

ネパール王国

ポカラ市フェワ湖水環境整備計画

パナウティ市周辺地区農村環境改善計画

プロジェクト・ファインディング調査報告書

平成13年1月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会

まえがき

社団法人海外農業開発コンサルタント協会(ADCA)は農林水産省の補助事業として、平成12年12月3日から12月14日までの12日間にわたって、ネパール国のボカラ市フェワ湖水環境整備計画及びパナウティ市周辺地区農村環境改善計画について、プロジェクトファイナディング調査を実施した。

ネパール王国は、インド、中国に囲まれた国土面積147,181km²、人口1,849万人の内陸国である。主要産業は農業であり、国土の約20%にあたる265万haが耕地として利用されている。また、国民の約80%が農業に従事しており、国民総生産の約40%を農業生産が占めている。ネパール政府は、第8次国家開発計画(1992/1993年～1996/1997年)において農業政策を最重要課題とする基本戦略を掲げている。また、1995/1996年度から2014/2015年度におよぶ「農業長期開発計画」をADBの協力を受けながら策定している。

また、ネパール政府は国際競争力を持つ工業がないため、近年観光業の振興にも力を入れ、貴重な外貨獲得源となっている。

今回の調査対象地域であるボカラ市フェワ湖はネパール国の一大観光地であり環境問題が深刻になりつつある地域であり、パナウティ地域は農村総合整備計画が望まれている地域である。

ネパール政府関係機関は本調査が日本政府の協力案件として採択されることに、大きな期待を抱いている。本報告書が日本とネパールの技術、経済協力の一助となれば幸いである。

平成13年1月

ADCA 調査団長
下地 富治

報告書目次

まえがき

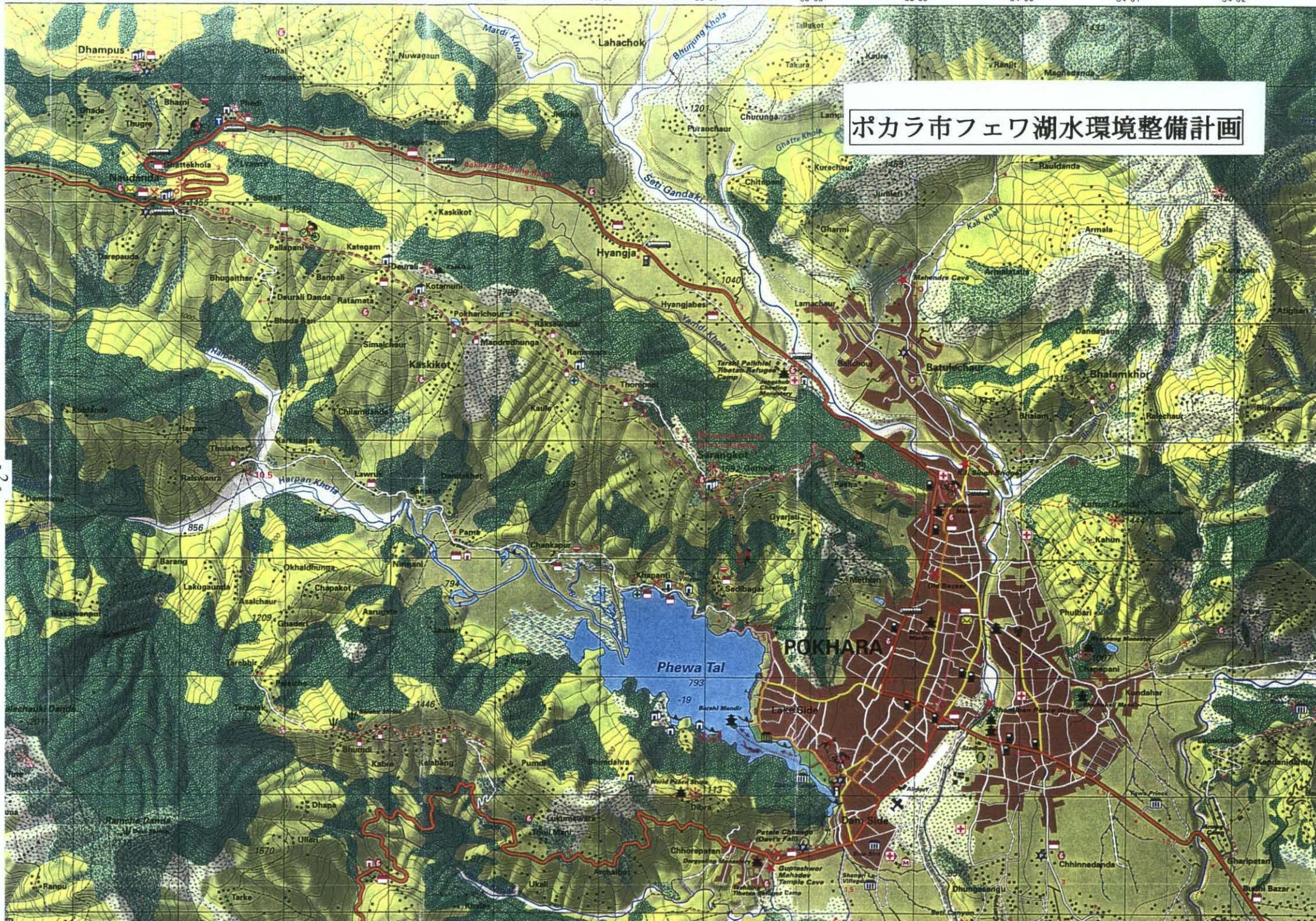
(1) 位置図 -----	1
(2) 計画一般図 -----	2
(3) 第1部 ネパール王国の概要 -----	4
第2部 事業計画に係る調査 -----	9
I.ポカラ市フェワ湖水環境整備計画 -----	9
1 事業の背景 -----	9
2 計画地区の概況 -----	9
3 調査計画の内容 -----	11
4 総合所見 -----	12
II.パナウティ市周辺地区農村環境改善計画 -----	13
1 事業の背景 -----	13
2 計画地区の概況 -----	13
3 調査計画の内容 -----	15
4 総合所見 -----	16
①調査団員構成 -----	17
②調査日程 -----	17
③面会者一覧 -----	18
④巻末資料 1,2	
⑤現地写真	

調査対象地区位置図

ポカラ市フェワ湖水環境整備計画



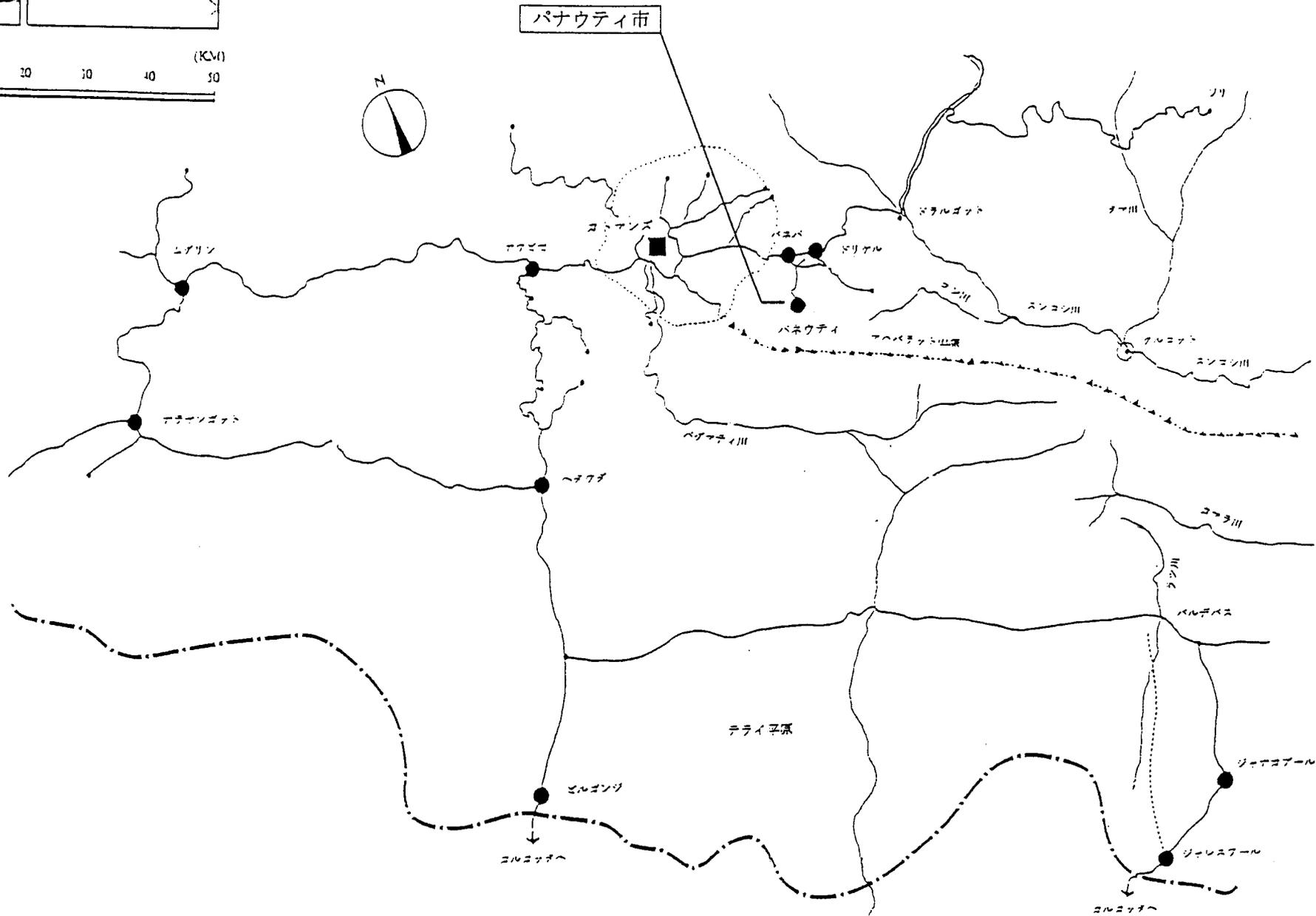
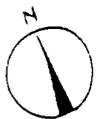
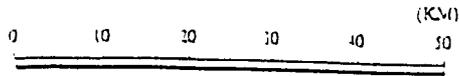
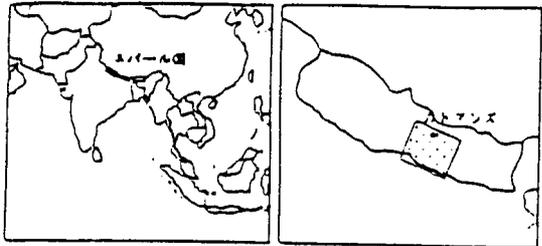
パナウティ市周辺地区農村環境改善計画



