
第2章 周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

パキスタン政府は、第8次5か年計画（1993～1998年）において、農業部門の目標を達成することを国家経済の発展の礎と位置づけ、輸出による利益を生み出し食糧の自給を確立するため、人口増加率を上回る成長率を確保するとしている。

その方法として、

- －灌漑排水と農業を連結して管理すること
- －土地の有効利用を促進すること
- －水の有効利用を促進すること

がうたわれている。灌漑担当省庁と農業担当省庁が連携を強めて灌漑農業を効率的に行い、現存の水路灌漑農地の生産量を増加させること、天水地域においては水資源の有効活用を計り、農業生産を増強すること、さらにヒルトレント開発に関する研究を推進すべきことも示されている。

一方、洪水対策は経済的に成り立つ範囲で洪水を水資源として有効に利用することを推進するものである。

- －総合的洪水調節計画の推進
- －高水期の河川氾濫原における洪水の利用（サイラバ灌漑）の促進
- －天水農業地域における水資源有効利用のための洪水の灌漑への利用

が示されている。

本プロジェクトはヒルトレント地帯の開発の先駆として、パキスタンに広く分布するヒルトレント洪水を天水地域の限られた水資源として有効利用を進める洪水対策であり、農業、防災両面から重要なプロジェクトである。

1995年にはヒルトレント開発に関する研究プロジェクトを推進することがNARC (National Agricultural Research Center) から提言され、1996年にはミタワン流域のドーリ地区を含む全国8箇所がパイロット地区として調査の対象に選ばれた。

2.1.2 財政事情

(1) 国土

パキスタン・イスラム共和国は中近東と南アジアを結ぶ重要な地点をしめる。北辺にはヒマラヤ山系のカラコルム及びヒンズークシ両山脈が連なり、国の南端近くを北回帰線が通り、その国土は北緯25°30'～36°45'、東経61°～75°30'に位置し、南北約1,600 km、東西約885 km、総面積は79.6万km²である。

ヒマラヤ山系に源流をもつインダス川は国土中央の平原を南下し、アラビア海へと流れる。インダス川上流域カラコルム山地は、高山と深い渓谷より成る複雑な地形である。中下流域には広大な沖積平野が広がる。

パキスタンは、緯度からみると亜熱帯気候に属しているが、インド亜大陸のなかで最も乾燥しており、半乾燥ステップ、乾燥砂漠気候帯に属する。年降水量は北部の山岳地帯で900 mm以上、南部のシンド及びタール砂漠方面、西部のパロチスタンでは130 mm以下となっている。雨期は北部、東部において6月から9月までのモンスーン期、西部では12月から3月までの冬の降雨期である。

パキスタンでは平野部の気温は5～6月頃が最高となり、ラホールでの5月の平均気温は31.5℃、日によっては50℃にも達する世界で最も暑い地域である。12月から1月頃の冷涼期は比較的気温が低く、1月のラホールの平均気温は12℃、南部のカラチでは18℃である。

(2) 経済・社会状況

— 人口

パキスタン国では1981年を最後に人口センサスは実施されておらず、その後は推定人口が政府から発表されている。1981年の人口センサスによると、パキスタンの人口は8,430万人、1987年には1億人を突破したと推定されている。1990年には1億1,100万人となり、世界第9位の人口とされた。人口密度は、1981年には1km²当り106人、1990年には136人へと増加している。人口増加率は1960年は年率2.8%であったが、死亡率の低下により、現在3.1%へと上昇してきており、南アジアの平均2.4%と比べるとかなり高率である。パキスタンの人口は西暦2000年までには1億5000万人を突破するものと考えられている。

また、パキスタンは急速な都市化が進んでおり、都市居住人口は1951年には全人口に対し17.8%であったが、1981年には28.2%へと増加している。都市部の人口増加率は、1960年代には4%であったのが、1970年代では4.3%へと上昇している。しかし、近年都市の人口集中はやや緩和傾向にある。1951年には都市人口の75%を41の都市が占めていたが、1981年には、54の都市が占めている。これらの都市のうち、7大都市が都市人口の51%を占めている。

また、宗教は全人口の94%がイスラム教徒であり、キリスト教は1.4%、ヒンドゥー教が1.5%である。

— 行政区分

現在、パキスタンの領土はパンジャブ州、シンド州、北西辺境州及びパロチスタン州の4州、FATA（連邦管理少数民族地域、アフガニスタン国境沿い少数民族諸地域と北部地域ギルギット庁管轄）及びFCA（イスラマバード連邦首都圏）からなっている。パキスタン政府はカシミールの一部アザット・ジャムも管轄内としている。パキスタンの各州は自治権を有する行政単位であり、各州毎に州議会を有し、議会は州法を立法し施行する権限を付与されている。行政管理上各州はさらに多くの行政管区（ディビジョン、division）に分けられ、行政管区は県（ディストリクト、district）に、さらに下部単位である郡（テシル、tehsil）に分けられる。

一 民族・言語

パキスタンは、様々な民族集団からなる多民族国家である。主要民族としては、パンジャブ人 59.6%、シンディ人 11.1%、パシュトー人 9.0%、バロチ人 2.7% などがあげられる。言語としては、パンジャブ語 48.7%、シンド語 11.8%、パシュトー語 13.1%、バロチ語 3.0%、その他数種の言語が用いられている。民族・言語共にそれぞれの中心となる地域は、おおむね現行の行政単位であるパンジャブ州、シンド州、北西辺境州、バルチスタン州に相当するが、州ごとに明確に分れているわけではなく、複雑な構成・分布状況を持つ。公用語はウルドゥー語と英語であるが、ウルドゥー語は全人口の 8% が母語としているのみである。

一 教育

1981 年センサスによれば、識字率は低く 26.2% であり、女性に限るとさらに低く 16% であった。教育制度は、初等教育 5 年、中等教育 7 年（中学、高校、大学予科）、高等教育（カレッジ、大学）となっており、義務教育期間は初等教育の 5 年間である。また近年では初等教育は、モスクでも行われており、農村部における効果が期待されている。

一 国家経済・産業

パキスタンの 1995 年度の国内総生産（GDP）は、総額 2 兆 1735 億ルピー（700 億ドル）で、前年度に比べ 6.1% の成長率であった。GDP の産業別シェアは、農業部門 24.8%、工業部門 26.5%、サービス部門 48.7% となっている。部門別の成長率は、農業部門 6.7%、工業部門 6.1%、サービス部門 5.8% であった。

一 財政状況

1995 年度の国家予算は、歳入 3865 億ルピー、歳出 4949 億ルピーであった。財政赤字は 1085 億ルピーにのぼり、予算額の 21.9% に相当する。国際機関、諸外国からの中長期公的債務残高は 1995 年度末に 231 億ドルとなり、その GDP 比は 35.7% であった。1995 年度の債務支払は 21 億ドルとなっており、GDP の 3.2% を占める。

一 国際収支

1995 年度の輸出額は 92 億ドルで、前年度の 79 億ドルに比べて 16.8% 増加した。また、主な輸出品目は棉関連品目（全体の 62.2% のシェア）、皮革関連品目（6.8%）、米（5.4%）である。一方、輸入額は 109 億ドルで、前年度の 101 億ドルに比べて 7.9% の伸びを示した。主な輸入品目は、機械（20.8%）、化学製品（18.4%）、石油製品（12.2%）、食用油（7.7%）である。貿易赤字の対 GDP 比は、92 年度に 6.32% を記録した後は、1993 年、1994 年、1995 年にかけて、3.84%、3.73%、3.06% と近年減少傾向にある。

一 雇用状況

1995 年度の総人口 1 億 3 千万人のうち、全労働人口は 3670 万人である。雇用労働者数は 3490 万人で、このうち都市部が 1000 万人で、農村部が 2490 万人であった。産業部門別に見れば、1995 年は農業が全労働人口の 50.0% を占め第一位である。次いで商業が 12.8% と多く、

次いで鉱工業 10.1 %、建設 6.5 %、運輸 5.0 % の順になっている。

物価

下表にも示されているとおり、インフレ率は1960年代には平均3.83%と比較的低い割合を保っていた。70年代に入って上昇したものの、80年代に入っておおよそ4~7%の間を変動するようになった。しかし、90年代に入って再び上昇し、近年は10%前後を推移している。

year	1960's	1970's	1980's	1990	1991	1992	1993	1994	1995
CPI*	3.83	12.33	7.34	12.7	10.58	9.83	11.27	13.02	10.84

*Consumer Price Index (CPI), growth(%)

農業の現況

農業はパキスタン経済においてGDPの24%を占め人口の約50%を扶養する重要な地位を占めている。また、綿工業を代表とする国内産業に原料を供給する意味からも、パキスタン経済を支える基盤産業といえる。パキスタンの農業生産地域の大部分は半乾燥気候帯、ステップ・乾燥砂漠気候帯に属し、作物栽培における灌漑への依存度が非常に大きく、総農地面積約2,000万haのうち約1,600万haが灌漑されている。パキスタン農業は4318億ルピーの生産規模で、作物生産と畜産を主とする。主要作物は小麦と米の生産で、主要換金作物は、綿花、サトウキビである。

(3) 灌漑行政

パキスタンにおける灌漑は、19世紀半ばから始められた植民地政府による収益性追及の大規模水路開発に始まった。用水路投資はパンジャブ州に集中し、その目的はおおむね達成された。1947年のインド・パキスタン分離独立によって、植民地政府が建設した用水路網は一旦分断されたが、1960年にインドとの間で調印されたインダス川水利協定ののち、世界銀行を中心とした援助資金を利用して再構築された。1970年代以降のパキスタン灌漑農業は土地生産性の増大を中心とした集約的農業へのシフトを強めており、その重要な手段となっているのが水路灌漑地域におけるチューブウェル(管井)の補完的な導入である。

灌漑システム

河川に設置され、河川水は堰や頭首工から幹線用水路に導かれる。幹線用水路(main canal)は支線用水路(main branch)、幹線分水路(major distributary)、支線分水路(minor distributary)、末端用水路(watercourse)へと順次細分される。また、幹線用水路と同規模の連結用水路(link canal)があり、これは水利権がインドにのみ認められたラヴィ、サトラジ川にインダス川を始め西部の河川から水を供給するものである。パキスタンの灌漑はインダス川水系に集中する。そのシステムは1,400万haを灌漑し、全国の灌漑面積の86%を占める。主要な施設はダム3箇所(タルベラ、マンガラ、チャシマ)、堰あるいは頭首工19箇所、連結用水路12本、43幹線用水路、約107,000本の支線用水路、および幹・支線分水路である。水路延長は政府維持管理部分である幹・

支線用水路、幹・支線分水路が約 61,000 km、農民が管理する末端用水路は約 160 万 km に達する。

一 法・行政機構

パキスタンにおける灌漑行政の基本法は、1873年に制定された用排水路法 (The Canal and Drainage Act of 1887) が、その後に改定を加えられながらも基本となっている。また、この法を補う排水に関するパンジャブ農地開発法 (Punjab Soil Reclamation Act, 1952)、および水管理に関する灌漑組合法 (Water Users Association Ordinance) がある。また、ヒルトレントなどに関してはパンジャブ小水路法 (Punjab Minor Canal Act, 1905) がある。

灌漑行政の頂点に連邦政府の水利電力省 (Ministry of Water and Power) があり、その下部機関として連邦洪水委員会 (Federal Flood Commission)、また実施機関として連邦政府管轄の WAPDA (Water and Power Development Authority) と州政府の灌漑電力省 (Irrigation and Power Department) がある。農業、灌漑は州政府の管轄事項であるため、WAPDA が建設した灌漑、排水施設は複数の州にまたがるものを除き、州政府の灌漑電力省に移管され、灌漑電力省がその施設の維持管理を行う。図 - 2.1 に連邦政府の水利電力省の組織を示す。なお、水利電力省の官吏の数は約 30 人であり、水、電力、行政管理部門それぞれ 1/3 の人員である。

