

No.

水

初ハトル五国水資源省

ラジクドウワ灌漑計画調査

主報告書

平成

116  
833  
AFA



JICA LIBRARY



1112645(5)



国際協力事業団

ネパール王国  
水資源省

## ラジクドゥワ灌漑計画調査

### 主 報 告 書

平成5年11月

日本工営株式会社  
北海道開発コンサルタント株式会社  
共同企業体

国際協力事業団

26198

## 序 文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、同国のラジクドゥワ灌漑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いたしました。

当事業団は、平成4年6月から平成5年10月までの間、4回にわたり、日本工営株式会社の武田健策氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ネパール王国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、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りました。

この報告書が、本計画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す。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成5年11月

国際協力事業団  
総裁 柳谷謙介



## 伝達状

国際協力事業団  
総裁 柳谷 謙介 殿

今般、ネパール王国におけるラジクドゥワ灌漑計画調査を終了しましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約により、弊社が、平成4年6月から平成5年11月までの18ヵ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ネパール国の現状を十分に踏まえ、ルンビニ県テライ平野部の農業の発展と地域住民の生活水準の向上に貢献しうる灌漑農業開発計画を策定いたしました。

この灌漑農業開発計画は、小川の豊水の一部を5ヵ所の溜池に貯留し、溜池から灌漑用水を供給することにより、1,800 haの既耕地を灌漑するもので、技術的且つ経済的に妥当な開発計画であります。

尚、同期間中、貴事業団および農林水産省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、ネパール国においては、ネパール王国政府水資源省特に灌漑局関係者、在ネパール日本国大使館、JICAカトマンズ事務所、およびJICA派遣専門家の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成5年11月

日本工営株式会社／  
北海道開発コンサルタント株式会社  
共同企業体  
ラジクドゥワ灌漑計画調査団  
団長 武田 健策







## 要 約

### 序 論

- 01 本報告書は、1992年2月13日付で国際協力事業団（JICA）とネパール国政府水資源省灌漑局（DOI）との間で締結された、ラジクドゥワ灌漑計画に関するフィージビリティ調査に係る実施細則（S/W）に基づいて作成されたものである。
- 02 本フィージビリティ調査の目的は、グドゥルン川、ベルワグルドゥワ川、コンドレ川およびパンガンガ川で囲まれた調査対象地域約12,000 haから選定された計画地区に対する灌漑農業開発計画を策定する、とともに調査全般を通じネパール側カウンターパート技術者にフィージビリティ調査に係る技術移転を行うことにある。

### ネパール国の経済と農業

- 03 ネパールは、インドと中国に挟まれた内陸国であり、総面積は147,181km<sup>2</sup>である。生態学的には北部山岳地域、中部丘陵地域および南部のテライ（平野）地域の3つの地域に区分される。ネパールの総人口は18,462千人（1991年人口センサスの速報値）であり、その内90%以上は農村地域に住んでいる。人口密度は131人/km<sup>2</sup>であり、最近10年間の年平均人口増加率は2.08%である。
- 04 ネパールの国家経済は、比較的安定した成長を続けており、1984年からの年平均経済成長率は、4.9%である。1991/92年の国内総生産額は、NRs.130,685百万と推定され、このうち農業部門が約51%を占めている。国民一人当たりGDPは、約NRs.7,080（US\$165）にとどまっている。
- 05 ネパールの全農耕地面積は、約2.65百万ha（国土面積の18%）と推定される。地形条件や自然環境の保護から耕地の面的拡大の余地はほとんどない。また灌漑面積は、943千haとされており、灌漑面積のうち832千ha（88%）が地表水を水源とし、残りは地下水を水源としている。また、灌漑局管理の灌漑面積は、267千ha（28%）、残りは農民管理の灌漑組織である。これらの灌漑面積のうち恒久施設により灌漑されているのは、約1/3にすぎない。
- 06 1992年-1997年までの第8次5カ年計画において、農業は、（1）農業生産の増加を通して国家経済への貢献、（2）食糧の自給、（3）農産工業の原料増産、（4）小農の雇用機会の増加および（5）農業開発と環境の調和を図ることを目的としている。また、より効果的な灌漑開発事業を進める為に、1）政府が進める大中規模灌漑事業の推進とともに農民参加による小規模灌漑事業（テライ地域；2,000ha以下）の実施、（2）灌漑施設の管理・補修の農民への移管、（3）事業推進の各段階からの農民参加と利用者組合による水利費の徴収強化等を政策方針としてあげている。

## 調査対象地域の現況

- 07 調査対象地域は、ネパール王国の西部開発地域（Western Development Region）の南西部に位置する、ルンビニ県カピルバスツ郡のイラカNo.6に属し、59の部落を含んだ7村（Village Development Committee, VDC）からなる。
- 08 調査対象地域は、テライ（平野）地域に広がっており、標高90mから275mの間で北から南に緩やかに傾斜しているほぼ平坦な地形からなる。調査対象地域の東西外辺部は、コンドレ川、バンガンガ川、グドゥルン川及びベルワグルドゥワ川の川岸段丘で、森林になっている。調査対象地域は、この森林地帯から中央に向かって緩やかに傾斜し、中央部の低地には、北から南へゴライ自然排水路（小川）が走っており、末端はバンガンガ川に注いでいる。
- 09 調査対象地域の人口は、約33,260人（1990年の推定値）であり、1981年から1990年まで2.3%の割合で増加している。総人口の約50%が労働人口で、そのほとんどは農業に従事している。また人口密度は272人/km<sup>2</sup>、総世帯数は5,150戸で、一戸当りの平均家族数は6.5人である
- 10 年平均降水量は、グドゥルン頭首工計画地点南に近接するパタルコット村において、2,236 mmと記録されている。年降水量の約86%が6月から9月の4ヶ月間に降る。そのため年間降水量は十分あるものの、降雨が雨期に集中するため、一年を通じて作物に有効利用することは難しい。
- 11 揚水試験等から判断した被圧地下水の揚水可能量は、シタプールからパタルコットに至る調査地の多くで、4 l/sec程度、ピチュワプールでは6 l/sec程度である。これらの量は日常用水や飲料用水としては十分であるが、灌漑用水としては不足である。
- 12 調査対象地域の47%（5,700 ha）は灌漑農業（水稻及び畑作）に適した土地である。また現在、調査対象地域の37%（4,560 ha）が耕作されており、そのほとんどは水田として利用されている。また53%（6,440 ha）が森林として残っている。
- 13 調査対象地域は主に天水に頼った農業が行われており、雨期作として水稻が、乾期作として、小麦、豆類、油料作物、野菜などが栽培されている。その現況作付率は全体で約132%と低い状況にある。加えて、灌漑用水の不足、農業資機材の投入及び栽培技術水準が低位にあるため、その作物収量においても極めて低い。
- 14 調査対象地域の農家の平均土地所有面積は、1.0haであり、全農家数の約65%が所有面積が1.0 ha以下の極小規模農家に分類される。平均農家の粗収入は年間平均約NRs.14,200で、その内約60%（NRs.

8,300) を農業収入が占める。また総支出は約 NRs.13,800であり、約 NRs.400が純留保となる。

- 15 現在利用されている灌漑システムは、ラニクドゥワ灌漑システム（グドゥルン川+湧水群）、グライ排水路システム及び中小規模の溜池かんがいシステムである。灌漑規模はそれぞれ630 ha、200 ha、60 haである。これらのシステムはいずれも、水源量も少なく且つ不安定である。加えて、上流側優先の灌漑であるので、水配分は極めて不均等となっている。
- 16 調査地域のあるカピルバスツ郡には、9ヶ所の農業普及サービスセンターがあり、農業開発官（ADO）の下に普及員が配属され、農業普及活動が行なわれているが、普及員、施設、展示圃場の数はまだ十分とはいえない状況にある。このほかの農業支援体制として農業試験場での研究、ネパール農業開発銀行（ADB/N）による信用事業、営農資機材供給公社（AIC）による農業資機材の供給・保管および配布活動等があり、普及員や農業協同組合活動を通じて農民への支援が行なわれている。

#### 開発基本計画の策定

- 17 土地資源、灌漑適性、排水性についての検討結果から、開発可能な土地資源は、バトルコットから調査対象地域の最南端部まで拡がる既存農地4,560 haとなる。
- 18 グドゥルン川の豊水を5ヶ所の溜池に貯溜し、その有効利用によって、雨期水稻1,800 ha、乾期冬作1,130 ha及び乾期春作100 haを灌漑する計画案を最適案とした。その技術的根拠は以下の通りである。
- 1) グドゥルン川の自流で灌漑可能な面積は、作付率155%（水稻100%、冬作50%、春作5%）で340 haに過ぎない。従って、灌漑面積を拡大するには、グドゥルン川の豊水を5ヶ所の溜池に貯溜することが不可欠であり、溜池の貯溜容量が大きいほど、灌漑面積は拡大する。
  - 2) このため、上記の作付率を用いて、以下に示す溜池5ヶ所の総有効貯水量と灌漑可能面積との比較検討を行ない、5ヶ所の溜池は、総体として灌漑可能面積が最大となる総有効貯水量 3,080 千<sup>3</sup>m<sup>3</sup>の規模に設定した。

溜池の規模	総有効貯水量 千 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	灌漑可能面積 ha
最大	3,080	2,000
中	2,473	1,810
小	1,390	1,390
既存	391	630

- 3) 上記の結果、作付率155%で灌漑可能面積は2,000 haとなったが、地形上の制約（耕地の標高が設計水位より高い）から、計画灌漑面積は1,800 ha（グドゥルン川の自流で灌漑する209 haを含む）に設定した。

- 4) このため、溜池の総有効貯水量を3,080千 $m^3$ に、雨期水稲作を1,800 haに固定し、冬作と春作に対する灌漑可能面積の拡大を検討した。次に示す溜池の水収支結果から、計画作付率は168 % (水稲 100 %、冬作 63 %、春作 5 %) に設定した。

作付率 (%)	溜池の限界残水量 (千 $m^3$ )
155	542
165	209
168	13
170	0 (-42)

## 農業及び灌漑計画

- 19 本開発計画は、政府の灌漑開発目標に沿った、灌漑・排水施設の建設と農業支援施設の整備を通じ、農業生産の安定的拡大、雇用機会の創設、地域農民の所得の増大と生活水準の向上を図ることを目的とする。計画対象地区は、グドウルン川から溪流取水しているラニクドウワ農民灌漑地区 (約 630 ha) とその南に展開している耕地 (約 3,650 ha で、殆どが水田) を合わせた既耕地約 4,280 ha のとその周辺の森林地である。
- 20 上記の内、計画灌漑面積は、水収支上の灌漑可能面積 2,000 ha から、田面標高が高くて灌漑できない既耕地 200 ha を差し引いた 1,800 ha の既耕地 (水田) とする。この計画灌漑面積は、東西ハイウェイで北と南に分けられ、ラニクドウワ農民灌漑区 (約 630 ha) を含む約 850 ha が北部灌漑地区、残りの 950 ha が南部灌漑地区となる。
- 21 計画地区は、調査対象地域のほぼ北側半分であり、関連するVDCsは、マヘンドラコット、ドビヤ、ジャヤナガール、ブディ、ラジプールの5ヶ村で、ワード数は29である。本計画地区の人口は約 16,000人、総農家数は2,265戸である。これらの農家は、大規模農 47戸、中規模農 128戸、小規模農 472戸、極小規模農 1,533戸および土地なし農家 85戸からなっている。現在、本計画対象地区内の水田面積は1,840ha (注：事業実施後は1,800 haになる) で、一戸当たりの平均水田面積は、0.84haで調査対象地域の平均 0.97haより小さい。計画地区内の農業労働力は、約 7,700人と推定される。
- 22 計画作付率は、水収支、収益性等を考慮し、雨期水稲作を100% (1,800 ha)、乾期冬作を63% (小麦が 680 ha、油料作物が225 haと野菜が225 ha) と乾期春作を5% (野菜100 ha) に設定した。
- 23 各作物の目標収量は、カピルバスツ郡で現在灌漑が完全に行なわれている地区での各作物単位収量を過去10年間の平均値に基づき次のごとく設定した。

計画実施後	計画を実施		差 異	
	しなかった場合	した場合		
	(t/ha)	(t/ha)	(t/ha)	
水稲 :	不完全灌漑	2.20	4.50	2.30
	無 灌 漑	1.42	4.50	3.08
小麦 :	不完全灌漑	1.70	3.00	1.30
	無 灌 漑	0.98	3.00	2.02
油料作物 :	不完全灌漑	0.71	1.20	0.49
	無 灌 漑	0.46	1.20	0.74
野菜類 :	不完全灌漑	3.85	12.00	8.15

24 本計画の実施により各作物の収量は安定し、且つ飛躍的に増加が期待される。計画実施前と実施後の米(粳)、小麦、油料作物、野菜類の生産量は、年間でそれぞれ5,050トン、1,410トン、200トン、3,710トンの増産となる。

25 一方、計画を実施しなかった場合と実施した場合の単位面積当りの作物生産収益額は、下表の通りである。

作 目	計画を実施		差 異	
	しなかった場合	した場合		
	(NRs./ha)	(NRs./ha)	(NRs./ha)	
水稲 :	不完全灌漑	14,760	32,800	18,040
	無 灌 漑	7,590	32,800	25,210
小麦 :	不完全灌漑	17,450	30,910	13,460
	無 灌 漑	7,550	30,910	23,360
油料作物 :	不完全灌漑水田	6,770	10,110	3,340
	無灌漑水田	3,310	10,110	6,800
豆類 :	不完全灌漑水田	4,050	-	-
	無灌漑水田	3,160	-	-
トウモロコシ :	不完全灌漑	13,300	-	-
野菜類 :	不完全灌漑	7,290	38,540	31,250

26 計画地区の南東約 50 kmに位置するバイラワ農業試験場の11年間(1976年-86年)の気象データ(気温、相対湿度、風速および日照時間)を基に、修正ペンマン式で算出した旬別蒸発散量、次いで計画作付体系に基づいて算出した旬別作物消費水量、深層浸透量(水田の場合)と旬別有効雨量から、灌漑用水量を15年間の旬別に算出した。計画ピーク用水量は、各年の旬ピーク用水量に対する80%確率値である1.21/sec/ha(1978年8月3旬の単位ピーク用水量)とした。

27 用水量算定基準年(1983年)の計画作付体系(水稲1,800ha、小麦680ha、マスタード225ha、冬野菜225ha、春野菜100ha)に対する旬別日平均灌漑用水量と利用可能水量との日別水収支は、次表に示した通りである。

(1,000m<sup>3</sup>)

	灌漑用水量	利用可能水量	水収支		灌漑用水量	利用可能水量	水収支
1月1旬	492	189	-303	7月1旬	698	977	279
2旬	497	187	-310	2旬	1,489	463	-1026
3旬	108	341	233	3旬	0	893	893
2月1旬	460	183	-277	8月1旬	0	2,456	2,456
2旬	152	181	29	2旬	924	1,154	230
3旬	0	161	161	3旬	0	775	775
3月1旬	15	160	145	9月1旬	0	2,422	2,422
2旬	29	156	127	2旬	0	2,046	2,046
3旬	49	166	117	3旬	324	1,406	1,082
4月1旬	84	145	61	10月1旬	0	1,056	1,056
2旬	49	181	132	2旬	0	1,198	1,198
3旬	98	138	40	3旬	0	285	285
5月1旬	106	136	30	11月1旬	116	200	84
2旬	27	353	326	2旬	294	197	-97
3旬	43	199	156	3旬	396	194	-202
6月1旬	16	160	144	12月1旬	339	191	-148
2旬	772	230	-542	2旬	398	189	-209
3旬	1,557	217	-1,340	3旬	0	717	717

28 計画灌漑地区は、幹線給水路上流灌漑区と4つの溜池灌漑区に分けられる。各灌漑区の純灌漑面積は、以下の通りである。

灌漑区	(単位：ha) 灌漑面積
1. 幹線給水路上流（湧水群を含む）	209
2. ティカール溜池区	695
3. バダハラ溜池区	79
4. ゴルシンゲ溜池区	400
5. デワリ／ブダイ溜池区	417
計	1,800

29 計画給・用水路の本数と延長は、以下の通りである。

	本数	延長 (km)
1. 給水路		
幹線	1	15.5
2次	3	5.3
小計	4	20.8
2. 灌漑用水路		
幹線	3	4.5
2次	25	26.8
3次	64	57.0
小計	89	88.3
合計	93	109.1

30 乾期に流量が激減するグドゥルン川の雨期の豊水と雨期の過剰降雨を雨期水稲作と乾期畑作に有効利用するため、利用可能な既存溜池4ヶ所を改修・拡大し、その活用を図るとともに、ティカール部落北側の国営自然森林地内（計画灌漑地区の外側）に溜池1ヶ所を新設する。この溜池5ヶ所の総有効貯水量は、水収支計算を基に3.08百万m<sup>3</sup>に設定した。この5ヶ所の溜池予定地に対する追加地質／土質調査（9月17日 - 10月16日1ヵ月間の現地調査とそれに続く浸透流解析を含む国内解析）の

結果として、池面積が約 51.5 ha と最大規模になる新設予定のティカール溜池の漏水量は1.5 mm/日（漏水量換算で 8.9 l/sec）と算出されている。また、他の4つの既存溜池は、テライ平野の平地に位置し、地下水位が比較的高いこと、また、池面積が拡大されても計画水深が浅いこと等のため、ティカール池に比べて漏水量は少ないと判断される。このため、ティカールおよび他の4ヶ所の溜池に対する特別な漏水対策工事は不要である。また、漏水量が少ないため、各溜池の下流側農地等の排水性が大きく悪化することはないと考えられる。しかし、計画灌漑面積を1,800 ha に決定した溜池の水収支計算では、漏水量計算上の不確定要因を考慮し、5ヶ所の溜池の平均漏水量を3.0 mm/日に設定した。

31 既存溜池 4ヶ所の改修・拡大および溜池 1ヶ所の新設に必要な用地は、以下の通りである。

溜池の名称	計画池面積 (ha)	既存池面積 (ha)	必要な拡大用地 (ha)
<b>既存溜池</b>			
1. バダハラ	18.2	7.4	10.8
2. ゴルシンゲ	7.7	1.7	6.0
3. プダイ	28.6	19.2	9.4
4. デワリ	52.6	12.2	40.4
<b>新設溜池</b>			
5. ティカール	55.5	0	55.5
<b>計</b>	<b>162.6</b>	<b>40.5</b>	<b>122.1</b>

注：上記の池面積は、堤体用地を含む。

なお、ネパール側カウンターパートの現地調査で、上記の溜池拡大予定地内に、立ち退きを要する住民と水没する家屋や農地は存在しないことが確認されている。また、既存ゴルシンゲ池の拡大予定地は、同池の東側に位置する陸軍駐屯地を侵食しないように設定されている。

32 グドゥルン頭首工で取水された流量（4.4 m<sup>3</sup>/sec）の一部は、ティカール溜池灌漑区の北側約 209 ha（幹線給水路の上流灌漑区）の灌漑に使われ、残量は、幹線および2次給水路によって、上流側からティカール池、バダハラ池、ゴルシンゲ池およびデワリ／プダイ池の順に送水される。残りの1,591 ha は、溜池別に4つの灌漑区に分けられ、いずれも溜池から配水される灌漑システムによって灌漑される。

33 計画幹線および2次水路の近くを、農道が通っているため、水路施設の維持管理には、これらの農道を利用することとし、受益農民の建設用地負担を軽減するため、幹線および2次水路沿いに管理用

道路は設けない（農民説明・協議会での要望事項）。代わりに、東西ハイウェイまたはゴルシンゲールバタルコット県道と計画地区内の主要村落を結ぶ農村道または農道（牛車道）を改修し、建設時のアクセス道と建設後の施設管理、農業資機材・農産物運搬および生活・交易用の共用村道または農道とする。

- 34 水利組合の最小単位である水利グループは、3次水路ブロック（約30ha）ごとに結成する。各水利グループは、2次水路ごとの小水利組合に組入れられ、数小水利組合で幹線給水路上流区または溜池別に中水利組合を組織し、この連合体としてグドゥルン大水利組合を結成する。
- 35 大水利組合は、構成員の合議にて、幹線給水路の取水量と各灌漑区内の溜池から幹線用水路への配水量、2次用水路の輪番組合せおよび輪番モード等を決定し、頭首工、導水路と幹線および2次給水路の維持管理に責任を負う。各中水利組合は、関連する2次水路（幹線水路上流区）と溜池およびその幹線水路の維持管理に責任を負うとともに区内の2次水路への均等水配分および盗水を監視する。各小水利組合は、2次水路の維持管理に責任を負うとともに各3次水路への均等水配分および盗水を監視する。また、各水利グループは、3次水路の維持管理と各4次水路または圃場への均等水配分および盗水を監視する。
- 36 大水利組合は、頭首工の洪水吐および排砂門、導水路の取水門および洪水吐、幹線給水路の水位調整水門と2次給水路取水門のゲート操作および管理に、必要数の水門管理人を雇用し、これに要する費用は、大水利組合構成員（全受益農家）から所有耕地面積比率で徴収する。水門等の補修費の徴収も同様とする。また、中水利組合は、溜池の受・配水門、幹線用水路上の水位調整水門と2次用水路取水門のゲート操作と管理に必要な水門管理人を雇用する。この費用は、中水利組合構成員で所有耕地面積に応じて負担する。水門等の補修費も同様とする。水利組合の規則（違反者に対する関係者の連帯罰則を含む）は、大水利組合で作成し、組合員の過半数の承認を得ることとする。
- 37 溜池、幹線および2次給・用水路および3次用水路の雑草刈り、堆砂除去、断面整形等の日常保守は、水利組合または水利グループ構成員の役務提供で行ない、その時期と各水利グループ別動員数は、当該水利組合または水利グループの長が決定する。また、排水路の維持管理は、上述の給・用水路の場合と同様に、各水利組合または水利グループが行なうこととする。

