

国際協力事業団 (JICA)

ネパール王国
水資源省灌漑局

ネパール国

スンサリ川かんがい計画調査

ファイナルレポート

平成15年1月

株式会社 三祐コンサルティング

序 文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、同国のスンサリ川かんがい計画に係るフィージビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

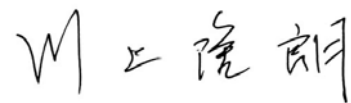
当事業団は、平成13年4月から平成14年11月までの間に5回にわたり、株式会社三・コンサルタンツの橋口幸正氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

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共に、両国の友好・親善のいっそうの発展に役立つことを願うものです。

終わりに、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15年1月



国際協力事業団
総裁 川上 隆朗

伝 達 状

国際協力事業団
総裁 川上 隆朗 殿

今般ネパール王国におけるスンサリ川かんがい計画調査が終了しましたので、ここに最終報告書を提出致します。本報告書には、日本国政府関係省庁並びに国際協力事業団の上記計画策定に関する助言や提言、さらに2002年11月にネパール王国のカトマンドゥでもたれたネパール王国政府灌漑局及び関係省庁との会議コメントを反映して、調査対象地域のスンサリ川かんがい開発にかかる計画を取りまとめております。

本調査で意図するスンサリ川かんがい開発事業は、灌漑農業の推進によって調査対象地域住民の生活水準の向上を図ることを目的としております。調査は以下に示す目的に基づいて実施するとともに、開発計画は灌漑局（DOI）との協力に加え、受益者、農業局（DOA）、地方自治体、国際融資機関、NGOなど関係者の考え方を取り入れながら策定しました。

- 調査対象地域の水利用の改善と農業開発に関わる灌漑計画を策定し、そのフィージビリティ調査を実施する。
- ネパール国側カウンターパートに対し、本件調査の具体的な手法および計画立案の手順・考え方などに関する技術移転と指導を行う。

本件調査では、フェーズⅠとフェーズⅡにわたって調査を行いました。フェーズⅠ調査では、現況分析や水資源ポテンシャルの評価を行うとともに、暫定かんがい開発計画を策定しました。さらに、フェーズⅡ調査では実施可能性確認のため、経済、財務、制度、環境、技術面等種々の側面から検討を行いました。フェーズⅠ調査は平成13年4月から平成14年3月まで、またフェーズⅡ調査は平成14年6月から平成15年1月にわたって実施し、ここにスンサリ川かんがい開発計画として最終報告書を取りまとめました。

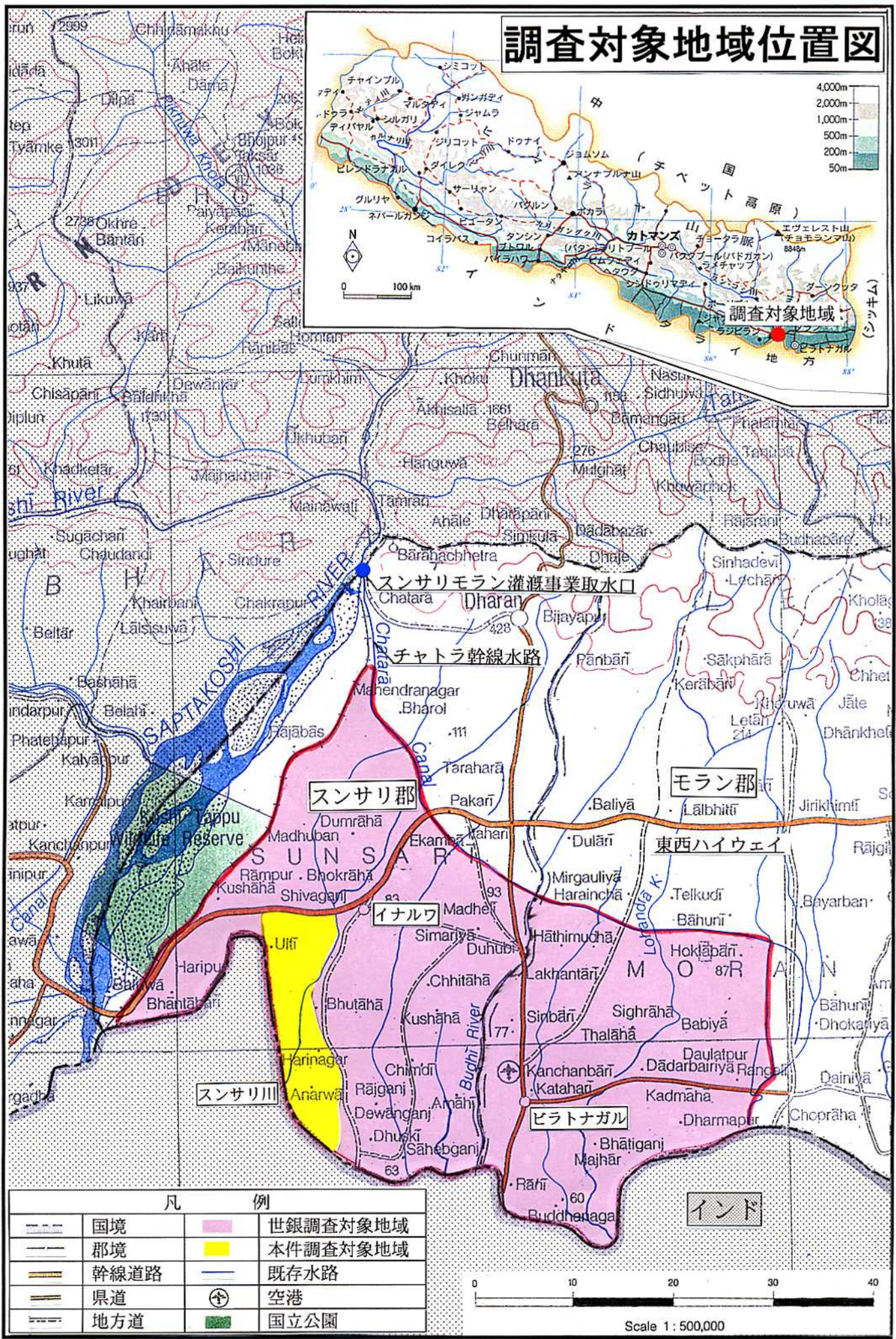
最後に本件調査の実施に際し、積極的なご支援とご協力を賜った国際協力事業団、日本国政府の外務省、農林水産省、さらにネパール王国水資源省灌漑局を含めた関係省庁をはじめとして、随時適切な助言を頂いた作業管理委員会の関係各位に対して深甚の謝意を表します。

平成15年1月

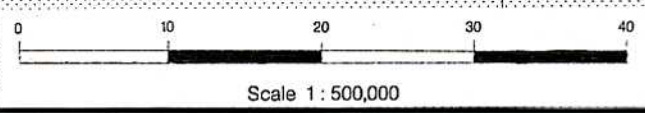
橋 口 幸 正

調査団長
橋口 幸正

調査対象地域位置図



凡 例	
	国境
	世銀調査対象地域
	本件調査対象地域
	幹線道路
	既存水路
	県道
	空港
	地方道
	国立公園



目 次

調査対象地域位置図

第1章	序論	1
第2章	ネパール国における灌漑開発の課題	1
2.1	灌漑事業の動向	1
2.2	灌漑および水資源開発に関連する法規	1
第3章	調査対象地域	2
3.1	人口	2
3.2	生計	3
3.3	農業	3
3.4	土地所有	5
3.5	食料自給	6
3.6	農家所得および支出	6
3.7	流通基盤、市場および農産加工	8
3.8	灌漑実態	9
第4章	水資源賦存量の評価	10
4.1	表流水のポテンシャル（スンサリ川）	10
4.2	地下水のポテンシャル	12
4.3	SMIP からの灌漑用水供給の可能性	12
第5章	開発の制約要因、ポテンシャルおよび農民の意向	13
5.1	開発の制約要因	13
5.2	開発のポテンシャル	15
5.3	農民の意向	16
第6章	将来計画	17
6.1	開発戦略・開発フレームワーク	17
6.2	農業開発	19
6.3	灌漑排水開発	21
6.4	灌漑施設計画	28
6.5	灌漑システム管理	29
6.6	水利組合の設立（水理的分権化への提案）	30
6.7	農村基盤整備開発（道路網改善）	31
6.8	洪水および湛水軽減対策	33
第7章	事業実施計画	34
7.1	計画事業	34
7.2	実施スケジュール	34
7.3	事業費	35
7.4	実施体制	37
第8章	コストリカバリーおよび水利組合の財務管理	38
8.1	水利費徴収額の検討	38
8.2	水利費徴収システム	41
第9章	事業評価	42
9.1	計画事業	42

9.2	ケース・スタディ	43
9.3	事業評価	44
9.4	農家経済への影響	45
9.5	間接便益	46
第10章	環境	47
10.1	水質	47
10.2	製紙工場	48
10.3	スンサリ川の生物多様性	49
10.4	スンサリ川の漁業	51
第11章	結論および勧告	51
11.1	結論	51
11.2	勧告	52

表 一 覧

表 3.1	調査対象地域人口	3
表 3.2	調査対象地域における作付率 (2001/02)	4
表 3.3	主要作物の生産量および単収 (2001/02)	4
表 3.4	Kaptanganj VDC における土地所有面積および所有形態 (2001)	5
表 3.5	食料不足の状況にある世帯数 (1998 年)	6
表 3.6	調査対象地域における農地所有規模別所得・支出状況	7
表 3.7	農地所有規模別家計支出	8
表 4.1	東西ハイウェイ地点におけるスンサリ川確率流量 (cum/s)	11
表 6.1	開発計画のフレームワーク	18
表 6.2	開発目標年次	18
表 6.3	スンサリ川による灌漑対象面積	22
表 6.4	基準蒸発散量 (ET ₀), mm/日	22
表 6.5	作物係数 (K _c)	23
表 6.6	降雨確率別水稻有効雨量	24
表 6.7	降雨確率別畑地有効雨量	25
表 6.8	スンサリ川 6~11 月における水収支、cum/s (下流放流量 1.8cum/s を考慮)	26
表 7.1	計画事業	34
表 7.2	事業実施スケジュール	35
表 7.3	事業費内訳	36
表 7.4	スンサリ川灌漑事業費内訳	36
表 7.5	年次別事業費支出計画	37
表 8.1	計画年維持管理費	39
表 8.2	作期別計画水利費額	40
表 9.1	計画事業費内訳 (評価対象、税別財務価格)	43
表 9.2	4 ケースの内容	44
表 9.3	初期投資費用 (税込財務価格/経済価格)	44
表 9.4	4 ケースの EIRR	45
表 9.5	耕地規模別農家モデル	45
表 9.6	耕地規模別増加収入	45
表 10.1	河川水と地下水の水質分析結果	48
表 10.2	工場廃水の水質分析結果 (排水基準を超えたもののみ)	49
表 10.3	スンサリ川と Budhi 川に生息する魚種	50
表 10.4	溜まりに生息する魚種と流水を好む魚種	50

図 一 覧

図 3.1	SMIP からの灌漑地区 (現況)	9
図 4.1	スンサリ川水系系統図	10
図 4.2	東西ハイウェイ地点におけるスンサリ川確率流量 (利水安全度 80%)	11
図 5.1	稲作適地の分布図	13
図 6.1	計画作付パターン (作付率 180%)	20
図 6.2	10 日毎平均降雨量 於 Biratnagar Airport (1971-2000)	24
図 6.3	水利組合組織構成図	30
図 6.4	調査対象地域西側の道路整備計画	32
図 6.5	調査対象地域における湛水状況	33
図 7.1	スンサリ川灌漑事業の実施体制	38
図 8.1	日本、フィリピン、ネパールにおける作物単収と水利費の割合	40
図 8.2	水利費徴収システムの概念図	41
図 8.3	水利費徴収手続きのフロー	42
図 9.1	灌漑事業による雇用の創出概念図	46
図 9.2	国際機関支援地区と西部の道路改善計画位置図	47

第1章 序論

テライ平野は19世紀まで熱帯性ジャングルにおおわれていた。テライ平野への人々の移住は20世紀中頃に始まる。マラリア根絶にむけた取り組みが1954年に開始され、テライ平野は居住可能な土地となり多くの人々が移住した。大型重機の導入とともに20世紀後半から開発が飛躍的に進み、今日テライ平野はその姿を穀物供給基地に変えた。かつては深い森林であったテライ平野は、穀倉地帯として穀物その他の農業生産物をネパール全国に供給している。

調査対象地域はテライ平野の東部に位置し、行政区分はスンサリ郡である。この地域は Sapt Koshi 川を水源とする Sunsari-Morang Irrigation Project (SMIP) と呼ばれるネパール国最大の灌漑事業で知られている。SMIP は1975年から灌漑を開始しているが、今日まで全受益地 68,000ha に水を供給するに至っていない。調査対象地域は SMIP の南西部に位置しており、東西ハイウェイを北端としインド国境まで広がっている。そして、その中央部を Siwalik 山脈に源を発するスンサリ川が縦断している。スンサリ川を灌漑用に開発できれば灌漑農業の発展が可能となる。

本調査で意図するスンサリ川灌漑開発事業は、灌漑農業の推進によって調査対象地域住民の生活水準の向上を図ることを目的としている。開発計画は灌漑局 (DOI) との協力に加え、受益者、農業局 (DOA)、地方自治体、国際融資機関、NGO など関係者の考え方を取り入れながら策定する。調査は以下に示す目的に基づいて実施する。

- 調査対象地域の水利用の改善と農業開発に関わる灌漑計画を策定し、そのフィージビリティ調査を実施する。
- ネパール国側カウンターパートに対し、本件調査の具体的な手法および計画立案の手順・考え方などに関する技術移転と指導を行う。

第2章 ネパール国における灌漑開発の課題

2.1 灌漑事業の動向

1954年4月および1959年12月に Koshi 川、Narayani 川に係る国際河川水資源利用協定がそれぞれインドとの間に交され、テライ平野において大規模な灌漑開発事業が開始された。1970年から国家開発計画の一環として、特にテライ平野における灌漑開発事業に対する政府投資額が増加し、これらのは多くは国際金融機関からの借款および無償資金援助により賄われた。

1980年代の半ばまで、政府の灌漑開発は灌漑施設の建設・整備が主体であり、効果的な灌漑システムの運営・維持管理は不十分であった。1985年から方針を転換し、政府主導の灌漑事業は運営・維持管理の改善に注目するようになった。1985年 USAID の資金供与で開始された Irrigation Management Project (IMP)、1988年世界銀行融資の Irrigation Line of Credit (ILC)、1988年 ADB 融資の Irrigation Sector Project (ISP)、1994年 ADB 融資の Irrigation Management Transfer Project (IMTP) はその例である。これらの事業は灌漑施設の運営・維持管理に対し効果を上げつつある。

2.2 灌漑および水資源開発に関連する法規

水資源条例 (Water Act) は1992年に定められ、ネパール国内全ての表流水・地下水等の水資源に対し、合理的な利用、環境対策、管理および開発を目的としている。飲料水の次に灌漑用水の確保を優

先させており、水資源の所有権は国家に属すると規定している。当条例の第 5、6 条項は、灌漑用水利用に係わる水利組合 (Water Users Association: WUA) が継続的な利用権を継承することを明記している。第 22 条項では、ネパール政府指導によって組織化された農民組合等に対し、灌漑施設を移管することとしている。これら条項は、WUA が法的な組織として設立され、灌漑施設の所有権および維持管理の全てに責任を負えることを意味している。

水資源条例が制定された翌年の 1993 年には灌漑規則 (Water Regulation) が公布され、その後 2000 年に改訂されている。灌漑規則は 7 章から構成され、全ての灌漑開発に関する規則を含み合計 47 の条項で構成されている。第 2 章の第 3～17 条項は WUA に関連する規制である。第 3 条項「WUA の登録」に従い、WUA は 9 人の執行委員で構成され、委員のメンバーには少なくとも女性 2 人を含むものとしている。WUA の構成には、全受益者の最低 2/3 の参加が必要であるとしている。

灌漑規則の第 10 条項は、政府が開発した灌漑事業に関して、支線水路すなわち 2 次水路、サブ 2 次水路、3 次水路および末端水路等を WUA に移管するとしている。また、第 13 条項は大規模灌漑事業に関して、政府および WUA が共同運営・管理を行うとしている。すなわち、水利費の徴収や維持管理等に両者が責任を分担し共同で運営にあたることとしている。

灌漑規則第 42 条項である「公共への参加」では、行政機関が灌漑サービスを開始する前に、WUA 側の責任において 3 次水路および末端水路を整備することを義務づけている。さらに、WUA は灌漑開発事業が開始される前に、Service Charge Fixation Committee (郡灌漑事務所、郡農業開発事務所、WUA 等の長で構成される委員会) に対し、支線水路建設費用の 0.2% の資金を納めなければならない。当資金は、事業完成後の支線水路維持管理のために使用される。

灌漑政策 (Waster Policy) は 1992 年に規定され、その後 3 年毎に改訂が行われている。この政策には 6 つの目的が含まれており、その一つとして灌漑開発における政府の関与のあり方および今後の方針が述べられている。すなわち、灌漑施設の建設、維持管理等が効果的に実施されることを意図して、開発計画段階から WUA の参加を徐々に増加させ、それに応じて政府の関与を減じていくことを方向付けている。

第 3 章 調査対象地域

3.1 人口

調査対象地域はスンサリ郡の最南端に位置し、地域の南と西の境界はインドとの国境に接している。総面積は 168.2 km² であり、スンサリ郡の約 13 % にあたる。調査対象地域の総人口は 2001 年センサスによると 97,700 人 (男 : 50,400 人、女 : 47,300 人) である。総世帯数は 16,200 世帯であり、1 世帯あたりの構成員は平均 6.0 人となる。また、人口密度は 581 人/km² である。1991 年から 10 年間の年平均人口増加率は 2.5% であり、スンサリ郡平均の 3.0% を下回っている。なお、スンサリ郡は丘陵地域からの移住者が多く人口増加が著しい地域であるが、郡の最南端に位置する調査対象地域への影響は比較的少ないと考えられる。

調査対象地域は Inarwa とネパール第 2 の都市である Biratnagar に近接しており、これらの都市と経済的に密接な結びつきを有している。Inarwa、Biratnagar の人口はそれぞれ 23,200 人、161,000 人である (2001 年)。調査対象地域の村落開発委員会 (Village Development Committee: VDC) 別人口は表 3.1

に示すとおりである。

表 3.1 調査対象地域人口

VDC/Municipality	Area (ha)		2001 Census					Population Density (p/km2)	Annual Growth Rate 1991-2001 (%)
	Gross	Taxable	No. of HH	Male	Female	Total	Ave. HH		
Sahebganj	1,346.3	1,242.6	643	1,763	1,663	3,426	5.3	254	-2.9
Kaptanganj	1,469.0	1,362.4	1,327	4,253	3,893	8,146	6.1	555	3.0
Dewanganj	373.9	333.9	1,111	3,376	3,122	6,498	5.8	1,738	4.0
Ghuski	1,450.5	1,299.3	1,476	4,845	4,735	9,580	6.5	660	1.9
Rajganj Sinuwari	1,969.1	1,852.7	1,439	4,329	3,922	8,251	5.7	419	2.0
Madhya Harsahi	627.5	589.0	827	2,583	2,318	4,901	5.9	781	2.1
Basantapur	983.0	793.8	753	2,413	2,289	4,702	6.2	478	-1.7
Harinagara	1,089.9	988.8	1,148	3,641	3,397	7,038	6.1	646	1.9
Ramnagar Bhutaha	1,317.0	877.0	1,698	5,684	5,403	11,087	6.5	842	3.3
Jalpapur	599.9	543.2	1,084	2,927	2,754	5,681	5.2	947	2.9
Narsinmha	3,548.9	767.2	2,769	8,943	8,422	17,365	6.3	489	5.2
Gautampur	817.6	768.3	698	1,955	1,828	3,783	5.4	463	1.7
Babiya	1,226.2	1,112.2	1,218	3,716	3,503	7,219	5.9	589	2.7
Total	16,818.8	12,530.4	16,191	50,428	47,249	97,677	6.0	581	2.5
Inarwa Municipality	1,392.9	1,274.8	4,497	11,844	11,356	23,200	5.2	1,666	2.3
Biratnagar	5,990.4		33,678	87,664	79,010	161,036	4.8	2,688	2.2
Sunsari District	125,700.0		120,295	315,530	310,103	625,633	5.2	498	3.0

Source: District Development Profile of Nepal (Informal Sector Research & Study Center), Inarwa Census Office, and Population Census 2001

行政区は、郡開発委員会 (District Development Committee: DDC)、市 (Municipality)、VDC および区 (Ward: VDC は9つの区で構成) に区分される。DDC、VDC および Ward はそれぞれ選挙によって選出された長および委員会によって統括されており、スンサリ郡は DDC の下、3つの市、49のVDCで構成され、うち13VDCが調査対象地域に含まれる。

3.2 生計

調査対象地域の住民の多くは農業に従事しており、地主、借地人および農業労働者に区分される。畜産および漁業 (内水面漁業を含む) も重要な収入源となっており、特に漁業に関しては、土地無し農民や数 khata (1 khata =0.03 ha) の土地しか所有しない零細農家にとって重要な収入源となっている。その他の就業形態として小売店、人力車 (リキシャ) 運転手、煉瓦職人、大工、鍛冶屋、縫製屋等が挙げられる。また、近郊に精糖工場があり 500 人の雇用を生み出している他、Biratnagar とテライ北部の都市 Dharan を繋ぐ幹線道路沿いには 101 の製造工場が操業している¹。インドやアラブ諸国への出稼ぎも多く、Gautampur VDC での聞き取りによれば、当該 VDC の約 10%の住民がこれらの国々へ出稼ぎしている (インドへの場合、年当たり 3~6 ヶ月程度)。

3.3 農業

調査対象地域の総面積 16,819 ha のうち、74%を占める 12,530 ha が農地であり、その大半が田畑輪換地となっている。また、調査対象地域の大半が SMIP の受益地 (Suksena および Shankarpur 水路掛かり) になっているものの、Chatra 幹線水路 (Chatra Main Canal: CMC) の流量が少ない上に、減水深の非常に高い砂質土壌が卓越しているために、十分に灌漑ができない状況にある。このため、調査対象地域では上流の一部を除いて地下水灌漑に頼らざるを得ない状況にある。調査団が実施した農村社会経済調査の結果から推定すると、現状での表流水による灌漑農地は 17%²を占めるに過ぎない。

¹ 調査団によるインベントリー調査結果

² 表流水灌漑は SMIP からの給水のほか調査対象地域東側を流れる Budhi 川に堰を設けた Chanda Mohana 灌漑事業がある。

主要農作物は水稻（モンスーン作）、小麦、馬鈴薯、油料種子（ナタネ、ヒマワリ、アマ他）、豆類（レンズマメ、ダイズ、ローカル種他）、野菜（カリフラワー、キャベツ、ナス、トマト他）、サトウキビ、ジュートである。作期は春作、モンスーン作、冬作に大別され、モンスーン期の水稻作に続き、冬期に小麦と野菜作等（休閑を含む）を栽培するのが一般的である。

調査対象地域の作物別作付率を表 3.2 に示す。水稻と小麦が、それぞれモンスーン作、冬作の代表作物となっており、各々作付率 68 %および 59 %を占めている。畑作類では馬鈴薯とカリフラワーの作付が比較的多い。また、春作/モンスーン作の重要な換金作物としてジュートの占める割合が高く、作付率は約 19%を占める。調査対象地域の現況作付率は全体で 164 %となる。

表 3.2 調査対象地域における作付率 (2001/02)

作物	作付面積 (ha)	作付率 (%)	
モンスーン	水稻	7,180	68.1
	ジュート	2,035	19.3
	夏野菜 (胡瓜、オクラ)	148	1.4
	豆類 (モンゴビーン)	200	1.9
冬期	小麦	6,168	58.5
	馬鈴薯	917	8.7
	冬野菜 (カリフラワー)	105	1.0
	菜種	105	1.0
	豆類 (レンティル)	253	2.4
通年作	サトウキビ	148	1.4
計	17,259	163.7	

出所：調査団実施の農村社会経済調査より算定

表 3.3 に主要作物の生産量および単収を示す (2001/02)。穀類の年間収穫量は 28,800 トン (水稻と小麦各々 16,500 トン、および 12,300 トン) であるが、生産資材購入のための穀類売却を勘案すると、調査対象地域内人口の穀類需要を 7,000 トン (1 人当たり穀類不足量は 70kg) 下回っている。零細農は後述の 3.5 食糧自給で示すように、自らの農地だけでは全く自給できない。水稻と小麦の単位収量は、各々 2.3t/ha および 2.0t/ha であるがいずれもスンサリ郡平均を下回っており、各々郡平均の 60%および 80%でしかない。一方、野菜類や馬鈴薯の作付けは調査対象地域の砂質土壌に適しており、単位収量もそれら作物のポテンシャル収量に近い。

表 3.3 主要作物の生産量および単収 (2001/02)

作物	収穫量 (トン)	単位収量 (t/ha)
水稻	16,514	2.3
ジュート	3,460	1.7
夏野菜 (胡瓜、オクラ)	2,501	16.9
豆類 (モンゴビーン)	100	0.5
小麦	12,336	2.0
馬鈴薯	14,947	16.3
冬野菜 (カリフラワー)	2,069	19.7
菜種	42	0.4
豆類 (レンティル)	177	0.7
サトウキビ	13,169	40.0

出所：調査団実施の農村社会経済調査より算定

調査対象地域で栽培されている水稻および小麦はほぼ 100%が改良品種で占められている。一方、油料種子や豆類に関しては改良品種の普及が遅れており、現在もローカル品種が主に栽培されている。なお、水稻の主要栽培品種は、Mansuli、Kanch Mansuli、RadhaXII、B44B、Makawanpur1 等である。農

Chanda Mohana は 2001 年より灌漑を開始しており、調査対象地域最南端の SahebganjVDC 約 800ha に灌漑水を供給している。

民は適当量よりも多い量の播種を行いがちである。また、自給用作物においては、自家製種子を主として使用しているため、収量の減少が生じている。

化学肥料の使用は一般的であり、投入量は限られるものの零細農家の間でも広く利用されている。窒素肥料として Urea、カリ肥料として DAP が広く使われている。かつて農業資材公社 (Agricultural Inputs Cooperation: AIC) によって寡占されていた農業生産資材市場への民間企業の参入が開放されたが、農民はインドに向いて安価な、しかし品質の悪い化学肥料を購入することが多い。なお、一般農家による農薬の使用は稀である。