パンジャブ州灌漑電力省は約 10,000 人の人員を抱える組織である。このうち約 600 人が官吏である。事務次官 (Secretary) の下に、12 人のチーフエンジニアがおり、6 地域事務所と灌漑省の 6 部局を担当している。6 地域事務所は各幹線水路が支配する灌漑地域に対応する分区に分かれ、技術、事務、水利費査定部門からなる。地域事務所の官吏の数は一事務所あたり 40、50 人である。図 - 2.2 にパンジャブ州灌漑電力省の組織図を示す。

なお、ミタワン地区はパンジャブ州灌漑電力省 D.G.カーン灌漑事務所が管轄している。

一 予算

1980 年代半ば以降、灌漑部門への投資は実質年 4% で減少してきた。そのうえ、資金の保証のない灌漑事業が開始されることも多いため、実施中の事業の進捗と新規事業の開始が遅れることが多い。事業実施期間の延長により、実施期間の利息がかさみ工事資金を圧迫している。また、水利費は低く押さえられており、投下費用の回収は不可能となり維持管理費も不足している。

水利費の査定は灌漑省のバトワリと呼ばれる末端役人が行う。バトワリはパンジャブ州に約 5,000 人おり、一人のバトワリが 1,000 から 2,000 ha の農地の作付け面積と収穫面積を作物ごとに調査し、水利費請求書をナンバルダールと呼ばれる村長に提出する。実際の水利費の徴収は村長が行うが、徴収を能率的に行うために方便として 3% のリベートが村長に与えられる。この方式は約 400 年前から行われているといわれる。水利費は租税省に取められ、灌漑省にはその一部が維持管理予算として配分される。

PAKISTAN Organization Chart - Irrigation and Power Department Punjab

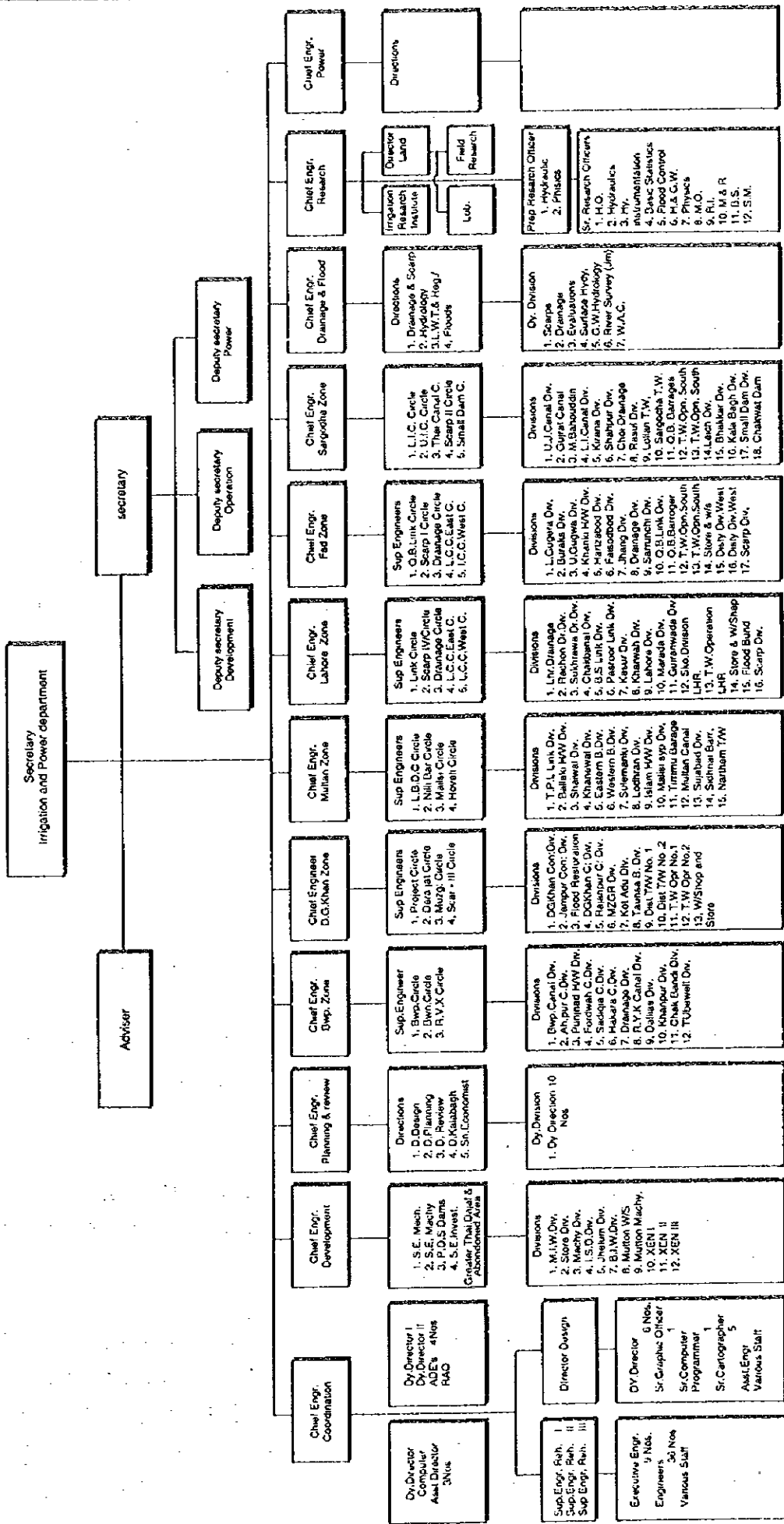


圖-2.2 はんげんぱんじょうちゅうでんりきりょうごうのそくごう

灌漑施設の建設を含む、各年度の開発予算は5ヵ年計画を基準に決められる。各年度の最終開発予算配分は経常経費を差し引いた残予算額をもとに予算省が行うため、プロジェクトの必要性、優先度、経済効果よりも、予算規模、社会的関心、政治的配慮が優先し、計画の不十分な事業が実施される傾向にある。5ヵ年計画に含まれていない計画は実施されることはないが、計画が承認されていても予算化される保証はない。

連邦政府水利電力省はプロジェクト建設予算を管理し、WAPDA に配分する。1995 - 96 年度予算についてみると、その総額は約 220 億ルピー(約 700 億円)であった。一方、維持管理費については州政府が管理し、各州灌漑省が維持管理の実施を行う。1995 - 96 年度パンジャブ州灌漑予算は、22 億 7,000 万ルピー(約 77 億円)であった。

技術・計画/管理運営/建設

パキスタンにおける灌漑には以下のような行政、技術上の問題がある。

計画に関しては、中長期の総合的観点から、必要性和目的を明確にした水資源部門開発計画が外国の援助で準備される。しかし、5ヵ年計画あるいは年間開発計画に、この計画全体が取り入れられることはほとんどない。このため、開発計画は狂いを生じ、政策目標もあいまいにされる。

州および連邦政府機関はプロジェクトの計画能力が低いため、関連プロジェクトや部門間の関連を無視した個別計画が作成、実行される。

一方、灌漑開発計画の基本データとなる河川あるいは水路における流量データは不正確なうえ、数年遅れで公表され、データの入手が極めて困難である。このため、施設の計画と設計は不十分なデータをもとに数十年前の技術とガイドラインに沿っておこなわれ、その建設費は古い積算基準に基づいて低く見積られることが多い。

州灌漑電力省は百年以上も昔に制定された組織機構と執行規則に則り運営されている。組織は保守的で新しい技術の導入や運営方法の改善に対しては抵抗が強い。また、古い規則が杓子定規に適用されている。水利費は作付け面積と作物の種類を基準としており、水使用量には関係しない。そして近年は水利費は低く押さえられ、投下資本を回収できないばかりか、O&M 費にすら不足している。州灌漑省の技術力、維持管理能力、資金は不足し、維持管理は不十分で、施設は劣化し灌漑システムの性能は低下の一方である。

また、効率的な水利用に不可欠な農業省と灌漑電力省間の協力はまったくなく、省庁間の非協力と受益者無視が農業生産を制約している。政府はこのような制約を取り除く努力を長年にわたり行っているが、基本的な問題は全く解決されていない。

主要河川には堰が設置されているが、その上流に出来る砂洲により毎年少しづつ変わる流路を堰に導くための導流堤などの最低限必要な施設建設は少ない予算の中でも行われている。一方、水路灌漑地域においては浸透、無効貯流、漏水など過剰な損失と不法取水が原因となって、灌漑水は上流に多く下流に少なく不公平となる。灌漑システムは一定流量を供給し、あらかじめ定められた輪番制で灌漑水の配分がされるように作られている。これは灌漑水を供給する側に都合が

よいが、作物の水需要に応じるためには不適切なシステムである。水路の補修などの維持管理作業を行うには、必要な費用は別として、幹線水路を長期間閉鎖できないこと、灌漑用水供給の代替手段がとれないことなどの問題がある。また、灌漑地域における排水、作物根域の塩分制御に関する技術はなく、灌漑水の配分と水利用の組み合わせによって、圃場水分を制御することがパキスタンの排水技術となっている。

工事の実施では、建設業者の不適切な施工方法と非能率な管理、また政府機関の技術者の能力不足に起因する問題が多い。大部分の建設業者は小規模で建設機械を保有せず、管理能力に劣る。

以上のように管理運営、組織、技術上の問題に関して政府の改善努力が欠如しており、灌漑システムの機能低下の原因となっている。

2.2 他の援助国、国際機関等によるプロジェクト

一 カハ・ヒルトレント洪水制御プロジェクト

本ミタワン地区近傍では、本事業と同じ目的を有するヒルトレント開発事業として、ADBの融資によるカハ・ヒルトレントプロジェクトが実施された。

流域面積約5,500平方kmを有するカハ・ヒルトレントはミタワン・ヒルトレントの南側に位置する。このヒルトレントは通年流水があり、扇状地上流部ではカリフ作（夏作）、ラビ作（冬作）の二毛作が行なわれている。このプロジェクトでは、下流の水路灌漑地域における洪水被害を防止するため、扇頂部から扇状地下流までの13箇所に順次分流施設を設置し、扇状地の洪水灌漑農地に洪水を分流すると同時に下流の洪水被害の防止を目的とするものである。

工事は1993年10月より開始され、1996年1月現在で約60%の進捗状況であった。1994年9月工事途中、カハヒルトレントのそれまでの記録を越える大洪水により大きな被害を受けた。その後修復されたが、1995年4月にも再び被災した。最近、下流部では農民は不安定な洪水灌漑を嫌い、灌漑用のチューブウェル（管井戸）の設置が著しく増加してきており、利用される見込のない下流部のヒルトレント取水施設は修復もされずに放置されたまま工事中断している。

（2.4.3 (3) pp. 2-48 参照）

一 カハ上流域流域保全計画

スウェーデン政府による無償協力事業として実施されている流域保全計画である。前述のカハヒルトレント洪水制御プロジェクトと一体して、ヒルトレント下流のパチャド地域、水路灌漑地域、及び下流地域の道路、鉄道、水路、橋梁などの水害を軽減するとともに、ヒルトレント上流域の社会経済開発のための流域保全を行う。その内容は牧畜、灌漑農業の推進（洪水灌漑、地下水灌漑）、山地放牧地開発、林地造成を目的として、水土保全、植生回復による生態系回復と流域保全をはかることである。

一 ミタワン地区流域保全灌漑開発計画

この計画は、流域保全および洪水灌漑施設建設工事と、住民組織による流域保全事業の実施を目指す日本の無償資金協力事業とFAOによる共同事業である。

ミタワンヒルトレントに合流する支川の一つであるチョティナラのダラ（狭窄部）にチェックダム、その下流約1.2 kmの地点に分流堰が建設され、さらにモデル流域保全地区ドーリにおいて流域保全を目的とした小構造物が建設された。また、住民参加による流域保全プロジェクトはモデル流域保全地区ドーリにおいて1995年4月から5ヶ年を第一段階として日本の資金を用いてFAOによって進められている。流域保全プロジェクトは、将来住民が流域の保全を考慮した地域開発を自身の手によって行うように、住民を組織し、住民参加による村落開発プロジェクトを推進している。

