

ブータン王国
パロ谷農業総合開発計画基本設計調査(フェーズ2)報告書

平成二年四月

ブータン王国

パロ谷農業総合開発計画

基本設計調査(フェーズ2)

報告書

平成2年4月

国際協力事業団

国
立
研
究
所
蔵
書
CRUI
90-65

無調一
~~CRUI~~
90-65

JICA LIBRARY



1082611131

21195

ブータン王国

パロ谷農業総合開発計画

基本設計調査(フェーズ2)

報告書

平成2年4月

国際協力事業団

国際協力事業団

21195

序 文

日本国政府は、ブータン王国政府の要請に基づき、同国のパロ谷農業総合開発計画にかかる基本設計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、平成元年11月7日より12月16日まで、農林水産省北陸農政局計画部長 山本泰彦氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、ブータン王国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施した。帰国後の国内作業後、社団法人土地改良技術情報センター専務理事内山則夫氏を団長として平成2年3月13日より3月24日まで実施されたドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

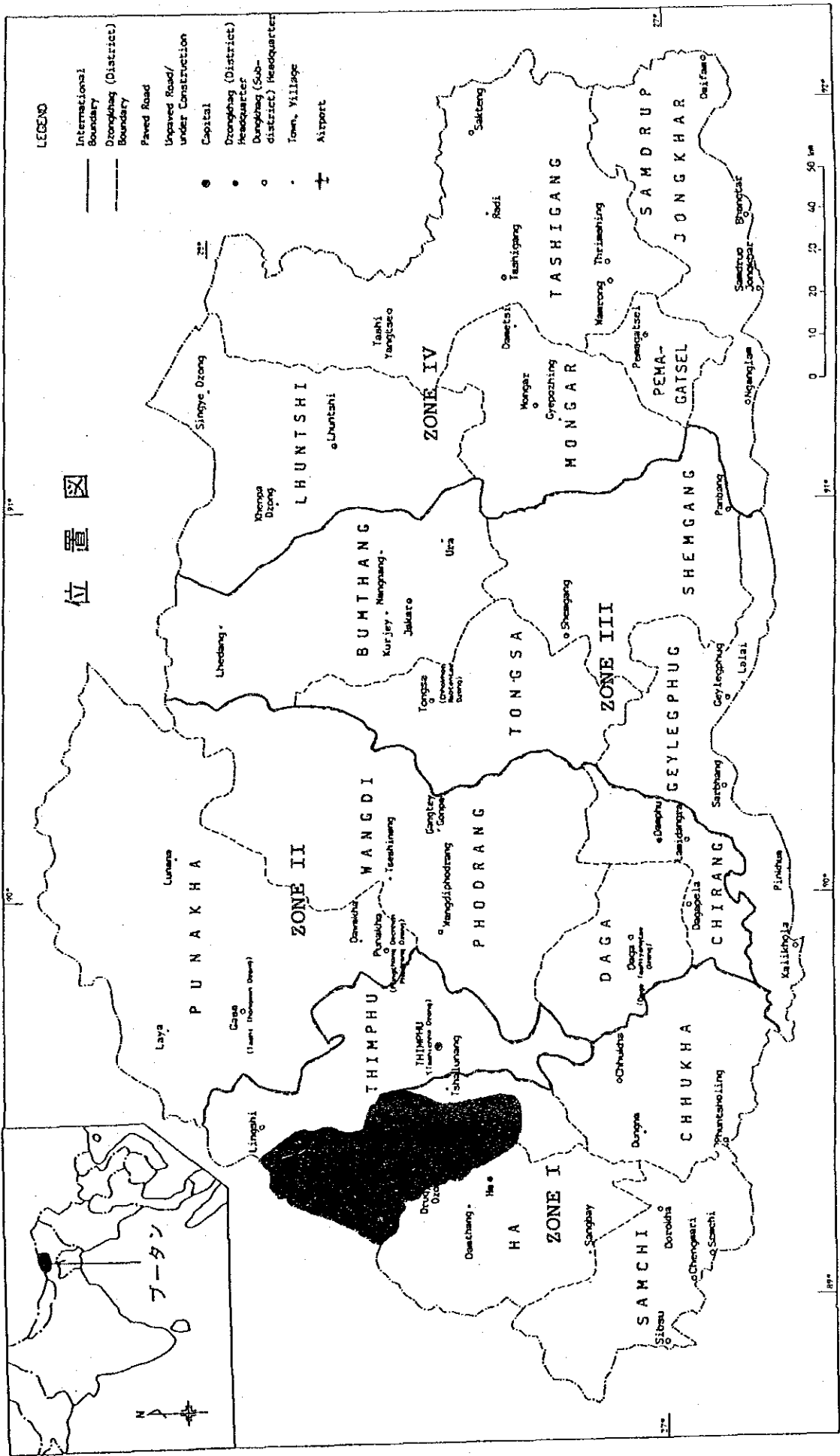
本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

最後に、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

平成2年4月

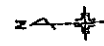
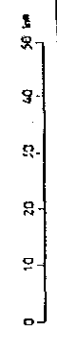
国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

位置図



LEGEND

- International Boundary
- District Boundary
- Paved Road
- Unpaved Road/under Construction
- Capital
- Headquarter (District)
- Dongshang (Sub-district) Headquarter
- Town, Village
- Airport



プータン

27°

100°

90°

100°

91°

101°

27°

要 約

ブータンにおける農・畜産業は、国内総生産(GDP)の41.4%、就業人口の87.2%を占めており、最も重要な産業である。国土面積 46,500Km²のほとんどがヒマラヤ山脈の山岳地形で構成され、モンスーン気候帯に属している。農地は国土の7.7%、356,000haにとどまり、かんがい面積は約30,000haにすぎない。1987年時点で人口 1,343,600人、人口増加率2.4%と推定されているが、上記の地形条件及び低い農業生産性により食糧の自給は達成されていない。

一人当たり国民所得は1987年にUS \$ 150とバングラデシュよりも低く、最貧国として分類されている。しかしながら、地理的条件から孤立した状態にあり農業・林業を中心として安定した経済社会を形成し近代産業への投資が行なわれなかったため、対外債務が1987年で41百万ドルと少なく、他の最貧国とは異なり比較的良好な債務状態にある。

ブータン政府は第6次国家開発計画(1987~92年)で経済的自立を最大目標とし、その実現のためには地域毎の自立が必要であるとして、全国で5ヶ所の農業重点開発地区を選定し、同地区内における農業関連施設の整備を計画・実施してきた。パロ谷農業開発計画はその中の1つである。

本計画については、FAO-RAPA(FAOアジア太平洋地域事務所)がブータン政府の要請を受け、1987年に事前調査を実施し、パロ谷4地区の開発案をまとめるとともに、その中からドティ川流域を優先地区にするとの結論を出していた。これに基づき、ブータン政府は、我が国に対し無償資金協力を要請してきた。当該要請を受け、日本政府は基本設計調査の実施を決定し、1988年11月から12月にかけてJICAが事前調査団を派遣したが、その結果、当該開発計画の基本的開発方針が確認され、ブータン側が今後独自に実施しうるような現状の農業基盤を生かした改善をパロ谷全域を対象に行なうプロジェクトコンポーネントが概定された。これに基づき基本設計調査団が派遣されることとなったが、調査はフェーズ1及びフェーズ2に分けられ、フェーズ1ではパロ谷全域の現状を調査し、整備計画の概要をマスタープランとして取りまとめるとともに、建設機械、プラント、既存農道改修についての基本設計を行い、フェーズ2では、フェーズ1で作成されたマスタープランに基づき各コンポーネントの基本設計を行なうこととされた。

当該調査方針により1989年3月29日から4月26日に至る29日間、フェーズ1基本設計調査団が派遣されたが、調査の結果策定されたマスタープランおよび基本設計は以下の通りである。

(1) マスタープラン

かんがい水路

	延長	備考
水路改修：コンクリート装工：	5.0km	二次製品と現場打ち
土水路整形：	9.0km	分水工を含む
スチール・スリユーム交換：	3.5km	水路No.17

取水堰の新設

コンクリート取水堰	4ヶ所
水路	No.6, 13, 14, 19
木工沈床堰	7ヶ所
水路	No.1, 3, 4, 8, 11, 12, 15

河川護岸

新設	サイト	延長	備考
	1	3.7km	左岸 フトンカゴ
	"	3.7	右岸 フトンカゴ
	2	6.5	フトンカゴ
	3	-	-
	4	1.75	フトンカゴ
	5	2.05	河床堀削
	6	-	-
	7	3.0	フトンカゴ
計		20.7km	

農道

	サイト	延長	備考
既存農道の改修	1	3.7km	幅員 3.0m 砂利舗装
新設農道	2	6.8	"
	3	9.5	"
	4	1.75	"
	5	-	"
	6	1.8	"
	7	3.2	"
計		26.75km	

圃場整備

Changkha-Thang地区 (1ヶ所)	
かんがいシステム：	水路No.8
かんがい面積	: 28ha
農家戸数	: 33戸

(2) 基本設計

フェーズ1調査では事業実施に必要なプラント、建設機械の基本設計および既存農道改修についての基本設計が実施された。その概要は以下の通りである。

<u>建設機械 (ステージ 1-1期)</u>				<u>既存農道改修</u>		延長	3.7 km
ブルドーザ	21	ton	1台	巾	員	3.0 m	
"	15	ton	4台	設計速度		30 km/hr	
"	3	ton	1台	舗装	装	砂利	
バックホウ	0.6	m ³	3台				
"	0.20	m ³	1台	<u>建設機械 (ステージ 1-3期)</u>			
"	0.04	m ³	2台	ブルドーザ	21	ton	1台
クラムシエル	0.6	m ³	1台	"	15	ton	1台
ダンプトラック	11	ton	8台	レーキドーザ	15	ton	1台
振動ローラー	10	ton	1台	バックホウ	0.6	m ³	1台
トラックミキサー	2.2	m ³	2台	"	0.35	m ³	1台
モルタルポンプ			1台	ダンプトラック	11	ton	8台
パワートローウエル			1台	振動ローラー	10	ton	1台
コンプレッサー	7.5	m ³ /min	1台				
ジャックハンマー			2台				
パイプレーター			2台				
タンパー			4台				
トラクタショベル	0.34	m ³	1台				
ベルトコンベヤー	7	m	1台				
サポーティング機材			1式				
<u>プラント</u>							
砕石プラント	30 ton/hr		1式				
パッチャープラント	強制練りパン型		1式				
二次製品コンクリートプラント	ブロック製造施設		1式				
	スチーム養生設備		1式				
	フォークリフト		2台				
	ディーゼル発電機		1台				
	鉄筋カッター		1台				
	水処理設備		1式				

以上の検討結果を踏まえ、フェーズ2基本設計調査団が、1989年11月7日から12月16日に至る40日間派遣された。調査団は業務開始に際してマスタープランで定められた基本方針及び各コンポーネントごとのプライオリティづけ・絞り込みの結果を説明し、これら全てについてブータン側の賛同を得て、フェーズ2調査を実施した。本調査においては先にプロジェクトコンポーネントとして絞り込まれた灌漑施設、農道、河川護岸、圃場整備の改修対象区間、地区の全てについて測量を実施し、更に当改修計画の経済効果、施設の維持管理計画及び農民組織形成に必要な農業・農村社会調査も併せて実施した。そして、帰国後、これらの調査結果を基に、本計画に関する基本設計が策定され、その内容はドラフトレポートにまとめられ、1990年3月13日から12日間、現地に派遣されたドラフトレポート説明調査団によってブータン国側に説明され、基本的に了承された。

フェーズ2調査の結果決定された施設の概要を以下に示す。

1) 施設 (計 28.55Km)

改修対象となる水路は以下の通りである。

水路名	延長(m)	受益面積(ha)
No.1 Shaba Shengo	1,906.0*	10.11
No.3 Shaba Bara	2,240.0*	18.20
No.4 Dujej Dingkha	1,762.0*	28.20
No.6 Serekha	1,398.2*	32.00
No.8 Tshetey Yuwa	666.9*	19.60
No.11 Kempa Tangyul	1,912.0*	15.90
No.12 Gesse Chawa	1,623.0*	34.00
No.13 Sharimochu	1,230.0*	24.00
No.14 Gangyul	2,547.0*	21.60
No.15 Danjimayu	2,390.0*	42.80
No.17 Jangsa	5,234.0*	60.80
No.19 Chendo Chukha	2,990.7*	48.00
No.21 Bamdoley	1,904.0*	40.00
No.28 Rema Thangyul	837.0*	24.20

(注) : *数値は路線延長であり、工事施工延長とは異なる。

2) 農道 (計 21.6Km)

全路線が新設農道として計画される。

路線名	延長(Km)	受益面積(ha)	農家数
Site 2 Bamdoley-Jangsa	6.2	116	95

Site 3	Satsan Chorten-Tshongdu	8.6	310	174
Site 4	Nyemizam-Khangku	1.7	43	38
Site 6	Bondey-Gyebjana	1.7	50	20
Site 7	Chorten-Sarpa-Deankha	3.4	50	32

3) 河川護岸 (計 17.05Km)

路線名	延長(Km)	摘要
Site 1 (Right side of Dotey River)	3.7*	Dotey川右岸
Site 2 Bamdoley-Jangsa(Market Bridge)	6.2*	Paro川左岸
Site 4 Nyemizam-Khangku	1.7*	
Site 5 (Right side of Gyebjana Rongchu)	2.05*	Gyebjana Rongchu右岸
Site 7 Chorten-Sarpa-Deankha	3.4*	

(注) : *数値は路線延長であり、工事施工延長とは異なる。

4) 圃場整備

Changkha-Thang地区の18,508haを対象とし、農道及び用排水路の設置を行なう。受益農家は27世帯である。

フェーズ1及びフェーズ2調査により決定された事業実施計画は以下の通りである。

ステージ 1. 1 期

- ・建設機械調達 (第1次) およびプラント建設

ステージ 1. 2 期

- ・かんがい施設 : No. 17 Jangsa(L=5,234m*), No. 12 Gesse Chawa(L=1,623m*), No. 11 Kempa Tangyul, (L=1,912m*), No. 15 Damjimayu(L=2,390m*)
- ・農道及び河川護岸 : Site 1 (ドティ川左岸) (L=3.7km)
- ・河川護岸 : Site 1 (ドティ川右岸) (L=3.7km*)

ステージ 1. 3 期

- ・かんがい施設 : No. 21 Bamdoley(L=1,904m*), No. 19 Chendo Chukha(L=2,991m*), No. 28 Rema Thangyul(L=837m*)
- ・農道 : Site 2 Bamdoley-Jangsa(Market Bridge)(パロ川左岸)(L=6.2km)
- ・河川護岸 : Site 2 Bamdoley-Jangsa(Market Bridge)(パロ川左岸)(L=6.2km*)

・建設機械調達（第2次）

ステージ 2. 1 期

- ・かんがい施設 : No. 13 Sharimochu(L=1, 230m*), No. 14 Gangyul(L=2, 547m*),
No. 1 Shaba Shengo(L=1, 906m*), No. 8 Tshetey Yuwa(L=667m*)
- ・農 道 : Site 3 Satsam Chorten-Tshongdu(L=8. 6 km)
Site 4 Nyemizam-Khangku(L=1. 7km)
- ・河川護岸 : Site 4 Nyemizam-Khangku(L=1. 7 km*)
- ・圃場整備 : 受益面積の上流側の約半分

ステージ 2. 2 期

- ・かんがい施設 : No. 3 Shaba Bara(L=2, 240m*), No. 4 Dujey Dingkha(L=1, 672m*),
No. 6 Serekha(L=1, 398m*)
- ・農 道 : Site 6 Bondey-Gyebjana(L=1. 7km)
Site 7 Chorten-Sarpa-Deankha(L=3. 4km)
- ・河川護岸 : Site 5 (Right side of Gyebjana Rongchu)(L=2. 05km*)
Site 7 Chorten-Sarpa-Deankha(L=3. 4km*)
- ・圃場整備 : 受益面積の下流側の約半分

(注) : *数値は路線延長であり、工事施工延長とは異なる。

本プロジェクトの実施は、農業省の下部組織である農業局 (Department of Agriculture) が担当する。フェーズ1 調査において基本設計が実施された機械に係わるオペレーターは農業機械化センター (AMC) で養成されることが決定し、既に養成が開始されており、プラントに係わる管理者及びオペレーターは日本での研修が予定されている。これらオペレーター等の人材については、さらに工事期間内にも実工事を通じての訓練を行なう必要があると判断される。

現在パロ谷には施設の維持管理組織は存在しないが、他の重点開発地区で実施され始めた方式を採用するものとし、現存する6カ所の農業普及センターの人員及び各水路の受益者により水管理委員会を組織し、維持管理に当たる。施設の維持管理作業は年2回実施するものとし、その作業は受益農民が共同で行い、その作業に必要な資材 (パロ県の予算で確保される) は農業普及センターの倉庫に保管され必要に応じて供給されるものとする。

本プロジェクトの工事实施に際しては、本プロジェクトで調達された機械を日本側がブータン国より貸与を受け、修理費、燃料費、労務費を負担の上で、上記施設の工事を行なう。ブータン側は、計画用地の無償提供、圃場整備地区での換地作業、工事に伴い必要とされる人員の確保を行なう。今回基本設計分の事業は全て日本側負担であり、ブータン側負担分はない。これら工事に要する概算事業費は以下の通りである。施設工事にはステージ1の第2期に11ヶ月を要する以

外は全て12ヶ月を要すると判断される。かんがい施設及び圃場整備工事は雨期の耕作期間中は休止する予定であるため実工期を各期とも8ヶ月で計画している。

ステージ 1.	2 期	425 百万円
	3 期	490 百万円
ステージ 2.	1 期	335 百万円
	2 期	373 百万円

農道整備により農業機械化が促進されると考えられるが、地域農民は牛乳が重要な栄養源であるとともに堆肥が肥料の主体であることから家畜の重要性を高く評価しており、今後の農業機械化により家畜飼養頭数を大きく減少させることなく現行の農畜混済システムを保持していく意向である。

本事業の効果としては米及び換金作物の増産が考えられ、その増産量は以下のように想定される。

米	902 M. T. (トン)
ジャガイモ	2,815 M. T. (トン)
リンゴ	3,409 M. T. (トン)

上記3品目による増産分は、本年度の庭先価格にして約3億7,090万円、1農家当り192,200円に相当している。この農家収入増に伴い、関係農民の生活向上とともに、農業機械化が促進され農業生産性の向上が期待される。耕耘機及び田植機の導入により稲作の経費はha当りNu. 6,732(57,902円)削減されるが、農家の平均水田面積が平均0.8haであることから、1農家当りは約Nu. 5,380の経費削減である。販売価格Nu. 30,000(258,030円)の耕耘機と、より高価な田植機を各農家が所有することは経済的でなく、現状のように農業機械所有者が請負耕作することが望ましいと考えられる。農業基盤整備と農業機械化の進展は農業生産性の向上をもたらすと考えられ、さらには地区自立のモデルとして国家開発計画の推進に大きく貢献するものと思われる。したがって、本計画を日本政府が無償資金協力で実施することの意義はきわめて大きいと判断される。

略語及び用語

FAO	(Food and Agriculture Organization of the United Nations)	国際連合食糧農業機関
RAPA	(Regional Office for Asia and the Pacific)	アジア太平洋地域事務所
UNDP	(United Nations Development Programme)	国連開発計画
IFAD	(International Fund for Agricultural Development)	国際農業開発基金
BRTF	(Indian Border Road Task Force)	インド国境道路局
NUDC	(National Urban Development Corporation)	国立都市開発公社
FCB	(Food Corporation of Bhutan)	ブータン食糧公社
PWD	(Public Works Department)	公共事業局
STCB	(State Corporation of Bhutan)	国立貿易公社

目 次

序 文	
位置図	
要 約	
1. 緒 論	1
2. 計画の背景	3
2.1 ブータン国の概況	3
2.2 ブータン国農業の概況	5
2.3 関連計画の概要	8
2.3.1 国家開発計画	8
2.3.2 農業開発計画	10
2.4 要請の経緯と内容	14
3. 計画地の概要	19
3.1 計画の位置及び社会・経済事情	19
3.2 自然条件	21
3.2.1 気 象	21
3.2.2 地 質	21
3.2.3 河 川	22
3.2.4 自然環境	22
3.3 社会環境	25
3.4 計画地の農業	29
4. 計画の内容	43
4.1 目 的	43
4.2 要請内容の検討	43
4.2.1 計画の妥当性・必要性の検討	43
4.2.2 実施・運営計画の検討	44
4.2.3 類似計画及び他の援助計画との関係	44
4.2.4 要請内容の検討	45
4.3 計画概要	48

