	104	118
	Pj 2年	68	80	88

## 5) 時間雨量

年最大の日雨量について、その時間分布を見ると Annex 5.5.1-4 に示すようになる。この図から解るように、降り出しの1時間に大部分の量が降っている雨が多い。また、降り出しの雨量強度は非常に強いことが解かる。

ガヤでは1971年から時間雨量が観測されているが、Annex 5.5.1-2 に見るように、1971年以降の期間には大きな日雨量は観測されていない。したがって、この期間の時間雨量データを使っての確率解析はあまり意味を持たないと考えられる。本スタディでは、前述4) で解析された1/2年確率値68mmよりも大きい日雨量の時間雨量を解析し、雨量強度を求めることとする。

Annex 5.5.1-5 に68mm以上の4つの日雨量の時間分布を示す。4つの日雨量のうち、1981年7月の日雨量が包絡曲線に近い。また、その曲線を24時間に延長すると1/10年日雨量である100mmに近い99.7mmとなる。従って、1981年7月の日雨量を参考にし、1/10年日雨量の時間雨量はつぎの式を適用することとする。

$$\text{時間雨量} : R_t = R_{24} \left[ \frac{t}{24} \right]^{0.145}$$

$$\text{雨量強度} : r_t = r_{24} \left[ \frac{24}{t} \right]^{0.855}$$

∴  $R_t$  : t時間の雨量 (mm)

$r_t$  : t時間の雨量強度 (mm/hr)

$R_{24}$  : 24時間雨量 (100mm)

$r_{24}$  : 24時間の雨量強度 (4.17mm/hr)

## (2) 蒸発散位

蒸発計蒸発量よりも作物の消費水量に密接に関係する蒸発散位 (修正ペンマン法) を使用する。1971年から1987年までの気象資料から計算された年間の蒸発散位は次のようになる。

表5.5.1-5 蒸発散位

頻度	平均	5 渴水	10 渴水	備考
プレF/S	2,448	—	—	bac classe 'A' 1981-81
本調査	2,668	2,787	2,857	計算値 1971-87

(3) ニジェール河の流出量

1) 水文観測網と観測期間

Annexe 4.1.4-16に計画対象地域周辺の水文観測網を示す。ニジェール河の流量はマランビルで1952年6月から観測されている。マランビルでのニジェール河の水位は下流1kmで合流する右岸支流のソタ川の流量に影響されているため、マランビルの観測流量値はソタ川の流量を含めた流量値で示されている。計画対象地域でのニジェール河の流量を検討するとき、考慮しなければならない右岸支流としてソタ川の他にメクロ川とアリボリ川がある。

既存の水文観測網だけでは十分にスタディできないと判断し、計画対象地域の最上流のカタンガ、中流のサナフィナ、下流のクワンザに量水標を設置して河川水位を観測し、既存の量水標のあるウナでは流量観測を実施した（詳細はAnnexe 5.5.1-7参照）。

本スタディに用いているニジェール河の流量データは1952年から1988年までの37カ年の資料である。この期間は長期の観測値のあるニアメの資料から見てニジェール河の豊水期と渴水期を含む十分な期間をもつ1水文サイクル期間と見なし得る（4.1.4項参照）。

したがって、本スタディにとって、資料期間は充分と言える。

2) 年及び月流出量

Annexe 4.1.4-4にマランビルでのニジェール河の流出記録を示す。それによると年平均流出量は325億 $m^3$ （1,030 $m^3/s$ ）であり、年平均流量の確立値は表5.5.1-7のようになる。



月別の平均流量は Annexe 5.5.1-6 に示すように、1月と9月の2回のピーク流量を持っている。また、6月が最小の流量となっている。

表5.5.1-6 年流出量

項 目	流 量	流出量
年平均 (1952-1987年)	1,030 m <sup>3</sup> /s	325億 m <sup>3</sup>
最 大 (1955年)	1,620 "	511 "
最 小 (1984年)	431 "	136 "

表5.5.1-7 年平均流量の確率値

再帰年	超 過 確 率		非 超 過 確 率	
	確率値	確率値に近い年	確率値	確率値に近い年
2年	1,030 m <sup>3</sup> /s	1966年(1,048 m <sup>3</sup> /s)	1,030 m <sup>3</sup> /s	1966年(1,048 m <sup>3</sup> /s)
5年	1,300 m <sup>3</sup> /s	1970年(1,280 m <sup>3</sup> /s)	760 m <sup>3</sup> /s	1974年(763 m <sup>3</sup> /s)
10年	1,440 m <sup>3</sup> /s	1953年(1,436 m <sup>3</sup> /s)	620 m <sup>3</sup> /s	1973年(683 m <sup>3</sup> /s), 1983年(573 m <sup>3</sup> /s)

注：Annexe 5.5.1-8 参照。

### 3) 洪水流量

Annexe 4.1.4-6 にマランビルでの局地洪水とマリ洪水の記録を示す。それによると、局地洪水のピーク流量はマリ洪水のピーク流量に比べて大きいことが解る。各洪水の確率値を表5.5.1に示す。

局地洪水の確率値はプレF/Sよりも資料数の多い本スタディでの値の方がわずかに小さい。従って、安全側に考えて、プレF/Sの確率値をそのまま採用する。1988年の局地洪水のピークは9月8日で、流量は2,328 m<sup>3</sup>/sであった。1988年の洪水は5年確率の洪水であり、過去の洪水から見て、それ程大きな洪水ではなかったことが解る。しかしながら、1968年以後、20年間にこれを超える洪水がなかったことから、土地利用が畑作中心となったことによって大き

な被害が生じた。マリ洪水についてはプレF/Sの確率値は小さく算出されていることが Annexe 5.5.1-9から解る。したがって、マリ洪水の確率値は本スタディの値を用いることとする。

表5.5.1-8 ニジェール河の洪水確率値 (マランビル)

項 目	局 地 洪 水		マ リ 洪 水	
	プレF/S	本 調 査	プレF/S	本 調 査
資料期間	1952-79年	1952-88年	1953-79年	1953-87年
資 料 数	28	32	27	30
再帰年 2年	1,979m <sup>3</sup> /s	1,880m <sup>3</sup> /s	1,825m <sup>3</sup> /s	1,788m <sup>3</sup> /s
5年	2,547	2,446	2,002	2,083
10年	2,906	2,808	2,088	2,256
50年	3,644	3,579	2,232	2,594
100年	3,940	3,900	2,282	2,726

注：詳細は Annexe 5.5.1-9 参照

#### 4) ニジェール河の月別最小流量

Annexe 5.5.1-10にマランビルでのニジェール河の年別の1月から8月までの月別最小流量の推移を示す。この図から解るように、6月から7月にかけて年最小流量が発生する。年最小流量が大きい年度(80m<sup>3</sup>/s以上)では、年最小流量は7月に発生している。また、年最小流量が小さい年度(60m<sup>3</sup>/s以下)では、6月に発生していることが解る。

また、減水曲線は片対数グラフ上ではほぼ直線になっていることが解る。このことから、減水が安定する3月の最小流量(3月31日の流量と考えてよい)から、6月及び7月の最小流量を推定することが可能である。

5) ニジェール河の年最小流量

マランビルでのニジェール河の年最小流量はほとんど6月から7月にかけて発生する。年最小流量は1970年代から小さくなってきており、その発生も6月に集中している (Annexe 4.1.4-8 参照)。1952年から1988年にかけての年最小流量の確率値は表5.5.1-9のようになる。

表5.5.1-9 年最小流量の確率値

再帰年	超過確率 (m <sup>3</sup> /s)	非超過確率 (m <sup>3</sup> /s)
2年	45.2	45.2
5年	117	16.6
10年	190	9.3

注：Annexe 5.5.1-11参照。

6) ニジェール河の渇水量

ニジェール河の渇水量 (年間 355日はこれを超える流量 :  $Q_{355}$ ) は前述の年最小流量と同じく、6月から7月にかけて発生する。渇水量の確率値は表5.5.1-10のようになる。

表5.5.1-10 渇水量の確率値

再帰年	非超過確率 (m <sup>3</sup> /s)
2年	55.0
5年	21.1
10年	11.8

注：Annexe 5.5.1-12参照。

7) ニジェール河の河川維持流量

ニジェール河の生態系、水質の保全を考えたとき、最小限の流量を確保する必要がある。この流量を“河川維持流量”と定義する。河川維持流量を日本では1/10年渇水量としている。本計画にも、これを適用する。したがって、マランビルでのニジェール河の河川維持流量は表5.5.1-10から11.8m<sup>3</sup>/sとなる。

#### 8) ニジェール河の利用可能最小流量

ニジェール河の最小流量が $11.8\text{m}^3/\text{s}$ 以下になった年は Annexe 4.1.4-8 に示すように、1952年から1988年までの37年間で6年である。 $11.8\text{m}^3/\text{s}$ 以下の流量の発生は1983年以降に集中しており、発生月は5月と6月である。

したがって、ニジェール河の河川水の利用の制限は5月及び6月を中心に発生する。以上の考えに立って4月から7月までの利用可能量を検討した結果を Annexe 5.5.1-13に示す。

#### (4) ニジェール河の河川水位

##### 1) 河川水位の相関

計画対象地域のニジェール河の河川水位とマランビルでの水位の相関は表 5.5.1-11のようになる (Annexe 5.5.1-14~17参照)。

この関係を使って、各地点の特定な流量のときの水位を推定すると Annexe 5.5.1-18に示すようになる。

しかしながら、その結果は Annexe 5.5.1-19に示すようにプレF/Sの結果とは一致しない。特に渇水位についてはカタンガー-サナフィナ間の差が大きく、本スタディで求めた渇水位はプレF/Sのスタディよりもかなり高くなっている。また、洪水位についてはプレF/Sよりも低く推定されたが、その差は小さい。

洪水位については、後述するように、水理学的に解析しているプレF/Sのスタディの方が、上記の相関だけでスタディしている本スタディよりも精度が高い。したがって、洪水位については、堤防建設のケースについては検討せず、プレF/Sのスタディ結果を使用する。

カタンガ、ウナ、サナフィナの渇水位は河床の露頭岩が影響していることが明らかであるため、本スタディの結果を採用する。

表5.5.1-11 マランビル河川水位との相関

地点	プレF/S			本調査		
	Zo(m)	回帰式	r	Zo(m)	回帰式	r
Koulou	157.49	$H_{KL}=1.04H_M+1.77$	0.98	—	—	—
Katanga	—	—	—	156.26	$H_{KL}=0.846H_M-0.570$	0.980
Ouna	156.93	$H_o=1.13H_M+0.40$	0.98	156.73	$H_o=0.985H_M-2.798$	0.991
Sanafina	—	—	—	155.78	$H_s=0.910H_M-1.539$	0.995
Kouanza	—	—	—	154.24	$H_{KZ}=1.017H_M-2.174$	0.996
Malanville	154.99	—	—	150.99	—	—

注：本調査で使用したデータは1988年の観測値(Annexe 5.5.1-7)。

## 2) 河川の水位変動

ニジェール河の水位変動はAnnexe 5.5.1-18の結果から、表5.5.1-12に示す通りである。

この表に見る様に年間の河川水位の変動幅はクワンザが一番大きく5.13mであり、カタンガが一番小さく3.86mである。カタンガからクワンザまでが計画対象地域を代表した地点と考えたとき、その間の平均変動幅は4.5mとなる。

表5.5.1-12 ニジェール河の水位変動

(単位: 標高m)