一 ビドールヒルトレント

ミタワン流域の北側に流域を接するビドールヒルトレントは、JICAによる開発調査が1991～1992年に実施され、ミタワンと同様に、長期的方策として、ピーク洪水量、および流出土砂量の低減のため上流域における流域保全事業を実施すると同時に、短期的に効果が発揮される構造物である分流水堰をヒルトレントの谷出口に設置することが計画された。この計画に基づき、1995年に世界銀行の融資が決定されたが、プロジェクトの実施に住民組織の設立が不可欠である流域保全事業は、これを推進する政府機関の不在、準備期間と費用の不足などの理由から実施されなかった。一方、分流水堰は新たに施設の設計を行い2基の分流水堰、10基の床固め工が計画された。しかし、分流水堰の建設も資金の不足のため、1基の分流水堰と2基の床固め工が第一期工事として実施された。分流水堰の建設工事は、1996年9月に工事が開始され、同年12月には建設が完了した。分流水堰はビドールヒルトレントの谷出口に設置され、堰上流および下流にはコンクリート製床固め工がそれぞれ1基ずつ配置されている。しかし、1997年6月時点ではまだ大洪水に見舞われていないため、構造物の安定性、機能いずれも確認されていない。

2.3 我が国の援助実施状況

ヒルトレント洪水被害の解消とパチャド地域の農業生産力向上を目的として、パキスタン国によるヒルトレント洪水対策計画調査が1984年に実施された。その後、パキスタン国政府は日本国政府に、D.G.カーンヒルトレントベルト全域の灌漑開発計画を始め、以下のような開発計画の調査を要請し、国際協力事業団（JICA）によって援助が行われてきた。

- 1) 「D.G.カーン灌漑開発計画調査」、1991～92年
- 2) 「ミタワン地区流域保全灌漑開発計画」、1994年
- 3) 「全国乾燥地域地下水開発計画」、1993年
- 4) 「パンジャブ州農用地開発計画」、1993年
- 5) 「パンジャブ州地下水開発計画」、1995年

2.4 プロジェクト・サイトの状況

2.4.1 自然条件

(1) 調査位置

調査対象地域であるミタワン・ヒルトレントが位置するD. G. カーン・ヒルトレント地区はパンジャブ川の西南にあり、南はシンド州、西はバロチスタン州、北は北西辺境州に接するインダス川とスレイマン山脈に挟まれた地域にある。

ミタワン・ヒルトレント地域は、図-2.4に示すように、D. G. カーン・ヒルトレント地区のほぼ中央に位置し、北はビドール・ヒルトレント地域、南と西はカハヒルトレント地域、東はD. G. カーン水路灌漑地域にそれぞれ接している。本地域はすべてパンジャブ州に属し、北緯 $29^{\circ}47'$ から $30^{\circ}06'$ 、東経 $69^{\circ}58'$ から $70^{\circ}17'$ の間に位置する。

(2) 気象

降水量

ミタワンヒルトレント流域の降水量データはフォートムンロにおいて測定されているのみである。このため、近傍のカハおよびヴィドール流域の降水量も参考にする。これらを含む各地の降水量を表-2.1、図-2.3に、また観測地点を図-2.4に示す。

D. G. カーン・ヒルトレント地域では、年平均降雨量の範囲は390 mmから180 mmであり、北部ほど多く、南部では少なく、また高位標高部で多く、低位標高部では少ない。年降雨量の約60%は7月から9月のモンスーン期に集中する。

表-2.1 ミタワン・ヒルトレント近傍の月平均降水量 (mm)

観測地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
バルカン	17.3	12.1	22.6	31.4	22.3	47.8	104.0	75.7	34.5	7.7	7.9	6.3	389.5
マルト・ブン	7.0	5.1	24.7	24.0	19.4	18.1	80.8	73.9	42.6	2.2	0.5	3.8	302.1
ジアラト・シエル	6.5	5.8	12.1	31.8	29.7	39.4	70.2	45.0	24.2	0.6	0.4	0.8	266.7
フォートムンロ	7.5	14.6	19.6	19.8	11.9	20.7	69.4	60.9	32.7	4.0	3.2	3.6	267.9

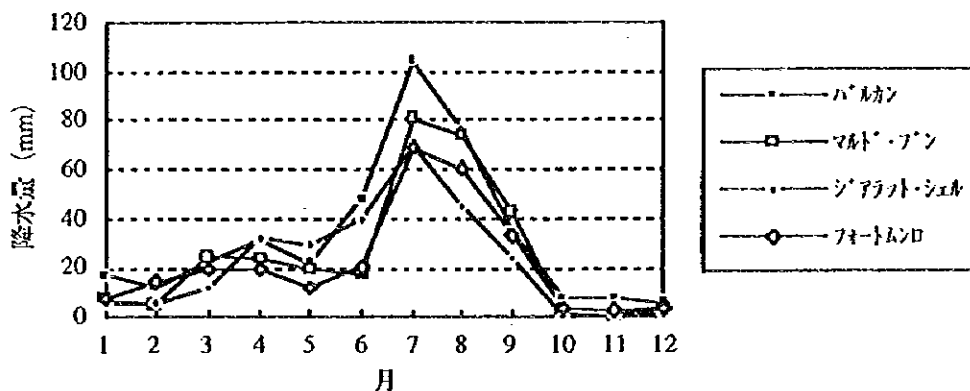
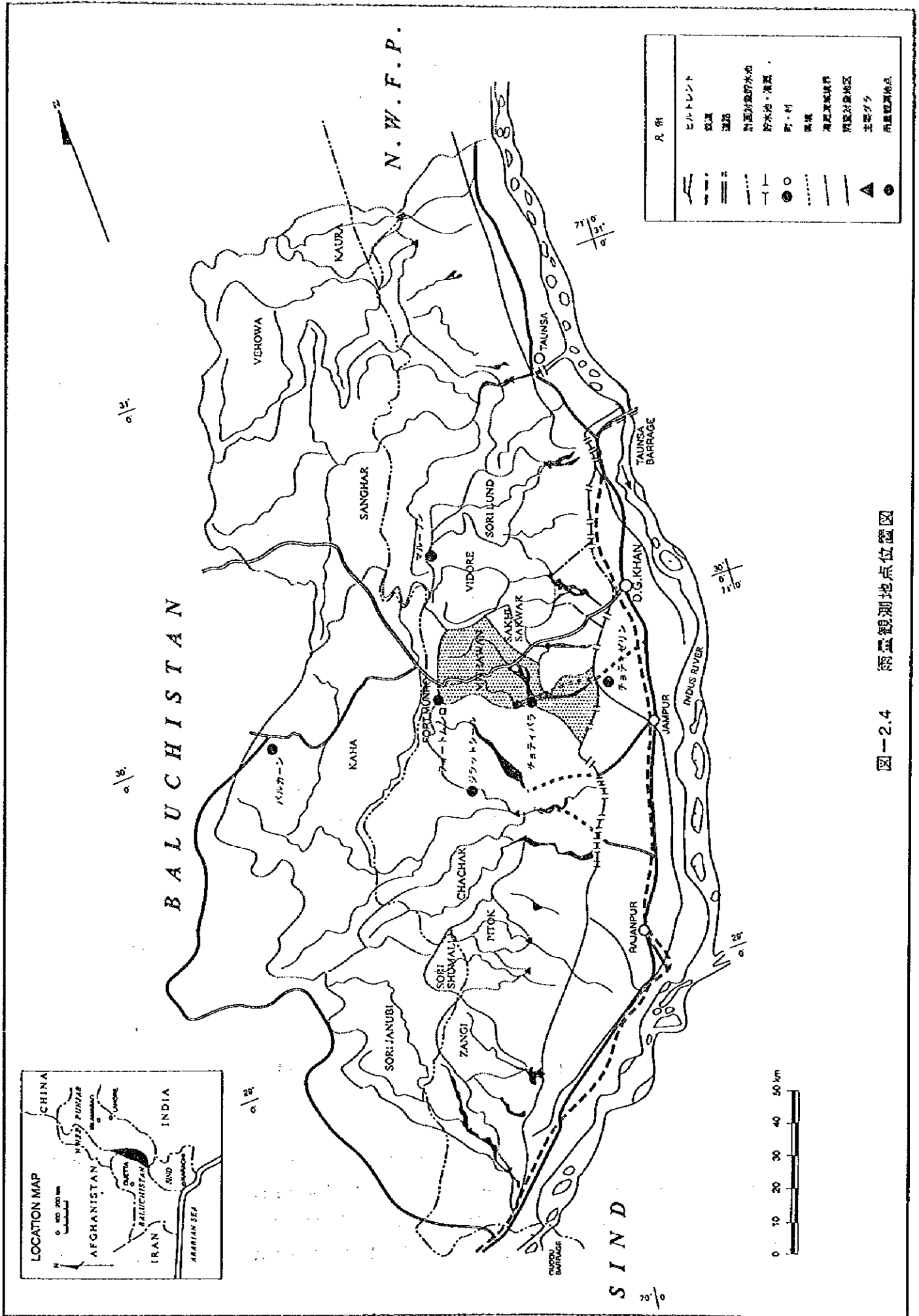


図-2.3 月平均降水量

各雨量観測地点における観測年数(N)、平均値(R)、標準偏差(SD)、変動係数(CV)は、それぞれバルカン N=21年、R=389.5 mm、SD=170 mm、CV=0.5、マル・ブン N=16年、R=302.1 mm、SD=95 mm、CV=0.3、ジアラット・シェル N=11年、R=266.7 mm、SD=196 mm、CV=0.7である。変動指数は大きく、年降雨量が年によって大きく変動することが示されている。



図一2.4 兩壘観測地点位置図

また、この地域一帯の降雨は、通常午後から夜間にかけてみられる。雨量の時間強度分布は6月から9月のモンスーン期の雨量強度が大きく継続時間が短い、2月から4月の降雨は雨量強度が低く長時間にわたる。

一 気温・蒸発量

ミタワン地域における気温及び蒸発量の記録はない。近傍地点（バルカン、標高約1,300 m）の観測値によれば、山地部の年平均気温は21.4℃、月平均気温の最高は6月の31.0℃、最低は1月の9.3℃である。湿度は年平均45%、最高は8月の62.7%、最低は5月の33.1%である。日蒸発量は年平均4.0 mm、最小は1月の1.3 mm、最大は5月の6.8 mmである。一方、平地部（ムザファルガー、標高約100 m）では年平均気温24.9℃、日蒸発量は年平均6.7 mm（年間2,429 mm）、最小は1月の2.6 mm（月間80 mm）、最大は6月の11.6 mm（月間349 mm）である。

(3) 水文

ヒルトレントの出水は一年に数回から10回程度、モンスーン期と早春に発生する。このうち、下流に被害をもたらす規模の洪水は、モンスーン期に発生する。そしてヒルトレント洪水は、継続時間が短く、ピーク流量が高いことが特徴である。ミタワンヒルトレントでは、多くても一年に10日程度しか流水が見られず、一回の出水の流出時間は、大洪水でもたかだか24時間程度である。

表-2.2 ミタワン・ヒルトレント出水状況 (PCIより)

年度	最大ピーク流量 (m ³ /sec)	年度	最大ピーク流量 (m ³ /sec)	年度	最大ピーク流量 (m ³ /sec)
1958	2,193	1975	1,695	1982	518
1959	502	1976	1,637	1983	299
1960	1,631	1977	518	1984	232
1961	1,270	1978	2,264	1985	730
1962	1,674	1979	729	1986	1,446
1963	968	1980	2,251	1987	65
1964	611	1981	110	1989	1,392

雨量などの計画の基本となるべき水文データが不足している中で、洪水ピーク流量が1958年～1964年、1975～1987年および1989年にミタワンヒルトレント狭窄部のチョティバラ地点で観測されている。観測は両岸及び中央に量水標を設置して水位を測定し、マニング式から流量を算出したものである。これを表-2.2に示す。なお、1994年9月大洪水のミタワン谷出口近くの

