

フィリピン共和国

ポンプかんがいシステム
維持管理改善計画調査

主報告書

平成元年1月

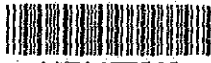
国際協力事業団

農計技
88-62

ARY

18449

JICA LIBRARY



1071475[6]

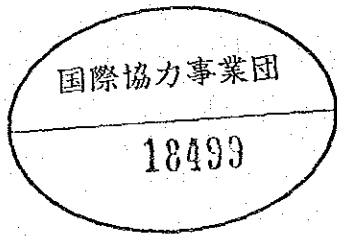
フィリピン共和国

ポンプかんがいシステム
維持管理改善計画調査

主報告書

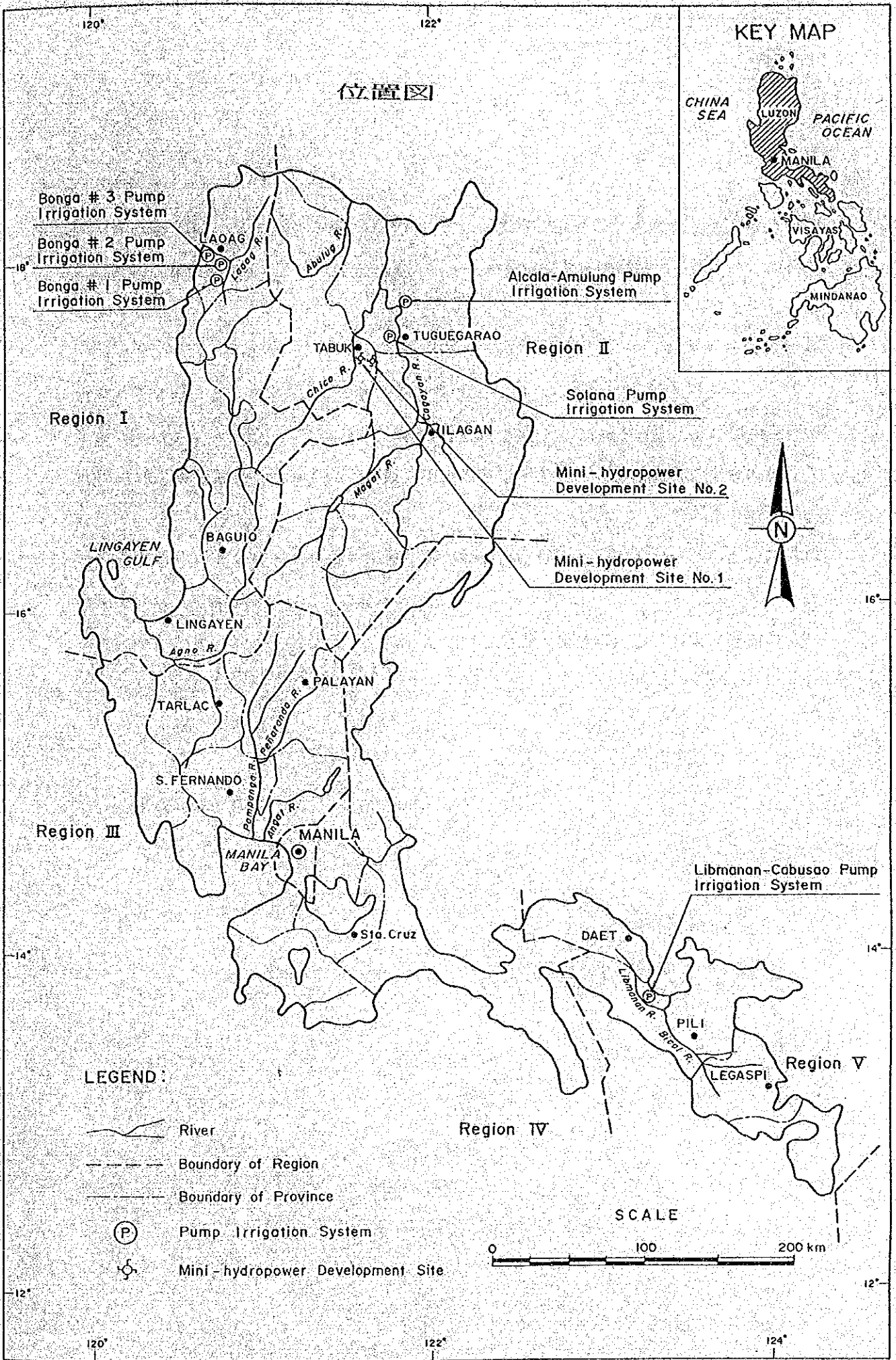
平成元年1月

国際協力事業団



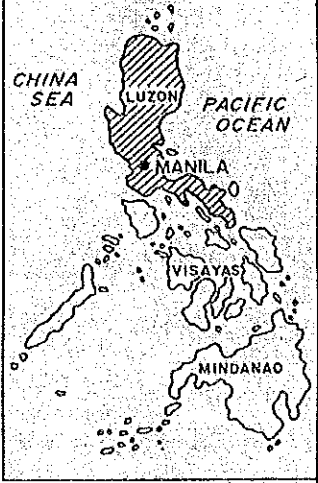
国際協力事業団

18499



位置図

KEY MAP



Bonga # 3 Pump Irrigation System
 Bonga # 2 Pump Irrigation System
 Bonga # 1 Pump Irrigation System

Alcala-Amulung Pump Irrigation System

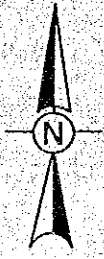
Region I

Region II

Solana Pump Irrigation System

Mini-hydropower Development Site No. 2

Mini-hydropower Development Site No. 1



Region III

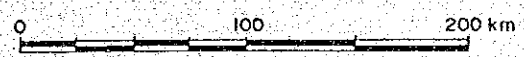
Libmanan-Cabusao Pump Irrigation System

LEGEND :

- River
- Boundary of Region
- Boundary of Province
- Pump Irrigation System
- Mini-hydropower Development Site

Region IV

SCALE



Region V

120° 122° 124°

18°

16°

14°

12°

16°

14°

12°

序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、ポンプ灌漑システム維持管理改善計画にかかるフィージビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和62年8月から昭和63年8月にわたって、日本工営株式会社 荘野昌氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、フィリピン共和国政府（国家灌漑庁）関係者と協議を行い、その協力を得て計画地域の現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書がフィリピン共和国の国家経済の発展に寄与するとともに、ひいては両国の一層の友好と親善に役立つことを願うものである。

終わりに、本件調査にご協力ご支援いただいた関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成元年1月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

要 約

本報告書は、フィリピン共和国国家灌漑庁 NIAと、国際協力事業団JICAとの間で1987年2月19日に締結した技術協力の“Implementing Arrangement”に基づいて、JICA調査団がフィリピン国ポンプ灌漑システム維持管理改善計画に関する実施調査（フィージビリティ・スタディ）の内容についてとりまとめたものである。

本調査の目的は、1)農業生産および農家収入の増加を目指した、既存国営ポンプ灌漑システムの維持・管理改善計画を策定し、2)その計画の技術的、経済的、及び財務的妥当性を検討することである。

フィージビリティ・スタディの対象を選定するために、まず下記の全既存国営ポンプ灌漑システム（12ヶ所）及び小水力発電の候補地（110ヶ所）について調査を行った。

- 1) ボンガ ポンプ#1灌漑システム
- 2) ボンガ ポンプ#2灌漑システム
- 3) ボンガ ポンプ#3灌漑システム
- 4) イグイグ、アルカラ＝アムルンポンプ灌漑システム
- 5) ソラサポンプ灌漑システム
- 6) MARIIS（ポンプ#1、ポンプ#2及びポンプ#3灌漑システム）
- 7) UPRISベニャラングポンプ灌漑システム
- 8) AMRIS（ブストス＝バンディ、プエナヴィスタ及びティバガンポンプ灌漑システム）
- 9) カブヤオイーストポンプ灌漑システム
- 10) サンタクルス川灌漑システム
- 11) サンタマリア川灌漑システム
- 12) リブマナー＝カブサオポンプ灌漑システム
- 13) 小水力発電の110箇所の候補地点

その結果として、以下の6灌漑システムと小水力発電の2候補地点及び2地点の統合を対象とした。

- 1) ボンガ ポンプ#1灌漑システム
- 2) ボンガ ポンプ#2灌漑システム
- 3) ボンガ ポンプ#3灌漑システム
- 4) アルカラーアムルンポンプ灌漑システム
- 5) ソラナポンプ灌漑システム
- 6) リブマナンーカブサオポンプ灌漑システム
- 7) チコ川灌漑システム内の、タブクサプライ水路のNo.1候補地点、チコ幹線水路のNo.2候補地点及びこれらの統合

現時点での国営ポンプ灌漑システムは、部分的設計、工事ミスその他、各施設の故障が早期に修復できず放置され、短期間に通常管理不能の状況になり、各施設の急速な老朽化による灌漑効率の低下及び灌漑面積の減少をもたらしている。これらが原因となって、1)システムの財務状況が、限界にあるか、または悪化しつつあり、2)システム内の受益農家がかなり貧しい経済状況にあるという運営上の問題が生じている。各システムの財務状況は、維持管理費の高騰及び水利費の徴収率の低下で、かなり圧迫されている。維持管理費高騰の原因としては、1)ポンプ運転の電力料金の高騰、2)ポンプ設備の効率低下、3)灌漑・排水設備の劣化及び不適切な維持管理に起因する灌漑効率の低下、等が挙げられる。一方、水利費の徴収率低下については、1)灌漑用水の供給不足からの農民のNIAの業務遂行に対する不信感、2)農民の支払い能力の低さ、3)水利費徴収方法の不備、等が複雑に絡み合っていると考えられる。

一方、低農家所得の原因は、主に1)米の低単位収量、2)低作付率、3)小規模経営の圃場に原因があると考えられる。

これらの問題を解決するため、次のように改善計画の方針を策定した。

- 1) 現在、民間配電会社により供給されている電力を、電力供給施設の強化を実施し、NAPOCOR（国家電力公社）から直接買電し、ポンプ運転のために、より安価な電力を得る。
- 2) ポンプ施設の改良及び更新により、ポンプ効率の向上をはかる。
- 3) 各システムの灌漑・排水施設の改修及びに改善により、灌漑効率の向上を図る。
- 4) 維持管理及び観測機器の補強、システムの維持管理職員の増員、農民への指導・助言の強化、記録方法の体系化と簡素化、伝達方法の改善、施設の維持管理規則の整備及びその実施計画の作成、等により、特に灌漑効率の向上に主眼を置いて維持管理体制を改善する。
- 5) 十分な灌漑用水の配水のもとに適切な灌漑農法を実施し、作付率及び単位収量の向上を図り、作物生産量の増加を期する。
- 6) 収益性の高い畑作物を、その土地の気候、土壌及び市場性に適合する限り導入する。

上記の方針に基づき、次の項目について改善計画を策定した。

- 1) ポンプ、電力供給及び灌漑排水施設等、施設の改善計画
- 2) 運営機構、配水、モニタリングシステム、管理方法、維持管理機器及び研修等、組織運営の改善計画
- 3) 営農計画
- 4) 小水力発電開発計画

灌漑システムの開発計画の策定に当たっては、1)対象地区として、現況灌漑面積及び最大灌漑可能面積を、2)電力供給源として、国家電力公社(NAPOCOR)及び地方配電会社、をそれぞれ代替案として検討した。現況灌漑面積とは、現在NIAのシステム管理事務所が管理している地区、最大灌漑可能面積とは、当初灌漑対象地区として設計・建設した地区の

うち、現況システムで地形的に灌漑可能な地区である。

検討の結果、灌漑システム開発の策定は、下表に示す最大灌漑可能面積を対象地区とし、電力供給源はNAPOCOR からの直接買電によるものとした。

灌漑システム	面積 (ha)
ボンガポンプ#1	426
ボンガポンプ#2	674
ボンガポンプ#3	202
アルカラーアムルン	2,518
ツラナ	1,960
リブマナンーカブサオ	3,085

ポンプ設備改善計画は、ポンプ容量が計画用水量に合致し、設備の更新または修復により、その効率を最大限にするように策定した。

国家電力公社 (NAPOCOR) からの直接買電は、(1) NIA が送電線と変電施設を設置する、(2) 既存の地方配電会社の送電線を利用し、NIA は変電施設のみを設置する 2 代替案を考えた。

灌漑排水施設改修及び改善計画は、全システムにおいて、施設が設計流量に見合う容量と機能を備えるよう策定した。工事の概要は次の通りである。

項目	ポンガポンプ#1	ポンガポンプ#2	ポンガポンプ#3	アルカラ-アムルン	ソラナ	リブマナン-カブサイ
1. ポンプ(数)	2	3	2	0	4	0
2. 配電盤その他(セット)	2	3	2	0	4	4
3. 送電線 (km)	-	-	8.8	0	0.2	0
4. 変電所(数)	1*	1*	1*	0	1	1
5. 拡張水路 (km)	5.4	6.2	4.0	27.8	16.5	32.4
6. 改修構造物(数)						
分土工	31	24	41	6	38	45
枝分岐/チェックゲート	2	0	0	0	2	7
7. 排水路 (km)						
改修	0	0	0	12.7	18.5	44.6
新設	9.0	14.6	4.5	1.1	0	0
8. 道路 (km)						
新設	0.8	0	1.0	0	0	10.4
改修	2.4	0	0	0	0	6.3
9. 圃場施設 (km)						
圃場用水路	12.9	18.6	0	31.3	92.0	20.9
圃場排水路	28.8	47.2	14.1	133.7	176.3	171.6

*ポンガポンプ#1, #2, #3において共用

現在 NIAのシステム管理事務所及び水利組合の機構は、簡素である。所長が、システム全体の維持・管理業務運営の責任者であり、所長のもとに2つの課、即ち庶務課と維持・管理課がある。機構的には特別問題が無いので、今後も現機構を継続していくことが望ましいと考えられる。

維持・管理職員の業務量は、システム毎に異なる。システム事務所の維持・管理職員構成は、最適負担業務量を考慮して次の通りに計画した。

(単位：人)

システム	ウォーター マスター	ディッチ テンダー	ポンプ オペレーター
ボンガポンプ #1	1	-	1
ボンガポンプ #2	1	-	1
ボンガポンプ #3	1	-	1
アルカラーアムルン	2	6(-1)	2
ソラナ	-	-	-
リブマナン-カブサオ	3(+1)	11(+11)	1

(注) 括弧内の数字は、現在と比較した増減を表わす。

配水は、1)全サービスエリア内の公平な水配分を確保し、2)できる限り複雑なゲート操作を避ける、即ち、ゲートでの流量制御においては、できる限り時間差の要素を除去するようにし、3)既存灌漑施設の通水能力を増大させることはできるだけ避けることを原則とした。

配水方法は、水配分に係る現在直面している問題点、水配分の基本原則、各種配水法の長所・短所の比較、ウォーターマスターとディッチテンダーに期待できる能力などを考慮し、“幹線及び支線水路の区間による輪番”と“支線の区間または分水工グループ毎による輪番”とを組み合わせ輪番灌漑法を策定した。各システムの輪番ブロック数は次の通りである。