5. 基本設計	53
5.1 かんがい施設	53
5.1.1 設計方針	53
5.1.2 設計条件の検討	54
5.1.3 基本設計	57
5.1.4 基本設計図	71
5.2 農道	81
5.2.1 設計方針	81
5.2.2 設計条件の検討	81
5.2.3 基本設計	82
5.2.4 基本設計図	84
5.3 河川護岸	92
5.3.1 設計方針	92
5.3.2 設計条件の検討	92
5.3.3 基本設計	93
5.3.4 基本設計図	101
5.4 圃場整備	105
5.4.1 設計方針	105
5.4.2 設計条件の検討	107
5.4.3 基本設計	110
5.4.4 基本設計図	113
5.5 施工計画	117
5.5.1 一般建設事情及び施工上の注意	117
5.5.2 施工方針	119
5.5.3 施工監理計画	119
5.5.4 資機材調達計画	119
5.5.5 実施スケジュール	121
5.5.6 概算事業費	123
6. 事業の効果と結論	125
6.1 事業の効果	125
6.2 結論	128
附属資料	
1. 調査団氏名	129

2. 調査日程	130
3. 面会者リスト	134
4. 協議議事録	135
5. パロ県庁の橋梁地点の流量記録	140
6. 農業調査結果	146
7. 農業普及センターからの農業投入材出荷記録	152
8. 作物毎の投入労働力	155
9. ブータン産換金作物のインド市場における潜在需要調査結果	169
10. かんがい水路一覧表	173
11. 用水量の検討	176
12. 圃場整備地区調査	180
13. 圃場整備地区所有者毎各筆面積調書	181
14. 減水深測定結果	185
15. 土壌調査結果	186
16. ドラフトファイナルレポート説明調査団氏名	188
17. ドラフトファイナルレポート説明調査日程	189
18. 協議議事録	190

1. 緒論

ブータン政府は第6次国家開発計画（1987～92）で経済的自立を最大目標とし、その実現のためには地域毎の自立が必要であるとして、全国で5ヶ所の農業重点開発地区を選定し、同地区内における農業関連施設の整備を計画・実施してきた。パロ谷農業開発計画はその中の1つである。

本計画についてはFAO-RAPAがブータン政府の要請を受け、1987年に事前調査を実施し、パロ谷4地区の開発案をまとめるとともに、その中からドティ川流域を優先地区にするとの結論を出していた。これに基づき、ブータン政府は、我が国に対し無償資金協力を要請してきた。当該要請を受け、日本政府は基本設計調査の実施を決定し、1988年11月から12月にかけてJICAが事前調査団を派遣したが、その結果、当該開発計画の基本的開発方針が確認され、ブータン側が今後独自に実施し得るような現状の農業基盤を生かした改善をパロ谷全域を対象に行うプロジェクトコンポーネントが概定された。これに基づき基本設計調査団が派遣されることとなったが、調査はフェーズ1及びフェーズ2に分けられ、フェーズ1ではパロ谷全域の現状を調査し、整備計画の概要をマスタープランとして取りまとめるとともに、建設機械、プラント、既存農道改修についての基本設計を行ない、フェーズ2では、フェーズ1で作成されたマスタープランに基づき各コンポーネントの基本設計を行うこととされた。当該調査方針により1989年3月29日から4月26日に至る29日間、農林水産省北陸農政局計画部長山本泰彦氏を団長とする基本計画調査団（フェーズ1）が派遣され、その後国内作業を経てフェーズ1の業務は完了し、この結果を踏まえて前記山本氏を団長とする基本設計調査団（フェーズ2）が1989年11月7日から12月16日に至る40日間派遣された。調査団は業務開始に際しマスタープランで定められた基本方針及び各コンポーネントごとのプライオリティづけ・絞り込みの結果を説明し、これら全てについてブータン側の賛同を得て、フェーズ2調査を実施した。本調査においては先にプロジェクトコンポーネントとして絞り込まれた灌漑施設、農道、河川護岸、圃場整備の改修対象区間、地区の全てについて測量を実施し、更に当該改修計画の経済効果、施設の維持管理計画及び農民組織形成に必要な農業・農村社会調査も併せて実施した。本報告書はフェーズ2の調査の結果をとりまとめたものである。

本件調査団員名、調査日程、面会者リスト、協議議事録及び収集資料を附属資料に添付する。

2. 計画の背景

2.1 ブータン国の概況

ブータンにおける農・畜産業は、国内総生産（GDP）の41.4%、就業人口の87.2%を占めており、最も重要な産業である。国土面積46,500km²のほとんどがヒマラヤ山脈の山岳地形で構成され、モンスーン気候帯に属している。農地は国土の7.7%、356,000haにとどまり、かんがい面積は約30,000haにすぎない。1987年時点で人口1,343,600人、人口増加率2.4%と推定されているが、上記の地形条件及び低い農業生産性により食糧の自給は達成されていない。

一人当たり国民所得は1987年にUS\$150とバングラデシュよりも低く、最貧国として分類されている。しかしながら、地理的条件から孤立した状態にあり農業・林業を中心として安定した経済社会を形成し近代産業への投資が行われなかったため、対外債務が1987年で41百万ドルと少く、他の最貧国とは異なり比較的良好な債務状態にある。

ブータンは18の県に分かれているが、第6次国家開発計画の目的達成のため、1989年より全国を4地区に分け、各々に地方行政区（Zonal Administration、以下ZAと略称する）が置かれることとなった。

ゾーン名	県
a. 西部ゾーン	ゾーンⅠ：Ha（ハー）、Paro（パロ）、Chukha（チュカ）、Samchi（サムチ）
b. 西中央ゾーン	ゾーンⅡ：Punakha（プナカ）、Wangdiphodrang（ウォンデホドラン）、Chirang（チラン）、Daga（ダガ）
c. 東中央ゾーン	ゾーンⅢ：Bumthang（ブムタン）、Tongsa（トングサ）、Shemgang（シェムガン）、Geylegphug（ガレフー）
d. 東部ゾーン	ゾーンⅣ：Lhunsi（ルンチ）、Mongar（モンガル）、Tashigang（タシガン）、Pemagatshel（ペマガテル）、Samdrupjongkhar（サムドラジョンカ）

なお、Thimphu（ティンブー）は首都圏として独立し上記4地区には含まれない。

ZA設置の目的は次のとおり。

- ① 地方分権の強化と地域の自立化を図る。
- ② 行政区に属している県との連携を強化し各ゾーンの開発協力を高める。
- ③ ゾーンレベルに移された計画、プログラムの実施能力の強化を図る。
- ④ 各県の開発能力を向上させるためZAからの調整連絡を行う。
- ⑤ ZAが関連機関と連携し、住民への各種開発サービスの提供の効率化を図る。

本計画対象地区であるパロ県はゾーンⅠ地区に属しておりその行政府はChukha（チュカ）に設置されている。ゾーンⅠ及びⅡは1989年1月1日より、ゾーンⅢは1989年7月1日より機能を開始しているが、ゾーンⅣについては準備段階となっている。

2.2 ブータン国農業の概況

(1) 土地利用及び土地所有形態

ブータンの全農地は 356,000ha と評価されている。その内勾配30%以下の耕作地が 65,000ha、勾配30%以上の階段状の耕作地が 176,000ha、焼畑 115,000ha と分類されている。

ティンブー県とゾーン I 及び II の計 9 県において実施された1988年の農業調査結果によれば、9 県全体の農地面積60,130haの内、水田15,400ha、畑地25,120ha、焼畑11,130ha、家庭菜園 980ha及び果樹園 7,500haであった。

所有面積分布を以下に示す。

所有面積(ha)	農家数	パーセント
0.01-0.49	2,330	8.3
0.50-0.99	4,410	15.8
1.00-1.49	4,830	17.3
1.50-1.99	3,310	11.8
2.00-2.99	5,260	18.8
3.00-4.99	4,380	15.7
5.00以上	2,960	10.6
土地所有者計	27,480	98.3
農家数合計	27,960	100.0

全農家数27,960に対し、平均所有面積は2.15haであるが、所有面積 1.0ha以下の農家が 24.1%、2.0ha以下の農家は53.2%、3.0ha以下の農家は72.0%となる。9 県における土地無農家は2%以下の 480農家であった。

(2) 農業生産

主要穀物は米、トウモロコシ、小麦、大麦、ソバ及び粟であり、その総作付面積は1984年において、124,100haである。その他豆類、ジャガイモ等を含めその作付面積と収穫量の変動を1981年との比較で以下に示す。

作物名	作付面積('000ha)		収穫量('000M. T.)		
	1981	1984	1981	1984	
穀物	米	28.0	30.6	57.4	65.0
	小麦/大麦	12.0	14.4	13.3	16.0
	トウモロコシ	56.8	58.5	80.7	87.3
	ソバ/粟	15.5	20.6	12.3	16.8
その他	豆類	4.0	3.0	2.4	2.6
	マスタード	2.9	5.0	1.9	3.5

ジャガイモ	3.7	4.2	24.9	32.6
	<u>1981</u>	<u>1984</u>	<u>1981</u>	<u>1984</u>
チリ／野菜	3.1	1.7	12.2	5.3
オレンジ	6.2	7.8	25.6	30.7
リンゴ	1.5	1.6	3.3	3.5
カルダモン	5.9	8.8	2.8	3.0

換金作物の中ではチリのみが減産傾向を示していることがわかる。

(3) 換金作物

近年ブータンからの農産物輸出は、新市場としてバングラデシュが浮上し、以前のインド市場に限定されていた場合に比較して大きく流通形態が変化を見せ始めている。リンゴ及びオレンジの対バングラデシュ輸出は1982年より開始され、その他グリーンピース、トマト等の作物も1988年より試験的に輸出され始めている。国立貿易公社(State Corporation of Bhutan)調べでは、現在、リンゴ年間2,000ton、オレンジ8,000～10,000tonに達し、それら産物の輸出の70～80%に相当している。

バングラデシュ向農産物輸出により、インドRs以外のハードカレンシー(US\$, 日本円、ポンド、ドイツマルク、スイスフラン、シンガポールドル、ホンコンドル、オーストラリアドル)を獲得できる為、政府は販売価格に対し30%の補助金を付けている。バングラデシュにおいては、中東の産油国への再輸出が行われており、ブータンからも木箱(最近ではダンボール箱に変わりつつある)梱包して出荷している。インド市場では1～3級への等級分けが必要であるが、バングラデシュ市場では絶対的な品薄傾向から等級分けが実施されていない。

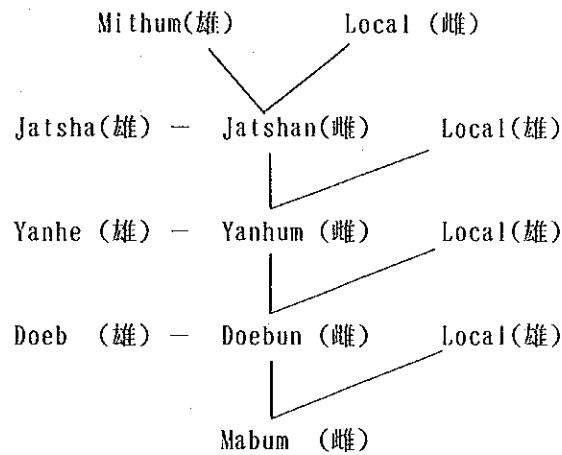
現在パロ県内にも4業者が在住しリンゴ輸出に従事している。1エーカー程度以上の比較的大規模な果樹園においては、買取価格が競争入札で決定され、業者負担で摘果、箱詰、運搬まで行い、樹木の損害保証も行うため、農家にとってもバングラデシュ向け出荷は歓迎されている。パロの庭先価格は、約Nu6.00/kgであるが、バングラデシュでの取引価格はUS\$689/ton(約Nu11.53/kg)程度である。この取引はSTCBが窓口となっており、バングラデシュの業者がSTCBに代金をUS\$で支払い、STCBは同額に30%を増額した現地通貨を業者に支払っている。

(4) 畜産

標高3,000m以上の高地においてはヤクが飼養され、インド国境付近の南部においては水牛・山羊が飼養されている。牛は全国において飼養されている。家畜頭数は1988年時点において、牛401,446、ヤク40,065、水牛5,467、羊39,235、山羊48,055、馬/ロバ27,083、豚73,287、家禽229,944であった。

ヤクは、乳用及び食用として飼養されていて、役畜としては利用されていない。

牛は、農業機械化の遅れているブータンにおいては役畜として重要であり、牛乳は国民の重要な栄養源である。インドアッサム原産のミツン(Mithum)牛は乳脂肪分が高いが、気性が荒く役畜としては不向であるため、在来種との交配が伝統的に行われてきた。一般の牛の染色体数は $2n=60$ であるが、ミツン牛のそれは $2n=58$ であるため、交配種の雄は繁殖能力を持たないので、以下のような交配が伝統的に行われており、交配種には世代別に種名が付けられている。



従って、外見上肩のコブの大きさ、角の形状まで多様である。

馬は運搬手段として飼育され、農耕には全く用いられていない。食用家畜は、ヤク、豚及び家禽である。

2.3 関連計画の概況

2.3.1 国家開発計画

ブータン政府は、インド政府、国連その他国際援助機関の援助を受けて、開発5ヶ年計画を5回（1961-66, 1966-71, 1971-1976, 1976-81, 1987-92）、そして開発6ヶ年計画を1回（1981-87）策定してきた。これらの計画を通して、教育及び医療施設が拡充されるとともに、約2000kmの道路が新設された。現在第6次開発計画を実施中である。

国家開発計画の部門別支出配分を表2.1に示す。第1次支出額との比較を行えば、第2次、第3次、第4次及び第5次において、それぞれ1.9倍、4.4倍、10.3倍及び43.4倍に増大している。更に、第6次計画予算総額は88.7倍に達してしる。第6次計画においては、次の9項目がその目的とされている。

- ①政府行政能力の強化
- ②国家的アイデンティティの護持と促進
- ③国内資源の動員化
- ④農村部所得の向上
- ⑤農村部住宅の改善と再定住
- ⑥開発サービスの統合と改良
- ⑦人的資源の開発
- ⑧国民の開発への参画の促進
- ⑨国家的「自立」の促進

表 2.1 国家開発計画の部門別支出配分

単位：百万円

部 門	第1次 (1961-66)	第2次 (1966-71)	第3次 (1971-76)	第4次 (1976-81)	第5次 (1981-87)	第6次 (1987-92)
農 業	1.9	21.6	58.6	259.0	419.4	822.1
食糧公社	—	—	—	—	135.5	106.5
畜 産	1.5	5.8	24.2	61.5	162.4	331.0
林 業	3.2	6.9	28.4	110.3	229.9	418.2
電 力	1.5	9.1	3.1	50.5	340.5	1,247.9
貿易・産業	1.1	1.0	25.2	175.0	323.3	1,276.1
地質調査	—	—	—	—	—	35.3
公共事業	62.9	70.5	84.6	128.3	787.5	887.2
運輸／航空	7.5	12.0	9.5	—	26.3	48.8
郵便及び電報	0.5	5.9	11.4	16.9	65.8	68.1
通 信	—	—	14.8	37.3	33.7	133.8
観 光	—	—	14.1	12.5	29.1	—
ドムック・17-(国営航空)	—	—	—	—	—	391.0
教 育	9.4	35.7	90.0	134.6	519.1	778.8
厚 生	3.1	16.7	38.1	54.6	237.5	399.1
情報及び放送	0.1	1.4	4.0	11.0	36.1	95.9
都市開発	—	—	—	—	187.3	248.7
中央政府	—	—	—	—	1,114.9	1,973.8
県	—	—	—	—	—	238.5
そ の 他	14.4	15.6	42.5	54.7	—	—
合 計	107.2	202.2	475.2	1,106.2	4,648.3	9,500.9

出典：計画委員会

2.3.2 農業開発計画

(1) 農業部門

第6次国家開発計画における農業部門の目標及び基本方針を以下に示す。

1) 目標

- a) 主要食糧の自給率向上
- b) 換金作物の開発による農民所得の増加
- c) 土地及び労働生産性の向上

2) 農業開発方針

a) 重点地区の開発

農業生産性の高い地区を選出し、地区内における農業関連施設を整備して重点的な農業開発プロジェクトを実施する。重点地区を以下に示す。

Chirang Hill Irrigation Project(チラン高原かんがいプロジェクト)

内容：既存かんがい施設の改良、土壌保全と水源流域の管理改善、作物多様化促進
支援サービスの強化

地区：Chirang 県内の4郡 水源流域：4,400ha
農地面積：2,800ha
かんがい面積：1,310ha

事業費 (US\$M.) : 4.35

援助機関：ADB

Tashigang-Mongar Area Development Project(タシガン・モンガル地域開発プロジェクト)

内容：かんがい施設のリハビリテーションと改良4地区、農道建設3地区計34km、
各種農業の支援サービスの実施

地区：Tashigang 及びMongar県

事業費 (US\$M.) : 6.667

援助機関：UNDP, IFAD

Punakha-Wandi Valley Development Project(プナカ・ウオンディ渓谷開発プロジェクト)

内容：かんがい施設のリハビリテーションと改良、各種農業支援サービス強化、土
壌保全と村落林育成強化パイロット事業実施による環境保全

地区：Punakha 県の9郡、Wandi 県の8郡、Thimpu県の2郡

事業費 (US\$M.) : 3.74

援助機関：IFAD, UNDP

Paro Valley Development Project(パロ谷開発プロジェクト)

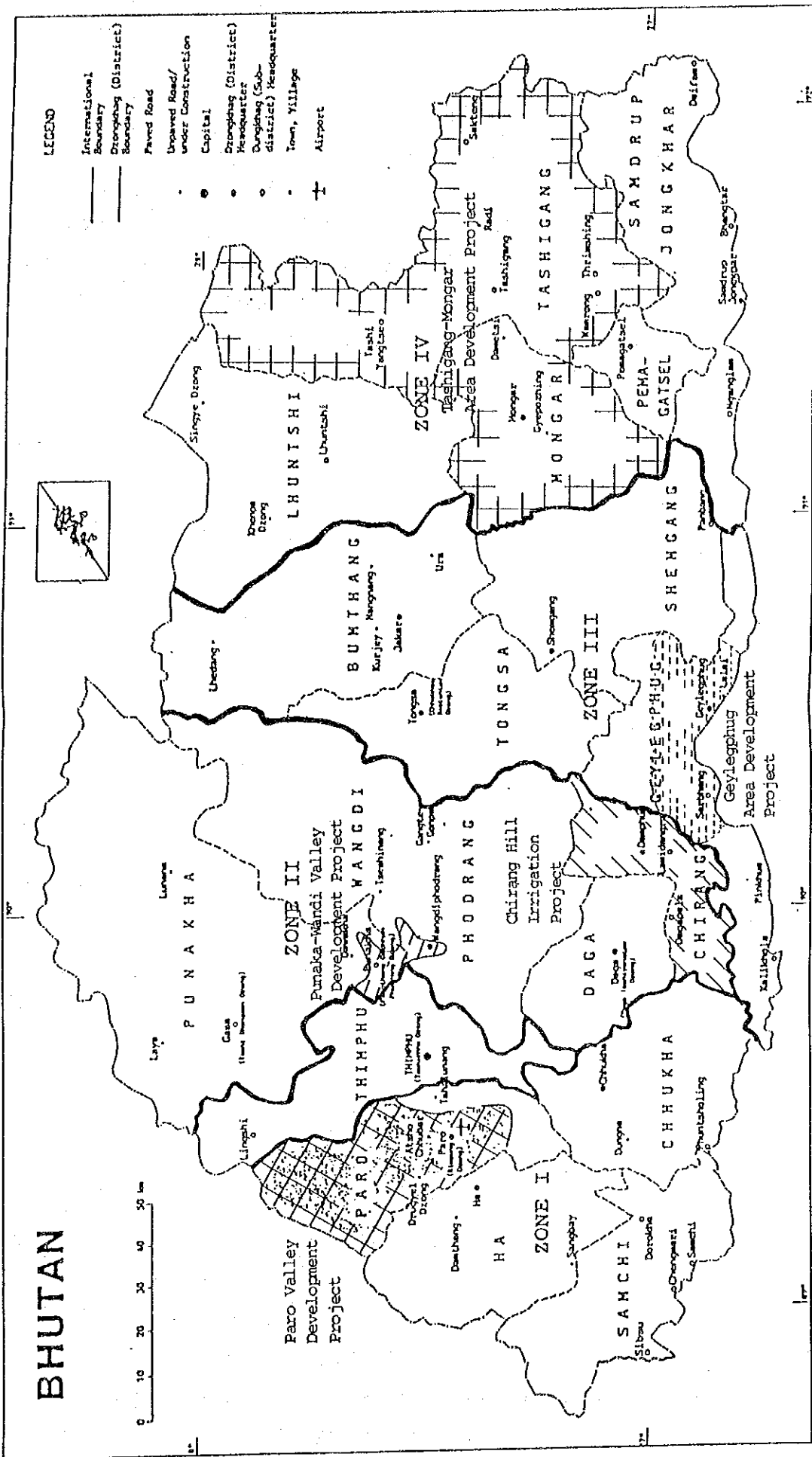


图 2.1 重点開發地区位置图

当該プロジェクト

Geylegphug Area Development Project(ガレフー地域開発プロジェクト)