ポカラ市フェワ湖水環境整備計画

2

パナウティ市周辺地区農村環境改善計画



第1部 ネパール王国の概要

1. 国土

ネパール王国（以下「ネ」国）の国土面積は 147,181km² を有し、日本の国土面積 377,737km² の 39%に相当する小国である。国土の 77%は丘陵、山岳地域が占めており、その分布状況は下記の如くである。

山岳地帯；いわゆるヒマラヤ山岳地帯であり、標高 5,000m を超える地帯を指す。

標高 6,000m を超える山が 240 以上あり、世界に 15 ある 8,000m 級の山のうち、8 つが「ネ」国に位置している。国土の 35%が山岳地帯に属する。

中山間地；標高 600m から 5,000m までの地帯を指し、標高 1,300m 前後のカトマンズ盆地を始めとする諸都市、山腹あるいは尾根上に散見される小集落、さらには山間部の至る所で山の中腹から山頂にかけて見事に造成される段々畑などが見られる地域である。国土の 42%が中山間地帯に属する。

平野部；「ネ」国の南に東西に長く拡がり、インドと国境を接するのがタライ平野である。標高 300m 前後で幅 25km から 32km にわたって細長く分布しており、国土の 23%を占めている。

これら国土の約 40%に相当する 526 万 ha が林地であり、耕地面積は 297 万 ha で約 20%に過ぎず、放牧地が 176 万 ha で約 12%となっている。

かんがい計画を立案する上で重要な耕地面積の分布状況を見ると、山岳地帯が約 9%と少なく、中山間地（丘陵地帯）が約 50%と最も大きな割合を占め、テライの平野部は 41%となっている。「ネ」国の農業の立地条件を考える時、遠い昔より中山間地を中心に開墾を行ってきた歴史を表す中山間地の耕地面積が大きいことが特徴と言える。

2. 人口

1997 年版の Statistical Year Book of Nepal(CENTRAL BUREAU OF STATISTICS)によれば、「ネ」国の総人口は 1991 年の国勢調査より 18,491,097 人と報告されており前回 1981 年の調査時の 15,022,839 人に比して 23.1%の増加を示し、年平均 2.3%の高い人口増加率となっている。1971・1981 年の増加率が 2.7%であったことを考えると、若干抑制傾向が見られるものの、我が国の増加率 0.23%（1998 年日本統計年鑑；総務庁）に比して、極めて大きな数値であり、将来の人口爆発を懸念する指摘が国の内外の識者により行われている。男女の構成比は男子 9,221 千人、女子 9,270 千人となっている。

少し古い統計資料であるが、1981 年国勢調査による 10 才以上の総人口に関する産業分野別人口を見ると、農業従事者が 91%を占めており典型的な農業国と言える。

3. 気象・水文

「ネ」国の国土が既述の如く山岳地帯、中山間地、平野部に類型化されることより、気候・風土もその立地条件により大きく異なる。しかし、国土全体が周辺国と接していることより、一般的に気候は大陸的で、概ね6月から9月、10月のモンスーン期に大量の雨をもたらす、11月から2月までの冬季は乾燥し、降雨が少ない。

首都カトマンズ（空港の標高がEL.1,330m）の気象データを見ると下記の如くである。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高気温	16.8	19.2	23.7	26.8	27.7	27.5	27.2	27.2	26.3	24.6	21.6	18.4
最低気温	1.9	3.9	7.1	11.6	15.5	18.9	19.9	19.6	18.0	19.9	7.7	2.5
降雨量	15	18	34	50	97	272	371	297	163	69	5	8

（年間降雨量 1,399mm）

6月から9月のモンスーン期間に年間降雨量の86%に相当する1,200mmが集中して降ることがよく分かる。何れにしてもこの国の農業がこのモンスーンに左右され依存して発達し、制約を受け続けて来たことが歴史的に明らかである。

「ネ」国を流下する河川は総てガンジス河の支流である。ヒマラヤ山岳地帯にその源を発する河川は通年河川であるが、その他の河川はモンスーン期のみ流水のある季節河川である。このため、農業に欠かせない水の確保が全国的に不安定であり、農業の生産性が安定しない要員の大半が、天水に頼る原始的な農業に起因することも明らかな事である。

4. 農業

「ネ」国の代表的な農産物は米、トウモロコシ（メイズ）、小麦、大麦、ヒエ・アワ等穀類、豆類である。1992/1993年度には約2,900千haの農地に作付けされ、4,900千トンの食糧穀物と330千トンの他の換金作物が生産された。「ネ」国は1980年代半ばまでは食糧輸出国であったが、近年における人口増加による国内需要の急激な伸びにより、自給率は85～90%に低下している。

1991年の資料によると、国民の81%が農業に従事し、国民の90%が農村部に居住しているとの報告がある。国民総生産（GDP）に占める農業の割合は1981年には61%であったが、1994年には42%まで低下している。

「ネ」国政府は第8次国家開発計画（1992/1993年～1996/1997年）において農業政策を最重要課題とする基本戦略を掲げている。また1995/1996年度から2014/2015年度におよぶ長期の「農業長期開発計画（Agriculture Perspective Plan;APP）」をアジア開発銀行の協力のもとで策定している。この中で、「ネ」国政府は下記の主要政策目標を掲げている。

- 農業生産性の向上
- 貧困の軽減
- 自給自足農業から商業ベースの農業への転換
- 農業を中心とした持続的経済成長

この計画の実施に当たっては、「ポケット・パッケージ戦略 (PPS)」によって、かんがい、道路、電気などの主要インフラに係る整備レベルを考慮した投資を組み合わせを行い、過去のバラマキ的な予算執行を改め、重点投資に変換することで、効果の早期発現をねらう戦略的計画の推進へと政策転換を図りつつある。

「ネ」国の農家戸数は約 2,736 千戸で、平均耕作面積は 0.95ha と零細である。丘陵地域には耕地の約 50% が分布し、また農家戸数の 40% が営農している。農家の土地所有形態は大半が個人所有であり、小作は 2% 以下と報告されている。

全農家の 89% が耕作面積 2ha 以下、また 70% は 1ha 以下である。耕作面積 0.5ha 以下は貧困層と見られ、全農家の 50% は貧困世帯と考えられる。また、土地無し農家も 0.4% 程度存在し、都市在住の不在地主も未だ存在している。

農家の所得水準は低い位置にあり、推定年間所得の全国平均は下表の如くである。

	水稻	小麦	メイズ	雑穀	商品作物	畜産	合計
規模	0.55ha	0.24ha	0.29ha	0.10ha	0.12ha	3.87ha	0.95ha
単収	2.09t/ha	1.27t/ha	1.45t/ha	0.85t/ha	5.50t/ha	1.2t/tlu	作付け率
単収単価	4.5NRp	4.5	4.2	3.4	1,200	1,500	124%
純益価額	4,138 NRp	1,097 NRp	1,423 NRp	231 NRp	2,273 NRp	3,483 NRp	12,645 NRp