システム	輪番ブロック数
ボンガポンプ#1	2
ボンガポンプ#2	3
ボンガポンプ#3	2
アルカラーアムルン	3
ソラナ	3
リブマナン-カブサオ	2

年間灌漑計画は、毎乾期作の始めに、計画作付体系と計画単位用水量を基に、水利組合の協力を得てシステム管理事務所が定める。さらに、各作期の始めに、灌漑施設の状態と受益農家の意向を考慮し、灌漑計画を再検討し確認する。

配水計画は、作期毎と週毎に策定する。週毎のものは、運転ポンプの台数及び日運転時間、ゲート操作計画から成り、配水操作は週間計画に基づいて行う。また、降雨による灌漑の一時停止規則は次の通りとした。

前日の降雨	灌漑一時停止期間
7mm以下	0 日
8 - 15 mm	1 日
16 - 23 mm	2 日
24 - 30 mm	3 日
31 - 38 mm	4 日
39 - 46 mm	5 日
47mm以上	6 日

雨量、用水量、ポンプの取水水位等気象水文観測は重要であるので、各ポンプ場に雨量計を、又各支線水路の最上流部に量水標を設置するよう計画した。灌漑、収穫状況などのモニタリングは、維持・管理職員の系統的な視察により実施することとした。

システム事務所および水利組合内のコミュニケーションは、組織機構が簡素であるので、現在行っている通り、会合、業務伝達の回覧、掲示板等の方法で行う。

灌漑施設の維持・管理作業のうち、水路の清掃、ポンプ機器の点検は毎日行い、取水口及び水路内の沈砂の除去、水路断面の修復、管理用道路の補修、金物工の再塗装及びグリース塗りは非灌漑期に行う。ポンプ機器は、機器の種類により毎日、毎週、毎月、そして毎年定期管理作業を実施するものとする。さらに維持・管理機器の管理作業は NIA 地方局の技術者が定期的に点検を行い、故障等を未然に防止するような態勢を確立することとし

た。維持・管理機器の種別及び台数については、水路と管理用道路の幅、ポンプ場の位置を考慮し、運転の容易性、運転効率及び運転コストの観点から設定した。また、運転効率の向上のために予備部品の補強も考慮した。

灌漑システムの組織運営の改善は、維持・管理職員及び農民の能力向上が、最も重要な要素の一つである。従って、維持・管理職員と農民に対して、その組織運営の知識、理解、実用技術を高める目的で研修計画を策定した。研修は事業実施第一年次に行うものとし、その方法、教材、研修課程等を計画した。講師及び研修生の人数は、次の通りである。

(単位：人)

システム	維持・管理職員の研修				農民の研修	
	研修生			講師	研修生	講師
	WM	DT	PO			
ボンガポンプ#1	1	0	1	2	451	15
ボンガポンプ#2	1	0	1	2	530	18
ボンガポンプ#3	1	0	1	2	22	1
アルカラ-アムルン	2	6	2	3	643	22
ソラナ	-	-	-	-	438	15
リブマナン-カブサオ	3	11	1	3	370	13

WM：ウォーターマスター DT：ディッチテンダー PO：ポンプオペレーター

営農計画は、農業生産拡大のため、水及び土地資源を最大限に有効利用し、農家収入を増加させることを目的として策定した。その基本方針は、1)適切な灌漑農法の導入によって、単位収量及び生産量を増加、安定させる。2)可能な限り、周年灌漑面積を拡張し、作付率を増大させる。

作付体系は、気候、市場性、農民の意向、収益性などを考慮して計画した。全システムにおいて米を最適作物として選定した。また、ボンガポンプ#1, #2, #3の各システムでは、米の他にニンニク及びトマトを乾期の畑作物として選定した。

事業完了後の1ha当りの収量は、雨期の米が4.5トン、乾期の米が5.0トン、ニンニクは4.5トン、トマトは10トンと想定した。事業実施後の想定収量達成時における各システムの作物生産量は、次のように算定した。

(単位：トン)

作物	ボンガポンプ#1	ボンガポンプ#2	ボンガポンプ#3	アムカラ-アムカン	ソラナ	リブナソ-カブサ
米	3,550	5,350	1,580	20,500	18,620	29,310
ニンニク	45	180	68	-	-	-
トマト	900	950	250	-	-	-

この場合には、灌漑システムの農民の農業所得は大きく増加することが期待される。

小水力発電計画は、1)経済的な発電を行い、2)発電電力を、全て既存のタブク変電所を通じNAPOCORへ売電することとして策定し、小水力発電施設の候補地点No.1、No.2及びそれらの統合という3案について検討した。その中で、統合案が変電所を共有するために、経済的にまた財務的に最も優れ、各地点の最適施設規模はNo.1地点において700kW、No.2地点において770kWと決定した。

候補地点No.1及びNo.2で発電した電力は、新設する13.8kV送電線でタブク変電所に送り、その後NAPOCORの69kV送電線経由でカリンガーアパヤオ配電会社(CAGELCO)の管轄地区及びツゲガラオへ供給するよう計画した。

両候補地点における小水力発電所の概要は以下の通りである。

概 要	No.1地点	No.2地点
最大流量 (m ³ /秒)	4	12
有効落差 (m)	22.10	8.55
出力 (kW)	700	770
年間可能発電量 (MWh)	4.500	5.060
A. 水車		
1. 型	HF-1RS*	HF-1RS*
2. 出力(KW)	736	845
B. 発電機		
1. 型	SG **	SG **
2. 出力(kVA)	778	855
3. 出力(KW)	700	770
C. 変圧器 (共用)		
1. 定格容量(KVA)	1.600	
2. 一時側電圧(KV)	13.9	
3. 二次側電圧(KV)	69	
D. 送電線 (km)	18.5	

注) *: 横軸短流フランシス水車

** : 凸極回転界磁型同期発電機

国家灌漑庁 (NIA) が本事業の設計、建設工事及び施工管理を管理する。システム運営及び機材管理担当副長官の下に特別作業班を編成し、この特別作業班が全体的な事業遂行、関係政府機関との連絡・調整業務を担当する。現場事務所は新設せずNIAの地方局を利用する。灌漑システム及び小水力発電の工事期間は、詳細設計、準備作業の期間を含めて、各1990年から1992年までの3年間及び1990年から1991年までの2年間とする。

灌漑事業、小水力発電事業の事業費、維持・管理費、事業資金は次の通りである。

(単位：万ペソ)

事業	事業費	年間維持・管理費	事業資金
<u>灌漑</u>			
ボンガポンプ#1	2,528.8	81.2	3,043.8
ボンガポンプ#2	3,087.4	106.1	3,686.8
ボンガポンプ#3	1,437.5	43.4	1,721.5
アルカラーアムルン	3,010.0	494.4	3,828.5
ソラナ	7,662.7	395.3	9,336.3
リブマナンーカブサオ	6,359.6	301.6	7,873.6
<u>小水力発電</u>			
両地点の統合	11,016.6	165.9	12,818.4

各システムにおける年間灌漑便益は、以下の通りである。

(単位：万ペソ)

事業	年間灌漑便益
<u>灌漑</u>	
ボンガポンプ#1	850.3
ボンガポンプ#2	1,258.9
ボンガポンプ#3	381.1
アルカラーアムルン	4,297.2
ソラナ	3,878.4
リブマナンーカブサオ	5,920.9
<u>小水力発電</u>	
両地点の統合	1,732.5

経済的内部収益率（EIRR）は、事業の経済的有効期間を灌漑事業で50年、小水力発電事業で35年として算定した。結果は以下の通りである。

（単位：％）

事業	経済的内部収益率
<u>灌漑事業</u>	
ボンガポンプ#1	19.4
ボンガポンプ#2	22.2
ボンガポンプ#3	15.6
アルカラーアムルン	33.7
ソラナ	27.4
リブマナンーカブサオ	39.5
<u>小水力発電事業</u>	
両地点の統合	14.0

感度分析の結果は、本事業が便益及び費用の変化に対して比較的鋭敏で無いことを示している。

財務的観点から灌漑事業を評価するために、農家の経営収支、各システムの財務状態、事業資金の償還能力を検討した。

事業を実施した場合、平均農家の純余剰の増加が期待できる。事業を実施した場合、平均農家の農業所得は事業を実施しなかった場合のそれと比較して2倍から4.5倍となる。

しかし、事業を実施しても、小規模経営の農家にとって現行の水利費は、生産費とともに負担となる金額である。

収支バランスに基づき、各システムの財務状態を検討した。収入は水利費、支出は年間の運営、維持・管理費とし、水利費は現行の額を100%徴収するという条件で算定した。結果は以下の通りである。

(単位：万ペソ)

	収入	支出	収支
ボンガポンプ#1	149.1	81.2	67.9
ボンガポンプ#2	235.9	106.1	129.8
ボンガポンプ#3	70.7	43.4	27.3
アルカラ-アムルン	566.5	494.4	72.1
ソラナ	960.4	395.3	565.1
リブマナン-カブサオ	647.9	301.6	346.3

事業資金の償還能力は、各灌漑システム及び小水力発電の償還計画を作成し検討した。灌漑事業においては補助無しでは事業資金の返済が不可能であるが、小水力発電の場合は事業資金の返済が可能である。

事業実施により、経済評価で算定した直接便益に加え、各種の間接便益及び社会経済的波及効果が期待できる。主な社会経済的波及効果は、1)雇用機会の増大 2)作物生産の増加 3)農家収入の増大 4)地域輸送の改善である。

全ての灌漑事業及び小水力発電事業は、技術的にも経済的にも実施可能である。また、これらの灌漑及び小水力発電事業は、対象地区のみならず地域及び国家へ多大で持続的な社会経済便益をもたらす。したがって、国家電力庁からの直接買電による灌漑事業及び統合案の小水力発電の早期実施を勧告する。

事業の概要

1. 灌漑

	Bonga #1	Bonga #2	Bonga #3	Alcala- Amulung	Solana	Libmanan- Cabusao
Project Features						
1. Irrigation service area (ha)	426	674	202	2,158	1,960	3,085
2. Cropping pattern	P/P,P/D,S	P/P,P/D,S	P/P,P/D,S	P/P	P/P	P/P
3. Replacement of pump facilities						
- pump unit (nos)	2	3	2	0	4	0
- pump unit capacity (m ³ /sec)	35.1	37.0	15.9	-	82.1	-
4. Power supply system						
- system	T*	T*	T*	**	NIA	T*
- sub-station (kVA)	5,000			**	1,750	5,000
- transmission line (km)	8.8*			**	0.2	-
5. Rehabilitation and new construction of irrigation/drainage facilities						
- irrigation canal (km)	5.4	6.2	4.0	27.8	16.5	32.4
- turnout (nos)	33	24	41	13	63	54
- gate (nos)	2	0	0	0	2	7
- drainage canal (km)	9.0	14.6	4.5	13.8	18.5	44.6
- service road (km)	3.2	0	1.0	0	0	16.7
- farm ditch/drain (km)	41.7	65.8	14.1	165.0	268.3	192.5
6. Implementation period (year)	3	3	3	3	3	3
Project Cost, Benefit and Evaluation						
1. Project cost (10 ³ Peso)	25,288	30,874	14,375	30,100	76,627	63,596
- foreign currency portion	20,213	25,863	12,047	15,438	57,221	42,571
- local currency portion	5,075	5,011	2,328	14,662	19,406	21,025
2. Fund requirement (10 ³ Peso)	30,438	36,868	17,215	38,285	93,363	78,736
- foreign currency portion	23,424	29,939	13,962	18,097	66,439	49,624
- local currency portion	7,014	6,929	3,253	20,188	26,924	29,112
3. Annual operation and maintenance cost						
- annual O&M cost (10 ³ Peso)	812	1,061	434	4,944	3,953	3,016
- O&M cost per ha (Peso)	1,906	1,574	2,149	2,291	2,017	978
4. Economic cost (10 ³ Peso)	24,005	29,607	13,786	26,391	71,717	58,277
5. Annual economic benefit (10 ³ Peso)	8,503	12,589	3,811	42,972	38,784	59,206
6. Internal rate of return (%)	19.4	22.2	15.6	33.7	27.4	39.5

Remarks: P/P = paddy/paddy, P/D = paddy/diversified crops, S = sugarcane, T = tripartite
* = power supply system would be shared by the Bonga #1, #2 and #3

** = power for the Alcala-Amulung pump station is being directly supplied from NAPOCOR

2. 小水力発電

	Site No. 1	Site No. 2
Project Features		
1. Maximum discharge (m ³ /sec)	4	12
2. Effective height of drop (m)	22.10	8.55
3. Expected output (kW)	700	770
4. Annual possible power generation (MWh)	4,500	5,062
5. Water turbine		
- nos	1	1
- type	HF-1RS*	HF-1RS*
- output (kWh)	736	845
6. Generator		
- nos	1	1
- output (kW)	700	770
- output (kVA)	778	855
7. Transformer (Common use)		
- rated capacity (kVA)		1,600
- rated voltage 1st (kV)		13.8
- rated voltage 2nd (kV)		69
8. Transmission line (km)		18.5
9. Implementation period (year)		2
Project Cost, Benefit and Evaluation		
1. Project cost (10 ³ Peso)		110,166
- foreign currency portion		77,980
- local currency portion		32,186
2. Fund requirement (10 ³ Peso)		128,184
- foreign currency portion		87,675
- local currency portion		40,509
3. Annual operation and maintenance cost		1,652
4. Economic cost (10 ³ Peso)		102,021
5. Annual economic benefit (10 ³ Peso)		17,325
6. Internal rate of return (%)		14.0

* Horizontal shift Francis type one runner

ポンプ灌漑システム維持管理改善計画実施調査

ファイナル・レポート

目 次

位置図

要 約

	ページ
1. 序論	1
1. 1 はじめに	1
1. 2 調査の目的	1
1. 3 調査対象地区及び優先プロジェクトの選定	2
1. 4 作業監理委員及び調査業務従事者	6
2. 背景となる農業事情	7
3. ポンプ灌漑システム及び小水力発電の現状及び阻害要因	9
3. 1 はじめに	9
3. 2 ボンガポンプ#1灌漑システム	9
3. 3 ボンガポンプ#2灌漑システム	11
3. 4 ボンガポンプ#3灌漑システム	12
3. 5 アルカラーアムルンポンプ灌漑システム	13
3. 6 ソラナポンプ灌漑システム	15
3. 7 リブマナシーカブサオポンプ灌漑システム	16
3. 8 電力供給及び小水力発電	18
4. 改善計画	19
4. 1 開発基本構想	19
4. 2 対象地区の確定	20
4. 3 施設改善計画	21
4. 3. 1 ポンプ施設	21
4. 3. 2 電力供給システム	21
4. 3. 3 灌漑・排水施設	22
(1) 灌漑用水量	22
(2) 排水量	23