内容：かんがい開発及びリハビリテーション、土壌及び土地資源評価、階段畑工及び土壌保全、緑肥及びコンポスト、農業普及サービス、人的資源開発、農業開発、Bhur（プール）農場開発、園芸開発、技術援助、適応研究、穀物及び油用種子作物の生産強化、交配による牛の品種改良、水牛の改良、養豚開発、家畜開発、飼料作物開発、畜産普及。

地区：Geylegphug県の7郡

事業費：Nu. 51.57百万

援助機関：インド政府

b) 一般農業開発プログラム

重点開発地区以外での農業支援サービスを実施する。

c) 一般農業支援サービスの強化

支援サービスの準備及び強化は、次の項目について実施される。

- i) かんがい及び土地開発に関する技術的支援（調査、設計、施工、管理等）
- ii) 農業研究
- iii) 植物保護サービス
- iv) 農業資材、種子及び苗、化学肥料、農具及び農業機械の供給
- v) 農業金融
- vi) ポストハーベスト支援サービス
- vii) 研修サービス

(2) 畜産部門

第6次国家開発計画における畜産部門の目標及び基本方針を以下に示す。

1) 目 標

- i) 畜産部門での自給自足の達成
- ii) 農村地区の所得向上
- iii) 堆肥及び役畜労力供給による国全体の農業支援

2) 畜産開発方針

主要計画及びプロジェクトは3種類に分類される。

- a) 集中畜産開発計画 (Intensive Livestock Development Programme) 全国から35郡を選出して酪農中心に開発され、更に5郡で水産開発が実施される。

高地開発プロジェクト(High Altitude Area Development Project)

地区：Bumthanyの4郡、Tangsaの2郡、Wangdiphodrangの4郡

目的：資源の総合的有効利用により家畜の生産性を改良し、ミルク、バター、チーズ、羊毛等の主要畜産物の自給を達成する

内容：人工授精、種畜の供給、予防接種、農民金融、Bumthangでのミルク処理場の設置等

事業費：Nu. 39.3 百万

援助機関：スイス政府

高地畜産開発プロジェクト(Highland Livestock Development Project)

地区：Mongarの3郡、Lhuntshiの1郡、Tashigangaの2郡、Samdrup Jongkharの1郡、Pema Gatshelの7郡、Chukhaの10郡、Samchiの1郡

目的：家畜の生産性向上、国内消費畜産品の流通改善、放牧地の適正管理による環境保全

内容：人工授精、種畜の供給、予防接種、獣医センターの建設、農民金融、700リットル/時の能力を持つミルク処理プラントをPhuntsholingに設置

事業費：Nu. 83.3 百万

援助機関：ADB, ノルウェー政府

総合水産開発プロジェクト(Integrated Fishery Development Project)

地区：Geylegphugの2郡、Samdrup Jongkharの3郡

内容：合計 108haの池での養魚、300-400 の農民への養魚訓練、幼魚1,090,000匹、子豚 9,396頭、雛アヒル71,438羽の供給

事業費：Nu. 11,482 百万

援助機関：不明

b) 県別一般畜産開発計画 (Dzongkhag General Livestock Development Project)

集中畜産開発に含まれない 156郡を対象とする。

内容：人工授精、種畜供給、予防接種、獣医センター建設、農民金融等

事業費：Nu. 51.042百万

c) 中央管理支援計画

開発に必要な投入材を全て中央管理とし、有効に運営する。

事業費：Nu. 114.775百万

2.4 要請の経緯と内容

パロ川流域はブータン王国の農業先進地域で、これまでもブータン農業の指導的役割を果たしてきた。ブータン政府による第6次国家開発計画の中でパロ川流域において近代的農業の中心地を形成しようという本計画は、食糧自給を目的とするこの国にとってその意義はきわめて大きい。

農業の近代化は、農業機械化及びインフラストラクチャの整備を骨子とした地域経済の活性化によって実現できるものと考えられている。パロ県における農業機械化については、すでにわが国の無償資金協力（農業機械化センター建設計画等）により第一歩が踏み出されている。インフラストラクチャについては、その整備すなわちかんがい水路の改修、農道改修・新設、農地保全を目的とした護岸整備、圃場整備などがパロ川流域における農業近代化のための緊急課題で、本課題への対応が日本政府に対する当要請の基本的な目的となっている。

ところで、ブータン国政府は、さきに、重点農業開発地区の一つであるパロ川流域について、パロ谷農業総合開発計画の検討を試みた。ブータン政府の要請を受け、FAO-RAPAは、1987年9～10月、事前調査を実施した。当調査団は、パロ谷を4地区にわけ、ドティ川流域地区を最優先開発地区とすべきであるとの報告書を取りまとめた。これに基づき、ブータン政府は、わが国に対し無償資金協力を要請してきた。この要請を受け、わが国は1988年11月から12月にかけて事前調査団を派遣したが、当調査団により確認された基本事項は以下の通りであった。

- 1) FAOの事前調査ではドティ川地区のみで基盤整備を計画しているが、同計画では同地区への投資が過大となり、また生産形態及び社会形態において大きな変化が生じる可能性があることからパロ谷開発計画として望ましくない。ブータン側が今後独自に実施し得る現状を空かした改善が望ましく、現状の農業基盤を生かしたエクステンシブな（ドティ川地区に限定せず、パロ谷全域を対象とした）整備計画を立案するのが妥当である。
- 2) 整備計画の対象コンポーネントとしては、かんがい水路、農道、河川護岸及び圃場整備を取りあげることは妥当であり、パロ谷全域を対象に各地区の夫々の開発ニーズを検討すべきである。また、本計画の実施及び計画施設の維持・管理に必要となる建設機械、コンクリートプラントを協力対象に加え基本設計調査を実施するのが妥当である。
- 3) 圃場整備に関しては、パイロット事業という形で本計画に組み込むことが妥当である。

上記の確認事項を踏まえ、日本側でフェーズ1及びフェーズ2に分け基本設計調査を実施することが決定されたが、フェーズ1基本設計調査団の派遣前にブータン側より提出された要請項目は以下の通りである。

i) かんがい水路

郡	水路数	水路延長	受益面積
Tsento	4	9.92km	191.20ha
Lango	4	11.12	447.37
Shaba	4	8.36	186.23
Wangchang	3	4.926	225.96
Dotey	2	4.86	111.74
Luni	3	7.11	186.45
Shari/Hore	7	18.09	446.14
	27	64.386 km	1,795.09ha

ii) 農道

64.78km

iii) 護岸工

39.3 km

iv) 圃場整備

(a) Changkha Thang 28.3ha

(b) Dob Damji 30.4ha

v) 機材

① 施工機械

(a) ブルドーザ 200HP 15ton	2台
(b) ブルドーザ 100HP	2台
(c) トラクタショベル 120-130HP	4台
(d) バックホウショベル 60HP	2台
(e) バックホウショベル 39HP	2台
(f) バックホウショベル 20-25HP	5台
(g) ベルトコンベヤー、電動モーター式	10台
(h) ダンプトラック 2 m ³	8台
(i) 振動ローラー 8-10ton	2台
(j) 不整地運搬車 2.5-5ton	10台
(k) タンパーガソリンエンジン 4HP	5台
(l) パワートロウエル	5台

② サポートイング機械

1式

vi) プラント (a) 砕石プラント

(b) 二次製品コンクリートプラント

vii) その他 部品、運搬、据付、訓練等

フェーズ1におけるマスタープラン策定に際し、既存農業基盤の現状を最大限に活かしつつこれを改善し、農作業の効率化を図ることを基本方針とした。緊急性、重要性からそれぞれのプロジェクトコンポーネント内でのプライオリティづけ及び各コンポーネントの組み合わせ検討を行い、かんがい水路、農道、河川護岸についてはパロ谷での全体的な改善・整備計画をたて、圃場整備については、地区内にパイロットファームを設置する計画とした。マスタープランの概要を以下に示す。

かんがい施設

	<u>延長</u>	<u>備考</u>
水路改修：コンクリート装工：	5.0km	二次製品と現場打ち
土水路整形：	9.0km	分土工を含む
スチール・ワリューム交換：	3.5km	水路17

取水堰の新設

コンクリート取水堰	： 4ヶ所
水路No. 6, 13, 14, 19	
木工沈床堰	： 7ヶ所
水路No. 1, 3, 4, 8, 11, 12, 15	

圃場整備

Changkha-Thang地区（1ヶ所）

かんがいシステム	： 水路 No. 8
かんがい面積	： 28ha
農家戸数	： 30戸

農道

	<u>延長</u>	<u>備考</u>
既存農道の改修：サイト 1	3.7Km	幅員3.0m 砂利舗装
新設農道	：	
" 2	6.8	幅員 " "
" 3	9.5	幅員 " "
" 4	1.75	幅員 " "
" 5	—	
" 6	1.8	幅員 " "
" 7	3.2	幅員 " "

計 26.75Km

河川護岸

		延長	備 考
新 設	； サイト 1	3.7Km	左岸 フトンカゴ
	サイト 1	3.7	右岸 フトンカゴ
	サイト 2	6.5	フトンカゴ
	サイト 3	—	—
	サイト 4	1.75	フトンカゴ
	サイト 5	2.05	河床掘削
	サイト 6	—	—
	サイト 7	3.0	フトンカゴ工
	計	20.7Km	

計画の対象地区が8郡にわたり約3,000haと広いうえに、河川に沿った細長い地域であること、上述のとおり工種も多岐にわたり工事量も多いこと、更にまた、本事業の労働力は地元農民の参加によることを基本としていることから、本計画の実施には建設機械を効率よく稼働させるとともに、必要労働力の確保が重要となる。こうした条件を加味すれば計画の実施はパロ谷全域を、ドティ川を含むパロ川上流部（ステージ1）と下流部（ステージ2）とに区分して実施するのが妥当であり、その場合の工期としては前者が約36ヶ月、後者が約24ヶ月を想定し得る。

本整備計画を実施するために必要なプラント・建設機械、既存農道改修については、フェーズ1調査において基本設計を実施し、機種、台数、規模等を決定した。なお、その実施概要は以下に示すとおりである。

ステージ 1-1期

建設機械

ブルドーザ	21 ton	1台
	15 ton	4台
	3 ton	1台
バックホウ	0.6 m ³	3台
	0.20 m ³	1台
	0.04 m ³	2台
クラムシェル	0.6 m ³	1台
ダンプトラック	11 ton	8台
振動ローラー	10 ton	1台
トラックミキサー	2.2 m ³	2台
マルチポンプ		1台
ポートローザル		1台
コンプレッサー	7.5 m ³ /min	1台
ジャックハンマー		2台
パイプレーク		2台
タンパー		4台
トラックショベル	0.34 m ³	1台
ベルトコンベヤー	7 m	1台

サポーティング機材 1式

プラント

砕石プラント	30 ton/hr	1式
バッチャープラント	強制練りバ型	1式
二次製品コンクリートプラント	700kg製造施設	1式
	スチーム養生設備	1式
	フォークリフト	2台
	ディーゼル発電機	1台
	鉄筋カッター	1台
	水処理設備	1式

ステージ 1-2期

<u>既存農道改修</u>	延長	3.7km
	巾員	3.0m
	設計速度	30 km/hr
	舗装	砂利

ステージ 1-3期

建設機械

ブルドーザ	21 ton	1台
	15 ton	1台
レールドーザ	15 ton	1台
バックホウ	0.6 m ³	1台
	0.35 m ³	1台
ダンプトラック	11 ton	8台
振動ローラー	10 ton	1台

3. 計画地の概要

3.1 計画地の位置及び社会経済事情

本計画地は、ブータン王国の西部パロ県のパロ川及びその支流ドティ川沿いの農耕地域で、北緯27°20'～27°35'、東経89°15'～89°30'に位置している。計画として選定されている8郡は、Tsento (ツェントー), Lango (ランゴー), Dotey (ドティ), Shari (シャリ), Hore (ホレ), Wangchang (ワンチャン), Luni (ルニ), Shaba (シャバ) であり、その境界を図3.1に示すとともに各郡の1987年時点の人口及び世帯数を以下に示す。

郡	人口	世帯数
Tsento	1,768	282
Lango	1,845	320
Dotey	767	134
Shari	1,361	213
Hore	786	185
Wangchang	1,785	345
Luni	1,287	197
Shaba	1,569	185
計	11,168	1,930

1959年のダライラマのチベット脱出に伴うチベット難民がパロ地区にも定住している。彼らは畑地を与えられ、各郡に散在している。最近ダライラマはインドへの移住を呼び掛けているが、ブータン政府としては、チベット人が希望すれば移住を認める方針である。

パロ地区の外国人で人口比率がチベット人より高いのは、インド人労働者であり、国道の維持管理、空港拡張工事等に従事している。労働者はバラック小屋の集落を形成して生活している。ブータン国内の公務員は23%が外国人であり、そのほとんどがインド人である。

パロの主要産業は農業及び林業であり、換金作物及び材木の輸出が盛んである。パロには国内唯一の国際空港があり、The Tiger's Nestと呼ばれているTagtshang 僧院、博物館、Dzong 等の観光資源を持ち、毎年春月にパロで行われる祭りは有名である。しかしブータン観光は1974年から開始されたが、政府の方針として観光客の受入れ数は制限されているため、現在も年間2,500人程度に留まっている。

パロには、パロ川とドティ川の合流点近くの古くからの商店街とBondey (ボンディ) 橋付近の商店街が存在する。更に日曜毎にサンデーマーケットが古くからの商店街の端で開かれる。野菜・肉等の商品がその日だけ取引されていたが、最近ではBondey橋付近の商店街では常に野菜が販売されている。

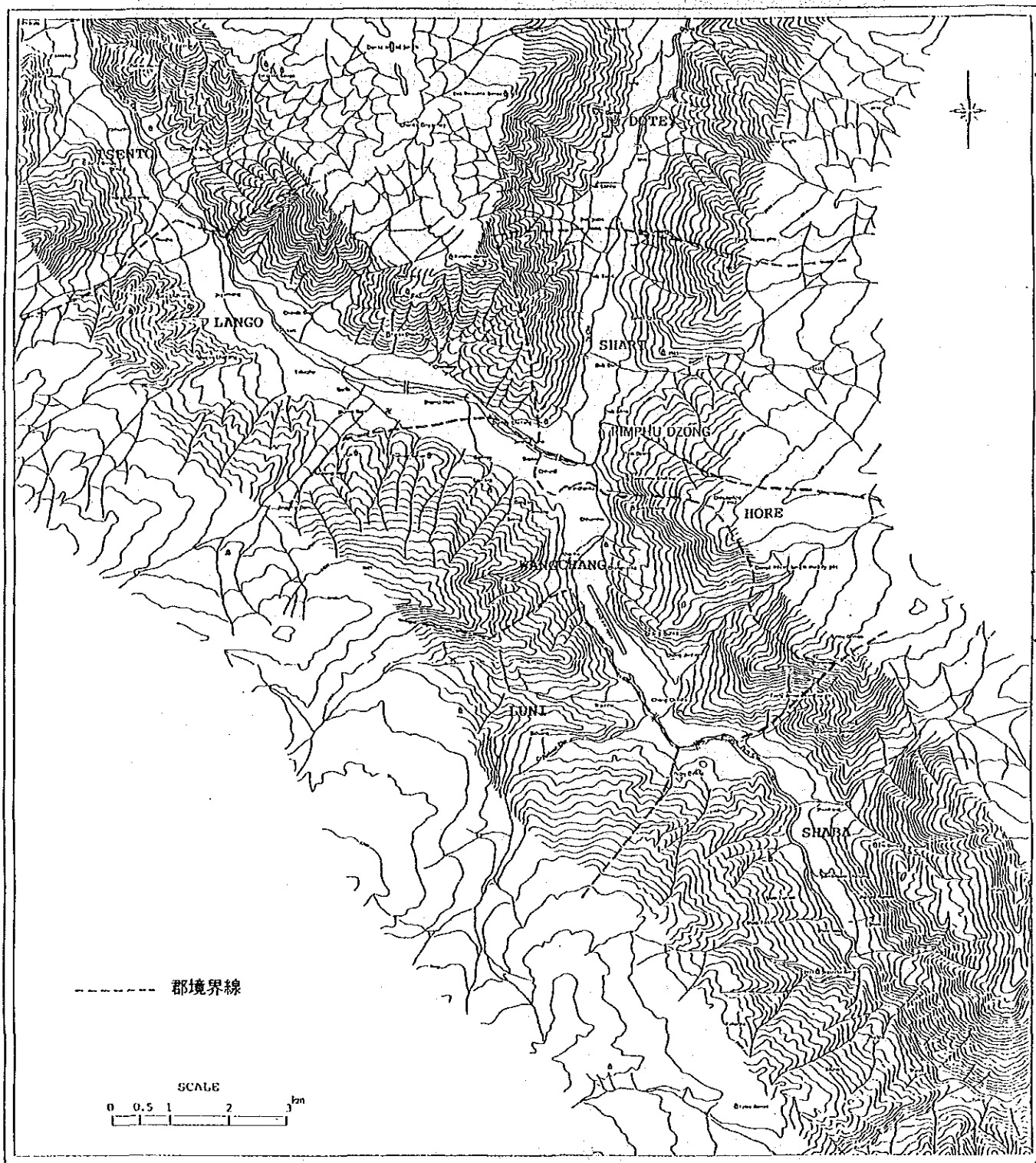


图 3.1 郡境界图

3.2 自然条件

3.2.1 気象

パロ県は雨期（6月～9月）と乾期（12月～2月）をもつモンスーン気候帯に属している。年間降雨量は、500～1,000mmで、パロ県内では、Ha県境付近のBitekha(ビテカ), Bondey農場及びDotey で気象観測が行われている。比較的欠測の少ないBitekha 及びBondey 農場の記録を表3.1に示す。

表3.1 気象データ

	Bitekha				Bondey Farm			
	平均 最低気温 (°C)	平均 最高気温 (°C)	平均湿度 (%)	降水量 (mm)	平均 最低気温 (°C)	平均 最高気温 (°C)	平均湿度 (%)	降水量 (mm)
1988								
1月	?	10.5	73	0	-2.0	16.6	67	0
2月	?	11.5	69	9.0	-0.4	17.6	76	13.6
3月	4.2	12.4	59	43.0	—	—	—	30.0
4月	5.6	15.9	69	31.6	—	—	—	24.7
5月	9.8	18.4	75	68.8	11.1	24.0	66	36.4
6月	12.3	20.1	78	99.8	13.8	26.4	68	137.8
7月	13.8	19.4	89	233.7	16.6	24.7	79	117.4
8月	13.8	19.4	89	160.0	—	—	—	181.6
9月	12.5	19.1	86.4	127.0	—	—	—	128.2
10月	7.4	18.3	83.2	9.0	—	—	—	128.2
11月	?	15.4	73.7	6.0	1.3	19.4	64	11.5
12月	?	12.5	63.8	2.0	-0.1	16.9	73	16.2
1989								
1月	0.7	10.6	55.5	4.0	?	?	?	?
2月	0.0	11.6	73.3	9.0	—	—	—	110.0
3月	4.2	12.5	50.5	43.0	3.4	18.6	—	48.5
4月	5.3	15.4	71.3	36.2	5.6	20.9	—	50.2
5月	9.9	17.7	79.0	148.8	11.4	23.5	—	175.2
6月	14.0	20.8	89.2	239.6	—	—	—	190.6
7月	13.9	20.6	90.5	245.3	—	—	—	168.0
8月	14.0	19.7	91.0	85.7	—	—	—	98.2
9月	12.6	18.6	88.9	209.0	—	—	—	95.4
10月	8.8	15.7	82.4	0	—	—	—	10.4
11月					—	—	—	0

3.2.2 地質

計画地域周辺の地質構成は基盤岩となる先古生代の片麻岩及びこれを被覆する第四紀洪積世～沖積世の扇状地堆積層・崖錐・河床堆積層等よりなる。

片麻岩は黒雲母を多く含む有黒質縞状片麻岩（ガーネットを含む）及び主として石英・長石より構成される有白質片麻岩からなる。地表面付近は風化を受け、茶褐色で粘土化を

伴う強風化帯と亀裂の開口化を伴い、風化が進行する弱風化帯に分けられる。強風化帯は比較的薄く、概ね2～3 m以下である。

扇状地堆積層は各沢地形の本流への合流部に形成される。片麻岩を主体とする円礫を多く含み、砂礫質である。

崖錐は片麻岩の強風化帯より供給される斜面麓部の二次的堆積物であるが、発達は不良である。片麻岩の強風化帯より供給される亜角礫を主な礫とするシルト質砂礫である。

河床堆積層は主に拳大～人頭大の円礫より構成される河谷底の堆積物である。礫種は片麻岩を主体とする他、結晶片岩・大理石・珪岩等の先古生層起源の変成岩類より構成されている。