## 事業計画

- 38 計画通りの農業開発を具現するため、以下に列挙する灌漑排水事業を実施する。

- 1) グドゥルン溪流頭首工（取水工、排砂工、余水吐工を含む）の建設。

- 2) 導水路 450 m の建設。この内、420 m は暗渠であり、残りの30 m は排砂兼余水吐である。
  - 3) 20.8km の給水路の建設。内訳は、幹線給水路が 15.5km、2次給水路が 5.3km である。
  - 4) 既存溜池 4ヶ所の改修・拡大と溜池 1ヶ所の新設。
  - 5) 88.3km の灌漑水路の建設。内訳は、幹線水路4.5km、2次水路 26.8km、3次水路 57.0km である。
  - 6) 69.2km の排水路の建設。幹線排水路として改修されるゴライ自然排水路の延長は18.6kmであり、2次排水路として改修される自然排水溝の延長は24.2km である。
  - 7) 49.5kの主要農村道または農道の改善
- 39 農業協同組合と水利組合を含む農民組合の機能と活動を強化するため、次の農業支援施設を整備する。
- 1) 下記の施設を含む農民センター（敷地：3,000 m<sup>2</sup>）1ヶ所の建設
    - (1) 農民組合事務所（事務所：50 m<sup>2</sup>、会議室：75 m<sup>2</sup>）
    - (2) 農産物乾燥・貯蔵施設（倉庫：200 m<sup>2</sup>、乾燥場：1,000 m<sup>2</sup>）
  - 2) 1ヶ所当たり下記の施設を含む農民組合村落事務所（1ヶ所の敷地：500 m<sup>2</sup>）5ヶ所の建設
    - (1) 農民組合事務所（事務所・会議室：90 m<sup>2</sup>）
    - (2) 汎用倉庫（倉庫：160 m<sup>2</sup>）
- 40 灌漑・排水事業の本格的な建設工事は、実施機関の予算措置、コンサルタントによる詳細設計および落札した建設業者による建設工事準備の後、1994年11月より開始され、20ヶ月後に完工の予定である。農業支援施設事業は、灌漑・排水事業の進捗に合わせて実施される。事業実施機関は、水資源省灌漑局（DOI）で、日常の工事管理は、灌漑局が新しく設置するラジクドゥワ建設事務所が担当する。完成した灌漑・排水施設と農業支援施設は、受益農民で組織される農民組合（農業協同組合と水利組合の連合体）に移管され、同組合によって、運営、維持管理される。
- 41 事業の初期投資額は以下の通りである。

(Unit: NRs. 百万)

項目	外貨分	内貨分	合計
A. 直接工事費			
(1) 灌漑排水施設工事	190.0	200.3	390.3
(2) 農業支援施設工事	4.7	9.5	14.2
B. 間接費			
(1) 事業管理費	0	10.1	10.1
(2) コンサルタント費	55.0	25.0	80.0
C. 数量予備費 (Aの20%)	38.9	42.0	80.9
小計(A+B+C)	288.6	286.9	575.5
D. 価格予備費	23.8	82.5	106.3
合計	312.4	369.4	681.8

- 42 年間維持管理費は、水管理および施設の維持管理要員の給与、施設の補修維持のための労務・材料費等で構成され、合計 NRs.2.4百万である(直接工事費の0.6%相当)。

## 事業評価

- 43 この計画を実施する場合と実施しなかった場合の作物便益の差として、見積られる年間灌漑便益は、下表の通り NRs. 67,560千となる。

(単位：1,000NRs)			
作物	実施しなかった場合	実施した場合	灌漑便益額
水稻	18,840	59,040	40,200
小麦	6,220	21,020	14,800
トウモロコシ	330	0	-330
豆類	930	0	-930
油料種子	620	2,280	1,660
野菜類	360	12,520	12,160
合計	27,300	94,860	67,560

目標便益の到達までの期間は灌漑施設完成後5年間とする。

- 44 上記の灌漑便益、前出の初期投資額及び施設維持管理費から、本計画の経済的内部収益率は11.4%と算定される。また、平均規模農家(0.84 ha)の年間純収益額は、計画を実施しなかった場合の NRs. 5,460から、実施した場合の NRs. 25,720と4.7倍になる。
- 45 年間の維持管理費は NRs. 2,430千で、ha当り NRs. 1,350となる、この内、現金による支払額は、年額で NRs.730千、ha当りで NRs.410である。これに対して、農民の増加便益額はha当り約 NRs.24,000となり、農民が現金で支払うべき水利費は、その約 1.7%に過ぎず、水利費の支払は農民にとって容易であると推察される。
- 46 実施後の年間必要農業労働力は、422,000人・日となり、実施しなかった場合の292,000人・日に比べ、130,000人・日増加する。これによって、地区内の総労働力の19%を吸収することができる。
- 47 灌漑施設の維持管理、農作物と営農資材の運搬を主目的に改善される農道は、物資の運搬を容易にするだけでなく、住民の生活を便利にし、且つ村落間相互の連帯を強化する。
- 48 この計画は既存の水田を対象とした灌漑計画であり、その一部はすでに灌漑が行われていることから、関連住民の生活、経済活動、制度、慣習など既存の社会生活に悪影響を及ぼす恐れはほとんどない。また、グドゥルン川の頭首工下流には、別の水利権は存在しない。

- 49 新設及び拡大される溜池用地面積は合わせて約120 haになるが、すべて国有森林内であり、住民の立ち退きや水没する農地、家屋などはない。新設水路用地については、農民が無償提供することで、農民会議において合意されている。また、既存灌漑地区における工事期間中の灌漑用水は、既存の用水路や仮設バイパス水路を通して供給される。
- 50 頭首工の建設によって、その直下流に位置するバタルコット村の井戸（深さ10m, 1井）は直接影響を受ける可能性があるため、既存井戸の地下水位を継続観測する必要がある。
- 51 以上のように、この計画が環境に重大な影響を及ぼす怖れはないと判断される。しかし、上述以外に現段階では予期されない影響の発生などを考慮し、下記のようなモニタリングと対策が必要である。
- バタルコットの井戸（深さ10m, 1井）の水位測定。乾期の地下水位が低下し、生活用水が不足する場合は対策を講じる。
  - 養魚池など魚類の大量斃死事故があった場合の報告、原因究明方法の確立
  - 水を媒介とする伝染病発生に対し地域住民への衛生教育
  - 必要があれば、溜池の上流側に土壌保全施設の設置
  - 新設用排水路用地の収用は、小規模農家や特定農家が対象となる場合、農地の再配分も含めて、VDC又はワードの長が調整する。

## 結論及び勧告

- 52 本計画は、技術的に可能であるとともに経済的および財務的にも健全である。現況森林地に総面積55.5 haの用水溜池を建設し、4カ所の既存溜池を現況森林地側に計66.5 ha拡大するが、これら溜池予定地内に、立ち退きを要する住民および水没する農地や家屋などがないこと、また保護を必要とする動・植物も生存していないことから、環境に対する悪影響は極めて小さい、また、環境に対する好ましくない影響は、本計画の開発効果で十分補うことができよう。
- 53 政府は、本溜池灌漑計画がテライ平野の中小河川を水源とする灌漑計画の実施に活路を開く可能性が高いことを認識し、詳細設計を実施し、本計画を速やかに実施に移すことを勧告する。
- 54 灌漑局は、本計画の水源が洪水ピークが逆V字に立つ小河川であることから、流量観測（特に、月別に一降雨の流出に対する連続観測）と雨量観測を継続し、精度の高い月別ハイドログラフを作成し、より信頼度の高い日別取水可能量を算定することを勧告する。

55 詳細設計は、次の事項に重点を置くことを勧告する。

- 1) 本灌漑計画地区の約 30 % (北側) は 1/200 以上、また次の約 30 % は 1/600 以上の傾斜地であるため、給・用水路線と溜池予定地には精度の高い測量を実施する。
- 2) 本計画の初期の成否は、グドゥルン川の豊水を効率良く、5 ヶ所の溜池に貯溜できるか否かにかかっているため、これらの溜池 (既存池の拡大用地を含む) およびその堤体の漏水、パイピングおよび地滑りに係わる安全性を十分に考慮する。
- 3) 水管理と施設維持管理が容易な給水・灌漑システムを構築する。

56 本事業の成否は、建設された灌漑施設と農業支援施設の永続使用と灌漑農法の定着にあるため、フィジビリティースタディの現地調査で実施した様に、詳細設計から建設まで、受益が予想される農民を参加させ、建設後の灌漑施設と農業支援施設は受益農民組合に移管し、その後の施設の運営、維持管理の全てを、その農民組合に任せることを提言する。この提言は、「テライ平野における灌漑支配面積 2,000 ha 未満の灌漑施設は受益農民組合に移管し、その後の施設の運営・維持管理の全ては、同農民組合がその責任において実施する」という HMG/N の灌漑政策に沿っている。

このため、政府は、詳細設計前から次の措置を取ることを勧告する。

- 1) 灌漑・排水施設及び農業支援施設の建設用地の提供で、農地が減少する農家に対して取るべき各 VDC の救済措置に係る助言と指導
- 2) 本計画に沿った農業協同組合と水利組合を結成するための技術指導と必要な調整作業の実施
- 3) 無制御輪番灌漑法を習熟させるための農民に対する技術指導および訓練
- 4) 灌漑農法を習熟させ、灌漑開発効果の早期発現を図るため、農業局郡支所とプダイ農業普及サービスセンターによる農業技術普及活動の拡充
- 5) 農業資機材供給公社郡支所による時宜を得た農業資材、特に肥料の供給
- 6) 初期の営農資金増を強えられる受益農民に対する ADB/N の貸付拡充





ネパール国  
ラジクドゥワ灌漑計画調査  
主報告書

目 次

序文		
伝達状		
調査対象地域位置図		
要約		
略語表		
		頁
第1章	序論	1
1.1	はじめに	1
1.2	計画の背景と経緯	1
1.3	調査の目的	2
1.4	調査対象地域及び計画対象地区	2
1.5	調査の内容	2
1.5.1	現地調査	3
1.5.2	国内作業	4
1.6	ドラフト・ファイナル・レポートの説明・協議	4
1.7	ファイナル・レポートの作成	4
第2章	ネパール国の経済と農業	5
2.1	国土と人口	5
2.2	国家経済	5
2.3	農業と灌漑の現状	6
2.4	国家開発計画と農業政策	7
第3章	調査対象地域の現況	8
3.1	一般概況	8
3.1.1	位置	8
3.1.2	行政区分	8

3.1.3	人口・労働人口	8
3.2	地形	9
3.3	気象および水文	9
3.3.1	気象	9
3.3.2	水文	9
3.4	地質および水理地質	10
3.4.1	地質	10
3.4.2	水理地質	12
3.5	土壌および土地利用	13
3.5.1	土壌および土地分級	13
3.5.2	土地利用	15
3.6	農業の現況	16
3.6.1	栽培作物および作付体系	16
3.6.2	作物収量および生産量	18
3.6.3	耕種法および農業投入資機材	18
3.6.4	畜産および養魚	18
3.7	農家経済および市場・流通	19
3.7.1	農家数および農業労働力	19
3.7.2	土地所有および土地制度	19
3.7.3	市場・流通および価格	20
3.7.4	農業生産額および農家経済	21
3.8	灌漑・排水	22
3.8.1	既存灌漑・排水システム	22
3.8.2	既存灌漑・排水施設	23
3.8.3	既存水管理・施設維持管理	24
3.9	農民組織および農業支援組織	24
3.9.1	農民組織	24
3.9.2	農業支援組織	25

第4章	開発基本計画	27
4.1	開発可能面積	27
4.1.1	土地分級	27
4.1.2	灌漑適性	27
4.1.3	排水性	27
4.1.4	開発可能面積	28
4.2	利用可能水量と灌漑可能面積	28
4.2.1	利用可能水源	28
4.2.2	用水量	32
4.2.3	灌漑可能面積	32
4.3	開発基本構想	34
4.3.1	開発ニーズ	34
4.3.2	開発阻害要因	35
4.3.3	開発基本構想	36
4.4	技術的に可能な灌漑計画	37
4.4.1	考えられる灌漑計画案	37
4.4.2	技術的に可能な灌漑計画	38
第5章	農業および灌漑計画	40
5.1	開発計画の目的と範囲	40
5.2	農業開発計画	40
5.2.1	農業開発計画の基本方針	40
5.2.2	計画地区の農家数および労働力	41
5.2.3	土地利用計画	41
5.2.4	作付体系	41
5.2.5	耕種法	42
5.2.6	目標収量	43
5.2.7	流通および価格予想	44

5.2.8	作物生産費および作物生産収益	44
5.2.9	農業支援体制の改善計画	45
5.2.10	農民組織の改善計画	46
5.3	灌漑・排水計画	46
5.3.1	基本方針	46
5.3.2	水源および利用可能水量	48
5.3.3	計画灌漑面積	49
5.3.4	灌漑用水量と水収支	50
5.3.5	灌漑システムおよび灌漑法	51
5.3.6	灌漑施設	51
5.3.7	灌漑溜池	53
5.3.8	計画排水量	55
5.3.9	排水システムおよび排水施設	55
5.3.10	農道	56
5.3.11	水管理および施設維持管理	57
第6章	事業計画	59
6.1	灌漑・排水事業	59
6.1.1	概要	59
6.1.2	事業内容	59
6.2	農業支援施設整備事業	60
6.2.1	概要	60
6.2.2	事業内容	60
6.3	事業実施計画	60
6.3.1	概要	60
6.3.2	実施スケジュール	61
6.3.3	組織および運営	61
6.4	事業費	62

6.4.1	実施費の見積り条件	62
6.4.2	初期投資額	62
6.4.3	維持管理費および更新費	64
第7章	事業評価	65
7.1	概要	65
7.2	経済評価	65
7.2.1	基本前提条件	65
7.2.2	経済費用	65
7.2.3	経済灌漑便益	66
7.2.4	経済評価	66
7.3	財務分析	67
7.3.1	農家経済分析	67
7.3.2	支払能力の分析	67
7.4	事業の間接便益および波及効果	67
7.5	環境への影響	68
7.5.1	環境保全の基本概念	68
7.5.2	社会環境への影響	69
7.5.3	自然環境への影響	69
7.5.4	環境影響への対策	70
7.6	事業の妥当性	71
第8章	結論および勧告	72

付 表

	<u>頁</u>
表 1.1 調査団・ネパール国カウンターパート名簿 .....	75
表 2.1 ネパール国の概要 .....	76
表 3.1 人口、戸数、労働人口及び耕作面積 .....	77
表 3.2 作付面積及び生産量 .....	78
表 4.1 過去15年間の流況 .....	79
表 4.2 作目別用水量 .....	80
表 4.3 考えられる灌漑開発案の検討 .....	81
表 5.1 計画作付体系比較案の検討 .....	82
表 6.1 初期投資額の内訳 .....	83
表 6.2 年次別資金繰り .....	84
表 7.1 経済建設費用と投資スケジュール .....	85
表 7.2 経済灌漑便益 .....	86
表 7.3 経済費用と便益のキャッシュフロー .....	87
表 7.4 計画を実施した場合と実施しなかった場合の農家経済 .....	88
表 7.5 必要農業労働力 .....	89

付 図

図 3.1 グドゥルン頭首工予定地点の地質平面図 .....	91
図 3.2 グドゥルン頭首工予定地点の地質断面図 .....	92
図 3.3 ルンビニ地方の水理地質図 .....	93
図 3.4 土壌図 .....	94
図 3.5 土地分級図 .....	95
図 3.6 現況土地利用図 .....	96
図 3.7 現況作付体系 .....	97
図 4.1 関連河川の流域 .....	98
図 5.1 計画作付体系 .....	99
図 5.2 溜池の水収支 .....	100

図 5.3	頭首工の概略設計図	103
図 5.4	灌漑水路網の概略配置図	105
図 5.5	灌漑系統図	106
図 5.6	既存溜池改修の概略図	107
図 5.7	新設溜池の概略図	108
図 5.8	排水路網の概略配置図	109
図 5.9	排水系統図	110
図 5.10	改修農道の配置と農民センターおよび農民組合村落事務所の計画位置	111
図 5.11	水利組合の組織図	112
図 5.12	農民組織・農業支援体制改善計画図	113
図 6.1	事業実施スケジュール	114
図 6.2	事業の実施組織案	115
図 6.3	施設の維持管理組織案	116

## 添付資料

添付資料 - 1	実施細則	A - 1
添付資料 - 2	協議議事録（インセプションレポートについて）	A - 9
添付資料 - 3	協議議事録（水源について）	A - 13
添付資料 - 4	協議議事録（プログレスレポートについて）	A - 16
添付資料 - 5	協議議事録（乾期調査開始）	A - 17
添付資料 - 6	協議議事録（インテリムレポートについて）	A - 19
添付資料 - 7	協議議事録（ドラフトファイナルレポートについて）	A - 23
添付資料 - 8	協議議事録（追加地質／土質調査結果レポートについて）	A - 27
添付資料 - 9	第 1 回農民会議 協議記録	A - 31
添付資料 - 10	第 2 回農民会議 協議記録	A - 34
添付資料 - 11	第 3 回農民会議 協議議事録	A - 36
添付資料 - 12	第 4 回農民会議 協議議事録	A - 39
添付資料 - 13	第 5 回農民会議 協議議事録	A - 41

## 付 録

付録 - 1	農家調査の概要	F - 1
付録 - 2	ティカール溜池予定地に対する追加地質／土質調査の結果と漏水量について	F - 11

## 略語表

ADB/N	: Agricultural Development Bank of Nepal	: 農業開発銀行
ADO	: Agricultural Development Officer	: 農業開発官
AIC	: Agricultural Input Corporation	: 農業資機材供給公社
APO	: Assistant Production Officer	: 農業普及技術員
CDO	: Chief District Officer	: 郡長官
DADO	: District Agricultural Development Office	: 農業開発局郡事務所
DIO	: District Irrigation Office	: 灌漑局郡事務所
DOAD	: Department of Agricultural Development	: 農業開発局（農業省）
DOC	: Department of Cooperative	: 協同組合局（現農業開発局に統合）
DOI	: Department of Irrigation	: 灌漑局（水資源省）
GDP	: Gross Domestic Product	: 国内総生産
GOJ	: Government of Japan	: 日本国政府
HMG/N	: His Majesty's Government of Nepal	: ネパール王国政府
JICA	: Japan International Cooperation Agency	: 国際協力事業団
JTAs	: Junior Technical Assistants	: 農業普及員補助
JTs	: Junior Technicians	: 農業普及員
NRs	: Nepalese Rupee	: ネパール・ルピー
O&M	: Operation and Maintenance	: 維持管理
PDSP	: Planning and Design Strengthening Project	: 計画・設計強化計画
RID	: Regional Irrigation Directorate	: 地域灌漑局
SFDP	: Small Farmers Development Project	: 小規模農家開発計画
S/W	: Scope of Works	: 実施細則
VDC	: Village Development Committee	: 村開発委員会
WUA	: Water Users' Association	: 水利組合
WUG	: Water Users' Group	: 水利グループ（小水利組合）

## ABBREVIATIONS OF MEASUREMENTS

### length

mm	=	millimeter	
cm	=	centimetre	
	=	0.39 in.	
m	=	meter	= 1.09 yd
	=	3.28 ft.	
km	=	kilometre	= 0.62 mi
in.	=	inch	= 2.54 cm
ft.	=	foot	= 30.48 cm
yd.	=	yard	= 91.44 cm
mi.	=	mile	= 1.61 km

### Area

cm <sup>2</sup>	=	square centimetre	
m <sup>2</sup>	=	square meter	
km <sup>2</sup>	=	square kilometre	
	=	100 ha	
ha	=	hectare	= 0.01 km <sup>2</sup>
	=	2.5 ac	
ac	=	acre	= 0.41 ha
	=	4,050 m <sup>2</sup>	
ft <sup>2</sup>	=	square feet	
	=	0.09 m <sup>2</sup>	
mile	=	square mile	= 2.59 km <sup>2</sup>