(3) 改修及び改善計画	23
4. 4 組織運営改善計画	24
4. 4. 1 システム管理事務所及び水利組合	24
4. 4. 2 配水	25
(1) 配水の原則	25
(2) 計画配水方法	26
(3) 灌漑計画	26
(4) 配水管理	27
(5) 灌漑の一時停止	27
4. 4. 3 モニタリングシステム	28
4. 4. 4 灌漑排水施設の維持管理方法	28
4. 4. 5 維持・管理機器の強化計画	29
4. 4. 6 研修計画	29
(1) 目的	29
(2) 方法	29
(3) 教材	29
(4) 講師及び研修生	30
(5) 研修課程	30
4. 5 営農計画	31
4. 5. 1 原則	31
4. 5. 2 土地利用及び作付体系	31
4. 5. 3 計画耕種法	33
4. 5. 4 予想収量及び作物生産量	33
4. 5. 5 市場流通及び価格予想	35
4. 5. 6 作物収入及び灌漑便益	37
4. 5. 7 農家経済	38
4. 6 小水力発電開発計画	39
4. 6. 1 はじめに	39
4. 6. 2 最適開発計画	39
4. 6. 3 小水力発電開発計画	39
(1) 送電システム	39
(2) 小水力発電施設の概要	40
(3) 小水力発電施設の仕様	40
(4) 小水力発電施設の配置	41
(5) タブク変電所	41
(6) 13.8kV送電線	41
(7) 施設計画	41

5.	事業費の算定	42
5. 1	事業費算定の基本条件	42
5. 2	事業費	42
5. 3	事業資金	43
5. 4	運営、維持管理費及び更新費	44
6.	事業実施計画及び運営組織	45
6. 1	事業実施計画	45
6. 2	事業実施運営組織	45
7.	事業評価	46
7. 1	概要	46
7. 2	経済評価	46
7. 2. 1	基本条件	46
7. 2. 2	経済指標の検討	47
	(1) 標準変換率 (SCR)	47
	(2) 移転経費	47
	(3) 農業生産物及び投入資材の経済価格及び 農業労働者の機会費用	47
7. 2. 3	経済便益	47
7. 2. 4	経済評価費用	48
	(1) 経済評価事業費	48
	(2) 経済年間維持・管理費及び更新費	49
7. 2. 5	内部収益率	50
7. 2. 6	感度分析	51
7. 2. 7	経済評価の結果	52
7. 3	財務分析	52
7. 3. 1	農家経営分析及び支払能力	52
7. 3. 2	システムの財務分析	52
7. 3. 3	事業資金の返済能力	53
7. 3. 4	財務分析の結果	54
7. 4	事業の波及効果	55
8.	結論及び勧告	56

付表一覧表

	ページ
表-1 作業監理委員及び調査業務従事者リスト	57
表-2 ポンプ灌漑システムの現況	58
表-3 ポンプ灌漑システム改善の必要性	59
表-4 ポンプ灌漑システムの改修・改善計画	59
表-5 維持管理施設の強化計画	60
表-6 ウォーターマスターに対する標準研修課程概要	61
表-7 デイッチテンダーに対する標準研修課程概要	62
表-8 ポンプオペレーターに対する標準研修課程概要	63
表-9 農民に対する標準研修課程概要（指導）	64
表-10 農民に対する標準研修課程概要（組織運営）	64
表-11 農民に対する標準研修課程概要（財務）	65
表-12 最適開発規模の検討	66
表-13 小水力発電計画の施設概要	67
表-14 灌漑事業の事業費	68
表-15 小水力発電事業の事業費	69
表-16 事業資金	70
表-17 灌漑事業の運営、維持管理費及び更新費	71
表-18 作物及び投入資材の経済価格	72

付図一覧表

図-1 国営ポンプ灌漑システム改善計画の基本構想	73
図-2 ボンガポンプ#1灌漑システム概要図	74
図-3 ボンガポンプ#2灌漑システム概要図	75
図-4 ボンガポンプ#3灌漑システム概要図	76
図-5 アルカラーアムルンポンプ灌漑システム概要図	77
図-6 ソラナポンプ灌漑システム概要図	78
図-7 リブマナン-カブサオポンプ灌漑システム概要図	79
図-8 計画作付体系	80
図-9 小水力発電所 No.1 地点の概要	82
図-10 小水力発電所 No.2 地点の概要	83
図-11 チコ川灌漑システムにおける小水力発電システム単線結線図	84

1. 序論

1. 1 はじめに

本報告書は、フィリピン共和国国家灌漑庁 (National Irrigation Administration, 以下 NIAと略す) と、国際協力事業団 (以下、JICAと略す) との間で1987年 2月19日に締結した技術協力の“Implementing Arrangement”に基づいて、JICA調査団がフィリピン国ポンプ灌漑システム維持管理改善計画実施調査 (以下、本調査と略す) の内容を取りまとめたものである。

本報告書は、この主報告書と9つの ANNEXから成っている。

1. 2 調査の目的

本調査の目的は、次の通りである。

- 1) 農業生産および農家収入の増加を目指した、ポンプ灌漑システムの維持・管理改善計画の策定。
- 2) 改善計画の技術的、経済的、及び財務的妥当性についての検討。

本調査は、Stage(I)、Stage(II) の2段階に分けて実施し、Stage(I)調査の期間は、1987年 7月から1988年 3月までである。1987年 8月 4日、調査に先立って行われた NIAとJICA調査団との合同会議で、インセプション・レポートの内容について双方が合意したため、調査団は、引続いて当レポートに基づいて12の国営ポンプ灌漑システム及び 110ヶ所の小水力発電の候補地について調査を開始した。調査の結果、12のポンプ灌漑システムのうち 6システムを優先プロジェクトとして選定し、これについては、1988年 2月22日の合同会議において NIAとJICA調査団との間で合意し、小水力発電は、さらに詳細な検討の結果、1988年 3月末に2か所の候補地点を選定した。

Stage(II) 調査として、これらの 6ポンプ灌漑システム、ならびに小水力発電の 2 候補地点及び 2 地点の統合計画についてフェージビリティ・スタディーを実施した。

調査期間中に、JICA調査団が、NIAに提出したレポートは、次の通りである。

インセプション・レポート	1987年 8月 4日
フィールド・レポート I	1987年11月10日
説明書類	1988年 2月22日
中間報告書	1988年 3月
フィールド・レポート II	1988年 8月29日
ドラフト・ファイナル・レポート	1988年11月
ファイナル・レポート	1988年12月

1. 3 調査対象地区及び優先プロジェクトの選定

本調査の対象となったのは、地下水によるポンプ灌漑システムを除く、全国の国営ポンプ灌漑システムと、国営灌漑システム内の全ての小水力発電候補地である。具体的には次の通りである。

- 1) ボンガ ポンプ#1灌漑システム
- 2) ボンガ ポンプ#2灌漑システム
- 3) ボンガ ポンプ#3灌漑システム
- 4) イグイグ、アルカラーアムルンポンプ灌漑システム
- 5) ソラナポンプ灌漑システム
- 6) MARIIS (ポンプ#1, ポンプ#2及びポンプ#3灌漑システム)
- 7) UPRIS ペニャランダポンプ灌漑システム
- 8) AMRIS (プストスーパンディ、ブエナヴィスタ及びティバガンポンプ灌漑システム)

- 9) カブヤオイーストポンプ灌漑システム
- 10) サンタクルス川灌漑システム
- 11) サンタマリア川灌漑システム
- 12) リブマナナーカブサオポンプ灌漑システム
- 13) 小水力発電の 110箇所の候補地点

Stage(I)調査において上記の全対象について調査を行い、Stage(II) 調査（フィージビリティ・スタディー）の対象となるシステムと小水力発電の候補地点を選定した（詳細は、ANNEX-A参照）。

灌漑システムの選定に当っては、まず、各システムにおける問題点を明らかにし、それらの問題を解決するために次の方針を定めた。

- 1) NAPOCOR よりの直接買電により、ポンプ運転のためのより安価な電力を得る。
- 2) ポンプ施設の改良及び更新により、ポンプ効率の向上をはかる。
- 3) 各システムの灌漑・排水施設の改修及び改善により、灌漑効率の向上を図る。
- 4) 水田造成が未完了の地区では、造成を推進する。
- 5) 維持管理及び観測機器の補強、システムの維持管理職員の強化、農民への指導や助言の強化、記録方法の体系化と簡素化、伝達方法の改善、施設の維持管理規則の整備及びその実施計画の作成、等により、特に灌漑効率の向上に主眼を置いて維持管理体制を改善する。
- 6) 十分な灌漑用水の配水のもとに適切な灌漑農法を実施し、作付率及び単位収量の向上を図り、作物生産量の増加を期する。
- 7) 収益性の高い畑作物を、その土地の気候、土壌及び市場性に適合する限り導入する。

上記の方針に基づき、次の項目について改善計画を策定した。

- 1) ポンプ、電力供給及び灌漑配水施設等、施設の改善計画
- 2) 運営機構、配水、モニタリングシステム、管理方法、維持管理機器及び研修等、組織運営の改善計画

3) 水田造成計画

4) 営農計画

改善計画に基づいて、各システムの事業費および便益を算定し、経済的妥当性を検討した。

優先国営ポンプ灌漑システムを12システムの中から選定するための選定基準を、次のように策定した。

(i) NIA が、システムの維持管理を担当していること。

(ii) 経済内部収益率が15%以上であること。

(iii) システム内の受益農家が、ポンプ灌漑システム運営に必要な水利費を支払う、より強い意志を持っていること。

(iv) システム管理事務所の財政状況が、現在赤字であること。

(v) システム管理事務所及び受益農家の双方にとって、財政状態の向上が大きく期待できること。

(vi) システムが経済的に貧困な地区にあること。即ち、システム内の人口ひとり当りのGDP が、マニラ首都圏を除く全国平均(9,130ペソ) 以下であること。

上記の選定基準に照らして、各システムの評価を行い、次の国営ポンプ灌漑システムを選定した。

1) ボンガポンプ#1灌漑システム

2) ボンガポンプ#2灌漑システム

3) ボンガポンプ#3灌漑システム

4) アルカラーアムルンポンプ灌漑システム

5) ソラナポンプ灌漑システム

6) リブマナナーカブサオポンプ灌漑システム

小水力発電計画については、国営灌漑システム内に位置し、NIA が小水力発電の建設可能地と期待する 110地点について検討を行い、まず17地点を選定した。選定に用いた基準及び選定地点は次の通りである。

1) 落差が 3m以上であること

2) 水路流量が常にあること

- 3) 工事用道路の確保が難でないこと
- 4) 配電用変電所と建設候補地との距離が20km以下であること
- 5) 既存ポンプ場との関連から位置が適当であること

ケース 地点

No.	No.	灌漑システム	県	水 路	位 置
1	1	Chico-RIS	アパヤオ	タブクサブライ水路No. 1	STA8+615
2	2	Chico-RIS	アパヤオ	チコ幹線水路	STA22+317
3	3	Chico-RIS	アパヤオ	チコゴブゴブ幹線水路	STA0+940 1+160
4	4	Chico-RIS	アパヤオ	チコゴブゴブ幹線水路	STA0+940 1+160
5	5	Chico-RIS	アパヤオ	ケソン幹線水路	STA0+80 0+240.0+460
6	6	Agno RIS	パンガシナン	アグノ幹線水路	STA5+000
7	7	Agno RIS	パンガシナン	アグノ幹線水路	STA8+096 8+270
8	8	Dipalo RIS	パンガシナン	ディパロ幹線水路	STA8+800 0+963
9	9	Dipalo RIS	パンガシナン	ディパロ幹線水路	STA1+252 STA1+420
10	10	Tarlac RIS	タルラック	カムリン幹線水路	STA2+283 2+404
11	11	Magat RIS	イザベラ	サウスハイ水路	STA10+372
12	12	Angat RIS	ブラカン	サン・ラファエル幹線水路	North Constant Gate
13	13	Angat RIS	ブラカン	ブストス幹線水路	South Constant Gate
14	14	Angat RIS	ブラカン	ブストス幹線水路	Talanpas Check Gate
15	15	T-RIS	パンパンガ	T-RIS 幹線水路	STA5+30
16	16	P-RIS	パンパンガ	P-RIS 幹線水路	STA1+300
17	17	UPRIS	ヌエバエシハ	ペニャランダ幹線水路	STA5+226
18	1と2	Chico-RIS	アパヤオ		の統合

次に上記17地点の概略発電計画を策定し、それによって事業費と便益を算定し経済的妥当性を検討した。経済的内部収益率(IRR)に基づき、No.1地点、No.2地点の統合(このケースが最も高いIRRを示す)を次のフィージビリティ・スタディーの対象として選定した。

本レポートは、上記の6灌漑システム、及び小水力発電の2候補地点について行ったフィージビリティ・スタディーについて述べたものである。調査対象地区は、位置図に示す通りである。

1. 4 作業監理委員及び調査業務従事者

作業監理委員及び調査に従事したJICA調査団員とフィリピン側カウンターパートは表1に示す通りである。

2. 背景となる農業事情

農業は、フィリピン国の GDP の約 27%、総輸出額の約 37% を占め、同国において重要な役割を担っている。総労働人口 1,600 万人の約半数が農業部門に従事しており、総人口の半数が農業部門に依存しているといえる。同国の農地面積は 2,600 万 ha、内水面漁業用の湖沼は 100 万 ha、そして沿岸漁業の適地は 1 億 7,000 万 ha であるが、農地は圧倒的多数の小規模な農家が耕作している。

農業部門の 1983 年から 1985 年までの平均年成長率は 1.5% であった。この数字は前回の開発計画の目標成長率であった 4%、及び 1970 年代の農業部門の成長率 4.6% に比して、大幅に低い。

このように成長が低迷した理由は、1) 経済的不況、特に作物の国際価格の下落、2) 政治的不安定、3) 長期の干ばつによる悪影響、等である。これらの要素により、農産物生産、単位面積当りの収益性、および農家の収入は悪化した。

このような状況下で、フィリピン政府は「中期開発計画 (1987-1992)」を策定し、その中で農業及び農村部門における目標として次の 7 項目を掲げている。

- 1) 小農民の所得の向上
- 2) 作物の生産性向上の維持
- 3) 生産投入物資及び生産物利益の公正な分配
- 4) 栄養摂取状況の改善のための食料の自給の達成
- 5) 農村人口、特に土地無し労働者および貧困漁民のために、農業に立脚した雇用機会の創出および増大
- 6) 農産物、日用品および農業投入資材等の流通システムの改良
- 7) 農業協同組合および他の農民組織への農民の参加拡大の制度化

上述の農業部門の目標達成のために、フィリピン政府は 1987 年から 1992 年の農業生産の伸びを 3.9% と設定し、次の戦略を設定した。

- 1) 土地の有効利用、多様化作物導入の推進、農業技術の向上、（特に主な食用作物栽培のための灌漑施設の改修および拡張）等による生産システムの強化
- 2) 価格の安定、農村における流通基盤の整備、市場の開発や市場組織の促進等による流通システムの強化
- 3) 農業金融の充実、農民組織および普及活動の増強による農民支援制度の強化

上記の政策に従って、フィリピン政府は、灌漑部門においては全国規模で既存の国営灌漑システムの改修、および小規模灌漑施設の新設に力を注いできた。

現在、NIA は、全国で 135の国営灌漑システムを管理・運営しており、その総受益面積は、1986年に 598,000haに及んでいる。これらのシステムのうち、12システムは受益地の全部あるいは一部をポンプにより灌漑されており、その合計受益面積は、約 23,000ha、全国営灌漑システムのその約 4% に当たる。これらのポンプ灌漑システムは、全てルソン島内の Region I, II, III, IV及び Vに位置している。これらのポンプ灌漑システムの多くは、1970年代半ばから1980年代半ばに建設されたものである。