水位	Koulou	Katanga	Ouna	Sanafina	Kouanza	Majanville
1/10年最小流量時 *2	158.60 *1	158.46	157.23 *3	157.23	155.40	154.27
河川維持流量時 *2	—	158.51	157.27 *3	157.27	155.45	154.32
1/2年最小流量時(1) *2	159.20 *1	158.83	157.62 *3	157.62	155.84	154.70
月別平均水位						
1月	—	162.10	161.40	161.14	159.77	158.57
2月	—	162.04	161.32	161.07	159.69	158.49
3月	—	161.59	160.80	160.58	159.15	157.96
4月	—	160.77	159.85	159.71	158.18	157.00
5月	—	159.87	159.80	158.74	157.09	155.93
6月	—	159.29	158.12	158.11	156.39	155.24
7月	—	159.48	158.34	158.32	156.62	155.47
8月	—	160.85	159.94	159.79	158.27	157.09
9月	—	162.10	161.40	161.14	159.77	158.57
10月	—	162.04	161.32	161.07	159.69	158.49
11月	—	161.87	161.12	160.88	159.49	158.29
12月	—	161.99	161.27	161.02	159.64	158.44
1/2洪水時 (2) *1	163.51	162.69	162.32	161.98	160.97 *1	159.33
1/10洪水時 (堤防建設前) *1	163.81	162.93	162.60	162.33	161.37 *1	
1/100洪水時 ( " ) *1	164.42	163.50	163.21	162.93	162.09 *1	160.70
" ( 現況 )	164.27	163.39	163.08	162.81	162.01	160.52
平均変動幅 (2)-(1)	4.31	3.86	4.70	4.36	5.13	4.57

注: 1) \*1: プレF/S 結果。  
 2) \*2: Annexe 5.5.1-19。  
 3) \*3: Sanafinaの水位を考慮し、修正。  
 4) —: 解析なし。

### 3) ニジェール河の洪水位

Annexe 4.1.4-16に示すように、ウナ・クワンザ計画地域はニジェール河の左岸沿いに展開しており、洪水防禦堤の建設によりニジェール河の洪水位に大きな影響を与える。プレF/Sでは上下流の別開発地域であるクウルゥ地区とガタワニ・ドール地区の開発を含めて各種ケースが洪水位にどのような影響を与えるか検討している。

その結果、レテ島を築堤によって全面開発した場合、ウナ地点（横断 11-5）で90cmの水位上昇（100年）を来たし、重大な影響を右岸のベナン側に与え、耕地の水没を招くことが解り、この案は廃棄された(Variante 1案)。

最終的に Variante 2c案がプレF/Sでは提案され、レテ島の北半分（ウナ・サナフィナ間、Annexe 4.1.4-16参照）を含めた開発が提案された。

しかしながら、今回のスタディはレテ島を開発をしない案（Variante 2a案）にもとづいており、Variante 2c案より洪水位は下がることになる。プレF/Sでは100年、50年、10年及び平年洪水について計算しており、その結果を要約すると Annexe 5.5.1-20に示すようになる。Variante 2c案より洪水位の下がる区間はサナフィナ（断面 11-6）より上流で最大12cm（ウナ及びカタソガ地点、断面 11-5、4）下がる。しかし、クウルゥから上流ではわずかな下がりにはならない。

堤防建設に伴う現況洪水位（100年）はウナで13cm、クワンザで8cm、わずかに上昇するにとどまる。

以上のスタディは、左岸支川（アリボリ、ソタ）の洪水流入を考慮し、水理モデルによって下流のドールから上流のボンボンジィ（Bombodji）まで洪水を計算で追跡している。

この水理モデルは、現実が発生した3種類の洪水（ $Q=700$ 、 $1,150$ 、 $1,800$   $m^3/s$ ）をシミュレートし、モデルに使用する係数を決定するとともに、結果を現実の水位と照合することでモデルの信頼性を確認している（プレF/Sレポート、Etudes Techniques, A. Hydrologie, P.48）。その結果は非常に良好で、十分に

信頼性があると考えられる。

したがって、本スタディでは Variante 2 a 案の計算結果をそのまま使用する。

ただし、このモデルで使われているウナの量水標のゼロの標高 ( $Z_0$ ) が本調査で確認値と異なるため、次のような確認を行った。

$Z_0$  : 156.93 m プレ F / S で使用

156.73 m 水資源局からの通知 (1988年 4月)

156.754m J I C A 調査団の測量 (0-1m量水標) (1988年 4月)

表5.5.1-13 ウナにおける濁水位

年	ウナの濁水位 (m)
1977	-
78※	-
79※	-0.17
80※	-0.40
81※	-0.56
82	-
83	0.32
84	0.80
85	0.63
86	0.36
87	Closed
88	0.29

注：※プレ F / S が観測値を使用した年次。

以上から理解できるように、1982年を境に水位に変化が生じており、量水標は明らかに据えかえられている。また、 $Z_0$  は 20cmしか下がっていないのに水位の変化が大きすぎることから、位置もかなり変化したものと思われる。

このことから、モデルに使用された  $Z_0$  は正しいものと判断される。



#### 4) ニジェール河の濁水位

マランビルから上流のクウルゥまでで、調査団が新しく設置した量水標を含め、7地点の水位の変動が把握できる。しかし、タラの量水標の Z<sub>0</sub> (標高は測量されていない) は濁水位を観測するには標高が高すぎ、濁水位は観測されていないため、タラを除く6地点の水位の相関でスタディをすすめる。

その結果、プレF/Sとは表5.5.1-14に示すようになり異った結果を得た。その原因はカタンガーウナ間とサナフィナーアルバカイゼ間の河床に存在する露頭岩の影響による。プレF/Sではその存在を十分に把握していないことが、異った結果を与えたと考える。本調査では、計画対象地区の量水標の標高を正確に把握しており、1988年に実施した水位観測資料の精度は十分に高いと言える。したがって、上記2区間の濁水位は不連続となっていると考え(Annexe 5.5.1-20参照)、本調査結果を採用する。しかし、事業実施に当っては上記2区間の河床の測量を行い、この区間の濁水位の精度を高める必要がある。また、カタンガーウナ間については分流派川側に流量を確保するための工事が必要である。

表 5.5.1-14 対象地区濁水位

(単位: 標高m)

水 位	地点名	Koulou	Katanga	Ouna	Sanafina	Kouanza	Malanville
プレF/S	1/2 最低水位	159.20	157.81	157.28	157.05	155.95	154.94
	1/10 最低水位	158.60	157.17	156.63	156.41	155.35	154.38
本スタディ	1/2 最低水位	—	158.83	157.62	157.62	155.84	154.70
	1/10 最低水位	—	158.46	157.23	157.23	155.40	154.27

#### (5) 風による波高の推定

##### 1) 月別最大風速と風向

ガヤにおける最大風速は Annexe 4.1.3-10に示されるように、1970年から1983年まで観測されている。その間に観測された最大風速は 36m/sで6月と8月に記録されている。このような強風は寒冷前線によって引き起される。そ

のため 30m/sを越える風速は寒冷前線が通過する5月から9月にかけて発生している。また、その風向はほとんど北から東の範囲に集中している。

表 5.5.1-15 月別既往最大風速と風向

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
風速 (m/s)	16	20	21	23	32	36	31	36	31	23	13	15	36
風向	06,34	20	08	34	10	07	02	-	36	34	08	12	07,-

対象地域でのニジェール河の最大洪水はローカル洪水期の8月から10月にかけて発生する。したがって、風による波高はこの期間について検討する。

Annexe 5.5.1-21にこの期間に観測された強風の風速と風向の分布を示すが、ほとんど北から東の範囲の風向である。対象地域の堤防の大部分の区間は南西方向を向いており、北から東の風による波浪は堤防にほとんど影響を与えない。しかしながら、ニジェール河が蛇行している一部区間の堤防は北北西方向を向いており、そのような区間では北からの風の影響を受ける。その他の区間では南西からの風が堤防に最大の影響を与えることになる。南西からの強風は非常にまれであるが、1971年9月に27m/sが記録されている。

したがって、対象地域で考慮すべき風は下記の二種である。

表5.5.1-16 対象地域で考慮すべき強風

名称	風速	風向	発生年月
風-1	27m/s	22 (南西)	1971年9月
風-2	31	36 (北)	1972年9月

### 3) 波高の検討

波高はブレットシュナイダー法によって推定する。その結果を Annexe 5.5.1-22に示す。100年確立の洪水位での波高はおおむね、つぎのように要約できる。

区 間	波 高 (H)
カタンガー-アルバカイゼ	35 ~ 40 cm
アルバカイゼ-トンディカ	50 cm

### (6) 後背地からの流出

Annexe 4.1.4-16に見るように、計画地域の背後に台地で形成された流域があり、計画地域に流出している。プレF/Sでは1~17の流域をスタディしているが、今回、最南端の0番後背地流域及び低平地流域18, 19を加えてスタディした。

プレF/Sでは、これらの流域の流出解析にニジェールで一般的に使われている RODIER-AUVRAY (ORSTOM) による方法を適用している。後背地の流出率 ( $K_r$ ) を推定するための流域浸透性指数 ( $P_1 \sim P_5$ ) のうち  $P_4$  (かなり浸透性の高い流域) を採用して、ピーク流出量 ( $Q_{max}$ ) を求めている。しかしながら、 $P_4$  から推定される流出率は非常に低い値で、現実に符合しないと考える (例: ウナに流出する流域番号12での道路橋の破損)。したがって、これから建設される農業水利施設の重要性を考えたとき P 値及び傾斜度指数 R 値の値を見直す方向で現地調査及びスタディを行う。

この解析に使用した資料は以下のとおりである。

#### 1) 流出解析参考資料

Estimation des Debits de Crues Decennales pour des Bassins Verants de Superficie Inferieure à 200km<sup>2</sup> en Afrique Occidentale

J. Rodier, C. Auvray ORSTOM Oct. 1972

#### 2) 土壤図

Carte Pedologique de Reconnaissance de la République du Niger

1:500,000, ORSTOM

### 3) 地形図

流域図及び流路図は1/50,000を使用。

計画対象地区の年平均降雨量は 800mm を超えており、熱帯気候に属すると定義される。

以上の解析の結果、Annexe 5.5.1-23に示す結果を得た。この結果はプレ F/S に比べ、50%ほどピーク流出量が大きくなる。

### (7) 水質

井戸及びニジェール河の水をサンプリングし、化学的及び細菌学的試験を INRAN、ONAREM 及び ONPPC に依頼した (Annexe 5.5.1-24~25 参照)。

その結果、灌漑水としては大きな化学的障害はないが、井戸の細菌学的水質には問題があることが解った。計画地域内の井戸は深さが浅い (H=5 ~35m) ことによる部落排水の浸透と手汲みの容器を通し外部からの糞尿汚染があることが認められた。

また、浮遊土砂については Annexe 5.5.1-26 にカンダジでの観測値を示すが、最も濃度が高くなる月は7月である。7月の濃度は最大 513ppm に及び、平均 337ppm となっている。しかし、この濃度はポンプ場等に対して滞砂等の面での重大な支障とはならないと予測される。

### 5.5.2 土質検討

ここでは洪水防禦堤築堤、又は構造物建設のための基礎として、その土質を検討する。

農地整備対象地区はニジェール河の氾濫原であり、細砂粘土からなる沖積層を形成している。土質検討のための現地におけるボーリングは特に行っていないが、土壤調査によるテストピットやマランビルに建設中の橋の土質調査結果を参考にすると、この沖積層の深さは数メートルに及び、表層 1~2m を除きそのほとんどは砂層と推定

され、深部へ行くほど硬く締まっているものと思われる。

また、このような土質状態は上流部ウナから末端部トンディカまでほとんど同じような形状であると考えられる。

洪水防禦堤や用水路の築堤材としては、低地部に地表部から1～2 mに堆積されている粘土又は粘土混り砂層を盛土材として使用することができる。計画堤防の高さは平均2.5 mと低く、類似プロジェクト調査では堤防欠壊の事例はなく、堤体は安定しており、危険性はない。

ただし、採土が広範囲にわたり土質にばらつきがあることも予想されるので、施工にあたっては、現場監理を充分行う必要がある。また、ポンプ場や排水樋門等大型構造物では、掘削底面が地表より5 m以上さがったところに位置するので、この付近は十分硬い砂層が期待できる。したがって、構造物基礎としては、すべて直接基礎として問題はないと思われる(Annexe 5.5.2-1)。