最大流量は洪水痕跡からの推定すると 2,070 m³/secであった。

91年以来の調査団の記録と聞き取りでは、ミタワンヒルトレントの出水は92年中程度の洪水(数100 m³/s)、93年小洪水(70 m³/s)、94年7月中洪水(数100 m³/s)、8月小洪水(数10 m³/s)、9月大洪水(2,000 m³/s)、95年小洪水(200 m³/s)となっている。

(4) 地質

ミタワン流域の地質は白亜紀から現世までの堆積岩からなる。流域は褶曲軸がほぼ南北方向に走るスレイマン褶曲帯に位置している。これらの地質構造の形成は、現在も続いている造山運動に由来するものであり、大部分、鮮新世～更新世のヒマラヤ造山活動の最も活発な時機に形成されたものである。

スレイマン山地の中央部をほぼ南北にフォートムンロ背斜軸が走っており、ミタワン流域北部のサキサルワール流域との境界はバガルチュール向斜が走っている。

パチャドは砂、シルト、粘土を主体とする扇状地堆積物であり、沖積可耕層、沖積堆積層よりなり、末端部はインダス川氾濫原堆積物を覆っている。

図-2.5に地質分布を、地質層序を図-2.6に示す。

(5) 地形

流域の地形区分

流域はミタワンヒルトレント本流の谷出口より上流の集水域と、谷出口から下流、D. G. カーン水路までのパチャドに区分される。集水域の地形(図-2.7)は南北方向の褶曲活動により形成された山稜と溪谷により特徴づけられ、4つのゾーンに区分できる。それらは、スレイマン山地(I)、スレイマン山地から主支流谷出口までの区域の北部(II)、および南部(III)、および主支流谷出口からミタワン本流谷出口までの区域(IV)である。また、ミタワン本流の谷出口下流はパチャド(V)である。その面積は、集水域が741 km²、パチャド地域が264 km²である。

ゾーンIでは標高1,800～2,000 mを源流とする多くのガリーが合流し、9本の谷となって標高500～800 mにある谷出口からゾーンII、およびゾーンIIIへと流出する。これらの谷は小規模な扇状地を形成したのち、標高300～600 mの平坦地で合流し、北から順にミタワンナラ、シリナラ、ラキナラ、ナンガールナラ、チョティナラの5本の主支流となり標高250～300 mの谷出口からゾーンIVへと流出する。

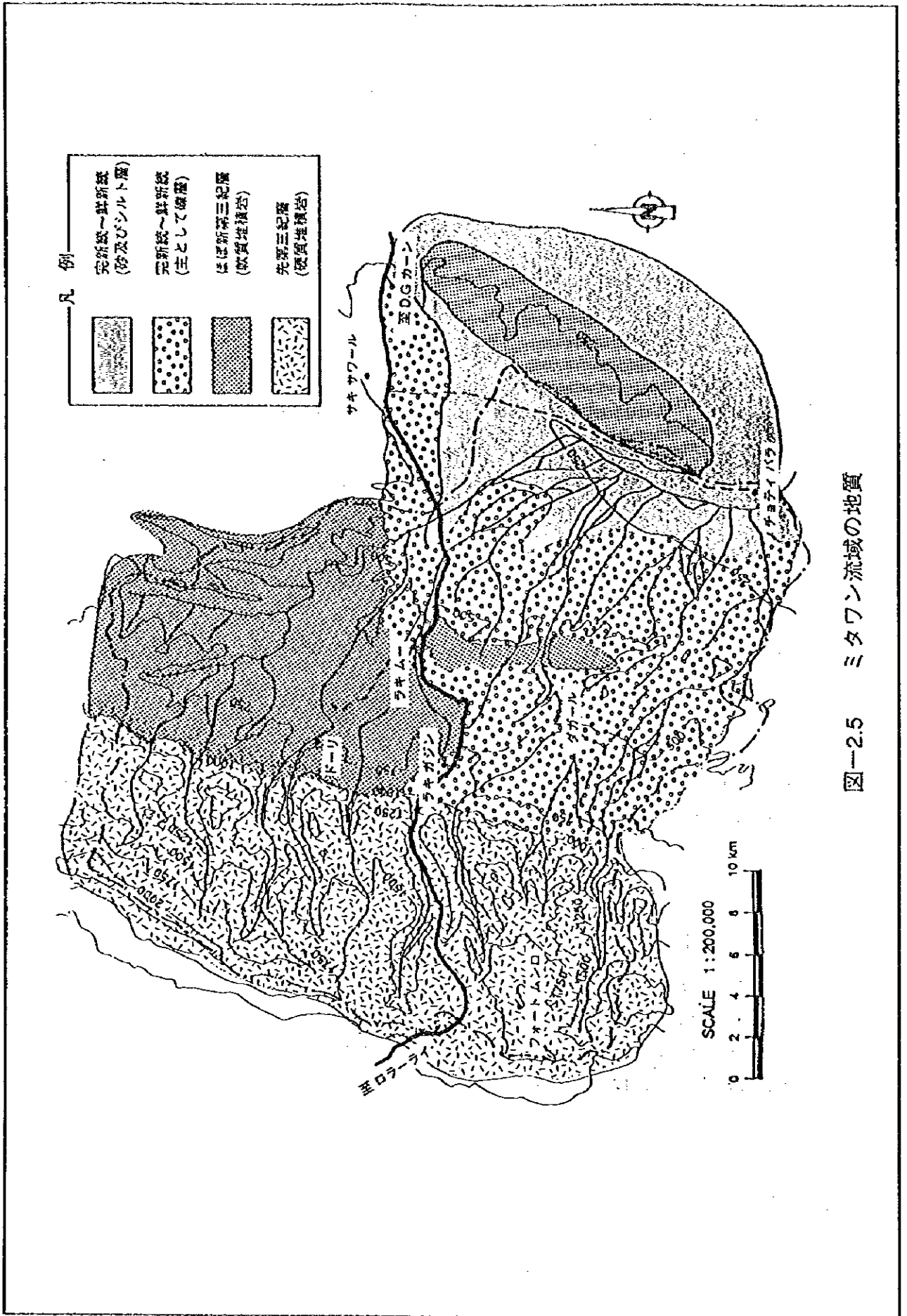


図-2.5 ミタワン流域の地質

時代		地層		
第四紀	完新世	沖積可耕層 (Qcs)	不整合	
		沖積堆積層 (Qal)		
砂丘堆積層 (Qd)				
山麓礫層 (Qp)				
段丘礫層 (Qlg)				
氾濫原堆積層 (Qs)				
	更新世	Dada礫岩層 (Qdc)		
第三紀	新第三紀	鮮新世	Choudhan層 (Nscd)	
			Litra層 (Nsl) Siwalik層群	
			Vihowa層 (Nsv) 非整合	
	古第三紀	中新世～漸新世	Chitarwata層 (Nc) 非整合	
			始新世	Kirthar層 (Pk)
			Gazji層 (Pg)	
	暁新世	Dungan層 (PD)		
Khadro層 (PK) 不整合				
白亜紀		Moro層 (KM)		
		Pad砂岩層 (Kpb)		
		Fort Munro層 (Kfm)		

図 - 2.6 地質層序 (GEOLOGIC MAP SERIESによる)

この5本の主支流はそれぞれ扇状地を形成しており、現在も活発な形成過程にある。これら扇状地の扇頂標高は230～300m、扇端部標高は220～250mであり、扇状地の半径1～7km、扇面勾配は1/100程度である。扇頂から扇中央部までの大部分は直径10～40cmの礫に覆われ、主支流の上流から搬出されてきた堆積物のうち、粒径の大きなものはすべてこの扇状地に残留している。

5本の主支流は北から順にミタワunnaraに合流し、ミタワnhilトレントの谷出口上流2kmで最下流のチョティナラが合流する。hilトレントは谷出口(ダラー)を経てパチャド地域へと流下する。この谷出口上流部の河床勾配は1/200～1/250である。このような地形の特徴によって、ミタワunnara本流では谷出口より上流でも、河床は細砂から構成され、ミタワnhil扇状地に運ばれてくる土砂は砂以下の細粒土である。

表-2.3にミタワnhil流域内の各流路の特性を、また、流域の模式図を図-2.8に示す。

表-2.3 集水域内各支流の特徴

河川名	流域面積 (km ²)	区分	標高 (m)	流路長 (km)	河床勾配
ミタワン支流	146	上流	600 to 2100	14.7	1/6 to 1/18
		中流	360 to 600	15.3	1/59 to 1/70
		下流	360 to 254	9.7	1/92
シリ支流	88	上流	700 to 1900	13.8	1/8 to 1/16
		中流	360 to 700	14.1	1/41
		下流	360 to 254	9.7	1/92
ラキ支流	120	上流	640 to 1830	17.0	1/14
		中流	390 to 640	11.1	1/43 to 1/46
		下流	390 to 234	10.0	1/67
ナンガール支流	103	上流	780 to 1940	12.7	1/10 to 1/15
		中流	310 to 780	16.6	1/24 to 1/75
		下流	310 to 214	5.5	1/61
チョテイ支流	101	上流	800 to 1940	12.8	1/10 to 1/16
		中流	280 to 800	15.2	1/16 to 1/73
		下流	280 to 220	7.0	1/117
ミタワン本流	183	ラキ合流点まで	254 to 234	3.6	1/180
		ナンガール合流点まで	234 to 214	5.4	1/275
		ダラまで	214 to 200	4.5	1/321