しかしながら、オイルショック以来の原油価格の高騰により、ポンプの運転に必要な電力料金は増加してきており、この電力料金の増加が、ポンプ灌漑システムの維持・管理費の高騰の最も大きな要因となっている。従って、システムの管理事務所の財務状況は著しく圧迫され、現在、限界にあるか、または悪化し続けている。これに加えて、システムの運営は、水利施設の不備及び老朽化、ならびに不適切な維持管理による灌漑効率の低下、低生産性及び不安定な水供給等に起因する水利費の徴集率の低さにより、適切に行われていない。このような状況下で、灌漑受益面積は縮小の一途を辿り、作付率も、また作物の単位収量も低いままである。従って、これらのシステムの潜在農業生産力は発現されず、受益農家の収入も未だ低い状況に止っている。

NIAは、これらの問題の解決と状況の改善のために、フィリピン国の国営ポンプ灌漑システムの維持管理改善計画の策定に係る技術協力を日本政府に要請してきた。この要請を受けて日本政府は、JICAを通じ本計画に係る調査を実施することを決定した。

3. ポンプ灌漑システムの現状と阻害要因

3. 1 はじめに

選定した6つの各システムが、現在かかえている阻害要因を把握するために、5つの観点、即ち、1)灌漑排水計画、2)施設、3)組織運営、4)水利組合、5)受益農家の各観点から現地調査を行った。

各システムの概況、及び改善の必要性についてはその要約を表2及び表3に示した。各システムの現状及び阻害要因について以下に述べる。詳細は、ANNEXのB、C、D、E及びHに示した。

3. 2 ボンガ ポンプ #1 灌漑システム

ボンガ ポンプ #1 灌漑システムは、ボンガ川の下流域に位置し、行政的にはイロコス・ノルテ県のサラット郡及びサンニコラス郡に属する。

本システムの運営は1977年に開始し、1978年から1979年間のサービスエリアは426haであった。しかし、支線水路Aの通水容量が不十分のためその地区の灌漑が行われなくなったことなどで、サービスエリアは減少の一途をたどり、1986年には298haとなった。1987年における灌漑面積は、雨期 165ha (55%)、乾期57ha (19%)で、他は殆どが天水田であった。

灌漑施設としては、幹線水路 (3.4km)、支線水路 (6.1km)、関連構造物 (110箇所)がある。これらが十分に機能するためには、幹線水路及び支線水路 Bの堤防の改修及び分水工の改善が必要である。ポンプ場には2基のポンプが備わり、その容量は合計75.7m³/分であるが、羽根車の摩耗のためにその効率は当初計画容量の44%に低下している。これはポンプの運転経費を押しあげている大きな原因のひとつであるといえよう。その他にも配線が不適で主回路のブレーカーにヒューズの無いことが問題である。

本システムは、1985年12月にNIAよりサラット-サンニコラス水利組合(IA)に移管され、その移管段階は2である。水利組合の組合員数は272人であり、これはサービスエリア内の農民の約20%に相当する。灌漑システムの維持管理及び水利費の徴収は、ポンプの維持管理を除き、水利組合が行っている。NIAは水利組合に対し、ウォーターマスター及びポンプのオペレーター各1人を提供し技術的援助を行っている。灌漑用水の配水は、3区画輪番制を取入れ比較的良好に行っている。灌漑用水路も全体に良く管理している。

作付体系は、次の3種類である。1)米-米、2)米-畑作物(主にニンニク)、3)米-休閒。収量は、米は3.3t/ha~3.5t/ha、ニンニクは0.9t/haと推定される。品種は、米はIR系統、ニンニクは在来種を広く用いている。作付率は、サービスエリア内で74%、サービスエリア内の全農家世帯数は約1,420戸である。平均圃場面積は約0.2haである。農家の経済状況は、圃場面積が小さく作物の収量も低いため、低いレベルにとどまっている。

サラットでは、トマト・ペーストの加工工場が1985年より稼働している。処理能力は480t/日であるが、現在はその1/3が利用されているのみである。工場を運営している私企業は、契約農家に技術的な援助を行っている。このような市場性から、トマトはニンニクと並んで本システムにおいて有望な転換作物のひとつと考えられ、それは本システムの土壌条件及び排水性の良さという点からも妥当であるといえる。

水利費は、米については雨期は約8カバン/ha、乾期は12カバン/ha、畑作物については約7.2カバン/ha相当である。1987年における総水利費徴収額は28.3万ペソ、その徴収率は83%である。一方、1987年における維持管理費の合計は約52.9万ペソであり、これは受益面積1ha当り2,383ペソに相当する。その内75%がポンプの電気料金である。ポンプの電力は、Ilocos Norte Electric Cooperative Inc.(INECO)が、NAPOCORの約2倍にあたる平均価格2.1ペソ/kwhで供給している。これもまた、ポンプの運転経費を引上げている大きな要因のひとつであるといえる。収入から維持管理経費の差引きは赤字(-24.6万ペソ)となっている。

3. 3 ボンガ ポンプ #2 灌漑システム

ボンガ ポンプ #2 灌漑システムは、ボンガ川の下流域に位置し、イロコス・ノルテ県のサンニコラス及びラオアグ両郡に広がっている。

本システムは1977年に運営を開始した。設計面積は1,200haであったが、1987年のサービスエリアは674haである。システム管理事務所によれば、農民の意向及び高運転経費により幹線水路の下流半分の支配地区はサービスエリアより除外している。1987年の灌漑面積は、雨期・乾期それぞれ 375ha (56%)、208ha (31%)である。年間の、サービスエリアに対する灌漑率は87%に過ぎず、その他の地区の大部分は天水田である。

灌漑システムは、14.2kmの幹線水路、20kmの支線水路、382の関連構造物及び21.8kmの管理道路から成る。全ての灌漑用水路はコンクリート・ライニングで、灌漑システムは良く機能している。ポンプ場には3基のポンプがあるが、そのうちの1基はベアリングに問題があり作動していない。作動しているポンプの効率は現在77%程度である。ここでも主回路のブレーカーにヒューズが無く、配線も不適である。また、砂の吸上げによる羽根車の摩耗も問題である。

ボンガ ポンプ #2 灌漑システムは1985年12月にニコラスーラオアグ水利組合に移管され、その移管段階は2である。現在503名の農民が水利組合に加入し、その加入率は約40%である。本水利組合は非常に活発で、システムの管理及び水利費の徴収を行っている。

NIAは水利組合に対し技術的な援助を行っている。水利組合はシステムを比較的良く維持管理しており、9日間隔の間断灌漑法による16区画への輪番灌漑を行っている。

作付体系は、次の4種類である。1)米-米、2)米-畑作物、3)米-休閒、4)サトウキビ。品種は米についてはIR系統、ニンニクについては在来種を用いている。畑作物（主にニンニク）は、土性が中庸で排水の良好な地区で栽培し、サトウキビは、主にバシと呼ばれる地酒に加工する。ボンガ ポンプ #1 灌漑システムと同様に、トマトが将来有望な畑作物のひとつと考えられる。収量は、米3.5 ~4.0t/ha、ニンニク1.7 t/ha、また作付率は、サービスエリア内で87%程度である。サービスエリア内の農家は約2,500戸、平均農家規模は約0.27haである。大部分の農民は、圃場面積が小さく、生産性も低いことから、かな

り貧しい経済状況にある。

水利費は、米に対しては雨期は 8 カバン/ha、乾期 12 カバン/ha、畑作物に対しては 7.2 カバン/ha相当である。1987年における総水利費徴収額は、 50.9 万ペソであり、その徴収率は 60% である。一方、1987年における維持管理費の合計は約 79.0 万ペソであり、受益面積 1 ha当り 1.355 ペソに相当する。その内 79% を電気料金が占めている。現在INEC 0からの供給に頼っているポンプの電力料は 2.14 ペソ/kwhであり、NAPOCORのその約 2 倍である。システムの収支状況は赤字(-28.1 万ペソ)である。

3. 4 ボンガ ポンプ #3 灌漑システム

ボンガ ポンプ #3 灌漑システムは、ボンガ川の下流域に位置し、行政区分ではイロコス・ノルテ県のラオアグ郡に属する。

1987年におけるサービスエリアは 202 haである。1987年における灌漑面積は、雨期 140 ha (69%)、乾期 62 ha (31%)、他は殆どが天水田である。1983年の地震で損傷を受けた支線水路A及びBの一部とサイフォンが機能していないことが灌漑面積の減少の原因となっている。

灌漑施設は、幹線水路(4.8 km)、支線水路(3.3 km)、関連構造物(85 箇所)から成る。水路は全てコンクリート・ライニングで、灌漑施設はかなり良い状態に維持されている。しかし、支線水路の上盛り不足の部分は改修を要する。大部分の分水工にゲートが無いため、水配分が適切でない。ポンプ場には 2 基のポンプがあるが、 1 基はモーターのコイル過熱のため使用不能である。作動しているポンプも、羽根車の摩耗のため効率は 46% に低下している。その他にも、配線が不適で、主回路のブレーカーにヒューズの無いことが問題である。又、ポンプ場の上流河岸が侵蝕をうけているため、護岸工事が必要である。

本システムは、1986年4月にウェスタン水利組合に移管され、その移管段階は 2 である。水利組合の組合員数は 252 人、これは全農民の約 60% にあたり、その活動は活発である。灌漑システムの維持管理及び水利費の徴収は、水利組合が行っている。NIAは水利組合に

対し、ウォーターマスター及びポンプのオペレーター各1名を提供し技術的援助を行っている。灌漑用水の配水は、7日間隔の間断灌漑法による2区画輪番制である。配水には、ゲート付分水工の不足が問題である。灌漑用水路は水利組合が比較的良く管理している。

作付体系は、主に次の4種類である。1)米-米、2)米-畑作物、3)米-休閒、4)サトウキビ。サービスエリア内の土性は中庸または細粒質であり、畑作物は土性が中庸の地区で栽培されている。米はIR系統、ニンニクは在米種を広く用いている。ポンガポンプ#1灌漑システムと同様に、トマトが将来有望な畑作物のひとつと考えられる。現収量は、米は3.8t/ha～4.1t/ha、ニンニクは2.2t/haと推定される。作付率は、サービスエリア内で100%である。サービスエリア内の農家は約420戸、平均圃場面積は0.5ha程度である。農家の経済状況は、貧困レベルにある。

水利費は、米に対しては、雨期は糶8カバン/ha、乾期は12カバン/ha、畑作物に対しては糶7.2カバン/ha相当である。1987年における総水利費徴収額は、10万ペソであり、その徴収率は32%である。一方、1987年における維持管理費の合計は約31.3万ペソ、受益面積当りでは1.547ペソ/haであり、その内、59%がポンプの電気料金である。ポンプの電力は、1987年にはINECOが、平均価格2.1ペソ/kwhで供給しているが、これはNAPOCORの価格の約2倍である。システムにおける、収入から維持管理経費の差引きは赤字(-21.3万ペソ)となっている。

3.5 アルカラ-アムルンポンプ灌漑システム

アルカラ-アムルンポンプ灌漑システムは、カガヤン川の下流域に位置し、行政上カガヤン県のイグイグ郡、アルカラ郡及びアムルン郡に属する。

アルカラ-アムルンの運営は、Cagayan Integrated Agricultural Development Project - Irrigation Component (CIADP - IC) の建設事務所の管理下で、1982年11月に開始し、その後1987年1月にCIADP - ICからRegion II 灌漑地方局へ移管された。

サービスエリアは1,840haである。1987年の雨期及び乾期における灌漑面積は、各

1,030ha (56%)、996ha (54%)である。その他の地区は天水田または休耕地である。このような低い灌漑率の原因としては、1)水路の物理的欠陥により水路通水能力が不十分で灌漑面積を制限せざるを得ない、2)水利費が高額なため農民が灌漑用水を求めている、3)配水が適切でない、4)浸水の問題がある、等が考えられる。

アルカラ-アムルン地区の灌漑システムは、9.9 kmの幹線水路、22.0kmの支線水路、141の関連構造物及び18.2kmの管理道路から成る。殆ど全ての灌漑用水路が上水路である。関連構造物は良い状態にある。問題点は、1)アルカラ幹線水路に沿った丘陵地の土砂の流入による幹線水路の堆砂、2)水路に盛り土の低い部分がある、などである。延長29.8kmであるが、維持管理不良のために通水能力が不十分で機能していない。ポンプの稼働は、現在90%の効率を示している。

このシステムはイグイグ、アルカラ-アムルンポンプ灌漑システム事務所が管理運営している。事務所の職員構成及び作業負担はNIAの基準の範囲にある。間断灌漑を行っており、アルカラ-アムルン地区では6区画輪番制を用いている。ポンプが供給する灌漑用水量は、その運転記録より算定すると1987年に2,800万 m^3 /年、即ち11.5mm/日と多量であるが、一方、違法な取水や水配分に関する問題は常に発生している。不適切な水配分の原因は、1)水路の堆砂、2)水路の上流地点での大量取水、3)農民がシステム事務所の作成した灌漑スケジュールに従わないこと、等が考えられる。1988年にアマリア水利組合が設立され、その組合員数は670人、全農民の31%である。システム事務所は、この他に3つの水利組合の設立を進めている。適切な水配分システム管理のために活発な水利組合の設立が緊急に望まれる。

サービスエリア内の農家は、合計2,190戸、平均圃場面積は0.84ha程度である。作付体系は、1)米-米、2)米-休閑が一般的である。サービスエリアの90%は、米の栽培地として一等に等級付けされている。現在は排水が悪いこと、市場及び支援制度に問題があるため畑作物は栽培していない。米の品種はIR系統であり、収量は、3.3~3.5 t/haと推定される。大部分の農民は、圃場面積が小さく米の収量も低いため、かなり貧しい。全サービスエリアへの畑作物の導入は、土壌、排水、市場、及び支援制度という観点からみて多大の投資を要する。当面および将来も畑作物の導入は困難であると考えられる。

水利費は、雨期作、乾期作とも約7.5 カパン/ha である。1987年における総水利費徴収額は、157.2万千ペソであり、その徴収率は63%である。一方、1987年における維持管理費の合計は約245.0万ペソ、受益面積に対し1,209ペソ/ha であり、その内62%は電気料金が占めている。システムの1986年の収支状況は赤字(-87.7万ペソ)である。

3. 6 ソラナポンプ灌漑システム

ソラナポンプ灌漑システムは、ツゲガラオの西5kmの地点に位置し、カガヤン川の下流域左岸に広がる。行政上は、カガヤン県のソラナ郡に属する。

システムは1980年5月から運営を開始した。設計面積は2,865haであるが、1987年におけるサービスエリアは1,320haである。このような大幅な面積縮小の理由は1)4基のうち2基のポンプが稼働していないこと、2)ポンプの稼働時間が24時間/日と計画されているにも拘らず、モーターの問題から実際は10~14時間/日であることである。1987年は、ポンプは乾期のみ稼働し、灌漑面積は847ha、1年当りの灌漑率は64%に過ぎなかった。