農作業の機械化はあまり進んでいない。耕起は主に役牛によって行われているが、大規模農家の中にはトラクターを所有している者もあり、これを賃貸借することもある。植付け、除草、収穫といった農作業は手作業であり、ポンプ、脱穀機については賃借ベースで利用することが小規模農家においても一般的となっている。農業労働は家族労働または賃雇用労働にておこなわれているが、農村社会経済調査結果等によると、調査対象地域における農業労働に占める賃雇用労働の割合は 40~50%である。

3.4 土地所有

2001 年のセンサス結果によると、調査対象地域が位置する 13 の VDC における土地無し世帯は全体の 38%を占める。これを考慮すると、調査対象地域全体での地主 1 戸当たりの平均土地所有面積は 1.24 ha となる。なお、土地無し農民を含めた場合の戸当たり平均所有面積は、0.77 ha である。農家 1 戸当たり土地所有面積は、0.5ha から 20 ha と範囲が広いものの、その大半は小規模農家である。2001 年に調査対象地域に位置する Kaptanganj VDC の全世帯を対象にした農家調査が UNDP 支援による Local Governance Program (LGP) により実施されており、その結果によれば全世帯の 63 %が 0.5 ha 以下(42 %までは土地無し層)、また、86 %が 2 ha 以下の階層に属しており、5 ha 以上の土地を所有する世帯は僅か 3 %を占めるに過ぎない。表 3.4 に Kaptanganj VDC における土地所有構造を示す。農民への聞き取りによれば、他の VDC も同様の状況であることが推測される。

表 3.4 Kaptanganj VDC における土地所有面積および所有形態 (2001)

Land Holding	Household			Average Farm Land (in ha)						Own + Rent		Food Availability (*)	
	family member	No.	%	Own Land				Tenant (Share)	Total Farming Land	Average Farming Land	No.		%
				Self Cultivation	Lease	Total	Average						
Without Land													
Farm laborer and others	5.1	463	35.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.0	0.0
Sharecropping	6.2	74	5.7	0.00	0.00	0.00	0.00	69.38	69.38	0.94	0	0.0	1.3
With land													
under 0.5 ha	6.2	278	21.5	53.84	1.80	55.63	0.20	77.10	132.73	0.48	91	32.7	1.1
0.5 ha - 1.0 ha	6.1	149	11.5	94.37	2.45	96.83	0.65	48.20	145.03	0.97	60	40.3	2.1
1.0 ha - 2.0 ha	6.3	154	11.9	198.78	10.07	208.85	1.36	34.69	243.54	1.58	41	26.6	2.8
2.0 ha - 3.0 ha	6.6	69	5.3	161.73	1.97	163.70	2.37	12.57	176.27	2.55	14	20.3	3.5
3.0 ha - 4.0ha	7.6	44	3.4	135.58	7.60	143.18	3.25	17.47	160.65	3.65	11	25.0	3.7
4.0 ha - 5.0 ha	6.3	23	1.8	99.02	2.83	101.85	4.43	5.00	106.85	4.65	6	26.1	3.7
5.0 ha - 10.0 ha	8.1	34	2.6	185.94	31.66	217.60	6.40	4.00	221.60	6.52	3	8.8	3.9
10.0 ha and over	9.3	4	0.3	40.00	9.67	49.67	12.42	0.00	49.67	12.42	0	0.0	4.0
Total(Average) with land	6.4	755	58.4	969.26	68.05	1,037.31	1.37	199.02	1,236.33	1.64	226	29.9	2.2
Grand Total(Average)	5.9	1,292	100.0	969.26	68.05	1,037.31	0.80	268.41	1,305.71	1.01	226	17.5	1.4

Food Availability = 1= -3months
 (*) see 3) Food Security 2= 3-6months
 3= 6-9months
 4= 9-12months
 Source: LGP (DPCP) Baseline Survey 2001

上記表 3.4 には、土地所有面積ごとの食料自給状況のデータ (表右端) が記されているが、Food

Availability 4 の数値は9ヶ月以上の食料自給³が達成されていることを示している。表 3.4 によれば、63% の世帯 (0.5ha 以下の土地所有) は9ヶ月以上の食料不足の状態にあり、この結果は後述する 1998 年に実施されたスンサリ郡全 VDC をカバーする LGP サンプル世帯調査結果とも概ね一致している。

土地の賃貸借は一般的であり、農業センサス (1991/92) によると、スンサリ郡で 29% の世帯が借地で農業を営んでいる。Kaptanagnj VDC での調査結果によると、土地無し農民の 14% が借地しており、残りは農業労働者として働いていると考えられる。調査対象地域の代表的な賃貸借システムは収穫物を 50% づつ地主と借地人で分け合う分益小作である。現地調査の結果、労働力を除く生産費も同じ比率で分担することが多いものの、一部には、生産資金を貸し付け、その利子を借地人から徴収する地主も存在する。農業センサス (1991/92) によると、スンサリ郡の借地人の 63% が分益小作、23% が物納定額小作、14% がその他の方法による契約を結んでいる。

3.5 食料自給

LGP は 1998 年にスンサリ郡の全 VDC をカバーするサンプル世帯調査も実施しており、この調査によると、調査対象地域の 53% の世帯が自作地から食料を確保できるのは3ヶ月に満たない状況での生活を余儀なくされている。また表 3.5 を見る限り、こうした食料不足が必ずしも水不足が恒常化している調査対象地域の下流域だけで発生していないことがわかる。上流部に位置する Babiya や Lalpapur といった VDC においても食料が不足している事実は、Chatra 幹線水路から離れた場所に位置する調査対象地域全域が、農業用水不足の状況にあることを裏付けている。

表 3.5 食料不足の状況にある世帯数 (1998 年)

VDC/Municipality	No. of Families having inadequate food					% of Families having inadequate food			
	Up to 3 months	Up to 6 months	Up to 9 months	More than 9 months	Total	Up to 3 months	Up to 6 months	Up to 9 months	More than 9 months
Sahebganj	25	68	16	38	147	17	46	11	26
Kaptanganj	21	43	4	81	149	14	29	3	54
Dewanganj	13	45	17	194	269	5	17	6	72
Ghuski	12	86	67	216	381	3	23	18	57
Rajganj Sinuwari	11	84	9	169	273	4	31	3	62
Madhya Harsahi	25	77	62	16	180	14	43	34	9
Basantapur	9	30	20	85	144	6	21	14	59
Harinagara	28	77	28	82	215	13	36	13	38
Ramnagar Bhutaha	43	84	37	245	409	11	21	9	60
Jalpapur	5	40	3	187	235	2	17	1	80
Narsimha	113	169	35	156	473	24	36	7	33
Gautampur	22	31	9	47	109	20	28	8	43
Babiya	1	17	13	170	201	0	8	6	85
Study Area Total	328	851	320	1,686	3,185	10	27	10	53

Source: Local Governance Program Sample Household Data Tabulation 1998

3.6 農家所得および支出

調査団による農村社会経済調査においては、土地の所有規模別にサンプルを選定したので、主として農家経営規模別の農家経済の構造的な差異について示唆を与えるものとなっている。サンプルには土地無し層を含まず、また農外収入が、LGP が 1998 年に実施した調査等と比しても相当高い値を示したので、サンプルは比較的所得が高めの層が多く含まれたと考えられる。このことを念頭にしつつ調査結果を整理する。表 3.6 は調査結果を農家の農地所有規模別に整理したものである。

³ LGP 調査における食糧自給とは、自ら耕作する農地から自給できる期間という定義である。

表 3.6 調査対象地域における農地所有規模別所得・支出状況

農地所有規模		0.03 - 0.4ha	0.45 - 0.9ha	0.9 - 1.8ha	1.8 - 3.0ha	3.0 - 14.0ha
サンプル数		28	53	51	41	29
平均所有面積	家族人数	6.0	5.9	6.4	7.0	7.0
	農地 (ha)	0.213	0.753	1.587	2.541	5.331
作付率	(%)	196	166	163	175	153
農業生産						
粗収益	(Rs/yr)	21,943	42,394	71,640	100,281	214,614
生産費	(Rs/yr)	9,404	22,039	39,111	60,090	121,116
	(生産費比率%)	(43)	(52)	(55)	(60)	(56)
純収益	(Rs/yr)	12,539	20,355	32,529	40,191	93,498
自家消費額	(Rs/yr)	6,686	15,729	20,511	23,154	30,191
	(自家消費率%)	(53)	(77)	(63)	(58)	(32)
貨幣所得額	(Rs/yr)	5,853	4,626	12,018	17,037	63,307
畜産						
粗収益	(Rs/yr)	5,505	6,920	6,995	7,259	9,501
生産費	(Rs/yr)	650	1,015	1,480	1,620	2,786
	(生産費比率%)	(12)	(15)	(21)	(22)	(29)
純収益	(Rs/yr)	4,855	5,905	5,515	5,639	6,715
自家消費額	(Rs/yr)	1,847	2,165	2,659	2,015	2,623
	(自家消費率%)	(38)	(37)	(48)	(36)	(39)
貨幣所得額	(Rs/yr)	3,008	3,740	2,856	3,624	4,092
他就業所得	(Rs/yr)	39,314	21,698	28,287	32,958	49,542
総所得額 (自家消費を含む)	(Rs/yr)	56,708	47,958	66,331	78,788	149,755
	(per capita)	(9,451)	(8,128)	(10,364)	(11,255)	(21,394)
	(% of agr.)	(22)	(42)	(49)	(51)	(62)
総貨幣所得額	(Rs/yr)	48,175	30,064	43,161	53,619	116,941
	(per capita)	(8,029)	(5,096)	(6,744)	(7,660)	(16,706)
	(% of agr.)	(12)	(15)	(28)	(32)	(54)
総貨幣支出額	(Rs/yr)	32,673	28,762	33,139	48,893	75,820
収支	(Rs/yr)	15,502	1,302	10,022	4,726	41,121
ha当たり農業粗収益	(Rs/ha)	103,019	56,300	45,142	39,465	40,258

出所: 調査団実施の農村社会経済調査(2002年)

農産物の自家消費分を含めた農家所得は、農地所有規模 0.03~0.4ha、0.45~0.9ha、0.9~1.8ha、1.8~3.0ha、および 3.0~14.0ha の各層で、各々 56,700Rs (家族一人当たり 9,500Rs)、48,000Rs (8,100Rs)、66,300Rs (10,300Rs)、78,800Rs (11,300Rs)、および 149,800Rs (21,400Rs)である。各層の農家所得に占める農業所得の割合は、各々 22%、42%、49%、51% および 62% であり、農地所有規模が大きいほど農業所得の割合が高くなる。農業生産の自家消費割合は、所有規模 3 ha 以下で、ほぼ 60 % である。

農地所有規模の零細な農家は、農業賃労働も含めて農外収入に家計を頼る割合が高いのみならず、保有農地をより集約的に利用している傾向が伺える。それは農地保有規模が小さくなるにつれ作付率が增大する傾向が見られるからである。作付率の違いから、単位面積あたりの農業粗収益も小規模農家でより高くなっている。これは調査対象地域の土地保有が零細分散錯圃形態であるため、大型機械導入などによる効率化ができないためと考えられる。

家計支出についてみると、農産物の自家消費分も含めた食料支出が最も高い割合を占め、この傾向は小規模農家ほど高い。農地所有規模 0.03~0.4ha、0.45~0.9ha、0.9~1.8ha、1.8~3.0ha、および 3.0~14.0ha の家計に占める食料支出の割合は、各々 58%、55%、50%、42%、および 39% である。被服費が家計で 2 番目に多く占める支出で、全体の 12~13% を占める。大規模農家ほど借入金返済のための支出が高く、大規模農家が小規模農家に比較してローンにアクセスし易いことが推察される。教育のための支出も大規模農家、すなわち高所得世帯ほど高くなっている。表 3.7 に、農地所有規模別の家計支出状況を示す。

表 3.7 農地所有規模別家計支出

農地所有規模	0.03 - 0.4ha	0.45 - 0.9ha	0.9 - 1.8ha	1.8 - 3.0ha	3.0 - 14.0ha
サンプル数	28	53	51	41	29
平均家族人数	6.0	5.9	6.4	7.0	7.0
教育	1,875 (4)	2,074 (4)	2,695 (5)	6,370 (9)	6,359 (6)
食料(自家消費評価額)	13,693 (30)	19,235 (40)	21,100 (39)	25,676 (34)	26,724 (26)
食料(購入額)	12,940 (28)	6,974 (15)	5,967 (11)	6,232 (8)	13,367 (13)
医療費	4,143 (9)	4,032 (8)	4,121 (8)	7,073 (9)	7,569 (7)
税金	70 (0)	149 (0)	337 (1)	527 (1)	904 (1)
燃料	141 (0)	59 (0)	153 (0)	205 (0)	579 (1)
債務返済	2,484 (5)	3,785 (8)	6,671 (12)	8,706 (12)	16,652 (16)
宗教祭事	3,018 (7)	3,830 (8)	4,788 (9)	4,617 (6)	7,017 (7)
被服費	6,143 (13)	6,255 (13)	6,785 (13)	9,402 (13)	12,655 (12)
水利費	2 (0)	95 (0)	37 (0)	29 (0)	110 (0)
その他	1,857 (4)	1,509 (3)	1,585 (3)	5,732 (8)	10,607 (10)
支出計(自家消費含む)	46,366 (100)	47,997 (100)	54,239 (100)	74,569 (100)	102,543 (100)
貨幣支出合計	32,673	28,762	33,139	48,893	75,819

出所: 調査団実施の農村社会経済調査(2002年)

3.7 流通基盤、市場および農産加工

調査対象地域における農産物は約 6 割が自家消費用であり、小規模農家の余剰産品や大規模農家による農産物が Dewanganj や Harinagara などの地方マーケットで売買されている。また、Inarwa や調査対象地域の東部に位置する小規模な町々も、ネパール第 2 の都市である Biratnagar と並ぶ農産物市場となっている。農家は農産物を自転車や牛車あるいはトラクターを使用して市場へと出荷しており、そうした活動のほとんどは個人あるいは地元の小規模仲買人が行っている。市場には遠方からの仲買人も訪れるが、農家のグループによる農産物集出荷・取引活動は活発とは言い難い。このほかインド側にも大規模な市場があり、国境近隣の農家らは農産物を自転車や徒歩で運んで販売している。

道路状況は、調査対象地域のほぼ中央を主要幹線道路が南北に通過し、この道路の中～北部においては舗装工事が終了している。Suksena 水路および Shankarpur 水路に沿う道路状況も良好である。Biratnagar と調査対象地域を結ぶ道路は東西ハイウェイのほかに 3 路線があり、それらは各々 Biratnagar から Inarwa、Harinagara および Dewanganj に連絡している。幹線道路には定期バスが運行し、Dewanganji-Inarwa 間を 1 日 3 往復、Biratnagar-Dewanganji 間を 1 日 2 往復して地域の便を担っている。このように道路の状態は、調査対象地域内の北側および東側については比較的良好であるが、Basantapur、Ghuski といった調査対象地域内の西側地域は、地理的に最西部に位置すると共に土質は砂質が卓越しており、農産物を出荷するために良好な道路状態を保持するのが困難な状況となっている。

流通基盤整備に関しては、調査対象地域内の Kaptanganj VDC において農業省による野菜集荷センターが 2002 年に建設された。この集荷場は農産物買い付け業者を地元を引き付けることにより農家の Inarwa までの農産物搬送経費節減を狙って建設されたが、未だ供用開始に至っていない。また、Inarwa には Kaptanganj VDC や Dewanganj VDC を含むスンサリ郡の南部地域で生産されたイモ類の貯蔵を主目的とする民間の冷蔵所がある。その容量はおよそ 2,000 t/年で、イモ作付面積の 100~200ha 程度をカバーする。貯蔵費用は 1kg 当たり 3Rs であるが、オフシーズンにはイモの価格は底値の 3 倍にもなることを考えあわせれば、イモ生産者にとってはこの貯蔵経費は十分アクセスできるものである。

調査対象地域における重要な農産加工業としては、Biratnagar~Dharan 間の幹線道路沿いに位置する 4 箇所のジュート加工工場、7 箇所の精米場、3 箇所の製粉場、4 箇所の菜種油精製場や、モラン郡の

砂糖キビ工場などがあげられる。ジュートの加工は古くより本地域における伝統的な農産加工である一方、その生産は化学製品にとって替われ、旧式依然になりつつある。精糖についてみると、調査対象地域の東部に大規模工場がある。この精糖工場は1997年に民間企業により建設されたもので、その加工容量は250,000 t/年とネパール国東部地域において最大級の規模を持つ。しかしながら、実際の施設稼働率は低く、初年度で50%、その後年々減少し、2002年はわずか25%になるうと見積もられている。

精糖工場の現状について、工場側では農家がサトウキビ生産を比較的儲けのうすいものと考え、その生産に興味を示さないことにあると分析している。しかしその一方で、サトウキビの工場買い取り価格が低価格(工場引き渡し価格で132 Rs/100kgあるいは農家庭先価格で122 Rs/100kg)であることや、工場側による生産振興サービスが十分なものでないことなどから農家の生産意欲をかき立てないことが指摘されている。

3.8 灌漑実態

調査対象地域内に走る Shankarpur および Suksena 水路は約26年前にインド政府の援助によって建設されたが、この水路から調査対象地域内に配水されている水量は前者が約1 m³/s (ただしローテーション配水なので常時水量としては0.5 m³/s)、後者が約1.2 m³/sに過ぎない。この配水量下で浸透量が多く単位設計用水量3.4 l/s/haにも達する水田を灌漑可能な面積は前者で200 ha、後方で500 ha程度である。なお、後者の Suksena 水路は今後圃場内水路の整備が進みローテーション灌漑が導入されれば調査対象地域内を灌漑可能な面積は約1/2の250ha程度に減少する可能性が高い。

上記配水量は調査対象地域北端で2001年5月～12月にわたって観測された値であるが、スンサリ川からの重力導水はこの北端地域から概ね2～3km以南(下流部)になされる(右図3.1および第6章6.4参照)。この地点以降で2001年に実際に十分な灌漑用水を得ていたのは、Babiya、Jalpaur および Gautampur VDCの55ha、Narsimha VDCの25haに過ぎなかった。このように現状のSMIP灌漑施設は約10,000haの総農地面積のうち、僅か80haに対してのみ稼働しており、このため Chanda Mohana 灌漑地区を除く大半の農家は天水あるいは地下水に頼って営農している状況にある。

調査対象地域の土壌は砂質であるため、必要水量の大きい水稻を栽培するには農業用水の絶対量が不足している。このため、堆砂、水路法面の崩壊、水路の傾斜による逆流、維持管理用道路の陥没、水路の漏出等を引き起こしており、Shankarpur 水路および Suksena 水路の維持管理状況を改善する必要がある。こうした状況は調査対象地域へ供給する灌漑水量を更に減少させることに繋がるため、早急に灌漑施設を改良する必要がある。

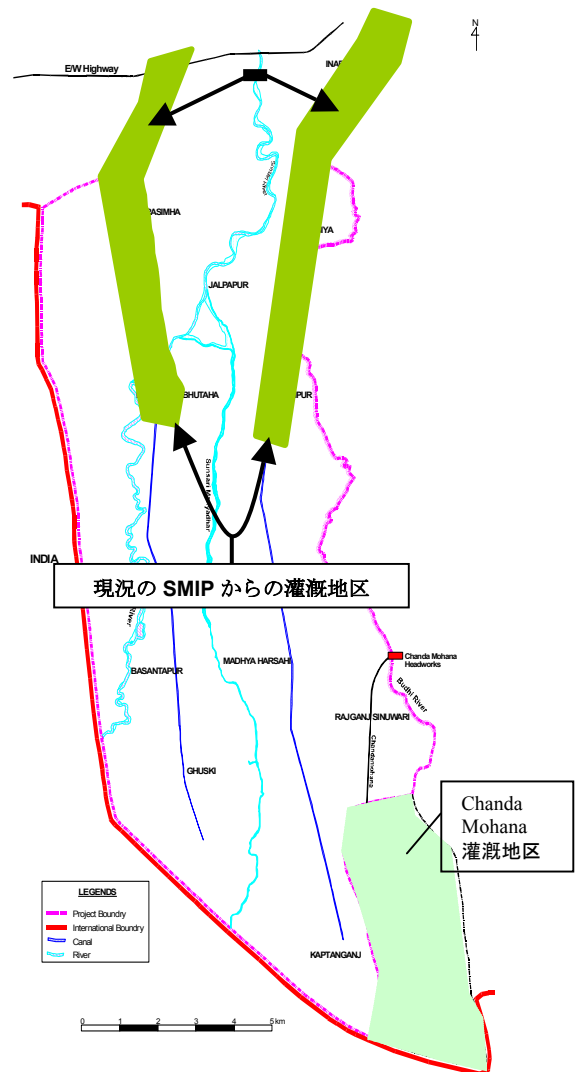


図 3.1 SMIPからの灌漑地区(現況)

第4章 水資源賦存量の評価

調査対象地域にとって有望な水資源は、1) スンサリ川、2) 地下水（浅井戸あるいは深井戸）、3) SMIP からの補給水、4) Budhi 川とその支流を始めとする他の河川、などがあげられる。これらのうち、スンサリ川以外の河川利用については、Budhi 川では Kathale Nadi、Budhi Khola 合流点付近の堰によりインドとの国境付近の農地 1,800ha に送水していることから堰下流における新規利水は困難である。また、調査対象地域の東側地区界北方を流れる Kathale Nadi（Budhi 川上流部）は開発の可能性を秘めているとは言えるものの、流域面積はわずか 20 km² であり流水量も少ない。よって、ここでは開発優先度が最も高いスンサリ川の水資源賦存量を検討するとともに、あわせて補給水としての地下水利用および SMIP からの補給水の可能性について検討する。

4.1 表流水のポテンシャル（スンサリ川）

東西ハイウェイの橋梁地点から下流 600m にある頭首工計画地点のスンサリ川流域面積は 300 km² である。スンサリ川はスンサリ郡の北部にある Siwalik 山脈の山麓を起点とし、蛇行しながら北から南へ流下する。スンサリ川は Belaha Khola と Thalaha Khola の合流点より上流は Sunsari Nadi と呼ばれる。図 4.1 にスンサリ川水系系統図を示す。

スンサリ川流域は Sapta Koshi 川や SMIP の灌漑用水により涵養されている。本調査ではスンサリ川の流出解析を行い、本調査地区灌漑開発に対する同河川流量の利用可能量を検討した。流出解析は、日単位で長期間の流出を推定する方法としてタンクモデルを採用し、モンスーン期（5月～10月）と非モンスーン期（11月～翌4月）について実施した。

29年間（1973-2001）のシミュレーション結果に基づいて、各利水安全度に応じた利用可能水量を検討した。検討する利水安全度は 50%、60%、70%、80%、90%とし、どの期間に水量が不足するかを明確にするため、10日単位で各時期の利用可能量を算定した。

表 4.1 に検討結果一覧を示すとともに、利水安全度

80%の場合の利用可能量を図 5.1.8 に示す。利水安全度 80%における冬期利用可能量は約 4m³/s 程度、モンスーン期では約 35m³/s に達する。同じく年間流出量は 388 百万 m³、うち、モンスーン期（5月～10月）の流出量は 321 百万 m³、非モンスーン期（11月～翌4月）の流出は 67 百万 m³ である。

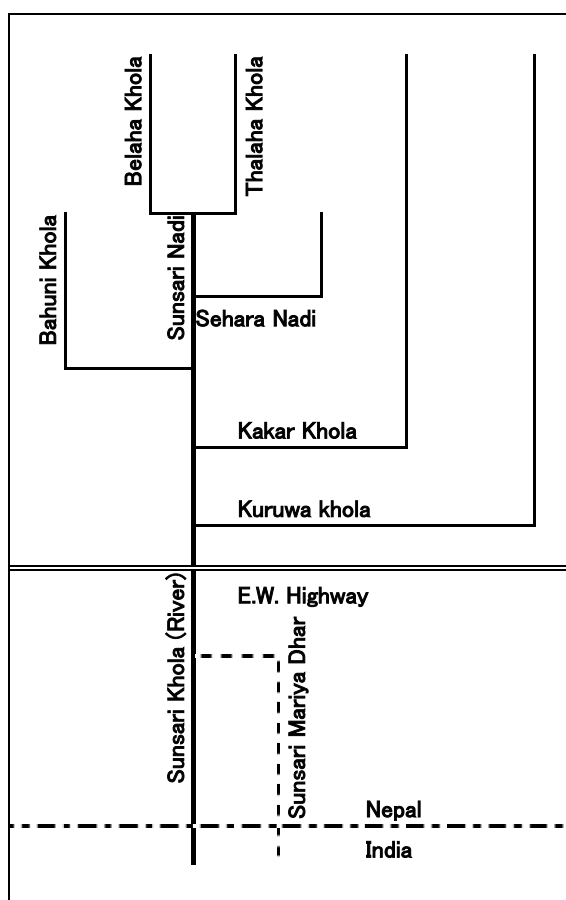


図 4.1 スンサリ川水系系統図

表 4.1 東西ハイウェイ地点におけるスンサリ川確率流量(cum/s)

Probability (%)		50	60	70	80	90	Average of Estimated Runoff
Jan.	F	4.876	4.397	4.176	4.048	3.805	4.953
	M	5.049	4.553	4.323	4.191	3.939	5.128
	L	4.620	4.166	3.956	3.835	3.605	4.693
Feb.	F	4.700	4.238	4.025	3.902	3.667	4.774
	M	4.763	4.295	4.079	3.954	3.717	4.838
	L	4.631	4.176	3.966	3.845	3.613	4.704
Mar.	F	4.449	4.012	3.810	3.694	3.472	4.519
	M	4.479	4.039	3.836	3.719	3.495	4.550
	L	4.929	4.445	4.221	4.093	3.846	5.007
Apr.	F	4.982	4.493	4.267	4.136	3.888	5.061
	M	5.278	4.760	4.520	4.382	4.119	5.362
	L	6.978	6.292	5.976	5.793	5.445	7.088
May	F	7.782	7.018	6.665	6.461	6.073	7.905
	M	10.466	9.438	8.963	8.689	8.166	10.631
	L	12.189	10.992	10.439	10.120	9.511	12.382
June	F	16.242	14.647	13.909	13.484	12.673	16.498
	M	25.565	23.055	21.894	21.225	19.949	25.969
	L	25.515	23.009	21.850	21.183	19.909	25.918
July	F	39.390	35.522	33.733	32.703	30.736	40.013
	M	36.207	32.652	31.007	30.060	28.253	36.779
	L	42.303	38.149	36.227	35.121	33.009	42.972
Aug.	F	31.935	28.799	27.348	26.513	24.919	32.439
	M	36.048	32.508	30.870	29.928	28.128	36.617
	L	29.465	26.572	25.233	24.463	22.992	29.931
Sep.	F	27.035	24.380	23.152	22.445	21.095	27.462
	M	32.291	29.120	27.653	26.809	25.196	32.801
	L	23.664	21.341	20.266	19.647	18.465	24.038
Oct.	F	17.912	16.153	15.339	14.871	13.977	18.195
	M	15.225	13.730	13.038	12.640	11.880	15.465
	L	8.859	7.989	7.587	7.355	6.913	8.999
Nov.	F	6.743	6.081	5.774	5.598	5.261	6.849
	M	5.936	5.353	5.083	4.928	4.632	6.030
	L	4.889	4.409	4.187	4.059	3.815	4.966
Dec.	F	5.156	4.649	4.415	4.280	4.023	5.237
	M	4.772	4.304	4.087	3.962	3.724	4.848
	L	4.920	4.437	4.213	4.084	3.839	4.997
Total (MCM)		466.7	420.9	399.7	387.5	364.2	474.1