### 5.5.3 洪水防禦計画

#### (1) 計画洪水位

堤防は100年確率の洪水にも耐えられる規模で計画する。「水文・気象解析」の項で算出された計画地区近傍の各区間のニジュール河10年確率、100年確率の洪水位は表5.5.3-1のとおりである。

表5.5.3-1 主要地点の確率洪水位

	区間距離 (km)	1/10洪水位	1/100洪水位
11.3 Koulou		163.79	164.42
11.4 Katanga	9.2		163.50
11.5 Ouna	3.5	162.60	163.21
11.6 Sanafina	4.7		162.93
11.7 Albarkaize	7.7	161.88	162.54
11.8 Monboy-Tounga	9.1		162.24
11.9 Kouanza	6.1	161.37	162.09
11.10 Tara	10.6		161.38

(2) 堤防計画

1) 堤防法線の検討

堤防法線は現況河道の低水河岸法面の浸食崩壊と、堤防盛土材の採取の便等を考慮して、現況河岸より35m程度離し、現況河道にはほぼ平行に設定する。

2) 余裕高

堤防の余裕高は波浪、流速等の影響を考慮し、越流による破堤を防止するため、1/100 確率洪水位に対し0.50mを見込むものとする。

なお、1/10 確率洪水位に対しても1.20m程度の余裕高を確保することが望ましいので、そのチェックも行うものとする。

3) 堤防天端標高

前記各測点間の水位相関により、各ゾーンの堤防最上流点、最下流点及びポンプ場計画地点の計画洪水位を求め、余裕高を加えて堤防計画天端標高を決定する。

その結果を Annexe 5.5.3-1 に示す。

#### 4) 堤防の断面形状

堤防の天端は所要標高を安定確保するため、一般車両の通行を禁止するものとし、その幅員は構造上必要最小限の3.0 mで計画する。また、法面勾配は地区内旧河道の局所的な深掘れ部分を除いては、堤防盛土高は2.0～3.0 m程度と低いこと、また、土質の検討の項で述べられているように、基礎地盤が比較的良好であること、堤体盛土材が安定した粘性土砂であること、等を勘案して、堤内側2/1、堤外側2.5/1として計画する。

#### 5) 堤防被覆計画

堤防盛土は気象の影響を受けて脆弱化しやすい現地土を使用するため、堤防天端表面を厚さ15cm、法面を厚さ10cmのラテライト層で被覆し、風食、水食を抑制して断面の安定維持を図るものとする。また、河道屈局部で水衝浸食を受けることが予測される堤外法面は練石張で護岸するものとする。各ゾーンの護岸は表5.5.3-2に示すような規模で計画する。

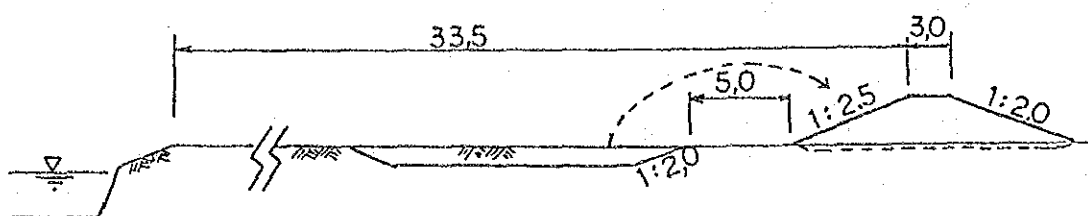
表5.5.3-2 ゾーンごとの石張り護岸面積 (㎡)

ゾーン名	計画位置	護岸面積
Z-1	最上流部付近	300 ㎡
Z-2	機場付近	400
Z-3	上、下流機場付近	800
Z-4	〃	800
Z-5	機場付近	400
Z-6	上流機場付近	1000

#### 6) 堤防盛土計画

堤防盛土は主として堤外現地土を採取して盛立てるものとする。深掘れ部分等で土量が不足する場合には堤内耕作不適地である低地の土砂を採取利用する。採取土と盛土との関係は図5.5.3-1のとおりである。

図5.5.3-1 築堤標準図



#### 5.5.4 灌漑計画

##### (1) 計画の方針

本計画はニジュール河を水源として、灌漑用水を年間を通じて安定的に供給し、水田2期作を目指すものである。

しかるに、対象地区のウナにおけるニジュール河支流では1988年には、流量  $0 \text{ m}^3/\text{s}$ を示している。

このため、本計画では次のような考え方で灌漑計画を立案する。

- 1) 対象地区のウナにおける河川流量が、 $0 \text{ m}^3/\text{s}$ になるような期間が30日以上も続く（1985-86、1988）ことがあるので水稲初期の代かき期に多量の水量を要する時期を、この渇水期間からはずす栽培計画をたてる。
- 2) 用水の供給はポンプ揚水により行い、ポンプの休止期間、運転操作及び維持管理等を考慮した日当り運転時間を求め、それに適した容量の決定により、年間を通じて安定供給を行い、計画的な農業生産が可能となるようにする。
- 3) 計画地区全体に適当な密度で用水路網を配置して、従来、河川水による耕作が可能であった低位部はもちろん、高位部の灌漑も可能にして、灌漑面積の拡大を図り、農業生産量を増大させる。
- 4) 排水条件の整備による地下水低下により、必要用水量の増大をきたす可能性があるため、これらの条件も考慮に入れて用水量の検討を行う。



## (2) 灌漑用水源

### 1) 河川水量及び利用計画

類似農業開発 4.8 節で述べたごとく、ニジェール河沿岸で開発済みの地区は 33地区の 6,905haである。また、工事中の地区は2地区、面積にして 850haとなっている。

現在の灌漑面積約 6,900haに対して、ニジェール河からの取水量は季節による変動があって一定ではないが、作付期間に 5~15 $\text{m}^3/\text{s}$  であろうと推定される。

これに対してニジェール河 6~7月の渇水期流量はガヤでは年によりばらつきがあり、最低流量は 2 $\text{m}^3/\text{s}$  (1985年6月) ~ 266 $\text{m}^3/\text{s}$  (1955年7月) となっている。

1年間における流量の変化は6~7月が最低で、8月より増水し、9月と1月が大体最高となっている。過去のデータから6~7月の渇水流量を推定すると、5年に一度、10年に一度の渇水流量はそれぞれ約 21 $\text{m}^3/\text{s}$  及び約 12 $\text{m}^3/\text{s}$ である。政府としてのニジェール河水利用に対する総合対策は、現在のところ建設が予定されている“カンダジダム”に集約される。

これによると、ダムの流量調節によって、将来ダム下流部の低地 30,000ha、高地 110,000ha、計 140,000haを灌漑する計画になっている。ただ本計画もダム計画そのものよりも、ダム下流部の受益地区の開発計画が具体化せず、ダム計画の実施は延期となっている。ダム完成の暁には水管理政策が立案され、今後の水利用の方針は確定されるものと思われる。

それまでの対策としては、雨の少ないニジェール河の低水期(5~6月)は休耕期間となるような作付体系で臨まなければならない。本プロジェクトの作付体系もこの方針に基づいて設定した。

### 2) 水質

ニジェール河本流は上流からの微粒土を含有し、水質の項で述べた水質検査の結果によれば、PH値、塩類含有率ともに問題なく、また、上流には近い将来、急激に水質の悪化をきたす状況も見当たらないので、灌漑用水源としては適当であ

ると言える。更に、既存のプロジェクトにおいて、水源の水質が原因で、目詰り、インペラ等の摩耗といったポンプ設備のトラブル等も見受けられない。したがって、現時点では水源の水質に問題はないと思われる。

### (3) 灌漑用水量

#### 1) 作付体系

作付体系については5.5.2項で三つの案を提示して、その比較を行っているが、ニジェール河の水供給側からみると、B及びC案は雨期作の始まりが、雨が少なくかつニジェール河水位が最もさがる5～6月にかかる。このために、この時期の取水は困難となる。したがって水需給の方からA案以外は採用できない。以下A案について用水計画を行うことにする。

#### 2) 蒸発散量の計算

作物の要水量は試験や実績資料から求めることが望ましいが、これらの資料が少ないため理論式から求めるものとする。

作物の蒸発散量又は要水量を求めるには、次のような理論式がある。

ブラネイクリドル法 (Blaney-Criddle Method)

放射法 (Radiation Method)

ペンマン法 (Penman Method)

パン蒸発計法 (Pan Evaporation Method)

これらの中で気象データさえ整えば精度的には一番よいとされるのがペンマン法である。本計画ではペンマン法が採用できるので、ペンマン法(修正ペンマン法)を採用することにする。

#### ペンマン法 (Penman Method)

この方法は、熱収支平衡と大気中における水蒸気の拡散を組合せた複合法で、一般気象資料と純放射観測から蒸発散量を推定する。

計算式は次の通りであり、この計算式による結果は Annexe 5.5.4 - 1項に示す通りである。

$$ET_o = C \cdot [W \cdot R_n + (1-W) \cdot F(u) \cdot (e_a - e_d)]$$

$ET_o$  : 蒸発散量 (mm/日)

$W$  : 温度に関する重みつき係数

$R_n$  : 蒸発に相当する純放射量 (mm/日)

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

$$R_{ns} = 0.75R_s$$

$$R_{nl} = f(T) \cdot f(e_d) \cdot f(n/N)$$

$$R_s = (0.25 + 0.50n/N)R_a$$

$R_s$  : 蒸発に相当する太陽からの放射量 (mm/日)

$n$  : 日照時間の実績 (時間)

$N$  : 最大可能日照時間 (時間)

$R_a$  : 大気上で受ける放射量 (mm/日)

$f(T)$  : 長波長における気温による係数

$f(e_d)$  : 長波長における蒸気圧による係数

$$f(e_d) = 0.34 - 0.044 \sqrt{e_d}$$

$f(n/N)$  : 長波長における  $n/N$  による係数

$$f(n/N) = 0.1 + 0.9n/N$$

$f(u)$  : 風による要素

$$f(u) = 0.27(1 + u/100)$$

$u$  : 高さ2.0mにおける24時間当り風速 (km/日)

$e_a$  : 平均気温に対する飽和蒸気圧 (mbar)

$e_d$  : 空気中の実際の蒸気圧 (mbar)

$c$  : 昼と夜の気象条件による補正係数

### 3) 設計基準年と月別蒸発散量

ペンマン法により求めた月別蒸発散量を1971～1987年について求め、年蒸発散量の1/10年確率値を求めると2,857mmとなる。これに相当する年は

1972年となるので、この年を設計基準年とする。また、蒸発散量の平均値としては、2,668mmである (Annexe 5.5.4-1 参照)。

表 5.5.4-15 蒸 発 散 量 (ET<sub>o</sub>)

(単位: mm/月)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
ハンマン法 1972年	248	266	322	306	260	198	186	152	186	217	261	239	2,841
ハンマン法平均	232	243	281	283	262	214	177	162	164	204	222	223	2,668

#### 4) 作物用水量

作物用水量は、蒸発散量と作物ごとの係数から次式で決まる。

$$ET_{crop} = Kc \cdot ET_o$$

ET<sub>crop</sub> : 作物別要水量 (mm/日)

Kc : 作物の種類と成育状況から決まる係数

ET<sub>o</sub> : 蒸発散量 (mm/日)

作物係数(Kc)の計算

作物別の作物係数は「FAO Irrigation and Drainage Paper NO.24」を参考に  
にして求める。

ここでは水稲の二期作が主となるので、水稲の作物係数を次のようにする。

成育の時期	Kc
第1月	1.1
第2月	1.1
中間月	1.25
最後の4週間	1.0

#### 5) 純用水量

水稲の純用水量は作物要水量に、水田からの浸透量を加えたものから有効雨量  
を差引いて求める。

(a) 代かき用水量

代かき用水量としては、表層約 10cmを泥土化するのに 50mm、湛水を 50mmとし計 100mmを代かき水量とする。

(b) 浸透量

地区内の土壌の調査結果では、浸透量はわずかであろうと推定される。しかし、測定資料がない現段階では、ニジェール河盆地の農業開発プロジェクトでとられている値 0.5mm/日を採用するのが適当であろう。