### Electrical Measures

kW	=	kilowatt	= 1,000 watt
MW	=	megawatt	= 1,000 KW
GW	=	gigawatt	= 1,000 MW
kV	=	kilovolt	= 1,000 volt

### Other Measures

%	=	percent	
°	=	degree	
'	=	minute	
"	=	second	
°C	=	degree in Celsius	
lakh	=	10 <sup>5</sup>	
crore	=	10 <sup>7</sup>	

### Volume

lit.	=	litter	
cm <sup>3</sup>	=	cubic centimeter	
m <sup>3</sup>	=	cubic meter	
	=	1,000 lit.	
MCM	=	million m <sup>3</sup>	
	=	1 x 10 <sup>3</sup>	
ft <sup>3</sup>	=	cubic feet	= 0.028 m <sup>3</sup>
	=	28.32 lit.	
ac-in.	=	acre inch	= 88.05 m <sup>3</sup>
ac-ft.	=	acre feet	= 1,234 m <sup>3</sup>

### Weight

g	=	gram	
kg	=	kilogram	
t	=	metric ton	= 1,000 kg
lb	=	pound	= 375 g

### Weight

sec	=	second	
min	=	minute	=60 seconds
hr	=	hour	=60 minutes
	=	3,600 seconds	
day	=	24 hrs	=1,440 minutes
	=	86,400 seconds	
yr	=	year	

### Derived Measures

m <sup>3</sup> /sec	=	cubic meter per second (Cumeq)
ft <sup>3</sup> /sec	=	cubic foot per second (Cusec)

### Monetary

US\$	=	US dollar
¥	=	Japanese yen
NRs	=	Nepalese rupee

## MEASUREMENT UNIT

### Land Measurement

1 Bigha	= 20 Katha	= 0.677 ha
	= 1.676 Acre	= 13.31 Ropani
1 Katha	= 20 Dhur	= 339 m <sup>2</sup>
1 Dhur	= 182 sq. feet	= 16.9 m <sup>2</sup>
1 hectare	= 2.47 acre	= 1,477 Bigha
	= 29.5 Katha	= 19.6 Ropani
1 mile <sup>2</sup>	= 640 Acre	= 259 ha
	= 2.59 km <sup>2</sup>	
1 Acre	= 0.4047 hectare	= 43,563 ft <sup>2</sup>
	= 0.5966 Bigha	

### Volume

1 litre	= Mana 3 Chauthai	= 1.0567 US quart
	= 1.76 pint	= 1,000 millilitre
	= 0.881 imperial quart	
1 Mana	= 598 millilitre	= 33.264 cubic inch
1 cup	= 16 tablespoon	= 240 c.c
	= 8 ounces	
1 fluid ounce	= 2 tablespoon	
1 gallon	= 3.785 millilitre	= 3.785 litres
	= 16 cups	= 128 fluid ounces
	= 227.42 cubic inches	
1 standard table spoon	= 1.5 general table	
1 tea spoon	= 5 c.c	
3 table spoon	= 6 tea spoons	
1 kerosene oil tin	= 20 litres = 5 gallons	
1 muri	= 90.910 litres	
3 pathi	= 4.546 litres	
1 quarter or chouthai	= 124 millilitre	
2 mana	= 1 kurua	
4 kurua	= 1 pathi	
20 pathi	= 1 muri	
1 Hectolitre	= 22.01 gallons	
1 gallon	= 4,564 litres	

### Weight

1 kg	= 2.2046 ponds	= 86 tolas
	= 5 pau	
	= 1 seer 1 chhatank 1 tola	
	= 0.42 Dharni	
1 gram	= 15.43 grains	= 0.035 ounce
100 kg	= 1 quintal	= 231 pounds
	= 2 mounds 27 seers 14 tolas	
40 kg	= 1 mound 2 seers 14 tolas	
	= 1 mound (Prevalent now a days)	
1 pound	= 16 ounces	= 454 grams
1 mound	= 37.32 kg	
1 seer	= 933 grams	
1 Chhatank	= 58 grams	
1 Tola	= 11.66 grams	
5 Tola	= 1 chhatank	
16 Chhatank	= 1 seer	
	= 2.057 pounds	
	= 0.933 kilogram	
	= 933 grams	
40 seer	= 1 maund	
	= 82.28 pounds	
	= 37.325 kilogram	
4 chhatank	= 1 pau	
1 pau	= 1 seer	
5 seer	= 1 panseri	
8 panseri	= 1 maund	
1 tola	= 180 grain = 0.4114 ounce	
	= 11.66 gram	
1 chhatank	= 5 tola = 0.1286 pound = 0.583 kg	
1 seer	= 16 chhatank = 2,057 pound = 0.933 kg	
1 mound	= 40 seer = 82.28 pounds = 37,325 kg	
1 quintal	= 2,679 maunds = 107,169 seers	
1 Md/B	= 54.9 kg/H	
1 ton/ha	= 18 maunds/Bigha	
1 kg/ha	= 1.12 pound/acre = 0.677277 kg/Bigha	
	= 0.33863 kg/katha = 0.90874 kg/ropani	

## CONVERSION FACTORS

### GRAIN VOLUME

1 muri = 20 pathi = 160 mana = standard

1 local muri = 16 local pathi  
 = 64 standard mana - Jumla  
 (Source farne information)

### Muri to kg.

	kg
Paddy	48.768
Wheat/maize	68.048
Barley/oat	45.360
Buckwheat	54.432
Fingermillet	65.776
Common millet	72.663
Crams	65.696
Bean	71.809
Pigeon pea	70.799
Soyabean	63.500
Mustard	56.700
Mung/black gram/lentil/horsebean	72.580
Chick pea	68.050
Sesame	54.415

Source: Department of Mint, Weight Measures

kg

Peanut	38.200
Potato/sweet potato	83.667
Ginger	54.533
Linseed	58.560
Cow pea	68.800
Coriander	25.760

Source: Measured on Farm

Note: 1 gun = 16 mani  
 1 mani = 16 sai  
 5 mani = 1 muri  
 40 rajiya = 1 muri

Source: Information from Farmers

### WEIGHT CONVERSION

Unit	kg
1 Md = 40 seers = 8 paseri	= 40
1 Quintal	= 100

Source: Common usage

### COMPOST

Unit	kg
1 Doka	25
1 Case	1,000
1 Tractor	3,000

Source: Field estimation

### AREA CONVERSION

Nepali Unit	Hectare
1 Bigha = 20 Katha = 400 Dhurs	0.677276
1 Ropani = 16 Aana = 64 Paisa	0.0508735
1 Muri land	0.0127183

Source: Department of Mint, Weight Measures



# 第1章 序論

## 1.1 はじめに

この報告書（ファイナル・レポート）は、1992年2月13日付で国際協力事業団（JICA）とネパール国政府水資源省灌漑局（DOI）との間で締結された、ラジクドゥワ灌漑計画に関するフィージビリティ調査に係る実施細則（S/W）に基づいて作成されたものである。

この報告書では、ラジクドゥワ灌漑計画についての技術的、経済的妥当性に関する調査結果について述べられている。即ちこの報告書においては、調査地域の自然条件、社会経済条件について述べ、利用可能な土地および水資源の評価と、これに基づく望ましい開発計画及びその経済・財務分析結果について記述してある。

この報告書は主報告書及び下記の付属報告書（英文）から構成されている。

- 付属報告書 A 気象及び水文
- 付属報告書 B 地質及び水理地質
- 付属報告書 C 土壌及び土地利用
- 付属報告書 D 農業、農民組織及び農業支援サービス
- 付属報告書 E 農業経済
- 付属報告書 F 灌漑排水
- 付属報告書 G 計画、設計、積算
- 付属報告書 H 事業評価
- 付属報告書 I 図面集
- 追加報告書 1 農家調査の概要
- 追加報告書 2 ティカール溜池予定地に対する追加地質／土質調査の結果と漏水量について

## 1.2 計画の背景と経緯

調査対象地域が含まれるカピルバスツ郡（ルンビニ県）は、住民一人当たりの収入は全国平均に比べても低く、また社会資本の整備も低い水準にとどまっている。ネパール政府は、貧困からの脱却をその施策の第一に掲げ、農村総合開発の実施によって住民の収入を増加させ、生活水準を向上させることによってこれを達成しようとしている。

ネパール政府は、調査対象地域内のラジクドゥワ灌漑事業について、1987年にその一部に着手したが、計画の面に問題があった上、予算確保上の問題もあって事業は進展しなかった。JICAはネパール政府の要請に基づいて、1988年から1989年にかけてルンビニ県農村総合開発計画に係るマスタープランを作

成するための調査を実施した。そのマスタープラン報告書において、ラジクドゥワ灌漑計画は、上述の経緯を踏まえ、灌漑部門の優先プロジェクトとして提案されている。

このような背景の下に、ネパール政府は、1991年1月、ラジクドゥワ灌漑計画に係るフィージビリティ調査の実施を、日本政府に対して要請してきた。この要請を受けて日本政府は、JICAを通じて事前調査団を1992年2月に現地に派遣し、同月13日JICAと灌漑局（DOI）との間で同計画のフィージビリティ調査に係る実施細則（S/W）が締結された。この実施細則は添付資料-1に示されている。

### 1.3 調査の目的

このフィージビリティ調査の目的は次の通りである。

- (1) 調査対象地域の中から選定された計画地区について灌漑農業開発計画を策定する。
- (2) 調査の期間中、この調査に参画するネパール国のカウンターパート技術者に対し、調査業務の実施を通じて、フィージビリティ調査に関する技術移転を行う。

### 1.4 調査対象地域及び計画対象地区

#### (1) 調査対象地域

調査対象地域は、ルンビニ県カピルバステ郡のマヘンドラコット村開発委員会（Village Development Committee, VDC）他6 VDCにまたがり、グドゥルン川、ベルワグルドゥワ川、コンドレ川およびパンガ川に囲まれた約12,000 haの地域である。

#### (2) 計画対象地区

計画対象地区は、東西ハイウェイで南北に2分された約2,000 haの既耕地で、北部は約850 haの面積を占め、既存のラニクドゥワ農民灌漑システムの支配区630 haを中心とする地域であり、南部は既存溜池（3カ所）灌漑システムの支配区を含む地域である。

### 1.5 調査の内容

調査団は表1.1に示した8名の専門家によって構成された。調査作業は現地調査及び国内作業にわかれ、さらに現地調査の作業は、雨期（1992年）と乾期（1993年）の2回に分けて実施された。また、これら両現地調査の間に別途JICAによって計画対象地区を含む約5,000 haの地域について縮尺1/5000の地形図の作成が行われ、調査団は、この地形図を利用して乾期調査を実施した。加えて、溜池予定地からの漏水等を推定するため、溜池予定地5カ所に対する追加地質・土質調査を実施した。

上記現地調査の期間を通じ、調査団はネパール政府が任命したカウンターパートに技術移転を行いつつ且つかれらの協力を得て調査を実施した。

## 1.5.1 現地調査

### (1) 雨期調査 (1992年 6月 30日 - 8月 27日)

#### 1) インセプション・レポートの説明・協議

調査団は、1992年7月1日、インセプション・レポートを提出した。このインセプション・レポートに基づいて調査の内容、手法、工程に関する協議がネパール政府灌漑局と調査団との間で行われた。協議結果の議事録は添付資料-2に示す。

#### 2) 現地調査

雨期の現地調査は1992年6月末から8月下旬に亘って実施された。現地調査は降雨量、河川流量、流出土砂量、土壌、土地利用、農業、農業支援組織、灌漑排水、地質、水理地質等の分野について行なわれ、併せて関係資料の収集を実施した。また農家調査を現地コンサルタントに委託し、調査団の監督のもとで実施した。

雨期における現地調査の終了に当たって、進捗状況報告書を作成し、ネパール政府側に提出し説明を行なった。これに関する議事録は添付資料-4に示す。

#### 3) 関係農民に対する説明会

調査対象地域内の関係農民に対して、「この説明会は、事業実施に直接結びついたものではなく、計画策定段階において受益となりうる可能性がある農民の事業に対する意向を確認するためのものである」ことを十分説明し理解をえた上で、計画構想に関する説明会を2回実施した。これらの説明会において、「受益農民による建設用地の提供、3次および4次用排水路の建設と水利組合の結成、建設された灌漑排水施設の同組合への譲渡、ならびに同施設の組合による自主運営、維持管理等」が本事業の実施条件として確認された。説明会の記録は添付資料-9と10に示す。

### (2) 乾期調査 (1993年 1月 7日 - 3月 25日)

#### 1) 現地調査

乾期の現地調査は1993年1月上旬から3月下旬に亘って実施された。

この期間における調査は、雨期調査に引き続いて降雨量、河川流量、流出土砂量、土壌、土地利用、農業、農民組織、灌漑排水、地質、水理地質等の分野について行なうとともに、新たに農業経済部門の調査と主要構造物の概略設計のための地形測量を実施した。さらに主水源に予定したグドゥルン川頭首工予定地点(ラニクドゥワ地点)において、地質ボーリング調査を現地ボーリング業者に委託して実施した。

なお、降雨量、河川流量、流出土砂量等に関する調査については、雨期、乾期両調査の間で調査団が現地不在中は、ネパール側カウンターパートの監督の下に現地補助員によって観測が継続実施された。

## 2) 関係農民に対する説明会

雨期調査に引き続いて、関係農民に対し事業計画に関する説明会を3回実施した。これらの説明会において、事業の実施条件を再確認するとともに関係農民の本計画の早期実現に対する熱意と事業への積極的な参加意欲を確認した。説明会の議事録は添付資料-11から13に示す。

## 3) インタリム・レポートの作成

雨期及び乾期にわたる現地調査の結果を取り纏め、開発基本計画を中心とするインタリム・レポートを作成し、ネパール政府灌漑局に提出した。同レポートは、調査団と灌漑局との説明・協議において承認されている。その議事録は添付資料-6に示す。

## 4) 追加地質・土質調査

溜池予定地（堤体を含む）からの漏水等を推定するため、調査団員1名を1993年9月17日から10月16日までの1ヵ月間現地に派遣し、新設予定溜池1ヵ所（テイカール池）および改修・拡大予定の既存溜池1ヵ所に対する追加地質・土質調査を実施した。テイカール溜池予定地に対する調査結果と推定漏水量は付録-2に示されている。

### 1.5.2 国内作業

#### (1) 国内解析作業とドラフト・ファイナル・レポートの作成

現地調査の結果の検討および各種解析作業が1993年5月初から7月初の2ヵ月間に亘って実施され、その結果はドラフト・ファイナル・レポートとしてとりまとめられた。

### 1.6 ドラフト・ファイナル・レポートの説明・協議

調査団は7月20日から29日までの10日間カトマンズに赴き、ネパール政府の灌漑局等関係者にドラフト・ファイナル・レポートについて説明するとともに協議を行なった。同レポートは数点のコメントとともにネパール政府側から承認された。その議事録は、添付資料-7に示す。

### 1.7 ファイナル・レポートの作成

ファイナル・レポートは、ドラフト・ファイナル・レポートにネパール政府側のコメントを反映させるとともに、農家調査の概要と追加地質・土質調査の解析結果を加えて仕上げられた。

## 第2章 ネパール国の経済と農業

### 2.1 国土と人口

ネパールは、インドと中国に挟まれた内陸国である。総面積は 147,181km<sup>2</sup>、総人口は 18,462千人 (1991年人口センサスの速報値)、人口密度は 131人/km<sup>2</sup>である。

行政的には、南北方向に東部から極西部の 5つの開発地域に分割し、さらに14の県、75の郡、4,015の村開発委員会 (VDC) 及び 33の市・町 (Municipality) に区分されている。生態学的には北部山岳地域、中部丘陵地域および南部のテライ (平野) 地域の3つの地域に区分される。

- イ) 山岳地域： 4,000mから 8,848mの標高に位置し、寒冷な気候と急傾斜のため、人口は希薄である。
- ロ) 丘陵地域： 275mから 4,000mの標高に位置する。農耕地に対して人口が多いため、食糧が不足している。そのためテライ地域からかなりの量の食糧の供給を受けている。
- ハ) テライ地域： 90mから 275mの標高にあり、ガンジス平野の一部を形成している。肥沃な土地があり穀倉地帯となっている。山岳・丘陵地域からの移住のため、人口増加率が高い。

最近 10年間の年平均人口増加率は、2.08%である。総人口のうち90%以上は農村地域に住み、そのほとんどは農業に依存している。生態学的地域別の人口とその増加率は、下記の通りである。

生態学的地域	人口 (千人)		年平均 増加率 (%)
	1981年	1991年*	
山岳地域	1,303 (8.7%)	1,444 (7.8%)	1.04
丘陵地域	7,163 (47.7%)	8,411 (45.6%)	1.62
テライ地域	6,557 (43.6%)	8,606 (46.6%)	2.76
全 国	15,023 (100%)	18,462 (100%)	2.08

\* : 人口センサスの速報値

出典 : Statistical Pocket Book Nepal, CBS, 1992

### 2.2 国家経済

ネパールの国家経済は、比較的安定した成長を続けており、1984年からの年平均経済成長率は、4.9%である。1991/92年の国内総生産額は、NRs.130,685百万と推定され、このうち農業部門が約 51%を占めている。国民一人当たりGDPは、約 NRs.7,080 (US\$165) にとどまっており、人口の約 49%は、貧困水準以下の生活状況下にあるとされている。

ネパールの対外貿易額は、輸出入額とも増加しているが恒常的に赤字である。対インドとの貿易額が

全体の20～30%を占めている。主な輸出品目は、加工原料と食用油、ジュート、乾燥ショウガ、家畜（生体）などであり、穀類の輸出は、近年の国内食糧需要の増加のためわずかである。

## 2.3 農業と灌漑の現状

ネパールの全農耕地面積は、約2.65百万ha（国土面積の18%）と推定される。地形条件や自然環境の保護から耕地の面的拡大の余地はほとんどない。作付面積の約80%は水稻、トウモロコシ、小麦などの穀類が栽培されている。

1970年代には、穀物輸出国であったがその後、人口の増加とともに需要量が増加し、一方、生産量の伸びが停滞したことによって、最近年は食糧自給も窮迫している。1980年代後半から生産量は徐々に増加しているが生産性はいまだ低位にある。テライ地域は、農業生産の大きな比重を占めており、特に水稻と小麦の生産量が多い。最近5年間平均の主要作物の作付面積、生産量、単収量は以下の通りである。

	全 国			テライ地域		
	面積 (千ha)	生産 (千ト)	単収 (ト/ha)	面積 (千ha)	生産 (千ト)	単収 (ト/ha)
<b>穀 物</b>						
水稻	1,435	3,276	2.28	1,054	2,440	2.31
小麦	593	809	1.36	308	474	1.54
トウモロコシ	732	1,122	1.53	153	267	1.73
ミレット	188	204	1.08	13	13	1.04
大麦	30	27	0.91	3	3	0.94
(穀物計)	<u>2,978</u>	<u>5,438</u>	<u>1.82</u>	<u>1,531</u>	<u>3,197</u>	<u>2.09</u>
<b>その他作物</b>						
豆類	266	155	0.59	211	123	0.58
油料作物	154	94	0.61	123	75	0.61
サトウキビ	32	1,021	31.52	30	979	32.73
パレイショ	83	671	9.08	19	202	10.86
タバコ	7	6	0.83	7	6	0.84
合計面積	3,520			1,921		

注 : 1987/88-1991/92の5年間平均

出典 : 農業省DFAMS資料より算出した。

灌漑面積は、943千haとされており、灌漑面積のうち832千ha（88%）が地表水を水源とし、残りは地下水を水源としている。また、灌漑局管理の灌漑面積は、267千ha（28%）、残りは農民管理の灌漑組織である。これらの灌漑面積のうち恒久施設により灌漑されているのは、約1/3にすぎない。

## 2.4 国家開発計画と農業政策

ネパールの第8次国家開発計画は、第7次5ヵ年計画（1984/85 - 1989/90）に引き続き、1992年から開始されている。この計画の基本目的は、（1）持続的発展が可能な経済成長、（2）貧困からの脱却および（3）地域間不均衡の是正とされている。

この中で優先されるべき開発及び活動としては、（1）農業の集約化と多様化を最優先とし、（2）エネルギー開発、（3）農村基盤開発、（4）雇用の拡大と人的資源開発、（5）人口増加の抑制、（6）工業と観光の開発、（7）輸出の振興と多様化、（8）マクロ経済の安定化、（9）行政改革および（10）モニタリングと評価の実施を掲げている。

農業部門の目的は、（1）農業生産の増加を通して国家経済への貢献、（2）食糧の自給、（3）農産工業の原料増産、（4）小農の雇用機会の増加および（5）農業開発と環境の調和を図ることとしている。

そのための政策として、（1）適地適作、（2）高収益・輸出可能作物の拡大と商品化、（3）農産加工原料の増産、（4）農業普及組織の再編による一本化と普及のための農民のグループ化、（5）営農資材の生産と流通に民間部門の活用、（6）農業クレジットの拡充及び貸付け手続の簡素化、（7）農協活動の活性化などをあげ、生産の集約化、多様化および生産物の商品化によって、5年間の年平均増産率を、穀物、換金作物、園芸作物、畜産物について、それぞれ5.4%、9.1%、5.4%、3.8%としている。