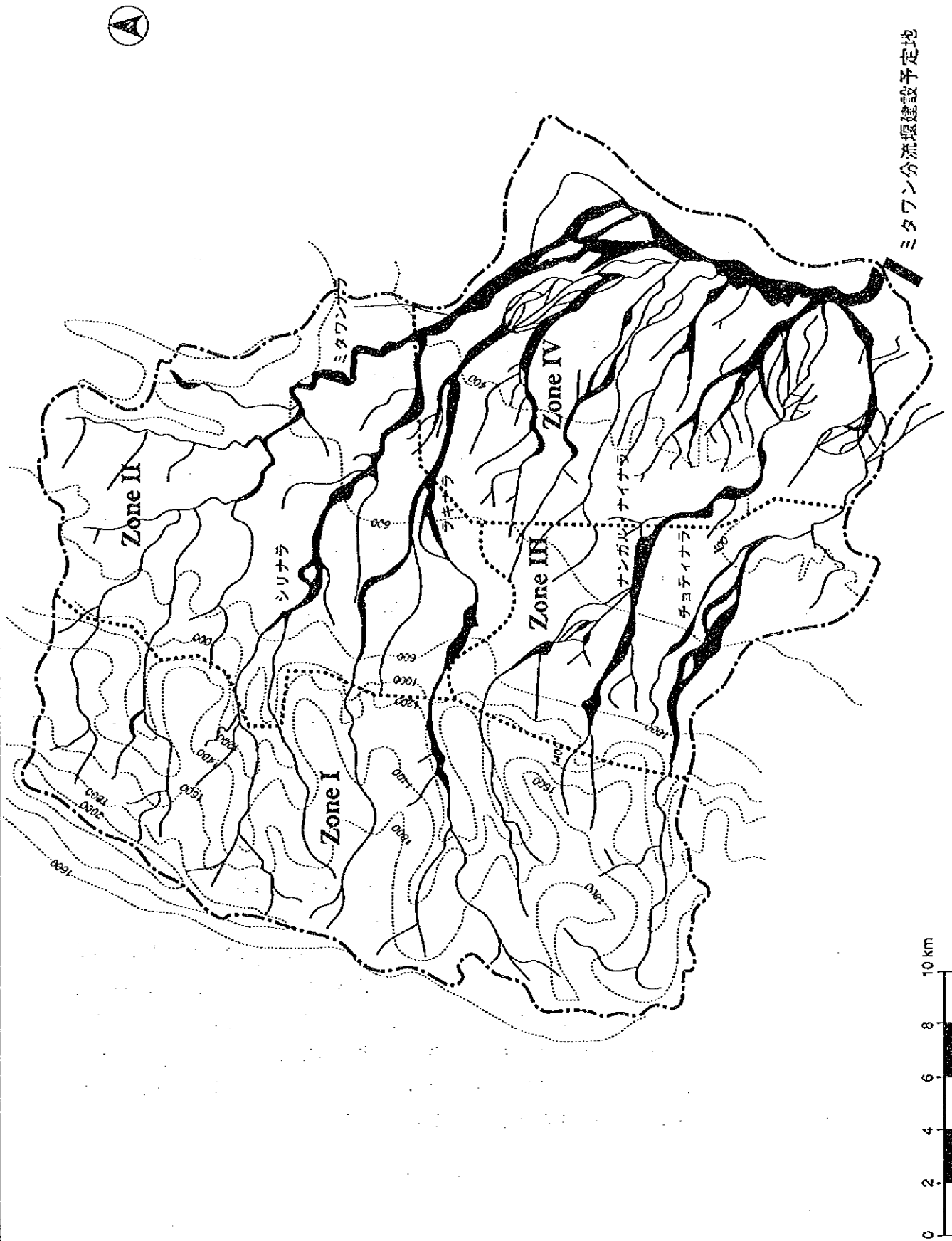


図 - 2.7 ミタワンの地区集水域の地形図

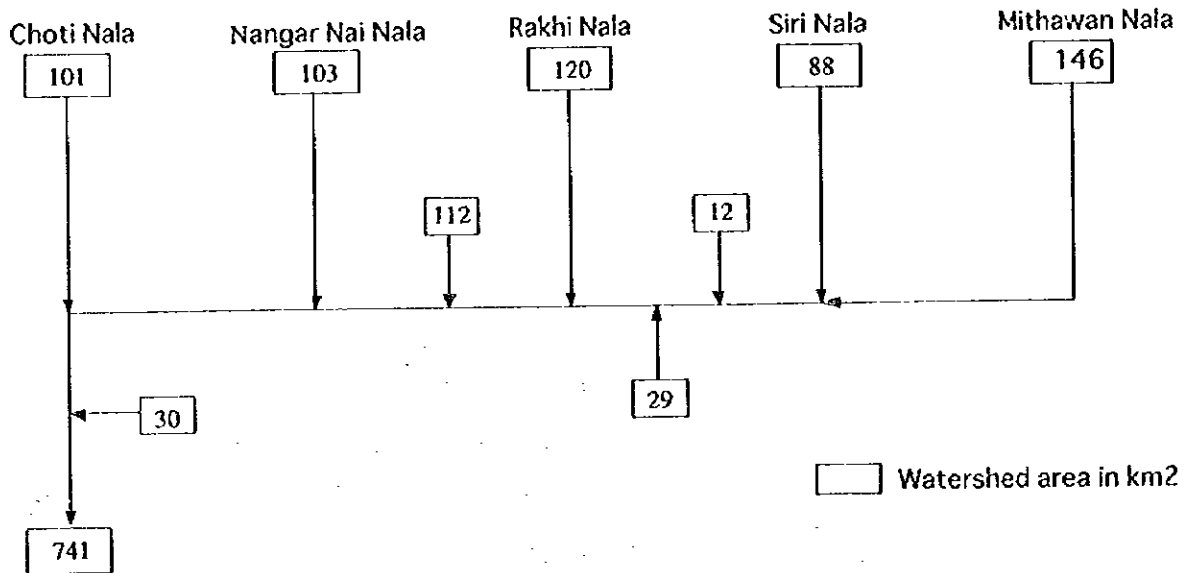


図-2.8 ミタワン流域模式図

扇状地地形

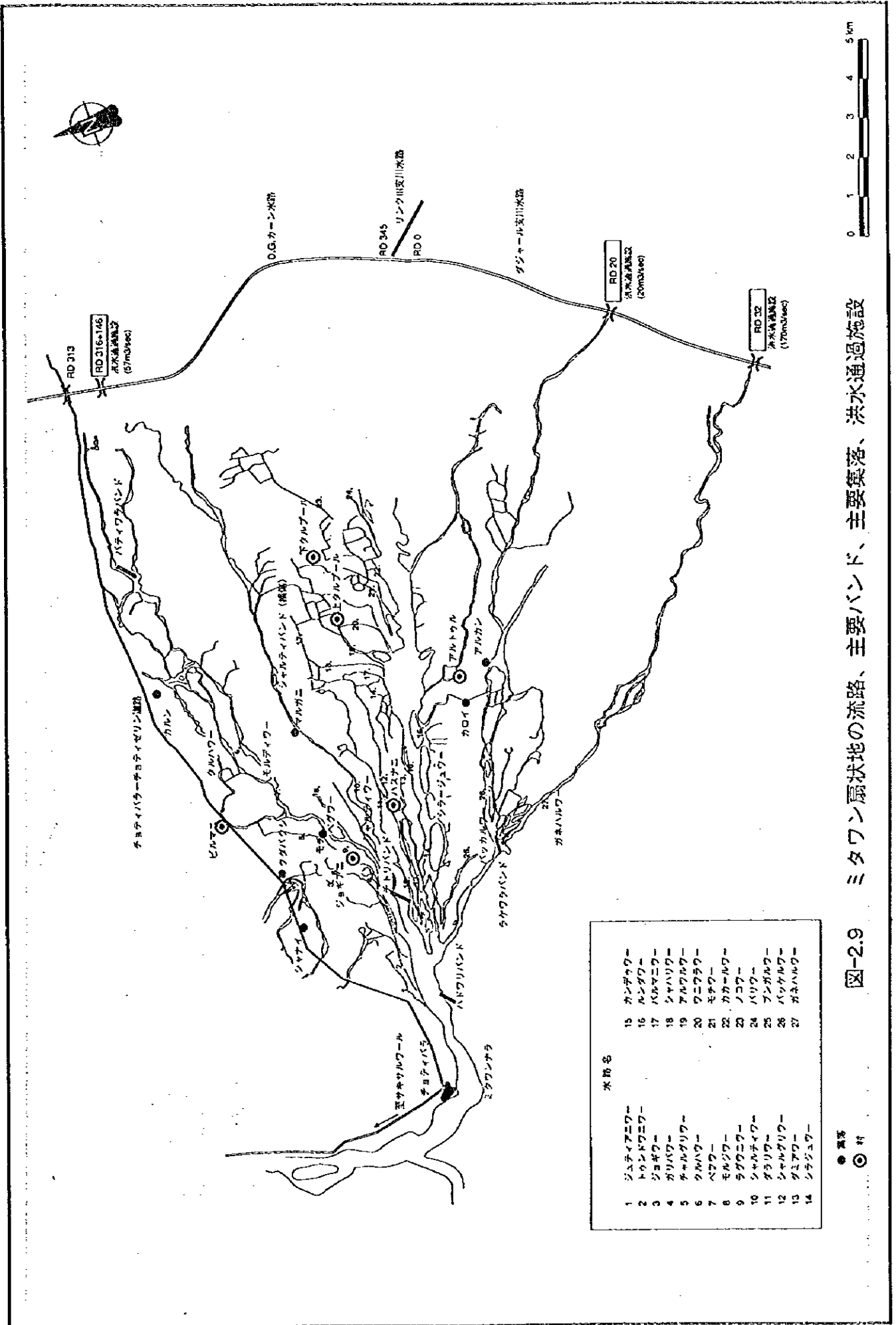
ミタワン扇状地

ミタワンヒルトレントが形成するバチャドと呼ばれる扇状地は現在も形成途上にあり、扇面における地形変化が著しい。この扇状地は半径約 20 km、現在は水路で区切られた扇端部の延長が約 22 km、扇頂における拡がりの角度が 60 ~ 70 度の範囲にあり、面積は 264 km² である。扇面の地表勾配は扇頂で 1/250、扇央・扇端では 1/200 ~ 1/300、標高は扇頂で 200 m、扇端沿い水路で 120 m である。扇面はほぼ全面に入手が入り、扇状地北部では扇頂下流 15 km 付近まで、中央部、南部では 10 km 付近まで洪水灌漑農地が分布する。扇央より扇端にかけては二次扇状地の形成に伴ってかなりの農地が埋没している。扇面には洪水灌漑用の水路が図-2.9 に示すように入り組んでいる。扇面と流路の関係は、北端水路北ブランチと南端水路エスケープは扇面を開析しているが、扇面中央の水路南ブランチは扇面との標高差はほとんどない。扇央部より扇端部にかけては流路末端に二次扇状地が広範囲に分布する。

河道地形

ミタワン分流堰は、ミタワンヒルトレント谷流出口下流約 1 km にある既設水制ハドワリバンド付近に建設が予定されている。この付近の地形を図-2.10 に示す。

ミタワンヒルトレントの河道縦断は図 3-10 (p 3 - 16) に示すように、M 2 + 100 地点を境界として上流の勾配が下流の勾配に比べて小さい。扇頂下流で分岐後の河道のうち南の水利権を有しない水路 (エスケープ) の河床高が一番低い。また、北側水路タルハワー (タルハ水路) は現在河床低下しつつある。川幅に関しては、分岐河道のそれぞれの幅は扇頂上流部の河道幅より狭いが、3つの分岐河道の川幅をすべて足した幅は上流部より広い。したがって分岐後の河道全体で見れば上流よりも扇状地に入ってから河道の幅が広いことになる。



水路名	
1	ジュチイアニワ
2	トウシドワニワ
3	ジュギワ
4	カリバワ
5	チヤルグリワ
6	クハワ
7	ベツワ
8	モルジワ
9	ラグワニワ
10	シヤルチイワ
11	ダラリワ
12	シヤルグリワ
13	グミアワ
14	シラジユワ
15	カンサワ
16	ルンダワ
17	バクマニワ
18	シヤハリワ
19	アムルワ
20	ワニワラワ
21	モチワ
22	カカールワ
23	ノコワ
24	バシリワ
25	ブンガルワ
26	バツカルワ
27	ガネハルワ