灌漑施設は、幹線水路(18.4km)、支線水路(25.6km)、関連構造物(181箇所)、管理道路(32.9km)から成る。水路は全て土水路であり、また延長19.1kmの排水路がある。水路に関する問題点として、1)幹線水路の下流部分の老朽化、2)幹線水路の上流部分での堆砂、3)幹線水路の土盛り不足、がある。特に堆砂が排水作用を悪化させている。

ポンプのうち2基は、制御盤の欠陥、ポンプとモーターの過度の揺れ、及び水漏れにより稼働できない状態である。現在は2基が稼働しているが、これらの容量は計画容量の40%に過ぎない。その上にポンプ場への送電ロスも問題である。またポンプの取水地点では、洪水時毎に砂が堆積し、これが維持管理費を押し上げる原因となっている。

ソラナポンプ灌漑システムは、1988年7月にNIA からソラナカガヤン川水利組合に移管され、その移管段階は3である。水利組合の組合員数は約810人であり、サービスエリア内の全農民の65%にあたる。配水は7日間隔の間断灌漑で、3区画輪番制である。灌漑用水の制御は良好ではなく、その主な原因は、制御のための構造物に欠陥があること、水路

の通水能力が十分でないこと、不法な取水口が設けられていることなどである。また水路の維持管理の状態も良くない。水利組合の農民に対する研修プログラムも行われたことは殆ど無く、効果的な灌漑施設の運営及び維持管理のためには、農民に対する研修が必要である。

現在、サービスエリア内で 1,250戸の農家が稲作を行っている。平均農家規模は約 1.1ha、作付体系は、米-米、または米-休閑である。米の収量は3.1～3.3t/ha であり、畑作物は現在栽培されていない。農民の大部分の生活レベルは、かなり低いと考えられる。

水利費は、全てのポンプ灌漑システムの中で最も高く、雨期作、乾期作とも約14カバン/ha である。1987年における総水利費徴収額は、116.6万ペソであり、その徴収率は60%である。一方、1987年における維持管理費の合計は約 222.7万ペソであり、これは1ha当たり 2.629ペソに相当する。その内78%は電気料金が占めている。ポンプの電力はCagayan Electric Cooperative, Inc.からの買電であり、その価格は平均1.9 ペソ/kwhである。システムの1987年の収支状況は赤字（- 106.1万千ペソ）となっている。

3. 7 リブマナン-カブサオポンプ灌漑システム

リブマナン-カブサオポンプ灌漑システムは、ナガ市の北西約15kmに位置し、ピコール川の河口付近の沖積平野に広がる。行政区分では、カマリネス・スール県リブマナン郡及びカブサオ郡に属する。

システムの建設は、1976年に開始し1981年に終了した。建設期間中に農民の組織化も進み、リブマナン-カブサオ水利共同組合(LCISC)が1981年に発足した。1982年4月のLCISCとNIA間の契約で、LCISCの役員4人、NIAの代表3人からなる運営委員会が発足し、4灌漑期にわたりシステムの運営を行なったが、1985年5月にLCISCは契約を取下げた。

サービスエリアは当初 4.523haと計画されていたが、その後減少し1987年には 2.195haとなった。その原因は、1)標高が高く、現在のシステムでは灌漑が不可能である地区があ

る、2)水路の末端付近では、施設の老朽化で灌漑が不可能である、3)灌漑用水が不十分である(4基のポンプのうち2基が作動していない)などである。

灌漑システムは、総延長11.2kmの9本の幹線水路、53.0kmの支線水路、297の関連構造物、40.5kmの管理道路及び11の排水門から成る。排水路は総延長56.8kmである。これらの灌漑施設の多くは何らかの問題をかかえている。その中でシステム運営上特に問題となるのは次の点である。1)幹線水路上流部分にある暗キョで、堆砂のために通水断面が著しく低下している、2)上記の暗キョ下流で岩石が露出しているため、通水断面が計画断面より小さい、3)水路の土盛り高が低い、4)水路ののり面崩壊及び堆砂により、支線水路のかなりの部分で通水可能量が低下している、5)承水路の機能が低下している、6)全排水路において堆砂のため通水断面が著しく低下している、7)排水門が老朽化し機能していない。ポンプ場には4基のポンプが備わっているが、内2基はモーターとヒューズに欠陥があり、作動していない。作動しているポンプについては特に問題は無く、90%以上のポンプ効率を示している。

システムは、現在リブマナン-カブサオポンプ灌漑システム事務所により運営されている。維持管理に従事する現場職員として、ウォーターマスター(2名)、ポンプオペレーター(1名)が配置されている。NIAの職員構成及び作業負担の基準と比較すると、特にディッチテンダーの増員が必要である。

灌漑用水の配水及び制御は、灌漑・排水施設の老朽化及び維持管理要員の不足のため良好でない。

水利組合の再編成のために、NIAは1名の灌漑組織推進専門職員を任命し、現在までに2つの水利組合を登録した。ハンドン水利組合及びクイサ水利組合である。両水利組合の加入者は232人、これはサービスエリア内の全農民の22%に当たる。また水利組合の灌漑地区は235haで、サービスエリアの約10%である。各々のシステムは、1987年6月及び1986年1月に、それぞれハンドン水利組合及びクイサ水利組合に移管され、それらの移管段階は3である。両組合とも活発に活動している。

サービスエリア内の農家は約1,050戸、平均圃場面積は2.1haである。サービスエリアの約60%は低地に拡がり、稲作適性からみて2等級または3等級に分類されている。現在、

これらの土地は排水路が機能していないため排水が悪く、米の低収量の原因のひとつになっている。畑作物は作付けされておらず、作付体系は米の二期作、または一期作である。米の単位収量は、2.8 ~ 3.3t/ha、灌漑地区における作付率は、約51%である。

水利費は、雨期作・乾期作ともに約6カバン/haである。1987年における水利費徴収額合計は、18.2万ペソ、徴収率は全ポンプ灌漑システムの中で最も低く16%である。一方、1987年における維持管理費の合計は約66.7万ペソ、受益面積に対し597ペソ/haに相当する。ポンプの電気料金は、全維持管理費のうち55%を占める。電気は、Camarines Sur Electric Cooperative, Inc.より供給を受け、その平均価格は2.1ペソ/kwhである。現在のシステムの収支状況は赤字(-48.5万ペソ)である。

3. 8 電力供給及び小水力発電

フィリピンにおける電力供給は、2つの公社、即ちNAPOCOR及び国家電化庁(National Electrification Administration, NEA)を中心に統合したシステムによって行われている。NAPOCORが発電を行い、NEAと地方配電会社及び他の消費者に売電している。NEAは地方の電化を進めるため、発電所、送電線、変電所、配電線を設置し、地方配電会社への配電設備も接收した。配電会社は、NAPOCORから買電し、消費者へ売却している。

ポンプ灌漑システムにおいては、NAPOCORまたは配電会社より買電しているが、最近の原油価格の高騰による電力料金の上昇が、その運営に深刻な影響を与えている。この問題解決のため、NIAはポンプ灌漑システムへの新たな電力供給源として、既存灌漑システム内に小水力発電開発を望んでいる。現在、NIAの灌漑システム内に、トゥマウイニ、バリガタン、マガットA及びB、ペニャランダなどの小水力発電所があるが、次のような理由により、あまり良好に作動していない。1)灌漑用水路の流量変化が大である、2)水車が固定ガイドベーン・ランナー羽根機構であるため、流量調節ができない、3)設備の維持管理が不十分である。

4. 改善計画

4.1 開発基本構想

前章において、現時点での国営ポンプ灌漑システムの運営上の問題点を明らかにした。それらを要約すると次のようになる。1)システムの財務状況は、限界にあるか、または悪化しつつある。2)システム内の受益農家はかなり貧しい経済状況にある。各システムの財務状況は、維持管理費の高騰及び水利費の低い徴収率によりかなり圧迫されている。維持管理費高騰の原因としては、1)ポンプ運転の電力料金の高騰、2)ポンプ設備の効率低下、3)灌漑・排水設備の劣化及び不適切な維持管理による灌漑効率の低下等がある。一方、水利費の徴収率の低さについては、1)灌漑用水の供給不足による、農民のNIAの業務遂行に対する不信感、2)農民の支払い能力の低さ、3)水利費徴収方法に対する不備、等が複雑に絡み合っていると考えられる。

農民の貧しい経済状況は、1)米の単位収量の低さ、2)作付率の低さ、3)圃場面積の小さいこと、により農家所得が低いことが原因であると考えられる。従って、本調査における開発基本構想は、1)各灌漑システムの財務状況の改善、及び2)各システムの農家収入の増加を計ることとする。よって、計画の策定に当たり、次の方針を定めた。

- 1) 現在、民間電力会社が供給している電力をNAPOCORよりの直接買電とし、ポンプ運転の電力を安価に得る。
- 2) ポンプ施設の改良及び更新により、ポンプ効率の向上をはかる。
- 3) 各システムの灌漑・排水施設の改修及び改善により、灌漑効率の向上を図る。
- 4) 維持管理及び観測機器の補強、システムの維持管理職員の強化、農民への指導や助言の強化、記録方法の体系化と簡素化、伝達方法の改善、施設の維持管理規則の整備及びその実施計画の作成、等により、特に灌漑効率の向上に主眼を置いて維持管理体制を改善する。
- 5) 十分に灌漑用水を配水して適切な灌漑農法を行い、作付率及び単位収量の向上を図り、作物生産量の増加を期する。

6) 収益性の高い畑作物を、その土地の気候、土壌及び市場性に適合する限り導入する。
 上述の維持管理改善についての基本構想を図-1に示した。

4. 2 対象地区の確定

6システムの事業計画対象地区は、地形図(1/4,000)、地籍図(1/2,000, 1/4,000)及び灌漑系統図を用いて確定した。最終的には、水路の路線測量の結果を用い、湛水地区、移管段階3で農民組合が支障なく運営している地区、他のプロジェクトのもとでポンプ灌漑が計画されている地区を除く等、各システム毎に状況を考慮して決定した(詳細はANNEX-C参照)。

対象地区の面積は、以下の通りである。

灌漑システム	現況灌漑面積	最大灌漑可能面積
ボンガポンプ#1	298	426
ボンガポンプ#2	674	674*
ボンガポンプ#3	202	202
アルカラーアムルン	1,652	2,518
ソラナ	1,100	1,960
リブマナン-カブサオ	1,838	3,085

* 資料不足のため最大灌漑可能面積の確認ができなかった。本調査では現況灌漑面積と同じとして扱った。

現況灌漑面積とは、現在 NIAのシステム管理事務所が管理している地区、最大灌漑可能面積とは、当初灌漑対象地区として設計・建設された地区のうち、現況のシステムで地形

的に灌漑可能な面積である。システムの改善計画については、上記の2対象面積についてそれぞれ策定することとした。

両対象面積について、経済的内部収益率を算定した結果、いずれのシステムにおいても最大灌漑可能面積の方が高い値を示した（詳細はANNEX-G 参照）。従って、本レポートでは各システムにおける最大灌漑可能面積を事業計画対象地区とした。

各システムの概要は図2～7に示した。

4. 3 施設改善計画

4. 3. 1 ポンプ施設

改善計画は、ポンプの容量が計画用水量に合致し、ポンプ設備の更新または修復により、その効率を最大限にするように策定した。

ボンガポンプ#1、#2、#3、及びソラナでは、ポンプ設備は既に耐用年数を過ぎているためその効率は低く、これらは更新するよう計画した。リブマナン-カブサオではモーター1基のみ更新する。アルカラ-アムルンでは、ポンプ設備は良好に作動しており更新の必要はない。

更新する場合のポンプの容量は、計画用水量に基づいて決定した。基数は、配水の適切な管理という点から定めた。型は、運転が容易であるように現在と同じ縦軸斜流型とした。電気設備の設置に関しては、モーターへ安定して電気を供給し、モーターを安全に運転できるように留意した。

改善計画の概要は、表-4に示す。

4. 3. 2 電力供給システム

現在、アルカラ-アムルンを除いた各システムは、ポンプ運転用の電力を地方配電会社から買電している。地方配電会社の電気料金はNAPOCOR の約2倍である。ポンプの運転の

電気料金検討のために2案について検討した。即ち、1) NAPOCORからの直接買電、2) 地方電力会社からの間接買電、である。

NAPOCORからの直接買電には2つの方法が考えられる。1) NIA-NAPOCOR (専有直接法) 2) NIA-CDDP.-NAPOCOR (共有法) である。前者は、NIAはNAPOCORの配電網から直接電気をとり、NIA自体の変電施設及び送電線は利用するというものである。後者では、NIAは、ポンプ場と地方配電会社の変電施設を結ぶ既存の送電線を利用する。ただし現在、既存変電所の容量は十分でないため、本計画では電力需要のピーク時でも安定した電力供給を行なえるように、変電所の新設を行うこととした。各システムにおける買電方法を選定するために、両方法の経費の比較を行った(詳細についてはANNEX-Cの3.4を参照)結果、各システムの買電方法を次のように定めた。

システム	買電方法
ボンガポンプ#1	共有法
ボンガポンプ#2	共有法
ボンガポンプ#3	共有法
ソラナ	NIA-NAPOCOR 専有直接法
リブマナン-カブサオ	共有法

地方配電会社からの間接買電の場合には、配電会社の変電所・送電線共に所有し、維持管理も行っているため、改善計画は特に策定しないこととした。

電力供給システムの改善計画概要は、表-4に示す。

4. 3. 3 灌漑排水施設

(1) 灌漑用水量

灌漑施設の設計流量は、週のピーク時の用水量となるように決定した。各システムの粗用水量は、計画単位用水量、灌漑面積、配水方法及び計画作付体系から算定した(詳細については、ANNEX-E 6.3.3を参照)。

(2) 排水量

水田における単位排水量は、次の式により算定した。

$$q_1 = (R - 0.8 \times D) \div 8.64 \times T$$

ここで、 q_1 : 計画単位流量 (lit/秒/ha)

R : 5年確率の3日連続降雨(mm)

D : 降雨保持量(100mm)

0.8 : 全排水面積に対する水田の割合

T : 排水期間(3日)

丘陵地より排水される水量は、合理式により算定した。

各システムにおける単位排水量は、ANNEX-C の 3.3.2に示した。

(3) 改修及び改善計画

改修または改善を要する施設は、灌漑水路及びその関連構造物、排水路及びその関連構造物、管理用道路、圃場施設である。

改修及び改善計画は、全てのシステムにおいて、施設が計画設計流量に見合う容量と機能を備えるように策定した。現在の水路の通水能力が計画設計流量に較べて十分でない場合には、用地拡張を最小にして、通水能力を増加させるように次の手順を定めた。

- (i) 先ず、現在の流積を変えずに、ライニングによって通水能力を増加させる。
- (ii) 上記(i) では不十分な場合は、ライニング及びのり面勾配を 1:1.5から1:1.0 に変えて通水能力を増加させる。
- (iii) 上記(ii)でも不十分な場合、ライニングと水路断面の拡張により、通水能力を増加させる。

現在の分水工の通水能力が、計画設計流量に対して十分でない場合には、それを新規のものに取替えるのではなく、現存の分水工に新規のものを追加し、両方を機能させる。

管理用道路は、原則として幹線及び支線水路の全長に沿うように計画した。

幹支線分土工、制水門及び分土工などの全ての水量調整構造物は、鋼鉄製ゲートを設置する。また、各幹支線分土工及び制水門の直下流部には、水位標を設置することとした。末端水路は、用水路は 70m/ha、排水路は 60m/ha の密度で設置し、関連構造物も建設する。