農家収入を農業所得とその半額の農業以外の収入と仮定すると、約 19 千ルピーとなり、年間戸当たり所得は 290US\$ 相当額となる。家族 6 名/戸として 1 人当たり 48US\$ 相当となり、かなり貧困状態にあると推定されるが、穀物生産量が自家消費を何とか賄うレベルに達しているため、飢餓・飢饉の発生が大きな社会問題に発展するまでには至っていないものと考えられる。

5. 貿易

「ネ」国の 1994/1995 年度の貿易は、輸出が約 179 億ルピーであるのに対して、輸入が約 655 億ルピーと極端な輸入超過となっている。「ネ」国には未だ輸出産業が形成されていないため、農産物をも含む生活物資に係る幅広い分野の製品を輸入せざるを得ない現状を色濃く反映する値と言える。貿易の最大の相手国は輸出入ともにインドであり、過去 86 年度には貿易総額の 40% をインドが占めていたが、近年比率が低下し 89 年度には両国間の通商条約が失効した事に起因して約 23% にまで低下した。

農業に係る項目を見ると、1994/1995 年度には、食糧・家畜の輸出額が 17,900 百万ルピーであったのに対して、食糧・家畜の輸入額が 65,527 百万ルピーにもものぼり、約 3.7 倍もの輸入超過を呈している。農業立国でありながら、農産物を輸入している現実が「ネ」国が抱える問題の複雑さと困難さを如実に表していると言える。

6. 社会

「ネ」国社会は、人口の約90%が国教であるヒンズー教を信仰する中で、人種的には中山間地および山岳地帯に多いモンゴル系チベット・ビルマ語族系とタライ平野部に多く住むインド・アーリア語族系より成り立っている。

チベット・ビルマ語族系のタマン、ネワール、マガール、ライ、グルン、リンプーといった部族は主として商業、サービス業、農業、牧畜などに従事しており、またインド・アーリア語族はブラーミン、チェトリといった上級カーストを占め、大多数は農民であるが、政治、軍事、官庁の主要ポストの多くを占めている。

「ネ」国は行政上、地勢的に大きく5つの開発地域に分類されているが、首都カトマンズが位置する Central Development Region が社会・経済活動の上から中心となっており、ついで Eastern Development Region が同国内では比較的開発がすすんでいる。同国内では西部地域、中西部地域、極西部地域の開発が西に進ほど遅れをとっており、気候の厳しさとも相俟って、政府の開発重点政策にも拘わらず実績はあがっておらず、近年においては、国内における地域間格差がむしろ拡大傾向にあることが政治的に大きな問題となっている。石油資源、鉱物資源に恵まれない「ネ」国において、首都カトマンズから遠く離れた位置にある西部・中西部・極西部地域は、国に基幹道路網である東西ハイウェイの完成が遅れていることが、首都と遠隔地間の円滑な物流を阻害し、経済的に極めて不利な立地条件に甘んじざるを得ない状況にある。我が国の限定された予算の範囲下での対外技術協力を論じる立場からは、援助対象プロジェクトをテライ平野地域を中心に考えざるを得ないと言えよう。

また、既述の如く国内総生産が100US\$以下の後発開発途上国、LLDC (Least Level Development Country) であり、貧困の緩和・解消が国家的な緊急重要課題であると言える。さらに、農業立国であることから、農村部に古くから因習的に残る女性差別、女性に対する過重労働などの「開発と女性 (WID ; Women In Development) 」が今日的な大きな社会的な課題となっている。

7. 観光産業

第8次国家開発計画 (1992/1993年～1996/1997年) 期間中に「ネ」国を訪れることを期待された観光客は1,907,745人であったが、実数は1,764,739人と計画の92%に止まった。同計画の最初の4ケ年で期待された観光収入は375,400千USドルであったが、結果は374,600千ドルとなり、ほぼ100%の達成度であった。

「ネ」国の観光産業が同国の経済活動に占める位置が極めて大きいことは、第9次国家開発計画において、次の如く記述されている。

即ち、地理的・地形的な多様性、比類ない自然美、多くの生物資源、独特の文化遺産、

現存する文化、もてなしの心豊かな国民性の故に重要な中心的な位置を築きつつある。しかしながら、その大きな潜在する経済力や市場の将来展望にも拘わらず、同国 GDP のわずか 4.4%を占めるに止まっているのが現状である。

これまで、観光産業の諸施策が他の産業との連携を持つことなく行われてきた反省に立って、第9次計画では、積極的な展開を試みることを記している。

第2部 事業計画に係る調査

I. ポカラ市フェワ湖水環境整備計画

1. 事業の背景

「ネ」国が農業国であることは記述の如くであるが、国際競争力を持つ工業がない同国では観光産業の将来性が外貨獲得の大きな役割を担っている。

「ネ」国を訪れる観光客の約30%がポカラ市および周辺を訪ねると言われており、ポカラを訪れる観光客の目当ては、フェワ湖および湖畔から眺望できる美しいヒマラヤの峰々があげられ、近年では湖畔に多くのホテルやコテージが立ち並んで、一大観光地の様相を呈している。ポカラの観光開発が進むに伴い、観光産業に直接/間接携わる住民も増加して、1991年の統計では約10万人の人口が記されているが、2001年の今日では正確な統計数値がないものの、20万人に迫る勢いで人口増加が進んでいると考えられる。

観光開発の進行による地域経済に対する貢献は多大なものであるが、一方で社会資本整備の不十分さ故に下記の諸点が深刻な社会・経済および環境問題として指摘されている。

- ① ポカラ市の上下水道システムの欠如
- ② フェワ湖の水質悪化

さらに、これらを上回る問題として、フェワ湖上流域から年々流入する大量の堆砂が、重要な観光資源であるフェワ湖そのものの存立に対する脅威となっている。

加えて、フェワ湖を水源とするかんがいシステムの受益地320haへのかんがい用水の水質の問題も懸念材料としてあげられる。

2. 計画地区の概況

計画地区であるフェワ湖は初°-ル随一の観光都市ポカラ市にあり、西部開発地域 (Western Development Region) ガンダキ管区 (Gandaki Zone) カスキ郡 (Kaski District) に属している。フェワ湖は湖水面積4.35km²、貯水容量37,200千m³を擁して湖周辺住民にとっては、水源としての機能に加えて上述の観光資源としても重要かつ不可欠な存在である。

(1) 年々増加する堆砂問題

しかしながら、近年、フェワ湖上流域の開発や、森林保全上の問題、流域管理の不十分さに起因する流入土砂の増加が、フェワ湖の湖としての生命を脅かす一大問題として提起されるに至り、カスキDDC (District Development Committee) としても放置出来ない社会問題、環境問題として位置づけて、本格的な取り組みを始める態勢を整え始めたところ

ろである。

土壌保全・流域管理局の調査統計資料によると（巻末資料一〇）1990年3月から1998年2月の8年間で堆砂量は1,424千 m^3 となっており、年堆砂量178千 m^3 と換算されるものの、近年は増加の一途をたどっている。

湖の既堆砂量を除いた有効貯水量の推定値については水資源省かんがい局西部地域かんがい事務所が用いている数値によると、13,000千 m^3 と記されている。この有効貯水量をもとに、フェワ湖に今後も毎年180千 m^3 前後の流入土砂があるとする、72年余りで湖としての寿命が尽きることになる。フェワ湖が果たすべき機能である観光資源、地域住民の生活用水、淡水魚養殖場、かんがい用水源等の多様な役割を考えると、この現状は極めて憂慮すべき姿であると言える。

（2）フェワ湖の水質悪化

フェワ湖周辺住宅地域には下水道施設が無く、生活排水はすべて直接あるいは間接にフェワ湖に排出されているのが現状である。現在、アジア開発銀行の支援を受けて「Pokhara Environment Improvement Project」が実施されているが、本プロジェクトで実現するのは市内幹線道路沿いの道路側溝整備であり、雨期における雨水排水施設整備事業としては意義があるが、生活排水・汚水を念頭に置いた下水道施設整備の側面を有していないことから、フェワ湖の水質改善に直接つながる効果は期待出来ない。

加えて湖周辺の村街からも大量の生活排水、汚水が湖に流入しており、住宅街および村街の両者から流入する汚水による湖の富栄養化が加速度的に進んでいて、深刻さを増すばかりである。湖周辺では淡水魚の養殖が民間レベルでも行われており、水質悪化による病原菌の繁殖が懸念される。また、湖周辺住民は湖水を生活用水として積極的に利用しており、悪化する湖水を体内に入れることに伴い、重金属類の体内蓄積をはじめとして健康面への不安を解消する必要がある。

（3）フェワかんがいシステムの老朽化

フェワ湖直下流には320haの受益面積を擁するフェワかんがいシステムがあり、かんがい期間最大9 m^3 （かんがい用水8 m^3 、発電用水1 m^3 ）の取水を行い、雨期の補給水として受益地へ供給している。