図-2.9 ミタワン扇状地の流路、主要バンド、主要集落、洪水通過施設



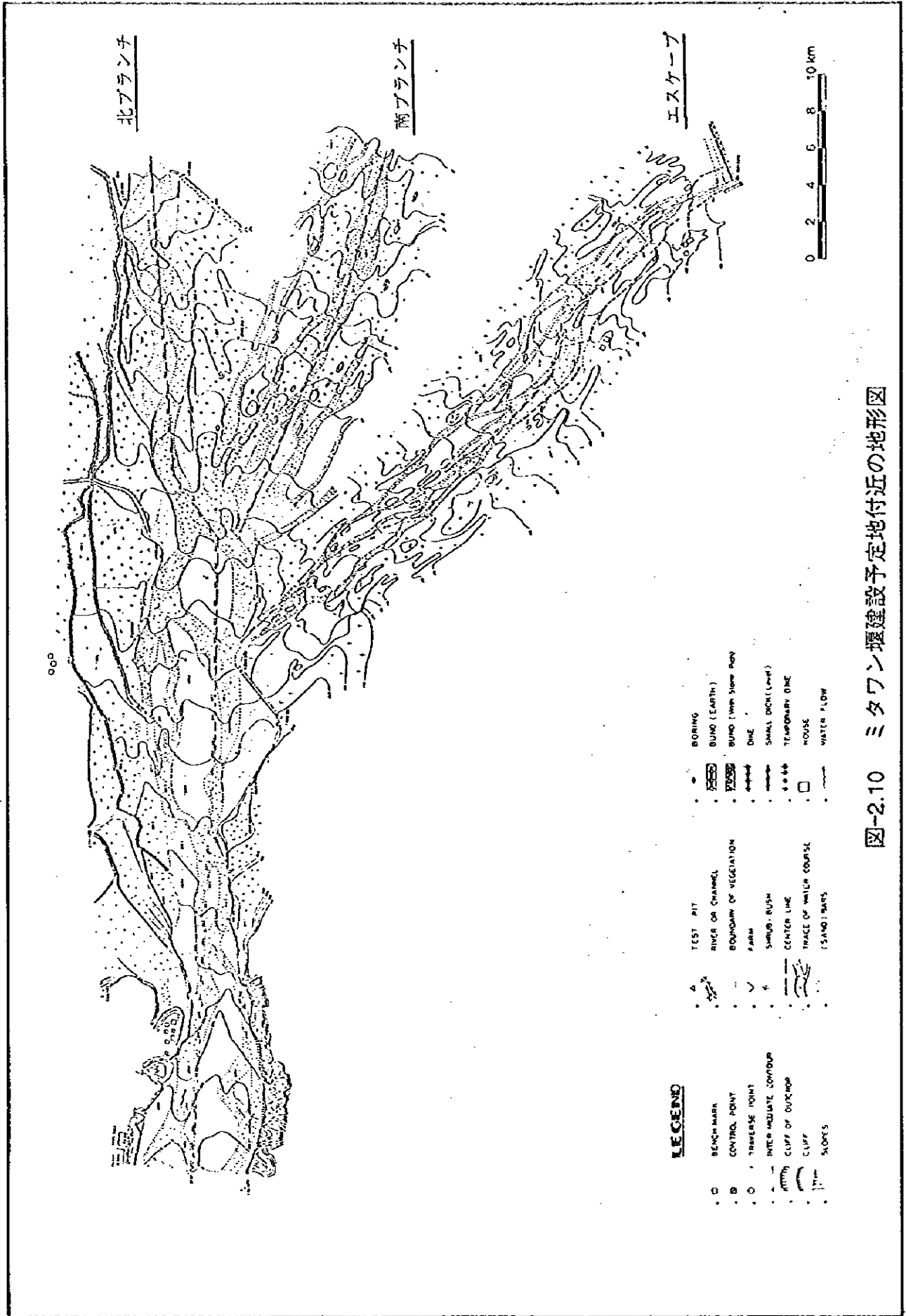


図-2.10 ミタワン堰建設予定地付近の地形図

流路の横断形状をみると河床はどこでも非常に平坦である。扇状地に入ってから2,3 km までの河岸高はたかだか60 cm 程度である。一方、洪水流が集中して流れた下流の一部の河道では、河床低下により、河岸高が3~4 m に達する。このように流水が集中する区間とそうでない区間では河岸高に著しい違いがある。

また、河床材料の点からは河床は扇頂上流4~5 km より砂床となり、縦断方向にはほとんど変化がなく、微細砂、中砂から構成される。このように河床材料は図-2.11 のように扇頂部全域で微細砂~細砂である。砂層の層厚は、扇頂下流約5 km 地点の井戸掘削記録によると80 m 以上となっている。地形から判断して、扇頂部付近では砂層厚は35 m 位と推定される。

一 二次扇状地の分布

パチャドの扇央から扇端近くまで、主に砂からなる二次扇状地堆積物の微高地が分布する。二次扇状地は、洪水流の集中した流路の扇面と洪水面の高さが等しくなった瞬間に氾濫が始まる点である Intersection Point の下流に洪水時に形成されたものと考えられる。洪水が特定の水路に集中し人為で制御できなくなったときには、河道は洗掘され、上流からの運搬土砂および水路床の洗掘土砂は水路拡幅部や Intersection Point 下流に堆積し、二次扇状地を形成する。表-2.4 は扇頂からの距離と二次扇状地面積の関係を示す。二次扇状地は中下流に多く分布し、全二次扇状地面積は扇状地全面積の54% に達する。ハクーク（水利権のある地域）では農地として利用するために人為により制御されるが、ノンハクーク（水利権のない地域）では放牧地として利用されるため自然に放置され、二次扇状地の分布の様子が異なっている。

表 2.4 扇頂からの距離と二次扇状地面積

区域		扇頂からの距離(km)				合計
		0~5	5~10	10~15	15~扇端	
ハクーク (水利権有)	面積(km ²)	4	25	44	64	137
	水路を除く面積 A	1	19	40	63	123
	二次扇状地面積 Af	0	1	12	31	44
	Af/A (%)	0	5	30	49	36
ノンハクーク (水利権無)	面積(km ²)	5	20	32	53	110
	水路を除く面積 A	3	19	31	52	105
	二次扇状地面積 Af	0	8	22	49	79
	Af/A (%)	0	40	71	94	75
全域	全面積(km ²)	9	45	76	117	247
	A	4	38	71	115	228
	Af	0	9	34	80	123
	A/Af (%)	0	24	48	70	54

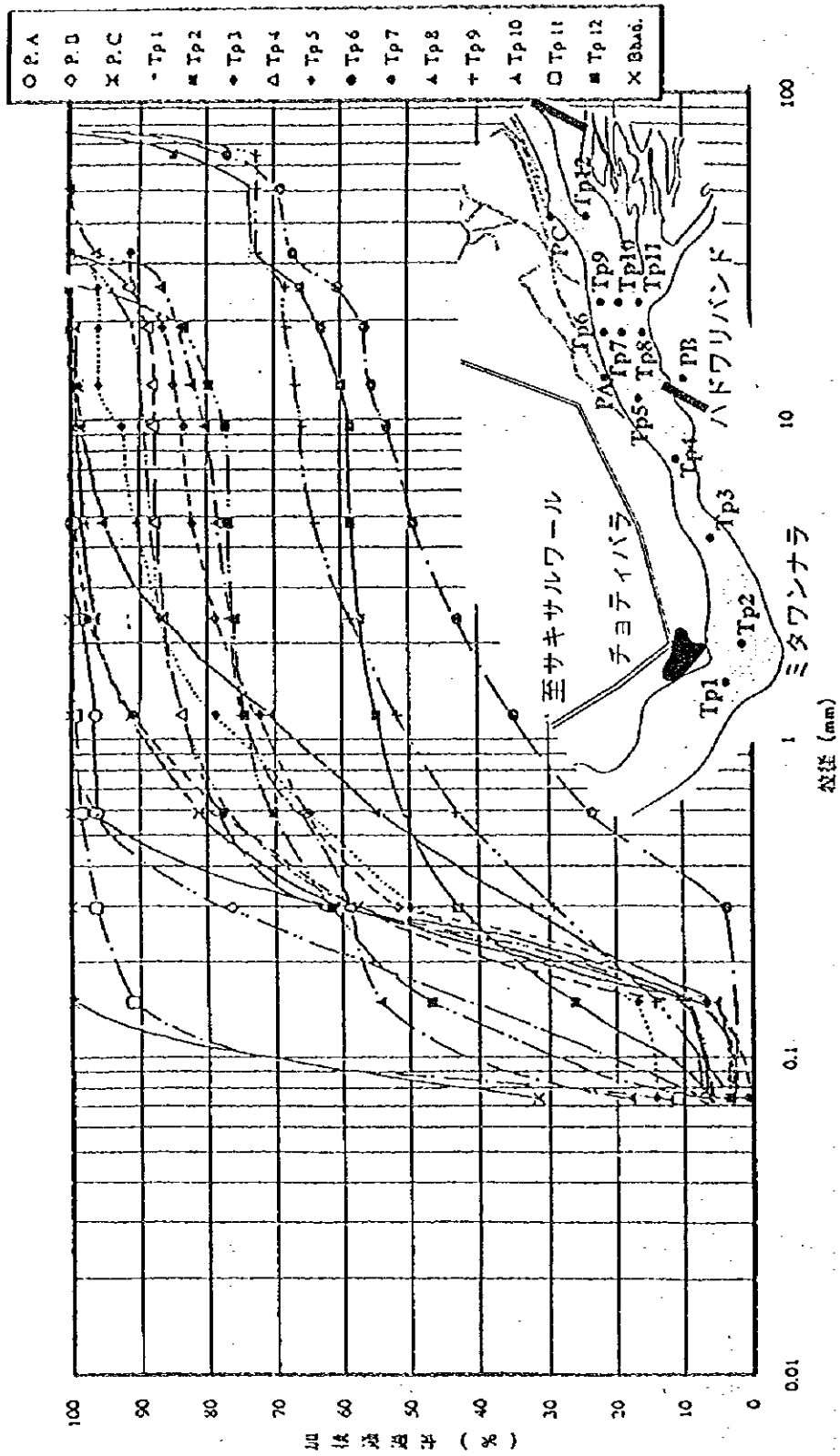


図-2.11 河床材料粒度分布加積曲線

図-2.12に衛星写真から読み取った二次扇状地の分布を示す。ノンハークにはエスケープの2本の支流、ガネハルワーとバツカルワーに挟まれた広い二次扇状地(46.5 km²)があり、一部は農地として利用されているが、大部分は放牧に利用されている。流路の状況は、ガネハルワーは開析が進み周囲の扇面より5 mほど低くなっている。しかし、ハドワリバンド、ラケワラバンドによって、近年は洪水の流入は阻止されているため、現在は降雨のみによる侵食過程にあり、これ以上に河床低下は進行しないと思われる。

南ブランチ系統のシラージュワーの下流には、面積が約30 km²の大規模な二次扇状地がある。この二次扇状地では、所々に埋没した圃場の姿が衛星写真に示されている。

北ブランチ系統のシャルティワーの下流には、このワーの河床低下に起因すると思われる二次扇状地がみられる。その面積は約14 km²である。また、北ブランチのタルハワー、ベフワー、モルディワー中・下流には小規模二次扇状地がいくつかみられる。

(6) 流域の浸食

地形区分は図-2.7に示した。

ゾーンIは主として山岳であり、標高1,500 mより高いところでは、冬期間放牧されないために地表には草が茂り、根は1 m近くの深さまで伸びている。しかし、これもモンスーン期には放牧のため裸地状態となり侵食されやすい。また、このゾーンの東側は岩盤斜面となっている。このゾーンは古第三紀始新世以前、白亜紀までの地質年代の古い硬質の堆積岩からなり、侵食量は少ないと判断される(写真1、2)。

ゾーンIIは主に鮮新世層からなり、一部は洪積礫層に覆われているが、地表の大部分は風化しやすい岩盤が露出している(写真3)。このため、このゾーンは著しく侵食されやすいと判断できる。流路沿い斜面の基部は侵食されやすく、これが原因となり数10 m以上の高さの大崩落が発生することがあり、玉石を含む堆積物の供給源となる。

ゾーンIIIはゾーンIIと同様に新第三紀層からなるが、その大部分は洪積、および沖積礫層に覆われている。このため、流路沿いを除いては侵食量は少ない(写真4)。

ゾーンIVは主として支川扇状地と沖積礫層に覆われた山麓斜面である。支川扇状地は扇頂部では直径数10 cmから1 m近い礫からなり、扇尖部でも数cm以上の礫が見られる。また、洪積礫層はシルトから30 cm位の礫までが混合し、よく締まっている。地表は10 cm以上の礫がびっしりと覆っている。また、一部には農地があり、また、局地的には極めて固結度の低い第三紀層が地表に露出しているところもある。このゾーンも農地、新第三紀層を除いては侵食されにくい(写真5)。