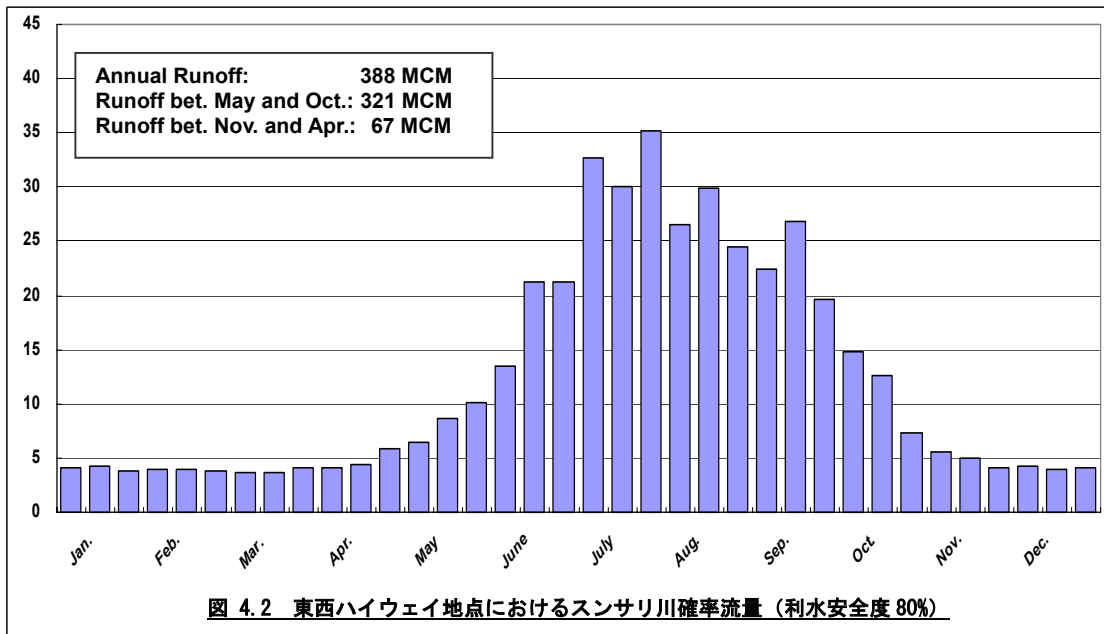


図 4.2 東西ハイウェイ地点におけるスンサリ川確率流量 (利水安全度 80%)

4.2 地下水のポテンシャル

既存の地下水位観測記録によると、調査対象地域には比較的地下浅部に広く地下水が分布している。調査対象地域に分布する地下水は、ほぼ地域の地形にそって北西から南西に流動している。調査対象地域の地下水は不圧帯水層および被圧帯水層によって構成されており、被圧帯水層は地下 50m 以深に分布し、一方、不圧帯水層は深度 50m 以浅に存在している。

自由地下水面は季節的および地域的な灌漑用水の利用によって変動が認められる。観測記録によると調査対象地域においても例外ではなく、季節や気候変動によって自由地下水位面の変動が見られる。この傾向は深井戸においても同様に認められる。一般に地下水位は 5 月から 8 月に上昇し、9 月から 4 月に低下することが認められる。この間の水位の変動幅は約 3~5m である。

後背山地やテライ平野における降雨は、調査対象地域の地下水の主要な供給源となっている。降雨は、特に不圧地下水に対しては、主に山麓部の扇状地 (Bhabar zone) を経由して直接供給され、被圧帯水層についても間接的に供給されている。調査対象地域周辺の地下水は北部の丘陵地の地形に沿ってほぼ北北東から南南西に向かって流動し、調査対象地域に供給されている。

Koshi 川は調査地域の地下水のもう一つの主要な供給源となっている。Koshi 川は自由地下水 (不圧帯水層) によってスンサリ川、Old Sunsari 川および Budhi 川と連結しているものと考えられる。地下水位コンターの分布から地下水の流動は北北西から南南東に向かい調査地域の南部に至っており、Koshi 川からの地下水の供給を示唆しているものといえる。Koshi 川は不圧地下水および被圧地下水の両方の涵養源となっている。

スンサリ郡においては、Groundwater Resources Development Project (GWRDP) によって 1989 年に 17 本の観測用浅井戸が、また 1996 年までには 16 本の観測用深井戸が設置されている。さらに、本調査では Kaptanganj VDC において深度 120m の試験井戸および観測井戸を設置した。これらの井戸における試験結果から、浅井戸および深井戸におけるそれぞれの揚水量は 2 l/s~24 l/s および 30 l/s~40 l/s が得られている。不圧帯水層 (浅井戸) は非常に高い帯水層能力を示していると思われる。一方、深井戸についてはやや揚水可能量が小さいものと思われるが、これについては揚水ポンプの能力が要因となっている。深井戸の揚水能力は適正な井戸構造の建設を行った上で大容量揚水ポンプを選定した場合 100 l/s 以上が見込まれる。

4.3 SMIP からの灌漑用水供給の可能性

本計画では上述の二つの水源、すなわちスンサリ川および地下水を利用した灌漑水供給の検討を行うとともに、本調査対象地域の上流部を流下する SMIP・Chatra 幹線用水路からの灌漑補給水利用の可能性についても検討した。これは、同幹線用水路からスンサリ川へ落水を行い、これを同川に計画する頭首工で取水して灌漑利用しようとするものである。検討のアプローチは次のふたつのステップによる。すなわち、1) Koshi 川の水位変動に伴う Chatra 幹線用水路取水口での取水量検証、2) Chatra 幹線用水路からの放流可能量、あるいは本来本調査対象地域が SMIP 事業地域の一部であることに起因する水利権からみた検討である。このうちステップ 2) は、SMIP からの給水量と調査対象地域需要量の両面から定義付けられる。

Chatra 取入口における取水量の検証では、近年、乾期における Koshi 川水位が低下傾向にあることが

判明した。今後もこの傾向が継続すれば、乾期においては、およそ 2005 年から 2008 年には取水不能となることが予測される。ただし、検討の結果では、この水位低下の傾向は 5 月 10 日以降には発生していないことから、同日以降における設計取水量については今後も問題なく取水可能であると思われる。

本計画では、Koshi 川の水位低下傾向がみられる状況下、水位低下期間（5 月 10 日まで）には Chatra 幹線水路からの補給水は考慮しないものとするのが妥当と判断する。また、5 月 10 日以降では Chatra 幹線水路に付帯する Vortex tubes（水路内排土施設）を利用して約 $5\text{m}^3/\text{s}$ 程度の灌漑用水をスンサリ川へ供給することが可能である（実際にはスンサリ川に十分な水量があるため SMIP からの補給は必要なし）。

第 5 章 開発の制約要因、ポテンシャルおよび農民の意向

5.1 開発の制約要因

1) 灌漑水の不足

調査の実施により灌漑水の不足に起因する穀類の低生産性は確認された。Sukusena 水路等幹線水路から離れた農地を耕す農家聞き取りによると、彼らは基本的に天水により稲作を行っており、適切な降雨に恵まれなければ収穫はゼロにもなり得るとのことである。調査対象地域のモンスーン期における降雨は不規則となることがしばしばである。調査対象地域は地下水が豊富にあり、農家は浅井戸灌漑を特に冬作にて手がけているが、冬小麦の 3~5 倍の用水を必要とする水稻作に対しては、浅井戸で十全に灌漑するには揚水経費が嵩みすぎて、最小限の揚水以外は行われていない。

2) 稲作に不適な砂質土壌

カナダの援助庁（CIDA）が行った調査によると、調査対象地域の大半は野菜作に適切な土壌に分類される。稲作適地は、Ghuski、Rajganj Sinuwari、Madhay Harsahi および Gautampur VDC に分布しているが、調査対象地域全体の約 10%を占めるに過ぎない（右図 5.1 参照）。

調査対象地域は、土壌水分の保持力に乏しい砂質土壌が広く分布しており、これが稲作生産の制約要因となっている。しかしながら、農民は米食の嗜好が非常に強く、モンスーン期は稲作に傾倒している。このことは、農民の営農に対する志向と最適な土地利用との間にギャップが生じていることを示している。

3) 良品質の農業資材へのアクセスの乏しさ

農家の間で灌漑水の次に関心が高いのが良品質の農業資材、特に化学肥料の取得である。ネパールでは化学肥料は全量輸入に頼っており、主要輸入先はインドである。ネパール国で農業資材供給の自由化がなされて以来、

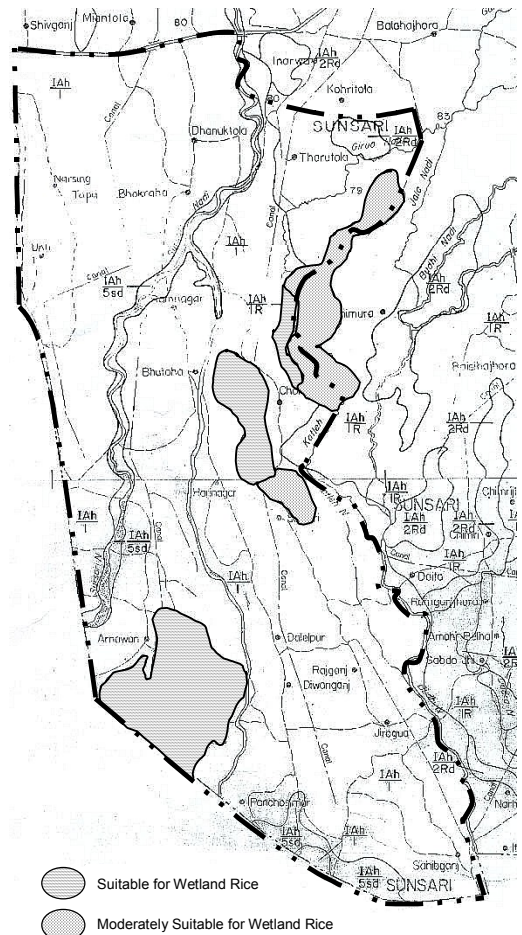


図 5.1 稲作適地の分布図

品質保証のない化学肥料がインドから大量に流入してきている。質の悪い化学肥料の投入は、生産増に寄与しないばかりか、塩類障害などの生育障害の要因ともなりうる。

農家の資本不足、またクレジットへのアクセス困難という状況も、農家が良質の（従って高価な）化学肥料を入手することを困難にしている。民間の高利貸しは年率 60%以上の利子を要求し、公営の農民銀行（ADBN）も煩雑な書類作成や担保の必要性により農家の足が遠のく傾向にある。

4) 効果の低い農業普及

調査対象地域には、1 箇所の農業普及センター（ASC）と 3 箇所のサブセンター(SCs)があり、合計 8 人の普及員で運営されている。普及員 1 人あたりが受け持つ農家戸数は 2 千戸という計算になる。日本における普及体制では普及員 1 人当たり 300 戸が平均であるので、これと比較しても普及員の数の少なさが確認できる。調査地域は農家をグループにまとめて普及する方法を適用しているが、少ないスタッフでは機能していないのが現状である。また多くの農家が普及サービスの内容にも問題があると指摘している。

5) 農産物流通およびマーケティングの脆弱性

農産物マーケティングは調査対象地域ではあまり発達しているとはいえない。調査対象地域には比較的整備された幹線道路が南北に走っており、農産物の輸送は比較的楽に行える。しかし、圃場から幹線道路までのアクセス道路はあまり良くなく、モンスーン期には洪水で道路が分断されることがしばしば起こる。特に Basantapur や Ghuski など調査対象地域西側の地区は道路状況が悪く、流通が阻害されるばかりでなく、貧困緩和プログラムを実施している NGO 等の外部支援もほとんど入らない状況となっている。

調査対象地域は、野菜生産地としてよく知られているものの、商業的野菜栽培農家の数はわずかである。カトマンズや Dharan などの山間部都市からの買い付けもすでに見られるが、農家は仲買人と個別に取引しているのみである。生鮮野菜貯蔵施設の不足も野菜のマーケティングの制約要因となっている。農家は市場価格が低くとも収穫の最盛期（したがって最低価格時）に農産物を売らざるを得ない状態である。

6) 洪水および湛水被害

調査対象地域における湛水状況について地域住民への聞き取り調査を実施した結果、8 ヶ所の湛水区域が確認された。調査期間は 2001 年 4 月～5 月である。これらの湛水区域は調査対象地域の南部、ほぼ同程度の標高地帯に集中しているが、いくつかの洪水被害区域が北部および北東部にも確認される。これらの地域は調査対象地域のなかでも限られた場所である。ほとんどの場合において湛水は近傍のスンサリ川や Budhi 川からの洪水氾濫や降雨によりもたらされている。

7) 製紙工場廃水によるスンサリ川の水質汚染

スンサリ川の東西ハイウェイから下流側に、廃水を流している製紙工場が 2 箇所ある。製紙工場の廃水地点およびそこから下流部において水質汚染が確認された。製紙工場近辺の住民も既にスンサリ川の漁獲高減少等の悪影響が現れていると不平を述べている。このことはスンサリ川の水利用による灌漑開発において考慮すべき問題であり、第 9 章で詳述する。

5.2 開発のポテンシャル

1) SMIP にみられる灌漑の効果

Suksena と Shankarpur 用水路の上流部、あるいは Chatra 幹線水路沿いの農業は、灌漑事業実施後の農業地域として調査対象地域の将来の姿を垣間見せている。SMIP 地区の上流部の作付体系は調査対象地域現況のそれとはかなり異なる。調査対象地域の冬期の作付は小麦が主体であるのに対し、SMIP 地区の上流部では野菜作や豆類の作付が多く小麦はほとんど見られない。農家聞き取り調査によると、調査対象地域ではモンスーン期の水稻の収量が低いため、主穀を確保するため冬期の小麦の作付が多くなるようである。SMIP 上流部で見られるように、モンスーン期の水稻作の収量が増大すれば、農家は野菜作も含め冬期の作付作物選択の幅を広げることが可能になる。

2) 野菜作に適した土壌

調査対象地域の砂質土壌は、小麦や野菜作の導入には好適である。調査対象地域では、稲作の裏作としてすでに一定の野菜作が行われており、少数ではあるが野菜作の栽培手法を確立している商業的農家も存在している。これら先進的農家の知識伝播も含めた効果的な農業普及サービスが進められれば、調査対象地域での野菜作拡大の可能性は高い。

3) マーケティングに有利な立地条件

調査対象地域は、農産物マーケティングにとって有利な立地条件を有している。調査対象地域の周辺にはネパール第2の都市 Biratnagar (2001年の人口:161,036人)をはじめ、Inaruwa (人口:23,200人)、Ithahari (人口:41,210人)、Darhan (人口:95,332人)といった都市があり、都市住民に対する農産物供給が見込まれる。また、首都カトマンズの仲買人がすでに調査対象地域までカリフラワー等を買付けに来ており、調査対象地域を縦断する幹線道路活用により、生鮮野菜もカトマンズまで1日で搬送可能である。流通基盤の整備や農家のマーケティング方法が改善されれば、調査対象地域はネパールにおける野菜の供給基地にもなりうる。また、国境付近の Kulkaha、Basmatiya、Bathnaha 等のインドの都市も有望な市場である。

4) コミュニティの変化と外部支援のあり方

調査対象地域のコミュニティは、伝統的なカースト制度による価値観を維持しつつも今日の資本主義的な価値観が入りつつあり、伝統的な社会構造の転換が見られる。農民の生活圏に限った社会構造は、カーストによるよりも土地所有規模や生活レベルに起因して構成される傾向がある。土地所有規模の傾向についてはもはやカーストに基づく格差は見られず、収入レベルは土地所有規模に比例している。これは生計向上の手段が伝統的なカースト制度による労働分担に関係なく、その機会が開かれてきている現われと言える。

その一方でカースト制度は人々の価値観に根強く残っており、農民がある一定以上の生活レベルを越えようとする場合には心理的制約要因となる可能性がある。いわば伝統と資本主義の社会構造の狭間であって、ポテンシャルの高い土地・水資源を積極的に開発していこうとする動機が抑えられ、さらに血族の強い絆によるセーフティネットを確保することにより、開発への緊迫感が不在となるという構造も看取される。このため、調査対象地域の村落では「更なる発展に対しては外部者が何かしてくれるのを待つ」という外部依存傾向が強くなるものと思われる。しかしながら、社会構造は転換期にあり、人々の取り組みにより生計向上できる可能性は開かれている。農民が自らの生活を変えるこ

とが可能であるという確信を感じることができれば、他者への依存は縮小され、或いは外部からの支援を得て更なる発展が可能となることが期待できる。

コミュニティの外部支援依存性は、上述のように社会構造にも起因すると考えられる一方で、政府を主体とする外部支援者側のコミュニティに対する接し方にも問題があると考えられる。既存の SMIP 水利組合聞き取り調査等によると、農民は自らのためではなくプロジェクト施主（政府）のために組織化していると考えており、拙速な事業の実施が農民の外部依存を強めていると言える。また水利費の使途等、政府側の説明責任の不十分さも指摘されている。外部支援者の問題は、事業の内容よりもその進め方、プロセスに問題があったと言える。政府は事業計画の初期の段階から住民参加を促し、時間をかけて組織化等を進め、また資金の使途等情報公開を図り公共事業の透明性を確保すれば、農民の自助努力を引き出しより効果的、持続的な開発が可能になると考えられる。

5) ジェンダー

調査対象地域は、あらゆる面において男性が意思決定を下すことが伝統的な文化であり、富裕階層においてこの伝統がより強く保持されている傾向にある。しかしながら、男性と同等もしくはそれ以上に農作業労働をこなす貧困階層の女性達は、収入を得ているという自負から意思決定に際し意見を述べる傾向も見られる。また女性達は、NGO などの外部支援によりグループ活動に積極的に参加する機会を与えられており、女性グループによる保健セクターやマイクロクレジット活動などが調査対象地域でも見られる。これらのグループ活動や収入を得る機会増大を通じて女性の地位が向上する可能性がある。

5.3 農民の意向

ネパール国の灌漑政策では、事業の全ての段階での住民参加を促すことにより農民主導（demand-driven）の灌漑開発を目指すことを基本方針としている。この方針の下に、本調査においては灌漑開発の受益者となる農民とのコンサルテーション・ワークショップを 4 箇所、並びに灌漑開発から影響を受けることが考えられるスンサリ川を主な漁場とする漁民とのワークショップを 1 箇所で開催した。ワークショップの参加人数は 40～80 人程度であった。農民の参加者は、VDC の代表者や土地所有規模が大きめの農家に偏りがちであったが（参加者の平均土地所有面積は 2.6ha で調査対象地域平均の 2 倍）、本ワークショップは計画の端緒として地域の代表者と話し合うという位置付けになる⁴。

本ワークショップにおいては、調査団およびカウンターパートからフェーズ 1 調査で策定した暫定灌漑開発計画を参加者に提示し、様々な意見、助言、および提案を摂取した。これらは最終的な開発計画の策定に反映される。ワークショップでの主な意見は以下の通りである。

（農民とのワークショップ）

- 湛水被害防除のためスンサリ川堤防改修が必要である。
- 細密な排水系統を計画に盛り込んでもらいたい。
- Watercourse 掛かり面積を 20ha 以下の小規模にすること。
- 小河川への自然排水を阻害せず、むしろ排水の再利用を検討する必要がある。
- 費用負担だけに住民参加を要請するのではなく事業の全ての段階で我々住民を参加させる

⁴貧困層の意見は別途調査団による RRA 調査で捕捉した。また、漁民は調査対象地域でも低所得層に属する。

べきである。

- Watercourse 建設の初期投資費用全額を（住民が）負担することは困難である。しかし、そのことが原因で事業を失いたくないので何らかの譲歩を願いたい。
- 水利費は現行の SMIP レベル（200Rs/ha/年）で始めるべきである。しかし、維持管理費用が不足するならば、受益者間での合意をもって水利費を上げることも考えられる。
- もし事業が実現すれば作付体系を変えるであろう。
- 製紙工場のスンサリ川への廃水は憂慮すべき問題であり、政府による強い規制を要望する。
- 旧スンサリ川湿地（Mariyadahar）を利用した内水面漁業の実現性については土地所有問題に留意すべきである。
- 渇水期の河川維持流量は十分に確保されるべきである。
- 提案された水利組合設立計画案には合意する。

（土地無し漁民とのワークショップ）

- 灌漑開発は農民にとっては不可欠であり有益であるが、土地無しの漁師には意義がない。
- 住民自ら管理する共用溜池設置による内水面漁業は1案であり、費用負担も行う準備はある。
- 現在のネパール基準である渇水期の河川維持流量10~20%はスンサリ川では有効ではない。
- 漁業に慣れ親しんでいるので農業賃労働には就きたくない。
- スンサリ川の魚の量は製紙工場が稼動して以来減少している。工場は処理されていない汚水を川に流すべきではない。
- 旧スンサリ川湿地での漁はしばしば問題が起きる。近隣住民が土地の所有権を主張し、漁獲高の半分を支払って事を収めている。旧スンサリ川の開発を始める前に土地所有権の問題を解決しなければならない。

第6章 将来計画

6.1 開発戦略・開発フレームワーク

食料自給が未だ達成されておらず、土地無し層が38%を占める調査対象地域の現状を考慮し、本事業では灌漑農業開発により生産性の増大と農業労働の雇用創出を図り、地域住民の生計向上を図ることをその開発目標とする。調査対象地域では、基本的な資源である土地と水の開発が切望されている。したがって、本調査における開発目標を「灌漑農業開発促進を通じた地域住民の生計向上」と定め、この目標達成のためスンサリ川灌漑開発を中心とした開発フレームワークを策定する（表6.1）。

開発目標の達成に向け、1) 灌漑排水システムの構築、2) 灌漑農業の振興、3) 農道を始めとする農村基盤整備、4) 洪水・湛水被害の軽減、5) 環境負荷の軽減、および6) 灌漑政策の改善、など6つの開発アプローチを設定する。このうち、1) および2) のアプローチが本調査の主たるスコープとなる。なお、6) 灌漑政策の改善については、開発目標の達成に向けた直接的なアプローチではなく、本件調査実施を通じてネパール国の将来の灌漑開発にフィードバックされるものである。

表 6.1 開発計画のフレームワーク

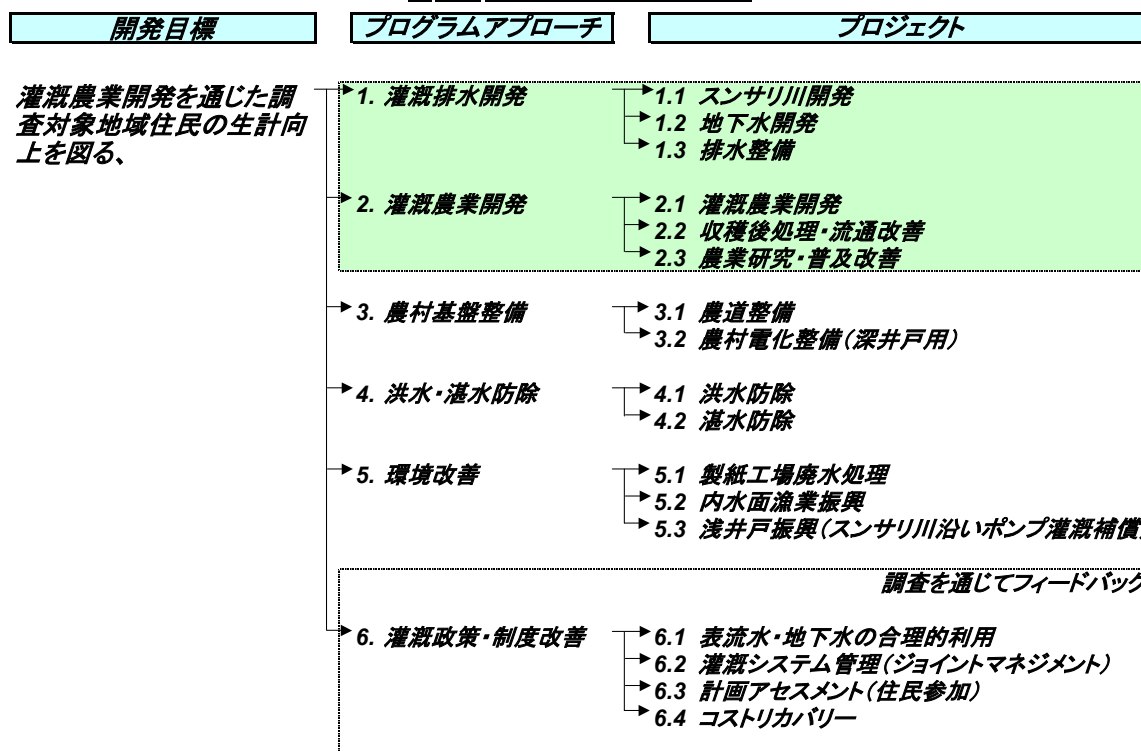


表6.2 開発目標年次

プログラム	基幹施設建設期				短期					中期					長期											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1. 灌漑排水開発																										
1.1 スンサリ川開発																										
1.2 地下水開発																										
1.3 排水整備																										
2. 灌漑農業開発																										
2.1 灌漑農業開発																										
2.2 収穫後処理・流通改善																										
2.3 農業研究・普及改善																										
3. 農村基盤整備																										
3.1 農道整備																										
3.2 農村電化整備(深井戸用:本計画では実施しない)																										
4. 洪水・湛水防除																										
4.1 洪水防除																										
4.2 湛水防除																										
5. 環境改善																										
5.1 製紙工場廃水処理																										
5.2 内水面漁業振興																										
5.3 浅井戸振興(スンサリ川沿いポンプ灌漑補償)																										
6. 灌漑政策・制度改善																										