3.2.3 河川

地域内の主要河川はパロ川と支流のドティ川であり、河川勾配 1.0～2.0%の急流河川である。河川の河床掃流能力が大きく、洪水毎に河川形状が変化している。1989年5月の連続降雨による洪水でパロ川はLango 地区で氾濫したが、続く6月の同様な流出においては、5月の洪水により河道形状が変化したため氾濫は生じなかった。1987年2月2日から1989年10月末日までのパロ県庁前の木橋地点での流量記録を付属資料5に示す。測定期間内の最小流量及び最大流量は、それぞれ1988年1月の4.25 m³/sec と1987年7月の169.12 m³/sec である。

3.2.4 自然環境

パロ県の全面積213,000ha の内80.7%の171,900ha が森林である。森林は比較的良好に管理されているが、伐採後は植林によらず伐採地区をフェンスで囲って動物の侵入を防ぎ自然の植生回復を待つ方式が取られている。樹木は松、糸杉、檜を主体として胡桃、シャクナゲ等が含まれ、笹は少ない。川辺には柳が多く植えられている。

乾期・雨期に分かれるモンスーン気候帯に属し、年降水量 500～1000mmで、地表水は豊富で、山頂付近にも人家が存在している、標高3000m以上においてはヤクが放牧され、標高3000m以下の山林では夏期に牛等が放牧されている。これらの影響で大腸菌汚染が見られることがある。肥料の主体は堆肥であり化学肥料の投入量は少なく、環境への影響は最小限に留まっているものと考えられる。しかしながら、現在ECの援助で農薬が無料提供されているが、聴取調査によれば農民が適正投入量を理解していると考えられない面もあり、今後更に適正な農薬使用に係る普及活動が必要となつてこよう。フェーズ2調査期間中の水質試験結果を表3.2 a, bに示す。季節的な流動変動及び農作業が限定されている期間であったことから、フェーズ1調査時点よりも水質は良好であり、生活用水源とする

ことのできる水質である。

パロ県のみ資料は入手出来ないが、全国の動植物資料からみると、ブータンの植物は5,000種が存在すると言われ、10-15種が固有種であるがその内5種が絶滅の危機に瀕している。哺乳動物、鳥及び爬虫類はそれぞれ12、3及び1種が絶滅の危機に瀕している。蝶は22-30種が存在し、内2種が絶滅の危機に瀕している。

表 3.2 a 現場水質試験結果

	A	B	C	D
資料採取地点	県庁前の橋より 約100m下流	パロ市場の橋 から50m上流	Shari Ramna橋 より約100m上流	Shabaの吊り橋 より約100m上流
採取日	1989年12月3日	1989年12月3日	1989年12月3日	1989年12月3日
採取時刻	9:10	9:05	8:50	9:35
天候	晴	晴	晴	晴
気温(°C)	8.0	8.0	8.0	9.0
水温(°C)	3.0	3.0	3.0	4.5
濁度(度)	<1	<1	<1	<1
色(度)	<2	<2	<2	<2
COD(ppm)	3	7	5	5
pH	8.5	9.0	8.5	8.5
NO ₃ -N(ppm)	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23
NH ₄ -N(ppm)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
C _r ⁺ (ppm)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
全鉄(ppm)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Cu(ppm)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zn(ppm)	0	0	0	0.3
Cl(ppm)	0.7	0.1	0.3	0.2
NO ₂ (ppm)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
全硬度(ppm)	115	110	5.5	10.5
大腸菌群(個/ml)	0	0	0	0
一般細菌(個/ml)	0	0	0	0

表 3. 2 b 室内水質試験結果

試料採取地点	A	B	C	D	解析方法
採取日	12月13日	12月13日	12月13日	12月13日	
採取時刻	10:26	10:10	10:00	10:35	
天候	晴	晴	晴	晴	
気温 (°C)	10.0	10.0	10.0	10.5	
水温 (°C)	2.5	2.5	2.5	3.0	
pH	7.7	7.8	7.6	7.8	ガラス電極法
EC(ms/Cm)	126	131	75	132	電気伝導度計
Cl (ppm)	0.5	0.5	0.5	0.5	硝酸水銀 (II) 滴定法
Na (ppm)	2.0	1.8	2.2	2.0	炎光光度法
K (ppm)	0.8	0.7	0.7	1.0	炎光光度法
Ca (ppm)	18.5	19.9	9.6	18.9	原子吸光分析法
Mg (ppm)	3.5	2.7	1.1	2.9	原子吸光分析法
Cu (ppm)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	原子吸光分析法
Zn (ppm)	0.01	0.03	0.02	0.02	原子吸光分析法
PCB (ppm)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	ガスクロマトグラフィ

3.3 社会環境

(1) 道路

ブータン国内の道路網は未整備であり、中・印戦争の1962年に首都ティンブー及びパロに最初の自動車用道路が完成した。その後も主要道路はインド政府（BRTE）により建設され、今も維持管理されている。地区内の車輛通行可能な橋梁は、Paro Market 橋、Shari Ramna 橋及びBondey橋のみであり、Dzang(ゾン) 橋は伝統的な木橋で歩道橋であり、他はワイヤロープを使用した吊橋で人と家畜のみが通行可能である。道路は国道、主要地方道及び農道に分類される。計画地区内の道路網を図3.2に示す。同図から明らかなように農道が未整備であるとともに絶対的に不足しているため、農業機械化が遅れ、農産物及び農業投入材の運搬を人力・畜力に頼らざるを得ない地区が多く残されている。

計画地区中央のTaju(タジュ) 及び下流端のShaba の2地点において、1989年12月6日水曜日に交通量調査が06:00から20:00に亘り実施された。測定対象となった道路の他にBondeyからHaへ抜ける道路は材木運搬用トラックの通行が多いが、将来においてもこれらのトラックが農道を走行することはなく農道計画上は重要でないため測定しなかった。調査結果を表3.3に示す。パロでは4WDのジープを使用したタクシーが8台程度常時営業している。これらタクシーとトラクター、耕耘機が農道の主要交通量を構成すると予想される。

ブータン国では県別の自動車登録制度でなく、ティンブー、パロ、Punaka、Wangdiphorang 及びHaの5県の自動車はティンブーで登録されている。その登録台数を表3.4に示す。1989年分は9月末日までの記録である。

(2) 河川護岸

パロ谷は1968年及び1973年に洪水被害を受けている。パロ川本川よりも小支川からの土砂流による被害が多かったことが聴取調査より明らかとなっている。河川別被害面積を以下に示す。

パロ川	99.9ha
ドティ川	12 ha
Shari Rongchu(シャリロンチュ)	200 ha
Gebiolumi Chu(ゲビオルミチュ)	80.9ha
Woochu (ウチュ)	20.2ha
Mapepu Chu (マペプチュ)	8 ha
Tom Chena(トムチェナ)	2 ha
その他	22.8ha

建設機械不足のため、大規模被害地の半数近くは原形復旧せず、荒地として放置されて

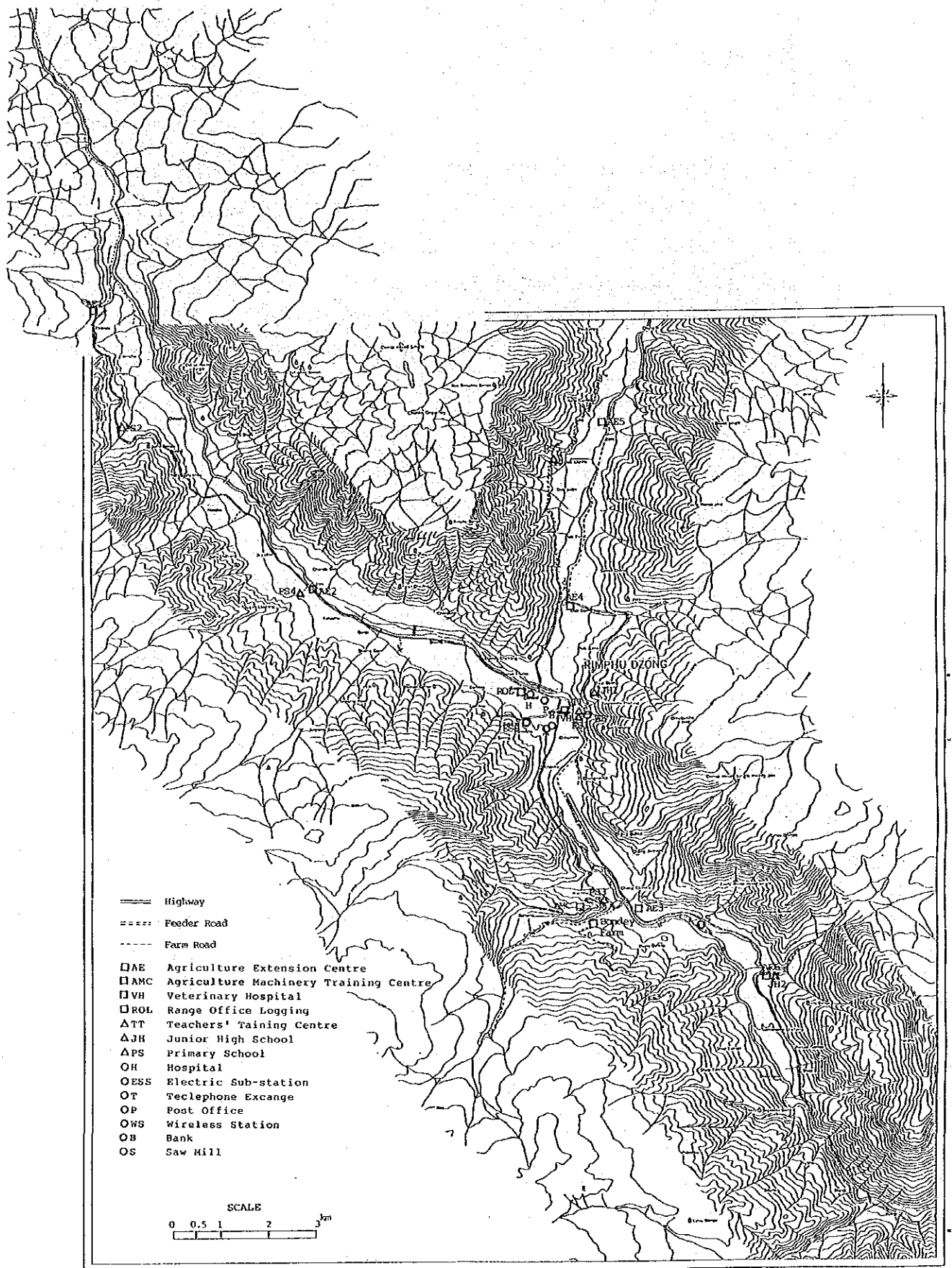


图 3.2 現況公共施設位置図

表 3.3 交通量調査結果

1989年12月6日

	乗用車		バス		トラック		耕耘機 トラクター		バイク スクーター		自転車	
	TAJU	SHABA	TAJU	SHABA	TAJU	SHABA	TAJU	SHABA	TAJU	SHABA	TAJU	SHABA
6:00	0	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
7:00	9	11	0	0	4	0	0	0	2	0	0	1
8:00	18	16	0	0	4	7	0	0	8	0	1	1
9:00	27	13	2	1	8	8	2	0	6	1	3	2
10:00	19	15	0	0	8	10	0	0	10	4	1	1
11:00	13	6	1	1	8	9	0	0	10	4	0	0
12:00	5	16	0	0	1	9	1	1	11	5	0	3
13:00	16	11	0	0	1	7	1	0	10	3	0	0
14:00	12	13	1	0	1	6	0	0	9	2	0	0
15:00	20	21	0	2	4	11	1	0	8	2	1	1
16:00	9	10	1	1	1	13	0	0	9	1	5	1
17:00	9	15	0	0	3	13	0	0	6	4	2	1
18:00	5	8	0	0	2	4	0	0	6	0	5	1
19:00	4	7	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1
20:00 合計	166	171	5	5	47	98	5	1	97	26	18	13

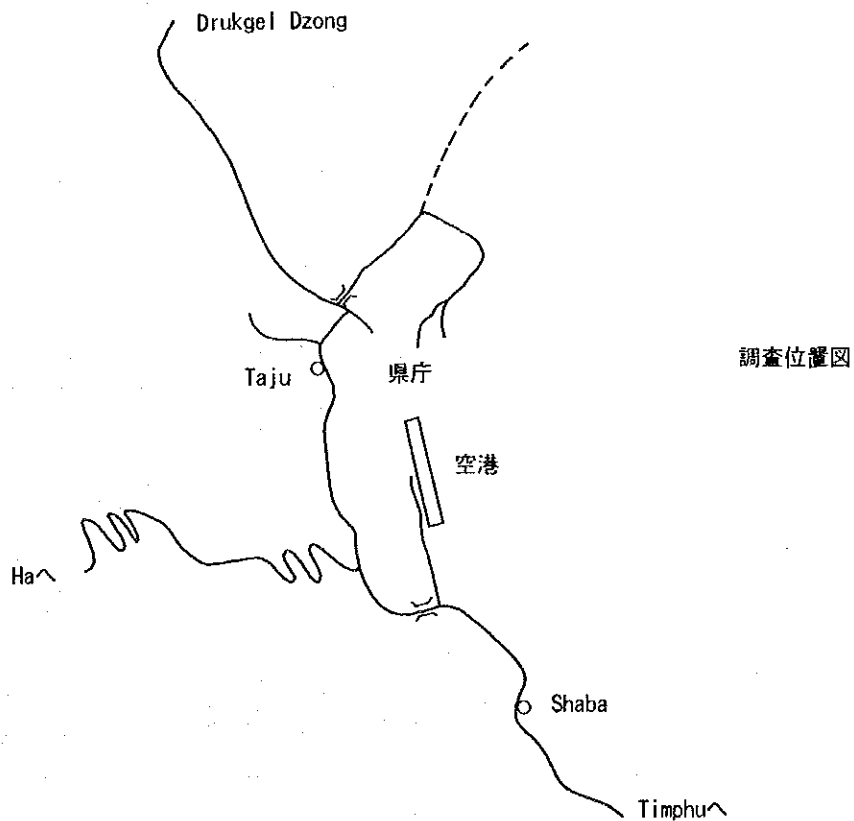


表3.4 ティンブー、パロ、Punaka、Wandiphodrag及びHaileにおける自動車登録台数

年	乗用車				バス	ブルドーザ	トラック			タクシー	耕耘機		バイク及びスクーター				外 交																	
	政 府		民 間				会社	民間	政府		民間	政府	民間	バイク	スクーター	スクーター	バイク	スクーター	バイク	スクーター	バイク													
	乗用車	ジープ	乗用車	ジープ																		政府	民間	政府	民間	バイク	スクーター	スクーター	バイク	スクーター	スクーター	バイク	スクーター	バイク
1985	61	78	12	11	2		5	7	11	25			18	1	6	101	13	4	1															
1986	62	96	16	10	2	1	7	3	2	23			18	1	3	135	8																	
1987	26	63	7	20	5		2	9	21	39			1	2	7	158	4	1	2															
1988	98	17	15	31	2		11	4	19	25	10	70	45	16	52	280	1	1	1															
1989	95	32	23	11	5		17	5	2	31	7	42	15	8	18	114	5	2	2															
計																																		
89年9月	342	286	73	83	16	1	42	28	55	143	17	112	97	28	86	788	31	5	5															
30日時点																		6	5	1														

出典 : Motor Vehicle Division, Revenue and Customs Department

いるか、水田から果樹園に転換されている。現在でも幾つかの被害地では1968年洪水による堆砂の集積跡が耕作地内に残されている。

インド政府により維持管理されている国道及び空港付近では護岸が設けられているが、総合的な河川改修は行われていない。ブータン政府は、Shaba の決壊部分にコンクリート護岸を一部設けているが通常はフトンカゴの材料供給を行い農民が共同して自力でフトンカゴで護岸を設けるよう指導している。1968年及び1973年の洪水被害後Paro Market の鉄筋コンクリート橋からパロ川とドティ川の合流点までが外国援助により河道が拡幅されたが、その後外国援助による本格的な河川改修は実施されていない。

(3) 公共施設

空港は現在拡張工事中であり、施設はインド政府により維持管理されている。Tsento郡において送電線工事中であり、地区内完全電化に向けて努力が続けられている。パロ谷農業普及の中心地としてBondey農場が存在し、その周辺には、農業機械修理工場、農産物処理場、組織培養研究所、農業機械訓練センター、種子生産／処理包装センターが存在する。地区内には農業普及センターが6ヶ所存在し、農民への農業投入材を提供している。

その他主要公共施設の位置を図3.2に示す。

3.4 計画地の農業

(1) 土地利用

フェーズ1及び2の調査期間中にブータン側より提出された農地面積が大幅に異なっていたため、ゾンガ語の土地登録台帳を英語に翻訳・再整理し、土地利用面積を確定した。郡毎の土地利用面積を表3.5に示す。Hore郡の農地面積には、プロジェクト地域外の面積が含まれ、同郡のプロジェクト内面積は、水田、畑地及び家庭菜園はそれぞれ9.607、11.119、及び1.748ha と考えられる。土地利用図を図3.3に示す。ここ数年、畑地から果樹園への転換が急速に進行している。穀物生産保護の観点から水田の果樹園への転換は禁止されているが、畑地においては土壌の適正が認められれば果樹園への転換については農民金融からの低利融資、殺虫剤無料散布等の各種保護が与えられている。

(2) 農業生産

農業生産は6月～5月のブータン政府の会計年度に応じて整理されているため1989年夏の稲作に関しても整理されておらず、収穫物は各農家の庭先に積み上げられ一部農家で脱穀が開始されている状況であった。1989年5月までの1年間の作付面積を表3.6に示す。各郡で5～6ヶ所のサンプル地点を選定して実測された単位当り収量を表3.7に示す。作物によっては郡毎の収量に3倍以上の差が見られる。プロジェクト地区内の前記期間の生産量を表3.8に示す。Bondey農場の試験圃場においては、1988、1989年において、それぞれ4.102、4.646ton/ha の米の収量が記録されている。農家聴取調査結果を付属資料6に

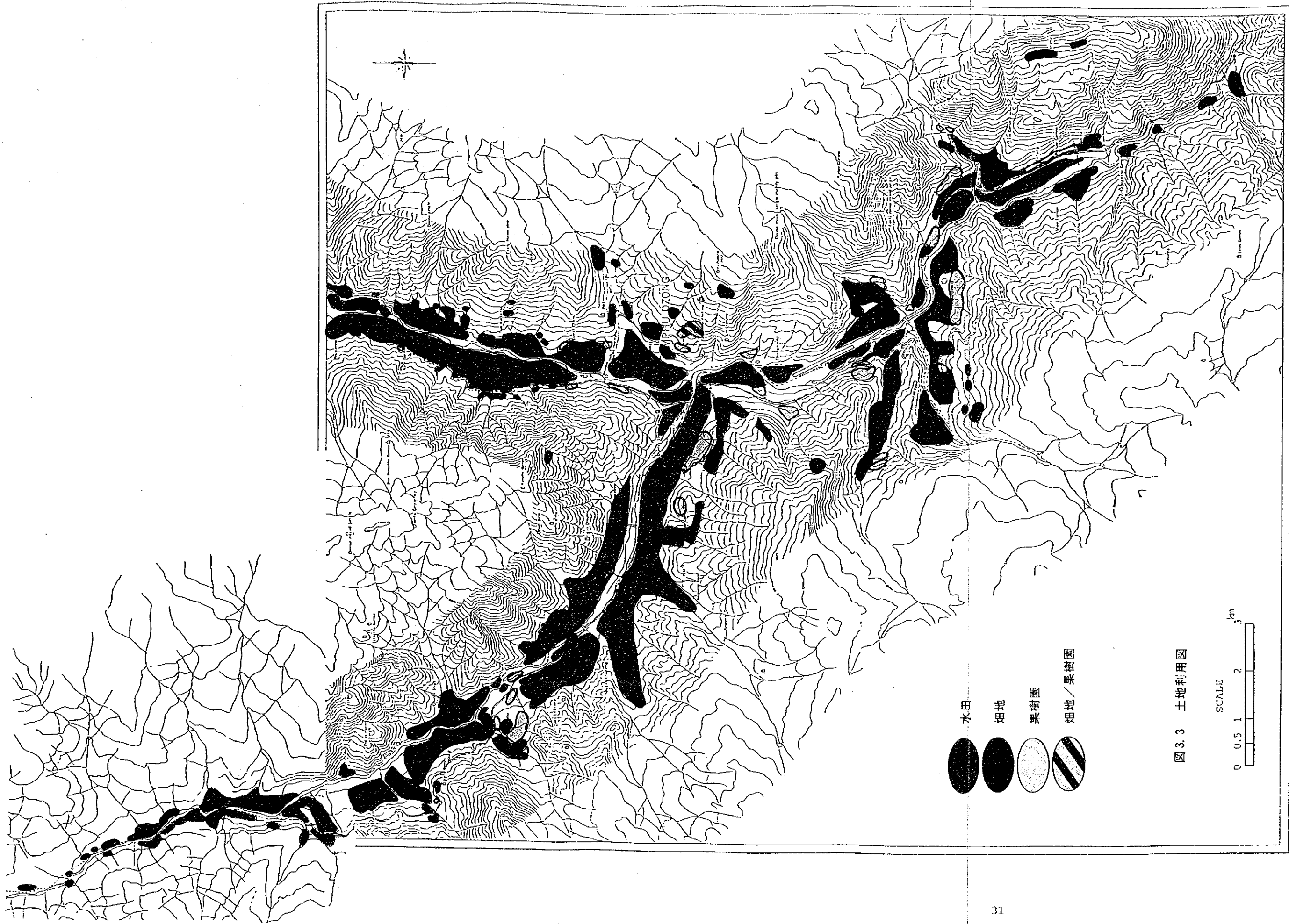


图 3.3 土地利用图

示すが、調査地点は計画地区内の上流、中間、下流の各地点で村落共同体の形態を把握し易い10戸程度の村落をTsento, Wangchang 及びShaba から選出し、更に圃場整備計画地区農民の意識調査を行うため同計画地点も加えた。調査農家は各地点10戸の計40戸である。米が全農家で収穫されており、小麦、チリ、大根／カブ、ジャガイモの順で75%以上の農家で収穫されていた。米、小麦及びジャガイモの平均収穫はそれぞれ2.99、0.99、6.55 ton/haであった。