投資計画では、農業生産拡大のため灌漑を重視し、灌漑部門の目的を、（1）自然条件に適応した灌漑技術の普及によって農業生産の増産、（2）現存灌漑組織の管理体制改善、（3）農民参加による灌漑施設の有効利用としている。これを実現するための政策方針としては、（1）政府が進める大中規模灌漑事業の推進とともに農民参加による小規模灌漑事業（テライ地域；2,000ha以下）の実施、（2）灌漑施設の管理・補修の農民への移管、（3）事業推進の各段階からの農民参加と利用者組合による水利費の徴収強化等をあげている。

期間中の達成目標を新たに灌漑面積を294千ha拡大するとしている。拡大面積の内訳は、大規模事業108千ha、中小規模事業53千ha、農業銀行融資および民間によるものが133千haとなっている。

### 第3章 調査対象地域の現況

#### 3.1 一般概況

##### 3.1.1 位置

調査対象地域は、ネパール王国の西部開発地域 (Western Development Region) の南西部に位置し、ルンビニ県カピルバスツ郡に属する。カピルバスツ郡は、テライ (平野) 地域に広がっており、標高が90mから275mの間にあり、北から南また東から西にわずかながら傾斜しているほぼ平坦な地形で、南部はインド国境と接している。地域内のほぼ中央を国道 (東西ハイウェイ) が横切っている。

##### 3.1.2 行政区分

調査対象地域は、ルンビニ県カピルバスツ郡のイラカNo.6に属し、7村 (Village Development Committee、VDC)、59部落 (ワード) がある。地区内のワードごとの概要を表3.1に示す。各村の概要は、以下の通りである。

村名	部落数	面積	総人口	人口密度	農耕地	
		(km <sup>2</sup> )	(人)	(人/km <sup>2</sup> )	(ha)	(%)
マヘンドラコット	9	28.8	5,885	204	506	11
ドゥピヤ	5	9.5	1,530	161	396	9
ジャナガール	9	22.5	4,943	220	677	15
ブッデイ	9	13.3	4,321	325	447	10
ラジプール	9	11.5	6,844	595	816	18
マフワ	9	12.0	3,912	326	734	16
ダンカウリ	9	24.6	5,822	237	984	21
合計	59	122.2	33,257	272	4,560	100

##### 3.1.3 人口・労働人口

調査対象地域の人口は、1990年の推定値で約33,260人で、このうち男性が52.3%を占めている。1981年から1990年の平均年増加率は、2.3%でありネパール全国平均の2.2%を若干上回り、人口密度は272人/km<sup>2</sup>である。農地を所有する農家数は、約4,580戸で全戸数に占める割合は89%、平均家族数は、6.5人である。総人口のうち労働人口は、17,030人と推定されこのほとんどが農業部門に従事している。各村の人口と戸数は、下記の通りである。

村名	男性	女性	総人口	世帯数	家族数	農家戸数		労働人口
	(人)	(人)	(人)	(戸)	(人/戸)	(戸)	(%)	(人)
マヘンドラコット	2,938	2,947	5,885	919	6.4	746	81.1	3,010
ドゥピヤ*	790	740	1,530	272	5.6	270	99.3	780
ジャナガール	2,564	2,379	4,943	598	8.3	566	94.6	2,530
ブッデイ	2,257	2,064	4,321	760	5.7	756	99.5	2,210
ラジプール	3,660	3,184	6,844	814	8.4	764	93.9	3,510
マフワ	2,016	1,896	3,912	707	5.5	618	87.4	2,010
ダンカウリ	3,170	2,652	5,822	1,083	5.4	860	79.2	2,980
合計	17,395	15,862	33,257	5,153	6.5	4,580	88.8	17,030

注：\* 調査対象地域外を除く。戸数は郡開発委員会資料および土地課税台帳から推定した。

## 3.2 地形

調査対象地域（既耕地、約4,500ha）は、北から南へ、また東及び西から中央に向かって傾斜している。北端のバトルコット村（耕地標高187m）からムルミ村（耕地標高121m）までは、平均勾配1/130の急傾斜地、ムルミ村から東西ハイウェイ（北側耕地標高117m-115m）までは、平均勾配1/600の傾斜地となっており、東西ハイウェイ（南側耕地標高116m-115m）から南端のビシャムバプール部落（耕地標高100m）までは平均勾配1/800の緩傾斜地である。

調査対象地域の東西外辺部は、コンドレ川、バンガンガ川、グドゥルン川及びベルワグルドゥワ川の川岸段丘で、森林になっている。調査対象地域は、この森林地帯から中央に向かって緩かに傾斜し、中央部の低地には、北から南へゴライ自然排水路（小川）が走っており、末端はバンガンガ川に注いでいる。

東西ハイウェイの北方には、水面積3-1haの溜池が6カ所、同南側には、水面積18-2.5haの3カ所の溜池が散在している。これらの溜池は、いずれも南下がりの地形を利用して造られている。

上述の地形から見て、既存のラニクドゥワ農民灌漑システムのグドゥルン川取水地点で取水すれば、調査地域内の大半の既耕地が灌漑可能である。しかし、バトルコット村からムルミ村までの約10km区間は、急傾斜となっているため、相当数の落差工を必要とする。また、調査対象地域内北部の森林地帯には、27-4ha規模の灌漑用溜池の新設可能地が5カ所ある。

## 3.3 気象および水文

### 3.3.1 気象

調査対象地区は、標高200m以下に位置し、亜熱帯性気候である。一方、農業気象的に見ると、1年は次の3期に分けられる。

季節	期間	特徴
雨期	6月～9月	高温多湿
乾期	10月～3月	乾燥、低温/温暖
酷暑期（乾期）	4月～6月初	最高気温が40℃にも達する

調査対象地区最近傍の気象観測地点、タウリハワの観測記録によれば、月平均気温は1月の15℃から6月の31℃まで変化し、相対湿度は、45%から85%となっている。

### 3.3.2 水文

#### (1) 降雨

グドゥルン頭首工計画地点南に近接する、バトルコット村における最近20年の雨量観測記録によれば、

平均年降水量は、2,236mmと比較的多い。しかも2,000mmに達しない年は1992年を含めわずか2年である。一般的に灌漑計画に用いている、80%確率年降水量は、2,100mmに達する。

年降水量の約86%が6月から9月の4ヶ月間に降る。雨期が明けた後は、10月に激しい雨が降ることがあるものの、11月から12月にかけてはほとんど降水を見ない。1月から3月にかけては時折降雨が見られるが、全般的に乾燥状態が続く。4月、5月は乾期に分類されるが、南東モンスーンの発達とともに豪雨がもたらされることがある。

年間降水量自体は潤沢であるが、降雨が雨期に集中するため、一年を通じて作物に有効利用することは難しい。特に雨期の主要な作物である水稲は、年によって変動の大きい6月の降雨によって、その移植時期が大きく左右されている。移植が遅れると、作期末の水不足による収量低下をまねく。また作付け時期の遅れにより、乾期作が放棄されることもある。

## (2) 流出形態

調査対象地域は地勢的にはシワリク山脈とテライ平野の境界付近に位置し、北部の山麓扇状地と南部に広がる平野部からなっている。河川は、急峻な小流域に源を発し、扇状地を形成しつつテライ平野へと流下する。このような流域特性を反映して、洪水の到達時間は短く、ピーク流量は大きい。山間部を流下した河川水は扇状地頂部で相当分が伏没し、段丘崖および扇状地下流端で湧水として出現するほか、一部が地下水を涵養している。

## (3) 計画洪水量

現地における観測結果および水文解析によって、グドゥルン計画頭首工地点における50年確率洪水流量（計画洪水量）を算出した。グドゥルン川の流域は流路長が短く、河川の平均勾配も急である。結果的に洪水到達時間は短くなり、ピーク流量は大きくなっている。計画洪水量は、グドゥルン頭首工計画地点で約500m<sup>3</sup>/secと推算される。

# 3.4 地質および水理地質

## 3.4.1 地質

### (1) 地質状況

調査対象地域は、シワリク山脈とテライ平野の境界付近に位置する。シワリク山脈は東西方向に伸びる高さ約1000mの山脈である。調査対象地域の地質概況を知る目的で地表踏査を実施した。その概要は以下のようにまとめられる。

調査対象地域の基盤は新第三紀のシワリク層群の砂岩より構成される。シワリク層群はヒマラヤ山脈

に由来するモラッセ堆積物であり、中新世から更新世の堆積岩類より構成される。被覆層としては、第四紀更新世～完新世の段丘堆積層、扇状地堆積層、崖錐堆積層、現河床および氾濫原堆積層が分布する。段丘堆積層は、グドゥルン川の河床との比高差により3段に区分され、扇状地堆積層は新旧2層に区分できる。

シワリク層は、粗粒～中粒砂岩と（石灰質）細粒砂岩～シルト岩の互層である。粗粒砂岩～中粒砂岩は灰色、やや石灰質、珪質で堅硬であり、（石灰質）細粒砂岩～シルト岩は、赤～茶色、比較的硬質～軟質である。X線解析によれば、このタイプの岩石は非常に石灰質である。シワリク層の一般的な構造は、層理面が走向N30° W、傾斜30°～60° NEであり、グドゥルン川と平行に断層が存在する。

調査地域の大部分は、更新世の段丘上に位置し、砂、シルト、粘土等の未固結堆積物に覆われている。地域の南部は沖積平野上に位置する。

## (2) グドゥルン川頭首工予定地点の地質

6孔、計70mのボーリングを実施した。その結果は次のとおりである。

### イ) 地質状況

- 被覆層（低位段丘堆積層、現河床および氾濫原堆積層）の厚さは0～9m（大部分5m程度である）。

- 地質調査により、BNo.4号孔（9.0m以深）に見いだされた断層を含むシワリク層群の基盤およびその被覆層は、支持力的にはグドゥルン川に予定の頭首工の基礎として十分な地層であることが明らかになった。この理由は標準貫入試験（SPT）により得られた頭首工予定地点のN値が、BNo.5号孔の深さ4mまでの43～48とBNo.3号孔の深さ4mの41を除いて、50以上であったことによる。グドゥルン頭首工予定地点の地質平面図を図3.1に、また、地質断面図を図3.2に示す。頭首工の建設計画にあたっての地質工学的問題点は、Annex Bで詳細に述べられている。

### ロ) 不安定な岩石及び地すべりの分布

- 頭首工計画地点の右岸側取り付け部は突出したやせ尾根であり、尾根先端部の河床に露出する砂岩層は風化、浸食により割れ目が開口分離している（最大で50cm程度）。BNo.1号孔は上記砂岩層中に掘削されたもので、深さ4.1mまでは不安定かつ透水性が高い。

- 右岸側取り付け部には崩壊地形が分布する。雨期にはさらに崩壊が進行する可能性がある。しかしながら、この崩壊は表層崩壊であり大規模なものではない。

- 頭首工サイトの下流50～100mの左岸傾斜には崖錐堆積層が分布し、雨期には数箇所小規模な落

石、崩壊が生じていると考えられる。

#### ハ) 透水性

- 被覆層の透水性は次表に示すように基盤のそれに比べて数オーダー高い。

地層名	平均透水係数 K (cm/s)
現河床及び氾濫原堆積層	$1.2 \times 10^{-2}$
低位段丘堆積層	$5.2 \times 10^{-3}$
シワリク層	$4.8 \times 10^{-5}$
シワリク層 (亀裂の多い部分)	$2.9 \times 10^{-3}$

注) 注入法によっているため、現河床及び氾濫原堆積層や低位段丘堆積層のような透水性の高い地層では真値よりも低めの透水係数が得られることが多い。真値は得られた値よりも1~2オーダー高めである可能性がある。

#### (3) 東西ハイウェイより3km上流のコンドレ川地点の地質

東西ハイウェイより3km上流のコンドレ川地点の地質は、更新世の砂、シルト、平均粒径は細砂である。パイピングの発生しやすい土層と判断される。土質試験の結果から右岸及び左岸の土層に対する限界動水勾配はそれぞれ0.657及び0.961が得られている。

#### 3.4.2 水理地質

##### (1) 水理地質概要

シワリク山脈からネバールの主要河川がテライ平野に流出する部分には山麓扇状地が発達している。この地帯は、砂礫、玉石が厚く堆積し、バーバル地帯と呼ばれる優れた地下水の涵養域を形成している。バーバル地帯の幅は東ネバールでは12km以上、調査対象地域に近いティナウ川扇状地、バンガンガ川扇状地で8kmなのに対し、グドゥルン川付近ではわずか数kmにすぎない。調査対象地域の大半は更新世の段丘上に位置し、細砂、シルト、粘土等の難透水性の地層に覆われており降雨は浸透しにくい。なお、ルンビニ地方の水理地質図を図3.3に示した。

深層地下水を利用している井戸は、シタプールに1井（JICAによる試験井：自噴井）のみであり、他は深さ70m程度の井戸がゴルシンゲに1井、大部分は10m程度の手掘り井戸を飲料用水、日常用水に利用しているのみである。

##### (2) 灌漑用地下水開発の可能性

調査対象地域内で開発対象となる地下水は、被圧地下水と自由地下水に大別される。揚水試験等から判断した被圧地下水の揚水可能量は下の表に示すとおりであり、シタプールからバトルコットに至る調査地の大半で、深さ100m級の深井戸に対し、揚水可能量は4 l/sec程度、調査地域南部では揚水可能量は増加し、ピチュワプールでは6 l/sec程度となる。これらの量は日常用水、飲料用水としては十分であるが、灌漑用水としては不足である。一般に、灌漑用井戸としては深さ30m級の浅井戸で10 l/sec以上、深

さ100mから120～130mの深井戸に対して 25 l/sec以上の揚水量が必要とされている。

井戸No.	所在地	透水量係数	透水係数	貯留係数	揚水可能量
<b>本調査</b>					
STW-14	ゴルシンゲ	4.80	$3.20 \times 10^3$	$4.93 \times 10^4$	2.03(176m <sup>3</sup> /d)
K-23*	デワリ	0.366	$1.22 \times 10^4$	$2.72 \times 10^4$	2.07(179m <sup>3</sup> /d)
PW-1	シタプール	2.56	$5.39 \times 10^4$	$1.34 \times 10^4$	3.90(337m <sup>3</sup> /d)
OW-1	シタプール	4.58	$1.02 \times 10^3$	$2.83 \times 10^3$	3.90(337m <sup>3</sup> /d)
<b>既存調査の再解析</b>					
K-23	デワリ	0.790	$2.63 \times 10^4$	-	0.85(73.3m <sup>3</sup> /d)
K-24,25	ピチュワプール	8.78	$2.93 \times 10^3$	$6.55 \times 10^3$	5.72(494m <sup>3</sup> /d)
K-29	ダケリ	0.878	$2.93 \times 10^4$	-	2.22(192m <sup>3</sup> /d)
STW-10	マフワ	3.82	$7.64 \times 10^3$	-	2.22(192m <sup>3</sup> /d)
STW-13	ゴルシンゲ	5.32	$3.55 \times 10^3$	-	4.00(346m <sup>3</sup> /d)

\*は雨期調査(1992)、他は乾期調査資料による。

揚水量が少ない理由は、涵養域が狭いこと、涵養河川の流量が少ないことおよび帯水層の透水性が低いためである。実例を示すと、ルンビニ地方の主要河川であるティナウ川とパンガンガ川の年平均流量がそれぞれ22.2 m<sup>3</sup>/s、16.5 m<sup>3</sup>/sであるのに対し、グドゥルン川の流量は、1.1 m<sup>3</sup>/sにすぎない。また、帯水層の砂礫の間隙を砂やシルトが埋めており、透水係数は、砂の値に近い10<sup>-3</sup>～10<sup>-4</sup> cm/sのオーダーであることが多い。

調査地域北部のバタルコット扇状地の自由地下水は、扇端でゴルシンゲバタルコット道路の東側に東ビルプール湧泉群として、また、グドゥルン川左岸の段丘崖直下に西ビルプール湧泉群として出現する。灌漑用地下水としてはこの湧泉(自由地下水)の利用が考えられる。(2月の利用可能量：東ビルプール湧泉20 l/sec程度、西ビルプール：7 l/sec程度)。

### 3.5 土壌および土地利用

#### 3.5.1 土壌および土地分級

##### (1) 土壌

調査象地域の土壌は、ソイル・タクソノミー (USDA、1992) に従って6つの分類単位(土壌亜群)に分類される。各土壌単位とその特性は、以下の通りである。

土壌亜群	地理的景観	地形	土壌の性質			
			土色	粒径	有効土層	排水性
ティビック・ウステイフルベント	侵食段丘	平坦	オリーブ褐	粗粒	中	良
ティビック・エンドアクエプト	沖積平野	凹地	灰オリーブ	細粒	深	悪
エリック・エンドアクエプト	沖積平野	平坦	黄褐	細粒	深	不完全
フルヴェンティック ・ウストオクレプト	扇状地	波状	暗灰黄- オリーブ褐	中粒	深	やや良
ティビック・ウストオクレプト	古段丘	高台・凸地	黒褐- オリーブ褐	中粒	深	やや良
ティビック・ハップルウストール	古段丘	波状	黒褐	中粗粒	深	良

上記の土壌の分布は、その地理的要因（地理的景観、地形）と高い合致を見せている。そのため土壌図の図示単位は、地理的要因を基に（1）山麓扇状地（以下扇状地）、（2）古段丘、（3）沖積平野、（4）侵食段丘の4つの大群に、さらにそれぞれの土地状況（地形及び土地利用）より9つの亜群に類別される。土壌亜群（土壌単位）と土壌図図示単位の関係を以下に示す。

地理的要因	土地状況	図示単位	構成土壌単位の占有率	土壌単位
扇状地	既耕地	F1	コンソシエーション	フルヴェンティック・ウストオクレプト 僅かにエリック・エンドアクエプト存在
	森林	F2	アソシエーション	フルヴェンティック・ウストオクレプト ティピック・ハップルウストール
古段丘	既耕地	U1	コンソシエーション	ティピック・ウストオクレプト
	森林	U2	アソシエーション	フルヴェンティック・ウストオクレプト ティピック・ハップルウストール
沖積平野	高台（凸地）	P1	コンソシエーション	ティピック・ウストオクレプト
	平坦地	P21	コンソシエーション	エリック・エンドアクエプト
	低地（凹地）	P22	コンソシエーション	ティピック・エンドアクエプト
				僅かにエリック・エンドアクエプト存在
河川跡地	P3	コンソシエーション	フルヴェンティック・ウストオクレプト 僅かにエリック・フルヴァクウエント	
侵食段丘	低位段丘	ET	コンソシエーション	ティピック・ウスティフルヴェント存在

また類別された調査対象地域の図化単位の分布状況（図3.4参照）と各面積は、以下の通りである。

土壌図化単位	東西ハイウエイ北側地域		東西ハイウエイ南側地域		合計	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
<u>扇状地 (F)</u>						
既耕地 (F1)	150	3	0	0	150	1
森林 (F2)	640	14	0	0	640	5
<u>古段丘 (U)</u>						
既耕地 (U1)	70	1	130	2	200	2
森林 (U2)	2,480	55	3,400	44	5,880	48
<u>沖積平野 (P)</u>						
高台（凸地） (P1)	260	6	790	10	1,050	9
平坦地 (P21)	580	13	2,250	29	2,830	23
低地（凹地） (P22)	360	8	780	10	1,140	9
河川跡地 (P3)	0	0	20	0	20	0
侵食段丘 (ET)	10	0	300	4	310	3
合計	4,550	100	7,670	100	12,220	100

調査対象地域内の土壌は主に、中粒から細粒質の粒径組成を持つ。扇状地及び古段丘は中粒質土壌であり、調査対象地域内に広く分布している沖積平野は細粒質土壌である。また土壌酸度は、pH5.4~10.0までと広い範囲にあるが、一部の南部地域で乾期にpH9以上の高い値を示す他は、ほとんどpH6~8の範囲にあり、アルカリによる障害は見られていない。EC (H<sub>2</sub>O, 1:2.5) の値は、0.02~0.5 mS/cmを示し、塩類障害は見られない。

## (2) 土地分級

土地分級は、5つのクラス（適地3クラス、不適地2クラス）からなるFAOの土地分級システムを用い、その評価基準は、計画設計強化計画（PSDP）の設計マニュアル（土壌・土地利用編）の基準に従い評価を行った。各作物の生産性は異なるため、評価は水田と畑に使用する場合に分けて行なった。土地分級図は、図3.5に示す通りである。またその要約を次表に示す。

土地分級	水田		土地分級	畑	
	面積 (ha)	(%)		面積 (ha)	(%)
SR1	2,830	23	S1	1,050	9
SR2	2,560	21	S2	3,200	26
SR3	310	3	S3	1,450	12
適地小計	(5,700)	(47)	適地小計	(5,700)	(47)
不適	6,520	53	NS	6,520	53
合計	12,220	100	合計	12,220	100