上述したプログラムアプローチに基づき、種々の事業（プロジェクト）およびサブ事業（サブプロジェクト）を策定する。「1. 灌漑排水開発」は、表流水開発（スンサリ川）、地下水開発および排水改良の3つの事業で構成される。そして、各々3事業はさらにサブ事業に区分されるが、表流水開発については、1) スンサリ川開発、2) 灌漑施設整備、3) 制度整備、4) 水管理、5) 維持管理、および 6) コスト・リカバリー等から構成される。

開発目標年次は、以下に示すように短期、中期、長期の3期を設定する。緊急性を要する事業に対しては高い優先順位を与え、短期に達成すべき事業として位置付ける。したがって灌漑農業を推進する上で不可欠なスンサリ川開発は、短期開発事業として位置付けられる。表 6.2 に期別開発目標年次を

示す。

6.2 農業開発

6.2.1 農業開発戦略

調査対象地域は言うまでもなく農業が基幹産業であり、貧困層に対する雇用創出の面でも農業開発が地域開発の中心となる。前述したように、砂質土壌が卓越している調査対象地域の大半は畑作適地に分類されているにも関わらず、農民の稲作志向は強い。水稻は用水量が非常に高い作物であり、砂質土壌下ではさらに多くの水を必要とする。したがって、スンサリ川からふんだんな灌漑用水が得られない限りは、農民の意向を完全に満たすような土地利用計画あるいは作付体系を立案することは非常に困難と言わざるを得ない。

砂質土壌が稲作栽培の制限要因になる一方で、用水量の低い畑作物にとっては大きな問題とはならない。逆に、湿害や根腐れを引き起こしにくい排水性の良い砂質土壌は、野菜栽培に適した環境と言える。調査対象地域では、水稻の裏作として野菜を栽培する体系が既に一般的になっている。

調査対象地域はネパール第2の都市 Biratnagar や Inaruwa、Jumka、Itahari 等、農産物需要の高い都市部の近隣に位置しており、流通上有利な立地条件を有している。こうした都市が出荷先のターゲットとなる一方で、将来的にインド国内の生産者と価格、品質の両面で競争し得る状況になった場合、インド国境付近の都市への農産物供給地として発展する可能性を有している。

砂質土壌および流通上有利な立地条件を生かすことにより、野菜栽培を振興するポテンシャルが高いと判断できる。モンスーン期には野菜の供給量が不足するため、市場に出回る野菜が非常に少なくなる傾向がある。また、価格の変動も大きく、キャベツの場合、モンスーン期の価格は最安値をつける春期価格の4倍にも高騰する。本計画において野菜栽培および流通振興が実現された場合、農家所得が大きく向上し、さらに収穫や栽培管理のための雇用労働創出にも繋がることが期待される。これらの営農状況を考慮し、調査対象地域の農業開発に係る段階的な戦略を以下に計画する。

● 短期戦略

調査対象地域の食料自給は未だ達成されておらず、2001/2002年には調査対象地域全体で7,000トンの穀類（1人あたり70kg）が不足する状況に陥った。こうした状況を踏まえ、短期の農業開発目標として穀類自給の達成に最優先順位を与える。なお、調査対象地域における穀類需給は基本的に米および小麦で満たすものとする。計画施設の運用開始2008年から5年経過した2012年を短期戦略達成の目標年度とする。

● 中期・長期戦略

調査対象地域は、農産物流通上有利な立地条件を有しているだけでなく、野菜栽培に適した砂質土壌が卓越し、また、野菜の周年栽培が可能な気象条件を有している。したがって、収益性の高い野菜栽培振興を通じて農民の所得向上を図ることを、農業開発の中期・長期戦略とする。計画施設の運用開始2008年から10年経過した2017年を中期・長期戦略達成の目標年度とする。

6.2.2 作付計画

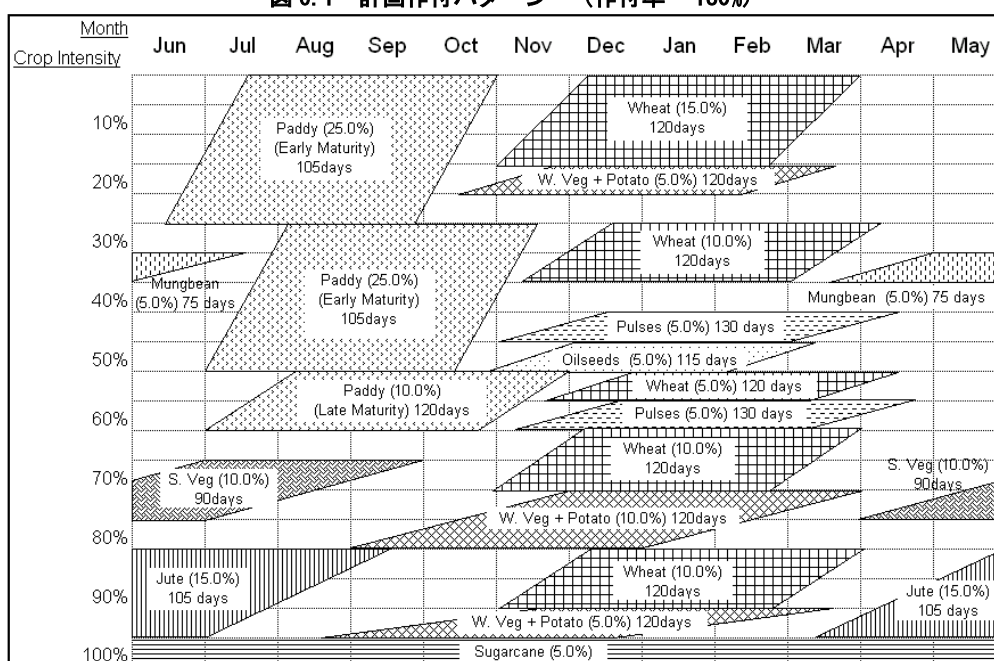
作付計画策定にあたっては新規作物は導入せず、基本的には現状作物と同様とした。したがって、

個々の作物および全体の作付率の違いが、現況および計画作付体系の違いとなる。作付計画は、穀類自給の観点および野菜栽培振興の戦略に基づき策定する。

調査対象地域に必要な穀類は水稻および小麦の生産によって満たす計画とし、現状の小麦の生産体制が維持されると仮定した上で（作付率：50%、収量：2.0t/ha）、地域需要を満たす水稻の必要作付面積を計算する。その結果、水稻の計画作付率を60%と設定する。また他の作物の作付率は以下のように決定するとともに、全体の作付率は180%を目標とする。図6.1に計画作付パターンを示す。

- 化学繊維の普及が進んでいる現状を踏まえジュートの計画作付率は現状の20%から15%に下げる。
- 野菜については中期・長期戦略に基づき意欲的に伸ばす方針とし、雨期、乾期共に10%とする。
- その他の作物については、現状と同水準、あるいは若干の上昇を計画する。

図 6.1 計画作付パターン（作付率 180%）



6.2.3 農業普及および農産物流通振興計画

本調査では、1)野菜栽培振興普及プログラム、および2)野菜流通振興プログラムをサポート・プログラムとして計画する。前者は野菜栽培に焦点をあてた内容とする。普及員は水利者組合（WUA）に対してサービスを提供する。すなわち農業局が用いているグループ・アプローチと同様の手法を用い、WUAを普及システムの窓口として位置付ける。同プログラムでは、水利組合員から数プロットの土地片を提供してもらい小規模なパイロット圃場を設営し、以下のような普及活動を展開する。

- 農家の知識伝播によるバリエティに富んだ作物普及：調査対象地域にはカリフラワー、キャベツ、胡瓜、オクラ、馬鈴薯など既に多くの畑作物が栽培されている。普及員は農家の作物の選択肢が広がるよう情報提供を行うが、農家が最も信頼する情報源は同じ農家であるという現状に留意し、地域に点在している野菜栽培農家の知識を収集して活用する。本計画では野菜作を普及の

主体にはするが、SMIP 上流で行われている春作水稻やバスマチ米なども視野に入れて普及活動を行うものとする。春作水稻の知識は SMIP 上流地区農民から得られるので、普及員はより広い範囲から栽培に関する情報を収集するものとする。

- 野菜作りに適した施肥、農薬施用の普及：野菜振興においては、適切な化学肥料、農薬の施用方法が重要となるが、現状では肥料の過剰供給などがみられる。収量のみならず収穫物の品質向上も目指した肥料、農薬施用の普及・指導を図る内容とする。
- 低投入型農業の模索：化学肥料・農薬の多投入は、調査対象地域の砂質土壌の肥沃度を更に悪化させ、また生産費の上昇により家計を圧迫することに繋がりがねない。このため低投入型農業、すなわち緑肥の導入、Integrated Pest Management などによる環境、農民に負担の少ない農法を、近郊の Tarahara 農業試験場と連携して検討する。
- 女性の地位への配慮：女性を中心とした家庭菜園として様々な野菜作を普及することも計画する。女性の組織化を、水利組合を基礎単位に計画する（後述 6.6.1 参照）。しかしながら、現状でも農作業の大半は女性により担われていることから、女性への労働負荷に留意する必要がある。性別による労働分担についても普及活動の中でモニターしていくものとする。

野菜流通振興プログラムでは、主に情報提供システムを確立して野菜等の換金作物のプロモーションを実施することに主眼を置く。地方新聞、公報、ラジオ等の媒体を通じて調査対象地域で生産された野菜を広告し、また、仲買人、卸売業者、小売業者等を調査対象地域に招来し、野菜等の生産状況を見学してもらい買い付け業者にアピールする。このような活動を通じて生産者が高品質農産物を生産する動機付けを図ることとする。また、農民が利益を確保できるよう農産物の貯蔵・加工やマーケティングに関わるトレーニングを農民に対して実施する。

6.3 灌漑排水開発

6.3.1 開発方針

上述の諸問題および調査対象地域内の現状を考慮して、本調査における灌漑開発方針を以下に述べる。

- スンサリ川を主要灌漑水源とし、地下水は補助水源とする。
- 均等な灌漑用水配水システムを確立する（自動配分方オリフィスゲートの採用等）
- ジョイント灌漑システム管理の確立（灌漑局と水利組合による共同システム管理）
- 水理的分権化とあわせた水利組合（WUA）の設立
- コストリカバリーに基づく灌漑システム維持管理

6.3.2 灌漑地区の概要

調査対象地域内には 13 の VDC があり、VDC の管轄面積は 16,800 ha である。灌漑可能地域は課税対象面積とほぼ同じであるが、この中には住宅地も含まれている。課税対象面積は 12,530 ha で VDC 管轄面積の約 75% である。本調査での純耕地面積は、課税対象面積から宅地・水路敷地・池・森林地等、合計 7% を控除して求める。

調査対象地域内の一部は、スンサリ川に設置する頭首工からの灌漑対象面積に含まれない。理由と

して 1) 調査対象地域の北部は灌漑ネットワークから外れている、2) 一部の標高が高い地域は重力式灌漑が不可能である、3) 他の灌漑プロジェクトがカバーしている地域である、等があげられる。灌漑ネットワークでカバーされていない北部地域は Narsimha VDC と Babiya VDC 内に位置する。耕地標高 66m～68m 範囲の重力式灌漑が不可能な地域は、最南部の Kaptanganj VDC にあり、面積は約 397 ha である。南東部に位置する Sahebganj VDC は Chanda Mohana 灌漑プロジェクト内に含まれているので、本灌漑対象地から除外する。これらの地域を考慮して、頭首工による純重力灌漑面積を集計すれば 10,147 ha となる(下表 6.3)。

表 6.3 スンサリ川による灌漑対象面積

No.	Nome of VDC	Total Land, ha	Taxation, ha	Gross Irrigable, ha	Net Irrigable, ha
1	Sahebganj	1346.3		0.0	0.0
2	Kaptanganj	1469.0	1362.4	1111.6	636.8
3	Dewanganj	373.9	333.9	333.9	310.5
4	Ghuski	1450.5	1299.3	1299.3	1208.3
5	Rajganj-Sinuwari	1969.1	1852.7	1100.9	1023.8
6	Madhya Harsahi	627.5	589.0	589.0	547.8
7	Basantapur	983.0	793.8		738.2
8	Harinagara	1089.9	988.8	988.8	919.6
9	Ramnagar Bhutaha	1317.0	877.0	877.0	815.6
10	Jalpapur	599.9	543.2	448.2	416.8
11	Narsimha	3548.9	767.2	2651.7	2466.1
12	Gautampur	817.6	768.3	637.7	593.1
13	Babiya	1226.2	1112.2	506.1	470.7
Total of the Study Area, ha		16,819	12,530		
Gravity Irrigable Area, ha				11,338	10,147
Elevated area in Kaptanganj		to be irrigated by pump		455	397
Total Irrigable Area, ha					10,544

6.3.3 灌漑用水量

灌漑用水量算出の内、作物蒸発散量算定には修正ペンマン法を用いる。水稻の単位用水量は、水稻蒸発散量に加え代掻用水、苗代用水ならびに水田浸透量を考慮する。気象データは Biratnagar Airport 観測所 (Station No.1319) の 1971 年～2000 年データを用いる。単位用水量は作物条件ならびに作物生育段階に応じた用水量を求めた後、有効雨量を差し引いて算定する。また、総合灌漑効率は水田 65%、畑 50%とする。

1) 蒸発散量 (ET_o)

作物の水消費は基準蒸発散量 (ET_o) と作物係数 (K_c) 掛け合わせて積算する。基準蒸発散量算定にあたっては、修正ペンマン法を適用する。下表 6.4 に基準蒸発散量の月別結果を示す。最小は 12 月の 2.3mm、最大は 4 月の 7.2mm であり、年間合計は 1,679mm である。

表 6.4 基準蒸発散量 (ET_o), mm/日

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2.4	3.6	5.6	7.2	7.0	5.8	4.7	4.9	4.2	4.0	3.3	2.3

2) 作物係数

本件調査対象地域の作付体系は雨季水稻耕作および乾季畑作で構成される。作物係数は作物の生育段階により異なるが、FAO Technical Paper No.24 および SMIP で使用されている係数を参照して決定する。下表 6.5 に月別作付体系に基づいた作物係数 (K_c) 値を示す。

表 6.5 作物係数(Kc)

作物	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水稲(105days)	1.00	1.00	1.00	1.05	1.10	1.13	1.15	1.10	1.10	1.00		
水稲(120days)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.10	1.13	1.15	1.10	1.05	1.03	1.00
小麦	0.43	0.54	0.75	1.00	1.10	1.15	1.15	1.15	1.00	0.80	0.60	0.40
菜種	0.40	0.44	0.55	0.75	0.90	1.00	1.00	0.90	0.70	0.50	0.20	
豆類	0.40	0.44	0.52	0.70	0.86	1.00	1.05	1.05	1.00	0.96	0.40	0.20
モンゴビーン	0.40	0.50	0.65	0.75	1.00	1.00	0.70					
野菜(冬)	0.45	0.49	0.55	0.65	0.85	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.80	0.60
野菜(夏)	0.45	0.60	0.70	0.85	0.95	0.95	0.95	0.80	0.60			
ポテト	0.42	0.48	0.55	0.79	0.90	1.01	1.13	1.13	1.13	1.08	1.01	0.94
野菜(冬) +ポテト	0.44	0.49	0.55	0.72	0.88	0.98	1.04	1.04	1.04	1.02	0.91	0.77
ジュート	0.41	0.49	0.85	0.85	0.85	1.10	1.10	1.10	0.85	0.85		
サトウキビ	0.55	0.55	0.55	0.65	0.80	0.88	0.93	0.97	0.99	1.00	1.01	1.02
	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
	1.05	1.05	1.05	1.05	1.00	0.90	0.90	0.90	0.80	0.70	0.65	0.60

注：1期=10日

3) 地下浸透量

水稲の単位用水量の算出に重要となる減水深測定（浸透量測定）を2001年から2002年の調査期間において全調査対象地域内42ヶ所で行った。減水深測定結果は最低9.9mm/dayから最大38.7mm/dayであった。SMIPはSuksena地域において3mm/dayの減水深量を設計値に採用しているが、本調査対象地域内では減水深量がこれほど小さい地区は皆無である。調査対象地域を3分割し、地域ごとの減水深を算定したところ、北部地域で14.4mm/day、中央部地域で17.0mm/dayおよび南部地域で20.8mm/dayとなり、平均すると17.3mm/dayとなった。

4) 代掻き用水および苗代用水

代掻き用水は田植前に水田を泥状にして田植作業を容易にするための必要な用水で、土壌水分、表土蒸発および地下浸透等の損失を考慮して算定する。積算の結果、設計代掻き用水量は180mmとなる。苗代用水は稲が生育するのに必要な苗床（泥状床）への配水量で、作物蒸発散量および地下浸透量を加えて積算する。苗床に必要な面積は水稲耕地面積の約5%で苗の生育期間は約30日間とする。苗代用水の積算結果、用水量合計は840mmで5%当たり面積用水量は42mmとなる。

5) 降雨量および有効雨量

作物の生育にとって降雨は重要な水源である。灌漑開発を計画するに際しては、計画確率降雨量を算定し、作物の生育段階にて利用される有効雨量を求めなければならない。本調査での降雨量データはBiratnagar Airport観測所を用い1971年～2000年までの10日毎降雨を有効雨量の算定に使用した。年間降雨量は1,948mmであり、月別10日毎の平均降雨量は以下の図6.2に示す通りである。

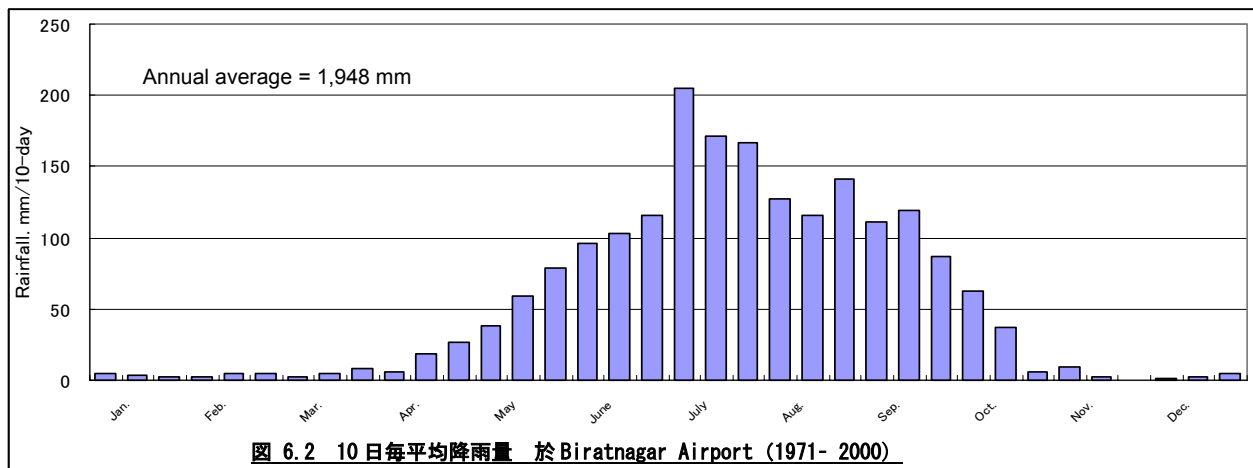


図 6.2 10日毎平均降雨量 於 Biratnagar Airport (1971- 2000)

降雨は全て作物の生育に役立つものではなく、有効土層に浸透した水分を根によって吸収するため、降雨の数割は地表部を流出してしまう。作物の生育のため消費される降雨が有効雨量である。有効雨量の推定方法は種々あるが、水稻と畑作では有効雨量の算定方法が異なる。

5.1) 水稻有効雨量

水稻有効雨量の算出は、10日毎平均降雨量を集計し下記の算定方法で求める（SMIP Stage III F/S 算出結果参照）。降雨データは Biratnagar Airport 気象観測所 30 年間に（1971～2000 年）を使用した。降雨確率別の有効雨量は下表 6.6 の通りである。

- 雨量 R10<10mm: ER = 0 mm,
 - 雨量 R10mm < R10 < 150mm: ER = 0.80 × R10, and
 - 雨量 R10 > 150mm: ER = 120 mm
- ここに: ER: 10-day 有効雨量 (mm)
R10: 10-day 降雨量 (mm)

表 6.6 降雨確率別水稻有効雨量

Probability, %	May			Jun.			Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Annual
	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	
Average	30	48	63	77	82	92	120	120	120	102	92	113	89	95	70	50	30	0	1,394
50	30	47	62	76	81	90	120	120	120	100	91	111	87	94	68	49	29	0	1,374
60	28	44	58	71	75	84	120	120	120	93	85	103	82	87	64	46	27	0	1,307
70	26	41	54	66	70	79	120	117	114	87	79	97	76	82	60	43	26	0	1,235
80	24	38	51	62	66	74	120	110	106	81	74	90	71	76	56	40	24	0	1,161
90	23	36	47	58	61	69	120	102	99	76	69	84	66	71	52	37	22	0	1,092

5.2) 畑作有効雨量

米国農務省・土壌保全部は、50 年間に亘る気象および土壌水分量等の分析結果から畑地有効雨量を下式によって求める方法を提案している。この式では、1日当たりの土壌水分バランスは降雨と作物消費水量の関数として与えられるが、本件調査では下式を用いて畑作有効雨量を算定する（畑地有効降雨は作物用水量を超えない）。なお、月当たり降雨量が 10mm 以下の場合、有効雨量を無視する。下表 6.7 に算定結果をまとめる。

$$ER = 0.2 \times R^{0.95} \times Cu^{0.31}$$

ここに: ER: 有効降雨 (mm)
R: 降雨量 (mm)
Cu: 作物用水量 (mm)

表 6.7 降雨確率別畑地有効雨量

Probability, %	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
Average	0	0	0	23	100	172	276	187	145	47	0	0	951
50	0	0	0	23	98	169	271	184	143	46	0	0	934
60	0	0	0	22	92	158	254	172	134	44	0	0	875
70	0	0	0	20	86	148	238	161	125	41	0	0	820
80	0	0	0	19	81	139	223	151	117	38	0	0	768
90	0	0	0	18	76	130	209	142	110	36	0	0	720

Note: Less than 10mm/10day rainfall is neglected.

6) 灌漑効率

灌漑効率は、圃場内での地形変化および浸透量を考慮したロス、分水施設操作ロス、および水路内の送水ロス等を加算して算定する。水田の圃場内ロスは少ないと考えられるが、その一方、畑地のロスは地下浸透や地表面流出損失等で大きくなる。土壌特性、地形、気候、灌漑方法および灌漑経験等を考慮に入れて、圃場内効率は水田で 90%、畑地で 70%と推定する。

灌漑施設の操作ロスは、灌漑用水の分水操作ミスおよび不慣れ等で発生するロスである。東南アジア諸国で測定された総操作ロスは単位用水量の 85~95%である。分水施設の操作訓練による適切な指導で操作が改善されれば損失率は低下する。これらの要因を考慮し操作効率は 85%と推定する。

水路の送水ロスは水面蒸発と水路内浸透によって引き起こされる。送水ロスを測定するために、2001年 8 月に Suksena および Shankarpur 水路で送水ロスを測定した。測定結果は約 14% (約 1000m 間で 0.525m³/s から 0.451m³/s に減少)であった。Suksena と Shankarpur の両幹線水路はコンクリートライニングを行う計画とするが、土水路である 2 次支線水路以降の浸透ロスなどを考慮して、送水効率は 85%と設定する。

総合灌漑効率は上記の圃場内効率、操作ロス、ならびに送水ロスを乗算して求めることができる。上記各灌漑ロスを積算すれば、総合灌漑効率は水田で 65%、畑作で 50%となる。

6.3.4 利水安全度を考慮した灌漑開発戦略

灌漑システム設計に伴う利水安全度は、対象国に応じて、あるいは一国内であっても灌漑システムごとに異なる場合がある。ネパール国内の利水安全度は、通常 80%が採用されている。しかしながら、80%の利水安全度を採用出来ない場合、灌漑対象面積の削減や利水安全度自体を減少させる等の対策をとる。SMIP の Stage III を例にとると、設計取水量 60 m³/s の下で、利水安全度はやや低めの 70%とし、最大灌漑可能面積 73,000 ha をカバーする計画としている。

最大用水量を必要とするのは雨期の水稲作である。スンサリ川からの利用可能な水量と水稲必要水量の収支を、利水安全度別・水稲作付面積ごとにケース・スタディを行った。表 6.8 にその結果を示す。

表 6.8 スンサリ川 6~11月における水収支、cum/s (下流放流量1.8 cum/sを考慮)