改修・改善計画の概要は、表-4に示す通りである。

4. 4 組織運営改善計画

4. 4. 1 システム管理事務所及び水利組合

現在、灌漑システムは、NIAのシステム管理事務所または水利組合が管理している。ボンガポンプ#1、ボンガポンプ#2、ボンガポンプ#3においては移管段階2であり、両者で共同管理を行っている。アルカラ-アムルン及びリブマナソ-カブサオではNIAシステム事務所のみが管理している。ソラナでは、移管段階が3で、管理は完全に水利組合が行っている(ANNEX-E 4章を参照)。

現在のNIAのシステム管理事務所の機構は、簡素である。所長が、システム全体の維持管理業務運営の責任者であり、所長のもとに2つの課、即ち庶務課と維持管理課がある。機構的に特に題が無いので、今後も現機構を継続していくことが望ましいと考えられる。

維持管理職員の業務量は、システム毎に異なる。従って、システム事務所の維持管理職員、特にディッチテンダー、ウォーターマスター及びポンプオペレーターは、そのシステム事務所の業務量に見合う人員数を配置するよう計画した。

システム事務所の維持管理職員数は“小規模”国営灌漑システムのためにNIAが定めている最小の基準の約1.5倍を目安として、次のように定めた。

(単位：人)

システム	ウォーター	ディッチ	ポンプ
	マスター	テンダー	オペレーター
ボンガポンプ #1	1	-	1
ボンガポンプ #2	1	-	1
ボンガポンプ #3	1	-	1
アルカラ-アムルン	2	6(-1)	2
ソラナ	-	-	-
リブマナン-カブサオ	3(+1)	11(+11)	1

(注) 括弧内の数字は、現在と比較した増減を表わす。

組織運営には、維持管理職員の適切な人員配置のみならず、その質の向上も不可欠である。ボンガポンプ #1, #2, #3、ソラナ、アルカラ-アムルンの各システムの水利組合では、理事会のもとに5人の役員、即ち、組合長、副組合長、秘書、出納係、会計監査がいる。また、各分水工に農民グループの組織があり、機構的には何ら問題点はない。リブマナン-カブサオ及びアルカラ-アムルンの一部では、水利組合を組織しつつある。水利組合の組織強化のためには農民のレベル向上が不可欠であるので、4.4.6で述べるように研修計画を策定した。

4.4.2 配水

(1) 配水の原則

全てのシステムにおいて、灌漑施設は、連続用水供給（連続ポンプ運転）かつ一斉配水を前提として建設されている。システム運営の初期は、上流地区での用水の過剰取水、および複雑なゲート操作に対する技量不足のために、ポンプ場から遠隔の地区で用水不足が起った。そこで、不平等な水配分を改善するために輪番灌漑法を導入したが、水路及び構造物の通水能力を考慮しない計画であったため、各輪番ブロック

内で水不足が発生した。このような苦い経験を生かして、配水の原則は以下のように定めた。

- 1) 全てのサービスエリア内において、公平な水配分を確保する。
- 2) できる限り、複雑なゲート操作を避ける。即ち、ゲートでの流量制御では、できるだけ時間差の要素を除去する。
- 3) 既存の灌漑施設の通水能力を増大させることは、できるだけ避ける。

(2) 計画配水方法

輪番灌漑法は、現在の水配分の問題点、水配分のための基本原則、各種配水法の長所・短所の比較、ウォーターマスターとディッチテンダーに期待できる能力などを考慮して策定した。策定した方法は、“幹線及び支線水路の区間による輪番”と“支線の区間または分水工グループ毎による輪番”とを組合わせたものである。各システムにおける計画輪番ブロックの境界は ANNEX-Cに示した。そのブロック数は、次の通りである。

システム	輪番ブロック数
ボンガポンプ#1	2
ボンガポンプ#2	3
ボンガポンプ#3	2
アルカラーアムルン	3
ソラナ	3
リブマナナーカブサオ	2

(3) 灌漑計画

年間の灌漑計画は、毎乾期作の始めに、計画作付体系と計画単位用水量を基に、水利組合の協力を得てシステム管理事務所が定める。年間計画は、1)作付日程表、2)分

水工毎の計画灌漑面積、3)週毎の予備灌水計画、4)週毎の輪番配水計画、5)上記の配水方法を行う場合の分水量、6)推定電力消費などからなるものとする。各作期の始めには、水利組合との話し合いにより灌漑施設の状態と受益農家の意向を考慮し、計画地区内で灌漑計画を再検討し確認する。

(4) 配水管理

各システムにおける配水の管理は、従来実施されている方法で行う。

配水管理は、一般に次の手順で行う。1)データ収集、2)データ解析、3)配水計画の策定、4)配水及びそのモニタリング。

配水管理に必要なデータは、少なくとも、1)圃場における作業、2)水路の各量水施設における水位、3)日雨量、4)ポンプ場における河川の水位、である。データ解析では、収集データを配水およびその計画策定に利用できるように処理する。配水計画は、作期毎のものと週毎のものがあり、週毎のものは、1)運転ポンプの台数と日運転時間、2)ゲート操作計画、から成る。

操作する職員は、臨時の操作変更の無い限り、週間操作計画に基づいて操作する。臨時の操作変更とは、降雨のためにポンプ運転の一時停止や再開を行う場合である。

(5) 灌漑の一時停止

灌漑の一時停止規則は、次の通りである。

前日の降雨	灌漑一時停止期間
7mm以下	0 日
8 - 15 mm	1 日
16 - 23 mm	2 日
24 - 30 mm	3 日
31 - 38 mm	4 日
39 - 46 mm	5 日
47mm以上	6 日

4. 4. 3 モニタリングシステム

気象水文観測、灌漑地区、収穫地区などを把握することは、水管理を行うに当たって最も重要なことの1つである。

雨量、用水量、ポンプ場における河川の水位などの気象水文観測は重要なので、各ポンプ場に雨量計を、各支線水路の最上流部に量水標を設置するよう計画した。現在の気象水文観測機器は、河川の水位と揚水した流量を計る量水施設を除き、かなり劣化しており機能が不十分である。モニタリング用機器の改修・改善計画を策定し、それらの必要台数を表-5に示した。気象水文以外の項目のモニタリングは、維持管理職員が系統的な視察を行う。

システム事務所内または水利組合内のコミュニケーションは、これらの組織構成が簡素であるので、現行通り、会合、業務伝達の回覧、掲示板等の方法で行う。モニタリング及びコミュニケーションを効率的に行うために、NIAの基準に照らして輸送機器の増強を計画した。モニタリングの結果は標準書式に記録することとし、その標準書式案を、ANNEX-Iに示した。

4. 4. 4 灌漑排水施設の維持管理方法

灌漑施設の維持管理作業には、日々行うものと作期毎に行うものがある。前者は、水路の清掃、ポンプ機器の点検である。後者は、非灌漑期に行うもので、主に 1) 取水口及び水路内の沈砂の除去、2) 水路断面の修復、3) 管理用道路の補修、4) 金物工の再塗装及びグリース塗りである。ポンプ機器にも、毎日、毎週、毎月、そして毎年行うべき定期管理作業があるが、それについては ANNEX-Iに記述した。

維持管理機器の管理作業も不可欠であり、それについては NIA地方局の技術者が定期的に点検を行って、故障等を未然に防止するような態勢を確立することとした。

機械や電気系統の施設・機器などの耐用年数は、事業の経済的有効期間に比べ短いため、一定期間毎に更新することとした。

4. 4. 5 維持・管理機器の強化計画

維持・管理機器の強化計画は、1)ポンプ機器、2)管理用道路、3)ポンプへの導水路、4)灌漑用水路及び排水路、5)変電所、6)送電線を網羅するように策定した。また、これらの機器の種別及び台数については、水路と管理用道路の幅、ポンプ場の位置を考慮し、運転の容易性、運転効率及び運転コストの観点から設定した。各システム毎の強化計画は表-5に示す。

4. 4. 6 研修計画

灌漑システムの組織運営を改善するためには、維持・管理職員及び農民の能力向上は、最も重要な要素の一つである。詳細については、ANNEX-Eに述べた。

(1) 目的

研修は、維持・管理職員と農民の知識、理解、実用的な技術を高めるために行う。職員に対しては、1)業務の義務と責任に関する理解、2)気象水文観測、3)水管理の基本的知識と技術、がその中心である。農民に対しては、1)水利組合の管理者としてのリーダーシップ、2)水管理に関する基本的知識と自力管理、に力点を置いた。

(2) 方法

研修方法は、1)講義と実作業、2)研究集会、3)他システムの見学である。見学先としては、全国のポンプ灌漑システムの中で最も水管理が成功しているシステムの一つである、アンガットーマアシム川灌漑システムの中の、ブストスーパーパンディ、ブエナヴィスタ及びティバガンの各ポンプ灌漑システムが計画されている。

(3) 教材

教材は、1)ハンドブック、2)指導要領、3)覚え書き、4)実用練習問題を用いる。

(4) 講師及び研修生

研修は、NIA の本部から派遣される専門の職員が講師となり、国内外のコンサルタントがそれを補佐する。講師及び研修生は次のように計画する。

(単位：人)

システム	維持管理職員研修				農民研修	
	研修生			講師	研修生	講師
	WM	DT	PO			
ボンガポンプ#1	1	0	1	2	451	15
ボンガポンプ#2	1	0	1	2	530	18
ボンガポンプ#3	1	0	1	2	22	1
アルカラ-アムルン	2	6	2	3	643	22
ソラナ	-	-	-	-	438	15
リブマナン-カブサオ	3	11	1	3	370	13

WM：ウォーターマスター DT：ディッチテンダー PO：ポンプオペレーター

(5) 研修課程

研修課程は、研修の目的に合致するように定めた。ウォーターマスター、ディッチテンダー、及びポンプオペレーターの標準研修課程は、それぞれ表-6、表-7、表-8に示す。農民の研修課程は、表-9、表-10、表-11 のように3種類を設ける。

研修訓練は、プロジェクト実施の第一年次に行い、各維持管理職員向けのものは1週間、農民向けのものは各教科課程に4日を要する。これらの研修は、下記の研修施設で行うことが望ましい。

システム	研修施設
ボンガ #1、#2、#3	マリアノ・マルコス大学
ソラナ／アルカラ－アムルン	農業研修館
リブマナン－カブサオ	カマリネス・スール州農業大学 PCAR研修センター

4. 5 営農計画

4. 5. 1 原則

営農計画は、農業生産拡大のため、水及び土地資源を最大限に有効利用し、農家収入を増加させるよう策定する。そのために、次の事項を基本とする。

- 1) 適切な灌漑農法の導入によって、単位収量及び生産量を増加、安定させる。
- 2) 可能な限り、周年灌漑を行う面積を拡張し、それにより作付率を増大させる。

4. 5. 2 土地利用及び作付体系

灌漑事業は、ポンプ、灌漑排水及びその附帯施設を完備して、作物の単位収量と生産量の増大の基盤を築くものである。事業実施後には、土地利用状況は次のように変化する。

(単位: ha)

システム	事業を実施した場合					事業を実施しなかった場合				
	米				サトウキビ	米				サトウキビ
	雨期		乾期			雨期		乾期		
	I	R	I	R	I	R	I	R		
ポンガポンプ#1	426	0	426	0	0	0	426	0	0	0
ポンガポンプ#2	634	0	634	0	40	0	634	0	0	40
ポンガポンプ#3	187	0	187	0	15	0	187	0	0	15
7ルカラ-7ムル	2,158	0	2,158	0	0	803*	1,355	1,006*	0	0
ソラナ	1,960	0	1,960	0	0	0	1,960	0	0	0
リフマナー-カブサ	3,085	0	3,085	0	0	0	3,085	0	0	0

注: * = ポンプ機器が耐用年数に達した後は、これらの土地は天水田となる。

I = 灌漑田、 R = 天水田

各灌漑システムにおける作付体系の策定は、次の方針に拠った。

- 1) 国の目的に合致し、かつ農民にとって最大の便益をもたらすものであること。
- 2) 各システムにおける就労可能な労働人口に見合ったものであること。
- 3) 当該地区の社会的条件に合致し、農民に受け入れられるものであること。

これらを考慮した結果、全てのシステムにおいて米が最も望ましい作物として選定された。また、ポンガポンプ#1、ポンガポンプ#2、ポンガポンプ#3の各システムでは、農民の意向、土壌特性、市場性、収益性等を考慮して、ニンニク及びトマトを乾期の畑作物として計画した。ポンガポンプ#2、ポンガポンプ#3の各システムにおけるサトウキビの栽培農家は、事業実施後も現在の作付体系を継続したいという意向を示した。

各システムの計画作付体系は図-8の通りである。

4. 5. 3 計画耕種法

適切な耕種法は、各システムにおける潜在的な作物生産力を十分に発揮させるために最も重要な要素である。事業を実施した場合には、高収量品種または改良品種を用い、適量の肥料及び農薬を適切な方法で施用する。一方、将来事業を実施しなかった場合については、肥料・農薬の施用など耕種法は現状と変わらないものと想定した。

将来プロジェクトを実施した場合の、各作物に対する 1ha当りの投入資材は、下表の通りである。耕種法の詳細については、ANNEX-D 3.4 に示した。

項目	米		トマト	ニンニク
	雨期	乾期		
種苗 (kg/ha)	50	50	0.3	500
肥料: N (kg/ha)	75	80	100	120
P (kg/ha)	35	35	85	100
K (kg/ha)	35	35	85	100
農薬 (ℓ/ha)	13	13	8	5
労働力 (人・日)	125	135	209	206
畜力 (頭・日)	10	10	0	0
機械力 (機械・日)	0.5	0.5	0.5	0.5

4. 5. 4 想定収量及び作物生産量

事業実施後には、効率的な水管理と、適切な肥料・農薬の施用により、作物の収量は想定収量水準に達すると考えられる。事業を実施した場合の予想収量は、農民が適切な普及、農業金融などの農民支援サービスを受けるという前提で、関係省庁及び農家の聴取り調査から得た経験的なデータを基に推定した。事業を実施しなかった場合の収量については、現状と同じであると推定した。両者の想定収量を次の表に示す。

(単位：トン/ha)

項目	ポンゴポンプ#1	ポンゴポンプ#2	ポンゴポンプ#3	アルカラーアムルソ	ソラナ	リブマナソーカブサオ
事業を実施した場合						
米(灌漑)						
雨期	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
乾期	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
ニンニク	4.5	4.5	4.5	-	-	-
トマト	10.0	10.0	10.0	-	-	-
サトウキビ	-	40.0*	27.0*	-	-	-
事業を実施しなかった場合						
米(灌漑)						
雨期	-	-	-	3.3**	-	-
乾期	-	-	-	3.5**	-	-
米(天水)	2.3	2.4	2.3	1.8	2.0	2.0
ニンニク	-	-	-	-	-	-
サトウキビ	-	40.0	27.0	-	-	-
トウモロコシ	-	-	-	-	1.0	-