(c) 有効雨量

水田の有効雨量は日本で採用されている方法と同じ方法をとる。即ち、

- ・日雨量の上限を80mm、下限を5mmとする。
- ・上記により得られた値の80%を有効雨量とする。

この基準によりガヤにおける1972年(基準年)の有効雨量を算出すると、Annexe 5.5.4-2のようになる。

6) 粗用水量

粗用水量は純用水量に灌漑効率を考慮して算出する。灌漑効率は次の諸効率をもとに総合効率として求める。

水適用上の効率	80%
搬送上の効率	90%
総合効率	72%

以上の検討の結果より粗用水量を求めれば、Annexe 5.5.4-4のとおりである。

7) 最大用水量

計画基準年(1972年)における単位用水量は、3月に最大(2,173ℓ/sec/ha)となる。したがって、ゾーン別の最大用水量は表5.5.4-2のようになる。

ちなみに平均蒸発量、平均蒸発散量、平均雨量(この場合、平均雨量は829mm/年となり、これに近い1985年の降雨をこれにあてはめる)により、平年における用水量を算出するとAnnexe 5.5.4-5のようになる。

これで見ると用水量の最大値は基準年の場合と同じ3月に生じ、1,904ℓ/sec/haとなる。これをみると、平年時と計画基準年における最大用水量との間には1割程度の差しかない。

表5.5.4-2 ゾーン別最大用水量

ゾーン名	灌漑面積 (ha)	最大用水量 (m <sup>3</sup> /s)
Z-1	92	0.200
Z-2	135	0.293
Z-3	510	1.108
Z-4	687	1.493
Z-5	196	0.426
Z-6	569	1.236
Z-7	302	0.656
計	2,491	5.410

#### (4) ポンプ計画

##### 1) ポンプ場設置カ所数の検討

ポンプ場は段階的開発構想に基づき、各ゾーンごとに設置することになる。灌漑面積の大きいゾーンにおいて、1カ所にポンプ場を設置すると、イ) 効率のよい大口径のポンプが使用されるので運転経費が節減される。ロ) ポンプの運転操作、維持管理が単純化されて経費の節減となる等の利点がある。反面、次のような問題点が生じる。

- (a) 機場から最遠圃場までの用水路延長が長大となり、用水の水源から末端までの到達時間がかかりすぎるので、配水管理に支障をきたす。
- (b) ポンプ故障による給水停止の影響が広範囲に及び、被害発生の危険性は大となる。
- (c) 各ポンプ場の支配面積が大きくばらつき、使用されるポンプ口径の統一化が困難となるので、部品等の相互運用に支障をきたす。
- (d) 地区内がほぼ平坦であるため、水路盛土が大となる。

以上のことを考慮し、かつ既存類似プロジェクトにおける1機場当りの支配面積を勘案して、ゾーンごとのポンプ場設置カ所数を表5.5.4-3のように計画する。

表5.5.4-3 ゾーンと設置ポンプ数

ゾーン名	計画対象面積(ha)	灌漑面積(ha)	ポンプ場カ所数
Z 1	194	92	1
Z 2	189	135	1
Z 3	677	510	2
Z 4	1,052	687	2
Z 5	430	196	1
Z 6	874	569	2
Z 7	484	302	1
計	3,888	2,491	10

## 2) 計画諸元の検討

### (a) ポンプ計画揚水量

ポンプの計画揚水量は灌漑計画の項で算出された灌漑用水量に基づき、ポンプ連続運転に伴う労力及び機器の過度の負担を回避するため、1日当りの運転時間が計画最大時18時間、平年最大時16時間そして年間平均8～10時間程度となるように計画するのが望ましい。本適正時間で、単位揚水量を算定すれば次のとおりである。

$$\text{計画年最大時 (1972年3月)} \quad 2,173 \times 24/18 = 2.90 \text{ l/s/ha}$$

$$\text{平年最大時 (平均年3月)} \quad 1,904 \times 24/16 = 2.86 \text{ l/s/ha}$$

余裕をみて3.0 l/s/ha とすれば、1日当り年間平均運転時間は、計画年で、9.7時間、平年で8.5時間となる。また、代かき最大時で20時間程度となりほぼ適正範囲にあるといえる。したがってポンプの計画揚水量は3.0 l/s/ha とする。

### (b) 計画吸水位

ポンプの計画吸水位は1/10揚水位に基づいて定める。ニジュール河川位資料

によれば、用水の最需要期である3月の末日の水位は渇水月である6月の水位より約2.0 m高くなる傾向を示している。したがって計画吸水位は余裕をみて、1/10渇水位に1.5 mを加えて求める。その結果は Annexe 5.5.4-10に与えられている。なお、各揚水機場計画地点の1/10渇水位は水文解析により求められた観測地点の1/10渇水位に基づき、水位相関により得られる。

(c) 計画吐水位

計画吐水位は計画最大用水量を流下させるのに必要な用水路始点における水位とし、次式により概定される。

$$\text{吐出水位} = \text{基準田面標高} + 0.40 + L/I + 0.05N$$

ここで、 L : 基準田面までの水路延長 (m)

I : 水路勾配

N : 分水工力所数

3) ポンプ設備計画

(a) 計画全揚程

ポンプの計画全揚程は計画吐水位と計画吸水位の差にポンプ回り全損失水頭0.5 mを加えて求める。

(b) 機種、口径及び台数の検討

水源であるニジュール河は、洪水時と渇水時では水位が7.0～8.0 m程度変動する。また、揚程も0～7.0 mの広い範囲で変動する。このような地点で、機場構造が最も経済的な形状であり、かつ効率的な運転が可能となるポンプの機種と形式は立軸斜流ポンプと水中ポンプが考えられる。

本地区のように遠隔地にあり、かつ自然条件の厳しい地点においては、次のような利点により、立軸斜流ポンプが推奨される。

- i) 実績が多く故障も少ないので、機能の長期的な安定確保に優れている。
- ii) 原動機が一般的な形式のものであり、床上に設置されるので故障が少なく維持管理、補修にそれほど専門的知識を必要としない。



iii) 構造上、耐用年数が水中ポンプより長いので長期的視点に立てば経済的に有利である。

しかるに、ニジェール国では下記理由により機能低下の著しい既設ポンプの取替え及び新規に設置されるポンプは全て水中ポンプにしているとのことである。その理由として次の三点をあげている。

- i) 開発初期に設置された立軸形式のポンプは故障が多く、その機能低下が著しかったこと。また、取りはずし・設置に専門的技能を必要とし、取りはずしに時間がかかるため機場が長期的に機能停止する事例が頻発した。
- ii) 水中ポンプは据付・撤去が容易で、点検・補修を短時間に行うことができる。
- iii) 設備費が立軸形式のポンプより安価であるので初期投資額を低く抑えることができる。

したがって特殊電動機の点検補修の問題点は残るが、他の面ではあまり問題点はないので、ここではニジェール側の要望に添って、機種としては水中ポンプを選定するものとする。

ポンプの口径・台数について次の点を考慮して検討する。

- i) 灌漑用水の期別変動にできるだけ効率よく対処するため、3～4台に分割する。
- ii) できるだけ同一口径となるようにし、部品の相互運用に便ならしめる。
- iii) ポンプ効率が高く、かつ汎用性の高い口径 $\phi 300$ ～ $\phi 400$ mmのポンプを選定する。地域の技術的水準を勘案して、各口径の標準揚水量は次のとおりとする。

$\phi 300$ mm      120 ～ 180 l/s

$\phi 350$ mm      180 ～ 270 l/s

$\phi 400$ mm      270 ～ 340 l/s

以上により口径及び台数を選定した結果は Annexe 5.5.4 - 6 に示されている。

(c) 原動機

a) 原動機種の決定

水中ポンプはポンプ本体と一体の形で組込まれた特殊電動機により駆動される。したがって別途電源の確保が必要である。

b) 電動機所要出力

電動機の所要出力は次式により算定される。

$$P_m = \frac{0.163 \times H \times Q}{\eta_p} \times (1 + e)$$

ここで  $P_m$  : 電動機所要出力 (KW)

$H$  : 全揚程 (m)

$Q$  : 揚水量 ( $m^3/min$ )

$\eta_p$  : ポンプ効率

$e$  : 電動機余裕率 = 0.15

計算結果は Annexe 5.5.4 - 7 に示す。

(d) 電力設備

電動機を駆動させるための電力の供給は、NIGELCの送電システムより買電する場合と、各機場に順次ディーゼル発電機を設置して発電する場合が考えられる。前者の方式は近辺に送電線網が張りめぐらされている場合には手軽で経済的な方式であるが、本プロジェクトサイト近辺では現在のところ電化計画はない。周辺都市で電化している都市にギャがあるが20~50km離れており、しかもその設備容量は210kwで不十分である。このためギャから電力の供給を受ける場合には、発電設備の整備とプロジェクトサイトまでの送電設備の設置が新たに必要となり、かなり大規模な工事を必要とする。したがってNIGELCの工事が間に合わなかった場合には個々に発電機を設置する必要性が生じるので、ディーゼル発電機設置の場合も検討することとし、両者の比較検討を行うものとする。

買電の場合には電力設備費が56,000万FCFAであり、かなり大きな初期投資が

必要となるが、償却費と運転管理費を合わせた年間経費でみれば、買電案 41,400万FCFA、ディーゼル発電機案51,100万FCFAとなり、長期的にみれば買電案の方がかなり有利である。これはディーゼル発電機の燃料費が大きいためであり、貴重な化石燃料の浪費が大きいことを示している。詳細な比較はAnnexe 5.5.4-8に示されている。

現地調査においてはNIGELEECも本プロジェクトへの送電計画に前向きに取り組む意欲をみせている。また、送電設備の整備が周辺地域の電化促進につながる。

以上のことを勘案し、事業実施に当っては、プロジェクト計画と電力設備増強計画が整合性のとれたものとなるように十分に事前協議を行うものとして、買電案により施設計画を行うものとする。

#### (e) ポンプ運転時間

灌漑計画で与えられた期別用水量を揚水するためのポンプ運転時間はポンプの計画揚水量を  $3 \ell/s/ha$  とすれば、計画基準年時で年間 2936時間、日最大 17.4 時間、年間日平均 9.7時間、そして平年時で年間 2558 時間、日最大 15.2時間、年間日平均 8.5時間である。その詳細計算結果は Annexe 5.5.4-9に示されている。

### 4) ポンプ場計画

#### (a) 位置の選定

ポンプ場の位置の選定に当って、地質的には河道内の所々に岩の露頭もみられ、地区全域にわたって安定しているので基礎地盤としては十分な安全が得られる。したがって長期的に安定した取水が可能となるようにみお筋が安定的に近接する湾曲部周辺を中心として、電力の引込み、機器、諸資材の搬入が便なること及び支配する用水路の最遠点ができるだけ短くなる位置であること等を勘案して計画地点を選定する。なお、Z-4の上流機場(P<sub>4-1</sub>)はZ-3の下流機場(P<sub>3-2</sub>)との競合取水を回避すること及び安定的な取水位を確保す

ること等を考慮して、ニジェール河主流と支流の合流点下流に計画する。

(b) 吸水槽の設計

ニジェール河は近年の乾燥化で、渇水期にしばしば異常な水位低下を起しており、既存の類似プロジェクトにおいて一時的取水不能な機場が発生している。したがって吸水槽の設計に当っては、河床の変動も考慮し、計画渇水位以下の水位低下時にもある程度の取水量が確保できるよう配慮する。即ち、ポンプ吸水水位が1/10最小流量時よりも0.5 m降下しても吸水可能となるようにポンプ据付高を決定する。各機場における計画水位及び吸水槽水位は Annexe 5.5.4 -10に示してある。