このかんがいシステムは完成後25年を経過して、幹線水路のいたる所が痛んでおり、当初の計画通りの用水路機能を確保するのが、困難な状況にある。

かんがいシステムを新設するのはコスト面から効果発現が難しい側面を有するが、既存システムの補修の場合には、低コストの投入によって期待できる成果が明確であることより、大いに検討に値するものとする。

3. 調査計画の内容

フェワ湖を主題とする3つの大きな課題が指摘されているが、これらをフェワ湖総合環境保全開発計画と位置づけて、ボカラ地域の社会・経済・環境等の多面的な検討を経て、問題解決のための構想（マスタープラン）の立案と事業化の検討を行うことを提案するものである。

3-1. 調査の目的

フェワ湖が直面している①年々増加する堆砂問題の恒久的対策の立案、②周辺開発に伴う水質悪化に対する対策の立案、③老朽化しているかんがいシステムの改修計画の立案を通して、観光産業を中心として地域経済の振興をはかる開発計画が内包する諸問題を包括的に分析して、今後の開発計画立案の礎とするものである。併せて、「ネ」側職員に対して、調査期間中に技術移転を行うものである。

3-2. 調査の内容

調査は大きくは2段階に分けて実施する。第1段階においては、ボカラ市およびフェワ湖周辺を対象とする総合環境保全開発計画のマスタープランを作成し、フェワ湖周辺に限定せずフェワ湖に直接／間接影響を受ける周辺地域の社会・経済・環境に係る基本的な現況把握を行うために下記の作業を実施する。

(1) 現地基本調査

- ① 現地調査による基礎的資料収集
- ② フェワ湖周辺およびハーバン川を中心とする流域の地形測量
- ③ フェワ湖への河川流入データの収集
- ④ 流入土砂の土質試験
- ⑤ フェワ湖の水質試験
- ⑥ 下水道システムに係る台帳作成
- ⑦ 既存かんがいシステムの施設台帳と老朽化調査
- ⑧ フェワ湖および湿地帯に関する環境影響評価
- ⑨ 開発計画に関する住民の意向調査

(2) マスタープランと実施計画の立案

上記の基本調査に基づいて、課題ごとの基本解析を行い、その結果に基づいて3大課題に対する基本計画を立案する。

- ① 土砂水理モデルによる堆砂シミュレーションを行い、フェワ湖の堆砂メカニズムを解明する。
- ② 数理モデルによる湖の水質汚染解析と改善手法（工法）の検討

③ 既存かんがいシステムの老朽化の把握に基づく、改修計画の立案

この結果を受けて、

- ① 増大する流域からの堆砂に対抗する土木構造物の設置計画、流域管理計画の立案
- ② 圃場における土壌保全対策の立案
- ③ 湿地帯の有効活用と自然環境保全的見地からのサクチュアリ（自然保護区）造成
- ④ 生態系の積極的保存策の立案
- ⑤ 水質保全・改善のための浄化対策の立案
- ⑥ 湖周辺地域の下水道システム整備計画の立案
- ⑦ 既設かんがいシステムの改修計画の立案

上記の諸計画の事業化についての可能性調査を実施する（フィジビリティ調査）。その内容は以下の通りである。

- ① 追加調査の実施
- ② 事業規模の概定
- ③ 各種構造物のレイアウトおよび基本設計
- ④ 事業費の概算
- ⑤ 事業実施のための工程作成
- ⑥ 経済性、財政上からの事業化の可能性評価

4. 総合所見

第9次国家開発計画で記す如く、観光産業が担う社会経済開発上での大きな役割を考える時、フェワ湖が直面する環境保全の見地からの危機的状況は、「ネ」国が国家開発計画の推進に伴って避けられない課題である。本計画は、「開発と環境保全」という普遍的なテーマに対する具体的取り組みであることから、従来型の開発一辺倒から開発と環境保全が共生できる道を探る意味からも、新世紀を視野に入れた「ネ」国における総合開発計画と総合環境保全計画との融合をはかる先駆的計画になるものと評価できる。

本計画の推進を通して、ともすれば理念先行勝ちな環境保全問題に対して、農業土木学的なアプローチによって、IT 利用による最新解析技術の紹介と技術移転が促進されるものと期待できることから、開発調査の意義が一段と高められると考える。

II. パナウティ市周辺地区農村環境改善計画

1. 事業の背景

先に記述した通り「ネ」国は国内総生産が100US\$に満たない後発開発国であり、その生産の多くを農業に頼っている。石油資源や鉱物資源に恵まれない「ネ」国にとって農村地域の発展が欠かせないと考えられる。しかしながら国内における地域格差は大きく全農家の50%が貧困世帯である。農村地域の発展が今後の「ネ」国の発展につながって行く事は確かである。

パナウティ市のコバシ村では日本の JICA による学校・地域保健プロジェクトが1992年より継続して実施されており住民の生活改善と保健医療サービスの向上により健康的な村づくりが行われている。農村の発展には健康的な生活が欠かせなくコバシ村で培われた健康的な村づくりを周辺地域に広げ、その上、保健教育だけでなく衛生設備やインフラ等の総合農村整備を促進する事により周辺地域の農村の発展へのつなげて行く事が期待される。

本計画を「ネ」国における農村総合開発のモデルプランとして90%が農業に従事するといわれる「ネ」国の底上げにつながり、国家の発展につながる事を期待する。

2. 計画地区の概況

パナウティ市はカトマンズ盆地東南40kmにありカブレバランチョーク郡内に位置している。13の区を包含する Municipality でリッチャビ王朝時代にはチベットとの交易路に位置する都として栄え、歴史的にも美術的にもすぐれたネワール建築が残っている町である。現在においてはパナウティ市住民の90%が農業に従事しているネパールにおける典型的な農村地域である。

(1) アクセス道路及び周辺道路

パナウティ市はカトマンズから40kmの距離にあり生活・経済共にはカトマンズ市と密接に関係している。また周辺地域ではパナウティの北部に位置するバネバおよびデュリケルとの関係が深い。これらの町とパナウティを結ぶ道路はバネバ～パナウティ間の道路のみで、住民はこの道路に生活を依存せざるを得ない状況であるが、道路の状況は非常に悪い。その他周辺道路に関してはパナウティのバザールから広がる道路は舗装されておらず、その本数も少ないために遠隔地域の住民は市場・病院に行くのにも何時間も歩いてアクセスしなくてはならない。

(2) 環境衛生施設

バナウティ市の上水道普及率は40%にも満たない状況のため住民の多くは、特に女性や子供は、いまだに水汲みの労働力として過酷な労働を強いられている。既存の上水道といっても、町から数キロメートル離れた上流の沢を水源としており浄水処理されることなく直接市内に給水される。市内には4インチの地上配管で給水されるが設備が古いため漏水率も高い。不衛生な飲み水からくる水系疾病は後を絶たず乳幼児や老人の死亡率~%と他国に比べて高いのも「ネ」国の農村における衛生問題が起因している。

上水道すら十分に整備されていないバナウティであるがバザール周辺においては下水道が存在する。過去数年において下水を回収する下水道管がバナウティ市によって整備されたが、改修された下水はバナウティ市の下流側に集められラグーンによって自然処理されるだけで地下浸透又はノシ川に越流されている。また洗濯に必要な生活用水設備がないために住民はバナウティを流れるノシ川を洗濯場として利用しており、事実上、下水を含む生活排水はノシ川に垂れ流しにされている。下水の垂れ流しは非衛生なだけでなく下流水源の汚染にもつながり深刻である。また、ノシ川を取水源とする灌漑農業の作物にも寄生虫等の繁殖の心配がある。

(3) 農産物流通施設

バナウティ市の人口は約2万4千人で住民の90%近くが農業に従事している。農民はジャガイモと小麦を中心に二期作を行いカトマンズを中心とする市場に出荷している。しかし良質な種芋や十分な肥料の購入ができないため作物の品質は決して良くはない。また収穫された作物の多くは市場に集められることなく、各々の農家によって売られている。品質がまばらで保存が利かない農作物は付加価値が低いため結局安値で取引されてしまう。バナウティの家庭における平均的な収入は約30,000NRs/年でその多くが低所得層である。農民は収入を農作物だけに頼っているために天候不順による収穫量の増減により生活を大きく左右されてしまう。よって大規模な農家以外は結局、自給自足の為の農業にとどまってしまい農業から収入を得ることが難しい

農業だけでは十分な収入をえられないため他の仕事を求めても市内には雇用機会がないために農業に頼らざるを得ない状況である。

3. 調査計画の内容

バナウティ市において想定される生活環境の課題を「ネ」国の一般的な農村地域の問題として理解して、「ネ」における農村地域の活性化および発展へのモデルプランとして周辺地域に広がりうるレベルでの問題解決の構想（マスタープラン）を立案して事業化への検討を行うことを提案するものである。