### 3.5.2 土地利用

調査対象地域内の土地利用状況は、大きく（1）農耕地と（2）非農耕地に分けられる。

(1) 農耕地：既存農耕地は、下記の3つの土地利用形態に分類される。

#### (イ) 低地水田

低地水田は、傾斜が1%以下の平野部に見られる細粒質の粒径を持った、排水性の悪い水田である。すべての耕作区画は小さく（0.01 ha以下）、高い畔で区切られている。雨期には水稻の一期作が行なわれ、乾期は、主に小麦または豆類の混作、あるいは一部の排水不良地で休耕が行なわれている。また限られた地区においては、冬作と春作で小麦／油料作物・トウモロコシの二作が行なわれている。

#### (ロ) 中低地水田

中低地水田は、低地水田よりも地形的に高い位置にみられる。また、水田区画も低地水田よりもわずかに大きく（0.02 ha以下）、排水性は不完全あるいは、低地水田と乾燥田の中間の性質を示す。雨期は水稻、乾期には、水分状況によって異なるが、主に油料作物、小麦、豆類および野菜類等が栽培されている。

#### (ハ) 乾燥田（水稻耕作地・畑作地）

高台あるいは緩やかな傾斜（3度以内）をもった排水性の良い水田・畑であり、主に天水に頼った農業が行なわれている。雨期には、大部分が水稻を栽培しているが、一部ではトウモロコシが栽培されている。乾期は、休耕田として残されるか、油料作物や野菜が栽培されている。

(2) 非農耕地：非農耕地は次の5つの地目にて分類される。ア) 森林及び低木林、イ) 池及び湿地、ウ) 放牧地、エ) 既存施設（小水路、排水路、畔等）、オ) その他（道路、家、庭等）

土地利用図を図 3.6に示す。またその要約は次表の通りである。

	東西ハイウェイ北側地域		東西ハイウェイ南側地域		合計	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
<b>既耕地</b>						
低地水田	770	17	2,320	30	3,080	25
中低地水田	340	7	1,010	13	1,350	11
乾燥田	40	1	90	1	130	1
小計	(1,140)	(25)	(3,420)	(44)	(4,560)	(37)
<b>非農耕地</b>						
森林	3,090	68	3,350	44	6,440	53
池・湿地	30	1	50	1	80	1
草地	40	1	110	1	150	1
畔・小水路・農道	100	2	300	4	400	3
その他(道路・家等)	150	3	440	6	590	5
合計	4,550	100	7,670	100	12,220	100

### 3.6 農業の現況

#### 3.6.1 栽培作物および作付体系

調査対象地域内の農耕地の97% (4,430ha) は、水田であり残りの3%が畑地となっている。既存水田の内約30% (1,300ha) が農民により建設された灌漑施設や溜池、ポンプを利用した灌漑が行なわれている。しかし施設の老朽化や管理・維持状況が悪いうえ用水配分が不十分なため灌漑地区下流部では天水田と同じ状況下での稲作栽培が行なわれている。

村名	灌漑水田	非灌漑水田	小計	畑	合計
マヘンドラコット	400	110	510	-	510
ドウビヤ	150	220	370	30	400
ジャナガール	60	570	630	40	670
ブッデイ	240	210	450	-	450
ラジプール	300	500	800	20	820
マフワ	50	640	690	40	730
ダンカウリ	100	880	980	-	980
合計	1,300	3,130	4,430	130	4,560

出典：郡農業開発事務所、農家調査

灌漑水田の一部を除いて、水田、畑とも天水農業に頼っており、気候条件の変動と灌漑用水量に左右され、作付・収穫時期、作付面積と生産量が年々変動している。主要作物の現況作付・収穫時期は、以下のとおりである。

作 目	播種/作付	収穫
<u>夏 作 物</u>		
水稻、トウモロコシ	6-7月	10-11月
<u>冬 作 物</u>		
小麦、豆類、油料作物、野菜	10-12月	3-4月
<u>春 作 物</u>		
トウモロコシ、豆類	3-4月	6-7月

出典： 郡農業開発事務所

雨期の夏作物は、水稻が総作付面積の95%以上を占め、他にはトウモロコシ、豆類が栽培されている。雨期の水稻に引き続き乾期には、冬作物が栽培されている。作物としては、小麦の他、豆類（レンテル、ピジョンピー、ブラックグラム）、油料作物（マスタード）、野菜（バレイショ、からし菜、玉葱、ニンニク、キャベツ、カリフラワー、大根、トマト等）、香辛料作物が栽培されている。冬作物に続く乾期には、春作物としてトウモロコシや豆科の緑肥作物が栽培されているが、ほとんど降雨がないため収量を期待していない状況で収穫のない場合は、青刈りをして家畜の餌としたり農地への犁込みを行なっている。

現況の作付率は、一部の灌漑地区では200%以上になっているが、灌漑用水の不足や排水性の悪い水田があり、無灌漑水田、畑を含めた全体では約132%となっている。現況の作付体系は、次の通りである（図3.7参照）。

作 付 体 系	作付率 (%)	面積 (ha)
<u>灌 漑 水 田</u>		
A-1 水稻-小麦/油料作物-トウモロコシ/豆類	300	40
A-2 水稻-小麦/油料作物/豆類/野菜類	200	480
A-3 水稻-小麦/油料作物/豆類	180	340
A-4 水稻-無作付	96	440
小 計		<u>1,300</u>
<u>無 灌 漑 水 田</u>		
B-1 水稻-小麦/油料作物/豆類	170	940
B-2 水稻-豆類/無作付	100	2,190
小 計		<u>3,130</u>
<u>畑</u>		
C トウモロコシ/豆類-豆類/無作付	94	130
合 計	132 (平均)	4,560

作付体系 A-1 は、既存灌漑地区上流部の水田で年三期作が行なわれている。作付体系 A-2 と A-3 は、既存灌漑地区の約63%の水田で、灌漑用水が不足しているため年二期作が不完全ながら行なわれている。作付体系 A-4 は、灌漑地区の最末端部で灌漑用水がほとんど利用できない水田や小河川、排水路に添った排水性が悪い水田で、天水に頼った水稻栽培が行なわれているが、水稻の収穫後に土壤水分が高いため冬作物の栽培が行なわれていない。作付体系 B-1 は、無灌漑水田で降雨に依存した年二期作が行なわれており作付面積・収量とも年変動が大きい。作付体系 B-2 は、調査対象地域の水田の約50%を占めて

いるおり、降雨の時期・量に左右され夏・冬作物とも作付け面積が年毎に増減している。作付体系Cは、丘陵地に点在する畑で主として雨期にトウモロコシや豆類の栽培が行なわれている。

### 3.6.2 作物収量および生産量

調査対象地域における作物栽培の資料がないため、10年間の郡農業統計、農業普及所の資料および農家聞取調査に基づき主要作物の作付面積、単位収量、生産量を算定し下表に示した。雨期の夏作物の作付率は、10年平均で90% (4,100ha) となっており生産量・収量も年毎に大きく変動している。また、灌漑用水の不足の他、農業生産資機材の投入や、栽培技術水準等が低位にあるため、水稻をはじめすべての作物収量は極めて低い (表 3.2)。

作 目	作付面積 (ha)	単位収量 (t/ha)	生産量 (ton)
<b>夏 作 物</b>	<b>4,100</b>		
水稻：不完全灌漑水田	1,280	2.20	2,810
無灌漑水田	2,700	1.42	3,850
トウモロコシ：畑	90	1.33	120
豆類：畑	30	0.56	20
<b>冬 作 物</b>	<b>1,880</b>		
小麦：不完全灌漑水田	470	1.70	800
無灌漑水田	380	0.98	370
油料作物：不完全灌漑水田	120	0.71	85
無灌漑水田	90	0.46	40
豆類：不完全灌漑水田	120	0.66	80
無灌漑水田	620	0.56	370
野菜類：不完全灌漑水田	80	7.39	590
<b>春 作 物</b>			
トウモロコシ：不完全灌漑水田	40	1.72	70

出典：郡農業開発事務所 (10年間の平均)

### 3.6.3 耕種法および農業投入資機材

水稻栽培は、降雨を期待して 6-7月に苗代を開始している。しかしながら、降雨時期や降雨量の変動により田植え作業が大幅に遅れ、再度、苗代を準備することも多い。灌漑地区でも河川流量が十分でないため、上流地区優先で用水供給が行なわれており水稻作付時期が下流 (南部) 地区に従い遅くなっている。耕運は、2頭の牛・水牛を使い水稻作収穫後の土壌水分が高い内に荒起し・耕起をおこない雨期初めに再度耕起し、湛水後に代かき、均平作業を行なっている。播種・田植え、除草、収穫作業は人力により行なわれているが、水稻、麦、油料作物は村落近くの水田に集積され牛、水牛の踏付けによる脱穀が行なわれている。トラクター、耕耘機等の機械利用は、行なわれていない。

農家調査によれば、水稻や小麦の改良品種を用いている農家が 19%、肥料、殺虫剤、殺菌剤、除草剤を使用している農家はそれぞれ 38%、42%、8%、24%であり、使用量は極めて少ない。

### 3.6.4 畜産および養魚

調査対象地域での畜産は、農民の現金収入源、たんばく質供給源、さらには農耕および運搬の労力と

して重要な役割を果たしている。農家調査によれば、地域内農民の95%以上が牛あるいは水牛を飼育しており、農家の平均飼育頭数は、合計5.9頭である。83%の農家は、耕耘、脱穀、運搬に利用する役牛を飼育している。このほか羊、豚、鶏を飼養している農家がそれぞれ、42%、17%、37%である。調査対象地域内の家畜頭数は、以下の通りである。

村名	牛 (頭)	水牛 (頭)	羊 (頭)	山羊 (頭)	豚 (頭)	鶏 (羽)
マヘンドラコット	2,804	1,357	2,474	127	12	2,000
ドゥピヤ	1,340	661	247	48	41	900
ジャナガール	2,487	1,481	1,509	10	62	1,664
ブッアイ	3,478	2,195	158	122	132	3,000
ラジプール	3,003	816	605	25	48	570
マフワ	2,421	965	1,982	-	535	400
ダンカウリ	2,817	1,047	2,853	10	9	480
合計	18,350	8,522	9,828	342	839	9,014
一農家当たり平均	4.0	1.9	2.1	0.1	0.2	2.0

出典：郡農業開発事務所

調査対象地域における養魚は、灌漑用や集落近隣の生活用水源を兼ねた溜池で農家の副業として行われており、養魚及び河川の淡水魚は地域住民の重要なたんぱく源となっている。養魚の技術普及は、農業サービスセンターが行なっている。稚魚の供給は、バイラワにある養魚開発センターと民間業者によって行われている。しかし、多くの溜池は、乾期に水量や水深が不十分のため生産性が低い。

### 3.7 農家経済および市場・流通

#### 3.7.1 農家数および農業労働力

調査対象地域での総戸数は5,153戸であり、その内、自作農は、2,750戸、自・小作農1,830戸、小作農340戸で、これを合わせた農家数は、合計4,920戸と推定される(表3.1)。

農業労働力数は、総農家数から農業人口が約31,700人、この内経済的活動人口が約51% (1981年センサス) であることから約16,250千人/日と推定され、耕地面積当たりの平均労働力は、3.6人/haである。極小規模農家の余剰労働力は、大・中規模農家の労働力として雇用されている。

年間総可能労働力は、年間労働可能日を80%と仮定すれば、 $4,745 \times 10^3$ 人・日に相当する。一方、現況作付け体系と必要労働力から算定される必要労働力は年間約、 $667 \times 10^3$ 人・日であり、総可能労働力のわずかに15%を吸収しているに過ぎない。

#### 3.7.2 土地所有および土地制度

調査対象地域内の農家は、その土地所有面積から下記のように分類される。

農家区分	所有面積		農家数		面積		平均規模 (ha)
	(ha)		(%)		(ha)	(%)	
極小規模	1.0以下	3,105	67.8	1,127	24.7	0.36	
小規模	1.0~2.5	1,031	22.5	1,481	32.5	1.44	
中規模	1.0~2.5	329	7.2	1,097	24.1	3.33	
大規模	5.0以上	115	2.5	855	18.8	7.43	
合計		4,580	100.0	4,560	100.0	1.00	

出典：土地課税台帳から算出

調査対象地域内の農家平均の土地所有面積は、1.00 haで、この内、水田面積が0.97 ha、畑地、菜園面積が面積が0.03 haである。小・中規模農家の経営面積のうち平均15%前後は小作地である。小作料は、生産物で支払われており、地主と小作との配分比率は、一般に50:50で行なわれている。

### 3.7.3 市場・流通および価格

#### (1) 流通量、流通経路

調査対象地域内から市場化される農産物は地域住民一人当たり消費量から推定して、水稻が約340ト（総生産量の6%）、小麦が55ト（総生産量の5%）であるが、その他の地域内の生産物は消費量にほぼ等しいか、それよりも少ない。

流通する米の約50%は、地域内や近隣の農村市場に農民自身によって運搬され仲買人に販売される。この他に、集荷仲買人に直接農家の庭先で販売する場合と、タウリハワなどの穀物業者や精米業者に直接運び込まれる経路がある。穀物業者や精米業者に集荷された米は、一部が精米された後、タウリハワ、パイラワ、プトワール、ナラヤンガットなどを經由して丘陵地域へ供給されているほか、調査対象地域の北の丘陵地に位置するアルガカンチ郡の不足食糧をまかなっている。

小麦は、農家の自家消費量が多く、販売される量は少ないが、ゴルシングや定期市場に運ばれ仲買人に販売される場合と農家の庭先で取り引きされる場合がある。これらの仲買人は、パイラワ、ジャナカプール、ビルガンジ、カトマンズなどの製粉業者に販売している。

マスタードの生産量のほとんどは部落内の小規模搾油所に持ち込まれ農家の調理用油として消費されているが、一部は、農民の換金作物として仲買人を經由して、プトワール、パイラワなどの搾油業者に販売されている。パレイショを含めた野菜類の多くは、自家消費されており、市場への流通量は少ない。極く一部が地域内やタウリハワを含む近隣の定期市へ農民自身あるいは村落内仲買人によって出荷されている。

#### (2) 農業資材の供給

肥料・農薬・種子などの農業資材の供給は、農業資材供給公社（AIC）が農協や民間の民間業者を通じて行っている。販売価格は、全国で統一されている。地域内の農民は、地区内にあるゴルシング

とダンカウリの農協で購入している。地区内2農協からの1991/92年における肥料の供給量は、約120トンである。しかし、AICの農業資機材は、供給量が少ないうえに必要時に不足することが多い。

### (3) 価格

農産物と農業資材の現地調査時（1992/93）の庭先価格は下記のとおりである。農産物の価格は各作物の出荷時期の平均価格、農業資材は1993年1月時点のAIC販売価格による。また、農業雇用労賃は日当り男性、女性それぞれ40ルピー、35ルピーである。

農産物	NRs/kg	農業資機材	NRs/kg
粳	5.25	尿素	5.14
小麦	6.00	T P S	8.00
トウモロコシ	6.00	塩化カリ	8.50
油料作物	16.25	化成肥料(20:20:0)	10.00
豆類	14.00	化成肥料(19:19:10)	10.00
野菜類	5.00	DAP(18:46:0)	12.50

### (4) 農業金融

農業金融は、農業開発銀行（ADB/N）、農協、民間銀行を通じて行われている。農家調査の結果から、地域内農家の約10%がこれらの農業金融を利用していると推定される。小規模農家をグループ化し、育成・自立を目的としてADB/Nが融資・技術指導をしている小規模農家開発計画（SFDP）は、調査地域内ではまだ実施されていない。

## 3.7.4 農業生産額および農家経済

### (1) 農業生産額と純収益額

農業総生産量、価格および現地調査の結果に基づいて推定される生産費から算出される農業総生産額と純収益額は下記のとおりである。

作物	総生産額 (1,000NRs)	純生産額 (1,000NRs)
粳	34,930	16,560
小麦	7,020	2,950
トウモロコシ	1,130	690
油料作物	2,050	1,430
豆類	6,190	3,590
野菜類	1,540	750
合計	52,860	25,970

### (2) 農家経済

農家経済調査から規模別代表農家の収入と支出を検討した結果、下記のように収支バランスは極小規模農家と小規模農家では支出入がほぼ等しく、中規模農家と大規模農家ではわずかの余剰金を得ている現状である。

	大規模	中規模	小規模	極小規模	平均
(1) 収入	28,400	19,070	16,130	12,200	14,180
作物収入	21,660	13,080	9,290	2,840	5,700
畜産収入	2,880	1,210	2,610	2,720	2,580
非農業収入*	3,860	4,780	4,230	6,640	5,900
(2) 支出					
生活費**	24,690	17,440	16,130	12,200	13,790
(3) 収支	3,710	1,630	0	0	390

注： \*：農業労働賃金を含む

\*\*：自家消費農産物の額を含む

### 3.8 灌漑・排水

#### 3.8.1 既存灌漑・排水システム

調査対象地域の灌漑可能水源としては、(1) グドゥルン川、コンドレ川、ベルワグルドゥワ川、バンガンガ川及びゴライ自然排水路(小川)の小河川、(2) 西北部の湧水群と(3) 散在している中小規模の溜池がある。しかし、コンドレ川とベルワグルドゥワ川は、耕地に比べ川床標高が極端に低いため、利用されていない。また、調査地域の南辺を流れるバンガンガ川は、川床標高が低く且つ川幅が広いいため、一部で揚水利用されているに過ぎない。従って、現在利用されている灌漑水源は、グドゥルン川、湧水群、ゴライ排水路及び中小規模の溜池である。

グドゥルン川は、ラニクドゥワ農民灌漑システムの水源として、バタルコット村北側のラニクドゥワ地点で溪流取水されている。ラニクドゥワ灌漑システムは、取水地点の標高が高く且つ湧水を取り込んでいるため、バタルコット村からブレナ部落までの既耕地約630 haを支配する灌漑水路網を持っているが、洪水による取水口の崩壊、水路の破損と漏水、乾期の小流量等のため、実灌漑面積は毎年変動している。また、乾期の実灌漑面積は、雨期のその1/3程度になっている。

ゴライ排水路は、上、中、下流において、農民等によって堰上げ利用されている。これらの水利システムは、一通りの水路網を有しているが、雨期の過大流量による土壌の崩壊、乾期の流量不足等によって、取水量が不安定なため、施設規模に比べ実灌漑面積は極めて小さい。

既存溜池は、約60カ所ある。しかし、その殆どが小規模で、土砂堆積のため、放棄されている。現在、灌漑に利用されている溜池は、中規模池の6カ所である。これら溜池灌漑システムは、水路網を有しているが、貯水容量が十分でないため、主に雨期作水稻の補給灌漑に利用され、乾期作には、プアイ池以外の他の池は殆ど使用されていない。バンガンガの揚水灌漑は、小型ポンプを川沿いに移動させながら川水を揚水利用しているもので、簡単な水路網で、水稻の代掻き・田植え期と出穂期、小麦の耕耘期や出穂期等ピーク用水期に行なわれているに過ぎない。

既存灌漑システムは、いずれも輪灌漑法を採用しているが、水源量が少なく且つ不安定であるため、

上流側優先の灌漑であり、水配分は極めて不均等になっている。

上述した各灌漑システムの灌漑面積は、概ね以下の通りである。

	雨期作 (水稲)	乾期作 (小麦)	春作 (メイズ等)
1. ラニクドゥワ農民灌漑システム (西北部湧水群を含む)	590	270	25
2. 溜池灌漑システム			
ブディ (ゴライ排水路から受水)	140	110	0
バダハラ池	25	0	0
ドゥピア池	20	0	0
プラタブル池	10	0	0
ゲルワ池	5	0	0
小計	200	110	0
3. ゴライ排水利用灌漑システム (上、中、下流を含む)	60	20	0
4. ジャスバリヤ堰 (ゴライ排水路利用)	300	0	0
5. バンガンガ揚水灌漑システム	150	120	0
合計	1,300	520	25

調査地域内の農地の幹線排水路は、ゴライ自然排水路 (小川) で、谷間を走る自然排水溝が2次排水路の機能を果たしている。ラニクドゥワ農民灌漑システムの用水路は、部分的に排水路として利用されている。他の既存灌漑システムの用水路もラニクドゥワの水路と同様、部分的に用排兼用となっている。

ゴライ自然排水路は、数カ所で、農民によって土堤で堰上げられ、用水として利用されているため、東西ハイウェイ北側の同排水路沿いの耕地は、部分的に排水不良地となっている。また、自然排水溝沿いの低地にある耕地も部分的に排水不良地となっている。