(5) 用水路計画

ポンプ揚水された灌漑水を整備地区各部に配水するため、用水路網を計画する。その配置密度は 600m間隔を標準とし、できるだけ地区の高位部を通し、盛土高が必要最小限となるような路線を選定する。

1) 計画通水量

ポンプ揚水による用水路の通水量はポンプ吐出量に制約されるので、単位用水量をポンプの計画揚水量と同一とし  $q = 3.0 \text{ l/s/ha}$  で各地点の用水路通水量を算出する。

2) 通水断面

用水路の通水断面は次式により計算する。

$$Q = K \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

ここで、Q : 流量 (m<sup>3</sup>/s)

S : 断面積 (m<sup>2</sup>)

R : 径深 (m)

i : 水路勾配

K : 流量係数 : コンクリートライニング水路 60

土水路 30

### 3) 水路勾配

水路勾配を急にすれば水路断面は小さくなるが、盛土高が大きくなる。逆に緩くすれば水路断面は大きくなるが、盛土高が小さくなる。整備地区は非常に平坦地形であることより、経済的な縦断計画となるように、計画地点の地形を勘案しながら、適宜検討する。

### 4) 水路断面構造

用水路断面は以下のような事項を考慮して薄いコンクリート板で被覆保護する。

- a) 限られた水源から貴重なエネルギーを使用して取水した用水を最大限有効に利用するため、送水ロスを最小限に抑える構造とする。
- b) 土水路とすると、草木の繁茂、法面の崩壊等による通水障害が発生し、これの除去のため多大の労力を必要とする。
- c) 土水路の耐用年数は短いため、改修費が増大し、長期的にみれば農民負担が重くなる。
- d) 水路断面がコンパクトとなるコンクリートライニング水路の採用により、用地幅をできるだけ狭くして、開発面積を最大とする。

### 5) 用水路の断面形状及び寸法

用水路の支配面積を勘案して、その形状は側壁法面傾斜を1/1とする台形水路とする。また、断面寸法を決定するに当たっては、施設計画を便ならしめるためその規格化をはかるものとし、流量別の次の8タイプについて検討する。

タイプ1	$Q \leq 30 \text{ l/s}$
タイプ2	$30 \text{ l/s} < Q \leq 60 \text{ l/s}$
タイプ3	$60 \text{ l/s} < Q \leq 90 \text{ l/s}$
タイプ4	$90 \text{ " } < Q \leq 150 \text{ "}$
タイプ5	$150 \text{ " } < Q \leq 300 \text{ "}$
タイプ6	$300 \text{ " } < Q \leq 600 \text{ "}$
タイプ7	$600 \text{ " } < Q \leq 900 \text{ "}$
タイプ8	$900 \text{ " } < Q \leq 1,200 \text{ "}$

前記諸条件に基づき、流量計算を行い8タイプの断面寸法を表5.5.4-4のとおり決定する。

用水路の天端盛土幅は、ニジェール国基準に従って、 $Q \leq 100 \text{ l/s}$ のとき0.50m、 $Q > 100 \text{ l/s}$ のとき1.00mとして、用水路標準断面を Annexe 5.5.4-11に示す。

また、各ゾーンごとのタイプ別水路延長と用水路のタイプ別延長の詳細計算結果をそれぞれ Annexe 5.5.4-22及び Annexe 5.5.4-23に示す。

表5.5.4-4 用水路タイプと用水路諸元

Type	b (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	$\frac{1/k \cdot Q}{1^{1/2} b^{8/3}}$	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	V (m/s)	F <sub>b</sub> (m)	H (m)
I	0.35	0.03	0.822	0.28	0.176	0.170	0.12	0.40
II	0.40	0.06	1.151	0.37	0.296	0.202	0.13	0.50
III	0.50	0.09	0.952	0.44	0.400	0.225	0.16	0.60
IV	0.60	0.15	0.976	0.52	0.582	0.258	0.18	0.70
V	0.80	0.30	0.907	0.67	0.985	0.305	0.18	0.85
VI	1.00	0.60	1.000	0.88	1.654	0.363	0.17	1.05
VII	1.20	0.90	0.922	1.01	2.232	0.403	0.19	1.20
VIII	1.40	1.20	0.815	1.11	2.786	0.431	0.19	1.30

### 5.5.5 排水計画

#### (1) 計画の方針

排水計画は次の点を考慮して検討する。

- ① 降雨流出水の排除は10年確率日雨量 100mmを対象とする。
- ② 地区内冠水は田面貯留を勘案して3日排除とする。
- ③ 既往の観測データによれば、降雨期と増水期（水田面以上）が一致する場合もあるので、ポンプ排水を考慮する必要がある。
- ④ 既存の類似プロジェクトによれば、高強度の降雨による一時的な砂まじり濁水の地区外から地区内への流入境界において灌漑施設の埋没事例が見受けられるので、これの対策が必要である。
- ⑤ 常時排水は中干し落水時の湛水深5cmとした場合のピーク流出水より求める。

#### (2) 排水面積

計画の対象となる面積は整備地区では雨期と乾期に別れる。

乾期にはかんがい面積だけを対象にすればよいが、雨期には周辺宅地や草地及び背後地からの流出も考えなければならない。なお、ゾーンごとの排水路と面積を示した雨期の排水系統図を付表に示す（Annexe 5.5.5-1～7参照）。

#### (3) 整備地区からの流出

##### 1) 雨期における流出

畑地・宅地及び後背地からの流出と水田からの流出は、流出機構が異なるので各々別々に求める。

##### (a) 畑地・宅地等からの流出

周辺部流域面積は小さく（1km<sup>2</sup>以下程度）高低差も小さいため、洪水到達時間も1時間以内と考えられる。したがって洪水流量は合理式を用いて次のような仮定のもとに算出する。

$$Q_p = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot r_e \cdot A$$

$Q_p$  : ピーク流出量 ( $m^3/sec$ )

$f$  : 流出係数  $f = 0.1$  とする。

$r_e$  : 洪水到達時間内における平均降雨強度 ( $mm/hr$ )

$A$  : 集水面積 ( $km^2$ )

1/10日雨量 100 $mm$ から時間雨量強度を推定するのに次式を用いる。

$$r_e = \frac{r_{24}}{24} \left( \frac{24}{T} \right)^{2/3}$$

$$r_{24} = 100mm \quad T = 1\text{時間とおくと}$$

$$r_e = \frac{100}{24} \left( \frac{24}{1} \right)^{2/3} = 35 mm$$

これから

$$Q_p = \frac{1}{3.6} \times 0.1 \times 35 \times 1 = 1.0 m^3/sec/km^2$$

$$= 10 l/sec/ha$$

したがって、水田周辺宅地及び畑地は、ピーク流出量を 10  $l/sec/ha$  として計算する。

(b) 水田からの流出

排水路へのピーク流出を極力抑えるため、田面貯留を考え3日間で徐々に排除する。

単位面積当りの総排水量： $P$  ( $m^3/ha$ )及び単位排水量： $q$  ( $l/sec/ha$ )はそれぞれ次式で表される。

$$P = (P_{10} - E \times 3 - I \times 3 - h) \times 10$$

$$q = \frac{P}{3.6 \times 72}$$

$P$  : 総排水量 ( $m^3/ha$ )

$P_{10}$  : 10年確率の日雨量 ( $mm/day$ )  $P_{10} = 100$



E : 日蒸発量 (mm/day)                      E = 7

I : 浸透量 (mm/day)                        I = 0.5

h : 水田上の貯留可能水深 (mm)          h = 40

q : 単位排水量 (ℓ/sec/ha)

$$\therefore P = (100 - 7 \times 3 - 0.5 \times 3 - 40) \times 10 = 375 \text{ m}^3$$

$$q = \frac{375}{3.6 \times 72} = 1.45 \text{ ℓ/s/ha}$$

#### (c) 後背地からの流出

後背地からの流出は1/10確率日降雨量100mmを対象とし、流出計算を行う。計算結果は、水文解析5.5.1項を参照されたい。

後背地からの流出水について、計画方針としては、その水を極力単独に、ニジュール河へ排水することにするが、全量を単独排水すると、承水路を設け単一化するので排水路が大きくなりすぎるため、流水の一部は、対象地区に流入させることにする。但しこの場合、その流入によって地区内が冠水するのを30cm以下になるようにする(Annexe 5.5.5-8)。

#### 2) 乾期における流出

乾期における流出量は水稻栽培管理の落水期における平均排出量より求める。

ここで既往水田の事例より  $q = 2.0 \text{ ℓ/s/ha}$  として計算する。

### (4) 施設計画

#### 1) 幹線及び支線排水路

幹線及び支線排水路は、できるだけ現況排水路を利用し素堀りの土水路とする。水路の法勾配を1:1.5、水路底幅をB、水深をH、水路係数を30とし、縦断勾配は1/5,000とする。なお、排水路断面を7タイプ設定し、排水流量によってこのタイプを区分する。

流量計算は Manning-Strickler の公式による。排水路タイプとその諸元を表5.5.5-1に示す。

表5.5.5-1 排水路諸元表

タイプ名	B (m)	H (m)	I	V (m/s)	Q m <sup>3</sup> /s
A-I	0.4	0.4	1/5,000	0.15	0.061
A-II	0.6	0.6	"	0.20	0.181
A-III	1.0	0.6	"	0.21	0.245
A-IV	1.2	0.8	"	0.26	0.492
A-V	2.0	1.0	"	0.31	1.084
A-VI	3.0	1.2	"	0.41	2.350
A-VII	3.0	1.5	"	0.41	3.229

## 2) 単独排水路

後背地の流出水を地区内に流入させないで直接ニジュール河に排出する単独排水路の建設は、ピーク流出量をそのまま採用すると排水路規模が大きくなりすぎる。

現実の流出機構は、地区の外周部を走る主要地方道が流出のネックとなり、後背地低地に一時貯留が行われている。これはピーク流出を計算値より著しく抑えた値となる。したがって本計画では総流出量を対象とし、これを1日で排除する流量を流し得る断面を計画断面とする。

## 3) 排水樋管

排水樋管はコンクリート構造のボックスカルバートとする。断面は排水路断面と見合った断面とするが流速を1~2 m/sとし、できるだけ標準化を図る。樋管の前面には管理の便宜上、逆流防止のためのフラップゲート及び堤内地側には洪水の完全制御のためスルースゲートを設置する。

## 4) ポンプ設備

ポンプは灌漑が主目的であって、排水については補助的な役割に留めている。これは、原則的には地区内排水を重力排水としているためである。しかしニジェ

ール河の水位が高く、自然排水が不可能な状態も考えられるので、排水路をポンプ場につないで用排兼用ポンプとする。

#### 5.5.6 圃場整備計画

造成する耕地面の均平化を行い、深耕破碎により土壌条件の均質化を図るとともに、区画形状の整形、小用排水路の設置及び幹線農道、耕作道を造成することにより、地区全域が均等に高い生産性を安定的に確保できるような土地生産基盤を整備する。

##### (1) 区画整備計画

圃場の末端単位区画はニジェール国の開発構想により、0.5haと定められている。区画の長さは地形、用排水操作の便等から100m～150m程度が適正である。工事費からいえば長いほど有利であるが、作業体系が畜耕、人力による搬出入が主体である場合には、田面の均平作業も含めた作業性からできるだけ短くすることが望ましい。ここでは経済性を重視して、単位区画形状を150m×33.33mとする。なお、比較的に傾斜が急で、短辺を長くすると造成土量が多くなり、工事費が高くなる区画では適宜1/2、1/3に背割して階段状に整地するものとする。用水管理単位（末端分土工）の長さ、即ち一次・二次幹線用水路と一次・二次幹線排水路の間隔は、小用排水路の規模、末端圃場から幹線道路への生産物の搬出の便等より300m程度に制限される。以上より1用水管理単位の標準面積は $300 \times 300 = 9.0\text{ha}$ となる。圃場の整備標準平面形状をAnnexe 5.5.6-1に示す。