3-1. 調査の目的

バナウティ市における課題の中で地域の活性化および発展に欠かせない問題を緊急的問題として捉え解決策を立案する。特に①上下水道を中心とする生活・衛生環境の改善に対する立案、②付加価値の高い農作物の生産に対する立案、③農産物の流通・物流環境の発展に対する立案を中心として「ネ」国における農村地域の問題を地域振興、生活環境改善の観点から地域開発が内包する諸問題を包括的に分析していく。同時に地域住民へ健全な地域の活性化及び発展への理解を深めてもらい住民をも巻き込んだ開発計画を策定していくことが求められる。

3-2. 調査の内容

調査は大きく2段階に分けて実施する。第1段階においては、バナウティ市及び周辺地域を対象とする農村環境整備計画のマスタープランを作成し、バナウティ市に限定せず周辺農村市域の生活環境を把握する。第2段階目として緊急的な懸案事項を周辺住民に受け入れられやすい計画で立案してフィジビリティースタディーを通して具体的に計画する。

第1段階としてのマスタープランの立案について周辺地域の環境・経済・社会に係る問題把握を行うために書きの作業を実施する。

(1) 現地基本調査

- ① 現地調査による基本的資料の収集
- ② 既存水道設備の施設台帳と老朽化調査
- ③ 周辺地域における水の需要・供給の把握
- ④ 既存下水道施設及び水に係る住民生活習慣および衛生環境調査
- ⑤ 周辺地域において生産される農産物及び作付けスケジュールの調査
- ⑥ 既存かんがいシステムの施設台帳と老朽化調査
- ⑦ 農作物の流通経路及び取引価格の調査
- ⑧ バナウティ市を中心とする周辺道路の交通測量
- ⑨ 住民の労働環境調査
- ⑩ 開発計画の関する住民の意識調査

(2) マスタープランと実施計画の立案

上記の基本調査に基づいて、課題ごとの基本解析を行い、その結果に基づいて農村環境整備計画に対する基本計画を立案する。

- ① 周辺水系における水質および汚染状況の調査
- ② 新規水道用水源の開発
- ③ 新規送水・浄水・排水システム計画の立案
- ④ 下水処理施設計画
- ⑤ 公衆トイレ、ゴミ収集施設設置計画
- ⑥ かんがいシステムの拡張計画の立案
- ⑦ 農作物の流通システムの立案
- ⑧ 農協の設立計画
- ⑨ 農産物加工設備計画
- ⑩ 周辺道路整備計画の立案
- ⑪ 女性の労働機会開発計画の立案
- ⑫ コミュニティーにおける集会場建設計画

上記の諸計画の事業化についての可能性調査を実施する（フィジビリティ調査）。その内容は以下の通りである。

- ① 追加調査の実施
- ② 事業規模の概定
- ③ 各種構造物のレイアウトおよび基本設計
- ④ 事業費の概算
- ⑤ 事業実施のための工程作成
- ⑥ 経済性、財政上からの事業化の可能性評価

4. 総合所見

「ネ」国による開発計画の3つの目標である「持続的な経済成長の達成」「貧困軽減」「地域不均衡の是正」を達成する為には農村地域の活性化および発展という点に重点をおいた開発が重要である。これらの開発を効果的に推進していく為には農民が健康的な生活をおくれるインフラ整備及び流通・物流の整備が不可欠であると考えられる。

東南アジアの他国と比較しても所得水準の低いネパールにおいては他国による援助が不可欠であると考えられるが、限られた資源を十分に活用しながら地域住民の生活に密着し開発が必要である。これらの問題に留意して我が国における農村環境整備の技術を移転することにより「ネ」における多面的な課題を解決していくことが求められる。

1. 調査団員

下地 富治	株式会社 三祐コンサルタンツ	企画管理部 部長
大村 淳一	株式会社 クボタ	ポンプ営業第二部

2. 調査日程 (平成 12 年 12 月 3 日～12 月 14 日)

月	日	曜	調査行程	宿泊地
12	3	日	名古屋発 バンコク着 (下地) 東京発 バンコク着 (大村)	バンコク
	4	月	バンコク発 カトマンズ着 日本大使館 家元書記官表敬訪問	カトマンズ
	5	火	JICA 長谷川所長訪問 調査目的説明 カトマンズ発 ポカラ着 カスキ郡開発委員会議長他と調査概要討議	ポカラ
	6	水	フェワ湖周辺の堆砂状況、水質汚染実態等の 現地調査	//
	7	木	フェワかんがいシステムの老朽化実態調査 かんがい局西部事務所にて調査方針説明 ADB プロジェクト事務所訪問 ポカラ発 カトマンズ着	カトマンズ
	8	金	バナウチ市助役訪問、市の開発計画聞き取り バナウチ市下水システム現況調査	//
	9	土	要請書作成	//
	10	日	//	//
	11	月	現地調査資料整理	//
	12	火	日本大使館 家元書記官へ調査結果の報告 JICA 事務所 長谷川所長へ調査結果の報告	//
	13	水	カトマンズ発 バンコク着	バンコク
	14	木	バンコク発 名古屋着 (下地) バンコク発 東京着 (大村)	

3. 関係官庁における面会者

(1) ネパール王国

カスキ郡開発委員会 (Kaski District Development Committee)

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1. Mr. Punya Prasad Poudel | Chairman |
| 2. Mr. P. P. Sobedi | Local Development Officer |
| 3. Mr. Hari Kumar Pokharel | Engineer |
| 4. Mr. Ramesu Koiralla | Program Officer |

水資源省かんがい局西部地域かんがい事務所 (Western Regional Irrigation Directorate)

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. Mr. Nirjara Nanda Vaidya | Director |
| 2. Mr. Mahendra B. Guraung | Senior Executive Engineer |
| 3. Mr. Man Mukta Tulachan | Junior Engineer (Laboratory) |

カブラバランチヨーク郡 パナウティ市

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1. Mr. Buddhachrya | Vice Chairman |
| 2. Mr. Tap Bshadur Reshami | Asst. Industrial Entomologist |

(2) 在ネパール日本側関係者

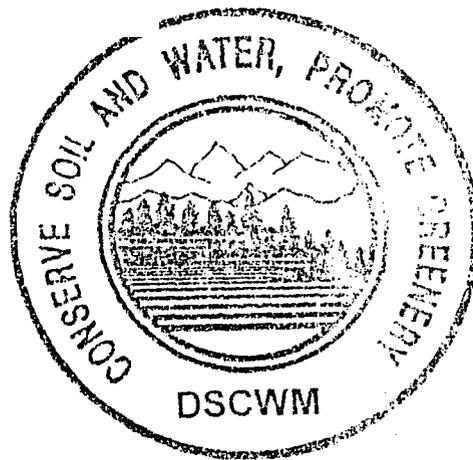
日本大使館

- | | |
|---------|------------------|
| 1. 家元隆佳 | 在ネパール日本国大使館二等書記官 |
|---------|------------------|

JICA ネパール事務所

- | | |
|----------|-------------------|
| 1. 長谷川 謙 | 所長 |
| 2. 新保義剛 | 派遣専門家 (水資源省かんがい局) |
| 3. 村上 泉 | // (学校保健プロジェクト) |
| 4. 高宮邦夫 | // (養蚕振興プロジェクト) |