### 3.8.2 既存灌漑・排水施設

前述した既存灌漑システムの灌漑・排水施設は、2カ所の取水施設を除き、農民が造ったもので、技術的に極めてプリミティブであり、品質も悪い。

ラニクドゥワ農民灌漑システムの取水口は、グドゥルン川の川水を玉石を使って左岸側へ誘導したもので、特別な構造物は設けられていない。取水口からの導水路約450mは、玉石と土砂で造られているため、漏水が激しい。幹・支線水路は、土水路であり、バタルコット村等人家密集区間のみ空石積み工、または練石積み工で水路断面が保護されている。付帯構造物としては、ゴルシンゲーバタルコット郡道を横断する箇所のコンクリートカルバート、排水溝を渡る木樋及び木橋等がある。2次用水路への分水地点には、特別な構造物はなく、幹・2次水路底の高低差で分水されている。急傾斜でも、特別な落差工は設けられていない。他の既存灌漑システムの水路及び付帯構造物は、ラニクドゥワ灌漑システムのそれと同様である。灌漑局のカピルバスツ郡支所がゴライ排水路に築造した、練りレンガ造りの取水施

設は、洪水で崩壊しており、現在は使用されていない。

ゴライ排水路と他の排水溝が東西ハイウェイを横切る箇所には、それぞれコンクリート橋とコンクリートカルバートが造られている。また、ゴライ排水路等の排水堰上げには、土堰が使われている。

### 3.8.3 既存水管理・施設維持管理

ラニクドゥワ農民灌漑システムの水管理および施設維持管理は、政府（灌漑局）の技術指導や資金援助を受けることなく、受益農民が自主的に結成したラニクドゥワ水利組合によって行われている。この水利組合は、灌漑水路が走っている村（モウザ）ごとに計12の水利グループで構成されている。各水利グループ内の日常の水管理と水路維持管理は、構成員（受益農民）によって選任された水路管理委員（バダガー）と秘書（サチブ）の管理下で、そのグループで雇用された水路番（チョキダール）によって行われている。ただし、グドゥルン川の取水施設および導水路の水管理と施設維持管理ならびに輪番方式による受益地区全域への水配分については、受益地区内の北端に位置するバタルコット村の水利グループが主導権を持っている。この水利グループの水路管理委員は、バタルコット村村長兼マヘンドラコットVDC長が兼務している。洪水等によって破損した取水施設や導水路の修復は、マヘンドラコットVDC長の指示によって各水利グループから臨時招集された受益農民によって行われている。この招集に応じなかった水利グループおよび構成員には、現金等による弁償が義務付けられている。

上述の水利組合と水利グループによって、ラニクドゥワ農民灌漑システムの水管理および施設維持管理は概ね円滑に行われている。

また、プディ溜池水利組合は、主にプディ村の受益農民で構成されており、村長が水管理委員を兼務している。この水利組合は、ラニクドゥワ農民水利組合と同様、政府から技術的・経済的援助を受けていないが、単一組合であるため、プディ溜池灌漑システムの水管理と水路維持管理は概ね円滑に行われている。他の小規模灌漑システムの水管理と水路維持管理は、ラニクドゥワ農民灌漑システム下の各水利グループに類似した農民水利組合によって行われている。

## 3.9 農民組織および農業支援組織

### 3.9.1 農民組織

農業協同組合（Sajha）は、地方自治体の指導によって結成された農民組織である。今までは農業省協同組合局（DOC）の直接指導により、運営、組織されていたが、1992年度の政府方針の変更により、協同組合局（DOC）は協同組合を監督、指導するだけの機関となった。（但し、1993年に協同組合局と農業局は統合され農業開発局となった。） 協同組合は、その必要資金を農業開発銀行（ADB/N）からの

融資で賄っており、取り扱っている農業用資機材は農業資機材供給公社（AIC）から供給を受けている。調査対象地域には、郡農業協同組合連合（タウリハワ）に所属する2つの農業協同組合があり、ゴルシングとダンカウリにそれぞれの事務所がある。これらの農業協同組合は、主として農民に農業資機材の販売を行なっている。またバサンプールに酪農協同組合があり、牛乳の集配、販売を行なっている。

約630haの支配面積を有するラニクドゥワ農民灌漑システムは、受益農民自身が結成した水利組合によって運営、維持管理されている。この水利組合は、村（モウザ）別に12の水利グループ（ユニット）に分かれている。各モウザの水利グループでは、水利グループ長（バダガー）と書記（サッチヴ）がそれぞれ一人ずつ選出されている。水利グループ内の日常の水管理と水路の維持管理は、グループ長と書記の監督下で、同グループが雇用した水路管理人（チャウキダール）によって行われている。

### 3.9.2 農業支援組織

カピルバスタ郡には、9カ所の農業普及サービスセンターがあり、農業開発官（ADO）の下に普及員が配属され、農業普及活動が行なわれているが、普及員、施設、展示圃場の数はまだ十分とはいえない状況にある。このほかの農業支援体制として農業試験場での研究、ネパール農業開発銀行（ADB/N）による信用事業、営農資機材供給公社（AIC）による農業資機材の供給・保管および配布活動等があり、普及員や農業協同組合活動を通じて農民への支援が行なわれている。

#### (1) 試験・研究機関

調査対象地域内には、農業試験・研究場はない。しかし、国全体としては、作物毎の研究機関として小麦開発計画がバイラワ農業試験場で行なわれているほか、水稻開発計画（バラワニプール試験場）、豆類開発計画（クマルタール試験場）、油料種子開発計画（ナワルプール試験場）等で栽培試験、品種改良、種子増産、普及員の研修・トレーニングが行なわれている。また、一般圃場にて先進農家の参加による品種栽培試験、新品種の展示・導入、栽培法の指導が農業普及所と共同で行なわれている。

#### (2) 農業普及サービス

調査対象地域には、農業普及センターがプディにあり、5名の普及員（JTs, JTAs）とそれを管理・指導する責任者（APO）、そして統計資料担当員1人によって構成されている。またこれらの普及員は、9カ村を活動範囲としている。普及所では、先進農民（リーダーファーマー）との定期的な会議、栽培技術の指導等が行なわれているが、普及員の活動資金不足、交通手段の不完備、教材の不足等の問題を抱えており、十分な普及活動が行なわれていない。

#### (3) 農業資機材供給

タウリハワに農業資機材供給公社（AIC）の郡事務所があり、農業資機材は農業協同組合、卸業者を通じて農民に販売されている。しかしながら、種子、肥料、農業等の供給は、種類、価格、供給体制

(運搬や貯蔵施設)が農民の要望に合っておらないことや農民による購入代金の返済率が悪い等、多くの問題を抱えている。

#### (4) 融資

農業銀行 (ADB/N) の支店がタウリハワにあり、調査対象地域内の農民、農民組織、協同組合に対し長・中・短期の融資を行なっている。現在は、2つの農業協同組合を通じた種子、肥料に対する購入資金の貸付が大部分であり、農民の融資利用率、返済率とも低い水準にある。

## 第4章 開発基本計画

### 4.1 開発可能面積

#### 4.1.1 土地分級

土地資源からみた調査対象地域の開発可能性は、3.5章に示した、土地分級評価結果を基に検討を行なった。下記に水田及び畑作それぞれの土地分級評価結果を示す。

水田			畑		
土地分級	面積 (ha)	(%)	土地分級	面積 (ha)	(%)
クラス1	2,830	23	クラス1	1,050	9
クラス2	2,560	21	クラス2	3,200	26
クラス3	310	3	クラス3	1,450	12
適地小計	(5,700)	(47)	適地小計	(5,700)	(47)
不適	6,520	53	不適	6,520	53
合計	12,220	100	合計	12,220	100

調査対象地域の47%に相当する5,700haが灌漑農業に適した土地である。しかしながら5,700 haは、農地以外の村、道路及び既存施設などを含んだ総面積なので、この内の純耕作面積4,560 haが灌漑開発可能地区となる。

#### 4.1.2 灌漑適性

灌漑適性は、その標高と透水性によって評価される。調査対象地域は、前章3.2で示したように北から南へと傾斜しているため、灌漑用水が最北部のパタルコットで取水されるならば、水量の問題は別として全地域に重力灌漑が可能となる。

透水性は、土性と作土層下50 cm以内の層の堅密度によって推測される。開発可能地の土性は、壤土からシルト質植壤土に、土壌堅密度も中から密にそれぞれ区分され、中程度から小さい透水性を示している。さらに乾期調査において測定されたパーシクインテクレートは、扇状地であるパタルコット、ビルプール及び各地区の古段丘、高台地帯で1~3 mm/hr、他の平野地区では、1 mm/hr以下となり、比較的低い透水性を示している。以上の点から、開発可能地区は、水稻栽培に対する保水能力を十分持つ地域であることがわかる。

#### 4.1.3 排水性

調査対象地域での灌漑農業において、排水不良が大きな制限因子になっている、土壤図図示単位の低地平野（約1,000ha）においては、水稻の収穫直後の排水不良のため乾期の作付けが行なわれていない。これらの排水不良の原因は以下の通りである。

- イ) 不完全な排水施設（表面水が十分に排水されていない）
- ロ) 農民による取水や魚取りのための排水路の堰止め（地下水位の上昇が引き起こされている）

しかしながら、排水路網の建設と維持管理が十分おこなわれることにより、排水改良が行なわれれば、上記の問題は解消される。また、排水改良を考慮し、灌漑農業に対する土地分級を再評価すると以下の様な結果となる。

水田			畑		
土地分級	面積 (ha)	(%)	土地分級	面積 (ha)	(%)
クラス1	3,970	32	クラス1	3,880	32
クラス2	1,420	12	クラス2	1,510	12
クラス3	310	3	クラス3	310	3
不適	6,520	53	不適	6,520	53
合計	12,220	100	合計	12,220	100

#### 4.1.4 開発可能面積

上記の土地資源、灌漑適性、排水性についての検討結果から、開発可能面積は、バトルコットから調査対象地域の最南端部まで広がる既存農地 4,560ha となる。

## 4.2 利用可能水量と灌漑可能面積

### 4.2.1 利用可能水源

事業計画地区の想定される灌漑水源には、(1)河川、(2)溜池および(3)地下水、がある。河川としては、当初計画の主水源と考えられたコンドレ川、地区最上流で取水可能なグドゥルン川、そして地区西端を流下するベルワグドゥワ川がある。

溜池は自流域からの流入水のみを溜める独立溜池と、灌漑水路を接続して河川の余剰水を貯水する用水溜池に大別されるが、独立溜池は湛水面積に比べて灌漑面積が小さく、利用価値は低い。地下水については本調査において実施した一連の揚水試験および水理地質的考察から、灌漑用としての利用可能性は極めて低いことが判明した。

#### (1) 河川

水源と想定される河川について以下のような検討を行なった。

#### イ) 取水位置

グドゥルン川計画頭首工地点は既存（ラニクドゥワ）取水工に隣接し、地区内の最も高い地点に位置するという利点を持つ。コンドレ川に当初提案された頭首工候補地点は、支川のラジクドゥワ川との合流点より500m下流に位置し、取水位が低くなるため、灌漑支配地区は既存ラニクドゥワ灌漑地区内の

南部となる。

ベルワグルドゥワ川は河床標高が低く、頭首工の位置にかかわらず灌漑支配地区は計画地区南部となる。また、灌漑支配地区まで相当長の導水路を設けなければならず、頭首工地点の河川幅も広い。これらの不利条件を考慮するとベルワグルドゥワ川は本計画の水源にはなり得ないと判断される。(図4.1参照)

#### ロ) 河川流量

調査期間中、上記3河川、グドゥルン川、コンドレ川、ベルワグルドゥワ川において流量観測および定時水位観測を行った。観測地点はグドゥルン川頭首工候補地点(流域面積29 km<sup>2</sup>)、コンドレ川とラジクドゥワ川合流点の500 m下流地点(同24 km<sup>2</sup>)、コンドレ川東西ハイウェイ架橋地点(流域面積43 km<sup>2</sup>)、ベルワグルドゥワ川東西ハイウェイ架橋地点(同153 km<sup>2</sup>)の4箇所で、結果は以下の通りとなっている。

観測月	(単位：m <sup>3</sup> /sec)							
	グドゥルン		コンドレ合流点		コンドレ架橋		ベルワグルドゥワ	
	平均	最小	平均	最小	平均	最小	平均	最小
平成4年 9月	0.54	(0.19)	1.03	(0.21)	1.63	(0.66)	11.00	(2.20)
10月	0.60	(0.26)	0.37	(0.10)	1.72	(0.45)	6.89	(2.00)
11月	0.22	(0.20)	0.09	(0.08)	0.40	(0.16)	1.44	(1.00)
12月	0.16	(0.13)	0.07	(0.07)	0.17	(0.16)	0.51	(0.32)
平成5年 1月	0.14	(0.13)	0.07	(0.07)	0.16	(0.15)	0.29	(0.24)
2月	0.11	(0.09)	0.08	(0.07)	0.11	(0.09)	0.17	(0.17)
平均	0.30	(0.17)	0.29	(0.10)	0.70	(0.28)	3.38	(0.99)

グドゥルン川計画頭首工地点は扇状地のほぼ頂部に位置しているため、流域内の地下浸透や河川水の伏没が少なく、他観測地点に比べ流域面積の割に基底流量が多くなっている。

#### ニ) 利用可能水量

タンクモデル法を用い、グドゥルン、コンドレ両頭首工候補地点における流出解析を行った。調査期間中の当該地点における流量観測、水位観測結果およびバタルコットの連続観測されている最近15年間の日雨量データを利用してモデルを作成し、流出を再現した。

グドゥルン川の頭首工候補地点は玉石や転石によって河床が形成され、流水の一部は岩盤までの厚さ5~6mの河床部を流下しているものと考えられる。計画頭首工を岩着させれば、河床部流下水(浸透ロス)は減少し、河川流量は現況より増加すると考えられる。モデルの作成にあたってはこの流量増も考慮した。

流出率はネパールの他の灌漑プロジェクトを参考にし、年間降水量に対し60%相当を目標とした。コンドレ川頭首工候補地点（東西ハイウェイより上流3km地点）の流況は上下流の水位・流量観測結果を参考にした。グドゥルン川、コンドレ川各頭首工候補地点における最近15年間の再現流量は表4.1に示した。

前章でも述べたように、調査地区の河川は流出が速いため、河川水を利用するに当たってはタンクモデルによって得られた日平均流量のすべてを利用可能量とすることはできない。本調査では、一定降雨に対する流量ハイドログラフをもとに、総流出量に対する利用可能率を設定し、利用可能水量を算定した。

#### ※) 水質

流量観測と同時に水質（pHおよび電気伝導度）を調査した結果、pH値は7.4～8.2、電気伝導度は0.13～0.48 mS/cmを示しており、灌漑用水として水質上の問題はない。

#### ハ) 流送土砂量

調査期間中の流送土砂量観測結果によれば、コンドレ川の浮遊土砂量は16 mg/l～7,480 mg/lであり、グドゥルン川では4 mg/l～96 mg/lとなっている。同程度の流量に対しコンドレ川の浮遊土砂量はグドゥルン川の6倍以上となっている。流送土砂は土性からみて、その多くが平野部の河川蛇行による河岸浸食の結果もたさられたものと考えられる。地点別にみると扇状地の頂部にあたるグドゥルン川計画頭首工地点における流送土砂量は他地点に比べ極めて少ない。

### (2) 溜池

#### 1) 既存溜池

計画対象地区内にある既存溜池の内、改修後灌漑に利用できる規模の溜池はドゥピヤ、プラトゥラブル、ゲルワル、バダハラ、ゴルシンゲ、アワリ、ブディ、チャマルグニヤの8箇所である。

このうち地形的に見て、アワリ、ブディ、ゴルシンゲ、バダハラの4溜池はグドゥルン灌漑システムの用水路と接続できるため、用水溜池としてグドゥルン川の雨期の余剰水を貯溜できる。その他の既存溜池は独立溜池となるため利用価値は極めて小さい。また、地形的条件から取水水位が極めて低くなるため、コンドレ灌漑システムには用水溜池を設けることができない。

#### ロ) 新設溜池

地区内に新設可能な溜池はティカール、ムルミ、ガンチャウラ1、ガンチャウラ2、プレナの5箇所である。これらのうち、ティカール溜池は、グドゥルン灌漑システムの用水溜池となり得るが、その他は地形的条件から独立溜池となる。

#### ハ) 用水溜池の規模決定

用水溜池は河川流量と自流域の大きさによってその年間貯水可能量が決定する。本調査では、大、中、小規模の用水溜池案を設定し、15年間の日雨量データをもとに水収支計算を行って灌漑可能面積を求めた。さらに、3案それぞれの工事費との関係から5箇所の溜池の規模の最適化を行った。各溜池の最適諸元は下記の通りである。

	アイトル	バダマ	ゴルシグ	イリ	ブディ
可能貯水量 (千ト)	2,000	120	200	270	490
集水面積 (ha)	80	43	33	49	115
たん水面積 (ha)	51	14	16	27	51
満水位 (m)	141.5	118.0	118.1	114.5	114.5
低水位 (m)	134.3	116.3	116.3	113.3	113.3

#### ニ) 独立溜池の諸元

独立溜池は、自流域からの流入水のみ依存する溜池であり、貯水量は流域面積に支配される。したがって独立溜池の諸元は地形条件から、下記の通りとなる。

	ムシ	ガノヤウ1	ガノヤウ2	ブケ	ドクビヤ	ブラウブル	ケルル	チヤルグニヤ
可能貯水量 (千ト)	413	138	46	71	145	33	28	36
集水面積 (ha)	57	39	11	40	50	9	54	119
たん水面積 (ha)	28	10	4	8	17	4	4	6
満水位 (m)	130	122	121	120	123	120	119	113
低水位 (m)	126	120	119	118	121	119	118	111

### (3) 地下水

#### イ) 深層地下水

計画地区の深層地下水は賦存量が少なく灌漑用水源としては期待できない。これは揚水試験等の結果からも明らかである。その理由は、地下水涵養域が狭いこと、河川流量が少ないこと、帯水層の透水係数が小さいこと、この3点による。したがって灌漑水源としての地下水開発は考えられない。

#### ロ) 自由地下水 (湧泉)

計画地区北部のビルプールにおける自由地下水はゴルシグ・バタルコット道路の東側に出現するビルプール東部湧泉群とグドゥルン川左岸の河岸段丘付近に出現するビルプール西部湧泉群に大別される。東部ビルプール湧泉は現在も灌漑に利用されているが、その湧出量は乾期中(1月から2月)で毎秒約20リットルで、この程度は乾期作に見込むことができる。一方、西部湧泉は毎秒6～7リットルと湧出量が少なく、雨期および乾期作には灌漑への利用が可能であるが、春作への灌漑は期待できない。

### (4) グライ排水路

グライ排水路の水は現在、雨期水稻作の補給灌漑および乾期小麦やマスタード(冬作)の1回目の灌

溉に利用されている。この排水路線は、計画地区の幹線排水路として利用可能であり、たとえ仮設的な土壌であってもその流下を妨げることは好ましくない。したがって、ゴライ排水路は地区内の灌漑には利用せず、本排水を利用している既存灌漑地区は計画灌漑システムに組み込むべきである。

ゴライ排水路下流部に建設されたジャスバリヤ堰の計画支配面積は670haとされているが、地形図上では1100ha程度の支配可能地区を従えている。計画地区の排水改良が行なわれることによって、下流のジャスバリヤダム地点への流出量は増し、雨期の水稻作には500ha程度の灌漑が可能となり、乾期は200ha程度の冬作の灌漑に利用できると考えられる。

#### 4.2.2 用水量

用水量をFAO灌漑排水誌24巻「作物の用水量」に基づいて計算した。計算条件は下記の通りである。

蒸発散推定式： 修正ペンマン式

気象データ： バイラワ（1976～1986年）の気温、相対湿度、風速、日照時間

雨量： バタルコット（グドゥルン川流域最近傍）、1978～1992年の15年間

作付時期：

水稻（雨期） 6月上旬～下旬

小麦（乾期、冬作） 11月上旬

野菜（乾期、冬作） 11月中旬

マスタード（乾期、冬作） 11月中旬

野菜（乾期、春作） 3月上旬

生育期間： 水稻100日（田植後）、小麦120日、マスタード90日、冬野菜100日、春作90日

作物係数： FAO灌漑排水誌ほか、ネパールの他プロジェクトの使用値を参照

田面浸透損失： 3mm/日

田面蒸発損失（代かき期）： 4mm/日

純代かき用水量： 10mm/日

灌漑効率： 水稻作0.60、畑作物0.50

上記の条件にしたがって、最近15年間の旬別の用水量を計算した。有効雨量は灌漑局のPDSP設計マニュアルに従って、降雨の70%とした。1978年から1992年までの旬別用水量を表4.2に示す。

15年間の用水量のうち、4番目に大きい値を80%確率の灌漑計画用水量に設定すると、総用水量では、水稻で375ℓ/ha、冬作で227ℓ/haから366ℓ/ha、春作で586ℓ/haとなっている。一方、同様に80%確率のピーク用水量で見るとそれぞれ、1.2ℓ/ha/秒、0.5～0.6ℓ/ha/秒、1.4ℓ/ha/秒となっており、これらの値はテライ平野の他の灌漑プロジェクトの実績値に近い。計画用水量としては、水稻作のピーク用水量（1.2ℓ/ha/秒）を採用した。冬作の単位用水量は各作物の作付率にしたがって加重平均値として算出した。