聴取調査地点における主要作物に対する肥料使用率を以下に示す。肥料の主体は堆肥であり、化学肥料Suphala はジャガイモに主として使用されている。

肥料使用率 (%)

作物名	栽培農家数	堆 肥	Suphala	Urea(尿素)
米	40	100	28	15
小麦	38	74	11	3
ジャガイモ	32	88	50	9
リンゴ	16	94	38	13
大根／カブ	33	67	24	12
豆	19	58	11	0
キャベツ	18	72	33	11
チリ	33	76	27	18

殺虫剤はリンゴの19%に、除草剤は米の8%に使用されているが、非常に低い使用率である。農業普及センターからの農業用投入材の出荷記録を付属資料7に示す。現在化学農業はECの援助により無料で配布されている。

(3) 農業労働力

聴取調査による米作1ha当りの投入労働力は以下に示すとおりである。()内の値は耕うん機使用の場合である。

	代 掻	田 植	除 草	収 穫
Tsento	23.9	33.1	110.7	26.9
Wangchang	15.2(3.6)	46.2	67.6	19.8
圃場整備計画地区	18.5(5.1)	46.5	72.2	28.0
Shaba	17.6	39.8	116.4	23.3
平均	18.8人・日	41.1人・日	91.8人・日	24.5人・日

これら労働力は相互協力で調達される場合と、賃払い労働力に依存する場合がある。相互協力の場合、朝食、昼食及び茶を負担するのが一般的であり、賃払いの場合30Nuと上記

表 3.5 郡毎の土地利用面積

単位：ha

郡	水田	畑地	家庭菜園	焼畑	荒地	果樹園
Tsento	188.122	453.564	15.678	38.040	8.915	45.260
Lango	334.812	205.565	22.618	0.028	21.850	58.433
Wangchang	250.692	163.675	16.673	1.141	85.459	73.306
Hore	38.490	133.654	14.812	-	2.655	30.542
Dotey	167.637	213.367	12.122	-	14.605	4.468
Shari	207.871	160.360	16.799	1.886	29.657	66.087
Luni	204.318	212.193	19.243	0.563	23.877	34.646
Shaba	169.923	243.260	25.508	-	29.826	48.062
Total	1,561.865	1,790.638	143.453	41.658	216.839	360.804

出典：パロ県庁

表 3.6 作付面積

単位：ha

作物	Wang-								Total
	Tsento	Lango	Dotey	Shari	Luni	chang	Shaba	Horey	
米	188.12	334.81	167.64	207.87	204.87	250.69	169.92	38.49	1,561.86
メイズ	-	-	-	-	-	-	-	4.05	4.05
小麦	250.91	104.41	32.76	38.55	91.60	106.84	64.35	28.33	717.75
大麦	3.24	2.43	-	-	5.85	4.45	-	12.14	28.11
ソバ	3.64	4.05	-	-	6.90	-	-	6.48	21.07
粟	4.05	8.10	9.23	0.30	3.60	2.25	-	3.64	31.17
エンドウ	4.45	4.45	47.14	0.30	9.40	4.05	3.64	4.05	77.48
豆	2.43	10.12	-	-	4.95	6.10	-	-	23.60
ジャガイモ	216.11	97.94	184.54	88.34	130.00	187.78	93.70	36.42	1,034.83
カブ	4.05	30.35	-	0.44	1.65	2.00	0.73	1.21	40.34
大根	6.07	10.12	-	0.30	10.50	8.10	1.70	2.83	39.62
チリ	14.16	10.12	1.15	1.48	5.90	6.10	6.10	4.05	49.06
キャベツ	4.05	-	-	0.89	7.65	8.10	3.15	-	23.84
計	701.28	616.90	442.46	338.47	482.32	586.46	343.30	141.69	3,652.88

出典：パロ県庁

表 3.7 作物別収量

単位：M. T. /ha

郡	米	メイズ	小麦	大麦	ソバ	粟	大豆
Tsento	1.98	-	0.44	0.47	0.64	0.32	-
Lango	2.22	-	0.42	0.44	0.79	0.35	-
Wangchang	4.94	-	1.24	1.48	-	0.79	1.98
Hore	4.20	2.97	0.49	0.74	0.49	0.49	-
Dotey	4.45	-	0.40	-	-	0.32	-
Shari	7.71	-	0.64	-	-	0.52	-
Luni	3.95	-	1.48	1.36	0.99	1.11	-
Shaba	4.94	-	0.40	-	-	-	-
Doga	3.34	3.71	0.57	0.62	0.79	0.49	-
Naja	1.48	0.37	1.73	1.24	0.99	0.74	-
郡	ヒヨコマメ	エンドウ	豆	ジャガイモ	カブ	大根	チリ
Tsento	-	3.95	3.71	14.83	15.32	14.83	6.18
Lango	-	2.69	2.55	14.83	7.59	8.65	8.90
Wangchang	0.25	3.71	1.98	12.36	12.36	13.84	2.47
Hore	-	4.94	-	9.88	18.53	18.53	5.93
Dotey	-	2.47	-	12.85	-	-	2.47
Shari	-	11.86	-	9.88	12.36	13.59	4.94
Luni	-	4.45	1.85	16.06	21.62	13.84	4.69
Shaba	-	2.97	-	10.38	15.07	14.83	2.47
Doga	-	4.45	-	7.91	12.36	11.86	4.45
Naja	-	1.24	-	12.85	11.12	11.12	3.21
郡	その他野菜	キャベツ	マスタード				
Tsento	14.83	7.41	-				
Lango	8.65	-	-				
Wangchang	13.84	12.36	-				
Hore	18.53	-	-				
Dotey	-	-	-				
Shari	13.59	9.88	-				
Luni	13.83	2.97	-				
Shaba	14.83	13.59	-				
Doga	11.86	11.86	0.74				
Naja	11.12	9.88	0.99				

出典：パロ県庁

表 3.8 生産量

単位：M. T.

郡	米	メイズ	小麦	大麦	ソバ	粟	エンドウ
Tsento	370.60	-	88.32	1.49	2.32	1.29	17.57
Lango	743.28	-	35.08	1.06	3.19	2.75	11.97
Wangchang	1,238.41	-	65.705	4.45	-	1.66	14.98
Hore	161.65	12.00	9.716	8.98	3.17	1.71	20.00
Dotey	744.30	-	7.622	-	-	2.95	116.43
Shari	1,600.60	-	14.802	-	-	0.115	3.55
Luni	807.05	-	67.78	5.85	6.76	3.99	41.73
Shaba	839.41	-	15.054	-	-	-	10.77
Total	6,505.30	12.00	304.119	21.83	15.34	14.50	237.00

郡	豆	ジャガイモ	カブ	チリ	キャベツ	大根
Tsento	8.99	3,202.75	25.11	87.36	30.01	89.95
Lango	25.70	1,451.47	230.05	89.96	-	87.43
Wangchang	12.01	2,319.08	24.70	15.07	100.03	112.02
Hore	-	359.82	22.42	24.01	-	52.43
Dotey	-	2,369.49	-	2.89	-	-
Shari	-	872.79	5.43	7.31	8.79	4.07
Luni	9.15	2,087.80	35.67	27.67	22.64	145.21
Shaba	-	971.66	11.00	15.07	42.80	25.19
Total	55.58	13,634.86	354.38	269.29	209.36	516.30

出典：パロ県庁

3食が一般的であるが、今年政府は賃金として25Nuとするよう通達を出しているが少なくともパロ地区では守られていないようである。賃払い労働力としては遠くの村落からの季節労働者が組み込まれることも多く、この場合住み込みで30Nuと4食が一般的である。季節労働者はHa県から多く供給されている。

各作物の投入労働力を附属資料8に示す。聴取調査対象農家の耕作面積で水田面積分布を以下に示す。

	面積 (ha)							計
	0.01- 0.49	0.50- 0.99	1.00- 1.49	1.50- 1.99	2.00- 2.99	3.00- 4.99	5.0以上	
耕作世帯数	2	10	10	8	6	1	3	40
水田所有世帯数	17	10	9	2	0	2	0	40

全耕作面積は大半の農家が1.0 ha以上であるが、水田面積のみでは1.0 ha以下が大半を占めている。各農家が傾斜地を少しずつ開田した結果と思われるが、圃場整備地区の測量により明らかにされたように、区画が小さく分散しており、効率的な労働力投入が妨げられている。

(4) 畜産

ヤクは3,000m以上の高地に放牧されており、冬期に低地へ移動している。ヤクは酪農用家畜であり、農耕には用いられない。雄牛のみが農耕に用いられ、2頭1組で耕起を行っており、馬は運搬用に飼養されている。豚は各農家で年間1～2頭屠殺されているため、相当数が飼育されている。パロ県内の家畜頭数を表3.9に示す。聴取調査対象農家における家畜飼養状況は附属資料6に示す。

牛の飼育は、2形態に分かれ、6月から10月の期間は山林に放牧され、11月から5月は畜舎もしくは農地で飼育されている。小麦の約半分は収穫されず飼料として利用されている。冬期はサイレーズの指導普及が行われているが、調査期間中Shari 郡の3農家で実施されているのを確認している。乳生産量は一般に1.0 リットル/頭/日以下のものが多く自家消費が主体となっている。

今回の聴取調査によれば、農業機械導入によって雄牛の飼育が減少する場合があるが、肥料の主体は堆肥であり、必要堆肥量を生産するだけの家畜数は雄牛を雌牛に置換するなどして保持している。従って、農業機械化の進行によって、牛の役畜としての役割が低下するが畜産物の供給源、堆肥供給源としての役割を重視しているパロ谷においては、農畜混淆システムが大きく変化することはないと考えられる。

パロ県内の家畜の主要な病気をパロの獣医病院での1988年11月から1990年10月のデータで示す。

	種類	症例
1) 口蹄疫	牛	16
2) 口蹄疫	豚	5
3) 産褥麻痺	豚	3
4) 気腫疫	牛	2
5) 豚コレラ	豚	21
6) ラッサ熱	—	0
7) 炭疽	—	0
8) ニューカッスル病	家禽	0

口蹄疫、豚コレラのような病気が多く報告され、まだ多くの改善の余地が残されている。

表 3.9 a パロ県における家畜頭数 1988 - 1989

	牛										馬				ラバ		ロバ			
	ヤク		在来種		Jersey 交配種		ミツン交配種		在来種		改良種		雄		雌		雄		雌	
	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌
Wangchang	182	119	281	409	14	33	6	9	29	46	4	6	1	-	-	-	-	-	-	-
Shari	117	242	328	382	87	149	15	12	44	76	3	1	7	9	-	-	-	-	-	1
Dotey	239	91	322	275	17	17	1	-	33	77	5	1	5	3	-	-	-	-	-	-
Lango	302	827	483	574	2	8	28	10	37	42	79	2	10	2	-	-	-	-	-	-
Tsento	523	1,157	476	376	1	1	-	-	70	58	-	-	18	15	-	-	-	-	-	-
Luni	24	30	252	218	15	42	6	15	10	32	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Shaba	20	184	145	255	11	11	4	-	11	16	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Dogar	-	-	644	1,700	4	42	27	30	40	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Naja	21	30	388	548	2	5	38	26	100	29	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hore	30	40	100	160	6	13	13	8	10	20	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	1,242	2,720	3,419	4,897	159	321	148	118	393	416	92	11	42	31	8	3	2	-	-	-

出典: District Animal Husbandary Office, Paro

表 3.9b パロ県における家畜頭数 1988—1989

郡	羊		豚		家 禽		犬	
	在来種	改良種	在来種	改良種	在来種	改良種	在来種	改良種
Wangchang	1	-	128	694	236	244	73	56
Shari	45	-	99	61	204	253	101	77
Dotey	-	-	328	60	164	145	36	20
Lango	-	-	451	203	270	133	118	53
Tsento	65	-	478	126	382	78	62	27
Luni	-	-	227	263	200	116	66	40
Shaba	-	-	406	245	287	104	37	14
Dogar	151	105	963	201	976	4	176	61
Naja	-	-	608	-	224	-	50	60
Hore	30	9	84	131	56	98	25	11
TOTAL	292	114	3,772	1,984	2,999	1,175	744	419

出典：District Animal Husbandary Office, Paro

(5) 農業機械

パロ県における1989年11月15日時点の農業機械所有状況を表3.10に示す。フェーズ1の調査後の6ヶ月間にトラクター2台、耕耘機24台が増加している。これらの機械は耕起、碎土、トレーラの附属品を装着しているが、田植機もしくは稲刈り機等を装着していない。従って、稲作においては、代掻で24~28%に投入労働力が減少するが、それ以外の作業においては変化が見られない(本節(3)農業労働力参照)。

トラクター及び耕耘機の所有者は日当り(Nu. 240+食事3回)で耕起を請負っている例が多くみられ、パロ谷内であれば距離に関係無く請負っている。精米機の所有者は、付近の農民の精米を請負っているが、その場合の料金は米の5%が一般的であった。

表3.10 パロ県での民間所有農業機械、1989年11月15日現在

No.	郡	トラクター	耕耘機	脱穀機	ポンプ	精米機	選別機	刈取り機
1.	Luni	7 (7)	14(11)	4 (4)	1 (1)	16 (15)	18(18)	1
2.	Dotey	3 (3)	4 (1)	- (-)	- (-)	11 (11)	5 (5)	-
3.	Wangchang	4 (3)	19(12)	2 (2)	1 (1)	16 (15)	7 (7)	-
4.	Shari	5 (4)	21(19)	3 (3)	4 (4)	17 (17)	10(10)	5
5.	Lango	4 (4)	17(11)	4 (3)	4 (4)	28 (23)	7 (7)	1
6.	Tsento	1 (-)	2 (2)	2 (2)	- (-)	15 (14)	3 (3)	-
7.	Doagar	2 (2)	- (-)	- (-)	- (-)	9 (9)	- (-)	-
8.	Hore	1 (1)	4 (2)	- (-)	- (-)	3 (3)	- (-)	-
9.	Shaba	1 (1)	10 (9)	1 (-)	2 (2)	4 (4)	6 (6)	-
10.	Naja	-(-)	1 (-)	- (-)	- (-)	4 (4)	- (-)	-
	計	28(25)	92(67)	16(14)	12(12)	123(114)	56(56)	7
	プロジェクト 地区内 計	26(23)	91(67)	16(14)	12(12)	110(102)	56(56)	7

註：() 内の数字は、1989年3月31日現在の機械台数を示す。

4. 計画の内容

4.1 目的

ブータン国民の87.2%が農業及び農業関連の産業に従事している。しかしながら、地形条件から耕地面積が小さく、食糧自給は達成されておらず、主食の米は1987年の生産量は初重量で84,500M.T.と推定されているが、当年の精米輸入量は11,282M.T.であり約15%を輸入に依存している。この状態を改良すべくブータン政府は第6次国家開発計画の中で、食糧自給率の向上を図るとともに、換金作物の導入による農民の収入増、土地及び労働生産性の向上を図ろうとしている。

本計画地区であるパロ谷流域は、ブータンにおける農業の先進地域として位置づけられているが、農業の生産基盤はフェーズ1調査で明らかになった通り未整備である。計画策定に際し、これらの現状を踏まえ、既存農業基盤の現状を最大限に活用しつつ改善し、農作業の効率化を図ることを基本方針とする。

なお、現状農業基盤の整備・改善に伴い生産形態及び社会形態を大きく変動させることなく生産効率を上げられ、しかも今後ブータン側が独自に推進し得るような現状改善のモデルとなるよう配慮する。

4.2 要請内容の検討

4.2.1 計画の妥当性・必要性の検討

パロ谷はブータン国において農業の先進地区であるとともに、前章3.4で検討したように作付作物の種類も多様であり、意欲的な農民も多く見られる。しかし、フェーズ1及びフェーズ2調査で明らかにされたように、生産・社会基盤は絶対的に未整備である。更に、ブータン国内の機械力不足から、1968年及び1973年洪水の被害地は現在においても原形復旧が行われていない場所も多い。

本地区は水稻の生産において高い収量を記録しているが、附属資料6の農家調査でも明らかのように、肥料投入、農業機械化等による土地及び労働生産性改善の余地は多く残されている。上記の改善には、老朽化したかんがい施設の改修、農業投入材・農産物の搬入・搬出を可能とする農道の整備・河川護岸による農地保全が不可欠である。上記のかんがい施設・農道・河川護岸の整備は、本地区の生産性を向上させ、ブータン国の食糧自給の一助となるとともに、換金作物の作付面積の拡大・生産性の向上を伴い、農民の所得向上をもたらすものである。

一方、一区画0.05ha程度で散在する各農家の農地を統合整備することは、労働生産性を

向上させるとともに、農業機械の導入を促進させられる。しかし、大半の農地が傾斜地であることと、農民自身の理解を助ける圃場整備の具体例が存在しないことから、まず地区内のほぼ平坦地においてパイロットファームを設け、圃場整備の効果を示すことが現実的対応であると判断される。

過去においてブータン国内の建設工事はほとんど輸入労働力に依存していたが、本工事実施に当っては、住民参加により施工される計画である。受益者に施設建設のノウ・ハウが伝達されることにより、受益者自身による将来の維持管理が可能となると判断される。

以上の検討により、本計画の効果、現実性及び必要性は無償資金協力の精度に合致していると判断される。

4.2.2 実施・運営計画の検討

本計画の施設には、かんがい施設、農道、河川護岸、圃場整備が含まれる。現状においても、農民の協同作業によって河川護岸の建設・補修が行われており、農道も建設後2年の観察期間を経て管理が農民に移管される予定である、かんがい施設では、水管理組合を結成し受益者自身による管理を計画する。本計画においては、砕石プラント、コンクリート二次製品プラント等が設置されるため、材料供給が容易である。従って、現在の護岸の補修と同様に、政府が材料を供給し受益者が共同作業で補修を行うことが現況社会形態に適合した方式と考えられる。受益者自身が本計画の工事に労働者として参加するため、独自に維持管理を行うための必要な技術は工事期間中に取得されることが考えられる。コンクリート二次製品等の材料供給は資材倉庫を保有している農業普及センターを通して行うのが最適と考えられる。

コンクリート二次製品プラント等で約15人の労働者が必要とされるが、プラント設置地点の Lango 付近から労働者が採用され、4年間の工事期間中に日本の請負業者の指導により、管理者及び熟練工が育成されることが考えられる。鉄筋コンクリート管生産工場が南部の Phuntshling 付近に存在するが、類似のプラントはブータン国内には存在しない。建設労働者不足のブータン国の現況から、これらコンクリート二次製品の需要は高いと予想され、材料もインドから調達される鉄筋以外は全て国内調達が可能であり、優良企業として発展し同国の開発事業に貢献すると考えられる。

4.2.3 類似計画及び他の援助計画との関係・重複等の検討

パロ地区には NASEPP (National Seed and Plant Programme) 及び AMC の事務所が存在し活発に活動を展開している。これらは、農業投入材である換金作物の種子及び苗木の生産・供給、農業機械化の促進を目的としており、本計画の農業基盤整備後、計画地区の農業近