Paddy Area	Reliability %	Water Balance on Sunsari River (deficit/surplus), cum/s																								Max Requirement cum/s	Irrigation Duty ls/ma
		June			July			August			September			October			November										
		F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L								
100%	10,147	P50%	13.18	14.82	10.41	20.02	13.02	16.52	7.03	9.19	7.06	0.88	10.21	1.92	-1.40	-0.52	-0.89	1.81	2.59	3.09	25.06	2.4696					
		P60%	11.58	12.23	7.64	16.15	9.47	12.36	2.70	4.57	2.84	-2.82	6.02	-1.02	-3.50	-2.16	-1.76	1.15	2.01	2.61	26.14	2.5763					
		P70%	10.84	10.99	6.23	14.37	7.49	9.46	0.14	1.92	0.26	-5.03	3.59	-2.67	-4.63	-2.99	-2.16	0.84	1.74	2.39	27.15	2.6760					
		P80%	10.26	10.26	5.32	13.34	5.61	7.77	0.74	0.03	-1.66	-6.04	1.85	-3.82	-5.39	-3.51	-2.39	0.66	1.39	2.26	28.10	2.7690					
90%	9,132	P50%	9.61	8.91	3.83	11.37	2.93	3.94	-4.30	-2.65	-4.21	-8.84	-0.60	-5.50	-6.56	-4.39	-2.83	0.33	1.29	2.01	28.98	2.8559					
		P60%	13.30	15.72	11.74	21.78	15.16	18.81	9.34	11.69	9.12	2.31	12.24	3.91	0.35	0.86	-0.09	2.12	2.76	3.09	22.55	2.4696					
		P70%	11.10	12.81	8.99	17.91	11.61	14.76	5.13	7.15	5.03	0.25	9.15	1.04	-1.71	-0.75	-0.96	1.46	2.16	2.61	23.53	2.5763					
		P80%	10.97	11.90	7.61	16.12	9.66	11.96	2.66	4.93	2.58	0.00	3.30	-0.55	-2.81	-1.56	-1.36	1.15	1.89	2.39	24.84	2.6760					
80%	8,118	P50%	10.55	11.17	6.73	15.09	7.86	9.78	0.91	2.84	0.77	-3.91	4.17	-1.65	-3.35	-2.08	-1.60	0.98	1.74	2.26	25.29	2.7690					
		P60%	9.79	9.84	5.26	13.13	5.26	6.67	-1.56	0.25	-1.67	-6.03	1.80	-3.28	-4.69	-2.94	-2.04	0.64	1.44	2.01	26.08	2.8559					
		P70%	13.43	16.61	13.07	23.54	17.30	21.31	11.65	14.20	11.18	5.75	14.27	5.91	2.10	2.27	0.70	2.44	2.90	3.09	20.05	2.4696					
		P80%	11.83	14.04	10.35	19.67	13.74	17.16	7.56	9.79	7.23	2.26	10.28	3.09	0.07	0.66	-0.17	1.77	2.32	2.61	20.91	2.5763					
70%	7,103	P50%	13.56	17.51	14.40	25.29	19.44	23.71	13.96	16.71	13.24	8.18	16.30	7.90	3.85	3.67	1.50	2.75	3.05	3.09	17.54	2.4696					
		P60%	11.10	12.81	8.99	17.91	11.61	14.76	5.13	7.15	5.03	0.25	9.15	1.04	-1.71	-0.75	-0.96	1.46	2.16	2.61	23.53	2.5763					
		P70%	11.22	13.72	10.37	19.64	14.01	16.95	7.76	10.06	7.22	2.89	10.27	3.67	0.82	1.28	0.23	1.78	2.20	2.39	19.01	2.6760					
		P80%	10.90	13.01	9.54	18.61	12.41	15.01	6.20	8.48	5.64	1.54	8.80	2.68	0.15	0.79	-0.01	1.60	2.05	2.26	18.67	2.7690					
60%	6,088	P50%	9.90	11.68	8.11	16.64	9.99	12.12	-3.92	-2.65	-3.41	-0.40	3.30	-1.15	-0.94	-0.05	-0.45	1.27	1.75	2.01	20.29	2.8559					
		P60%	13.68	18.40	15.73	27.05	21.58	26.11	16.27	19.21	15.30	10.62	18.32	9.90	5.61	5.06	2.29	3.06	3.21	3.09	15.04	2.4696					
		P70%	12.09	15.84	13.07	23.18	18.02	21.96	12.42	15.02	11.61	7.34	14.94	7.20	3.64	3.48	1.42	2.40	2.67	2.61	15.99	2.5763					
		P80%	10.93	13.92	10.95	20.36	14.67	17.63	8.84	11.27	8.07	4.27	11.11	4.85	1.99	2.23	0.79	1.92	2.20	2.26	16.86	2.7690					
50%	5,074	P50%	10.11	12.61	9.54	18.40	12.34	14.85	6.67	8.94	5.95	2.41	9.00	3.37	0.93	1.40	0.35	1.58	1.90	2.01	17.39	2.8559					
		P60%	13.81	19.29	17.06	28.81	23.72	28.51	18.58	21.72	17.36	13.06	20.35	11.89	7.36	6.45	3.09	3.38	3.36	3.09	12.53	2.4696					
		P70%	12.21	16.74	14.42	24.94	20.16	24.36	14.85	17.64	13.81	9.88	16.67	9.26	5.43	4.89	2.22	2.71	2.78	2.61	13.07	2.5763					
		P80%	11.48	15.54	13.14	23.15	18.35	21.95	12.84	15.49	11.85	8.16	14.72	7.90	4.46	4.13	1.81	2.41	2.51	2.39	13.58	2.6760					
P90%	10.24	13.53	10.97	20.15	14.69	17.38	9.41	11.84	8.49	5.23	11.40	5.98	2.81	2.84	1.14	1.89	2.06	2.01	14.45	2.8559							

上表よりスンサリ川からの取水で、雨季に全ての水稻 10,147 ha を灌漑することは不可能であることが判る。このため、灌漑対象面積を削減するか、消費水量の少ない野菜を導入するか、利水安全度を下げるかの対応を行う必要がある。

調査対象地域内の北部と南部では経済的な格差があり、比較的貧しい南部を本プロジェクトから削除すれば、経済的格差はより増加する。このため、下流部を灌漑対象地域から削除する案は公益の観点から困難である。野菜導入に関しては、優位な水稻耕作を早急に野菜栽培に変えるには困難が伴うことは事実である。

しかしながら、調査対象地域に広く分布する砂質系土壌地帯では水稻耕作が適応しない事実を考慮し、将来の開発ビジョンとしては先の農業開発戦略で述べたように野菜を振興する営農形態に向かうべきと考える。これらのことから灌漑計画としては、利水安全度 80% で水稻耕作 60%、残りの 40% を畑作とすることを基本とする（なお、利水安全度を 50% まで低減すれば水稻耕作 80% が可能である）。

6.3.5 スンサリ川下流放水を考慮した灌漑開発計画の策定

乾期においては小麦や野菜への補給水が絶対的に不足する。乾期におけるスンサリ川の流量は減少し利用可能水量は 4 m³/s 以下で、対象地域 10,147 ha 全体に対する灌漑は不可能である。乾期におけるスンサリ川流量を全量取水した場合でも 6,600ha しか灌漑できない。なお、利用可能な灌漑用水を 1.8 cum/s(最小利水安全度 P80% の 50%)とした場合は 3,500ha 程度の灌漑面積となることから、乾期の灌漑においては最小生育用水量の配水および Suksena と Shankarpur 水路間のローテーション灌漑を計画しなければならない。

最小生育用水量による灌漑方法は、広大な耕作地域、灌漑水源が制限されている地域、灌漑用水が耕地全体に行き渡らない地域等の悪条件下の諸国で実施されているが、灌漑用水量の算定公式等は確立されていない。しかしながら、本調査においては既存の浅井戸灌漑用水量を解析することにより最小生育用水量を把握することができる。乾期の畑作において農民は浅井戸揚水ポンプ燃料費を節約するために、作物が生育に必要な最小用水量を配水している。この配水量は修正ペンマン公式によって積算される用水量の約 60%程度であり、これを最小生育用水量による灌漑方法と見なすことができる。

乾期における灌漑は下流部への環境保全を考慮して全量取水でなく必要量を放流しなければならない。本灌漑計画の頭首工下流部に位置する 2 箇所の製紙工場から河川に廃水が流入しており、必要放水量の検討にはこれら製紙工場の廃水処理施設の設置が係わってくる。現段階では製紙工場からの廃水処理が未確定であり、頭首工からの放水量を決定することは非常に困難であるが、将来的には現状河川流量の約 50% (1.8 m³/s) が考えられる。また、製紙工場が将来ネパール国の排水基準に従うとともに、更に、漁業に対する補償が満たされるならば、20% (0.7m³/s) の放流量が期待されるところである。これらの事項に基づき以下の灌漑開発計画を提案する。

雨期：計画作付体系の下、利水安全度 80%で全対象面積の 60%を水稻耕作とする（利水安全度を 50% とすると全対象面積の 80%で水稻耕作可能となる）。

乾期（ベースケース）：乾期は浅井戸を利用する（スンサリ川から取水は行わない）。

乾期（将来ケース 1）：Suksena および Shankarpur 水路間の年毎ローテーション灌漑、最小生育用水量灌漑

（下流への最小放流量は 50%の 1.8m³/s、利水安全度 80%）

乾期（将来ケース 2）：Suksena および Shankarpur 水路間の年毎ローテーション灌漑、修正ペンマン法による灌漑水量供給

（下流への最小放流量は 20%の 0.7m³/s、利水安全度 80%）

6.3.6 排水計画

調査対象地域内には排水網の整備がなされておらず、度々水田および住宅地域に湛水被害をもたらしてきた。特に調査対象地域下流部では、家屋の立地条件が悪い貧困層が被害に遭いやすい傾向もみられる。灌漑水路の維持管理道路および村間道路沿いに脆弱な排水路らしき水路が見られるが、最終的に既存の河川へ排出できない状況にある。現状ではこれらの排水は再び水田灌漑に利用されている。地域内の排出システムを計画するには、耕地からの余剰な灌漑水、通常降雨流出、およびモンスーン期の洪水量等を考慮して設計単位排水量を算定する必要がある。

水田からの単位排水量は、過去 30 年間（1970 年～2000）の Biratnagar Airport 気象観測所の降雨データに基づいて算出する。算出方法は 3 日連続 50mm/日以上 of 降雨がある場合に、10 年確率降雨の日最大降雨量から求める。単位排水量の算定に使用する 3 日連続 50mm/日以上 of 降雨とは、水稻耕作において水田に湛水状態が発生し生育に悪影響を及ぼすため早急に排水する必要がある場合である。湛水状態における被害とは、初期成育期における葉呼吸が出来ないために発生する根腐れや分けつの障害、中期生育期の花芽分化障害等である。

湛水時間が 2～3 日以内であれば生育に大きな被害は出ないが、湛水が 3 日間以上続くなれば、稲への被害は著しく増加する。稲の生育に関し余剰水を排出するため 3 日間程度を設計排出期間とする。10 年確率の最大日降雨量 Log-Pearson III による算定の結果 194mm/日となり、この値を水田排出の設計に採用する。単位排水量は 4.3 l/sec/ha となる。

排水システムは、調査対象地域からの排水をスンサリ川、旧スンサリ川および Budhi 川に排水するよう設計する。即ち、最末端の排水路はコレクター排水路（最末端圃場 2～4 ha からの灌漑余剰水および余剰雨水を集める）であり、末端灌漑水路掛かり（約 20 ha）の各コレクター排水路は 3 次排水路に集め、既存排水路（2 次排水路）を経て上述河川へと排出する。既存排水路（モンスーン期のみ小川）は水田化している個所もあり浚渫する必要がある。また、既存河川への円滑な排出のために、排出口の整備（護岸・排水門等）も必要となる。また、旧スンサリ川に排水された水を灌漑に再利用することが考えられ、これは中期計画として位置づける。

6.4 灌漑施設計画

本調査では灌漑施設として、1)頭首工、2)幹線用水路（導水路含む）、3)2 次・3 次用水路および 4)圃場内水路などについて計画設計を行う。設計に使用する各種基準類は、灌漑局（DOI）の所有する“Planning and Design Strengthening Project (PDSP) manuals”を基本とするが、現場条件や設計条件に応じて DOI 担当者の意見聴取を行うとともに、本邦の基準なども適宜参照する。

頭首工の位置は、東西ハイウェイの下流約 600m の地点に設定する。スンサリ川は、元来蛇行の激しい河川であるが、東西ハイウェイの下流約 100m 地点からおよそ 500m にわたり直線区間となり、その流れも安定している。したがって、本頭首工の位置をこの区間中流部に設定する。本施設計画では、両岸取水することからこの直線区間に取水口を設置して、左右両岸に続く導水路への安定配水を行うものとする。

また、頭首工位置をこの地点に設定することで、近傍製紙工場から排出される工場廃液の灌漑水路への流入を回避する。現在、東西ハイウェイの下流 700m 地点の右岸側に 2 箇所の製紙工場が操業しており、その廃水がスンサリ川に流入している。この工場廃水が灌漑用水に混入することを避けるため、排出口の上流部に頭首工を設置するものである。本頭首工の計画諸元を以下に示す。

● 設 置 計 画 位 置	東西ハイウェイより 600m 下流地点
● 頭 首 工 の タイ プ	全可動堰（手動操作による樋門）
● 集 水 面 積	300 km ²
● 設 計 高 水 量	650 m ³ /sec
● 堰 長	72 m
● 洪水吐きゲート門数	5 門
● 同 上 ゲ ー ト 規 模	6.20 m×3.60 m
● 土砂吐きゲート門数	4 門
● 同 上 ゲ ー ト 規 模	6.20 m×3.85 m
● 設 計 取 水 量	16.93 m ³ /sec
● 河 川 維 持 流 量	約 0.7 m ³ /sec (利水安全度 80%とした場合の 20%河川流量)
● 付 帯 工	魚道工（両岸に設置）

用水路および付帯施設の計画設計では、SMIP における施設の現状や水路網などを参考に計画する。水路断面の設定に際しては、現況断面および敷地幅などを考慮して、新たな切・盛土や用地買収を極力回避するように決定する。用水路の構造は、現況水路では土水路であるが、周辺が砂質土壌である

ことを考慮し、本計画では Suksena と Shankarpur 両幹線水路および Suksena 側の 2 次水路 No.4SRR についてコンクリートライニング水路として計画する。

SMIP では適正な水配分を確実にを行う観点から、2 次水路の始点以降 3 次水路末端に至る水路延長は 5km 程度を限度としている。本計画においてもこの考え方を踏襲するとともに、新たな用地の取得を極力抑えるためにも、基本的には現況の用水路路線に追従するものとする。ただし、水路網について、灌漑のシステム管理や適正な水管理を行うため、あるいは水路延長が 5km 以上に達する場合には、必要に応じ用水路の新設を含めて、適正規模の施設を配置する。

灌漑用水補給の末端施設である圃場内水路 (watercourse) については、1 路線当たりの水路延長を現在 SMIP で実施されているものよりも短くした計画とする。SMIP では watercourse の 1 路線延長をおよそ 1.2km とし、約 28ha をカバーしている。本計画ではこの watercourse は関係受益者自身により建設されることを前提に考えている。また、調査対象地域の土質が砂質であることから、農民による維持管理や補修作業が非常に重要であり、水路長が長い場合、これらの作業が困難となる。こうした要因を考慮して本計画では watercourse の 1 路線の延長を、およそ 300m 程度を限度とし、カバーする面積をおよそ 20ha とし、計画する。これは上述コンサルテーション・ワークショップにて農民が提案した規模とも合致する。

灌漑用水の分配システムは、一切のゲート施設を排除した方式により行う。この思想は既に SMIP において運用されているが、ゲート施設の設置は幹線水路および 2 次水路始点に限られ、2 次水路以降、3 次水路、圃場内水路に至る灌漑水の分配には、ゲート施設は関与しない。この方式は乾期においても水路内の水位をほぼ設計水位に維持することが必要とされるものの、施設建設コストおよび維持管理費用を軽減するとともに、ゲート施設に求められる煩雑な操作から、こうした作業に不慣れな農民らを開放するものである。また水配分の機能を補強するため水路の落差工設置地点に角落としの設置も計画する。

6.5 灌漑システム管理

ネパールにおける灌漑システムの管理形態は、地元農民組織、政府機関、ならびにその両者によって管理される形態に大別されている。このような灌漑システムの管理方法は他諸国でも行われており一般的な傾向である。地元農民組織が管理する灌漑システムは小規模であり、政府関連機関は大規模となる。ネパールでの小規模灌漑システムはアジア開発銀行 (ADB) 支援で行われており、Irrigation Sector Project (ISP) および Second Irrigation Sector Project (SISP) 等により実施されてきた。政府関連機関が実施する灌漑システムは通常 2,000 ha 以上である。

第 3 番目の灌漑システム管理方法は Joint Management と呼ばれ、WUA (水利用組合) および政府関連機関が管理責任を共有する形式である。多くの場合、政府関連機関はダム、貯水池、取水堰および幹線水路等の主要な灌漑施設を管理する。WUA は灌漑システムの下流部である 2 次水路、サブ 2 次水路、3 次水路および末端灌漑施設を管理し、水利費 (Irrigation Service Fee; ISF) の徴収にも責任を負う。

本調査では、主要灌漑施設である頭首工および Shankarpur ならびに Suksena 幹線水路を DOI (水資源省灌漑局) の管轄下に置くことを提案する。2 次水路以下の灌漑施設については、各灌漑施設に関連する WUA によって管理されることになる。WUA は基本的に分岐灌漑水路ごとに、社会的な連帯意識

の観点を踏まえて組織される。また、本灌漑計画の中で 2 次水路の規模が大きく WUA で全線を管理することが不可能な場合は、2 次水路であっても DOI による管理とする。この様な大規模 2 次水路は Suksena 幹線水路の 4SRR が該当する。

6.6 水利組合の設立（水理的分権化への提案）

現行の灌漑規則ならびに政策は、灌漑システムが技術、財政、制度および環境面などの将来的な見通しからみて、より一貫した持続性をもって運用されることを謳っている。また、灌漑スキームの建設・運用・維持管理といった作業に、組織化された水利用者の参加が増加してくることで、こうした作業における政府の関与が軽減することを想定している。持続可能な灌漑システムとは、用水の分配者である DOI と農家・水利用者の双方が協調して運営・管理していくことで、はじめて現実のものとなる。

水利用および灌漑に関する規則は、DOI による灌漑システム管理の一部を、法的に正式な登録を済ませた水利組合へ委任することを認めている。したがって、水利組合組織が十分機能しえない場合、組合自体の存立や灌漑システムの持続的運営、係争解決および組合員からの水利費の徴収といった、灌漑システム管理の実現が不可能となる。

6.6.1 水利組合の組織構成

本調査では水利用における水理的分権を指向する水利組合の設立を提案する。すなわち、灌漑区域への導水を制御するチェック施設の配置に対応した水利用者組織を形成するもので、幹線水路および 2 次水路に設置されるチェック施設毎に一貫した水管理運営および施設の維持管理を行うものである。この水利組合は階層状に構成する。すなわち、圃場内水路（watercourse）により灌漑水が導水される圃場レベルでの水利グループ（Water Users' Group; WUG）を形成したのち、その後階層的にその組織構成を重ねていくものとし、この水利グループを構成素とする 2 次用水路ごとの水利組合（Water Users' Association; WUA）を設立する。

構築した用水路ネットワークに基づき、全 44 の水利組合（Suksena 地区 18、Shankarpur26）を形成する。これらの水利組合が各々にカバーする灌漑面積は 115～402ha、平均 231ha である。ひとつの水利組合には 6～20、平均 12 の最末端水利グループ（WUG）がおかれる。これにより、Suksena および Shankarpur 幹線用水路すべての分水工以降（2 次用水路以降）は当該水利組合の管理下に置かれる。水利組合のすべては DOI プロジェクトオフィ

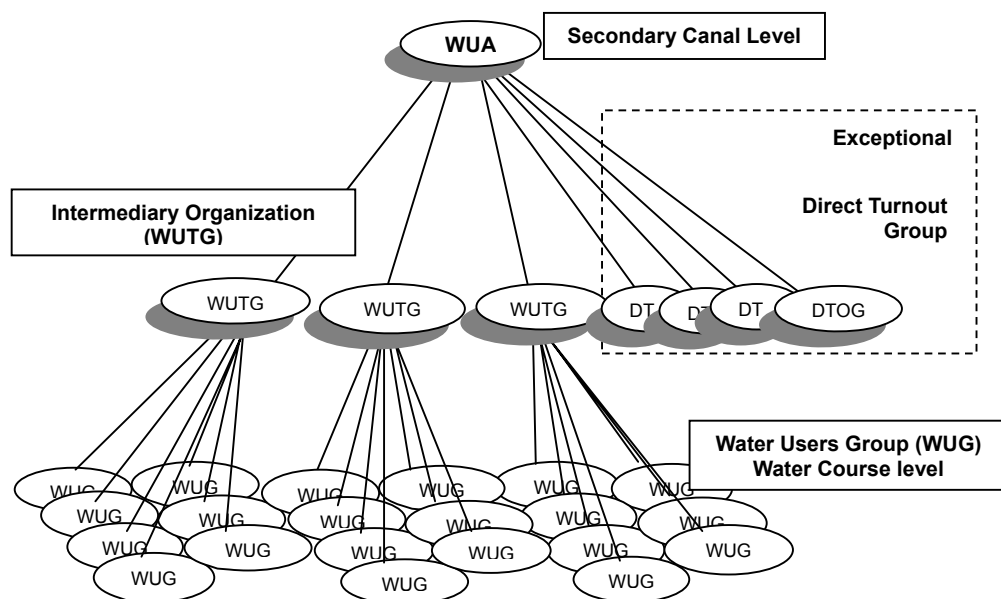


図 6.3 水利組合組織構成図

スと連帯して運営管理を行うこととなるため、水管理上の分界点となるゲート地点にて、DOI プロジェクトオフィスと水利組合との間で責務分担が行われることとなる。すなわち、DOI と水利組合の管理境界に位置するゲート（水利組合の領域では最上流域に相当）までは国が管理し、そしてそれ以降の水利組合管轄領域内の施設については水利組合が運営・維持管理に当たることとなる。

水利組合の組織構成は、その基礎的構成要素である WUG に始まり階層状に組織するが、組織を構成する階層は可能な限り少なくするのが妥当である。組織運営上の観点からはふたつの階層、すなわち水利組合本部（Water Users' Committee; WUC）とその構成素である WUG の 2 階層により構成するのが望ましい。前者は 2 次水路に関する総合的な運営・管理を責務とし、また後者は個々の圃場レベル（圃場内用水路 watercourse）における維持管理を担うこととなる。

なお、本調査対象地域のほとんどにおいては、2 次用水路～圃場内用水路の間には 3 次用水路が介在することから、これら 3 次用水路範囲をカバーし、上述の WUC と WUG との中間に立って両者を結合する中継組織（Water Users' Tertiary Group; WUTG）が必要となる。以上のとおり、本調査で提案する水利組合は 3 階層により構成することとなる。

3 次用水路における水利者組織の役割は、総合的な組織運営の観点から最小限度に留まるものである（水配分のみに責を有し、水利費徴収などは行わない）ことを想定するが、3 次用水路掛かりは 50～80 戸をひとまとまりとする一村落規模に近く、水路によっては関係水利者が全員 1 村落の構成員となることも起こりうる。調査対象地域の村落は同族で形成されていることが多いため、1 村落が 3 次用水路掛かりと重なる場合は、3 次用水路レベルで同族関係に支えられた効果的な灌漑管理が可能になると考えられる。この場合は、WUG ではなく WUTG が基礎単位となり組織運営の責務を担うものとする。

6.6.2 水利組合と女性

前述の通り、調査対象地域では女性の地位が未だ低いと言えるので、ジェンダー問題は女性の地位向上という観点から検討する。灌漑政策によると、水利組合員の構成員の 20% は女性であるべきとされている。水利組合への女性参加を考える場合、この政策に従って女性の水利組合参加を促すか、あるいは水利組合の下部組織として女性グループを形成することを計画する。この女性グループは水利組合女性グループ（Women in Water Users' Group; WWUG）と称し、参加女性が、家庭菜園で採れた野菜の共同販売、マイクロクレジット、識字教育など、自ら活動テーマを決めて行動する。女性グループの活動資金は水利費からその一部を賄うことを計画する。WWUG のリーダーは WUG の一員となり、WUG と WWUG の繋ぎ役を担うものとする。

WWUG の設立により、女性のグループ活動への参加が促され、またこの活動を通して女性が自信を持てるようになることが期待される。グループ活動の成果をみることにより男性の女性の地位に対する理解も徐々に得られるようになることも期待される。このような過程を経て、WWUG は将来 WUG と合併されていくことを念頭に置く。これにより WUG が農協としての活動にも関わられるよう強化されることが想定される。更に水利組合を窓口とした農業普及活動に対する女性参加者をこの WWUG を通して選定することを計画する。

6.7 農村基盤整備開発（道路網改善）

調査対象地域の経済において、モノによる取引は重要な意味を持っている。多くの水田は小作農が

借地料を現物で地主に支払っており、農業収入の 60%は自家消費分の農産物として得ている。しかしながら、人々は日々の生活に必要な支出や子女の教育費のために現金が必要であり、この解決策として農産物を売りに出すことが必要となる。

農作物を売りに出すには脆弱な道路状態、とりわけ雨期の悪路状況が大きな阻害要因となっている。今後、道路および道路網の改良がなされれば、農作物の売買は活発になる。道路の改善はモノの流通に対する制限要因を緩和するとともに、また、農家に対しより一層の野菜栽培を促すこととなる。このことによって、地域住民の灌漑農業開発による生計向上を図ることが可能となる。

現地踏査から明らかなように、調査対象地域内の道路状況は西側地域において脆弱である。したがって公共投資の公平性といった観点から、当該地域の道路網および道路状態の改善は最優先課題として取り上げる。そのため、村落道路と本計画の用水路整備で併設される維持管理用道路とを接続することで、調査対象地域西部地域における効率的な流通・輸送のための道路網構築を計画する。対象路線は図 6.4 に示す 3 路線とする。これらの路線が改善されることにより、Basantapur および Ghuski から Dewanganj や、Harinagara へのアクセスがより容易になるうえ、Inaruwa、Biratnagar への連絡も可能となる。また、同時に Dewanganj 北側に野菜集・出荷所の建設を計画する。

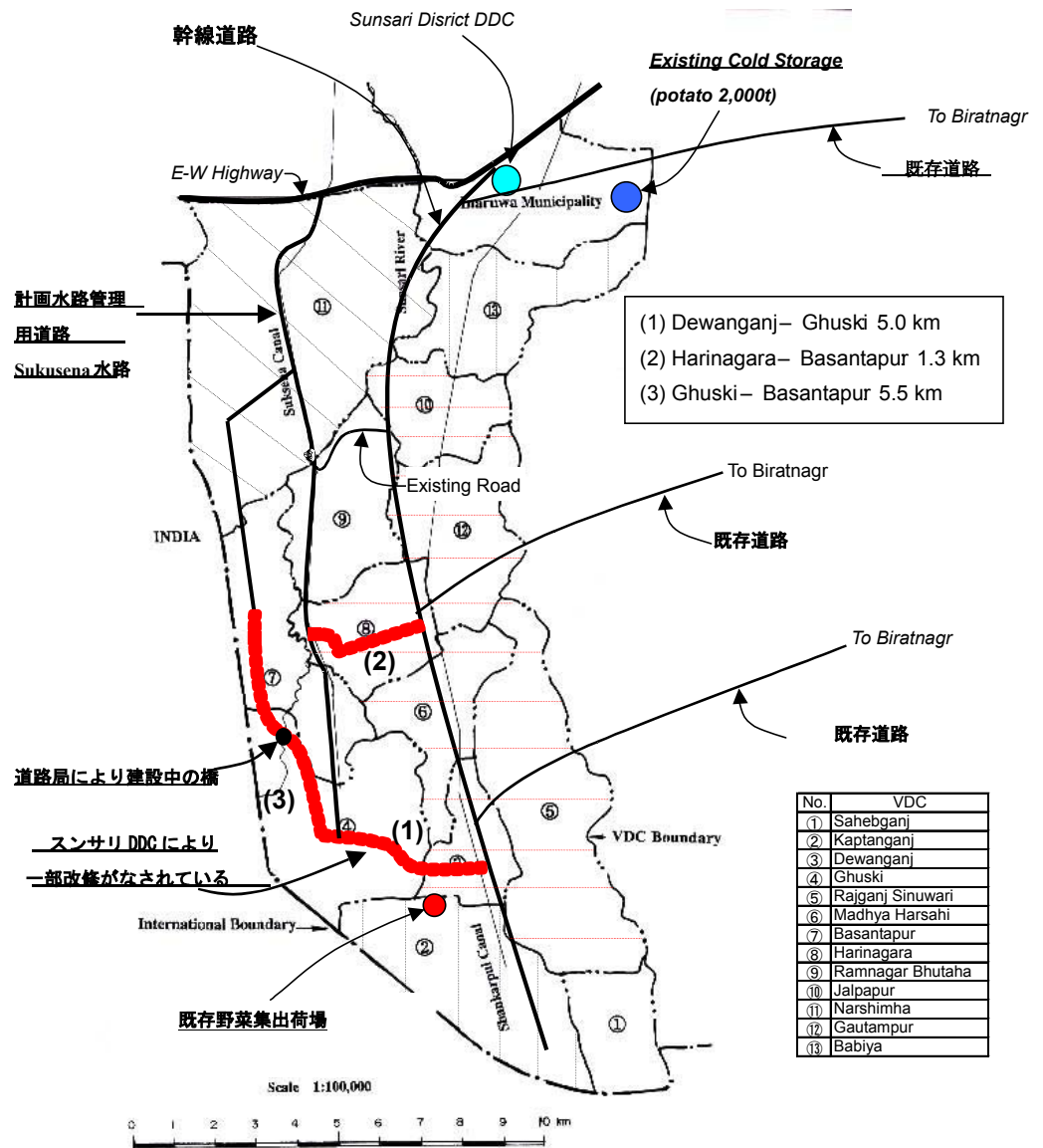


図 6.4 調査対象地域西側の道路網整備計画

6.8 洪水および湛水軽減対策

調査対象地域における湛水状況は洪水タイプと湛水タイプのふたつに分類できる。洪水タイプの場合、豪雨時に河川から流入した洪水が、沖積緩傾斜地の表面を耕地や居住地域を通りながら下流域へと流下していく。これに対し湛水タイプでは、豪雨時およびその後も時々発生するもので、湛水位は凹地標高付近まで上昇してくる。調査対象地域で発生する湛水地区は、以下の8地区である。