写真1 (ゾーンI)
ゾーンIの東側は岩盤斜面となっている。
このゾーンは古い地質年代の堆積岩からなり、侵食は少ない。

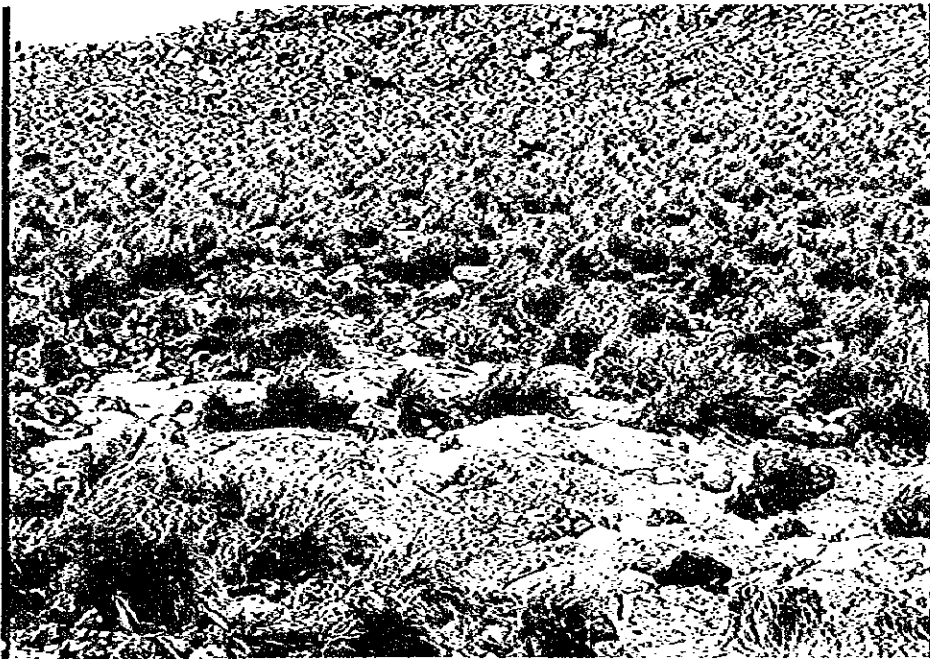


写真2 (ゾーンI)
標高1,500m以上は、冬期放牧されないために、地表には草が茂っている。

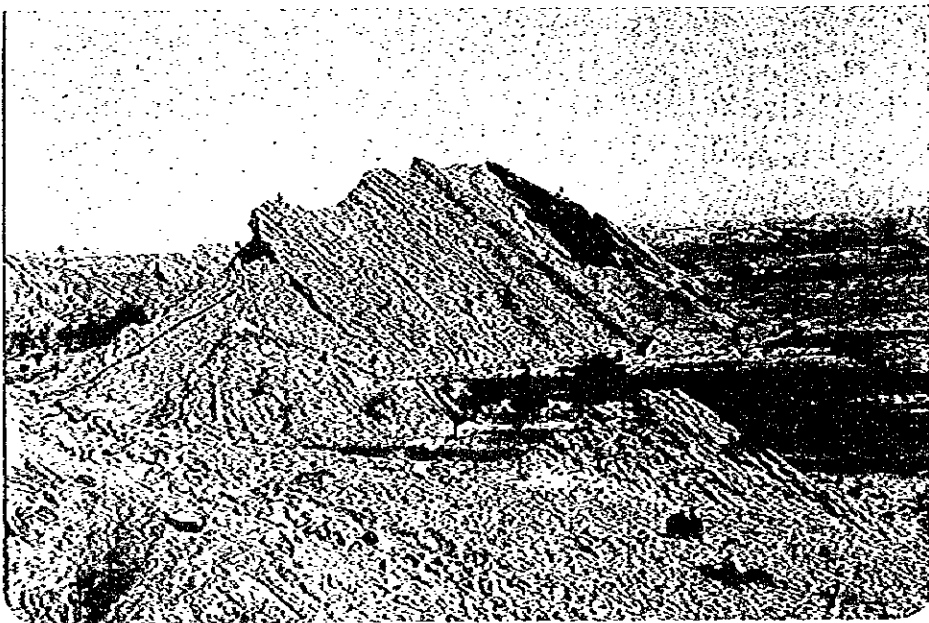


写真3 (ゾーンII)
地表の大部分は風化しやすく、岩盤が露出している。



写真4 (ゾーンIII)

大部分が洪積、沖積礫層におおわれているため、流路沿いを除いて浸食されにくい。

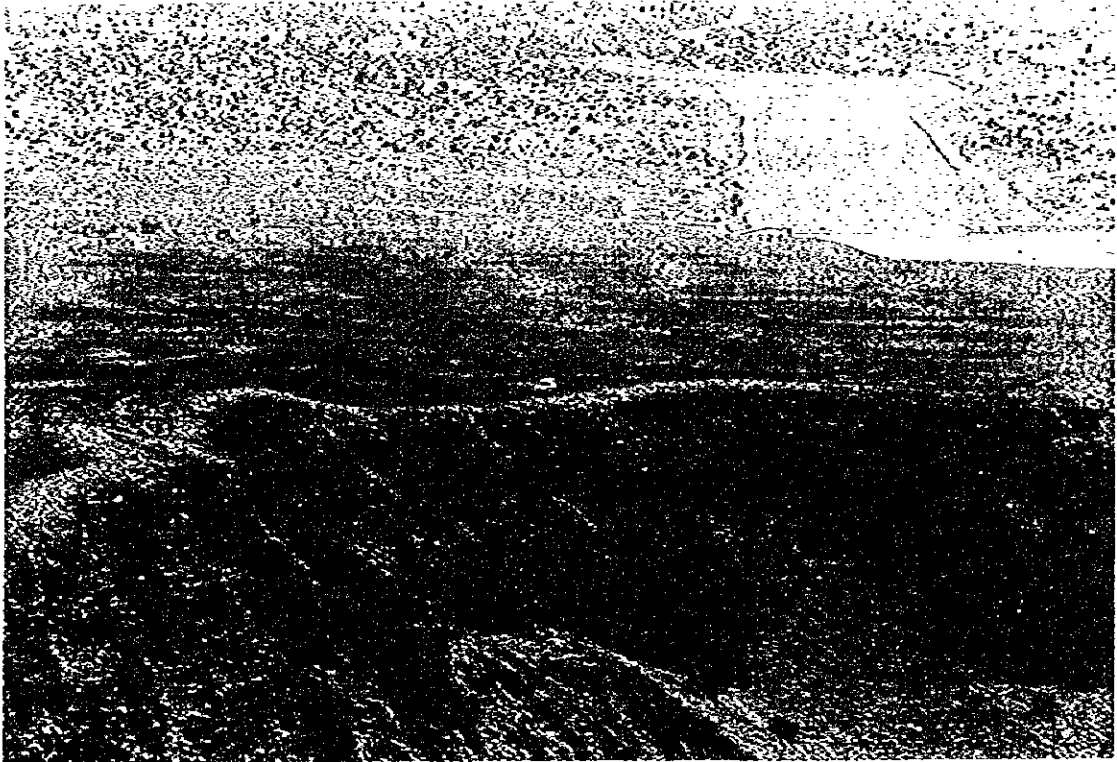


写真5 (ゾーンIV)

扇状地と沖積礫層に覆われた山麓斜面である。

流域を表層地質から分けると、古第三紀層以前、新第三紀層、洪積および沖積礫層のそれぞれが流域の288 km² (39.5 %)、182 km² (25 %)、259 km² (35.5 %) を占める。標高約 1,000 m より高い山地の大部分は表土がなく古第三紀層以前の基盤岩が露出しており、侵食を受けにくい。一方、標高 500 ~ 1,000 m には新第三紀の頁岩、泥岩、砂岩などの極めて固結度の低い層があり容易に侵食を受ける。また標高 500 m より低い山麓の多くの部分は侵食を受けやすい新第三紀層の基盤岩上には洪積礫層がかぶさっており、雨滴侵食を防いでいる。しかし、流路に沿った新第三紀層の急傾斜部分には崩壊地が所々に見られる。流路側面では基盤岩が流水によって侵食され、その上にかぶさった洪積礫層が崩落し、これが下流への土砂供給、特に円礫の供給源となっている。

流域の風化と侵食；

崩壊地・裸地からの土壌侵食による単位面積あたりの年土砂生産量(m³/km²/年)は103から104といわれる。風化と侵食は気候の影響を強く受けるので地域によって差がある。本地域と地質的に成因が類似し、またガリーが発達し、地形の類似すると思われるネパールヒマラヤ東部低山岳地帯における侵食量は、放牧によって荒廃した山地において6,000 ~ 57,000 m³/km²/年、地表が樹木に覆われて保護されている状態においては800 ~ 920 m³/km²/年、これら地域からの河川の流送土砂量は1,000 ~ 8,000 m³/km²/年と報告されている(1)。

一方、裸岩地の機械的な風化作用による地表面から垂直方向の風化速度は、年間降水量1,800 mm の日本の温帯気候環境下においては年平均1 から2 mm といわれる(2)。

Blissenbach(1954)(3)は、扇状地の形成に気候が及ぼす影響について「半乾燥気候ないし適度に乾燥した気候が、扇状地の形成には最適である。そして、ときどきおこる降雨に加えて激しい風化作用が、大量の土砂の生産と、間欠河川による運搬を促進しているのではないかと述べている。

また、Langbein and Schumm (1958) (4)は「年平均降水量10 ~ 14 インチ(250 ~ 360 mm)が扇状地の発達を促す最適条件と考えられる。このような条件では、植被が最小限になると同時に、岩屑を運搬できるだけの水が確実に供給されるからである」と述べている。

また、カハ流域保全プロジェクトにおいては、土壌損失一般式および浮遊砂量観測から、流域全体としての年平均侵食量を2トン/ha (200 t/km², 171 m³/km²/年)と推定している。

(1) Erosion and Sedimentation in the Nepal Himalaya, His Majesty's Government of Nepal, Water and Energy Commission Secretariat, Ministry of Water Resources, May 1987

(2) 砂防学会監修：砂防学講座第2巻、土砂の生成・水の流出と森林の影響、山海堂、1993年10月、pp 20

(3), (4) A. H. ラホッキ(北林吉弘・斎藤享治訳)：扇状地の形成と発達、古今書院、1995年9月、pp 21

一 流域からの土砂流送量

ミタワンヒルトレントは流域面積が 730 km²、主流路の延長 49 km、標高差は 1880 m、流路勾配 1/26 であり、流域中央部に平坦地はあるが、地表勾配は 1/30 であり、地表の起伏が多い。また、地質は総面積の 40% が古第三紀で急傾斜地である。また 20% が礫被覆層、残りの 40% が新第三紀層である。

南隣のカハヒルトレントにおいては 1994 年 9 月洪水前後約 1 か月間、洪水時の土砂濃度が測定された。この測定値をもとに計算した流出土砂量と洪水流量の関係は図-2.12 に示した。カハにおいては掃流土砂量を 10% と仮定し、年間の流送土砂量を 1.122 百万 m³、単位面積当たり約 200 m³/km²/年と推定している(1)。カハヒルトレントは流域面積が 5,500 km² とミタワン流域に比べるとはるかに広く、全域で地質は古第三紀層であるため侵食を受けにくい。さらに流域内河道は山脈を横切る狹窄部が多く、この上流は平坦で堆積しやすいため、下流まで到達する堆積物が少ないと考えられるが、これは非常に低い値である。

地形、地質の条件を勘案すると、ミタワン流域からの単位面積あたり流出土砂量はカハ流域のそれに比べると相当多いと推測できる。

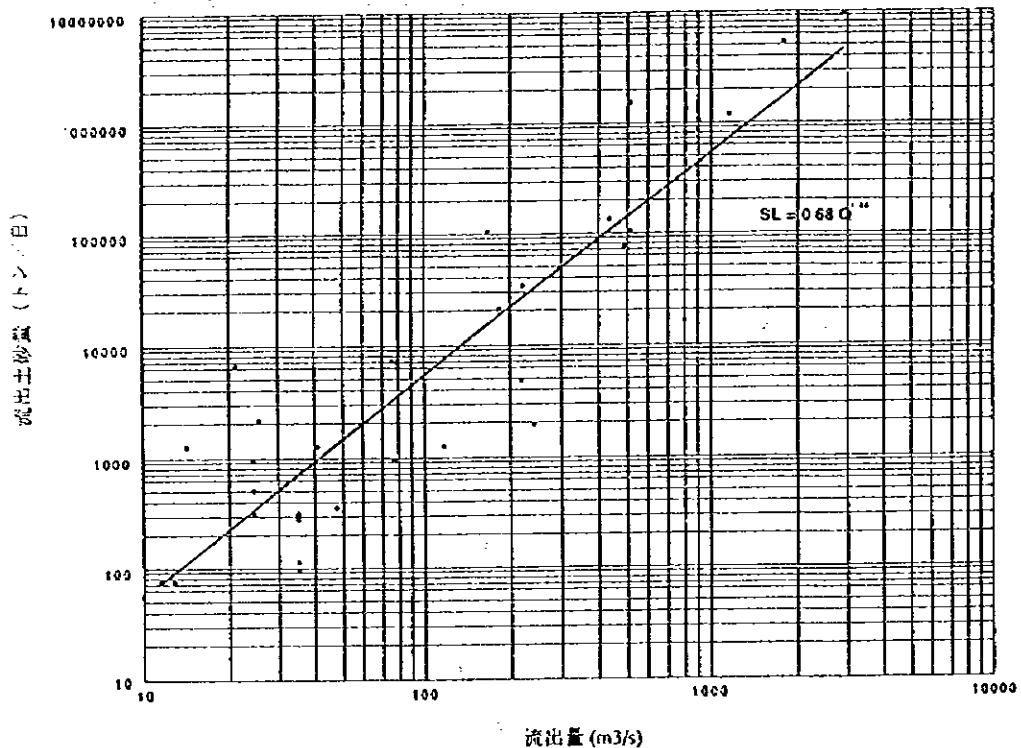


図-2.13 流出土砂量と洪水流量の関係図 (カハヒルトレントで測定)