#### 4.2.3 灌漑可能面積

用水量計算に基づいて得られた旬別単位用水量（ℓ/ha/秒）、総利用可能水量、溜池収支計算を

もとに水収支計算を行ない、各システムの灌漑可能面積を算出した。なお、作付パターンは、雨期作が水稲100%、乾期作は小麦30%、マスタード、野菜を各10%、春作は野菜5%とした。

計画地区は降雨および流出特性が不安定（降雨、流出の変動が激しい）であり、全体としては潤沢な降雨に恵まれているものの、雨期でも1~2旬程度の小乾期があるため、この期間の用水量の確保が難しく、灌漑可能面積がその間だけ少なくなっている。

このような計画地区の不安定な水文環境を考慮し、灌漑可能面積は、水稲の総用水量が過去15年で4番目に大きい（375ミリ）1983年を計画基準年として、実測雨量、前述の利用可能水量をもとにした日単位の水収支計算から算出した。

#### (1) グドゥルン灌漑システム

グドゥルン灌漑システムは、河川自流のほか、用水溜池、ビルプール湧泉によって構成される。システムの総灌漑可能面積は下記の通りとなる。

水稲（6月～10月）	：	2,000 ha
乾期作（11月～3月）	：	1,000 ha
春作（3月～6月）	：	100 ha

#### (2) コンドレ川下流灌漑システム

コンドレ灌漑システムは、取水水位が低くなり、既存、新設ともに溜池の利用ができないため、河川自流のみによる灌漑システムとなる。その結果、灌漑可能面積は下記の通りとなる。

水稲（6月～10月）	：	295 ha
乾期作（11月～3月）	：	385 ha
春作（3月～6月）	：	135 ha

#### (3) 独立溜池灌漑システム

春作の行なわれる3月から6月1旬の降水量が非常に少なく、単位用水量が一年のうちで最も多くなる作期である。この春作の灌漑分を貯溜すると、乾期中の蒸発、浸透等による損失割合が大きくなるため、独立溜池は雨期作と乾期作しか利用できない。東西ハイウェイ北西部の新設溜池4ヶ所をはじめとする独立溜池8ヶ所によって灌漑可能な面積は下記のとおりである。

水稲（6月～10月）	：	60 ha
乾期作（11月～3月）	：	60 ha
春作（3月～6月）	：	0 ha

#### (4) 灌漑開発の可能性評価

事業計画地区の水文環境を考慮すると、河川、溜池のいずれをとっても単独水源としての灌漑開発は

効率的ではない。年総降雨量自体は安定しているものの、各年の旬および日毎の降雨量が大きく変動するため、河川流出は極めて不安定で、かつ連続性に乏しいことが水源開発の阻害要因となっている。また、地区内の地下水は灌漑用には量的に不足していることが調査の結果から判明している。

以上の観点から、灌漑開発としては、灌漑水路を接続する用水溜池を設置することのできるグドゥルン灌漑システムのみが技術的な妥当性があると判断される。河川単独利用のコンドレシステムと降雨利用のみの独立溜池システムは、施設の規模に比べて灌漑可能面積が極めて小さいため、技術的かつ経済的妥当性は極めて低い。

### 4.3 開発基本構想

#### 4.3.1 開発ニーズ

調査対象地域には、以下に述べる様な灌漑農業開発に係る高いニーズがある。

- 1) 1992年に開始された第8次5カ年計画は、農業生産拡大のための灌漑開発を重視し、期間中の灌漑開発目標を294千haに設定し（小規模開発面積は53千ha）、その政策指針として、（1）政府による大中規模灌漑事業の推進と農民参加による小規模事業の実施（テライ平野では2,000 ha以下）、（2）受益者による運営・維持管理体制を確立するため、灌漑施設の農民への移管および（3）事業推進の各段階での農民参加と農民組合による水利費徴収の強化を掲げている。灌漑の増産効果を熟知している、調査地域の農民は、上記の政府開発目標と政策指針に沿った灌漑農業開発事業の実施を切望している。
- 2) 調査対象地域の北部には、丘陵地域からの入植農民によって、約60年前から自主建設、運営・維持管理されてきたラニクドゥワ農民灌漑システム（支配面積は約630ha）がある。しかし、この灌漑システムは、グドゥルン川に設けられた仮設の取水工や導水路および水路の崩壊、損傷、漏水等のため、用水供給が極めて不安定であり、実灌漑面積は、毎年大きく変動している。このため、既存の灌漑施設を永久または半永久施設に改修し、併せてグドゥルン川の豊水を既存および新設溜池に貯溜し、この河川流量と貯水量を有効に利用すれば、灌漑面積を相当に拡大することが可能である。ラニクドゥワ農民灌漑地区およびその南側地区の農民は、灌漑の増産効果を熟知してをり、受益者による完成後の灌漑施設の自主運営、維持管理を前提としたラニクドゥワ灌漑システムの改修と拡大を切望している。このため、ラニクドゥワ農民灌漑システムの改修・拡張計画が具現できれば、政府の5カ年計画および政策指針に沿った、農民参加の灌漑農業開発が可能である。
- 3) 調査対象地域の大部分は、シワリク山地に源を発する小河川であるグドゥルン川およびコンドレ川によって形成された扇状地であり、農業に適した地形および土壌条件を有しながら、水利条件に

恵まれず、テライ平野の他の地域に比べ、農業生産性は低位にある。このため、地域内を東西ハイウェイとゴルシンゲーサンデカルカ県道が走る、有利な市場性を有しながらも、大半の農民は、自給農業の段階にとどまっており、テライ平野の他地域に比べ、生活水準は低い。

- 4) 1985年に実施された現地コンサルタントの予備調査を基に、1987年ネパール政府（灌漑局）が幹線水路の一部の建設に着手し、その後1988年に別の現地コンサルタントがプレ・フィージビリティ調査を実施したラジクドウワ灌漑計画（計画地区は前出ラニクドウワ農民灌漑地区の南側に展開している）は、計画の技術面に問題があり、予算確保もできなかったことから、事業は進展しなかった。しかし、この地域は、雨期（6-9月）の開始時期、降雨パターンおよび降水量が極めて不安定であり、干魃による農産物被害の頻度が高いことから、農民の灌漑用水需要が極めて大きいため、ラジクドウワ灌漑計画は1987と88年にJICAが実施したルンビニ県農村総合開発計画マスタープランでも灌漑部門の最優先計画に挙げられた、実施緊急性の高い灌漑開発計画である。
- 5) 前出のラニクドウワ農民灌漑地区およびラジクドウワ灌漑計画地区の1戸当たりの平均経営規模は、他のテライ地域に比べて小さく、且つ多くの農地が天水に依存しているため、地域農民の生活水準の向上を図るには、灌漑施設を整備し、農業生産の安定的増大による農業収入の増加を図ることが不可欠である。一方、灌漑水源として利用可能なグドゥルン川（およびコンドレ川）は、乾期に流量が激減するものの、雨期には十分な流量があるため、一部を溜池に貯溜し、その有効利用を図れば、雨期水稻作のみならず、乾期畑作に対する補給灌漑も可能となる。
- 6) テライ平野の中小河川は、雨期の流量が安定せず、且つ乾期には流量が激減するため、これらを水源とした灌漑開発計画は経済効果が低く、事業に移された計画数は多くない、また、実施された灌漑事業でも、溜池を持たない事業の実灌漑面積は計画面積を大幅に下回っている。このため、上記5) で構想される、グドゥルン川の雨期の豊水を溜池に貯溜し、有効利用を図る溜池灌漑計画は、テライ平野における中小河川を水源とする灌漑計画の将来性を占うパイロットまたはモデル事業にもなる。

#### 4.3.2 開発阻害要因

計画対象地区は、水田を主とした農耕地であり、不完全ながら、一部には農民自身の手で建設された灌漑施設、溜池、排水等を利用した灌漑農業が行なわれている。しかしながら、灌漑施設が不完全であり、管理維持も不十分なため、用水損失が多く雨期の水稲すら降雨に依存している状況下にある。

従って、計画対象地区における主な開発阻害要因は、以下の通りと考えられる。

#### (1) 農業

- イ) 不安定な降雨時期と降雨量、灌漑施設の不備、既存灌漑システムの老朽化による用水損失等により毎年の作物栽培面積と生産量が大きく変動している。
- ロ) 十分な農業投入資機材（優良種子、肥料、農業）の入手が困難なため、作物の単位収量が低い水準にある。
- ハ) 普及活動が十分に行なわれていないため、新しい灌漑農法や栽培技術が導入されていない。
- ニ) 農業可能地は、既に農地として利用されており、新規の面積拡大が期待できない状況下で、平均耕作面積も一戸当たり 1.0ha（郡の平均；1.5ha／戸）と小さく、大部分の農家は、自給農業の段階にある。

#### (2) 灌漑

- イ) 年間降雨量の86%が雨期の4ヵ月間に集中し、集水面積の小さいグドゥルン川とコンドレ川の乾期流量は激減するため、農民レベルでの灌漑用水源開発は容易でない。
- ロ) コンドレ川とベルワクドゥワ川は、河床が耕地に比べ極端に低いため、簡単な堰上げによる灌漑用水の取水が極めて困難である。
- ハ) 雨期と乾期では降雨量が極端に異なるため、降雨に依存する溜池では通年利用が困難である。（雨期には越流し、乾期には貯水量が少ない）。
- ニ) 降雨パターンが一定でないため、自然排水路の堰上げでは、洪水による堰の流失、乾期水位の低下のため、灌漑水の安定供給を期待できない。

#### 4.3.3 開発基本構想

本開発計画の目的は、グドゥルン川とコンドレ川の水資源開発と溜池による河川流量と降雨の有効利用を図り、農産物の安定的増産を通じて農家所得を向上させ、ネパール政府の政策目標である貧困からの脱却と地域間格差の是正に寄与することにある。従って、本計画の開発基本構想は、以下の通りとする。

- イ) 新規灌漑施設の建設と灌漑農業技術の導入により、雨期作水稻（夏作）の単位収量の増加と生産の安定的増大を図る。
- ロ) 通年灌漑の実施により、冬作と春作の栽培面積の拡大を行ない農業生産量の増加を図る。
- ハ) グドゥルン川、コンドレ川、溜池、等を活用し、灌漑面積の拡大を図る。
- ニ) 計画地区内の農業生産に格差が生じないように、灌漑用水の計画地区内均等配分と水管理が容易な単純灌漑システムを構築する。
- ホ) 排水不良地の乾田化を図ることにより、米、麦等の各作物の健全な生育を保証するため、排水路網を建設する。
- ハ) 調査・計画から工事まで農民参加の灌漑事業とし、受益農民の水利組合による水管理および施設維持管理体制を確立する。

- ト) 農業資機材と農産物の運搬を容易にすると共に、地域内の社会・経済条件の向上を図るため、村落間農道の改善・整備を行う。
- チ) 灌漑農業技術の導入と農業生産活動の発展を図るため、農民組織（農業協同組合、水利組合）の拡大・整備と農業支援体制（普及、農業資機材供給、農業金融）の強化を図る。

#### 4.4 技術的に可能な灌漑計画

##### 4.4.1 考えられる灌漑計画案

前節4.2.3で述べた灌漑可能面積のほぼ全部あるいは一部を灌漑するための灌漑計画案としては、8案が考えられる。各計画案の特徴は、以下のように要約できる。

灌漑計画案	特 徴
(1) グドゥルン川計画 1	グドゥルン川からラニクドゥワ地点で取水する幹線水路で灌漑する。水稻の代掻き時期である6月および7月上旬と稔実期の10月下旬の流量が比較的少ないため、水稻灌漑面積は、ラニクドゥワ農民灌漑システムの支配面積の一部である約340 haであり、乾期の畑作灌漑面積は、畑作物の用水量が少ないため約480 haになる。
(2) グドゥルン川計画 2	グドゥルン川からラニクドゥワ地点で取水する幹線給水路で余剰水を既存溜池4カ所と新設溜池1カ所（用水溜池群）に導水し、可能な限り灌漑面積を拡大する。水収支上は、雨期には約2,000 haの水稻灌漑が可能であるが、地形標高上の制限を受けるため、計画灌漑面積は、1,800 haとなる。従って、雨期には、東西ハイウェイ北側をラニクドゥワ農民灌漑システムを含め850 ha、南側を950 ha灌漑し、乾期には、同ハイウェイの両側で計1,130 haを灌漑する。溜池群が有効利用できるため、1案に比べ、灌漑面積は、雨期、乾期とも大幅に拡大する。
(3) コンドレ川計画 1	原計画は1988年に現地コンサルタント会社が提案した。今回の検討では、コンドレ川のラジクドゥワ川合流点から取水する幹線水路では、雨期に約210 ha、乾期に280 haしか灌漑できない。取水位が低いため、導水路約5 kmの内、約3 kmが既耕地を走り、ラニクドゥワ農民灌漑地区内の南部を灌漑する。取水位が低いため、用水溜池は設けられない。



度および(6)概算建設費の観点から概略検討した(表4.3参照)。

その結果、用水溜池を持たない第1、第3および第4の各案は、想定される頭首工および導水路の規模に較べ、灌漑可能面積が極めて小さいため、実現の可能性は殆どない。また、第6案は、灌漑可能面積が極端に小さいため、取り上げる魅力に欠ける。さらに、第5、第7および第8の各案は、2つの頭首工および導水路を要するにもかかわらず、第2案に対する灌漑可能面積の増加量が小さく、経済性に欠ける。従って、技術的且つ社会経済的観点から見て、最適規模の5カ所の溜池を有効利用することで、雨期と乾期に夫々1,800 haと1,230 ha(春作の100 haを含む)を灌漑できる第2案が、最適案であり、これに比較しうる他案はないと判断される。

第2案を最適案とした技術的根拠は、以下の通りである。

- 1) グドゥルン川の自流入で灌漑可能な面積は、作付率155%(水稻100%、冬作50%、春作5%)の場合で340 haに過ぎない。従って、灌漑面積を拡大するには、グドゥルン川の豊水を5カ所の溜池に貯溜することが不可欠であり、溜池の貯溜容量が大きい程、灌漑面積を拡大できる。
- 2) このため、上記の作付率を用いて、以下に示す溜池5カ所の総有効貯水量と灌漑可能面積との比較検討を行ない、5カ所の溜池は、総体として灌漑可能面積が最大となる総有効貯水量3,080千 $m^3$ の規模に設定した。

溜池の規模	総有効貯水量 千 $m^3$	灌漑可能面積 ha
最大	3,080	2,000
中	2,473	1,810
小	1,390	1,390
既存	391	630

- 3) 上記の結果、作付率155%で灌漑可能面積は2,000 haとなったが、地形上の制約(耕地の標高が設計水位より高い)から、計画灌漑面積は1,800 ha(グドゥルン川の自流入で灌漑する209 haを含む)に設定した。
- 4) このため、溜池の総有効貯水量を3,080千 $m^3$ に、雨期水稻作を1,800 haに固定し、冬作と春作に対する灌漑可能面積の拡大を検討した。次に示す溜池の水収支結果から、計画作付率は168%(水稻100%、冬作63%、春作5%)に設定した。

作付率(%)	溜池の限界残水量(千 $m^3$ )
155	542
165	209
168	13
170	0(-42)

## 第5章 農業および灌漑計画

### 5.1 開発計画の目的と範囲

本開発計画は、政府の灌漑開発目標に沿った、灌漑・排水施設の建設と農業支援施設の整備を通し、農業生産の安定的拡大、雇用機会の創設、地域農民の所得の増大と生活水準の向上を図ることを目的とする。計画対象地区は、グドゥルン川から溪流取水しているラニクドゥワ農民灌漑地区（約630ha）とその南に展開している耕地（約3,650haで、殆どが水田）を合わせた既耕地約4,280haとその周辺の森林地である。

上記の内、計画灌漑面積は、水収支上の灌漑可能面積2,000haから、田面標高が高くて灌漑できない既耕地200haを差し引いた1,800haの既耕地（水田）とする。この計画灌漑面積は、東西ハイウエイで北と南に分けられ、ラニクドゥワ農民灌漑区（約630ha）を含む約850haが北部灌漑地区、残りの950haが南部灌漑地区となる。

計画事業は、地区の現状を踏まえ、以下の通りとする。

- 1) 溪流取水頭首工と導水路の建設
- 2) 既存ラニクドゥワ農民灌漑地区内（約630ha）の幹線、2次および3次水路と付帯構造物の建設（部分改修を含む）
- 3) 既存溜池4ヵ所の改修・拡大と新規溜池1ヵ所の建設
- 4) 溜池5ヵ所へ導水する幹線および2次給水路と付帯構造物の建設
- 5) 新規灌漑地区（1,170ha）を対象とした幹線、2次および3次水路と付帯構造物の建設
- 6) 灌漑施設の規模に見合った幹線、2次および3次排水路と付帯構造物の建設
- 7) 灌漑施設の維持管理、農業資材および農産物の運搬等を目的とした、主要農村道および農道の改善
- 8) 農業協同組合と水利組合の合同事務所に農産物の乾燥・貯蔵施設を併設した農民センター1ヵ所と農民組合村落事務所5ヵ所（VDCに1ヵ所）の建設
- 9) 追加調査、詳細設計、建設管理を含むコンサルタント業務
- 10) 事業の運営・管理
- 11) 灌漑農業技術の普及と農民に対する技術指導および訓練

### 5.2 農業開発計画

#### 5.2.1 農業開発計画の基本方針

本計画は、既存水田1,840haに対し灌漑用水を供給して雨期の水稲生産の安定化と冬・春作物の栽培面積の拡大を行なうことを目的とする。一方、このためには、灌漑用水の供給だけでなく、灌漑水田に

おける各作物の生産技術すなわち、高収量新品種、肥培管理、病虫害の防除、水管理等の耕作技術の改善、農民組織の強化と共に、農業普及事業、農業資機材の供給、農業金融等の農業支援組織の改善・強化が必要である。農業開発計画の策定にあたっては、将来の土地利用、作付体系、耕種法等の技術的・経済的な比較を基に本計画における最適案を選定した。

### 5.2.2 計画地区の農家数および労働力

計画地区は、調査対象地域のほぼ北側半分を包括する。関連するVDCsは、マヘンドラコット、ドビヤ、ジャヤナガル、プディイ、ラジプールの5ヵ村で、総ワード数は29である。本計画地区の人口は約16,000人、総農家数は大規模農 47戸、中規模農 128戸、小規模農 472戸及び極小規模農 1,533戸の計2,180戸である。本計画の対象になる水田面積は1,840haで、一戸当たりの平均水田面積は、0.84haで調査対象地域の平均0.97haより小さい。計画地区内には、約85戸の土地無し農家があると推定されるため、農業労働力は、合計約7,700人と推定される。

### 5.2.3 土地利用計画

本計画では、既存水田を対象としており、現在栽培されている水稲、麦、油料作物等の基幹作物も大きく変わることがない。特に雨期の水稲は、今後とも重要な主食作物として栽培される。本灌漑開発事業が実施された後には計画対象地区内の全ての水田が灌漑され、集約農業が行なわれることになる。

本開発計画事業の実施後、現況の水田面積は以下の通りに変わる。

項目	事業実施前 (ha)	事業実施後 (ha)
総水田面積	2,000	2,000
用・排水路、農道、畔	160	200
純水田面積	1,840	1,800
灌漑面積	850	1,800

### 5.2.4 作付体系

灌漑農業実施後の導入する作物と作付体系は、下記の基本原則に従い選定した。

- イ) 農民にとって最大の便益が生じるものとする。
- ロ) 本事業により供給される灌漑用水を最大限に活用するものとする。
- ハ) 家族労働力を十分に考慮した現実的なものとする。
- ニ) 現況農法を考慮した農民に受け入れやすいものとする。

上記の基本原則に従うと共に、自給を優先とした作物栽培が将来も大きく変化することがないと考えられるので、本計画に導入する作物としては、雨期の夏作物を水稲、乾期の冬作物には麦、油料作物、

野菜類（ジャガイモ、トマト、青取り豆類、トウガラシ、オクラ、カリフラワー等の混作）を栽培することとし、春作物は、野菜類とした。

計画対象地区の降雨は、雨期に集中しており、乾期になるとグドウルン川の河川流量は激減する。乾期の作物作付面積は、乾期の少河川流量と比較的大きな灌漑用水量によって制限される。本計画に最適な作付体系は、現況作付状況から考えられるいくつかの体系について、利用可能水量、収益性等から検討した結果、次の体系を採用することにした（図5.1参照）。

	作物（面積）	作付け－収穫時期
1) 夏作（雨期）	水稲（1,800 ha）	6月1-30日－10月1-31日
2) 冬作（乾期）	小麦（680 ha）	11月1-10日－3月1-10日
	マスタード（225 ha）	11月11-20日－2月11-20日
	野菜（225 ha）	11月11-20日－2月21-28日
3) 春作（乾期）	野菜（100 ha）	3月1-10日－6月1-10日
4) 作付率 168%（夏作 100%、冬作 63%、春作 5%）		