##### (2) 小用排水路計画

末端分土工以下の圃場には各単位区画に所要水量を給水するため、小用水路が設けられる。小用水路は各単位区画に効率的で、かつ公平な配分が可能となる機能を付帯する構造とする。区画下流側には小排水路を設置し、田面湛水位管理、落水操作及び地区内降雨流出水の排除等が適正に、かつ速やかに行えるようにする。小用

排水路の構造は梯形土水路とする。小用水路及び小排水路の標準断面は下記流量を流下可能な断面とする。

$$\text{小用水路} \quad 3 \text{ l/s/ha} \times 9.0 \text{ ha} = 27.0 \text{ l/s}$$

$$\text{小排水路} \quad 2 \text{ l/s/ha} \times 4.5 \text{ ha} = 9.0 \text{ l/s}$$

小用排水路の標準断面形状を Annexe 5.5.6 - 2 に示す。

### (3) 農道計画

地区内には分水操作、各種施設の維持管理及び農業用資材、並びに農産物の搬送等を便ならしめるために、一次・二次幹線水路沿いに、またこれらを部分的に連絡するために幹線農道を計画する。幅員は 5.0m とし、路面維持並びにある程度の重車両が通行可能になるように、有効幅 4.0m、厚さ 0.15m のラテライト舗装を施すものとする。圃場には幹線道路からの進入を容易にするため、小排水路沿いに耕作道路を計画する。幅員は 3.0m とし、路面は造成面をそのまま利用し、舗装は行わないものとする。

農道及び耕作道の標準図面を Annexe 5.5.6 - 2 に示す。

### 5.5.7 モデル圃場計画

現在の伝統的粗放農業から水稲 2 期作の近代的集約農業となるので、営農指導は必須条件である。

当地域にはポンプ灌漑による水稲栽培の経験はなく、現地に駐在し、実地研修による農民の指導が必要である。

この実地指導を行うモデル圃場を 1 ヶ所設け、まず計画地域内の指導的農民を訓練し、栽培技術を習得させ、近隣農民の先駆者とする。

農民の実地指導には稲作栽培技術に習熟した経験者を派遣し、栽培方法、施肥法、水管理法等の他、品種改良も実施する。

モデル圃場の規模として、次のように計画する。

- 1) 圃場面積：3 ha
- 2) 営農指導施設：宿舎（教室、倉庫等は支援施設を使用する）

## 5.6 実施計画

### 5.6.1 実施計画の概要

ニジェール国における灌漑プロジェクトは大きな進歩を遂げたが、過去の開発計画において目標の70%のみ達成されているにすぎない。

最近では既存のプロジェクトの改修に追われ、新規開発事業としての年間目標700haは達成できない状況にある。

このような局面を打開するため、ニジェール国は本計画の早期実現を目指している。

したがって、本調査が完了する1989年6月から事業着手の行動を積極的に進め、先進国の協力或いは国際機関の融資等を要請する。

かかる意味で対象地域全部が同一時期に着手することは、困難であろうと考えられるので、Phase I、Phase IIに2分割し、Phase IIはPhase Iより1年遅れて着手することにする。

Phase IはZ-4及びZ-6を対象とし、Phase IIはその他のゾーン（Z-1、Z-2、Z-3、Z-5、Z-7）とする。

Phase Iは本調査終了後、資金調達先を決めて、直ちに実施設計、請負契約等を終了し、1990年着工として計画する。

Phase IIは本調査終了後、約1ヵ年の猶予期間をおき、その後実施設計、請負契約等を行い、1991年着工の運びとする。

各ゾーンともに工事期間は3ヵ年とし、3回の乾期を当てる。

Phase IとPhase IIで着工時期が異なるため、先行するPhase I工事では本堤防のみでは洪水防衛ができず仮堤防（完成後は幹線道路とする）を作る必要がある。

ポンプ場の原動機は電動機とし、ガヤ (Gaya) から送電線を架設する。

## 5.6.2 実施方法

### (1) 事業実施機関

本事業の実施機関は農業環境省農村整備機材局である。

農村整備機材局は農業開発部門を統括しており、その局の下部組織である計画調査部が事業推進に関する一切の業務を受持っている (Annexe 5.6.2 - 1 参照)。

### (2) 施工方法

主要工事の概略施工方法は次のとおりである。

#### 1) 連絡道路

既存幹線道路より、計画地域に連絡する工事用道路であり、盛土は平均厚さ40 cmとし道路沿いから採土し、転圧、盛土する。路面はラテライト舗装とする。道路と交差する排水路は、コルゲートパイプを排水路の規模により、1連ないし4連敷設する。

#### 2) 堤防

堤防の築堤土は、堤外地で採取し、入念な盛土管理を行って、築造する。表面舗装土は対象地区外の周辺に分布しているラテライト土又は砂利混り土で舗装する。

#### 3) 用水路

用水路の舗装工事はニジェール国の類似プロジェクトと同一工法とし、薄いコンクリート舗装とする。用水路は盛土部分が多く、用土は付近から採取し、堤防用土と同様な施工管理を行う。

#### 4) 排水路

排水路は素掘排水路とし、幹線排水路の大部分は、既存排水路を利用し、通水断面の不足或いは河床高が高い場合、掘削を行って、計画断面を確保する。

5) ポンプ場

基礎工事はなるべく乾期の渇水時に施工することとし、仮締切或いは水替に費用をかけないようにする。

6) 圃場整備

地形の許す限り区画は150m×33.33mの0.5haとなるようにするが、用排水路、農道等の配置或は急傾斜地の場合は、必ずしも幾何学的形状にこだわらない。工事費低減のため運土量は少なくするように努める。

### 5.6.3 工程計画

工程計画は、5.6.1項の実施計画の概要に述べたとおりで、表5.6.3-1に示すごとく全体を2分割し施工する。

各ゾーンとも、約1ヵ年の設計請負契約期間を経て、工事に着手し、工事期間は3ヵ年とする。

主要工事の工程は次のとおりである。

1) 連絡道路

各ゾーンとも、対象地域内に通ずる必要な搬入道路をまず施工する必要がある。施工はできるだけ雨期を避けて乾期とする。

2) 堤防

施工は各ゾーンとも、低水期の3月中旬から7月中旬の4ヵ月とする。この期間内に堤防を終了し、洪水期に入っても地区内では工事が可能な状況とする。

3) 用水路

用水路工事は雨期の7月及び8月以外は作業をできるだけ実施する。

4) 排水路

排水路工事は雨期（6月～9月）はほとんど不可能であり、乾期に実施する

5) ポンプ場

基礎工事及び取水工事は、乾期の渇水時4月～6月に施工し、吸水槽上部工及び

建築等は雨期の7月及び8月以外は実施する。

6) 圃場整備

排水路工事と同様雨期の6月～9月は困難であり、乾期の工事となる。



表5.6.3-1 工事工程表

ゾーン名	灌漑面積 (ha)	堤防延長 (km)	1989 6月 10月	1990 6月 10月	1991 10月	1992 10月	1993 10月	1994 10月	1995 10月
Z-1	116	6.1							
Z-2	135	3.4							
Z-3	510	7.9							
Z-4	687	6.9							
Z-5	196	2.4							
Z-6	569	6.7							
Z-7	302	5.7							
計	2,491	39.1							
JICA F/S			→ 6月						

注：1) 建設工事 (フェーズ1) 対象ゾーン Z-4及びZ-6 合計灌漑面積 1.256ha  
 2) 建設工事 (フェーズ2) 対象ゾーン Z-1、Z-2、Z-3、Z-5、Z-7 合計灌漑面積 2.159ha  
 3) 記号：□ エンジニア・サービス ■ 建設工事

## 5.7 事業費

### 5.7.1 概説

事業費の算出根拠となる標準歩掛りは農業環境省で作成中で、現時点における事業費の算出方法は、実施プロジェクト或いは民間企業からの見積等を参考として事業費が積算されている。したがって本調査においても最新プロジェクト（クラニバリア、ダイベリ、デンプ、ラタ）の積算事例及びONAHAの参考積算単価等をもととし、日本の標準歩掛りを現地実状に合ったものに修正して、工種別単価を決定する。なお基礎資材（石油・セメント・鉄筋・木材等）及び労働の単価は市場価格ではばらつきが大きいため、公定価格によるものとする。建設機械は市場調査の結果、ONAHA及び民間会社において本事業を施工するに十分な機種と台数を保有しているので機械費としてリース料金を計上する。

ニジェール国では農業水利整備事業費の投資指針として、1ha当り5百万ないし7百万FCFAとしているので、本調査においてもこれを目安として事業費積算を行う。

ここでは施設にかかわる事業費として、施設建設費と施設維持費及びポンプ運転費を算出する。

#### (1) 施設建設

施設建設費には次の工種が計上される。

- 1) 土木工事
- 2) 支援施設
- 3) 営農指導施設
- 4) 関連事業（植林、養漁池）
- 5) エンジニアリングサービス

施設建設費は国内の資源を最大限に利用する見地から、内貨分と外貨分に分けて計上する。外貨分はニジェール国内市場で調達可能な輸入品である建設機械、鋼材、

油類、セメント、木材等及び本プロジェクトのために外国より導入されるポンプ類・ゲート類・コンサルタント要員の費用である。

予備費としては物的予備費分に施設建設費の5%、価格予備費分に物価上昇比率を年率6%として計上する。

## (2) 施設維持費とポンプ運転費

ポンプ施設、堤防、用水路等の諸施設の機能を耐用年数まで十分に維持するためには修理、部品の取替えが必要である。これに要する年間費用は各施設建設費の比率により算定するものとし、機器を含めた耐久性及び施設の重要性等を勘案してポンプ施設は建設費の2%、その他施設は1%を計上する。

ポンプはNIGEL ECの電力供給により運転されるので、ポンプ運転費として、年間電力料金を計上する。

なお上記諸施設の運転・操作管理に当る担当者の人件費は別途事業評価の項で算定する。

## 5.7.2 施設建設費

施設建設費は次の方針により積算する。

- 1) 施設建設費はゾーンごとに積算し、その総和を算出する。
- 2) 前述の如く建設工事は Phase I と Phase II の 2 期に分けて実施されるので、工事開始から個々のゾーンでは 3 年間で、工事全体では 4 年間で完了するものとして、物価上昇を考慮した年度別工事費を算定する。
- 3) 主要道路からの連絡道路、ゾーン境界上の仮設堤防及び倉庫を除く支援施設等で、複数のゾーンが関係する施設は、その灌漑面積比で費用を配分する。
- 4) 電源施設及び農業研修施設等プロジェクトに共通の施設は灌漑面積比率で各ゾーンにその費用を配分する。
- 5) 本プロジェクトのために直接輸入される機器、資材は無税扱いとし、その価格

はベナン国のコトノウ又はトーゴ国のロメにおけるFOB価格に、ニアメまでの陸送分を加算したものとす。

プロジェクト全体の施設建設費は表5.7-1に示すように、15,096百万FCFAで外貨分8,130百万FCFA(54%)、内貨分6,966百万FCFA(46%)となっている。ゾーン個々の施設建設費はAnnexe 5.7.2-8~14に示す。

年度別工事費は工程計画に基づき、ゾーン全体では1990年から4年間に、ゾーン個々ではPhase Iが1990年から3年間に、Phase II分は1991年から三年間に配分し算出する。

全体の年度別工事費は表5.7-2に示す。

積算時点に於ける施設建設費の内訳と工種別構成比率を示すと表5.7-3のとおりである。

表5.7-1 事業費

(単位: 1,000 FCFA)