Sedimentation Survey of Phewa Lake



Research Section

Department of Soil Conservation and Watershed Management

Babar Mahal, Kathmandu

June 1998

Summary

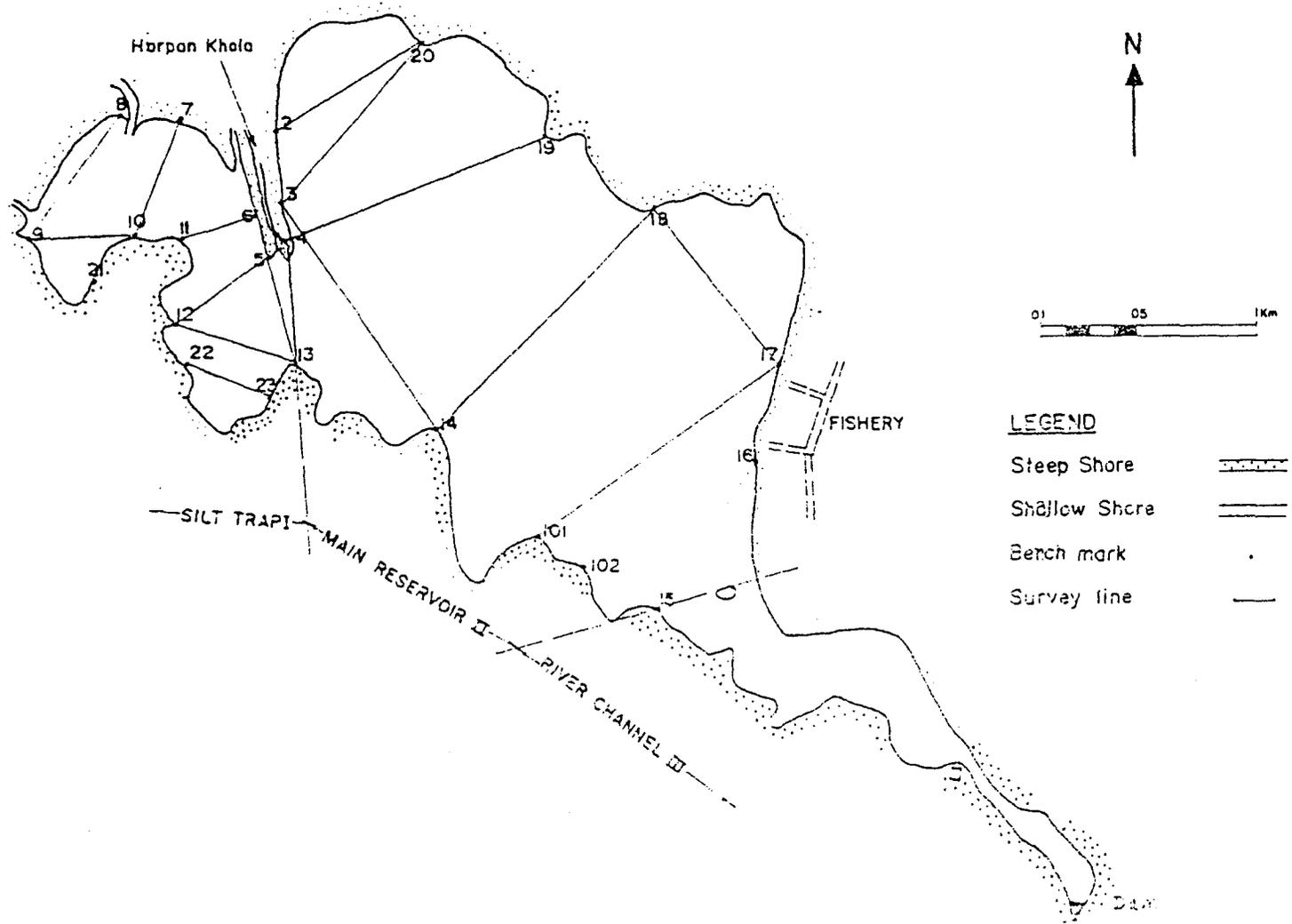
This report presents the sedimentation February 1998 survey data of Pheva lake and compares it with the surveys done in the past. The lake sedimentation survey showed the maximum depth of 22.8 m along the BM 14 to BM 18 survey line which lies in the main reservoir area. The maximum depth in the silt trap area is 10.57 m (BM 22 to BM 23). Average depth of the silt trap area is 2.58 m and that of the main reservoir is 9.76 m.

Volumes were separately calculated for main reservoir and silt trap area. Volume of water in the silt trap area is 1.89 million m³ and 35.31 million m³ in the main reservoir. Hence the water volume for the whole lake is 37.20 million m³.

Sedimentation rate in the silt trap area is very high. Compared to the 1990 survey, 17% of water volume has decreased in the silt trap area whereas only 0.5% of the water decreased in the main reservoir. Regression Analysis of water volume vs. survey years from 1990 showed that the life-span of the silt trap area is about 17 years and that of the lake (main reservoir plus silt trap area) as about 206 years, assuming present sedimentation trend.

Figure 2. Location of Bench Marks and Survey Lines

PHEWA LAKE



Water volume

The water volume of the lake in the survey year 1998 was found to be 37.2 million m³ (Silt trap area plus Main reservoir). In the previous survey of 1994 the volume of the lake was 37.77 million m³. Thus the water volume decreased by 1.51% in the period of four years. The silt trap area which covers a surface area of 73.24 ha (16.8% of lake surface area) has a water volume of 1.89 million m³ (5.1% of lake volume) and main reservoir which covers a surface area of 361.76 ha (83.2% of lake surface area) has a water volume of 35.31 million m³ (94.9% of lake volume). Details are shown in Tables 7, 8 and 9.

Table #7 Lake water volume (with respect to water level of +794.15 m amsl)

Survey Lines	Volume of lake water '000 m ³					
	Mar. '90	May '91	Apr. '92	Dec. '92	Jan. '94	Feb. '98
<i>Silt trap area</i>						
13-4 & 13-5	105.78	99.14	105.57	106.86	102.60	72.57
5-13, 12-13 & 12-5	1263.44	1227.15	1194.99	1180.97	1150.45	921.11
6-11 & 12-5	264.20	249.96	238.66	230.70	205.16	170.83
10-7 & 6-11	447.72	415.41	386.94	366.94	280.02	233.08
8-9 & 10-7	688.09	648.55	630.47	615.78	550.25	490.36
<i>Total vol. for Silt trap area</i>	<i>2769.23</i>	<i>2640.20</i>	<i>2556.62</i>	<i>2501.25</i>	<i>2288.55</i>	<i>1887.95</i>
<i>Main reservoir</i>						
14-3, 16-15, 17-18	35850.29	35802.06	35645.30	35572.95	35476.48	35307.68
<i>Lake (Silt trap area + Main reservoir)</i>	<i>38619.52</i>	<i>38442.26</i>	<i>38201.92</i>	<i>38074.19</i>	<i>37765.03</i>	<i>37195.63</i>

Volume change or sedimentation

The change in volume of lake within a certain period with respect to the reference water level (e.g. 794.15 m above mean sea level) indicates the sediment deposited in that period. Table 8 shows the annual volume change in different parts of silt trap area and main reservoir. The largest amount of sediment is seen to be deposited in the area enclosed by the survey lines 5-13, 12-13 and 12-5, where annual deposition (from January 1994 to February 1998) is about 57,000 m³. The annual decrease in volume or sediment deposited in the whole silt trap area and the main reservoir are about 1,00,000 m³ and 42,000 m³ respectively. Therefore, the annual volume decrease or sediment deposition of the whole lake is about 1,42,000 m³.

For comparing the sedimentation process in different years, the first survey of March 1990 has been considered as the base year. Change in volume and percentage of the lake volume in different survey years with respect to the year 1990 are summarized in Table 9 and the trend of sedimentation in the silt trap area and the lake (silt trap area and main reservoir) is shown in Figures 3, 4, 5 and 6.

Table #8 Annual volume change ('000 m³)

Survey lines BM to BM	Mar '90 to May '91	May '91 to Apr '92	Apr '92 to Dec '92	Dec '92 to Jan '94	Jan '94 to Feb '98	Jan '94 to Feb '99
	(annual)	(annual)	(annual)	(annual)		(annual)
<i>Silt trap area</i>						
13-4 & 13-5	-6.64	6.43	1.29	-4.18	-30.11	-7.53
5-13, 12-13 & 12-5	-36.29	-32.16	-14.02	-30.52	-229.34	-57.34
6-11 & 12-5	-214.24	-11.3	-7.96	-25.52	-34.35	-8.59
10-7 & 6-11	-32.31	-28.47	-20	-86.92	-16.94	-11.73
8-9 & 10-7	-39.54	-18.08	-14.69	-65.53	-59.90	-14.97
Total vol. for Silt trap area	-329.02	-83.58	-55.38	-212.67	-400.63	-100.16
<i>Main reservoir</i>						
14-3, 16-15, 17-18	-48.23	-156.76	-72.35	-96.47	-168.80	-42.20
Lake (Silt trap area + Main reservoir)	-377.25	-240.34	-127.73	-309.14	-569.43	-142.36

Table #9 Volume change analysis ('000 m³)

<i>Silt trap area</i>							
Survey year	# of years from the first survey	Water vol wrt wl +794.15m(amsl)	% of vol compared to Mar'90	Vol decrease compared to Mar'90	% decrease compared to Mar'90	Vol decrease compared to previous survey	% decrease compared to previous survey
Mar. '90	0	2769.23	100.00	0.00	0.00	0.00	-
May '91	1	2640.21	95.34	-129.02	4.66	-129.02	4.66
Apr. '92	2	2556.63	92.32	-212.60	7.68	-83.58	3.17
Dec. '92	3	2501.25	90.32	-267.98	9.68	-55.38	2.17
Jan. '94	4	2288.58	82.64	-480.65	17.36	-212.67	8.50
Feb. '98	8	1887.95	68.18	-881.28	31.82	-400.63	17.51
<i>Main reservoir</i>							
Survey year	# of years from the first survey	Water vol wrt wl +794.15m(amsl)	% of vol compared to Mar. '90	Vol decrease compared to Mar. '90	% decrease compared to Mar. '90	Vol decrease compared to previous survey	% decrease compared to previous survey
Mar. '90	0	35850.29	100.00	0.00	0.00	0.00	-
May '91	1	35802.06	99.87	-48.23	0.13	-48.23	0.13
Apr. '92	2	35645.3	99.43	-204.99	0.57	-156.76	0.44
Dec. '92	3	35572.95	99.23	-277.34	0.77	-72.35	0.20
Jan. '94	4	35476.48	98.96	-373.81	1.04	-96.47	0.27
Feb. '98	8	35307.68	98.49	-542.61	1.51	-168.80	0.48
<i>Lake (Silt trap area + Main reservoir)</i>							
Survey year	# of years from the first survey	Water vol wrt wl +794.15m(amsl)	% of vol compared to Mar. '90	Vol decrease compared to Mar. '90	% decrease compared to Mar. '90	Vol decrease compared to previous survey	% decrease compared to previous survey
Mar. '90	0	38819.52	100.00	0.00	0.00	0.00	-
May '91	1	38442.27	99.03	-377.25	0.97	-377.25	0.97
Apr. '92	2	38201.93	98.41	-617.59	1.59	-240.34	0.63
Dec. '92	3	38074.20	98.08	-745.32	1.92	-127.73	0.33
Jan. '94	4	37765.06	97.28	-1054.46	2.72	-309.14	0.81
Feb. '98	8	37195.63	95.82	-1623.89	4.18	-569.43	1.51