1) Babiya VDC (1)

Miyatol 周辺地域 / 南方向へ緩傾斜地形 / 湛水は雨期においておよそ 1 km^2 の範囲で1~2日間発生。湛水深は30~50 cm である。流水は北西から南東方向へ流下するが、時として Shankarpur 水路の盛土が浸食される。

2) Babiya VDC (2)

Jalpapur および Batartol の東 / Budhi 川の西側堤防沿い / 湛水は雨期においておよそ 1 km^2 (幅0.5 km、長さ2 km) の範囲で1~2日間発生。豪雨時には Budhi 川から洪水が流入。

3) Rajganj Sinuwari VDC

Sinuwari と Rajganj の間 / 凹地標高に近い / この一帯は雨期においておよそ 3 km^2 、水深0.3 m 程度に湛水する。期間は15~30日である。洪水は北から西へ流下する。

4) Sahebganji VDC

Dhanuktol と Teliyaritol Suritol の間 / 凹地標高に近い / この地域では雨期においておよそ 2 km^2 、最大湛水深1m、7~10日間にわたり湛水する。豪雨時には Budhi 川から洪水が流入する。

5) Narshimha VDC (1)

Narsimha と Jhabatol の間 / 凹地標高に近い / この一帯では雨期においておよそ 3 km^2 、湛水深1~1.5m、1週間にわたり湛水する。豪雨時にはスンサリ川から洪水が流入する。

6) Narshimha VDC (2)

Soniyahi Miyatol / 凹地標高に近い / この一帯では雨期においておよそ 5 km^2 、最大湛水深1m、10日間程度湛水する。豪雨時にはスンサリ川から洪水が流入する。

7) Basantapur VDC - Ghuski VDC

Suksena から Kabilasa Daksintol の間 / スンサリ川東側堤防沿い / 雨期においておよそ 10 km^2 、湛水深0.3から1.0mで最大10日間湛水する。豪雨時にはスンサリ川から洪水が流入する。

8) Kaptanganji VDC

Shivaganj Raghunathpur 周辺 / 排水施設の不備なインド国境スンサリ川沿い / この一

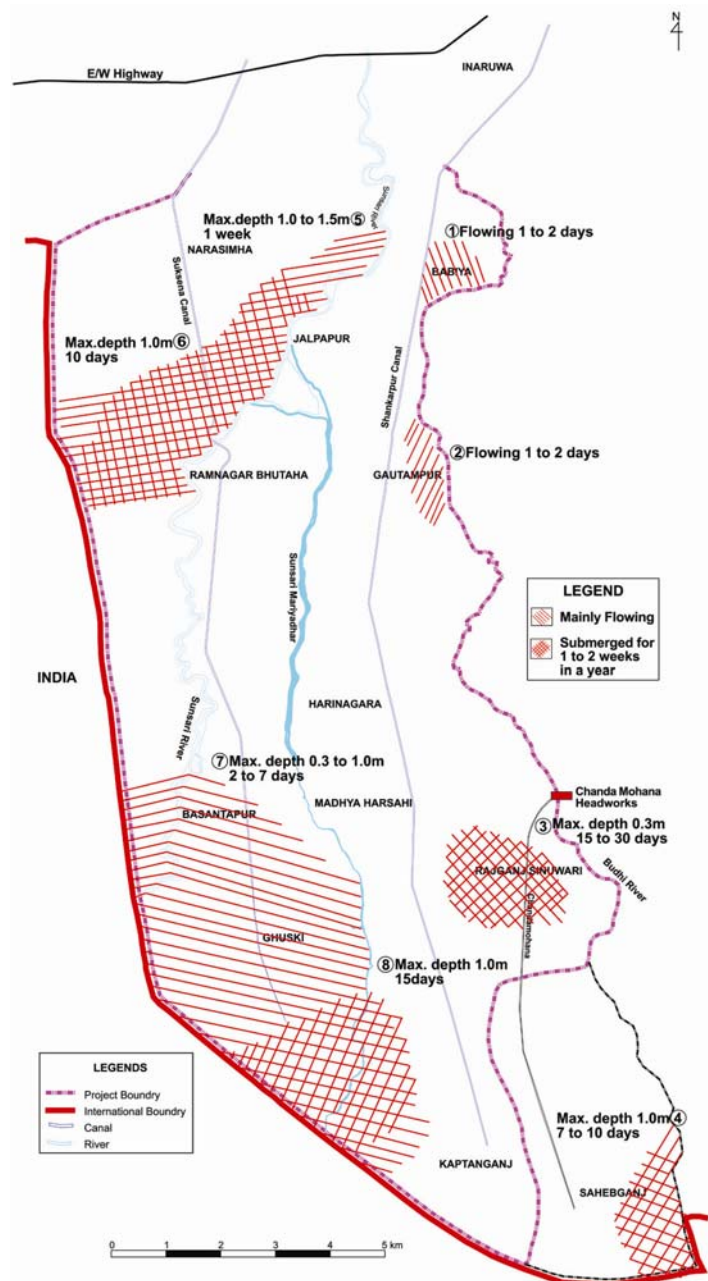


図 6.5 調査対象地域における湛水状況

帯では雨期においておよそ 6 km²、最大湛水深 1.5m、15 日間程度湛水する。

湛水状況は河川との位置関係および降雨継続時間、降雨強度に関係する。湛水と洪水は厳密には区別しにくい、河川流出が集中する被害発生区域に沿って、現況河川堤防の改修・強化などの河川改修を行うことで、起こりうる被害を減じていくことが可能である。

本計画では、調査対象地域西側の中～下流域において、スンサリ川近傍に位置する用水路の築堤法面保護対策を提案する。保護対象区間は Suksena サイホンから下流域とし、維持管理用道路を兼用する築堤の幅を通常の計画幅に対し 1m 拡幅するとともに、フトン管を利用して法面を保護する。このことにより、もっとも深刻な洪水被害が発生している Basantapur、Ghuski および Kaptanganj などの被害軽減に寄与する。

洪水湛水被害軽減に対するその他の対策については、大規模土木工事による施策は経済的側面から考慮したとき見合わず、むしろ排水の速やかな排除が効果的であると考えられる。よって排水状況を改善するため、本計画では用水路横断工（サイホン）を適当ヶ所に設置する。

第 7 章 事業実施計画

7.1 計画事業

第 6 章で提案した開発計画を基に、本調査においてはスンサリ川灌漑事業を中核とする 6 種類の事業を計画する。表 7.1 にこれら計画事業の概要を示す。

表 7.1 計画事業

事業	主要工種	備考
主事業 (スンサリ川灌漑事業)	頭首工	幹線水路および 2 次水路建設における洪水対策を含む
	幹線水路：35.8 km	
	2 次水路：60.5 km	
	3 次水路：172.4 km	
	圃場内水路	
	排水改良 設計、施工管理、一般事務など	
農村基盤整備	道路網改善：11.8 km (3 路線延長、5.0km, 1.3km, 5.5km)	調査対象地域西部
	野菜集荷場：1 箇所	野菜振興支援
農業開発支援	野菜作普及プログラム	
	野菜流通振興プログラム	
環境保全対策	内水面漁業振興（漁業補償）	10 章参照
	環境モニタリング	
排水再利用	旧スンサリ川開発（排水の灌漑再利用）	中期開発計画
地下水開発	浅井戸開発	高標高地区 397ha

7.2 実施スケジュール

7.2.1 スンサリ川灌漑事業実施スケジュール

スンサリ川灌漑事業は、2 つのステージに区分して実施することを計画する。ステージ 1 は頭首工及び Suksena、Shankarpur の両幹線水路の建設までとし、ステージ 2 では、2 次水路以下の建設を実施する。ステージ 1 は初年度の詳細設計・入札を含め 4 年間での実施を計画する。ステージ 2 も同様に 4 年間での実施を計画するが、ステージ 1 の最終年度に詳細設計・入札の実施を開始する計画とする。すなわちスンサリ川灌漑事業は全体で 7 年間の実施となる。施設建設に平行して延べ 44 の水利組合設立も進める。スンサリ灌漑事業を 2 つのステージに区分する理由は以下の通りである。

- ステージ1に比べ、ステージ2は施工内容が複雑でないため、地元施工業者による応札も考えられる。ステージ1は国際入札、ステージ2は国内入札という区分けが可能である。
- 圃場内水路建設は用地収用を含め全て受益農民が負担する計画である。また施設運用に当たって必要となる水利費はha当たり年間約1,000Rsが想定され、現行SMIPの水利費(200Rs/ha/年)に較べると非常に高い額となる。圃場内水路建設や水利費徴収等受益農家間で合意形成を行うには、幾度にも及ぶ会合など時間を要するプロセスが必要となる。このため事業実施期間を7年間と長期に設定することにより農民間での合意形成に十分な時間を取るものである。
- 水利組合がうまく機能していない理由の一つは、その組織化のプロセスに起因すると考えられる。これまでの事業では拙速な農民の組織化を進めた結果、農民は「自らのため」ではなく「事業のため」に組織化するものと考えてしまっている例がある。農民のオーナーシップ醸成に配慮するためには時間をかけたアプローチが必要である。

ステージ1完了後の事業開始5年目から、既存の水路網活用により受益面積(10,147ha)の20~30%が灌漑可能となる。また田越し灌漑により更に10~20%の面積が灌漑されうる。受益面積全体が灌漑されるのはステージ2事業が全て完了する8年後となる。

7.2.2 事業全体の実施スケジュール

スンサリ川灌漑事業の実施に合わせ、事業の便益発現をより確実にするため農村基盤整備など他の事業も実施が進められるべきである。表7.2に事業実施スケジュールを示す。旧スンサリ川の排水再利用事業を除きほとんどの施設建設は7年間で実施する計画である。排水再利用は、旧スンサリ川に実際どれだけの排水が流入しているかを確認してからスンサリ川灌漑事業開始後10年目、11年目で実施する計画とする。農業開発支援計画は、ステージ2建設が開始される5年目から5年間の期間で実施するものとする。180戸の漁民に対する漁業補償は早期から始められるべきであり、事業開始後2年目からスンサリ川灌漑事業が完了する7年目までに進めることを計画する。

表 7.2 事業実施スケジュール

事業	Yr1	Yr2	Yr3	Yr4	Yr5	Yr6	Yr7	Yr8	Yr9	Yr10	Yr11
スンサリ川灌漑事業											
ステージ1	←	←	←	←	←	←	←				
ステージ2				←	←	←	←	←	←		
農村基盤整備											
道路改善			—	—	—	—					
野菜集荷場					—	—					
農業開発支援											
普及プログラム					—	—	—	—	—		
野菜振興					—	—	—	—	—		
環境保全対策											
内水面漁業		—	—	—	—	—	—	—			
環境モニタリング
排水再利用										—	—
地下水開発			—	—	—	—					

7.3 事業費

計画する事業の事業費総額は約14.1億Rs⁵(18.1百万US\$,又は21.6億円)である。このうち、スンサリ川灌漑事業(主事業)、農村基盤整備、農業開発支援、環境保全対策、排水再利用および地下水

⁵ 国際入札価格により積算

開発の事業費は各々12.7億Rs(16.3百万US\$,又は19.4億円)、23.3百万Rs(30万US\$,又は35.6百万円)、42.5百万Rs(54万US\$,又は65百万円)、45.8百万Rs(59万US\$,又は70百万円)、14.3百万Rs(18万US\$,又は21.9百万円)、および11.7百万Rs(15万US\$,又は17.9百万円)となる。スンサリ川灌漑事業の期別事業は、ステージ1で783百万Rs(10百万US\$,又は11.9億円)、ステージ2で492百万Rs(6.3百万US\$,又は753百万円)と見積られる。表7.3および表7.4に事業費の概要を示す。

各事業費は、上記の事業実施スケジュールに沿って支出される。表7.5に年次別事業費支出計画を示

表7.3 事業費内訳

事業	事業費 (Rs)	項目		備考
		建設費 (Rs)	用地費 (Rs)	
1. スンサリ川灌漑事業(主事業)	1,275,183,000	1,161,375,000	113,808,000	
1.1 ステージ1	(783,181,000)	(774,394,000)	(8,787,000)	
1.2 ステージ2	(492,002,000)	(386,981,000)	(105,021,000)	
2. 農村基盤整備	23,318,000	23,083,000	235,000	
3. 農業開発支援	42,465,000	42,465,000	0	
4. 環境保全対策	45,874,000	40,884,000	4,990,000	
5. 旧スンサリ川排水再利用	14,273,000	13,743,000	530,000	
6. 地下水開発	11,699,000	11,699,000	0	
総計	Rs 1,412,812,000	1,293,249,000	119,563,000	
	US\$ 18,084,000	16,554,000	1,530,000	
	¥ 2,161,602,000	1,978,671,000	182,931,000	

表7.4 スンサリ川灌漑事業費内訳

事業	事業費 (Rs)	項目		備考	
		建設費 (Rs)	用地費 (Rs)		
建設費	頭首工	288,152,000	286,472,000	1,680,000	ステージ1
	幹線水路	285,816,000	279,888,000	5,928,000	ステージ1
	2次水路	136,591,000	126,835,000	9,756,000	ステージ2
	3次水路	135,723,000	100,944,000	34,779,000	ステージ2
	圃場内水路	72,155,000	25,763,000	46,392,000	ステージ2、100%農民負担
	水路保護工	4,902,000	4,902,000	0	ステージ2
	排水工	13,244,000	13,244,000	0	ステージ2
	工事事務所	1,000,000	1,000,000	0	ステージ1
	水質検査試験所	3,000,000	3,000,000	0	ステージ1
	小計(1)	940,583,000	842,048,000	98,535,000	
	100%	90%	10%		
その他	水利組合設立	50,600,000	50,600,000	0	
	設計・施工管理	94,059,000	94,059,000	0	
	行政事務費	18,812,000	18,812,000	0	
	小計(2)	163,471,000	163,471,000	0	
計(3)=(1)+(2)	1,104,054,000	1,005,519,000	98,535,000		
物価予備費 5%	55,203,000	50,276,000	4,927,000		
計	1,159,257,000	1,055,795,000	103,462,000		
物理的予備費 10%	115,926,000	105,580,000	10,346,000		
総計	Rs 1,275,183,000	1,161,375,000	113,808,000		
	US\$ 16,323,000	14,866,000	1,457,000		
	¥ 1,951,030,000	1,776,904,000	174,126,000		
ステージ I の事業費	Rs 783,181,000	774,394,000	8,787,000		
	US\$ 10,025,000	9,912,000	113,000		
	¥ 1,198,267,000	1,184,823,000	13,444,000		
ステージ II の事業費	Rs 492,002,000	386,981,000	105,021,000		
	US\$ 6,298,000	4,954,000	1,344,000		
	¥ 752,763,000	592,081,000	160,682,000		

す。事業費支出のピークは事業開始3年目と4年目で、各々3105百万Rs(4百万US\$,又は474百万円)、および292百万Rs(3.7百万US\$,又は447百万円)となる。

表7.5 年次別事業費支出計画

事業		Yr1	Yr2	Yr3	Yr4	Yr5	Yr6	Yr7	Yr8	Yr9	Yr10	Yr11	合計
1. スンサリ川灌漑事業	.000 Rs	41,320	226,793	291,790	279,598	152,271	173,149	110,262					1,275,183
	.000 US\$	529	2,903	3,735	3,579	1,949	2,217	1,411					16,323
	(%)	3	18	23	22	12	14	9					
1.1 ステージ1	.000 Rs	41,320	226,793	291,790	223,278								783,181
	.000 US\$	529	2,903	3,735	2,858								10,025
	(%)	5	29	37	29								
1.2 ステージ2	.000 Rs				56,320	152,271	173,149	110,262					492,002
	.000 US\$				721	1,949	2,217	1,411					6,298
	(%)				11	31	35	22					
2. 農村基盤整備	.000 Rs				3,903	5,869	7,771	5,775					23,318
	.000 US\$				50	75	99	74					298
	(%)				17	25	33	25					
3. 農業開発支援	.000 Rs					8,493	8,493	8,493	8,493	8,493			42,465
	.000 US\$					109	109	109	109	109			543
	(%)					20	20	20	20	20			
4. 環境保全対策	.000 Rs		9,979	13,591	5,460	10,014	3,415	3,415					45,874
	.000 US\$		128	173	70	128	44	44					587
	(%)		22	30	12	22	7	7					
5. 旧スンサリ川排水再利用	.000 Rs										8,039	6,234	14,273
	.000 US\$										103	80	183
	(%)										56	44	
6. 地下水開発	.000 Rs			4,679	3,510	3,510							11,699
	.000 US\$			60	45	45							150
	(%)			40	30	30							
総計	.000 Rs	41,320	236,772	310,060	292,471	180,157	192,828	127,945	8,493	8,493	8,039	6,234	1,412,812
	.000 US\$	529	3,031	3,968	3,744	2,306	2,469	1,638	109	109	103	80	18,084
	.000 ¥	63,220	362,261	474,392	447,481	275,640	295,027	195,756	12,994	12,994	12,300	9,537	2,161,602
(%)	3	17	22	21	13	14	9	1	1	1	0	100	

7.4 実施体制

スンサリ川灌漑事業の実施は灌漑局 (DOI) が施主となり、以下の3レベルの事業実施ユニットを設立して実施することを計画する (図7.1に実施体制の概要図を示す)。

- **Project Steering Committee (PSC):** 事業の監理および関係機関の調整を責務とする。灌漑局の Director General を委員長とする。PSCは農業省などの関係機関の代表者より構成され、定期的に会合をもち事業の円滑な進行を支援する。
- **Project Co-ordination Office (PCO):** 灌漑局の Surface Water Division に設置する。政府部局内の連絡係を含め事業の全体的な業務調整を行う。また下記の PMO への技術的支援や受益者の事業参加や水利組合の設立、能力向上などを支援する NGO などへの連絡も行う。
- **Project Management Office (PMO):** 事業サイトに設立し、事業の実施、施工管理を実施する。東部灌漑事務所長が PMO 事業所長を務めることを想定する。PMOは、設計部、建設部、水利組合組織部、および管理部の4部局を持ち、灌漑技師、建設技師、水利組合設立専門家、農業技師、経理スタッフなどを配置する。また事業の効果を実現させるため、水管理、営農、財務および水利組合の専門家からなる技術支援チームを置くことも提案する。

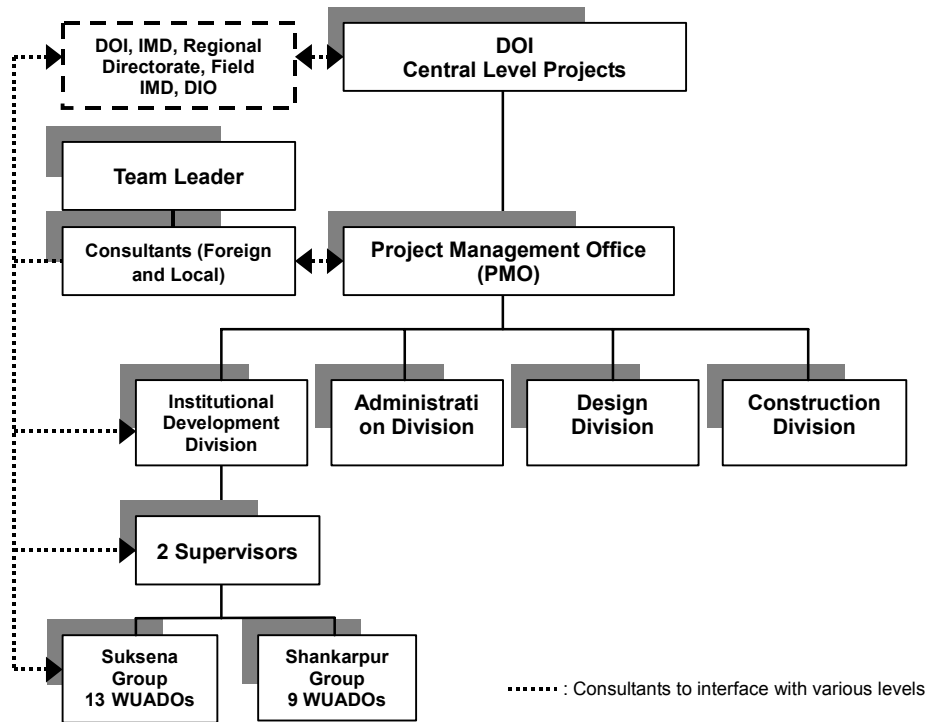


図 7.1 スンサリ川灌漑事業の実施体制

第 8 章 コストリカバリーおよび水利組合の財務管理

8.1 水利費徴収額の検討

灌漑システムが独立採算で財務的に自立可能になるためには、全ての維持管理費用を水利費徴収で購うことが原則である。維持管理費用は、物理的な維持管理費用のみならず、政府職員の給与、水利組合理事の謝礼、定期的改修費用の積み立て等を含むべきである。このような前提で、本計画灌漑システムの年間維持管理費用は 10.1 百万 Rs、すなわち ha 当たり 998Rs と積算される（水利組合が現金ではなく労務提供で購える部分も貨幣換算している）。下表 8.1 に内訳を示す。

表 8.1 計画年維持管理費

組織	項目	年維持管理費 (Rs)		比率 (%)	
		計	per ha	労務提供含む	労務提供含まず
政府	政府行政経常経費	2,857,000	282	28	34
	定期的改修費積み立て	1,181,000	116	12	14
	幹線水路の浚渫	411,000	41	4	5
	幹線水路の他の維持管理	610,000	60	6	7
	小計(1)	5,059,000	499	50	60
水利組合	水利組合管轄の水利施設維持管理 (労務提供で購入額を控除)	2,467,000 (727,000)	243 (72)	24	9
	水利組合組織運営経費	2,592,000	255	26	31
	小計(2) (労務提供で購入額を控除)	5,059,000 (3,319,000)	499 (327)	50	40
	合計 (労務提供で購入額を控除)	10,118,000 (8,378,000)	998 (826)	100	100

灌漑可能面積: 10,147 ha、幹線水路延長: 35,700 m

(見積概要)

政府行政経常経費:	職員37名分の給与(シニア技術者1名、技術者4名、ジュニア技術員レベル8名、ゲートオペレーター14名、その他10名。但し一部職員は他灌漑システム管理業務によりアロケーションしている。)
定期的改修費積み立て:	車両4WD3台(456千Rs/年)、モーターバイク4台(128千Rs/年)、自転車10台(13千Rs/年)、ゲート(頭首工、幹線水路head gate、2次水路head gate: 584千Rs/年)
幹線水路の浚渫:	浚渫量8,800 m ³ /年(水路延長5.5km×幅8m×深度1m×1/5年;5年で水路が堆砂で満杯になると仮定)
幹線水路の他の維持管理:	草刈(年間43.2km: 100千Rs/年)、コンクリートライニング(年間70m補修(全長の0.2%): 240千Rs/年)、幹線水路堤防保護(年間120m新設相当: 175千Rs/年)、道路維持管理(年間120m新設相当: 95千Rs/年)
水利組合管轄の水利施設維持管理:	2次水路以下の水利構造物(727千Rs/年)、浚渫(123千Rs/年(幹線水路の30%))、草刈(2次水路53.2km: 124千Rs/年、3次水路172.4km: 241千Rs/年)、2次水路のその他維持管理(年間180m新設相当(全長の0.3%): 191千Rs/年)、3次水路のその他維持管理(年間580m新設相当(全長の0.3%): 311千Rs/年)、Watercourse維持管理費(20ha/WC: 750千Rs/年)
水利組合組織運営経費:	5.9千Rs/組合×44水利組合(簿記係り雇用1名、理事謝礼、事務用品、交通費等)

灌漑システムの水利費徴収を考える場合、サービスに応じた支払いが原則となる。灌漑システムの維持管理費用は水利費徴収により購われるべきであり、同時に水利費は供与したサービスに応じて請求されるべきである。本計画では、モンスーン期には灌漑可能面積の100%に灌漑水を供給し、冬期においてはスンサリ川の水量不足のため灌漑可能面積の50%に灌漑水を供給する計画を基本として水利費設定の検討を行う。それゆえ、水利費は作期毎に設定し、灌漑水の供給サービスを受けない農民は水利費徴収から除外するものである。

なお、作物別に水利費を設定することも考えられるが、本計画では作期別に一律の水利費額とすることを計画する。財務システムをうまく機能させるためには手続きの簡易化が必要であること、また、確かに水稻は他作物に比較して多量の用水を必要とするが、夏野菜はモンスーン期の大雨による被害を避けるため雨期が始まる前の春季より播種を開始する作付計画であり、このため比較的少量であっても夏野菜への灌漑水は非常に重要なものとなることから作物一律の水利費とする。