項 目	合 計	内 貨	外 貨
1. 土木工事			
仮設工事	322,804	173,822	148,982
堤防工事	1,573,031	769,387	803,644
第1揚水機場工事	1,219,902	206,985	1,012,917
第2揚水機場工事	558,765	92,216	466,549
用水路工事	2,693,572	1,526,210	1,167,362
排水路工事	578,042	317,632	260,410
付帯工事	1,103,374	538,623	564,751
圃場整備工事	1,639,948	872,397	767,551
農道工事	558,928	280,418	278,510
電化工事	560,475	195,792	364,683
小 計	1,080,841	4,973,437	5,835,404
2. 支援施設工事	788,900	453,740	335,160
3. 施設工事	78,600	47,160	31,440
4. 事業関連工事	140,225	120,935	19,290
5. エンジニアリングサービス	708,995	155,313	553,682
合 計	12,525,561	5,750,585	6,774,976
物的予備費	626,276	287,529	338,747
合 計	13,151,837	6,038,114	7,113,723
価格予備費	1,943,763	927,196	1,016,567
合 計	15,095,600	6,965,310	8,130,290

表5.7-2 年度別工事費 (Z-1地区~Z-7地区)

(単位:1,000,000円)

項 目	1990			1991			1992		
	合 計	内 貨	外 貨	合 計	内 貨	外 貨	合 計	内 貨	外 貨
1. 土木工事									
仮設工事				94,509	49,359	45,150	158,456	86,418	72,038
堤防工事				692,748	338,502	354,246	880,283	430,885	449,398
第1揚水機場工事				400,959	66,237	334,722	623,830	107,303	516,527
第2揚水機場工事				-	-	-	272,805	44,333	228,472
用水路工事				398,954	226,318	172,636	941,057	533,302	407,755
排水路工事				-	-	-	120,080	69,004	51,076
付帯工事				124,979	61,497	63,482	372,672	182,085	190,587
圃場整備工事				248,055	131,964	116,091	574,670	305,708	268,962
農道工事				78,769	39,540	39,229	193,934	97,304	96,630
電化工事				226,080	78,976	147,104	278,820	97,403	181,417
小 計				2,285,053	992,393	1,272,660	4,416,507	1,953,745	2,462,862
2. 支援施設工事				-	-	-	124,846	72,163	52,683
3. 施設工事				-	-	-	11,880	7,128	4,752
4. 事業関連工事				-	-	-	20,908	17,132	3,776
5. エンジニアリングサービス	64,301	1,928	62,373	180,380	28,649	151,731	226,878	60,424	166,454
合 計	64,301	1,928	62,373	2,445,433	1,021,042	1,424,391	4,801,119	2,110,592	2,690,527
物的予備費	3,215	96	3,119	122,271	51,052	71,219	240,056	105,530	134,526
合 計	67,516	2,024	65,492	2,567,704	1,072,094	1,495,610	5,041,175	2,216,122	2,825,053
価格予備費				154,061	64,327	89,734	625,105	274,799	350,306
合 計	67,516	2,024	65,492	2,721,765	1,136,421	1,585,344	5,666,280	2,490,921	3,175,359

項 目	1993			1994			合 計		
	合 計	内 貨	外 貨	合 計	内 貨	外 貨	合 計	内 貨	外 貨
1. 土木工事	51,059	27,713	23,346	18,780	10,332	8,448	322,804	173,822	148,982
仮設工事	-	-	-	-	-	-	1,573,031	769,387	803,644
堤防工事	195,113	33,445	161,668	-	-	-	1,219,902	206,985	1,012,917
第1橋水機場工事	235,247	39,218	196,029	50,713	8,665	42,048	558,765	92,216	466,549
第2橋水機場工事	944,444	535,044	409,400	409,137	231,546	177,571	2,693,572	1,526,210	1,167,362
用水路工事	306,798	167,552	133,246	151,164	81,031	70,133	578,042	317,587	260,455
排水路工事	339,689	194,951	204,738	206,034	100,090	105,944	1,103,374	538,623	564,751
付帯工事	573,294	304,969	268,325	243,929	129,756	114,173	1,639,948	872,397	767,551
河川整備工事	197,315	96,988	98,327	88,910	44,586	44,324	558,928	280,418	278,510
農道工事	55,575	19,413	36,162	-	-	-	560,475	195,792	364,683
電化工事	2,938,534	1,421,293	1,537,241	1,188,647	606,006	562,641	10,808,841	4,973,437	5,835,404
小 計	377,983	217,578	160,405	286,071	163,999	122,072	788,900	453,740	335,160
2. 支援施設工事	39,420	23,652	15,768	27,300	16,380	10,920	78,600	47,160	31,440
3. 施設工事	69,944	59,122	10,822	49,373	44,681	4,692	140,225	120,935	19,290
4. 事業関連工事	175,437	47,263	128,174	61,999	17,049	44,950	708,995	155,313	553,682
5. エンジニアリングサービス	3,621,318	1,768,908	1,852,410	1,538,390	848,115	745,275	12,525,561	5,750,585	6,774,976
合 計	181,065	88,445	92,620	79,669	42,406	37,263	626,276	287,529	338,747
物的予備費	3,802,383	1,857,353	1,945,030	1,673,059	890,521	782,538	13,151,837	6,038,114	7,113,723
合 計	726,256	354,753	371,503	438,341	233,317	205,024	1,943,763	927,196	1,016,567
価格予備費	4,528,639	2,212,106	2,316,533	2,111,400	1,123,838	987,562	15,095,600	6,965,310	8,130,230
合 計									

表5.7-3 施設建設費とその構成比率

(単位:100万 FCF)

項 目	Z-1		Z-2		Z-3		Z-4		Z-5		Z-6		Z-7		合 計	
		%		%		%		%		%		%		%		%
1. 土木工事	29	3.4	29	3.1	65	2.6	71	2.2	31	2.6	64	2.3	34	2.0	323	2.5
仮設工事	160	18.5	110	11.7	286	11.7	391	12.1	84	7.1	302	11.0	230	13.8	1,573	12.0
堤防工事	134	15.5	154	16.3	337	13.3	400	12.4	168	14.2	390	14.2	194	11.7	1,777	13.5
揚水機場工事	117	13.6	141	14.9	560	22.1	735	22.8	215	18.2	595	21.7	330	19.8	2,693	20.5
用水路工事	55	6.4	47	5.0	81	3.2	105	3.3	150	12.7	95	3.5	45	2.7	578	4.4
排水路工事	88	10.2	126	13.3	186	7.3	209	6.5	127	10.8	208	7.6	160	9.6	1,104	8.4
付帯工事	61	7.1	89	9.4	336	13.2	452	14.0	129	10.9	375	13.7	199	12.0	1,641	12.5
陸揚整備工事	42	4.9	35	3.7	109	4.3	150	4.7	38	3.2	112	4.1	72	4.3	558	4.2
農道工事	21	2.4	31	3.3	115	4.5	155	4.8	44	3.7	128	4.7	68	4.1	560	4.3
電化工事																
小 計	707	81.9	762	80.7	2,085	82.1	2,668	82.7	986	83.6	2,269	82.9	1,332	80.1	10,809	82.2
2. 支援施設工事	57	6.6	74	7.8	158	6.2	171	5.3	58	4.9	141	5.0	130	7.8	790	6.0
3. 施設工事	3	0.4	4	0.4	16	0.6	22	0.7	6	0.5	18	0.7	10	0.6	79	0.6
4. 事業関連工事	9	1.0	8	0.9	22	0.9	37	1.1	10	0.8	33	1.2	22	1.3	140	1.0
5. エンジン・アリアングサービス	46	5.3	51	5.4	137	5.4	174	5.4	64	5.4	147	5.4	90	5.4	709	5.4
物的予備費	41	4.8	45	4.8	121	4.8	153	4.8	56	4.8	130	4.8	79	4.8	625	4.8
合 計	863	100	944	100	2,539	100	3,225	100	1,180	100	2,738	100	1,663	100	13,152	100
ヘクタール当り費用	9.38		6.99		4.98		4.69		6.02		4.81		5.51		5.28	

### 5.7.3 施設維持費とポンプ運転費

#### (1) 施設維持費

算出された施設建設費に前記工種別維持比率を乗じて得られる施設の年間維持費は Annexe 5.7.3 - 1 に示されているがプロジェクト全体では揚水機場分が35,574千FCFA、そのほかの施設分が42,666千FCFAとなっている。

#### (2) ポンプ運転費

ポンプの運転費はポンプを駆動させるための年間使用電力料金である。ポンプ運転のための年間使用電力量と電力料金は Annexe 5.7.3 - 2 に示されているが、事業全体では93,902千FCFAで、乾期分64,083千FCFA、雨期分29,819千FCFAとなっている。なおポンプの運転時間はポンプ計画の項で算定された平均年の年間 2,558時間、乾期 1,773時間、雨期 825時間による。





## 第6章 組織と管理





## 第6章 組織と管理

### 6.1 運営管理の組織

本地区は、水稻二期作の近代的集約灌漑農業を目的とするものであり、農業環境省農村整備機材局によって実施されるものである。事業実施後、本地区が本来の目的を全うするためには、水稻二期作栽培の営農と灌漑施設の運営、維持管理が適切に行われることが必要である。このため、事業実施後は、ONAHAが、本地区の受益農民で組織される灌漑農業協同組合を手助けして、営農及び灌漑施設の運営、維持管理について、関係各機関との密接な連絡のもとに、援助、指導、助言を行う。またONAHAは、本地区の灌漑基幹施設のリハビリテーションの計画と実施を行う。一方、本地区の灌漑協同組合は国家財政及びONAHAの財政の厳しい折柄、自らの責任において、ONAHAの協力を受けつつ灌漑施設を運営、維持管理し、また組合員農民に対する水稻二期作栽培、営農の指導、普及活動を行うことができるよう、組織整備と自助努力を行い、可及的速やかに自己管理能力を具備する。

以上の基本的な仕組みのもとに、次に示す考え方に立脚して、本地区の具体的な運営管理の組織化を行う。

#### (1) 灌漑整備農業協同組合

- 1) 本地区の受益面積は 2,491haに達する大規模地区であるが、7つのゾーンによって構成され、各ゾーンはそれぞれ、それ自体で完結する灌漑用水計画であるので、灌漑整備農業協同組合は、各ゾーンごとに設立する。但し、ゾーンZ-1とZ-2は灌漑面積が小さく、かつ隣接しているので、灌漑施設の管理は1ゾーンとして行う。
- 2) 灌漑整備農業協同組合は開発委員会（CD）と経営委員会（CG）とによって運営される。開発委員会は傘下の各生産共済団体（GMP）当たり5名の代表

者、地方行政団体の代表者、及びONAHAの代表者により構成される委員によって運営される。また、その事務局は事務局長、書記、財務管理の3名によって構成される。CDは灌漑施設の改修、維持管理、配水のローテーション、及び水稲二期作営農指導等の運営を審議し実行する。このため、CDは農業普及員、ポンプオペレーター、及び会計担当員を公募し、雇用する。その目安は、農業普及員は①工事完了後2年目までは50ha(1GMP)につき1名、②3年以降は約380haにつき1名、ポンプオペレーターは1ポンプ場につき1名、会計担当者は1地区につき1名とする。また、篤農家の中から、1GMPにつき、先例地区にならって3名の農業普及担当、及び1名の水見回り担当の指導的農家を育成する。

経営委員会はCD事務局、GMP事務局、及びONAHAの代表者によって構成される委員によって運営され、灌漑整備農業協同組合の経営(購入、販売、会計、その他)を担当する。その事務局は事務局長及び書記をもって構成する。