Figure #3. Water volume vs. survey year (Silt trap area)

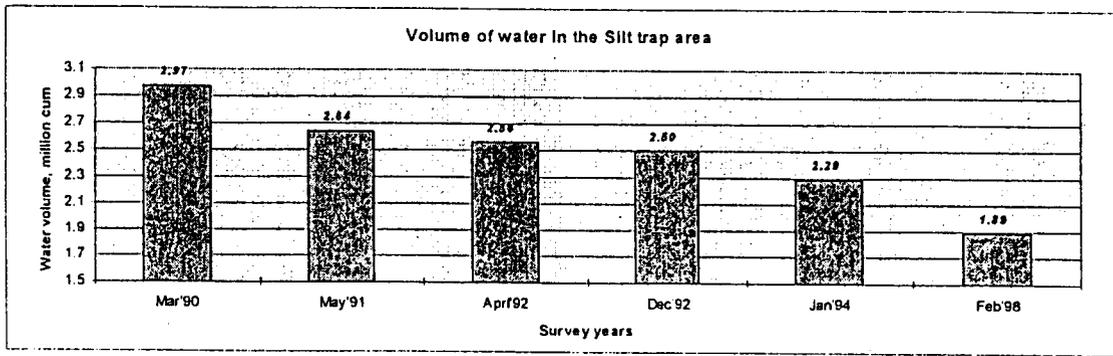


Figure #4. Sedimentation trend in the Silt trap area

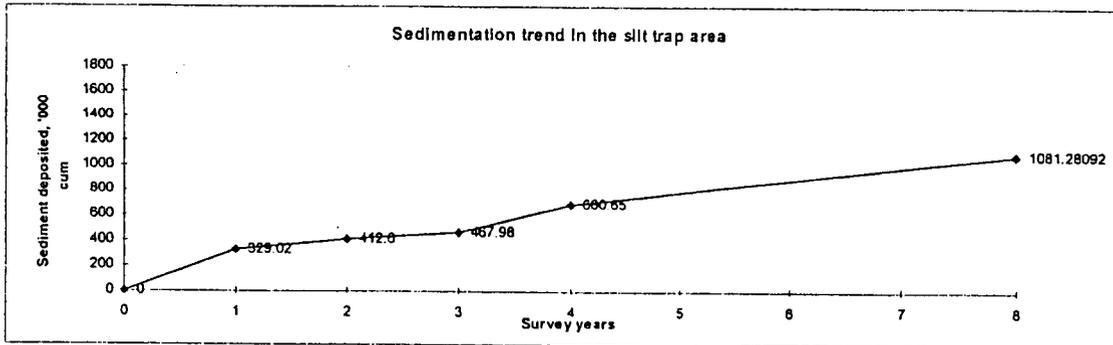


Figure #5. Water volume vs. survey year in the lake (Silt trap area plus Main reservoir)

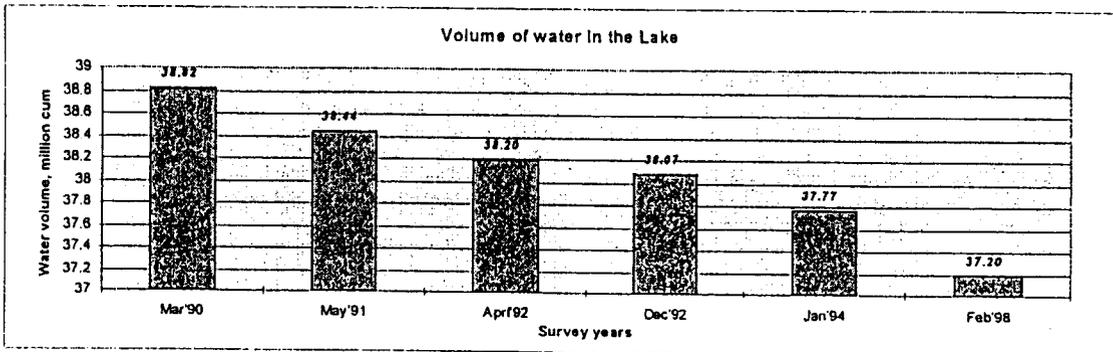
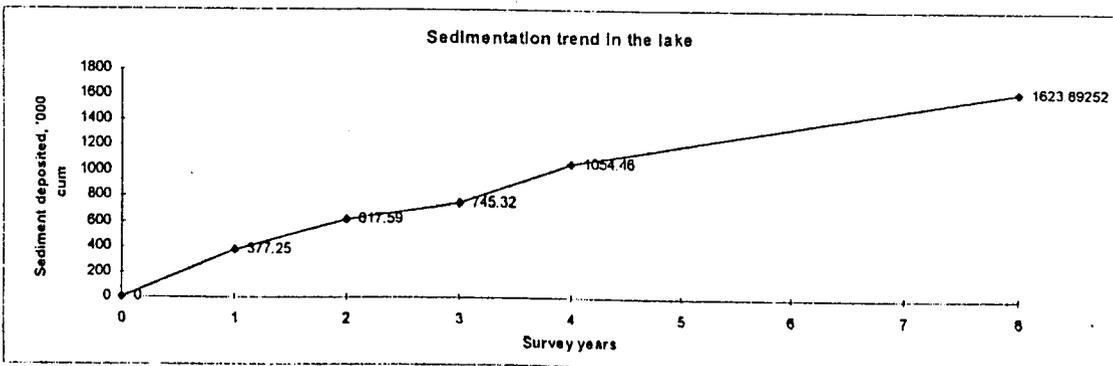


Figure #6. Sedimentation trend in the lake (Silt trap area plus Main reservoir)



Life-span of the lake

Silt trap area

Regression line of volume vs. number of years from May 1990 indicated the annual sedimentation rate of about 110,000 m³ per year. If this trend of sedimentation continues, the silt trap area will be completely filled up in 25 years from 1990. Hence the silt trap area will be completely filled up in the next 17 years. If we assume a uniform sediment deposition under the silt trap area, the depth of annual sediment deposition is 15 cm.

The lake

If we consider the lake as dead when the main reservoir and silt trap area are completely silted up and assuming the present trend of sedimentation, the lake life-span may be estimated as 214 years from 1990. Hence the lake will be completely silted up in the next 206 years from 1998.

As the lake has a national economic value, extending its life-span is a major responsibility of the concerned watershed manager. The local people also play a vital role in prolonging the lake life. This report will create awareness of the lake's sedimentation status. The watershed manager should study the trend of sedimentation in different areas of the lake and should focus his/her conservation efforts to the more critical micro-catchments of the lake watershed. For example, the segment of the silt trap area represented by the survey lines 5-13, 12-13 and 12-5 showed the highest sedimentation. Annual volume decrease from January 1994 to February 1998 in the segment is 57,000 m³ which lies at the mouth of Harpan Khola. This indicates that the concerned watershed manager should focus his/her conservation efforts in the micro catchments of Harpan Khola and its tributaries.