維持管理費を購うためには ha 当たり約 1,000Rs が必要である。また、後述するように干ばつ等による作物被害に対する水利費免除規定を計画するので、年間約 10%の農地が水利費免除を受けるものと想定すると、年間必要額は ha 当たり 1,100Rs となる。降雨の乏しい冬期における灌漑の効果は、モンスーン期と比較してはるかによく目に見えるものとなるので、農民はモンスーン期よりも冬期により進んで水利費を支払うものと考えられる。従って、水利費はモンスーン期よりも冬期を高め(モンスーン期は冬期の60%を目安とする)に、そして代替水源である浅井戸からの揚水経費よりも十分安価に設定することを計画する。この結果、計画水利費をモンスーン期で ha 当たり 600Rs、冬期で ha 当たり 1,000Rs に設定する(表 8.2 参照)。

この計画水利費は、SMIP の ha 当たり年 200Rs と比較すると非常に高い額であるが、行政の経常経費は国庫から支出されるものとした場合は、灌漑システムの年維持管理必要額は約 790Rs (10%の免除を含む) と見積もられる。この場合水利費はモンスーン期で年 430Rs、冬期で年 720Rs となる。いずれにせよ SMIP より高額な水利費徴収の可能性について、農民の支払い能力および支払い意思の側面からその妥当性を以下に検証する。

表 8.2 作期別計画水利費額

作 期	モンスーン期	冬 期	備 考
計画灌漑面積 (ha)	10,147	5,074	Sukusena および Shankarpur 水路の年毎のローテーション
計画作付け率 (%)	100	50	表流水灌漑による作付け率
計画水利費 (Rs/ha)	600	1,000	平均 1,100Rs/ha/yr
行政経常費を除く場合 (Rs/ha)	(430)	(720)	平均 790Rs/ha/yr

まず支払い可能性についてであるが、図 8.1 は、日本、フィリピン、およびネパールにおける稲単収に対する水利費の割合を示している。各国の水利費の単収に対する割合は各々 5.8%、2.3%、および 0.8% である。また、本計画灌漑システムの水稲 (モンスーン作) およびカリフラワー (冬作) の、本事業による増加所得に対するモンスーン期および冬期の水利費の割合は、各々 5.2% および 7.6% である。これらの数値に拠ると、計画水利費は、農民にとって十分支払い可能であると判断できる。

次に農民の支払い意思について検討する。計画水利費は農民にとって支払い可能であっても、それを支払う代わりに農民は浅井戸の使用を選択するかもしれない。灌漑経費は浅井戸の方が表流水灌漑の経費より高価であることは明らかである。水量 1 m³ 当たりの経費は浅井戸が 0.56~0.80Rs であるのに対し、表流水は 0.04Rs である。しかしながら、浅井戸の方がより確実・適時で、コントロールし易い水を供給しうる。

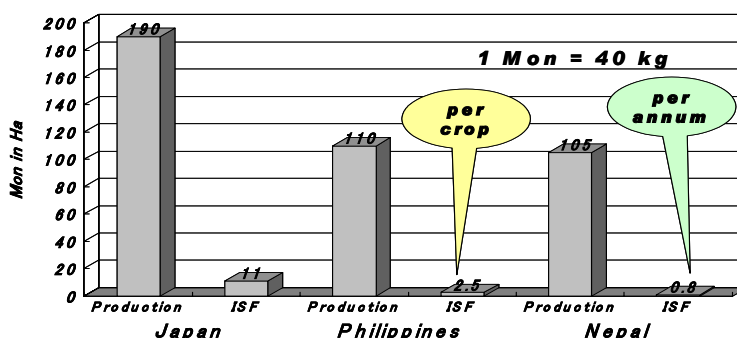


図 8.1 日本、フィリピン、ネパールにおける作物単収と水利費の割合

現地調査によると、冬期の野菜作の浅井戸からの平均揚水経費は ha 当たり 1,640Rs と見積もられる。また、モンスーン期における水稲作への浅井戸灌漑が 1 回程度行われており、この経費が ha 当たり 640Rs と見積もられる。各作期における計画水利費の浅井戸揚水経費に対する割合は、各々 61% および 94% となる。

モンスーン期においては、計画水利費と現状で行われている浅井戸灌漑の経費にはほとんど差がないが、本計画では事業により稲の期待単収が現状の 180% (2.3t/ha から 4.2t/ha) になるものと予想される。もし、農民が計画単収と同様の単収を浅井戸灌漑で実現しようと考えれば、その経費は非常に高額となる。農民はそのことを知っているの、現状でも水稲作に対する浅井戸灌漑はほとんど行っていない。それゆえ、モンスーン期の水利費 ha 当たり 600Rs は、浅井戸に対してやはり農民にとって有

利であると考えられる。冬期においては、灌漑経費が浅井戸使用に比較して半分近くまで下がることは、農民の支払い意思を引き出すために十分安価な額であると考えられる。

本調査で実施したコンサルテーション・ワークショップでは、農民は水利費を支払う意思はあるが、それが高額になることには消極的であった。他方、戸別農家へのインタビュー調査では、浅井戸を積極的に利用している農家では ha 当たり 1,500Rs 支払っても良いという声もあった。コンサルテーション・ワークショップでは、農民は SMIP を実施している政府に集団として向き合うことで、SMIP の低額な水利費を念頭に、本計画での水利費を低額に設定させようとする交渉の機会を得たものと思われる。このような状況が農民の支払い意思額を低くさせる傾向を作った(bargaining willingness)と思われる。

以上のように、計画水利費はモンスーン期および冬期双方とも農民は支払い可能であるが、農民の支払い意思の観点からは議論の余地があるものと言える。しかしながら、表流水による灌漑は、浅井戸灌漑よりも経済的に有利であることが示され、また世界の灌漑システムと比較すると、ネパールにおける水利費は極端に低いことから、本計画灌漑システムの維持管理を実施するうえで妥当であると判断する。

但し SMIP の現状を考慮し、水利費の施行については時限立法の適用を提案する。すなわち本計画での計画単収が達成されるまでの期間（モンスーン期の米は 5 年、冬期の野菜で 10 年）は、計画水利費を適用せず、水路の浚渫費のみの徴収とするなどして SMIP の現行水利費と同額程度の水利費徴収を行う。また、時限立法の期限以後は、計画水利費を徴収するが、農産物の収量に合わせて段階的な水利費免除比率を設定し、より現実的な水利費徴収を目指すものとする。例えば、米の収量が現状に近い 2.5t/ha 以下であった場合は水利費全額免除、2.5～3.5t/ha の場合は半額免除、それ以上の収穫が上がった場合は免除なしという規定を設ける。

本計画では、政府と水利組合の水利費のシェアを各々の管轄の維持管理費を購える額から設定し、水利費が確実に徴収できさえすれば、政府、水利組合共に財務的に自立が可能となるよう計画する。このような条件に基づいて政府と水利組合の水利費の配分割合を算定すると 50%ずつとなる（灌漑政策のガイドライン（政府：水利組合＝25%：75%）とは異なる）。この水利費の配分については、政府と水利組合が Joint Management の契約を結ぶ際に合意し、契約書に記載されなければならない。

8.2 水利費徴収システム

Joint Management の下では、徴収された水利費を政府と水利組合が配分し、水利費徴収は水利組合がこれを行うことが水利費徴収システムを構築する上での基礎となる。水利組合 (WUC) は、下部組織の水利用グループ (WUG) を通して農民 (構成員) に水利費の請求および徴収を行う。水利組合はまた、各農民 (構成員) 個別の水利費徴収記録台帳を準備し、水利費支払い状況を個別に把握する必要がある。この記録台帳が水利組合の財務管理の基礎となる。Joint Management 下の政府は、

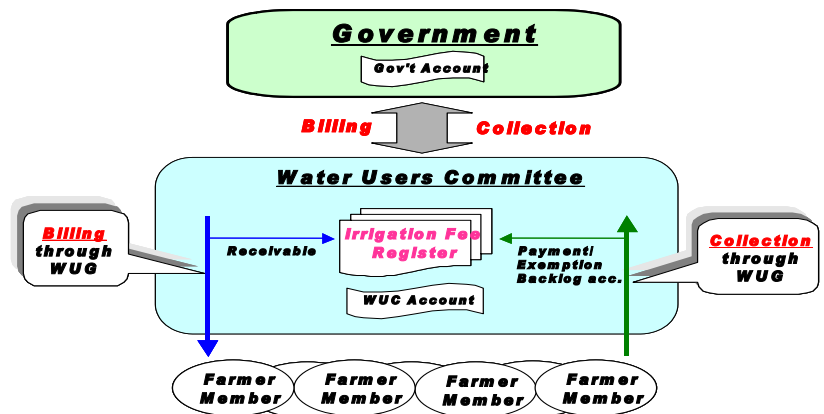


図 8.2 水利費徴収システムの概念図

農民個人とは交渉せず、水利組合単位で水利費の配分額の請求および徴収を行う。図 8.2 に水利費徴収の基本概念図を示す。

対象面積に応じた水利費の算定・請求の手続きは、水利用グループ（WUG）と農民（構成員）自身で実施すべきである。これが実際に灌漑水供給を受けている圃場面積を確実に把握できる方法である。水利費支払いの免除は、現状では法的には実施されていないが、水利組合員間の公平、あるいは社会的公正を期する上でも実施されるべきである。図 8.3 に水利費徴収の作付けスケジュールに応じた各階層での手続きを示す。

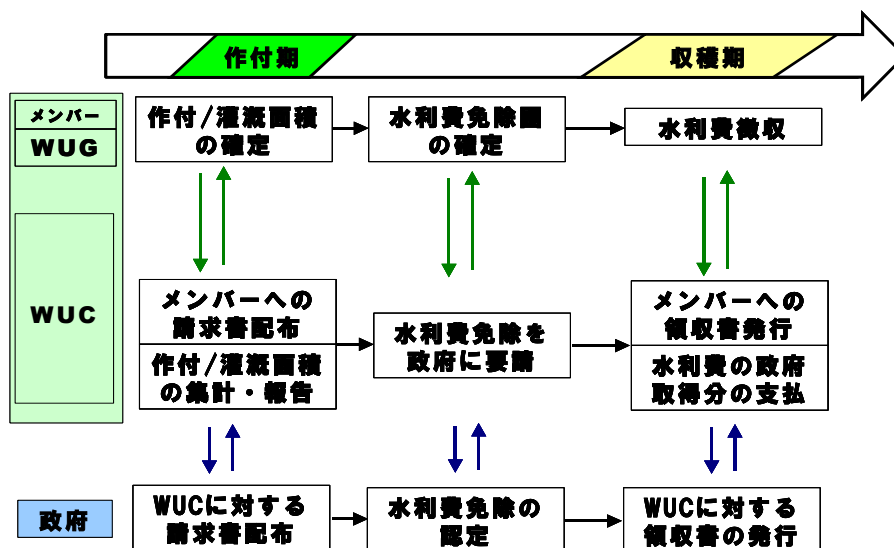


図 8.3 水利費徴収手続きのフロー

第9章 事業評価

9.1 計画事業

事業評価は、開発フレームワークの中で検討されたプロジェクトの中から、主要と考えられる、スンサリ川灌漑事業（主事業）、農業基盤施設整備、農業支援サービス、環境影響対策の4つのプロジェクトを組み合わせたもの（計画事業）を対象とする。スンサリ川灌漑事業（主事業）は頭首工から圃場内水路までの灌漑施設整備を行うハード・コンポーネントと、水利組合の形成プログラムおよび工事に掛かるコンサルタントサービスを行うソフト・コンポーネントで構成されている。

農業基盤施設整備はアクセス道路の改修と野菜の集出荷場整備を含み、農業支援サービスでは野菜生産拡大のための農業技術普及並びに野菜販路拡大のためのプログラムを実施する。環境影響対策ではハード・コンポーネントとして養殖池の建設を行い、併せて、養殖支援サービス、環境影響モニタリング、環境影響評価の各ソフト・コンポーネントを実施する。以下に評価対象事業の内容および事業費（税別）を整理する。

表 9.1 計画事業費内訳（評価対象、税別財務価格）

事業内容	事業費			備考
	(ルピー)	(百万US\$)	(百万円)	
1. スンサリ川灌漑事業(主事業)				
1.1 ハード・コンポーネント				
1) 頭首工および取水工	330,875,000	4.24	506	1)+2)=
2) 幹線用水路	323,271,000	4.14	495	(ルピー) 654,146,000
3) 2次支線用水路	146,495,000	1.88	224	(百万US\$) 8.39
4) 3次支線用水路	116,590,000	1.50	178	(百万円) 1,001
5) 用水路保護工	5,662,000	0.07	9	
6) 排水路工	15,297,000	0.20	23	3)~9)=
7) 現地事務所設営	1,155,000	0.02	2	(ルピー) 318,420,000
8) 施工時試験機材	3,465,000	0.04	5	(百万US\$) 4.08
9) 圃場内水路及び付属施設	29,756,000	0.38	46	(百万円) 487
小 計(1)	972,566,000	12.47	1,488	
1.2 ソフト・コンポーネント				
1) 農民組織(水利組合)形成プログラム	58,443,000	0.75	89	
2) コンサルタント技術費	108,638,000	1.39	166	
小 計(2)	167,081,000	2.14	256	
1.3 その他費用				
1) 土地収用	113,808,000	1.46	174	
2) 事務経費	21,728,000	0.28	33	
小 計(3)	135,536,000	1.74	207	
主コンポーネント合計	1,275,183,000	16.35	1,951	
2. 農業基盤施設整備	23,318,000	0.30	36	
3. 農業支援サービス	42,465,000	0.54	65	
4. 環境影響対策	45,874,000	0.59	70	
事業費 合計	1,386,840,000	17.78	2,122	

9.2 ケース・スタディ

事業実施計画はスンサリ川からの取水量に応じて4つのケースを想定した。春期およびモンスーン期は、全ケースとも受益地全体において表流水灌漑が行われ、事業によって期待される計画単収を達成することができる。ケース0はベース・ケースとして検討されるケースであり、冬期におけるスンサリ川の乏しい流量を確保して、漁業への影響を回避するもので、冬期の取水は行わない。このため地区全体では現状の浅井戸による灌漑が続けられ、プロジェクトによる冬期の作物の増収は生じない。

ケース1は冬期において、スンサリ川からの水が約半分の受益地に配水されるというものである。配水方法は、Suksena および Shankarpur の両幹線水路に一年おきに交互に通水するローテーションを想定する。スンサリ川からの取水量は下流の製紙工場による廃水汚染が現況の80%まで削減されることを前提に河川水量の50%とするが、この量では最低限の灌漑量しか賄えないため作物収量の増加は見込めない上、漁民に対する補償も一部必用になるものと考えられる（全補償費の50%を計上）。但し現況の井戸による灌漑が表流水に置き換わるため、浅井戸およびポンプの費用が節減される。

ケース2の表流水灌漑はケース1と同様に、スンサリ川からの水を一年毎のローテーションで約半分ずつの受益地に配水する。ケース1との違いは、取水量を80%まで引き上げるにより通常の灌漑水量を確保することができ、面積は半分ずつではあるが冬期においても事業による増収効果が見込まれることである。このケースでは製紙工場がネパール国の環境基準を順守することと、漁民に対する全面的な補償がなされることが前提となる（100%の補償費を計上）。

ケース3はSMIPからの水がSuksena および Shankarpur の幹線水路を通して供給される場合である。

両幹線水路は冬期において 3.8～5.0cum/s の量を供給することができ、受益地の約 7 割の面積に対して十分な水量を配水することができる。このため表流水がかかる地区では冬期においても計画収量を達成することができ、併せて浅井戸とポンプの費用を削減することができる（表 9.2 参照）。

表 9.2 4 ケースの内容

ケース	モンスーン期	冬期		冬期の河川水取水	条件
ケース0 (ベース)	表流水灌漑 単収増 10, 147ha	地下水灌漑 単収不変 10, 147ha		スナサリ川からの取水なし	なし
ケース1	表流水灌漑 単収増 10, 147ha	表流水灌漑 単収不変 5, 074ha (井戸経費節減)	地下水灌漑 単収不変 5, 074ha	スナサリ川から50%取水 (最小1.8cum/s下流放流)	1) 製紙工場が廃水を80%削減する処理施設を設置する 2) 180戸の漁民に対し、内水面漁業もしくは農地提供などによる補償の合意および実施がなされる(全補償費の50%)
ケース2	表流水灌漑 単収増 10, 147ha	表流水灌漑 単収増 5, 074ha	地下水灌漑 単収不変 5, 074ha	スナサリ川から80%取水 (最小0.7cum/s下流放流)	1) ネパールの水質基準を満たしうる廃水処理施設を設置する 2) 180戸の漁民に対し、内水面漁業もしくは農地提供などによる補償の合意および実施がなされる(100%の補償費)
ケース3	表流水灌漑 単収増 10, 147ha	表流水灌漑 単収増 7, 131ha	地下水灌漑 単収不変 3, 016ha	SMTPから3.8～5.0cum/s補給 (最小1.8cum/s下流放流)	なし

9.3 事業評価

初期投資額はベース・ケースにおいて税込財務価格で 1,509 百万ルピー (19.3 百万ドル) であり、ケース 2 (上記 4 ケースの中で最大) では 1,560 百万ルピー (20.0 百万ドル) である。この額から移転費用分を除き、内容毎に建設変換係数を適用すると、経済価格はベース・ケースで 1,160 百万ルピー (14.9 百万ドル)、ケース 2 では 1,200 百万ルピー (15.4 百万ドル) となる (表 9.3 参照)。

本事業の第 1 の便益は農業生産の増大、すなわち単収の増加と作付面積の拡大、さらには作物多様化により収益が増加することである。ベース・ケースでは経済価格による年間総便益は 355 百万ルピー、ケース 2 では 479 百万ルピーとなる。事業によって期待されるもう一つの便益は浅井戸の揚水経費削減であり、ケース 1 と 2 では冬期作に対して 15.7 百万ルピーが計上される。

表 9.3 初期投資費用 (税込財務価格/経済価格)

事業内容	ケース0 (ベース・ケース)				ケース2			
	財務価格		経済価格		財務価格		経済価格	
	(百万Rs)	(百万US\$)	(百万Rs)	(百万US\$)	(百万Rs)	(百万US\$)	(百万Rs)	(百万US\$)
1. 主コンポーネント	1,275	16.35	1,104	14.15	1,275	16.35	1,104	14.15
2. 農業基盤施設整備	23	0.30	19	0.25	23	0.30	19	0.25
3. 農業支援サービス	42	0.54	37	0.47	42	0.54	37	0.47
4. 環境影響対策	-	-	-	-	46	0.59	40	0.51
5. 税	169	2.15	-	-	174	2.22	-	-
合計	1,509	19.34	1,160	14.87	1,560	20.00	1,200	15.38

EIRR の算定は上述の 4 ケースについて行い、ケース 0、1、2 そして 3 の順にそれぞれ 15.6%、16.1%、18.9%そして 20.2%となった。EIRR がネパールの資本機会費用である 12%を越えることから、ベース・ケース(ケース 0)を含めてどのケースにおいても本計画事業は経済的に妥当であると判断できる。ベース・ケースの NPV は 343 百万ルピー、4.4 百万ドルと算定される (表 9.4 参照)。

表 9.4 4 ケースの EIRR

項目	ケース 0 (ベース)	ケース 1	ケース 2	ケース 3
EIRR (%)	15.6	16.1	18.9	20.2
累加事業費(百万ルピー)	822	835	848	847
(百万 US\$)	(10.5)	(10.7)	(10.9)	(10.9)
累加便益(百万ルピー)	1,165	1,235	1,587	1,735
(百万 US\$)	(14.9)	(15.8)	(20.3)	(22.2)
純現在価値(百万ルピー)	343	400	738	888
(B-C) (百万 US\$)	(4.4)	(5.1)	(9.5)	(11.4)
費用対効果(B/C)(12%)	1.42	1.48	1.87	2.05

9.4 農家経済への影響

質問調査票の結果によると、平均耕地面積は 1.84ha、平均家族人数は 6.4 人である。この結果を用いて耕地面積規模別に 5 段階の農家モデルを設定した。零細(Marginal)、小規模(Small)、中規模(Medium)、中大規模(Medium-Large)、大規模(Large)の各データを表 8.5 に示す。

表 9.5 耕地規模別農家モデル

モデル名	耕地区分 (ha)	平均 耕地面積 (ha)	平均 家族人数 (人)	農家世帯 分布割合 (%)
零細	0.4 未満	0.21	6.0	13.9
小規模	0.4 ~0.9	0.75	5.9	26.2
中規模	0.9~1.8	1.59	6.4	25.2
中大規模	1.8~3.0	2.54	7.0	20.3
大規模	3.0 以上	5.33	6.9	14.4
全体		1.84	6.4	100.0

財務分析のベース・ケースにおける増加便益は全体で約 293 百万ルピー、ケース 2 では約 410 百万ルピーであり、ha 当りでは平均 28.9 千ルピー（ベース・ケース）および 40.4 千ルピー（ケース 2）の増加便益が見込まれる。農家モデル毎の増加収入を、全収入に対する割合および農業収入に対する割合と併せて表 9.6 に示す。

表 9.6 耕地規模別増加収入

(千ルピー/戸)

区分	現況農家収入			ベース・ケース農家収入			ベース・ケース増加収入		
	農業収入 a	農外収入 b	計 c=a+b	農業収入 d	農外収入 e=b	計 f=d+e	額 g=d-a	割合 (%) h=g/c i=g/a	
零細	12.5	44.2	56.7	15.3	44.2	59.5	2.8	4.9	22.4
小規模	20.4	27.6	48.0	28.8	27.6	56.4	8.4	17.5	41.2
中規模	32.5	33.8	66.3	59.5	33.8	93.3	27.0	40.7	83.1
中大規模	40.2	38.6	78.8	70.3	38.6	108.9	30.1	38.2	74.9
大規模	93.5	56.3	149.8	245.5	56.3	301.8	152.0	101.5	162.6
区分	現況農家収入			ケース2農家収入			ケース2増加収入		
	農業収入 a	農外収入 b	計 c=a+b	農業収入 d	農外収入 e=b	計 f=d+e	額 g=d-a	割合 (%) h=g/c i=g/a	
零細	12.5	44.2	56.7	17.0	44.2	61.2	4.5	7.9	36.0
小規模	20.4	27.6	48.0	40.1	27.6	67.7	19.7	41.0	96.6
中規模	32.5	33.8	66.3	94.3	33.8	128.1	61.8	93.2	190.2
中大規模	40.2	38.6	78.8	143.9	38.6	182.5	103.7	131.6	258.0
大規模	93.5	56.3	149.8	330.0	56.3	386.3	236.5	157.9	252.9

受益地区全体の平均耕地面積は、土地無し農家を含めて 0.77ha と推定されているので小規模モデルが平均的なモデルと考えられ、ベース・ケースの場合、現在の年間収入 48 千ルピーが 56 千ルピーまで増加（約 2 割増）、ケース 2 の場合は 68 千ルピーまで増加（約 4 割増）するものと推定される。

ベース・ケースの増加収入を耕地面積で除して ha 当りの増加額を計算すると、零細が 13 千ルピー、中規模が 17 千ルピー、大規模が 29 千ルピーとなっており、耕地面積が大きいほど ha 当りの増加額が高い。これは零細規模では現況で既に高い作付け率（191%）となっており、作付面積の拡大は望めないのに対し、大規模では現況作付け率は低く（156%）、灌漑により水の手当が可能になれば作付面積が大幅に増えるからである。

従って事業効果を十分に発揮させるためには、中規模以上の農業経営において積極的な作付面積の拡大が必要となる。現状では圃場一筆の面積が小さく農業機械の急速な普及は考えられないため、農業労働者を雇用して規模の拡大を図ることになるが、この農業雇用の増大が結果的には土地無しを含めた小農に対する雇用機会の増加となり、貧困層が事業の便益を享受することが可能となる。

9.5 間接便益

経済評価で算定を行った作物生産効果および営農経費節減効果の他にも、数量の算定は難しいものの、計画事業の実施により以下の事業便益が発現することが想定される。

隣接地区における灌漑水量の増大：Shankarpur 水路東側の中流域では一部の農民によって、地区の東側に隣接する Chanda Mohana 灌漑地区からの違法取水が行われている（約 300ha）。この取水は Chanda Mohana の上流水路に勝手に穴を開けて行われており、盗水の結果、Chanda Mohana の下流地区では水量が不足し、灌漑およびその管理に支障をきたしている。計画事業が実施されれば、Chanda Mohana から違法取水している農民がスンサリ川から灌漑水を享受し、盗水を行う必要がなくなるため、Chanda Mohana の被害を受けている地区では、取水に関わる混乱は解消するものと思われる。

雇用創出：短期的には各プロジェクトの実施にかかる雇用が創出される。主コンポーネントのハード・コンポーネントだけでも約 4,400 人分の 1 年間の雇用が必要であり、土無しを 6,640 世帯と仮定すると年間労働の約 7 割に相当する。長期的には地区内の農業生産が増大することにより、農作業のための雇用が増大する。ベース・ケースにおける農業生産が行われた場合、新たに年間 116,830 人日（フルタイムで 400 人分）、ケース 2 の場合では 166,170 人日（フルタイムで 569 人分）の雇用が創出される。これは土無し世帯の 6.0%（ベース・ケース）と 8.6%（ケース 2）の新規雇用が毎年創出されるということである。また、水路の土砂さらいと草刈りだけでも年間約 14 千人日が必要であり、これは全農家の 1 人日の負担に相当する。図 9.1 に雇用創出の概念図を示す。

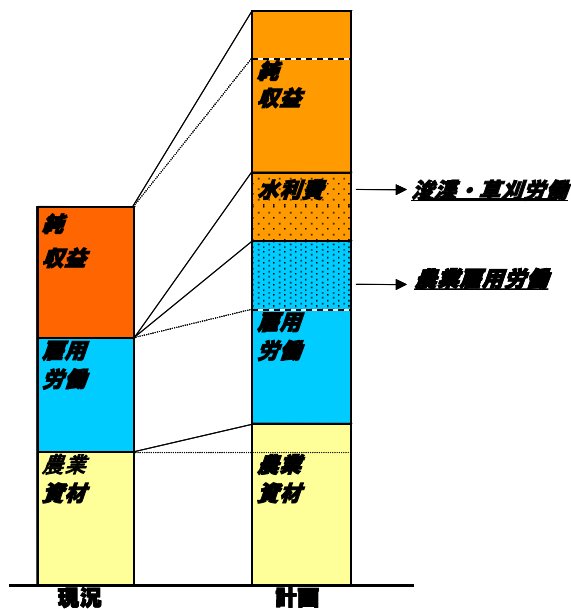


図 9.1 灌漑事業による雇用の創出概念図

交通の利便性向上：スンサリ灌漑事業では幹線水路から圃場内水路まで管理道路の整備が計画されており基本的には、生産資器材の運搬、通作交通、生産物のマーケティング道路として増大する農業生産活動に用いられることになるが、その一方で日常の生活道路としても使われるため、通学や通院