## (2) ONAHA

- 1) ウナ・クワンザ地区全体を統轄する地区長を配置する。
- 2) 灌漑協同組合の地区ごとに、ONAHAの灌漑区を設置する。
- 3) 灌漑区には、灌漑農業技術に精通し、かつ経験豊かな区主任と、灌漑区全体を運営、管理する主任1名と補佐2名を配置する。これら技術者は、灌漑区の運営、管理を行うとともに、灌漑協同組合に対して、施設管理、水管理、財務管理及び営農技術の普及について、また協同組合の運営、生産共済団体の運営について、協力、指導、助言を行い、同時に組合が可及的速やかに、自己管理能力を具備するよう、技術の移転を図る。
- 4) モデル展示圃場は地区長が、モデル展示圃場の設置される灌漑区の主任の協力を得て運営に当たり、灌漑協同組合が雇用する農業普及員及び営農担当指導農家の技術指導及び実施研修に当たる。

- 5) ポンプ場の保守点検は、ONAHA地方支局から定期的に派遣される巡回ポンプ技術者によって行われるものとする。

### (3) 関連支援組織

本地区の運営管理は「ONAHA／灌漑協同組合」組織体によって行われるが、第4章第6節に記述した農業支援組織の十分な支援なしには、この組織体は完全な機能を発揮することはできない。これら組織の十分な支援が得られることが前提である。

以上の観点に立って、「ONAHA／灌漑協同組合」組織体を図示すれば Annexe 6.1-1のとおりである。

## 6.2 運営管理上の問題点と対策

### (1) 問題点

既存灌漑開発地区の事例をみると、運営管理組織は、ONAHAの指導により、灌漑農業経営、管理に必要な諸機構を備え、稲作生産もそれ相応の収量をあげている。しかし、実際にこの組織を運営しているのはONAHAの職員であり、農民はただ形の上で参加しているだけのように見受けられる。したがって、可及的速やかに運営管理技術を灌漑協同組合及び農民へ移転し、組合に自己管理能力を具備させるという国家目的の実現はほど遠いように思われる。また、農民は営農知識が低く、営農指導の受け入れが容易でない。

### (2) 対策

上記の問題を解決するため、まず、灌漑協同組合が運営管理組織体制の整備と自助努力を行うことである。具体的には、専門家体制の強化と営農指導体制の濃密化である。

財務管理、施設管理、水管理及び営農指導を担当する人は、それぞれ担当分野の専門知識、技術、研修を受け入れることが可能な基礎知識、学力があり、ONAHAの指導を受けて、それぞれの分野における専門家としての能力を身につけることのできる人材を据えることである。このためには、これらの人材は組合の内外を問わず、広く公募することが望ましい。その場合、彼等の身分が保障され、それ相応の待遇が受けられることが望ましい。

次に、営農指導は、灌漑地区の目的の成否を決定するだけに、その指導体制の濃密化を図る。末端農家に近代的、集約的な稲作営農技術の浸透を図るためには、農業普及員の分担農家数をできるだけ少なくすることが望ましい。また、ピラミッド型の営農普及組織網を作り、底辺に営農担当員を配置する。この営農担当員は、実際に近代的、集約的稲作営農を実践して担当農家に示し指導することが求められるので、篤農家のなかの有志指導農家が望ましい。

一方、ONAHAは、灌漑協同組合が可及的速やかに自主運営管理能力を具備することが第一義の課題として求められる。したがって短期間に、集中的に灌漑協同組合を指導、助言することが必要である。そのため、ONAHAは可能な限り、適正規模の優秀な人材をそれぞれの専門分野に投入し、地区の運営管理について濃密に、効率よく、灌漑協同組合を指導することが望まれる。

また、本地区にはモデル展示圃場が設置され、ONAHAによって運営されることになっている。本地区の農民は、ポンプ灌漑による水稻二期作栽培の経験がないため、実際に農民に現地で栽培して見せ、また実地研修による農民指導が必要である。このためには、現地に駐在してモデル展示圃場の運営管理に当たる経験豊かな営農指導技術員が配置されることが望ましい。更に、モデル展示圃場の運営に当たっては、INRANの密接な協力が望まれる。

また、灌漑協同組合は、UNCC、CNCAが廃止され、農業金融の道が閉ざされているなかで、地区の運営管理の初期資金、組織独自の啓蒙開発資金、及び農民からの運営管理経費の還元が十分でない場合に備えた運転資金、並びに農民の営農資金のために、自由裁量に手当てできる資金をONAHA、USRC等の協力を得



て、保持することが望まれる。

なお、Annexe 6.2-1に示す関連支援組織が、それぞれの所掌業務において、灌漑地区の運営管理組織体である「ONAHA／灌漑協同組合」及び農民に対して、直接的、間接的に支援活動を適宜に行うことが望ましい。

## 第7章 事業評価





## 第7章 事業評価

### 7.1 事業評価の目的

ここでの事業評価は財務評価と経済評価から構成されている。財務評価の目的は本事業の実施によって発生する事業収益性を財務的観点から、他方、経済評価では国家経済的観点から推計することにある。

### 7.2 事業評価の方法

事業を実施しない場合(以下 Without Project ケースと略称)と実施する場合(以下 With Project ケースと略称)とにおける便益と費用の算定と比較を通じて、事業の収益性を純現在価値、便益・費用比率、内部収益率の3基準によって評価する方法をとることとする。なお、財務評価は本事業の初期運営資金の算定及び農家経営分析を中心に行う。

### 7.3 財務評価と経済評価

#### 7.3.1 評価の基礎条件

評価に際しては、下記の諸条件に基づくものとする。

##### (1) Without Project ケースの解釈

一般的に、農業は品種改良、農業機械化、農業技術水準の向上等と相まって、将

来の資本装備率や土地生産性が高まり、その結果、単収の増加をもたらすと推測されるが、本事業では現況農業を Without Project ケース (=Future Without Project ケース) と解釈することとする。

## (2) 評価期間

本事業の評価期間は灌漑施設の耐用年数を考慮して、建設期間を含め50ヵ年とする。

## (3) 費用と便益

財務評価では費用と便益を市場価格（財務価格）で、経済評価では潜在価格（経済価格）で算定する。

## (4) 投入・産出財

### 1) 貿易財

貿易財（農産物、肥料等）の財務価格は1987年ニジェール国内公定価格、経済価格は世界銀行の推定による1995年国際市場価格（1987年不変価格）を採用する。したがって、インフレーションによる影響は考慮されていない。農産物と肥料の農家庭先価格（経済価格表示）の算定に当っては、FOB/CIF 価格を基に関税、港湾経費、輸送費、流通経費等を考慮し、移転費用（関税、租税等）の削除や変換係数の適用により推計する（Annexe 7.3.1-1～7参照）。

### 2) 非貿易財

非貿易財の財務価格は市場価格に基づき算定する。経済価格は非貿易財の単価構成を貿易財、非貿易財、労働に細分化し、貿易財に対しては国境価格、非貿易財には標準変換係数、労働については消費変換係数を適用し、その機会費用に基づいて評価する。

(5) 資本

ニジェールに対する世界銀行の推定値8%（年率）を資本の機会費用として採用する。

(6) 外貨

1962年以来、西アフリカ通貨同盟に加盟しているニジェールでは、BCEAO 発行の現地通貨（FCFA）とフランス・フラン（FF）との固定レート（50FCFA=1FF）での無制限交換性がフランスによって保証されており、公定為替交換率がほぼ近似的に実勢為替交換率を反映しているものと判断されるために、財務・経済評価では1988年9月時点の公定為替交換率1US\$=310 FCFAを採用する。

(7) 労働

労働の経済費用は労働市場における名目賃金率ではなく、ニジェール国内で考えられる最善の代替的雇用機会から得られる賃金率、又は労働の限界生産力に等しいと考えられる。ニジェールでは熟練労働力の市場メカニズムが機能し、生産に対する労働の貢献を市場賃金率がほぼ正當に反映していると思慮されるので、財務評価では名目賃金率を用い、経済評価では労働の機会費用を1.0として、消費変換係数を考慮する。他方、未熟練労働力の賃金については、財務評価では熟練労働力と同様に名目賃金率を用い、経済評価では農村部での稀少な就業機会と高い失業率を考慮して未熟練労働の機会費用を0.5とし、消費変換係数の調整を加えて算定する。

(8) 変換係数

1) 標準変換係数（FCS）

国際市場と国内市場での価格水準には、ニジェール国の貿易政策上、輸出・入関税が設定されているために、乖離が生じている。それを是正するために、非貿易財の国内市場価格を基に算定された本事業の便益・費用については、標準変換係数を乗じて国境価格に変換する。この係数は国内市場価格と国境価格との相対

比によって表示され、Annexe 7.3.1-8のとおり、0.92として推計する。

#### 2) 消費変換係数 (FCC)

消費変換係数の算定に当っては、貿易財を消費財と生産財とに区分し、消費財に対して標準変換係数と同一の推計方法を適用することが必要である。しかしながら、消費財の輸出入通関統計資料が入手不可能なために、消費変換係数を推計することができなかったが、税関局での聴き取り調査の結果、ニジェール国では輸入関税率が消費財に対して高く、生産財に対して低く設定されていること及び消費財の貿易総額に占める割合が高いことなどから、消費変換係数が標準変換係数より小さく、かつ標準変換係数に近似した値をとりうるという仮定に基づき、消費変換係数を 0.90とする。

#### 3) 輸送変換係数

車種別走行経費を距離に依存する変動費と時間に依存する固定費とに大別すれば Annexe 7.3.1-9と Annexe 7.3.1-10のとおりとなる。変動費と固定費を構成する各費目を貿易財、非貿易財、移転支出に分割し、費目別変換係数を算定すると、13.5tトラックと25tトレーラートラックの輸送変換係数はそれぞれ 0.74と0.76となる。したがって、本事業の道路輸送の変換係数はそれらの平均値 0.75を採用する。なお、燃料の価格構成に関しては、Annexe 7.3.1-11を参照されたい。

#### 4) 電力変換係数

電力単価 (FCFA/kwh) に占める燃料費の割合は Annexe 7.3.1-12のとおりで、電力変換係数を 0.85として推計する。

### 7.3.2 事業費

事業費は施設建設費、施設維持費、ポンプ運転費、施設維持管理用車両の初期購入費、人件費（施設維持管理と営農指導）で構成される。



(1) 施設建設費

施設建設費には土木工事費のほか、支援施設工事費、農業研修施設工事費、関連事業工事費（植林、養漁場）、エンジニアリングサービス費、予備費（工事数量の変更に伴う物的予備費と価格変動に伴う価格予備費）等が含まれている。なお、灌漑施設の残存価値は事業費に占めるその割合が小額であるので、無視する。各ゾーンごとの施設建設費の財務費用を経済費用に変換するために、移転項目の調整や変換係数の適用を行う（Annexe 7.3.2-1～7参照）。その結果を示せば、Annexe 7.3.2-8～14のとおりとなる。

(2) 施設維持費とポンプ運転費

施設維持費とポンプ運転費を受益者に公課するものとして、農産物の生産費に計上する（表7.3.3-2～15参照）。なお、ポンプ運転費は農産物の生産費目の中の水利費に含まれている。財務価格表示の施設維持費とポンプ運転費を経済費用に変換するために、それぞれ標準変換係数（0.92）と電力変換係数（0.85）を適用する。

(3) 施設維持管理用車両の初期購入費

施設維持管理用車両は乗用車、モーターバイク、自転車等からなり、各ゾーンごとの必要台数、価格、購入費は Annexe 7.3.2-15～18のとおりである。なお、初期購入車両の維持管理費及び車両の更新費は、受益者負担を想定して、農産物の生産費に計上する（Annexe 7.3.2-19～25参照）。

(4) 人件費（施設維持管理と営農指導）

本事業の運営管理に必要な要員は、ONAHA灌漑地区局長、灌漑区長、施設維持管理主任、施設維持管理補佐、農業普及員、ポンプオペレーター、会計係から構成され、ゾーン別要員数は Annexe 7.3.2-26に示されている。これらの要員の人件費の構成費目は基本給、諸手当、社会保険料で、ゾーン・年度別人件費は Annexe