Possible Sources of error

Some errors cannot be avoided in any kind of field work. Similarly, the data presented in this report may have some error due to the following reasons:

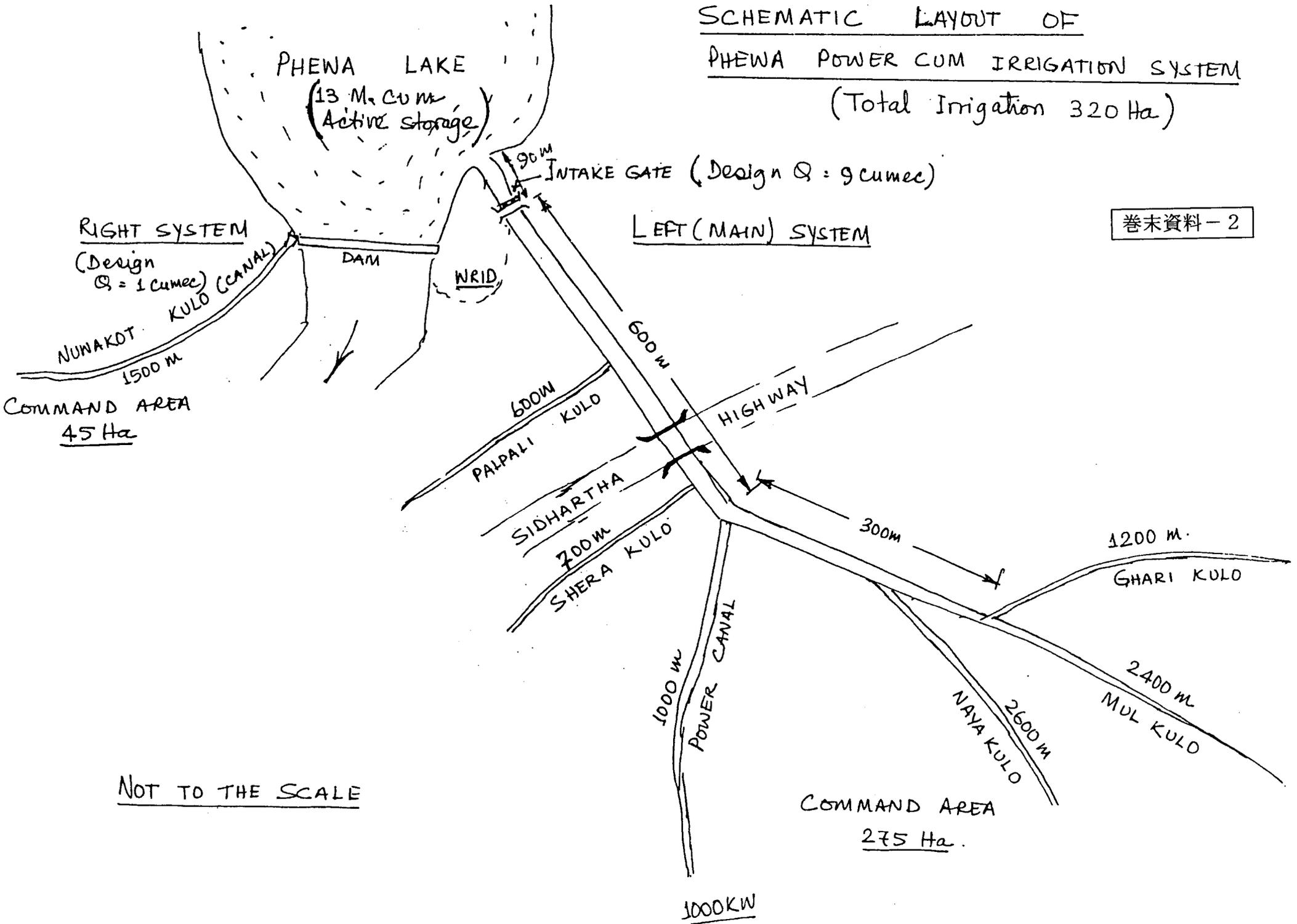
- Rope stretched between the BMs may not be straight due to the wind or water movement.
- Sometimes the boat could not be rowed at a constant speed and on a straight line along the rope.
- Marks in the rope may not be exactly at the same intervals.
- Profile may not be accurately recorded at places with profuse plant growth at the lake bottom.
- The reference water level could not be accurately recorded due to the movement of the surface lake water and large least count (LC) value of the scale located at Pardi dam.

References

DECORE. 1991. Socio-economic Baseline Survey of Phewa Tal Watershed. Prepared for Integrated Watershed Management Project, Phewa Tal and Kulekhani Watersheds. Department of Soil Conservation and Watershed Management, Kathmandu.

DSC. 1997. Sedimentation Survey of Phewa lake, Jan., 1994. Department of Soil Conservation, Babar Mahal, Kathmandu, Nepal.

SCHEMATIC LAYOUT OF
PHEWA POWER CUM IRRIGATION SYSTEM
 (Total Irrigation 320 Ha)



卷末資料 - 2

NOT TO THE SCALE

COMMAND AREA
275 Ha.

現 地 写 真



ハ-パン川流域からの堆砂（フェリ湖流入部）



フェリ湖左岸小溪流から洪水期に流下した土石



琵琶湖最上流端の堆砂先端部 湿原の一部は圃場として利用





フェリ湖周辺域の生活排水が湖に流入しているさま





フェリ湖岸の随所で行われている洗濯風景





フェリ湖での淡水魚養殖（水産試験場）

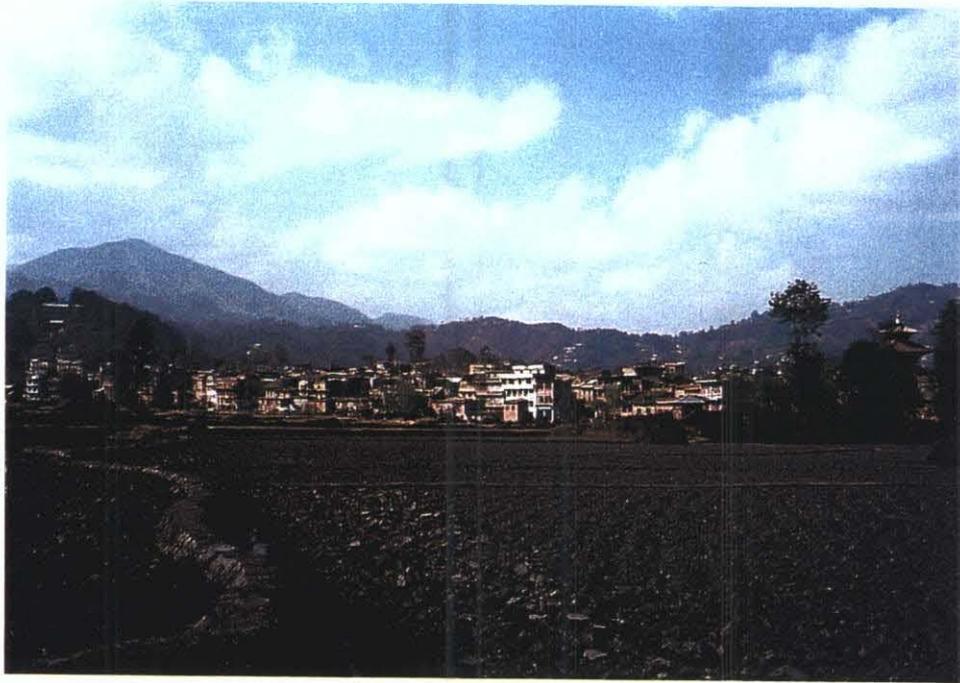




老朽化し補修を必要とするかんがい施設



幹線水路の維持管理が不十分な為、水路底全面に土石が散乱している



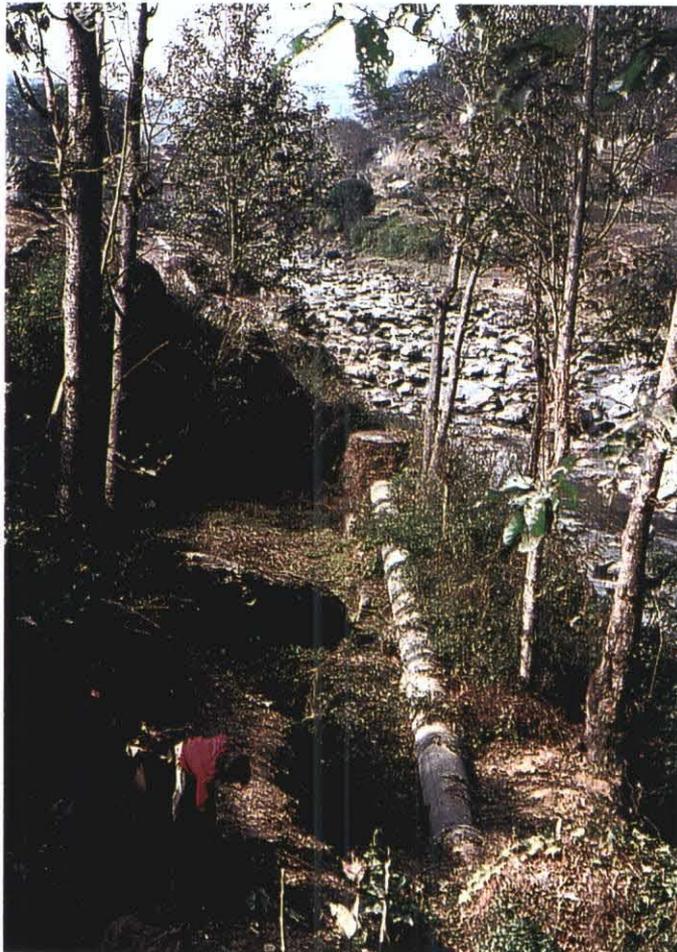
パナウティー市遠望



共同水栓 & 道路状況



ラグーン式下水処理場



下水用配管



JICA 養蚕プロジェクト



女工による紡ぎ作業



製糸機械



農作業風景