注： * = サトウキビ栽培農家の意向により、現在と同様の耕種法を行うものとした。

** = ポンプ施設の耐用年数に至るまでの収量。その後は、天水田の収量となる。

各システムの作物生産量は、計画上地利用、作付体系、想定収量から次のように算定した。

(単位：トン)

作物	ポンゴポンプ#1	ポンゴポンプ#2	ポンゴポンプ#3	アルカラーアムルソ	ソラナ	リブマナソーカブサオ
米	3,550	5,350	1,580	20,500	18,620	29,310
ニンニク	45	180	68	-	-	-
トマト	900	950	250	-	-	-
サトウキビ	-	1,600	410	-	-	-
(バシ)	-	(600)	(150)	-	-	-

4. 5. 5 市場流通及び価格予測

事業完了時における、各システムが所属する郡レベルで流通する余剰作物を算定した。詳細については、ANNEX-D 3.6 に述べた。現在、及び将来事業を実施した場合の、各システムが所属する郡から市場へ出される余剰米を算定すると、次のようになる。

(単位：トン)

システム	現在	事業を実施した場合 (1995年)
ボンガ #1	-3,660	-2,110
ボンガ #2	-7,010	-7,070
ボンガ #3	-5,070	-6,320
アルカラ-アムルン	900	10,830
ソラナ	-510	8,470
リブマナー-カブサオ	15,750	29,560

注) (-) の値は不足を表わす。

将来事業を実施した場合の余剰米は、Region IV (マニラ首都圏を含む) の市場で消費されると考えられる。なぜならば、Region IV が外部からの供給に頼る米は、平均 121万トンであるが、この事業の余剰米で供給できるのはその数パーセントに過ぎず、このことは余剰米の潜在需要が多大多であることを示しているからである。

Region II (ボンガポンプ#1、ボンガポンプ#2、ボンガポンプ#3を含む) におけるニンニクの生産量は、全国の約 60%を占める。ニンニクの価格は生産量に非常に敏感であるので、その過剰生産は価格の下落を招き易い。従って、将来事業を実施した場合のニンニクの生産量は、各システムにおける現在の生産量と同じになるように計画した。ニンニクは、将来も既存の流通機構を通じて地区外へ移出されると考えられる。

ボンガポンプ#1、ボンガポンプ#2、ボンガポンプ#3で生産されるトマトは、サラットに既にあるトマト加工工場へ送るよう計画した。その処理能力は1日当り 480トンであり、上記の3システムからの供給量はその15%相当である。

事業評価のために、作物及び投入資材の経済価格を次のように算定した。

(単位：ペソ)

項目	ボンガボンブ#1	ボンガボンブ#2	ボンガボンブ#3	アムハラ-アムルソ	ソラナ	リブマナソ-カブサオ
作物						
米 (kg)	3.77	3.77	3.77	3.85	3.85	3.76
ニンニク (kg)	14.81	14.81	14.81	-	-	-
トマト (kg)	3.42	3.42	3.42	-	-	-
バシ (lit)	-	1.32	1.32	-	-	-
トウモロコシ (kg)	-	-	-	-	4.08	-
投入資材						
種苗 (kg)						
米	6.23	6.23	6.23	5.41	5.41	5.14
ニンニク	41.50	41.50	41.50	-	-	-
トマト	2.916	2.916	2.916	-	-	-
肥料 (kg)						
N	13.52	13.52	13.52	13.55	13.55	13.49
P	25.47	25.47	25.47	25.13	25.13	25.40
K	7.06	7.06	7.06	6.91	6.91	7.03
農薬 (lit)						
殺虫剤	109.10	109.10	109.10	111.42	111.42	122.26
除草剤	98.79	98.79	98.79	105.58	105.58	111.22
殺鼠剤	125.3	125.3	125.3	106.00	106.00	111.03
労働力 (人・日)	18.00	18.00	18.00	12.00	12.00	15.00
畜力 (頭・日)	49.80	49.80	49.80	41.50	41.50	41.50
機械力 (馬力・日)	332.00	332.00	332.00	224.10	215.80	273.90

4. 5. 6 作物収入及び灌漑便益

灌漑便益とは、将来事業を実施した場合と実施しなかった場合の、作物の純収入の差異と定義される。推定した生産費と総収入から算出した、両方の場合のヘクタール当りの純作物生産便益は次の通りである。

(単位：ペソ/ha)

作物	ポンガポンプ#1	ポンガポンプ#2	ポンガポンプ#3	アルカラ-アムルン	ソラナ	リブマナソ-カブサオ
事業を実施した場合						
米						
- 雨期	10,184	10,184	10,184	11,464	11,469	10,542
- 乾期	11,821	11,821	11,821	13,202	13,206	12,205
畑作物						
- ニンニク	36,600	36,600	36,600	-	-	-
- トマト	24,408	24,408	24,408	-	-	-
- サトウキビ	-	14,037	9,083	-	-	-
事業を実施しなかった場合						
米						
灌漑田						
- 雨期	-	-	-	9,548	-	-
- 乾期	-	-	-	10,236	-	-
- 天水田	5,286	5,598	5,297	4,753	5,291	4,997
畑作物						
- サトウキビ	-	14,037	9,083	-	-	-
- トウモロコシ	-	-	-	-	3,272	-

各システムにおいて、各作物の純作物生産便益とその作付面積から、事業を実施した場合及び実施しなかった場合の、全システムにおける純作物生産便益を算定した。その結果から事業完了時の灌漑便益は次のようになる。

(単位：万ペソ)

	ボンガボンブ#1	ボンガボンブ#2	ボンガボンブ#3	アルカラ-アムルソ	ソラナ	リブマナソ-カブサオ
事業を実施した場合	1076	1670	494	5323	4836	7017
事業を実施しなかった場合	225	411	113	1026	958	1097
灌漑便益	850	1259	381	4297	3878	5921

4. 5. 7 農家経済

事業完了時には通年灌漑が可能となるので単位収量の増加とそれに伴う農家の収入の飛躍的な伸びが期待される。事業を実施した場合、及び実施しなかった場合の、平均規模の圃場を耕作する農家の営農収支は下表の通りである。詳細は ANNEX-Dの表3. 10に示す。

(単位：千ペソ)

	ボンガボンブ#1	ボンガボンブ#2	ボンガボンブ#3	アルカラ-アムルソ	ソラナ	リブマナソ-カブサオ
農家規模 (ha)	0.21	0.27	0.49	0.82	0.99	2.04
土地所有形態	自作農	小作農	小作農	自作農	小作農	小作農
事業を実施した場合						
農家所得	16.5	18.2	22.3	22.3	26.5	37.8
農業所得	8.9	9.8	15.1	18.0	21.4	34.4
農外所得	7.7	8.5	7.2	4.3	5.2	3.4
生計費	13.6	14.5	15.3	17.8	16.0	18.4
小作料/地租	0.0	1.8	3.2	0.1	3.7	2.8
純余剰	2.9	1.9	3.8	4.3	6.8	16.6
水利費	0.7	0.9	1.7	2.2	4.9	4.3
差異 (純余剰-水利費)	2.2	1.0	2.1	2.1	1.9	12.3
事業を実施しなかった場合						
農家所得	12.8	14.2	13.5	12.7	13.7	14.0
農業所得	4.5	4.6	5.4	7.3	6.9	8.2
農外所得	8.3	9.6	8.0	5.5	6.8	5.8
生計費	11.9	13.6	10.8	12.5	12.7	12.3
小作料/地租	0.0	0.4	0.7	0.0	0.8	1.7
純余剰	0.9	0.2	2.0	0.1	0.1	0.0

各システムにおいて、事業を実施した場合の平均圃場面積農家の農業所得は、事業を実施しなかった場合のそれと比較すると 2~4.5 倍となっている。従って、前者の純余剰、即ち支払い能力は、後者のそれを大きく上回っている。しかし、とくに圃場面積の小さい場合、現行の水利費は純余剰に比較してかなりの高額であるといえる。

4. 6 小水力発電開発計画

4. 6. 1 はじめに

小水力発電開発計画については、候補地点 No.1、No.2 及びそれらの統合という3つの案について調査を行った。候補地点は位置図に示す。

小水力発電計画策定は次の方針に拠った。

- 1) 経済的な発電を行う。
- 2) 発電した電力は、全て既存のタブク変電所を通じ NAPOCOR へ売却する。

4. 6. 2 最適開発計画

候補地点 No.1 及びNo.2における最適開発規模は、各地点において水路流量の変動を考慮して利用可能流量が異なる4つの代替案を作成し、その中からkW時当りの工事費が最小となるものとした。その結果、最適規模をNo.1地点においては 700kW、No.2地点においては 770kWと決定した（表-12参照）。

4. 6. 3 小水力発電開発計画

(1) 送電システム

候補地点No.1及び No.2 で発電した電力を、新設する 13.8kV 送電線でタブク変電所へ送り、その後 NAPOCORの69kV送電線経由でカリンガーアパヤオ配電会社(CAGELCO)の管轄地区及びツゲガラオへ供給するよう計画した。

(2) 小水力発電所の概要

両候補地点における小水力発電所の概要は以下の通りである。

概 要	No.1地点	No.2地点
最大流量 (m ³ / 秒)	4	12
有効落差 (m)	22.10	8.55
出力 (kW)	700	770
年間可能発電量 (MWh)	4.500	5.082

(3) 小水力発電施設の仕様

小水力発電施設の仕様は以下の通りである。

項 目	No.1地点	No.2地点	統 合
A. 水車			
1. 型	HF-1RS*	HF-1RS*	—
2. 有効落差 (m)	22.1	8.55	—
3. 流量 (m ³ / 秒)	4.0	12.0	—
4. 出力 (kW)	736	845	—
5. 回転数 (rpm)	600	165	—
B. 発電機			
1. 型	SG*	SG**	—
2. 出力 (kVA)	778	855	—
3. 出力 (kW)	700	770	—
4. 回転数 (rpm)	600	900	—
5. 電圧 (kV)	3.3	3.3	—
6. 力率	0.9	0.9	—
7. 周波数 (Hz)	60	60	—
8. 増速率	N/A	5.5	—
C. 変圧器			
1. 定格容量 (kVA)	800	900	1,600
2. 定格周波数 (Hz)	60	60	60
3. 一時側電圧 (kV)	3.3	3.3	13.8
4. 二次側電圧 (kV)	13.2	13.2	69
5. 冷却	油入空冷式	油入空冷式	油入空冷式

注) *: 横軸短流フランシス水車

林: 凸極回転界磁型同期発電機

(4) 小水力発電施設の配置

候補地点 No.1 及び No.2 の発電施設の平面図及び断面図をそれぞれ図-9、図-10 に示す。これ等の図面は発電施設、水圧鉄管、取水設備、放水路及び既存灌漑施設を示す。

(5) タブク変電所

13.8kVで送電した電気を、タブク変電所で69kVに変圧する。電力系統構成を示す単線結線図は、図-11 の通りである。

(6) 13.8kV送電線

No.2地点よりタブク変電所間に13.8kVの送電線を建設する。No.2地点はタブク変電所より2.5kの地点で分岐接続する。送電線は全長 18.5km で、16kmに亘るチコ幹線分水水路に沿うように建設する。送電線建設の位置は、ANNEX-II に示す。

(7) 計画施設

小水力発電計画の施設概要は、表-13 に示す通りである。

5. 事業費の算定

5. 1 事業費算定の基本条件

事業費は、概略設計及び以下の条件に基づき算定した。

- 1) 外貨換算率は、1ドル=21ペソ=135円とする。
- 2) 建設工事は施工業者による請負方式とし、工事に必要な建設機械は業者持ちとする。
- 3) 1988年4月時点の単価を用いる。
- 4) コンサルタントの技術経費及び一般管理費は、工事費、ポンプ、電気設備及び維持・管理用機器の購入費、補償費及び維持・管理職員及び農民に対する研修費の合計額の各10%及び5%とする。
- 5) 工事予備費は、工事費、ポンプ、電気設備及び維持・管理用機器の購入費、補償費、維持・管理職員及び農民に対する研修費及びコンサルタントの技術経費及び一般管理費の合計額の10%とする。
- 6) 物価上昇予備費は、外貨分年率5%、現地貨分10%とする。

5. 2 事業費

灌漑システムの事業費は、施設工事費、ポンプ、電気設備及び維持・管理用機器の購入費、補償費、維持・管理職員及び農民に対する研修費、コンサルタントの技術経費、一般管理費及び工事予備費からなる。

小水力発電の事業費は、発電機器、変圧器及び変電所、導水管、水門の購入費、建設工事費及びコンサルタントの技術経費、一般管理費及び工事予備費からなる。

各灌漑システム及び小水力発電の事業費を表-14及び表-15に示した。また、その要約を下表に示す。

(単位：万ベソ)

システム	NAPOCOR	地方配電会社
	からの直接買電	からの買電
ボンガポンプ#1	2,528.8	1,943.0
ボンガポンプ#2	3,087.4	2,354.5
ボンガポンプ#3	1,437.5	1,291.1
アルカラーアムルン*	3,010.0	-
ソラナ	7,662.7	6,865.8
リブマナーカブサオ	6,359.6	5,121.5

*：本システムは既にNAPOCOR より直接買電を実施している

(単位：万ベソ)

候補地点	事業費
No. 1	5,284.4
No. 2	6,451.4
統 合	11,016.6

5. 3 事業資金

事業実施計画及び物価上昇要因に基づき算定した事業資金を表-16 に示した。

5. 4 維持・管理費及び更新費

事業の維持・管理費は、人件費、ポンプ運転費、燃料及び潤滑油及びその他の費用から成る。ポンプの運転費は、国家電力公社からの直接買電の場合は1.15ペソ/kWh、地方配電会社から買電の場合は2.10ペソ/kWhを用いて算定した。

ポンプ及び電気機器、ゲート／付属品及び維持・管理用機器は、事業の経済的有効期間中（50年）一定期間毎に更新する。それらの経済的耐用年数は、変電所及びポンプ施設用電気機器で35年、ゲート／付属品で25年、ポンプ機器で15年、維持・管理、モニタリング及びコミュニケーション機器で10年とした。

各灌漑システムの年間維持・管理費及び更新費を表-17に示した。詳細は、ANNEX-C に示した。小水力発電の年間維持・管理費及び更新費は、No.1地点で79.3万ペソ、No.2地点で96.8万ペソ及びNo.1地点とNo.2地点の統合で165.2万ペソと見積もった。

6. 事業実施計画及び運営組織

6. 1 事業実施計画

各灌漑システム及び小水力発電の工事期間は、各1990年から1992年までの3年間及び1990年から1991年までの2年間とする。灌漑事業は、1990年に詳細設計、事業実施のための資金調達準備作業及び維持・管理職員及び農民に対する研修を実施する。実際の建設は、1991年から1992年にかけて実施する。詳細な説明は、ANNEX-F に示した。

事業実施計画は、工事期間中の灌漑中断期間を最小限にするよう考慮し作成した。ポンプ機器の据え換えは、第3年次目の灌漑中断期間に行う。灌漑・排水施設の改修及び改善は、2年次目及び3年次目の主に乾期に実施する。