代化、土地生産性の向上及び農作業の効率化に大いに貢献すると考えられる。

4.2.4 要請内容の検討

ブータン側からの要請項目は、以下に示す4項目に分類される。

- | | | |
|-----------|--------|-------------------------|
| a) かんがい施設 | かんがい水路 | |
| | ポンプ場 | Shaba 郡Kasa, Tilikha 地区 |
| b) 農道 | | |
| c) 河川護岸 | | |
| d) 圃場整備 | | |

1) かんがい施設

パロ地区は地表水が豊富であるが、現況水路は土水路が多く、断面が不規則であったり、浸透損失の多い構造となっている。効果的な水管理を可能とするかんがい施設が整備されれば、水田の作付率が改善されジャガイモ等の換金作物の導入が進むとともに、より高度な水管理が要求される高収量品種の導入が可能な耕地が拡大される。従って、取水工を含めたかんがい水路の改修は妥当と考えられる。

ポンプ場の設置が要請されているKesa, Tilikha 地区は、換金作物栽培が盛んな地区であるが、耕地の主体は急傾斜地の水田である。揚程40mに対しポンプ運転による換金作物へのかんがいを行う計画であるが、地元民による運営維持管理に不安があるため、現時点でのポンプ場建設は妥当でないと考えられる。

2) 農道

パロ地区内の道路網は絶対量が不足している。一方、現況の農道は洪水期に洗掘されるような位置にあり、地元農民のみで維持管理することは不可能であるとともに、農業機械及び車輛等を保有していない農民には運行機能確保の必要性が痛感されていない。従って、洪水もしくは山間部からの出水により被害を受けにくく、地元農民にも維持管理が容易な農道を設けることは、ここ数年の農業機械化進行を加速するとともに、農産物・農業投入材の運搬道路としての役割を果たし、農作業の効率化が期待される。従って、農道建設は妥当と考えられる。

一方、農業機械化の可能性の少ない急斜面及び将来農民自身による維持管理が困難な受益者の少ない道路の建設は、現時点では妥当とは考えられない。現在計画中の農道は幹線農道であり、各農家及び各農地への取付道路は農家の自助努力により建設されることが期待される。フェーズ2での検討対象とした橋梁計画2地点の内、Lango 地点は上記取付道路工事の完了時点で妥当であると考えられ、工事機械等の搬入・搬出は仮設橋梁の利用

により処理する計画とする。Shaba 地点は右岸に35家屋が存在し、上流端の吊橋のみが運搬道路であり、車輛運行可能な橋梁の必要性は高いのであるが、各農家への取付道路の建設が困難な地形条件である。従って、現時点での橋梁建設は妥当でないと考えられる。

3) 河川護岸

フェーズ1 調査において、1968年洪水の洪水痕跡から想定された洪水流量を以下に示す。

ドティ川	330 m ³ /sec
パロ川合流前	710 m ³ /sec
パロ川合流後	1,040 m ³ /sec

フェーズ1 調査終了からフェーズ2 調査開始までの雨期流出により河床形状が大きく変動していた。1989年5月にはLango地区で氾濫被害が生じているが、その流量は151 m³/sec (附属資料5 参照) と上記の値に比較して小さく、1987年にも 169 m³/secの流量が記録されており、2年に1回程度の確率で発生する洪水流量と考えられる。

1989年5月の洪水で冠水した国道はインド政府により維持管理されており、同国道の嵩上を本事業で取上げない以上、1968年洪水相当の流量に対して本格的な河川護岸を計画することは実質的に不可能である。従って、国道及びパロ空港の河川護岸の対岸部分においては、これらの護岸と同一標高の天端で計画し、農地及び農道を保護することが可能な護岸計画とすることが妥当と考えられる。1968年洪水で浸食された農地の原形復旧の可能性のあるShaba 地区では約2 mの築堤で1,040 m³/secに対応した護岸を設けることは妥当と考えられる。

4) 圃場整備

圃場整備計画地区は、一区画約0.05haの水田に分割され、27世帯が分散した耕地を平均13.7筆所有している。圃場整備により一区画を大きくし、農道を設置することにより、農作業の効率化、農業機械化が促進され、農業投入材の搬入、農作物の搬出所要時間が短縮される。更に用排水路が整備されることにより水管理が適正に実施され、各作物の最適時の耕起、代掻、田植等の作業が可能となり、収量増加及び作付率の上昇が期待される。

パロ谷は傾斜地の水田が多く、全域において圃場整備を実施することは不可能である。まず、地元農民に効果を示し理解を求めパイロット事業として取り上げるのが妥当である。現状における農民の最大の不安は換地に伴う面積再配分に関するものであり、換地のノウハウの移転が最重要と考えられ、施設整備基準は、ブータン側が将来独自で実施出来るグレードで計画するのが妥当である。

本計画の実施については、以上の検討とともにフェーズ1調査のマスタープラン策定過程において要請項目の絞り込みが行われ、その結果、現実性、相手国の実施能力が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致していること等から、日本の無償資金の協力で実施することが妥当であると判断された。よって日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。但し、計画の内容については、要請の一部を変更することが妥当であることは、要請施設の内容の検討において述べたとおりである。

4.3 計画概要

(1) 実施機関及び運営体制

第6次国家開発計画の目的達成のため、地方行政区が設置されたことは前述のとおりであるが、その行政組織を図4.1に示す。工事終了後の運営機関はパロ県庁であり、現存する6ヶ所の農業普及センターの人員及び各水路受益者により組織される水管理委員会により施設が管理される。水管理委員会の人員構成を以下に示す。

郡長	1名
かんがい技術者	1名
農業普及員	1名
秘書	1名
会計	1名
管理人	1名

コンクリート二次製品プラントは国営工場として生産を継続し、その人員は15名程度とする。本計画実施に際して調達される建設機械は、工事終了後AMCの管理下で他地区の農業開発に使用される。建設機械オペレータ20人及び修理工15人が本計画実施のため養成される予定であり、これらの人員も工事完了後AMCの職員として継続して他地区の農業開発に従事する予定である。1990年1月からはまずAMCの現職員22名を中心として計30名がガレフー地域開発プロジェクトで訓練を開始している。今後更に人員は追加される予定であり、修理工場及び機材置場の拡充・改修が計画されている。

(2) 事業計画

1) かんがい施設

各施設は、受益面積に対して4.73 ltr/ha/secの用水をパロ川、ドティ川及び他の溪流から供給可能とするものである。その用水量は、水稻を対象とした最大必要水量であり、他の作物全ての必要を満たす十分な量である。その能力を確保するため、施設状況に応じて、取水工、通水施設、分水・調節及び保護施設の改修・新設が計画された。これらの機能保全には、スクリーンからの塵の除去、沈砂池からの砂の撤去、水路沿いの除草、老朽化したゲート類の取換え等の維持補修が必要である。

2) 農道

計画農道は幹線農道であり、各農家、各圃場への取付道路は農民の自助努力により建設される必要があるが、パロ地区での農民意識は高く農業機械化にも積極的であるため、順次取付道路が完成するものと考えられる。

幅員3.0mの砂利舗装の一車線道路として計画され、1日約100台程度の交通量が予測される。農業機械化促進、農業投入材・農産物の搬入・搬出路としての機能が期待される。農道の機能保全には、舗装面、側溝、法面の維持管理が不可欠であり、特に雨期

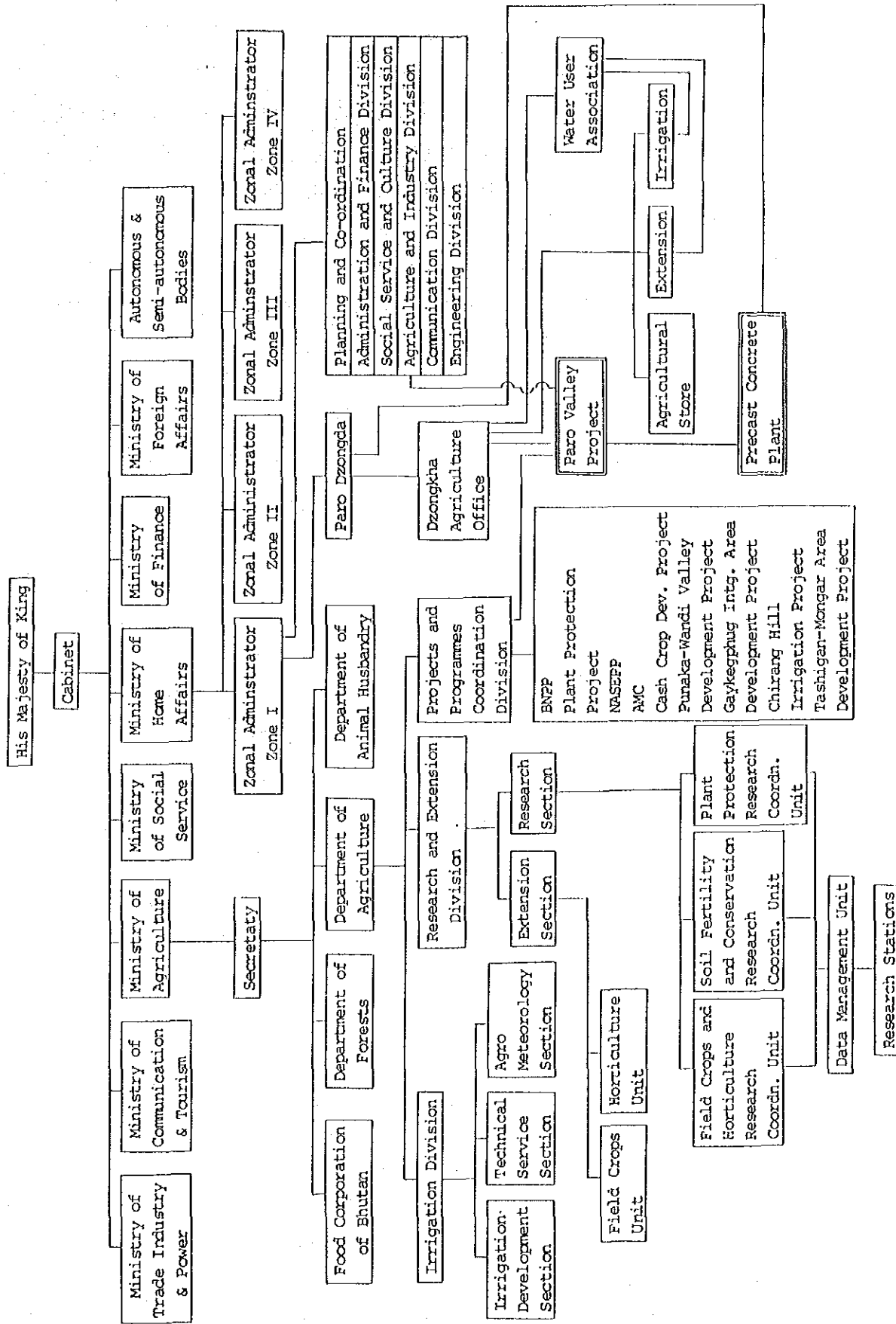


图 4.1 行政組織圖

において排水機能を確保する必要がある。

3) 河川護岸

河川護岸は農地保全を第一目的として計画されている。パロ川及びドティ川はともに急流河川であり河床掃流力も大きいことから河床変動が激しく、整備後も河床状況により護岸及び農地の安全性は大きく左右される。従って、整備後も河道流下断面積の減少もしくは急激な蛇行等の障害は適時取除く必要がある。

4) 圃場整備

圃場のかんがい施設は、前出のかんがい施設と同じ機能である。ブータン国内で最初の圃場整備パイロットファームであるため、受益者、一般農民及び関係機関の理解を得られるよう、モニターを継続する必要がある。

(3) 施設の概要

1) かんがい施設

改修対象となる水路は以下の通りである。

水路名	延長(m)	受益面積(ha)
Shaba Shengo	1,906.0	10.11
Shaba Bara	2,240.0	18.20
Dujey Dingkha	1,672.0	28.20
Serekha	1,398.2	32.00
Tshetey Yuva	666.9	19.60
Kempa Tangyul	1,912.0	15.90
Gesse Chawa	1,623.0	34.00
Sharimochu	1,230.0	24.00
Gangyul	2,547.0	21.60
Damjimayu	2,390.0	42.80
Jangsa	5,234.0	60.80
Chendo Chukha	2,990.7	48.00
Bamdoley	1,904.0	40.00
Kothuphu Tangyu	837.0	24.20

2) 農道

全路線が新設農道として計画される。

路線名	延長(km)	受益面積(ha)	農家数
Bamdoley = Jangsa	6.5	116	95
Sa-Tsan Chorten = Tshongdu	8.6	310	174
Nyemi-Zam = Khangku	1.7	43	38
Bondey = Gebji	1.6	50	20

Shorten-Sarpa = Deankha	3.3	50	32
-------------------------	-----	----	----

3) 河川護岸

路線名	延長(km)	摘要
Chaubha & Atso = Shangsa	3.7	Dotcy川右岸
Bamdoley = Jangsa	6.8	Paro 川左岸
Sengo-Tsekha = Sorten-Sarpa	3.0	Paro 川左岸
Nyemi-Zan = Khangku	1.75	Paro 川左岸
Gyebjana Rongchu	2.05	Gyebjana Rongchu 右岸

4) 圃場整備

Changkha-Thang地区の18,508haを対象とし、農道及び用排水路の設置を行う。受益農家は27世帯である。

(4) 維持管理計画

保障期間終了後、施設は前出の水管理委員会に移管され維持管理が行われる方針とする。水管理委員会は通常月1回の開催とし、県のかんがい技術者が各ブロックを巡回する方式とする。通常、雨期の前後の2回にわたって、水路・農道及び護岸沿いの法面の除草・灌木の伐採、水路及び道路側溝からの砂の撤去等の施設維持作業が実施される。各施設の破損ヶ所は、水管理委員会の指示により適時改修されるものとする。これらの作業は、農民の共同作業とし労務費負担は考えない。施設工事が、受益者参加方式で実施されるため、必要な維持管理技術は移転されていると予想される。改修用資材は、農業普及センターの倉庫に保管され、必要に応じ供給される。同センターの供給資材の項目と年間予想提供量を以下に示す。

U字側溝	U300	40個
	U450	20個
L型側溝	L600×300	20個
セメント	50kg	10袋
フトンカゴ	40cm×1.20m	100m

なお、道路舗装改修用の碎石は年間約60m³と予想されるが碎石プラントより供給されるものとする。これらの材料費は、パロ県の予算で手当されるものであり、年間約30万円(Nu. 34,880)と考えられる。維持管理基金は水管理委員会により設立運用されなければならない。移管後5年間は政府が資金援助を行い、最初の1年目は維持管理費の50%を負担し、その後は1年ごとに10%減じてゆき、5年目は10%を負担し、6年目からは政府負担はゼロとする。資材の在庫管理等を既存の農業普及センターを利用し、専任の人員を配置しない計画である。

建設機械は、AMCに移管され、AMCの通常予算で維持管理が行われる。

5. 基本設計

5.1 かんがい施設

5.1.1 設計方針

(1) 基本方針

対象とする用水路の改良にあつたては、必要な機能を回復し、地域に適合した水管理が行えるようにするとともに、各々の施設を適切に設計し、かつ有機的につながりを持つように、水路組織の検討、設計を行う。このため、基本的な事項として、①取水量の確保、②流送能力の確保、③分水、合流及び調整能力の確保、④水路の構造的安定性の確保、⑤水管理、施設管理の合理性、⑥改修費と維持管理費の経済性、及び⑦水路周辺的环境との調和などを考慮した切土・盛土の少い改修方法を採用する。

(2) 施設別基本方針

1) 取水施設

取水施設改修予定地点の現況河勾配は、パロ川、ドティー川の本流で1/80~1/200、支流であるシャリロン川、リ川、ゲビオルミ川で1/10前後と極めて急流の河川である。河床材料は、玉石でその粒径は平均30~50cm、最大径は2mに及ぶものもある。ミオ筋は特にパロ川、ドティー川の中流部以下に於て不安定で、洪水流による洗掘と堆積により毎年変動しているものと思われる。各用水路の取水口付近の河床低下に見られる様に全体的には河床低下が進行していると判断できる。従つて、取水施設の改良は、①堰高の低いコンクリート堰または木工沈床による、河床低下防止（床止め工）と取水位の確保、②水制工によるミオ筋の安定化、③施設上下流の護岸工による安全強化とする。

堰高は取水口に於ける土砂の混入防止を考慮すると、高い方が好ましいが、堰上流部の土砂堆積の懸念、堰上げ背水による上流域に洪水流下能力の低下、魚類（主にブラウントラウト）の壅上の障害を考慮し、出来る限り低くする。なお、予想される土砂の混入に対しては、水路区間内に沈砂池または排砂門を設置することにより対応する。

2) 通水施設

改修計画に於ける当該施設としては、開水路（練り石積み水路・土水路・鋼板水路）、パイプライン、暗渠、水路橋、サイホン、落差工、および急流工がある。

通水施設の現況問題点は以下の通りである。

- a) 土水路が多く不整形断面の区間、縦断勾配が一定でない区間が多い。
- b) 山裾を通過する開水路部分では、法面崩壊による水路崩壊や水路内の土石堆積が多い。
- c) 山裾を通過する開水路部分での路線変更は、法面の拡大につながるため不可能な状

況である。

- d) 河川と並行する開水路の安定性は河川流水による法面浸食により脅かされている。
- e) 沈砂、排砂施設の不備、不足による混入土砂の水路内堆積が多い。

従って、通水施設の改良は、①断面不足区間の整形修正、②縦断勾配の修正、③パイプラインの新設、④河川護岸の修復、強化とする。

3) 分水施設、調節施設及び合流施設

分水施設の現況は、水路側壁に開口部を設けただけのものが多く、分水ゲートを有するものは極めて少ない。また、分水位確保のための調節ゲートを持つものも無く水路内に玉石を投入して水位確保している。

既設用水路と溪流との交差は、Dante-Yuwa水路の場合以外はすべて平面交差でコンクリート等の恒久施設は無く、水路が破損している場合もある。

分水のために水路側壁を無計画に開口することは過大な分水にもつながり、特に水路上流部に於いては下流域の用水不足につながる。従って、水路上流部に分水ヶ所が多い水路については、コンクリートあるいは練り石積みによる恒久施設を計画する。また、分水位確保のための調節ゲートは更新時の経費を考慮し、木製角落しとする。

溪流との交差は横断暗渠あるいはオーバーシュート工の様な立体交差も考えられるが、水路に危険がない限り溪流の流水の有効利用を優先し、合流施設を設けるものとする。

4) 保護施設

通水施設で述べたように、法面保護工、沈砂池および排砂門の改修・増設は水路機能の復活、維持に不可欠であり維持管理の容易な配置を考慮して計画する。

5) 管理施設

管理用道路、除塵施設等の設置も将来的には必要であろうが、この計画では取水口に木製角落しを設け、水路内の清掃など維持管理を行い易くする。

5.1.2 設計条件の検討

(1) 水理条件の検討

1) 設計流量

各施設の規模は、原則として計画最大用水量で決定するが、流入のある場合は合流工、余水吐き工の機能を十分検討して決定する。なお、各水路毎の計画最大用水量は、水稲作の所要用水量4.73(ltr./sec/ha)に支配面積を乗じて得られる流量を基に決定する。各水路の計画最大用水量を表5.1に示す(詳細は附属資料11用水量の検討に示す)。

表 5.1 各水路の計画最大用水量

S. No.	Name of Channel	Command Area (ha)	Maximum Design Water Requirement (4.73 l/s/ha) (cu. m/s)
1	Shaba Shaengo	10.11	0.048
2	Shaba Bara	18.20	0.086
3	Dujey Dingkha	28.20	0.133
4	Serekha	32.00	0.151
5	Tshetey Yuva	18.51	0.088
6	Kempa Tangyul	15.90	0.075
7	Gesse Chawa	34.00	0.161
8	Sharimochu	24.00	0.114
9	Gangyul	21.60	0.102
10	Damjimayu	42.80	0.202
11	Jangsa	60.80	0.288
12	Chendo Chukha	48.00	0.227
13	Bamdoley	40.00	0.189
14	Kothuphu Tangyu	24.20	0.114

2) 許容流速

- a) 最小許容流速：開水路；土水路では原則として土砂の堆積がなく、著しく流れを妨げるような植物が繁茂しない流速0.7m/s以上を目途とする。
コンクリート及び鋼製水路では0.5m/s以上とする。

暗 渠；用水路の 1.3倍

サイホン；用水路の 1.5倍

- b) 最大許容流速：土水路； 1.2m/s（砂混じり粘土）
練り石積み、コンクリート： 3.0m/s
プレキャストコンクリート： 1.5m/s
鋼製コルゲート： 3.0m/s