上記計画作付体系の検討内容については、Annex Dに示してある、また、その要約を表5.1に示す。

### 5.2.5 耕種法

本計画の作付け体系に対する耕種法は、パイラワ農業試験場および郡農業開発事務所の普及員からの聞き取り調査の結果を基に策定した。

(1) 水稲 : 種子は、30kg/haとし、品種としては成育期間が120-125日のマスリ、サビトリ、チャイテ-2、チャイテ-6、ラドハ-7等が普及所にて推薦されている。苗代の面積は、全水田面積の1/20の面積とする。苗代の期間は、播種後25日間とする。また、耕耘、代掻きは牛・水牛等の畜力によるものとする。苗の移植は、1株当たり2-3本の苗とし、15cm x 20cmの間隔で1平方メートル当たり20-25株とする。肥料の施肥量は、75:40:30 (N.P.K.) とし田植え前の元肥と追肥に分けて施す。堆肥については、現況のままとする。除草については3回人力にて行なう。病虫害の防除は、害虫の発生時に散布することとし2-3回に分けて行なう。収穫は、人力で行なうものとし、収穫後は集荷・乾燥する。脱穀は、畜力（牛・水牛）で行なう。

(2) 小麦 : 品種は、ネパール-251、-297、ルンビニ、UP-262等の成育期間115-125日を使用する。耕運は、水稲の収穫後早い時期に畜力にて3-4回の耕起を行なう。肥料の施肥量は、80:40:30 (N.P.K.) とし耕起時の元肥と一回目の灌漑時に分けて施肥する。灌漑は3-4回行なう。収穫、乾燥、脱穀については、水稲と同じく人力作業とする。

(3) 油料作物（マスタード）：品種は、ピカス、タイプ-9等の成育期間90日を使用する。耕運は、

小麦と同じである。播種は、35-40cm間隔で条播とする。肥料の施肥量は、60:40:20 (N.P.K.) とし耕起時の元肥と一回目の灌漑時に分け施肥する。灌漑は3-4回行なう。収穫、乾燥、脱穀については、水稻と同じく人力作業とする。

(4) トウモロコシ : 品種は、クメールイエロー、アルン-2等の成育期間115日を使用する。耕運は、小麦と同じである。播種は、75cm-20cm間隔とする。肥料の施肥量は、60:40:20 (N.P.K.) とし耕起時の元肥と一回目の灌漑時に分け施肥する。灌漑は3-4回行なう。収穫、乾燥、脱穀については、水稻と同じく人力作業とする。収穫、乾燥、脱穀については、水稻と同じく人力作業とする。

(5) 野菜類 : 野菜類は、現況ではほとんどが自家消費用として村落周辺の水田や畑で多種多用の野菜が栽培されている。計画実施後もジャガイモ、トマト、オクラ、トウガラシ、コリアンダー、からし菜、カリフラワー、大根、にんにく、玉葱等の混作が行われることとした。

#### 5.2.6 目標収量

本計画地区での各作物の栽培は、現在不安定な降雨に頼っており、既存灌漑水田でも用水量が限られているため、その収量は低い状況におかれている。将来における農業生産技術すなわち新品種、肥培管理、病虫害の防除、水管理等の耕種技術の改善は、ある程度農業生産に効果をもたらす。しかし、水稻を始め小麦、油料作物、豆・野菜類等の収量は、降雨に依存した現場の営農のもとでは、大きな効果が期待できないため、計画を実施しない場合の単位収量を現状と同じとした。

本計画の実施後には、灌漑用水の供給、耕種法と農業組織・農業支援組織の改善・強化により、現況の各作物収量が安定化すると共に生産量の増加が見込まれる。目標収量は、カピルバస్తు郡で現在灌漑が完全に行なわれている地区での各作物単位収量を過去10年間の平均値に基づき算定した。

計画実施後		計画を実施 しなかった場合 (t/ha)	計画を実施 した場合 (t/ha)	差 異 (t/ha)
水稻 :	不完全灌漑	2.20	4.50	2.30
	無 灌 漑	1.42	4.50	3.08
小麦 :	不完全灌漑	1.70	3.00	1.30
	無 灌 漑	0.98	3.00	2.02
油料作物 :	不完全灌漑	0.71	1.20	0.49
	無 灌 漑	0.46	1.20	0.74
野菜類 :	不完全灌漑	3.85	12.00	8.15

本計画の実施により各作物の収量は安定し、かつ飛躍的に増加が期待される。計画実施前と実施後の各作物における作付面積、生産量を下記の通り算定したが、粳、小麦、油料作物、野菜類の生産量は、年間でそれぞれ5,050t、1,410t、200t、3,710tの増産となる。

作 目		計画を実施	計画を実施	差 異
		しなかった場合	した場合	
水稲	作付面積 (ha)	1,690	1,800	110
	生産量 (ト)	3,050	8,100	5,050
小麦	作付面積 (ha)	420	680	260
	生産量 (ト)	630	2,040	1,410
トウモロコシ	作付面積 (ha)	25		-25
	生産量 (ト)	40		-40
油料作物	作付面積 (ha)	110	225	115
	生産量 (ト)	70	270	200
豆類	作付面積 (ha)	270		-270
	生産量 (ト)	160		-160
野菜類	作付面積 (ha)	50	325	275
	生産量 (ト)	190	3,900	3,710

### 5.2.7 流通および価格予想

カピルバスツ郡は、テライ地域の余剰穀物生産地のひとつであり、余剰生産物は、パイラワ、プトワール、クリシナガルや山岳、丘陵地の穀物不足地域へ移出されている。計画地区では、パタルコットを中継地として北部の丘陵地に搬出されている。

計画地区内の事業実施後の穀物生産量は、粳で8,100ト、小麦で2,040トと推定される。計画地区内の人口は、約16,000人戸推定される。穀類の地区内自家消費量は、1人当たり年消費量を現況の170kg（乾燥粳）と30kg（小麦）から約10%増として、3,270トと580トになる。種子、畜産用飼料、運搬・乾燥・貯蔵の損失量等を総生産量の約10%と仮定すると、粳で810ト、小麦で200トとなる。従って、計画地区内での余剰穀物は、総生産量から自家消費、損失量等を差し引くと年間粳で約4,300ト、小麦で約1,300トとなる。これらの余剰穀物は、上記の様な穀物不足地域へ搬出されることになる。

経済評価に用いる農産物、農業投入資機材の農家庭先価格については、世界銀行（IBRD）による1992年の国際市場価格に基づく2000年の予測価格により算定した。各農産物の農家庭先における経済価格は、乾燥粳 9.7NRs./kg、小麦 14.1 NRs./kg、トウモロコシ 10.4 NRs./kg、油料種子（マスタード）14.9 NRs./kgである。

財務評価に用いる農産物、農業投入資機材の農家庭先価格は、計画地区内で行なった市場価格調査と農家経済調査を基に算定した1993年の実勢値とした。

### 5.2.8 作物生産費および作物生産収益

将来において本計画が実施されなかった場合における各作物の生産費は、種子などの農業投入資機材量は現状のままとし、経済価格を使用し算定した。本計画を実施した場合は、種子、肥料、農薬、労働量が増えるため、生産費が増大される。計画を実施した場合と計画を実施しなかった場合の経済評価に

用いる各作物の単位面積当りの生産費と純収益額は下記の通りである。

		事業を実施しなかった場合			事業を実施した場合			増加 収益額
		粗収入	生産費	純収益	粗収入	生産費	純収益	
水 稲	無灌漑	13,720	6,130	7,590	—	—	—	25,210
	部分灌漑	21,250	6,490	14,760	—	—	—	18,040
	完全灌漑	—	—	—	43,470	10,670	32,800	—
小 麦	無灌漑	13,830	6,280	7,550	—	—	—	23,360
	部分灌漑	23,990	6,540	17,450	—	—	—	13,460
トウモロコシ	完全灌漑	—	—	—	42,330	11,420	30,910	—
豆 類	無灌漑	17,910	4,610	13,300	—	—	—	—
	無灌漑	7,090	3,930	3,160	—	—	—	—
油料作物	部分灌漑	8,350	4,300	4,050	—	—	—	—
	無灌漑	6,860	3,550	3,310	—	—	—	6,800
	部分灌漑	10,590	3,820	6,770	—	—	—	3,340
野菜類	完全灌漑	—	—	—	17,890	7,780	10,110	—
	部分灌漑	17,250	9,960	7,290	—	—	—	31,250
	安全灌漑	—	—	—	53,760	15,220	38,540	—

### 5.2.9 農業支援体制の改善計画

灌漑事業完了後の作物生産性の向上は、灌漑面積の拡大と単位収量の増加によるものであり、農業普及活動及び信用供与等支援体制の改善が、重要な役割を担っている。しかし計画地区内に対する農業支援体制の現状は十分なものとは言えず、現在、プディ農業普及サービスセンターは、計画対象地区の北部地区農民に対して十分な普及活動を行なっていない。また、各普及員の活動範囲が広域に亘っているため十分な技術指導が行なわれていない。

一方、ゴルシングとカウダリハヤの農業協同組合は、農業投入資機材（主に肥料、農薬）の供給、加工、農産物の販売等の総合農業協同組合活動を目的として設立されている。しかし、資金不足と倉庫などの施設がないため肥料の供給すら満足に行なわれておらず組織的活動は初歩的な段階にある。農業金融については、タウリハワの農業開発銀行（ADB/N）郡支店により農業投入資機材の購入資金融資が農業協同組合を通じて行なわれているが、農民からの返済が滞っている状況である。

上記に述べた状況を踏まえ、本計画に対する農民組織と農業支援体制の改善・強化について政府の各郡事務所（農業事務所、灌漑事務所、協同組合事務所、農業資機材供給事務所、農業銀行）の各責任者と農民代表者との一連の会議を通じて下記の改善・強化に関する提案があった。

- (1) 普及活動の強化のために、本計画地区の北部に展示・種子増産用圃場を農民リーダーの管理下で設置し、農業技術の普及を効果的に行なう。
- (2) 本計画地区の中心部（東西ハイウェイ沿い）に農民センター（仮称）を建設し、農業協同組合

事務所、水利組合事務所、農業開発銀行の出張所、集会所、倉庫等を設置する。

- (3) 既存農業協同組合の組織の強化を行なうと共に、農業投入資機材と農産物の保管用倉庫（100トン）と事務所を各村落に建設する。
- (4) 村落間の通行が困難な地区（ダンカウリ、マフワ、ハリハブール）に精米施設を建設する。

上記の(2)と(3)の提案は、本事業計画に組み込まれている。(1)については、農業開発局によるプダイ農業普及サービスセンターの強化に期待することとし、また、(4)の精米施設については、農業協同組合による設置を期待することとした。

なお、既存農業支援組織の改善組織案は、図 5.12 に示したとおりである。

#### 5.2.10 農民組織の改善計画

農民組織の強化に関しては、既存の農業協同組合の管理下に新たに村落単位の協同組合（計画対象地区の5村落を対象とする）を組織する。この組合の活動と運営は、組合員の自主的な活動で行なわれることとする。この協同組合は、灌漑耕作技術の指導と農業支援施設および灌漑排水施設の運営・維持管理を効果的且つ能率的に進めるため、水利組合との連合体（または、同一メンバー）であることが望ましい。

### 5.3 灌漑・排水計画

#### 5.3.1 基本方針

計画対象地域における農業生産の安定的増産とこれによる農民の所得および生活水準の向上を目的とした、最適灌漑排水計画を策定するための基本方針は、次の通りとする。

- 1) 4章4.4節に述べた8つの開発案の内、技術的且つ経済的妥当性のある開発案は、第2案だけである。この案では、1つの頭首工と5つの用水溜池（内、4か所は改修される既存溜池）によってグドウルン川の流量の有効利用を図る。
- 2) 上記第2案の利用可能水量は、4段タンクモデルを使い、1978—92年15年間の日雨量から大型コンピュータで算出するグドウルン川の日流量、西北部湧水群の日湧水量および5つの溜池からの日別配水量の和として、15年間の日別に算定する。
- 3) 計画作付体系（雨期は全て水稲、乾期冬作は小麦、野菜とマスタードを3：1：1の割合、同春作は全て野菜）の用水量は、修正ペンマン式による蒸発散量と作物係数から算定する作物別消費水量、深層浸透量と有効雨量から15年間の旬別に算出する。

- 4) 灌漑可能面積は、上記2)の利用可能水量と上記3)の用水量から15年間の旬別に算出し、80%確率流量に対する灌漑可能面積として算定するが、計画灌漑規模(面積)は、地形、水管理システム等を勘案して決定する。
- 5) 計画灌漑地区の水路システムは、水管理を容易にするため、グドゥルン川から5つの溜池へ給水する給水システムと溜池から配水する灌漑システム(配水)とに分離する。
- 6) 計画対象地域の北端に位置するため、溜池へ給水する幹線給水路(上流部)から分水される2次用水路がかりとなる209haを除き、他の地区は全て溜池がかりとする。円滑な輪番灌漑を行なうため、幹・支線用水路および付帯構造物の通水断面は、ピーク用水量で計画する。しかし、導水路とテイカール池までの幹線給水路および付帯構造物の計画通水断面は、グドゥルン川の豊水を効率的に取水するため、ピーク用水量の2倍とする。
- 7) 各溜池に給水する幹線および2次給水路は、グドゥルン川の豊水を効率的に取水するため、連続給水とする。しかし、溜池がかりの幹・支線水路は、輪番灌漑による各圃場への均等水配分を厳守するため、設計流量(ピーク用水量)配水と無配水の間断配水とする。
- 8) 溜池に給水する幹線および2次給水路は、水路の侵食または洗掘による土砂の溜池への流入を防ぐため緩速水路とし、溜池流入工の前に沈砂・排砂工を設ける(土水路の場合)。
- 9) 構造物の損壊や損傷に伴う受益農民による修復と費用負担の困難性を考慮し、頭首工、導水路と溜池および給・用水路の付帯構造物は、永久構造物にする。
- 10) 農民の建設用地負担を軽減するため、ラニクドゥワ農民灌漑地区にある既存用排水路線は、できるだけ利用する。
- 11) 溜池の経済性を考慮し、既存溜池の改修は、既存堤体の嵩上げおよび延長と受水工、送水工および余水吐の設置、また新設溜池の建設は、堤体の構築と受水工、送水工および余水吐の設置とする。
- 12) 排水路とその付帯構造物は、灌漑局(DOI)が採用している「計画・設計強化計画(PDSP)」の設計マニュアルを使って算出される単位排水量(10年確率3日連続降雨を対象とする)を基に計画する。
- 13) 農道の密度が比較的高く、幹・支線水路の維持管理には既存農道が利用できること、また管理道路の新設による農地の潰れを避けるため(現地調査時の農民説明会における農民からの要望

事項)、幹線および2次水路に管理道路は設置しない。代わりに、用水路等灌漑施設の維持管理と農業資材および農産物の運搬を容易にし、且つ社会経済条件を向上させるため、幹線および2次給・用水路沿いの主要農村道または農道を改善する。

### 5.3.2 水源および利用可能水量

水源は、バタルコット村の北方約500mに位置するラニクドゥワ地点に建設される頭首工から取水するグドゥルン川の河川水とビルプール村近郊の湧水群とする。加えて、雨期の水稲と乾期の畑作物に対する補給灌漑の確度を高めるため、既存溜池4カ所を改善すると共に既耕地外辺の国营森林地内に溜池1カ所を新設し、グドゥルン川の豊水(雨期流出)を貯溜する。既存溜池の池面積の拡大と溜池新設に伴う国营森林地の利用については、既に関係当局から基本的同意を得ている。しかし、実施に当たっては最終許可を取得する必要がある。

15年間の旬別用水量に対する80%確率年(1983年、河川流量算出のための基準年)のグドゥルン川の旬別流量および利用可能水量と利用可能湧水量は、以下のごとく見積られる。

月		グドゥルン川の流量 (1,000 m <sup>3</sup> )	同利用可能水量 (1,000 m <sup>3</sup> )	利用可能湧水量 (1,000 m <sup>3</sup> )	総利用可能水量 (1,000 m <sup>3</sup> )
1月	1旬	168	168	21	189
	2	166	166	21	187
	3	380	318	23	341
2月	1旬	162	162	21	183
	2	160	160	21	181
	3	148	142	19	161
3月	1旬	153	153	7	160
	2	149	149	7	156
	3	158	158	8	166
4月	1旬	138	138	7	145
	2	234	174	7	181
	3	131	131	7	138
5月	1旬	145	129	7	136
	2	506	346	7	353
	3	276	191	8	199
6月	1旬	136	119	41	160
	2	252	189	41	230
	3	238	176	41	217
7月	1旬	1,204	936	41	977
	2	722	422	41	463
	3	3,142	847	46	893
8月	1旬	8,011	2,415	41	2,456
	2	1,819	1,113	41	1,154
	3	1,642	729	46	775
9月	1旬	6,492	2,381	41	2,422
	2	6,018	2,005	41	2,046
	3	2,074	1,365	41	1,406
10月	1旬	2,544	1,015	41	1,056
	2	1,718	1,157	41	1,198
	3	239	239	46	285
11月	1旬	179	179	21	200
	2	176	176	21	197
	3	173	173	21	194
12月	1旬	170	170	21	191
	2	168	168	21	189
	3	932	694	23	717

(1983年の河川流出)

上表中のグドゥルン川の利用可能水量は、調査団が設置した自記雨量計の時間雨量と同川の流量観測記録に対する水文解析に基づいて、算定してある。また、この利用可能水量に係わる詳細は、英文付属書のA.4節に示されている。

### 5.3.3 計画灌漑面積

計画頭首工地点におけるグドゥルン川の利用可能水量、湧水量および溜池5カ所（既存4カ所、新設1カ所）での貯水量を最大限に有効利用することを前提に、計画純灌漑面積は1,800 haとする。グドゥルン川の旬別（日別）流出量、地形条件および水管理の難易を勘案し、グドゥルン川頭首工から導水される幹線給水路掛かり（湧水群を含む）の灌漑面積は209 ha、溜池がかり（既存溜池4カ所と新設溜池1カ

所)のそれは1,591 haとする。

#### 5.3.4 灌漑用水量と水収支

計画地区の南東約 50 kmに位置するパイラワ農業試験場の11年間(1976年-86年)の気象データ(気温、相対湿度、風速および日照時間)を基に、修正ペンマン式で算出した旬別蒸発散、次いで計画作付体系に基づいて算出した旬別作物消費水量、深層浸透量(水田の場合)と旬別有効雨量から、灌漑用水量を15年間の旬別に算出した。計画ピーク用水量は、各年の旬ピーク用水量に対する80%確率値である1.2 l/sec/ha(1978年8月3旬の単位ピーク用水量に相当する)とした。

灌漑用水量を算定する基準年は、水稲作に対する15年間の旬別用水量を算出し、水稲一作の総用水量が15年間で80%確率になる1983年に設定した。この基準年に対する日別水稲用水量と日別利用可能水量(溜池5か所の日別配水量と湧水を含む)から、日別灌漑可能面積を算出し、最小値である2,000 haを灌漑可能面積とした。しかし、この内の200 haは、地盤標高が計画水位より高く灌漑できないため、計画灌漑面積は1,800 haに設定した。

用水量算定基準年(1983年)の計画作付体系(水稲1,800ha、小麦680ha、マスタード225ha、冬野菜225ha、春野菜100ha)に対する旬別日平均灌漑用水量と利用可能水量との日別水収支は、次表に示した通りである。また、溜池の水収支は、図5.2に示した通りであり、7月3旬以外は貯水量に余裕がある。

			(1,000m <sup>3</sup> )				
	灌漑用水量	利用可能水量	水収支		灌漑用水量	利用可能水量	水収支
1月1旬	492	189	-303	7月1旬	698	977	279
2旬	497	187	-310	2旬	1,489	463	-1026
3旬	108	341	233	3旬	0	893	893
2月1旬	460	183	-277	8月1旬	0	2,456	2,456
2旬	152	181	29	2旬	924	1,154	230
3旬	0	161	161	3旬	0	775	775
3月1旬	15	160	145	9月1旬	0	2,422	2,422
2旬	29	156	127	2旬	0	2,046	2,046
3旬	49	166	117	3旬	324	1,406	1,082
4月1旬	84	145	61	10月1旬	0	1,056	1,056
2旬	49	181	132	2旬	0	1,198	1,198
3旬	98	138	40	3旬	0	285	285
5月1旬	106	136	30	11月1旬	116	200	84
2旬	27	353	326	2旬	294	197	-97
3旬	43	199	156	3旬	396	194	-202
6月1旬	16	160	144	12月1旬	339	191	-148
2旬	772	230	-542	2旬	398	189	-209
3旬	1,557	217	-1,340	3旬	0	717	717

上記の灌漑用水量は、粗用水量を意味し、純用水量に対する灌漑効率を、水田は0.60(0.85 x 0.95 x 0.74)、畑は0.50(0.85 x 0.95 x 0.62)に設定し、算定してある。