6. 2 事業実施運営組織

本事業の設計、建設工事及び施工管理は、国家灌漑庁（NIA）が管理する。システム運営及び機材管理担当副長官の下に特別作業班を編成し、これが、全体的な事業遂行、関係政府機関との連絡・調整業務を担当する。現場事務所は新設せず、NIAの地方局を利用する。事業実施期間中、各灌漑システムは、NIA本庁管理下に置き「システム形態」から「プロジェクト形態」に移行させる。

事業実施後、ボンガポンプ#1、ボンガポンプ#2及びボンガポンプ#3システムはイロコス・ノルテサービス事務所に、アルカラーアムルンシステムはアルカラーアムルンポンプシステム事務所に、リブマナナーカブサオシステムはリブマナナーカブサオポンプシステム事務所に、その運営、維持・管理を移管する。しかし、ソラナシステムは、水利組合に直接移管する事となる。

小水力発電事業は、チコ川灌漑システム事務所に移管する。

7. 事業評価

7. 1 概要

灌漑事業に関する事業評価は、現況灌漑面積 (Firmed-up Service Area) 及び最大灌漑可能面積 (Maximum Service Area) について実施した。その結果、いずれのシステムにおいても最大灌漑可能面積の経済的妥当性が現況灌漑面積のそれよりも高い値を示した。詳細な説明は、ANNEX-G に示した。

本章の灌漑事業に関する事業評価は、最大灌漑可能面積を対象とし以下の 2 ケースについて実施した。

- 1) 国家電力公社からの直接買電 (直接買電)
- 2) 地方配電会社からの買電 (間接買電)

小水力発電の評価は、1) No.1 地点、2) No.2 地点、及び 3) No.1 地点と No.2 地点の統合の 3 ケースについて実施した。

灌漑及び小水力発電事業の事業評価は、事業の経済評価、財務評価及び事業の社会経済の波及効果の 3 点から行った。経済評価は、内部収益率により評価し、また、便益及び費用の変化による事業の経済的弾力性を明らかにするための感度分析を実施した。

事業の財務評価は、平均規模の圃場を経営する農家の経済分析と各事業の財務分析の 2 点から行った。

事業の社会経済的波及効果は、事業実施後の地域的影響を検討した。

7. 2 経済評価

7. 2. 1 基本条件

経済評価は、以下の基本条件に基づき実施した。

- 1) 事業の経済的有効期間は、灌漑事業で 50 年、小水力発電事業で 35 年とする。
- 2) 1988 年 4 月時点の単価を用いる。

- 3) 外貨換算率は、1ドル=21ペソ=135円とする。
- 4) 準備作業、詳細設計及び維持・管理職員及び農民に対する研修を含む灌漑事業の工事期間は、3年間とする。小水力発電の工事期間は2年間とする。

7. 2. 2 経済指標の検討

(1) 標準変換率 (SCR)

商業及び貿易に対する制限は、貿易財と非貿易財との間に歪みをもたらしている。国際価格の観点から、事業費及び便益を評価するため、国家経済開発庁が算定した標準変換率 (0.83) を非貿易財及びサービスに対して適用した。

(2) 移転経費

税金のような移転経費は、経済分析に用いる事業費より差し引いた。

(3) 農業生産物及び投入資材の経済価格及び農業労働者の機会費用

貿易財である農業生産物 (米及びトウモロコシ) 及び投入資材 (窒素、磷酸及びカリ) の経済価格は、世界銀行の1995年予想価格 (1985年価格) に基づき算定したが、この予想価格は、世界銀行の算定したデフレーター (NDV=1.043) を用い1988年価格に修正して用いた。一方、農家の庭先レベルに至るまでの輸送、荷扱い業務及び加工等の国内価格には、標準変換率 (0.83) を乗じ経済価格とした。貿易財である農業生産物及び投入資材の経済価格を、表-18に示した。また経済農業労働賃金は、国家経済開発庁が算定した潜在賃金率 (SWR=0.6) を用い算定した。

7. 2. 3 経済便益

灌漑便益は、将来期待される「事業を実施した場合」と「事業を実施しなかった場合」の純作物生産便益の差とした。灌漑便益は年々増加し、事業完成後5年目に目標最大便益に達するように計画した。各システムにおける灌漑便益は、以下の通りである。

(単位：万ペソ)

システム	年間灌漑便益
ボンガポンプ#1	850.3
ボンガポンプ#2	1,258.9
ボンガポンプ#3	381.1
アルカラーアムルン	4,297.2
ソラナ	3,878.4
リブマナン-カブサオ	5,920.9

小水力発電の便益は、小水力発電による発電供給量と同等の発電能力のあるディーゼル発電機の運転経費として算定した。小水力発電の便益は、以下の通りである。

(単位：万ペソ)

候補地点	年間便益
No. 1	816.9
No. 2	915.6
統 合	1,732.5

7. 2. 4 経済評価費用

(1) 経済評価事業費

経済評価事業費は、事業費の現地貨分に対して移転経費(0.9)及び標準変換率(0.83)を適用し算定した。灌漑事業及び小水力発電事業の経済評価事業費は、下表の通りである。詳細は、ANNEX-G に示した。

a) 灌漑事業

(単位：万ペソ)

システム	直接買電	間接買電
ボンガポンプ#1	2,400.5	1,830.6
ボンガポンプ#2	2,960.7	2,247.8
ボンガポンプ#3	1,378.6	1,236.3
アルカラ-アムルン	2,639.1	-
ソラナ	7,171.7	6,386.9
リブマナン-カブサオ	5,827.7	4,605.3

b) 小水力発電事業

(単位：万ペソ)

候補地点	事業費
No. 1	4,930.8
No. 2	5,991.3
統 合	10,201.8

(2) 経済年間維持・管理費及び更新費

経済年間維持・管理費は、財務費用の現地貨分に対して標準変換率(0.83)を適用し算定した。各ポンプシステム及び小水力発電の経済年間維持・管理費は下表の通りである。詳細は、ANNEX-G に示した。

a) 灌漑事業

(単位：万ペソ)

システム	直接買電	間接買電
ボンガポンプ#1	78.4	126.5
ボンガポンプ#2	102.7	165.7
ボンガポンプ#3	41.0	62.6
アルカラ-アムルン	479.4	-
ソラナ	387.0	660.4
リブマナン-カブサオ	289.5	463.6

b)小水力発電事業

(単位：万ペソ)

候補地点	事業費
No. 1	79.3
No. 2	96.8
統 合	165.2

7. 2. 5 内部収益率

経済的内部収益率 (EIRR) は、経済評価事業便益及び費用に基づき算定した。結果は、以下の通りである。

(単位：%)

事業	経済的内部収益率	
	直接買電	間接買電
a)灌漑事業		
ボンガポンプ#1	19.4	22.1
ボンガポンプ#2	22.2	25.4
ボンガポンプ#3	15.6	15.9
アルカラ-アムルン	33.7	-
ソラナ	27.4	27.4
リブマナン-カブサオ	39.5	44.1
b)小水力発電事業		
No. 1		13.7
No. 2		12.5
統 合		14.0

7. 2. 6 感度分析

便益及び費用の変化による事業の経済的弾力性を明らかにするため、以下の3ケースについて感度分析を実施した。

- 1) ケース 1: 費用が10% 増加した場合
- 2) ケース 2: 便益が10% 減少した場合
- 3) ケース 3: ケース 1とケース 2の組合せ

(単位: %)

	経済的内部収益率		
	ケース 1	ケース 2	ケース 3
a) 灌漑事業			
i) 直接買電			
ボンガポンプ#1	17.8	17.6	16.1
ボンガポンプ#2	20.4	20.3	18.6
ボンガポンプ#3	14.2	14.1	12.7
アルカラ-アムルン	30.1	29.8	26.5
ソラナ	25.3	25.1	23.1
リブマナン-カブサオ	36.7	36.4	33.7
ii) 間接買電			
ボンガポンプ#1	20.1	19.9	18.1
ボンガポンプ#2	23.3	23.0	21.0
ボンガポンプ#3	14.3	14.2	12.6
アルカラ-アムルン	-	-	-
ソラナ	25.1	24.8	22.6
リブマナン-カブサオ	40.8	40.4	37.4
b) 小水力発電事業			
No. 1	12.3	12.2	10.9
No. 2	11.2	11.1	9.9
統 合	12.6	12.5	11.2

7. 2. 7 経済評価の結果

上述の結果、灌漑及び小水力の全事業が経済的に妥当であるといえる。また、感度分析の結果は、本事業が便益及び費用の変化に対して比較的鋭敏で無いことを示した。

7. 3 財務分析

7. 3. 1 農家経営分析及び支払い能力

財務的観点から灌漑事業を評価するために、平均規模の圃場を経営する農家の経営分析を「事業を実施した場合」と「事業を実施しなかった場合」について実施し、各灌漑システムの受益農家の現況水利費の支払い能力の評価を行った。

事業完成後は周年灌漑のもとでの適切な灌漑耕種法が可能となる。よって事業を実施した場合には、各システムで作物の収量及び作付率の著しい増加とそれに伴う農家の農業収入の大幅な増加が期待できる。しかし、事業を実施しなかった場合には農業収入の増加は期待できない。

事業を実施した場合、農家の純余剰の増加が期待される。事業を実施した場合、平均規模の農家の農業所得は事業を実施しなかった場合のそれと比較して 2倍から4.5 倍となる。事業を実施した場合としなかった場合の、各システムにおける平均規模の農家の年間純余剰または支払い能力は、4.5.7 項に要約した。

純余剰の増加は、灌漑対象地区の農家に生産意欲をもたらすと考えられる。しかし事業を実施しても、小規模経営の農家にとって現行の水利費は、生産費とともに負担となる額である。

7. 3. 2 システムの財務分析

事業実施後、各灌漑システムの運営、維持・管理費は減少し、財務状態は、大幅に改善される。

収支バランスに基づき、各システムの財務状態を検討した。収入は水利費、支出は年間の運営、維持・管理費とし、水利費は現行の額を100%徴収する事とした。結果は、以下の通りである。

(単位：万ペソ)

	収入	支出	収支
a)直接買電			
ボンガポンプ#1	149.1	81.2	67.9
ボンガポンプ#2	235.9	106.1	129.8
ボンガポンプ#3	70.7	43.4	27.3
アルカラ-アムルン	566.5	494.4	72.1
ソラナ	960.4	395.3	565.1
リブマナ-カブサオ	647.9	301.6	346.3
b)間接買電			
ボンガポンプ#1	149.1	129.3	19.8
ボンガポンプ#2	235.9	169.1	66.8
ボンガポンプ#3	70.7	64.9	5.8
アルカラ-アムルン	-	-	-
ソラナ	960.4	668.8	291.6
リブマナ-カブサオ	647.9	475.7	172.2

7. 3. 3 事業資金の償還能力

各灌漑システム及び小水力発電の事業資金の償還計画を作成し、その償還能力を検討した。償還計画は以下の条件に基づいた

1)外貨分は、年利率2.7%、償還期間30年、据置期間10年の条件でフィリピン政府が融資する。

2) 現地貨分は、無利子、償還期間25年でフィリピン政府が融資する。

3) 水利費は現行の水利費とし、徴収率は100%とした。

各灌漑システム及び小水力発電の償還計画は、ANNEX-G 及びANNEX-II に示した。各灌漑システムの償還計画は、上記の資金調達条件では補助無しでは事業資金の返済が不可能であることを示している。返済期間の最終年（30年目）における不足額は、以下の通りである。

(単位：万ペソ)

システム	直接買電	間接買電
ボンガポンプ#1	- 3,734.3	- 4,031.8
ボンガポンプ#2	- 3,739.3	- 4,187.7
ボンガポンプ#3	- 2,433.8	- 2,764.0
アルカラ-アムルン	- 22,169.4	-
ソラナ	- 691.5	- 6,705.1
リブマナ-カブサオ	- 7,623.7	- 10,191.8

小水力発電の場合は、事業資金の返済が可能である。

7. 3. 4 財務分析の結果

灌漑事業は、農家経営を改善し、農家の生産意欲を高めると期待されるので農家の観点から妥当である。

一方、事業資金の面からは、事業の収入は農民からの水利費に限られているため、事業費を返済するには政府からの補助を必要とするが、それは、国家電力公社からの直接買電の場合の方が地方配電会社からの間接買電の場合より少額となる。

また、システムの財務状態は、大幅に改善され黒字に転換する。

7. 4 事業の波及効果

事業実施により、経済評価で算定した直接便益に加え、各種の間接便益及び社会経済的波及効果が期待できる。主な社会経済的波及効果は、以下の通りである。

1) 雇用機会の増大

本事業の建設期間中には、約90万人・日の未熟労働者に対する雇用機会が創出され、そのほとんどの労働力は、対象地区内外の農民から供給される事になる。更に、雇用者は各種分野の経験及び技術を習得することができ、これら経験の積み重ねは、農民によるシステムの運営、維持・管理作業に役立つことになる。加えて本事業は、土地の高度利用に伴う農作業の増大による農業労働需要を創出する。農業労働需要の増加は、年間約110万人・日と見積もられる。全労働人口に占める農業労働人口は、現況の3.4%から事業を実施した場合には7.1%に増加する。

2) 作物生産の増加

本事業実施により米の生産量は増加する。増産された米は、対象地区の自給及び主穀物の不足しているRegion IV への供給という重要な役割を果たす。更に、米の増産は精米業者及び商人に、加工費あるいは取扱手数料等の利益をもたらす。

3) 農家収入の増大

農家の収入は、主に米の増産により向上する。収入の増大は、農民の生活水準の向上のみならず地域経済の発展に貢献する。

4) 地域輸送の改善

地域輸送交通は、灌漑水路に沿って建設される維持・管理用道路により著しく改善される。道路網の拡大は、経済活動を強化するだけでなく地域内輸送交通にも貢献する。

8. 結論及び勧告

全ての灌漑事業は、国家電力庁からの直接買電または地方配電会社からの間接買電であるかに拘らず、技術的にも経済的にも実施可能である。感度分析の結果は、本事業が便益及び費用の変化に対して比較的鋭敏で無いことを示している。

灌漑事業は、農家経営の向上をもたらし、農家の生産意欲を高めると考えられるので農家の観点から妥当である。しかし、事業を実施しても、小規模経営の農家にとって現行の水利費は、生産費とともに負担となる額である。

一方、事業費の面からは灌漑事業の収入は農民からの水利費に限られているため、事業費を返済するには政府からの補助を必要とする。補助金は、国家電力公社からの直接買電の場合の方が地方配電会社からの間接買電の場合より少額となる。

また、灌漑システムの財務状態は、運営、維持・管理費の減少により大幅に改善され黒字に転換する。灌漑システムの財務状態は、国家電力公社からの直接買電の方が地方配電会社からの間接買電より良好となる。

全ての小水力発電事業は、技術的にも経済的にも実施可能である。全ての小水力発電事業は、長期低利率の融資条件で事業資金の返済が可能である。小水力発電事業では、No.1とNo.2の統合案が変電所を共有することから経済評価、財務評価の点から最も有利になる。

これらの灌漑及び小水力発電事業は、対象地区のみならず地域及び全国へ多大で持続的
社会経済便益をもたらす。したがって、国家電力公社からの直接買電による灌漑事業及び
統合案の小水力発電事業の早期実施を勧告する。そして事業を成功させるために、農業支
援組織の強化を行っていくことをも勧告する。