3) 水理設計

- a) 水理公式：

- ・開水路の断面寸法は、設計流量とManning の平均流速公式を用いて計画する。

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

V：平均流速 (m/s) R：径 深 (m)

n：粗度係数 I：水路底勾配

- ・パイプラインの計画にあたっては、Hazen Williams公式を用いる。

$$i = 10.666 C^{-1.85} \cdot D^{-1.87} \cdot Q^{1.85}$$

i：動水勾配

C：流速係数（ポリエチレン管=150）

D：管径 (m)

Q：流量 (m³/sec)

b) 粗度係数：

水路の材料と状態によって決定される粗度係数は、以下の通りとする。なお、本設計に於いては、水路の蛇行が著しいこと及び堆砂の影響を考慮し、通常の粗度係数の範囲の最大値を採用する。

水路と材料と状態	粗度係数
コンクリート、練り石積みコンクリート	0.016
コンクリート（既製フリューム）	0.016
鋼板（平滑な塗装表面）	0.017
”（波形表面）	0.030
土（若干の雑草）	0.033

c) 損失水頭：

水理設計にあたっては、原則として①摩擦による損失水頭、②流入、流出による損失水頭、③断面変化による損失水頭、④スクリーンによる損失水頭を考慮する。

d) 余裕高：

通常余裕高は、①経年、施工精度等に起因する粗度係数の変化、②流速水頭の静水頭への変化および③構造物、風等による水面動揺に対する余裕を加えて決められる。

この計画に於いては、小規模水路であることから下記の通りとした。

水路高 (mm)	300~450	500	600~1,300
余裕高 (mm)	50	100	150

(2) 構造条件の検討

水路の構造設計にあたっては、ブータン王国に基準が無いため、農林水産省構造改善局制定の『土地改良事業計画設計基準（水路工その1）、昭和61年』に準じて、構造物が受ける荷重、地盤の力学的性質、気象条件、および施工条件を考慮し、経済的な設計を行う。

1) 荷重

考慮する荷重は、施設種類、施設の形式、使用材料、設置場所、施工条件、使用材料の輸送条件、および自然条件により下記の内から選択する。

自重、水圧、浮力または揚圧力、土圧、自動車荷重、衝撃荷重、群集荷重

a) 自重：自重の計算には下記の単位体積重量を使用する。

材 料	単位体積重量 (ton/m ³)
鋼	7.85
鉄筋コンクリート	2.50
無筋コンクリート（練り積み含む）	2.35
水	1.00
土	1.80

b) 土 圧：原則的にランキン土圧公式とする。

c) 自動車荷重、衝撃荷重：

・自動車荷重	農道との交差点	14ton	トラック		
	その他の場所		9ton	トラクター	
・衝撃荷重	土被り (m)	1.5以下	1.5~2.5	2.5以上	
	衝撃係数	0.4	0.3	0.2	

d) 群集荷重：群集荷重は、自動車荷重と同時に作用しないものとし、その大きさは、 $300\text{kg}/\text{m}^2$ とする。

5.1.3 基本設計

前項計画概要に示す14条の用水路の基本設計を、フェーズ1、フェーズ2の調査の結果に基づき計画し、その主要な計画設計を事業計画の順に示す。また、これらの路線位置を図5.1に示す。

(1) Jangasa(Mini-Hydro) 水路

1) 取水工

開水路の起点(測点No.0)の57m上流にある旧取水工は、土砂堆積のため取水不能になっている。現在は測点No.4+15.5から仮設の土水路を設け、フトンカゴ護岸の一部を開口(木造)し暫定取水をしている。この地点の必要取水位 $WL=2324.18$ に対し、河床高は $GL=2323.0$ であり河川水深30cmを考慮して、高さ約90cmの堰が必要である。安定取水のため、木工沈床4段による固定堰をフェーズ1に追加計画する必要がある。

取水工の位置としては、現在暫定取水している地点が、河川の流況からみて適切である。この取水工の取入れ水路には、下流水路の堆砂状況からみて沈砂溝を設けるものとする。

2) 通水施設

測点No.110+8.8から開水路終点まで $L=3,014.9$ mは、木製枠に亜鉛鉄板(厚さ約0.3mm)を張り付けた矩形断面の水路である。この水路は、1988年までにブータン政府から材料を支給され地元民が建設したものであるが、既にかかなりの漏水ヶ所がみられ、早急に手当することが望まれる。この区間の改修は、現況断面、最小許容流速、流下能力、施工の難易度及び工費を検討の結果、平滑鋼板製フリュームで行うものとし、改修断面等は表5.2に示す。また、練り石積み水路と鋼板水路、鋼板水路の断面変化点の構造物は部分的な改修とする。

3) 分水、調節及び合流施設

この水路の大半の分水は、練り石積み水路区間で行われていて、その内、規模の大きな分水工には堆砂が見られるものの、機能上大きな問題ではないことから特に施設改修は考えない。ただし、鋼板水路の区間にある5ヶ所の水道水としての分水工、2ヶ所の

水路橋に付帯する分水兼放水工については、水路本体の工事とあわせ改修する。

4) 保護施設

測点No. 169+14.0～No. 170+ 8.0、No. 249+10.5～No. 249+14.0に生じている水路右岸の法面崩壊の修復のため保護工をおこなう。

(2) Chendo Chukha 水路

1) 取水工

この水路起点の水位WL=2,348.77 から、河川水位としてはWL=2,348.87 が必要となる。乾期におけるこの地点の河川水位WL=2,348.3～WL=2,348.4から、50cmの堰上げが必要で、河床からの最高堰高は、1.9mとなる。この堰高とこの地点のパロ川の状況すなわち直径50cm以上の玉石、転石で構成されていることから考えると、対応は安価な木工沈床では構造的な安全が確保できないためコンクリート堰とする。なお、堰高が高いことから、生息魚類の保護のため魚道を具備する。

2) 通水施設

この水路の現況は、測点No.15+ 9.0～No.25+ 1.0が練り石積みであり、他の区間は量水施設、分土工等の構造物に練り石積みが見られる他は土水路である。以下に主な改修区間の計画を示す。

起点からNo.2+10.0はほぼ自然断面の緩勾配水路であり、取入れ流速を遅くできることは土砂流入を少なくする上で好都合である。またこの区間の左岸側は4～5mの急斜面となっているため、出来るだけ右岸側に寄せた線形とすることが好ましい。従って、この区間は、既成コンクリートフリーム 600×300を用いて水路勾配は1/400 とする。

No.2+10.0～No.7+ 0.0は水路勾配1/24の急勾配水路であり、水路浸食の危険から土水路は不適當であること、落差工による勾配調節は土砂堆積が生じ易いことや工事費面でも不利であることからコンクリート水路とする。急流工の場合、余裕高が大きくなるため断面は上流側と同断面とした。

No.7+ 0.0～No.15+ 9.0には、パーシャルフリーム、余水吐工、片側の水路壁、人道橋、および斜面からの出水（保護工なし）がある。またこの区間は左岸側が急斜面で右岸側はパロ川が迫っていて用地が狭く、地形的にも安定していない。従って、この区間も既成コンクリートフリーム 600×300を用いた改修とする。水路勾配は1/250とする。

No.15+ 9.0～No.25+ 1.0は先に述べたように練り石積み水路であり、2ヶ所の法面保護、1ヶ所の補修を行う。

No.25+ 1.0～No.90+ 0.0は水路勾配1/250、No.90+ 0.0～No.120+ 0.0は1/90、No.120+ 0.0～終点No.149+10.7は1/55の程度の土水路で計画し、それぞれ断面不足、不整形部分の改修を行う。

3) 分水、調節及び合流施設

a) 分水施設

この水路には、47ヶ所のかんがい用水、1ヶ所のその他用水の分水がある。大半の分水工は、練り石積みであり中には破損しているものも見受けられるが、大きな破損はなく今後の受益者の維持管理の対象と考え改修の対象としない。

b) 調節施設

取水堰が固定堰であること、取水口の近くに急勾配水路があり低下背水による過大取水の危険があることから測点No.7 + 0.0には、余水吐工を計画する。この余水吐工は、急流水路の減勢工及び沈砂池をも兼ねた構造とする。

c) 合流施設

この水路には、2ヶ所の沢水の合流があるが一つは練り石積み分水工と兼用の既設構造物であり、もう一つは前項に述べたものである。

4) 保護施設

この水路で必要な保護構造物としては、No.12 + 0.0～No.13 + 17.0、No.18 + 5.0～No.18 + 13.0及びNo.19 + 6.6～No.19 + 13.6の水路左岸法面保護工、No.13 + 0.0～No.15 + 0.0のパロ川護岸工およびNo.140 + 5.0の横断排水工であり、いずれも水路の安全確保に不可欠と考え計画に盛り込まれている。

(3) Bamdoley水路

1) 取水工

この水路起点の水位WL=2,353.18から、河川水位としてはWL=2,353.28が必要となる。乾期におけるこの地点の河川水位WL=2,352.2～WL=2,352.0から、100cmの堰上げが必要となる。取水条件を安定させるため、堰をフェーズ1に追加計画する必要があるが、この地点のパロ川の水深は乾期でも3mを越えるため4m以上の堰を設けなければならない。また、この地点上下流の河川の様相は一辺2～3mの転石が数多くみられること、下流側約300m迄深みが続いていることが特徴としてあげられる。コンクリート固定堰の建設は仮設の困難さ、大きな堰体の工事費及び魚類保護を総合して考慮すれば効率的でないと考えられる。従って付近の転石、玉石を利用した石積み形式を採用する。

2) 通水施設

この水路の現況は、起点から測点No.38 + 0.0が練り石積みであり、他の区間は、分水工、水路橋、流入工等の構造物に練り石積みが見られる他は土水路である。以下に主な改修区間の計画を示す。

起点から測点No.38 + 0.0の練り石積み水路区間において、縦断勾配はほぼ一定であるが、断面は5区間に区別できる。水理計算の結果No.2 + 0.0より下流は断面不足であることが判明した。この区間は、パロ川護岸と急斜面間の狭隘な所に位置せざるを得なく出来る限り小さな断面とする必要があることから600×300のL形フリュームとし、水

路勾配は切土も極力避けなければならない為、現況に近い1/800 とする。

No.38+ 0.0~No.53+ 0.0に於いても通水断面不足であること、前区間との整合を計る必要があることから土水路（底幅= 600、水路高= 600、側法勾配= 1 : 1、水路勾配= 1/800 ）として改修する。

No.53+ 0.0~終点の水路は、区間全体に於いて急勾配でありながら更に勾配が急すぎる区間、逆勾配となっている区間が多い。従って、土水路としての制限流速内におさまる勾配1/80以下で部分改修する。

3) 分水、調節及び合流施設

a) 分水施設

この水路には、9ヶ所のかんがい用水の分水がある。その大半は土水路に欠口を設けた形式で、形状が乱れている。この計画では、土水路の改修に合わせ改修する。

b) 調節施設

調節施設としては、余水吐工がNo.18+16.0にある。この計画では、コンクリート水路の改修に合わせ沈砂池兼用タイプで改修する。

c) 合流施設

沢水とNo.34+15.0で交差するが、沢の流域面積は 4.5 km^2 と大きいため、洪水時に全量を合流させることは幹線水路にとっては危険がある。従って立体交差出来る施設とする。

4) 保護施設

この水路の既存保護構造物としては、7ヶ所の排砂口（1ヶ所のみ土砂溜付き）がある。その内4ヶ所は受益者によって開けられたもので、果樹園に排砂されているものもある。これらも改修の対象とする。

法面保護工は5区間、延長57.0mの改修が必要である。

(4) Kothupyu Tangyu 水路

1) 取水工

取水は乾期でも可能な状態にあるため、特に堰は考えない。この付近のパロ川は河床変動の激しい区間と考えられ、剛性の高い構造物で対応することは、施設費が大きくなる割に安定取水が望めない。ここでは、河床の玉石を寄せた取水口をフトンカゴに置き換える計画とする。

2) 通水施設

起点からNo.7+10.0 までの水路右岸側は取水工と同様、河床材を寄せた物である。取水工と同様の理由からフトンカゴによる水路側壁とする。また、水路左岸側は河川により浸食を受けた斜面であり、所々法面崩壊が起きているため、保護工と兼用のフトンカゴによる水路側壁とする。

No.7+10.0 から終点までの水路は、No.41+10.0の落差工を除いて、改修の必要はないと考

えられる。

3) 分水及び合流施設

a) 分水施設

この水路には、4ヶ所のかんがい用水の分水がある。形式は土水路に欠口を設けた形式で、形状は乱れているが、この計画では、規模が小さいこと、数が少ないことから受益者の改修に委ねるものとする。

b) 合流施設

沢水とNo.13+10.0、No.40+ 5.0で交差するが、沢の流域面積はきわめて小さい。従って、この計画では分水施設と同様の扱いとする。

4) 保護施設

この水路の、No.7+10.0～No.14+ 0.0に3区間L=75.0の法面保護を要する区間があり、フトンカゴにより対応する。

(5) Kempa Tangyul 水路

1) 取水工

水路起点に於ける水位WL=2,299.44 から、河川の必要水位はWL=2,299.54 となる。乾期水位WL=2,298.5程度であるから、堰高は1.05mとなり、木工沈床5段で対応する。

2) 通水施設

この水路の特徴は、起点から終点まではほぼ一樣勾配でほとんどの分水工が下流域に集中している。従って、計画勾配はほぼ現況に等しい1/105 とする。

起点からNo.6+ 0.0迄は農道改修のため移設する必要がある。No.8+ 0.0～No.20+ 0.0及びNo.28+ 0.0～No.41+ 0.0は改修水路は盛土となる。これらの区間の現況は水路本体中に多くの玉石が混入し、土水路としての改修は困難と考えU-300トラフを用いるものとする。

No.51+ 0.0～No.89+15.0は改修水路が切り土となる区間であるため、土水路で計画する。

3) 分水施設

この水路には、41ヶ所のかんがい用水の分水がある。その大半は土水路に欠口を設けた形式で、形状も乱れている。この計画では、水路本体の改修に合わせ改修する。

4) 保護施設

この水路の現況には、沈砂池はないが、Jangsa水路の旧取水工の現況等から判断すると、土砂の流入は避けられないと思われる。従って、No.6地点に沈砂池を計画する。この水路付近には、適当な排水路がなく排砂路を具備した沈砂池は困難であるため、人力による排砂作業を容易にするため、農道に隣接させる。

(6) Gesse Chawa 水路

1) 取水工

水路起点に於ける水位WL=2,309.35 から、河川の必要水位はWL=2,309.45 となる。乾期水位はWL=2,309.0程度であるから、堰高は0.85mとなり、木工沈床4段で対応する。

2) 通水施設

この水路は全線土水路で構成されている。主な改修区間は以下の通りである。

No. 0 + 0.0 ~ No. 1 + 0.0は取水施設と後続沈砂池との接続で、U形フリューム 450を用いる。

No. 1 + 10.0 ~ No. 5 + 0.0の現況は幅20m程の池状の湿地になっている区間で、湿地全体を埋め、土水路の整形断面を計画する。

No. 5 + 0.0 ~ No. 15 + 0.0およびNo. 20 + 0.0 ~ No. 45 + 0.0は切土により整形断面とする計画としたが、後者は緩勾配水路で通水能力が著しく不足している事が水理検討の結果判明した。

No. 58 + 0.0 ~ No. 65 + 10.0は現地調査で漏水が多く観測された区間である。No. 58 + 0.0 ~ No. 62 + 15.0は地形上用地幅が狭いため、No. 62 + 15.0 ~ No. 65 + 10.0は盛土となるためU形フリューム 300で計画する。

No. 65 + 10.0 ~ No. 69 + 0.0は急勾配水路で土水路の許容流速を越え、かつ盛土となるためU形フリューム 300で計画する。

No. 69 + 0.0から終点は土水路とした場合最大許容流速に近く、しかも盛土となるため前区間と同様の対処とする。

3) 分水施設及び合流施設

a) 分水施設

この水路には、25ヶ所のかんがい用水の分水がある。その全ては土水路に欠口を設けた形式で、形状も乱れている。この計画では、水路本体の改修に合わせ改修する。

b) 合流施設

この水路には、4ヶ所の合流工があるが、いずれも小さな流域の沢と水田からの排水であり、流入させても水路の安全が保たれるよう水路本体の改修計画で考慮し、水資源の有効利用を図る。

4) 保護施設

この水路の現況にも沈砂池はないが、Kuthuphu Tangyul水路と同様No. 1 + 0.0 ~ No. 1 + 10.0地点に沈砂池を計画する。

(7) Damjimayu 水路

1) 取水工

水路起点に於ける水位WL=2,280.80 から、河川の必要水位はWL=2,280.90 となる。乾期水位はWL=2,280.2程度であるから、堰高は0.70mとなり、木工沈床4段で対応する。

2) 通水施設

この水路は、起点から測点No.13 + 0.5が練り石積みで、その他の区間は基本的に土水路で分土工等の構造物が練り石積みとなっている。またこの水路の計画上の要点として、測点No.23 + 7.5からNo.23 + 18.0で国道と交差し、測点No.50でシャリロン川と交差している事があげられる。以下に主要な改修計画を示す。

起点から測点No.8+ 0.0は、農道の改修に伴い付替えが必要である。この区間のみで考えるとU-450 フリュームで流下出来るが、後続の緩勾配部を考慮し、L-600 ×300 フリュームとする。

No.8 + 0.0～No.23+7.50は、この区間後半の逆勾配部を順勾配に修正するため、L-600 ×300 フリュームによる盛土水路とする。

No.23+ 7.5～No.23+18.0は、国道と小排水の立体交差区間で、水理検討の結果、現況を利用するものとする。

No.23+18.0～No.59+ 0.0、No.59+ 0.0～No.90+ 0.0はそれぞれ 600× 600および 500×400の土水路で対応する。

No.90+ 0.0～No.100+ 0.0、No.100+ 0.0～No.117+ 0.0は、300× 300の土水路で対応する。

No.117+ 0.0～No.119+10.0（終点）は、最大許容流速を越えるため、U-300 フリュームを採用する。

3) 分水施設及び合流施設

a) 分水施設

この水路には、53ヶ所のかんがい用水の分水がある。この計画では、水路本体の改修に合わせ改修する。

b) 合流施設

この水路には、9ヶ所の合流工があるが、いずれも小さな流域の沢や水田からの排水であり、流入させても水路の安全が保たれるよう水路本体の改修計画で考慮し、水資源の有効利用を図る。

4) 保護施設

この水路の既存沈砂池は測点No.15+10.0にあり、水路改修に伴い現況沈砂池をかさあげる計画とする。

測点No.48+16.8からNo.50+ 0.0でのシャリロン川との交差に於いては、現在、水路の後半約10mが崩壊している。これは同河川の河床低下に起因するものと考えられる。この区間は、サイホン工として修復し、170mの護岸工事と無筋コンクリートによる床止工を具備する。

(8) Shaba Shengo水路

1) 取水工

水路起点に於ける水位WL=2,208.75から、河川の必要水位はWL=2,208.85となる。乾期河川水位はWL=2,207.6程度であるから、堰高は1.15mとなり、木工沈床5段で対応する。また、現況取水口の長さ3mにわたって壊れている区間を補修する。

2) 通水施設

この水路には、おもな練り石積み3区間がNo.0 + 0.0～No.12+10.0、No.32+ 3.6～No.35+17.8、No.47+15.0～No.66+ 1.0にある。そのほかにも4区間の練り石積み水路があり、総延

長 720.1mとなっている。水路縦断計画に当たっては、上記区間を改修する必要の無いように中間の土水路の改修を計画する。以下に主な改修区間を示す。

No.12+19.4～No.16+ 8.6はNo.17付近の堰上げ背水の影響をNo.15付近で増長しないようにコンクリート水路L-600 に置き換える。

No.16+19.2～No.17+ 9.2も上記と同様堰上げ背水を発生させないように、粗度係数の良いコンクリート水路L-600 にするものである。

No.20+ 7.8～No.32+ 3.6は断面不足と、山裾を通過していることから構造的に強固なコンクリート水路L-600 にする。

No.67+ 2.0～No.82+ 0.0は縦断勾配が乱れた区間であるため、土水路として改修を計画する。

No.82+ 0.0～No.88+ 0.0は急勾配水路となり、水路浸食が起きないようにコンクリート水路U-300 とする。

3) 分水施設及び合流施設

a) 分水施設

この水路には、25ヶ所のかんがい用水の分水がある。この計画では、水路本体の改修に合わせ改修する。

b) 合流施設

この水路には、No.2+ 9.7に水路測壁を壊して作った流入工があるが、水田 0.1ha程度からの排水であり、流入させても水路の安全に支障はないのでその整形を考える。