等の時間が短縮するものと思われる。特に幹線水路の管理道路は現在でも地区内の主要道として使われているが、洪水による断絶が発生しているため、計画事業の実施により洪水被害が軽減すれば、雨期の交通確保に貢献すると考えられる。

また、第5章で述べたように調査対象地域西側は道路状況が劣悪であり、調査対象地域の北部、東部、南部で貧困緩和支援を行っている UNDP や PLAN International 等の国際 NGO も当該地域をカバーするにいたっていない。このような地理的条件を考慮して本調査では調査対象地域西側の道路網改善に優先的に計画している。当該地域へのアクセスの改善は、当該地域の農産物流通条件を改善するのみならず、上記のような外部支援の享受の可能性も高めるであろう。

地域需要の拡大：農業収入が増えることにより農家の購買力が増大し、生活必需品を中心に受益農家の需要増が見込まれる。この結果として食品産業や住宅関連あるいは機械産業などにおいて供給量が増加し、経済活動の拡大による関連産業への波及効果が期待できる。

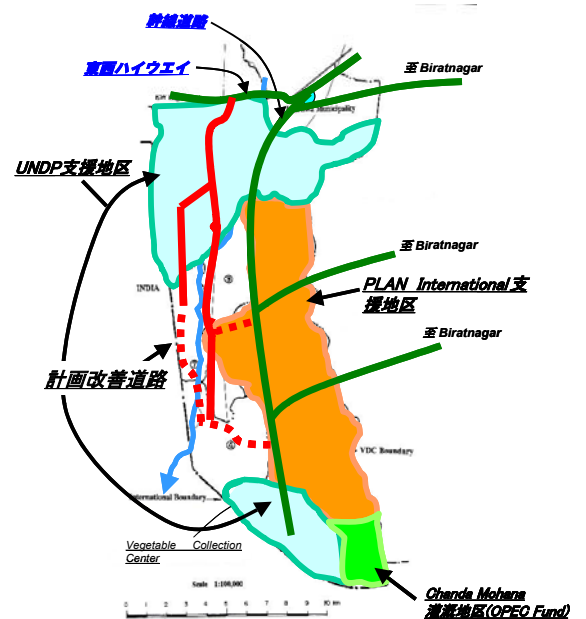


図 9.2 国際機関支援地区と西部の道路改善計画位置図

地価上昇：受益地では灌漑施設が整備されることにより圃場の生産能力が飛躍的に向上する他、農道の改修・整備や、野菜の集出荷場が建設されることにより市場へのアクセスも便利になることから、土地の生産性が上昇し、土地の価格が上がる事が考えられる。農地を所有している農民は資産価値が上がることになり、このことは農家経済の観点からは、非常時の備えが増える、或いは借金の際の担保価値が増えるといったメリットを生ずる。国家経済の観点からは、土地税の適切な徴収が行われるならば税収の増加につながる。しかしながら土地無し農家を含め、農地の購入によって耕作規模の拡大を図ろうとする農家にとっては、必要資金が増加することとなる。

外貨の節約：スンサリ灌漑事業によって増産を計画する作物のうち、米、小麦、サトウキビは輸入財であり、これらの増産は貴重な外貨を節約し慢性的な貿易赤字の軽減に貢献する。ケース 3 においては合計で、年間約 280 百万ルピー（3.59 百万 US\$）の外貨支払いが節減できるものと推定される。

第10章 環境

10.1 水質

水質は灌漑農業にとって重要な要因である。調査団は、2001 年からモンスーン期・冬期を通じて一連の水質検査を実施し、表流水 6ヶ所、地下水 5ヶ所（浅井戸 2ヶ所、深井戸 3ヶ所）からのサンプルの水質を分析した。この分析結果を次表 10.1 に示す。これらの分析から得られた結論として、調査地域内のスンサリ川の水質、地下水の水質は、ともに灌漑に適したものであると言える。ただし、二つの製紙工場（Arvinda と Baba）からの廃水が流入した後の、製紙工場より下流のスンサリ川の水質には問題がある。但し、本計画の頭首工取水口予定地は製紙工場の上流に位置するため、灌漑用水の水

質そのものは影響を受けない。

表 10.1 河川水と地下水の水質分析結果

No.	Sample Season	In site test			Laboratory test				Remarks
		PH [pH]	EC [mS/m] λ 18	DO [mg/l]	BOD [mg/l]	COD [mg/l]	As [mg/l]	Fe [mg/l]	
1	Dry season	8.04	8.84	6.89	1.80	8.60	<0.01	0.02	Chatara Main Canal
	Rainy season	8.46	9.10	-	1.40	6.60	<0.01	3.37	
2	Dry season	7.92	21.83	5.07	3.30	5.50	<0.01	<0.01	Sunsari river
	Rainy season	7.82	23.40	-	2.80	4.60	<0.01	4.30	
3	Dry season	8.24	29.51	4.46	9.60	59.70	<0.01	0.01	Sunsari river
	Rainy season	7.86	24.10	-	6.20	32.80	<0.01	1.45	
4	Dry season	7.81	31.12	3.80	3.90	17.90	<0.01	<0.01	Sunsari river
	Rainy season	8.02	26.60	-	1.60	9.40	<0.01	1.54	
5	Dry season	7.00	16.72	4.17	3.60	7.20	<0.01	<0.01	Garaun Khola
	Rainy season	7.48	13.10	-	3.00	6.60	<0.01	2.29	
6	Dry season	7.47	28.84	4.36	2.00	3.10	<0.01	<0.01	Budhi river
	Rainy season	6.84	21.30	-	1.80	2.60	<0.01	0.79	
7	Dry season	8.01	14.91	1.80	2.10	3.00	<0.01	<0.01	Deep tube well
	Rainy season	8.46	13.10	-	2.00	2.90	<0.01	0.41	
8	Dry season	7.54	28.28	1.25	2.00	3.00	<0.01	<0.01	Deep tube well
	Rainy season	8.10	33.70	-	1.90	2.80	<0.01	1.07	
9	Dry season	7.24	10.35	1.79	2.10	4.80	<0.01	0.01	Shallow tube well
	Rainy season	7.70	15.20	-	1.80	4.00	<0.01	2.85	
10	Dry season	7.13	20.81	1.24	1.50	2.10	<0.01	<0.01	Shallow tube well
	Rainy season	7.40	49.90	-	1.70	2.90	<0.01	8.38	
11	Rainy season	7.78	41.4	4.81	1.40	4.00	0.03	0.45	Test deep tube well
WHO Standard		-	-	-	-	-	0.01	<0.30	Desirable Level (Tap Water)
Standard of England		-	-	-	-	-	0.10	5.00	Recommended Maximum Concentration of trace Elements in Irrigation water
Standard of Japan		6.0-7.5	<30.00	>5.00	-	<6.00	<0.05	-	For paddy field
FAO Standard		6.5-8.4	<75.00	-	-	-	-	-	

Dry Season Sampling; 6 May. - 7 May. 2001 except DO on 5th Feb.

Rainy Season Sampling; 6 August. - 7 August. 2001.

Sampling date of No.11 only is September 4

10.2 製紙工場

製紙工場の廃水からは高濃度の TSS（総浮遊物質）、BOD（生物化学的酸素要求量）、COD（化学的酸素要求量）などが検出されている（表 10.2 参照）。その原因は、紙の生産過程でできた微小な繊維、無機物、糖類、アルコール、リグニンなどの物質およびそれらが分解されてできた物質にある。なお、ネパールの内水面産業排水基準（NBSM により制定）を超えている汚染物質としては、TSS（総浮遊物質）、アンモニア、鉛、クロム、BOD および COD がある。また塩素化合物については、ネパールには排水基準はないが、ドイツ基準を上回る濃度が検出されている。

表 10.2 工場廃水の水質分析結果 (排水基準を超えたもののみ)

Parameters	Results			NS*	German Standard 1)	Units
	ARVINDA	BABA(1st)	BABA(2nd)			
T. Suspended Solids	<u>1,634.6</u>	<u>1,445.9</u>	<u>436.9</u>	30 – 200	<20	mg/l
Ammonia (NH ₃)	1.64	<u>133.00</u>	25.57	< 50	–	mg/l as N
Chloride (Cl)	139.5	<u>744.0</u>	198.4	–	<350	mg/l
Lead (Pb)	0.06	<u>0.17</u>	<u>0.12</u>	< 0.1	–	mg/l
Chromium (Cr)	0.08	<u>0.26</u>	<u>0.13</u>	<0.1	–	mg/l
Sodium (Na)	25	1,104	828	–	–	mg/l
COD	<u>252</u>	<u>2,965</u>	<u>2,570</u>	< 250	<85	mg/l
BOD	<u>168</u>	<u>2,025</u>	<u>1,416</u>	30 – 100	<25	mg/l

NS* = Nepal Bureau of Standards and Metrology (Ne. Gu. Na. 229-2047).

Source: 1) Galvonotechnic(1971, 62, No.12sss L'ultima acqua, A.Canuti, 1974, AFEE 2482/2)

製紙工場は、デンマーク国際開発機関 (DANIDA) の協力を得て、廃水処理施設 (ETP) を建設する予定になっているが、この施設はネパールの排水基準 (250mg/l) ではなく、BOD 負荷の 80%削減を計画目標としている。したがって、用水量が現在と変わらないとすれば、Baba 製紙工場の排水の COD 濃度は ETP 設置後も 600mg/l (現況 3,000mg/l の 20%) 程度のレベルに留まることが予想される。また Baba 製紙工場は、生産量を 4 倍 (現行の生産量 10 トン/日を 40 トン/日) に拡大するための新しい生産ラインを導入しており、近い将来、生産量を拡大する可能性が高い。

現状の水質汚濁が既に基準を超えている以上、製紙工場が何らかの廃水対策をとらない限り、スンサリ川灌漑事業が冬期にスンサリ川から取水することは不可能と考えられる。製紙工場がネパールの法律に違反していることは明白であるが、現実にはこのまま操業が続けられる可能性もある。そこで、スンサリ川の水質に関する影響評価は、スンサリ川灌漑事業によってスンサリ川の水質汚濁がこれ以上悪化しないためにはどうすればよいかという視点で検討した。水質に関する影響評価の要約は、下記の通りである。

- 製紙工場は、DADINA の協力を得るのか、あるいは自力でやるのかを問わず、汚染物質を削減しなければならぬ。もし現在の水質汚濁状況が続くようであれば、工場からの廃水が既にネパールの基準を超えている以上、スンサリ川灌漑事業は冬期に一切取水すべきではない。
- もし工場が廃水処理施設を建設し、汚濁負荷を 20%にまで削減するのであれば、スンサリ川灌漑事業は冬期においてスンサリ川流量の 50%程度までの水を取水することができるであろう。しかしながら、もしも Baba 製紙工場が生産量を 4 倍まで拡大するようであれば、取水を 50%程度に押さえたとしても、スンサリ川の水質は若干悪化する可能性がある。したがって、冬期には、流量の 50%程度の取水を行うに当たっても、製紙工場の生産量、スンサリ川の水質汚濁状況を注意深くモニタリングしながら実施する必要がある。
- もしスンサリ川灌漑事業がスンサリ川の流量の 80%までを取水しようとするのであれば、ネパール国政府は製紙工場に対して、ネパールの産業廃水基準を遵守させる必要がある。もし製紙工場が廃水基準に従わない場合は、流量の 80%取水は行うべきではない。またスンサリ川灌漑事業が 80%取水を行う場合には、全面的な漁業補償についても考慮する必要がある。

10.3 スンサリ川の生物多様性

河川生態系調査の結果、35 種類の光合成プランクトンの生息が確認され、動物プランクトンであるワムシ類が多く採集された。また、カゲロウ目に属する *Baetis sp.*、*Ameletus sp.* やオキシカワゲラ属、タ

イコウチ科、ミズスマシ科などに属する水生昆虫 35 種も観察された。一方、スンサリ川と Budhi 川における魚類は 48 種が同定され、主に、コイ、ナマズ、ドジョウ、ウナギ、ハヤ類などが生息していることが明らかになった。主要な漁種を以下に示す。

表 10.3 スンサリ川と Budhi 川に生息する魚種

Carps:	River carp (<i>Lebeo rohita</i> , <i>L. gonius</i> , <i>L. dero</i> , <i>L. pangusia</i> , <i>Catla-catla</i> , <i>Cirrhina mrigala</i>) and other species like <i>Crossocheilus latius</i> , <i>Chagunius chagunio</i> , etc.
Cat fishes:	<i>Clupisoma garua</i> , <i>Mystus spp.</i>
Loaches:	Stone loach (<i>Noemacheilus beavani</i> , <i>N. botia</i> , <i>Lepidvcephalichthys guntea</i> , <i>L. nepalensis</i> , <i>heteropneustes fossils</i>).
Eels:	Swamp eel (<i>Amphipnous Cuchia</i> , <i>Mastacembelus pancalus</i> , <i>Macrognathus aculeatus</i>) fresh water eel (<i>Anguilla bengalensis</i>).
Barbs:	<i>Puntius sophore</i> , <i>P.ticto</i> , <i>P.titius</i> , <i>P.sarana</i> , <i>Chanda nama</i> , <i>Colisa patius</i> , <i>Sicamugil cascasia</i> .
Minnows:	<i>Barilius shacra</i> , <i>B. barna</i> , <i>Essomus dandricus</i> , <i>Rasbora daniconius</i> etc.

魚類のうちで、川が流れている状態に生態的に適応している種は新たな環境で生活することができないであろうが、同じ川の中でも水溜りのようなところに適応している種は、新たな環境にも適応することができる。水溜りができることによって、プランクトン（浮遊藻類）や底生生物の構成、数にも変化が生じ、それらを食物とする多くの魚類に対して、不利になったり有利に働いたりする。そのことは、結果として、魚類の種の構成にも影響を与える。

表 10.4 溜まりに生息する漁種と流水を好む漁種

Pool Dweller Fishes	Flowing Water Fishes
<i>Channa marulius</i>	<i>Catla catla</i>
<i>C. panctatus</i>	<i>Labeo rohita</i>
<i>C. striatus</i>	<i>Noemacheilus spp.</i>
<i>Clarius batrachus</i>	<i>Puntius spp.</i>
<i>Heteropneustes fossilis</i>	<i>Barrilius spp.</i>
<i>Macrognathus aculeatus</i>	<i>Mystus spp.</i>
<i>Mastacembelus puncalus</i>	<i>Wallago attu</i>
<i>Labeo gonius</i>	<i>Anguilla bengalensis</i>
<i>Cirrhinus rewa</i>	<i>Xenentodol concila</i>
<i>Oxygaster bacaila</i>	
<i>Cirrhinus mrigala</i>	

以上の点を考慮すると、頭首工が設置された後も、冬期の流量（確率 80%）の最低 20%の水量は常時放流される必要がある。20%という数字は、ネパールにおける灌漑事業の一般的な放流量 10%の倍に当たる。魚類の保全のため、計画されている頭首工の両側にはそれぞれ一本ずつの魚道の建設を計画する。また、製紙工場の廃水がネパール基準を満たさない限り、スンサリ川灌漑事業は現在の流量の 50%を放流する必要がある。この 50%という数字も、製紙工場が廃水処理を行って、水質汚濁負荷を現在の 20%にまで削減するという条件が満たされることを前提として初めて可能になるものである。ちなみに、20%の放流は毎秒 0.7 トン、50%の放流は毎秒 1.8 トンに相当する。

10.4 スンサリ川の漁業

マラというカーストの人々（グディと呼ばれることもある）が、伝統的にスンサリ川、旧スンサリ川（Mariyadhar）などの河川における漁業で生計を立ててきた。マラの人々のコミュニティは、スンサリ郡の Ghuski、Ramnagr・Bhutaha および Narsinmha にあり、インタビュー調査によれば、その総世帯数は約 180 であり、うちパートタイムで漁業に従事しているのは 17 世帯、大半は専門の漁民である。

生物の多様性保護のため、頭首工からは一定量の放流が行われることになるが、スンサリ川流量の減少による漁業への負の影響は避けられないであろう。また、二つの製紙工場の廃水による漁業への影響は既に出ている。漁民を取り巻く環境が既に悪化していること、また社会的な地位が脅かされていることを考慮に入れると、スンサリ川灌漑事業は、漁民が養殖を促進できるような積極的な対応策を取るべきである。

養殖池のための用地としては、Mariyadhar の活用が、養殖の促進のためにまず考えられるべきである。しかしながら、Mariyadhar では、漁業が行われている一方で、Mariyadhar 内の土地に私有権があると主張している人たちも多い。漁民たちからの聴き取りを踏まえた上での結論としては、Mariyadhar の土地所有権の問題を解決してから堰／堤防を建設し、Mariyadhar を水深 1m 程度の池にするというのが、スンサリ川から取水するための漁業補償として、最も適切な代替案と考えられる。

補償について、河川流量の 50 % しか取水しない場合であれば、漁業補償として養殖業を促進する必要はないのではないかという議論もあるが、本計画としては、50 % 取水の場合でも養殖を促進することを提言する。早期から養殖を促進することにより、スンサリ川灌漑事業が 80 % 取水し、漁民がスンサリ川での漁業から養殖に完全に切り替えなければならなくなったときのための、万全の準備を整えることができるからである。

第11章 結論および勧告

11.1 結論

スンサリ川灌漑事業が実施されれば、地域住民が長く待ち望んでいた灌漑水の供給を十分に受けた農業開発を実現することが出来る。スンサリ川灌漑事業は、灌漑農業開発を通して人々の生活水準の向上に寄与する。例えば、零細規模、小規模、中規模および大規模農の農業所得は、モンスーン期のみ河川取水を実施（冬期は既存浅井戸による灌漑）するベース・ケースの場合にそれぞれ 13,000 Rs/ha/年、11,000 Rs/ha/年、17,000 Rs/ha/年、および 29,000 Rs/ha/年の増加となり、冬期に河川水を 80% 取水することができれば各規模層の増加所得は各々 21,000 Rs/ha/年、26,000 Rs/ha/年、34,000 Rs/ha/年 および 44,000 Rs/ha/年となることが期待できる。

国家経済の観点からは、ベース・ケースにおけるスンサリ川灌漑事業の経済的内部収益率(EIRR)は 16% となり、ネパール国の資本の機会費用である 12% を上回っている。事業の実施により米の単収は現状の 2.3t/ha から 4.2t/ha まで増加することが期待され、ベース・ケースにおいては年間米 7,600 t、夏野菜 17,700 t の増産が見込まれる。また冬期に河川水を 80% 取水することができれば、さらに冬野菜 9,200 t、馬鈴薯 3,500 t などの増産が期待でき、農家の食料自給のみならず国家としての食糧安全保障にも寄与する。

スンサリ川灌漑事業の実施は更に土地無し層に対する雇用の機会も増大させる。ベース・ケースに

においては年間 116,830 人日（冬期に 80%の河川取水を行う場合は 166,170 人日）の農業労働が創出される。また灌漑水路の維持管理のための浚渫・草刈労働が 14,290 人日創出され、土地無し層の貧困緩和に寄与する。本計画事業では、調査対象地域内の地域間格差への対策も考慮し、調査対象地域内西部の道路網を改善してこれまで不利であった当該地域の市場へのアクセスを改善すると共に、当該地域への公共サービス拡充を容易にする。

以上のことからスンサリ川灌漑事業は経済的効果の高い事業であり貧困層にも寄与することから、早期に実施に移されるべきであると結論づける。ネパール国政府は、実施のための必要な資金の準備に向けて速やかに行動を起こすべきである。国際機関や支援国からの援助要請も模索するべきであるが、少なくとも事業に係る土地収用費、行政事務費、農業普及、内水面漁業などの側面支援的事業コンポーネントについては国庫からその費用を充当すべきである。

11.2 勧告

1) 冬期におけるスンサリ川灌漑事業の運用

スンサリ川灌漑事業の頭首工設置地点の直下流に位置する 2 つの製紙工場が廃水処理施設を設置しない限り、冬期における取水は行うべきではない。現状でもすでにスンサリ川の水質は許容範囲を越えているからである。この場合、冬期の灌漑は現在約 8 割の農民が行っているように既存の浅井戸灌漑で対処しなければならない。

もし、製紙工場が現状より 80%の廃水を減少させる処理施設を設置するならば、スンサリ川灌漑事業は冬期にスンサリ川の水の 50%を取水することが出来る。しかし、冬期に 50%の河川水を取水する場合は製紙工場の紙の生産量とスンサリ川の水質を注意深くモニタリングする必要がある。もし、製紙工場の一つである Baba 工場が全操業（現状よりも 4 倍の生産能力となる）すれば、廃水処理施設が設置されたとしても、50%の取水により河川の水質は現状よりも若干悪化するからである。

スンサリ川灌漑事業により 80%の冬期取水を行うためには、政府は製紙工場にネパールの工場廃水基準を満たすように指導しなければならない。製紙工場がネパールの基準に従わないのであれば、80%の河川水取水は行うべきではない。また河川水を 80%取水する場合は、スンサリ川での漁から生活の糧を得ている 180 戸の漁民の補償もあわせて実施されなければならない。

頭首工下流部の河川維持流量として、本調査では冬期に少なくとも 20%は放流することを提案する。この流量はネパールで一般的になされている 10%を上回るものである。利水安全度を 80%とした場合、頭首工下流への河川維持流量は 0.8 cum/s となる。製紙工場がネパールの基準に従う場合でさえも、頭首工下流部の環境を保全するために少なくとも 0.8 cum/s の放流を実施すべきである。なお、製紙工場が処理施設の設置によって現状より 80%の廃水を削減する場合は 50%までの取水とし、製紙工場が現状改善のために何も行動を起こさない場合は冬期取水を行ってはならない。

2) 明確な情報伝達と透明性の確保

灌漑水の公平な分配のためには、水利用者間での情報の共有が適切になされなければならない。情報の公平な伝播は、貧富の差に関わらず全ての水利用者に灌漑水への公平なアクセスを可能とする。冬期においては間断灌漑が必要であるため、WUG と WUC、異なる WUC 間、WUC と政府灌漑管理事務所とのコミュニケーションが非常に重要となる。特に上流と下流に位置する水利用者間のコミュニ

ケーションは公平な水配分を実施するためにも不可欠である。

既存の灌漑システムでは、水利用者間で様々な誤解が生じており、誰がどのように水利費を徴収しているかも判っていない農民も多い。また多くの農民は水利組合の幹部の腐敗について疑念を抱いている。このような問題を解決する方法は灌漑システム運営の透明性を確保することである。システムの透明性の確保は、情報が全ての関係者に伝播することが前提となる。政府はシステムの透明性を全ての階層にわたって確保しうるようにしなければならない。

3) 灌漑局の説明責任

ネパール灌漑セクタープロジェクト (NISP) の調査においては、徴収された水利費 (ISF) が灌漑システムの維持管理予算として充当されていないことが水利費徴収率の停滞につながっていると指摘している。すなわち、徴収された水利費はその水利費を集めた灌漑システムの維持管理費用とは関係づけられず、中央政府の国庫に納入されている。このため、水利費徴収率の高低はその灌漑システムの維持管理予算には反映されず、農民の水利費の支払い状況が灌漑システムの維持管理の質に影響しないものとなっている。

政府は、水利組合に対して説明責任を持つが、上記のようなシステムでは、灌漑システム毎の正確なバランスシートや収支報告書を作成することが出来ない。それゆえ各灌漑システムが説明責任を持ち、財務的自立性を検討できるよう、水利費徴収が当該灌漑システムの維持管理予算に反映するような灌漑システム管理の予算制度を検討すべきである。

4) 灌漑局による水利組合間の調整

SMIP における水利組合の組織構成は、末端水利グループ(WUG)から SMIP 全体の調整を図るコミティ (WUCCC) まで4つもの階層にわたる。このため水利組合リーダーと一般の組合農民との隔たりが大きく、意思決定などの権限がリーダーに集中してしまっている。スンサリ川灌漑事業では、水利組合メンバーが意思決定に参加できるよう組織の階層を少なくし水利組合の民主化が図れるように計画している。このため、法的に登録される2次水路以下を管理する水利組合 (WUC) の代表により幹線レベルでのコミティ(WUCC)を設立し水利組合(WUC)間の調整を図るものの、そのコミティを法的な団体としては登録しない計画としている。44のWUCに公平な灌漑用水の分配を行うために、政府は幹線レベルでの水管理を遂行し、水利組合間の公平な水配分が保たれるようWUCCを通して水利組合間の調整役を担うべきである。

5) 農村開発支援機関との調整

調査対象地域ではSMIPをはじめ、UNDP支援によるLocal Governance Programなど複数の農村開発支援事業／プログラムが実施されている。スンサリ川灌漑事業が、これら他機関支援の事業を踏まえて地域の農業・農村開発戦略の中に適切に位置づけられれば、より効果的な地域の発展が期待できる。このために、スンサリ川灌漑事業を実施するに当たり、場合によっては灌漑局が主導して調査対象地域で活動している支援機関との調整を図るべきである。例えば、スンサリ川灌漑事業は、同事業により設立される水利組合の構成員になれない土地無し層を他事業の主な受益者とするを他機関に提案するといった対応が考えられる。

また、SMIPとスンサリ川灌漑事業では、互いのパフォーマンスが互いに影響しあうことが予測され

る。またスンサリ川灌漑事業は、SMIP から補給水を得る場合も将来的には考えられるので、この場合は維持管理費の配分など、両灌漑事業地区間での調整が必要となる。このため、SMIP とスンサリ川灌漑事業は、事業を運営していく上で当初から連携が必要である。

6) 政策と実施の一致

ネパールの灌漑政策は、灌漑事業を実施する際に受益者に建設費の 0.5%を維持管理に充当するための資金として事業実施前に積み立てることとし、また新規灌漑地区の場合は初期投資の 10%を住民負担としている。しかし、調査対象地域の南部の一部 (Sahebganj) をカバーする Chanda Mohana 灌漑事業地区などでは、OPEC 基金の活用ということもあり住民負担がゼロであった。このような政策と現実との不一致は、調査対象地域の灌漑開発の受益者に対し負担を要請する際の障害となりうる。よって、事業の実施に際しては政策的な裏付けの下に公平性を追求し、特殊な例をとる場合でも、住民に対して説明可能であるよう留意すべきである。

水利費徴収についても同じことが言える。SMIP での 200 Rs/ha という低額な水利費 (妥当な維持管理費は 1,100~1,300 Rs/ha と見積もられている) は、他の灌漑システムの農民に、これより高額な水利費を請求しようとする際に障害となりうる。水利費は灌漑システムの維持管理費を購い得る事を前提として設定すべきである。そしてこの原則を基に、類似の灌漑システムでは同額の費用を適用することを検討すべきである。