4) 保護施設

この水路の既存沈砂池は測点No.12+10.0～No.12+19.4にある。受益者がわずかな補修を行えばほぼ使用可能な状態にあるので計画には上げない。

(9) Ganhyul 水路

1) 取水工

この水路の水源はドティー川支流のシャリロン川である。水路起点に於ける水位WL=2,407.35から、河川の必要水位はWL=2,407.45とする。現況の玉石積みの堰高は1.75mであり、それと同じ高さで計画する。堰高が高く、河川勾配が急であることから堰本体はコンクリートとする。また、堰の右岸側約25mは、平均高さ13mの法面崩壊が起きている。崩壊は進行中の新しいもので、土質は転石混じり粘性土である。この崩壊を避けるためには堰を上流に移し、左岸取水とし、現況堰の下流で河川を横断する必要があるが、工事費の増大、工事に伴う樹木伐採による環境破壊が考えられるため、崩壊法面を直接修復する計画とした。法面安定工法としては、自然との調和を考慮し、法尻にフトンカゴを設置し、法面は連柵の植生とする。

2) 通水施設

この水路は全線山腹の斜面上を通過していて、水路縦断勾配も急なものとなっている。水

路構造が土水路のため流水による浸食や、斜面からの土砂流入のため不整形断面の区間が多い。以下に主な改修区間を示す。

No.0+0.0~No.40+0.0は平均勾配1/27ときわめて急流となっているため、土水路の最大許容流速内には収まらない。また、落差工等の設置も地形上困難である。従って、コンクリートライニングで計画するが、U形フリームは搬入が困難なことから練り石積みで対応する。

No.40+0.0~No.65+13.0区間に於いては、No.57付近の急勾配部を解消すべく水路勾配1/42の土水路で改良する。

No.85+13.0~No.85+0.0の特に前半区間の現況は、断面が不整形であるため水路勾配1/55の土水路で改良する。

No.85+0.0~No.87+5.0は縦断勾配が1/10と急なため、練り石積みでの改修を計画する。

No.98+0.0~No.126+0.0の区間では、No.107+14.0からNo.110+10.0にかけての急流部を解消するため、区間内を一律勾配の土水路とする。

3) 分水施設及び合流施設

a) 分水施設

この水路には、14ヶ所のかんがい用水の分水と2ヶ所の飲料水目的の分水がある。この計画では、水路本体の改修に合わせ改修する。

b) 合流施設

この水路には、No.111+14.7に流入工があるが、小さな沢であり流入させ水源の有効利用を図る。

4) 保護施設

この水路には既存沈砂池はない。No.0+0.0mからNo.1+0.0の区間に余水吐と沈砂池兼用の施設を計画する。

(10) Tshetey Yuva水路

1) 取水工

現況取水口の付近のパロ川の特徴は、左岸には①取水口の上流110m迄パロ空港方向から護岸工が続いている。②その護岸終了地点に国道と交差する排水工がある。右岸には、③取水口下流20mにWoochu川が合流していて、その地点を中心におよそ4mの深さで局部的に洗掘されている。④右岸一帯には、約1.4mの厚さ、80mの幅で土砂堆積がある。⑤その最も右岸寄りには、深さ2m、幅13mの旧河道が残されている、等である。

現況取水口地点での、この水路の取入れ必要水位はWL=2,220.37、乾期の河川水位はWL=2,219.1、河床高はGL=2,218.3、従って必要堰高は1.57mとなる。この堰高は木工沈床で対応できなくコンクリート堰が必要となる。この地点に堰を築造することは、③の条件から堰の最も弱点である下流護床を十分出来ない事から、好ましくないと判断される。従って、堰を現況取水口地点の上流へ移動することになるが、①③の条件とミオ筋を考慮すると最も

好ましい地点は、現況取水口地点の上流約60mとなる。その他②④⑤の条件に対応することは堰の位置と無関係である。この地点での水路の取入れに必要な河川水位はWL=2,220.52、乾期の河川水位はWL=2,219.9、河床高はGL=2,219.1、従って必要堰高は0.92mとなる。この堰高は木工沈床で対応でき4段重ねとなる。この移動により、堰の構造上の安定化と堰工事費の軽減が計られる。一方、水路の延長増とそれに伴う護岸延長の増加は、幾分工事費の増になるものの全体工事費では軽減となる。

2) 通水施設

この水路は全体に勾配が緩く、測点No.0+0.0~No.12+6.5、No.15+5.5~No.18+16.2、No.31+9.8~No.33+6.9に練り石積み区間がある。通水断面は全線設計流量の流下が可能で、No.21+5.5~No.29+15.4に若干断面の不整形な区間がある程度である。またNo.15+8.3~No.20+9.1にかけては、町並みに沿って又は家屋の下、国道の下を通過している。さらに、No.20+9.1地点で一旦小河川に放流され、No.20+16.5で再び取水されている。この再取水システムは人家から塵、汚水が混入する難点はあるが、放流する小河川には乾期に於いても流水があることから、水源の有効利用を第一とし改修の対象としない。

以上から、この水路は、現況起点から上流60mの新設水路のみを計画する。この新設区間は、L-600×300を使用し、河川側はフトンカゴによる保護工を行う。

3) 分水施設及び放流施設

a) 分水施設

この水路の末端には分水工がある。この分水工がこの水路唯一のもので圃場整備計画の地区への分水である。圃場整備計画に於てこの分水工は、現況のまま利用することが可能と判断されるので、改修は行わない。

b) 放流施設、再取水施設

この水路には、No.20+9.1放流工がある。この放流工自体には特に問題はないため、現況利用とする。No.20+16.5にある、沈砂池と一体となった再取水施設は、破損が激しいため、また下流側水路において沈砂機能が不十分である現象がみられるため、再建設とする。

4) 保護施設

上述の通り。

(II) Shaba Bara水路

1) 取水工

水路起点における水位WL=2,297.09から、河川の必要水位は、WL=2,297.19となる。この地点の乾期における、パロ川の水位はWL=2,296.8程度であるから、高さ0.7mの堰が必要となる。従って、木工沈床4段の固定堰で対応する。現況の取水は延長約25mの導流堤で取水口まで流水を誘導している。このことは、現況の取水口位置は、ミオ筋が右岸側に寄り始める地点にあるためである。従ってこの計画では導流堤を改修し、堤を現況取水口の15m上流に設ける。

水路起点における水位 $WL=2,215.68$ から、河川の必要水位は、 $WL=2,215.78$ となる。この地点の乾期における、パロ川の水位は $WL=2,215.2$ 程度（堰上げがある状態）であるから、高さ 0.9m の堰が必要となる。従って、木工沈床 4 段の固定堰で対応するものとする。なお、この施設の右岸側の急斜面は、高さ 3m 、延長 20m にわたって崩壊している。この斜面は転石混じりの砂レキ土で構成されていること、全体の斜面長が $15\text{m}\sim 20\text{m}$ 、勾配が $50^\circ\sim 70^\circ$ であることから崩壊面を完全に抑えることは難しい。取水口での土砂崩れは、水路内への土砂混入量を益々増加させることになり、維持管理に支障を来し補修は不可欠である。この計画では、自然との調和、工事費を抑えることを念頭に、フトンカゴ、連棚及び柳の植生により改修する。

2) 通水施設

この水路は、起点から $\text{No.}24+9.0$ 迄が練り石積み、 $\text{No.}24+9.0$ から終点までが土水路で構成されている。この練り石積みの区間は、前述のように急傾斜斜面と平行する区間でもある。以下に主な改修区間を示す。

$\text{No.}24+9.0\sim\text{No.}28+0.0$ に於て、 $\text{No.}25+16.0$ 迄は土砂の堆積で水路勾配が確保されていないこと、 $\text{No.}25+16.0$ 以降が急勾配水路であることから、区間内の勾配を平均化し土水路で断面及び勾配の改良を行う。

$\text{No.}52+9.0\sim\text{No.}77+17.0$ の勾配整備に於て、 $\text{No.}52+9.0\sim\text{No.}59+0.0$ 及び $\text{No.}69+0.0\sim\text{No.}77+17.0$ の区間は、それぞれ切土、盛土として土水路で改修する。

$\text{No.}77+17.0\sim\text{No.}83+14.0$ の区間も現況では、勾配が急すぎる区間があるため、勾配を平均化する縦断勾配整備を行う。この区間は盛土水路となること、土水路としたときの流速が最大許容流速に近い値となることから、浸食の恐れが大きいので、U-300 を使用したフリューム水路とする。

3) 分水施設、調節施設

a) 分水施設

この水路には30ヶ所の分水工があり、すべて土水路に欠口した単純な構造である。水路改修に伴う区間は、改修の対象とするが、その他のものは受益者の維持管理としての整備に委ねる。

b) 調節施設

この水路の現況には沈砂池、余水吐き放流工はないが、水路内の堆砂状況から考えると、必要性の高い施設であるため、新設する。水路は起点から、急斜面とパロ川右岸護岸の間を通過している区間に於いては、施設用地を得ることは困難であるため測点 $\text{No.}27$ 付近に設置する。

4) 保護施設

取水施設で述べた様な急斜面が、 $\text{No.}0\sim\text{No.}24$ にかけて続いている。このうち既に崩壊もしくは崩壊の危険性が極めて高い $\text{No.}0+0.0\sim\text{No.}4+0.0$ 及び $\text{No.}7+0.0\sim\text{No.}8+0.0$ の区間

2) 通水施設

この水路の現況は、測点No.0+0.0～No.3+0.0に見られるように短区間の練り石積み水路が、分土工を中心に配置されている。これらの大半は1988年～1989年にかけて施工されたものである。従ってこの水路の改修計画は、これらの練り石積み水路を出来る限り利用することとした。以下に主な改修計画を示す。なお次項分水施設で述べるように、用水不足の可能性が高いことから上流側の水路断面の検討に当たっては若干余裕を見込んでいる。

No.0+0.0～No.1+7.0は農道の路線と一致するため不替となる区間でL-600×300を用いた新設とする。

No.1+7.0～No.3+0.0の区間は、計画流量に比べ断面の大きな練り石積み区間であり、破損か所のみ改修の対象とする。

No.3+0.0～No.21+14.3も流下断面としては十分であるが、中間No.11～No.17が中だるみした縦断勾配となっているため、No.4+8.5より上流の分水水位が確保されていない。従って、この区間はL-600×300を用いて改修する。

No.21+14.3～No.24+12.6は急勾配区間である。No.23+2.6迄は練り石積みであるから、現況を使用するものとするが、これ以降は土水路で水路浸食が起きているため、L-600×300を使用し改修する。

No.24+12.6～No.44+0.0の現況は土水路で、No.31までは水路底の起伏があり、No.31以降は断面が不足している。起伏の程度、断面不足の程度ともに極端でないので、土水路の整形を計画する。

No.44+0.0～No.46+0.0は急流区間であるため、U-450を用いた改修を行う。

No.46+0.0～No.89+0.0の区間では、流下能力不足のNo.80+00から下流の土水路を整形する。

No.89+0.0～No.112+0.0には特に断面不足の区間はない。

3) 分水施設、及び調節施設

a) 分水施設

この水路には、98ヶ所と極めて多い数の分土工がある。これらの分土工はいずれも小区画の水田への分水ではあるが、整然とした管理をしなければ用水不足となる。この計画では、上流の受益者のみ有利にならないよう（下流の水不足が深刻にならないよう）水路改修に伴う分土工のみ角落しを設けた分土工を設置し、水管理機能を向上させる。

4) 保護施設

この水路の現況には、沈砂池、余水吐き工は設置されていない。パロ川とこの水路の位置関係から、余水吐き工の設置は困難と思われるため、この計画では取水口を出来る限り過多の取水がおこらないような構造とした。又沈砂池はNo.20+10.0付近に設ける計画とする。

(12) Dujey Dinkha 水路

1) 取水工

において法面保護工を設け、工法は取水施設の場合と同じとする。

(13) Serekha 水路

1) 取水工

この水路の取水口は、Gebiolumi 川にある。この川の取水口の上下流 300m間の河川勾配は約 $1/20$ となっている。またこの川の左岸側は、亀裂の多い岩盤からなる切り立った崖が連続している。現況取水口を中心にこの崖の状態を見ると、取水工地点および上下流それぞれ50mの所に局部的ではあるが亀裂の比較的少ない岩盤が残っている。一方、川の右岸側は、 $1/15 \sim 1/17$ の緩斜面でほとんどが水田として利用されている。

現況取水口の底盤は、河床から約 2 m 高い位置にあり、建設当初の取水口は数 m にわたって洪水時に流亡したものである。

以上のような状況下に於いて、現況取水口地点に堰を設けてこの水路の機能回復しようとするれば、約 2.5 m の堰高となり堰上げ背水の影響により右岸農地の冠水被害を招きかねない。従ってこの計画では、現況取水口の 50m 上流まで $1/500$ の勾配で水路を延長し、この地点にある亀裂の少ない岩盤を利用して、コンクリート堰を設けるものとした。このときの水路起点水位は、 $WL=2,272.03$ で河川の必要水位は $WL=2,272.13$ となる。従って堰頂標高は、 $EL=2,271.83$ となり堰高 0.5 m 程度となる。なお、この河川は土砂、転石が非常に多いため、新設する堰はこれらで埋没する可能性が高いため、排砂溝付きとする。またこの排砂溝は魚類の遡上のための魚道を兼ねた構造とする。

2) 通水施設

この水路の現況は、起点から水路のほぼ中間点である No.37+18.1 までが比較的急勾配で、落差工、急流工を含む練り石積み区間が多い。この地点より下流は、緩い水路勾配で部分的な練り石積み区間もあるが、土水路が主体となっている。この計画では、土水路区間を改修することにより、水路の機能回復を計ることを基本とした。以下に、主な改修区間の計画を示す。

新起点 No. (-2) - 10.0 ~ No. 0 + 0.0 は取水施設で述べた通り水路勾配 $1/500$ 、 $L=600 \times 300$ を用いた水路を河川沿いに保護工とともに新設する。

No. 2 + 17.2 ~ No. 6 + 3.5 に於いては、No. 4 付近では水路内を流下してきた土砂や右岸から流れ込む排水路に運ばれた土砂で水路天端まで埋まっている。勾配が急であること、下流端の落差工の低下背水の影響を考慮して、U-450 フリュームとして改修する。

No. 6 + 5.5 ~ No. 16 + 1.6 は水理検討の結果 No. 13 までは断面不足、それ以降は最大許容流速を超える流れであることから、U-450 フリュームの水路とする。

No. 16 + 9.6 ~ No. 20 + 18.3 の区間は、断面不足であり 400×400 の土水路として計画する。

No. 20 + 18.3 ~ No. 25 + 7.0 の区間は、余裕高が不足しているため、練り石積み側壁の上に 5 cm のコンクリート側壁を追加打設する。

No. 25 + 7.0 ~ No. 34 + 19.0 の区間は、土水路では最大許容流速を超えるため U-450 フリューム

ムとして計画する。

No.53+14.0~No.54+7.0 は、断面不足のため400 ×400 の土水路として計画する。

No.59+12.0~No.69+8.2 の区間は、敷高がNo.59+12.0~No.66+15.0にわたって高くなっているため、勾配の整備を主体に改修する。

3) 分水、調節、及び合流施設

a) 分水施設

この水路には14ヶ所の分水工があり、10ヶ所が水路改修に伴う改修の対象となる。改修する分水工のうち急勾配水路に属するものは安定した分水のため水位調節のための角落としを設ける。

b) 調節施設

No.1+2.0 ~No.1+9.8 には、余水吐、放流及び沈砂池を兼ねた構造物がある。この施設の現況から判断して規模が不足していると考えられ、また施設の老朽化が著しいため、再建設するものとする。

c) 合流施設

この水路には3ヶ所（測点No.4+9.0、No.17+4.0、No.64+13.0）の流入がある。No.4+9.0の流入は土砂流の痕跡があることから、水路の上を立体交差させ合流は避ける計画とする。残る二つについては、水源の有効利用を考え合流工を設置する。

(4) Sharimochu 水路

1) 取水工

この水路の水源となるShariron川では、乾期（低水時）において、流水が扇状地の始まり付近で伏流してしまう。このため伏流する上流地点にコンクリートによる取水堰を設け、同河川の水源を最大限有効に利用しようとするものである。現地踏査の結果、取水工の位置は、標高2,356 m~2,357 m付近が先の条件および兩岸の地形条件に適していると判断した。また伏流水の止水目的を持つこの堰は、現地の地形、土砂（転石）の状態から地表下3 m即ち、EL=2,354.20 まで根入れをおこなう。取水工地点は、転石が多く新設する堰の上流側は相当量の堆砂が起きるものと思われる。従って、堰高は上流側左右岸の土地利用に支障の無い範囲で高くするものとし、地表面から2.6 m、EL=2,359.80 とした。従って取水水位は、取水工の構造上からWL=2,359.30 と設定する。

2) 通水施設

この水路は、Shariron川右岸沿いにあったと言われるが、同河川の洪水により受益農地、水路共に流亡したため、維持管理が容易な様に国道側即ちShariron川左岸沿いに新設する計画とする。取水地点の水位WL=2,359.30 及び受益地域、水路路線の標高からこの水路を開水路として考えると、平均勾配でも約1/12程度となり斜流水路または50~60ヶ所の落差工を持つ水路となり建設費、耐用年数に問題があるばかりでなく水管理上も難しく利用しづらい水路となる。さらに、この水路の主な受益地は、現在のところ土砂堆積で利用不能になって

いる区域であるため、現在は支線用水路の配置が確定できない。この水路の建設に取りかかる年度には本プロジェクトにより、農地に堆積している土砂がかなり取り除かれ末端配水計画が判明すると思われる。従ってこの水路計画は、末端配水計画においても自由度の高いパイプラインとする。

このパイプラインの形式は、起終点及び4ヶ所の地形変化点に水槽（H=2.5 m）を設け、D=225 mmのポリエチレン管で結ぶものとする。起点以外の水槽は各支線への分水水槽と調圧のために設ける。なおパイプの埋設深は、60cmを標準とする。

3) 分水、調節施設

a) 分水施設

前項に述べた、分水水槽にはそれぞれ2ヶ所の分水用バルブを設置する。

b) 調節施設

流量、水位調節のため、分水水槽の本管出入り口には、それぞれ仕切り弁を設ける。

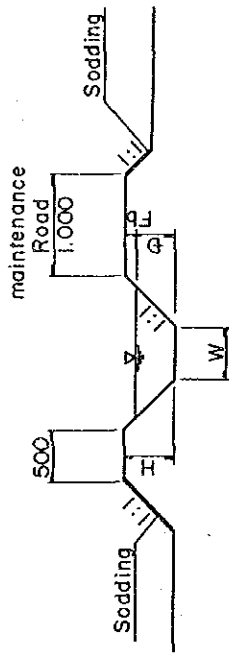
4) 保護施設

このパイプラインでは、取水施設の構造上、土砂の混入は余り多くないと考えられるが、木の葉の混入に対して対処するため、取水口にはスクリーンを配置した。

5.1.4 基本設計図

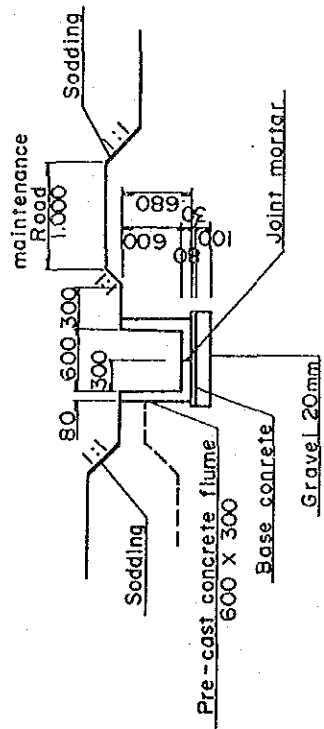
基本設計図を次頁以降に示す。

Name of Type : E.C. WxH

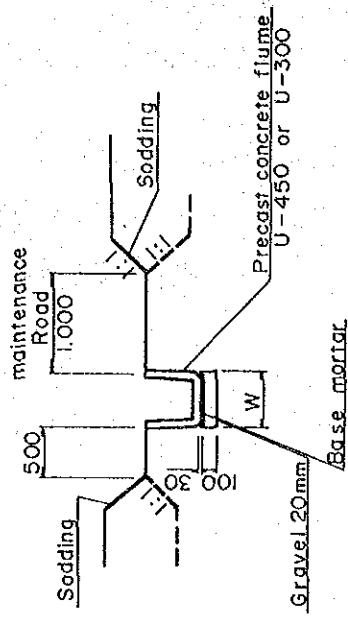


W = 600 ~ 300
H = 600 ~ 300

Name of Type : P.F.L-600



Name of Type : P.F.U-450
P.F.U-300



W = 560(U-450)
H = 400(U-300)