ミタワン支流の一つであるチョティナラチェックダムの堆砂量から推定した単位面積あたり土砂流送量は、わずかな出水のときには一洪水あたり $185 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{flood}$ であり、Wash Load を含む流送土砂のほぼ全量が貯水池に残り、堆積層全厚約 50 cm のうち、表層に約 30 cm 前後はシルト・粘土であった。また、大洪水時の堆積量からは $3,550 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{flood}$ と推定され、この時の貯水池の堆積物は全量が砂であった。

また、気候条件の類似したパロチスタンの貯水ダムにおける堆砂量の実測値(2)は、侵食の激しいところでは、4年間の調査から $2,100 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{年}$ 、また別のダムでの8年間の調査から $1,700 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{年}$ が観測されている。貯水池における捕捉率を 80% と仮定すると流送土砂量は $2,100 \sim 2,600 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{年}$ と推定される。

ミタワンヒルトレント流域とほぼ地質条件が同じであるヴィドール流域においては、日本の土砂生産量推定式（江崎式）を適用して生産土砂量を $530,000 \text{ m}^3$ と推定している(3)。

以上のように、流域の生産土砂量は流域の地形、地質、また推定方法によって非常にばらつきが大きいが、ここではチョティナラ・チェックダムにおける実測値をもとに $2,000 \sim 2,500 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{年}$ と推定する。

(1) "Report for the Upper Kaha Hill Tormt Watershed Development Project": VBB VIAK & NESPAK, 1996

(2) Irrigation Department of Balochistan による。

(3) "D.G.カーン地区灌漑開発調査": JICA, 1992

(7) 土壌・植生

ミタワン・ヒルトレント集水域のうち、最上流の先行川谷出口上流部の大部分 (Zone I, II, III) は、露岩あるいは礫に覆われ、河川沿いにごく狭い農地が点在する。農地土壌は礫質土である。支流の谷出口より下流、パチャドまで (Zone IV, V) は、主としてスレイマン山地の堆積岩に由来する沖積扇状地からなり、土性は礫から埴土にわたっている。上・中流域の谷出口からミタワン谷出口の区間 (Zone IV) は礫から砂土が優勢、下流域のパチャド (Zone V) は細砂、埴土、壤土が支配的である。本地域全般に塩類土壌はなく、強いアルカリ土壌も存在しない。灌漑されない地域の土壌はほとんど一年中乾燥している。

植生は山地部では河道に沿って残されているが、大部分は裸地である。山麓部にはまばらな草類や低木が見られる。また、河川沿いの平地はやや土壌水分に富んでいるため、種々の草本や灌木が見られる。パチャドでは耕作、過放牧、伐採、あるいは導入種への置換により自然植生の多くは除去されている。

2.4.2 社会基盤整備状況

(1) 地域社会

調査地域は部族制を基本とする特殊な社会である。プロジェクトの推進には、地域の伝統的な灌漑運営組織の役割が期待されるため、この地域社会の文化、習慣を理解し、プロジェクトに反映させる必要があるため、この地域出身の社会学者による調査を実施した。

— 地域

D. G. カーンディヴィジョン (行政管区) は D. G. カーン (D.G.Khan)、レイヤ (Leiah)、ムザファルガー (Muzaffargarh) 及びラジャンプール (Rajapur) の4 ディストリクト (県) よりなり、約100万人の人口 (81年人口センサス) を有する。インダス川西岸には D. G. カーン及びラジャンプール・ディストリクトがある。ディストリクトはテシル (郡) に分けられ、D. G. カーン・ディストリクトは南半分が D. G. カーン・テシル、北半分はタウンサ・テシルである。なお、山岳地帯は部族地域とされ、行政上他の地域とは区別される。調査対象のミタワン・ヒルトレント地域は D. G. カーンテシルの南端に位置し、上流域は部族地域に、扇状地 (パチャド) は D. G. カーンテシルに属する。

ミタワンヒルトレント地域はレガリ部族の支配地であり、その中心はチョティゼリンであり、現在は D. G. カーン水路灌漑地域に含まれる。一方、ヒルトレント集水域とパチャドの境界、地域の地理的中心には人口約6,000人のチョティバラがある。部族地域とパチャドには1,000人を越える大きな集落が6ヶ所と、数十人から数百人の集落が数十ある。図-2.14にはパチャド地域の行政区分を、図-2.9にはミタワンヒルトレント流域内の主要な村/集落を示す。

— 人口

パチャド上流のジョギアニ村における各戸調査では、全家族数127、全人口1,892人、一家族当たりの人数は14.9人、一家族当たり農耕面積は6.3haであった。ミタワンパチャド地域には、ジョギアニ集落ほどの規模の村が6箇所、小さな村落が10数箇所ある。これより人口はチョティバラを含めて約20,000人前後と推定される。一方、政府 (ロドコヒ部) への登録では、ミタワン・ヒルトレント地区の農家数 (土地所有者数) は25,172であり、地区の可耕地面積は74,752エーカー (30,252ha) である。この地域の人口センサスは、村長の面接に基づいているが、村長の報告は時には実際の人口の10倍にも誇張されるため、不正確である。

— 民族

D. G. カーンヒルトレントベルトはバロチ族が支配している。バロチ族はイランの南東部山岳地帯キルマンを源とし中東から中央アジアに住む遊牧民であった。その一部はバロチスタン南部を經由して、16世紀にはスレイマン山地付近に到達した (図-2.15)。ミタワン地域は、バロチ族の一部族レガリ部族が支配する。ミタワン地域の部族地域では言語はバロチ語、サラキ語がそれぞれ半数である。また、宗教はイスラムである。

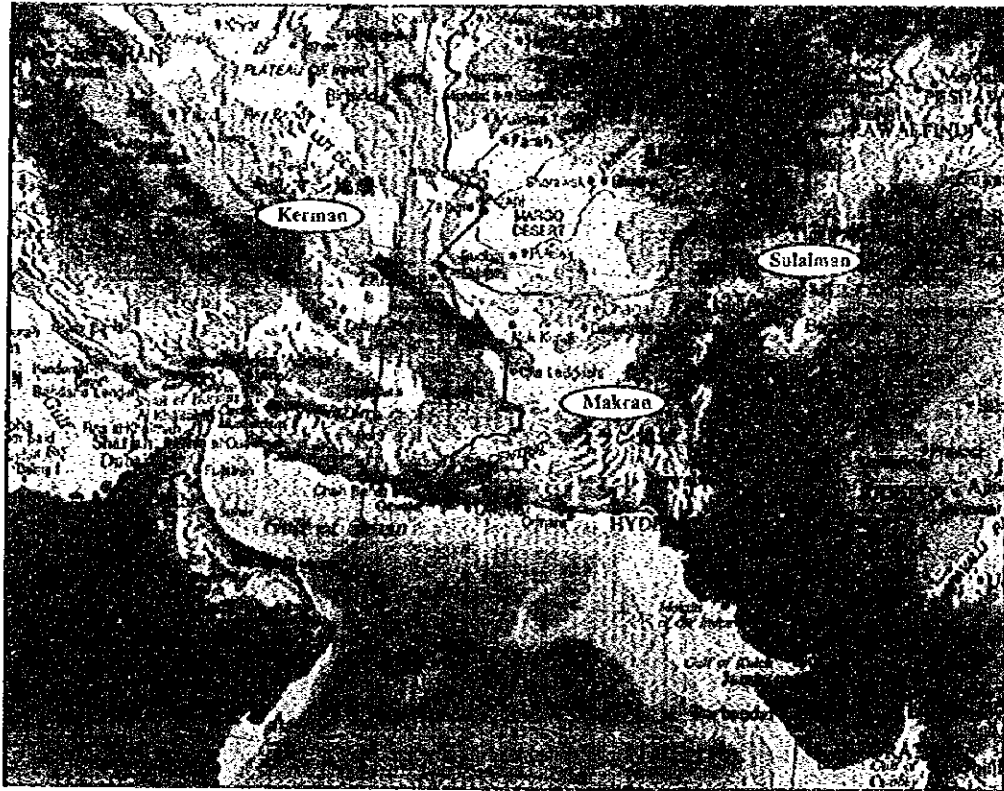


図-2.15 バロチ族の移動

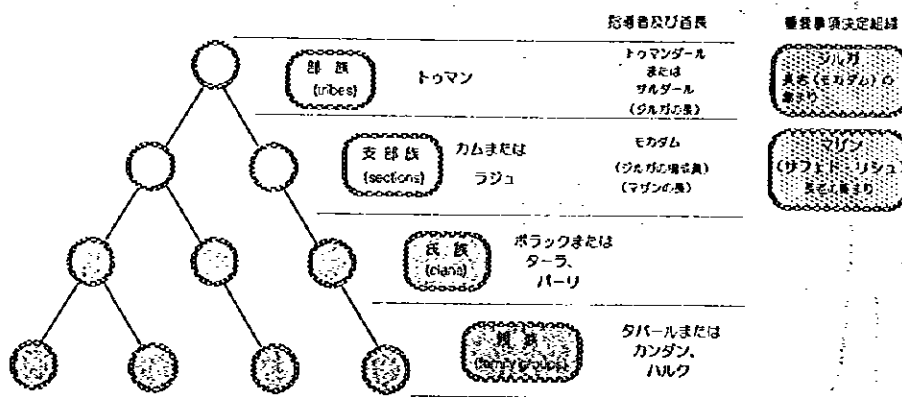


図-2.16 バロチ族の伝統的社会的組織

一 バロチ族の社会構造

部族社会は、先祖を共通とし、同じ言語、習慣などを有し、一人または複数の長をいただく集団である。バロチ族は1万人以上の構成員と支配地を有する部族をトゥーマンと呼び、トゥーマンの首長を、トゥマンダールあるいはサルダール、その統治形態をトゥマンダリと呼ぶ。

バロチ族は、伝統的な共通の行動規範と倫理観を有する。これらは、訪問者を歓待すること、家族と部族の名誉を守ること、侮辱に対して復讐すべきこと、対等ではない敵と争わないこと、子供と女性を尊重すること、助けを求める者は敵であっても命をかけて守ることである。

その社会構造は最大の単位を部族、これ以下順次、支部族、氏族、親族がある。図-2.16にバロチ族の社会組織図を示す。

一 指導力と紛争の処理

部族の統治は年長者の集まり、ジルガにより行う。ジルガは部族の重要事項、たとえば部族内部の争い、他の部族との間の争いと和平の関すること、内政などについてトゥマンダールを長として決定する機関である。部族の次位の支部族の長をモカダムと呼ぶ。モカダムはジルガのメンバーであるとともに、支部族の統治者である。支部族内では、モカダムを長としたマザンと呼ばれる年長者の集まりがジルガと同様の役割を有する。今日では、モカダムがそれぞれの地域を指導しており、トゥマンダールが部族全体をまとめる力は弱くなっている。

一 土地所有

バロチ社会のルールでは男子に土地を平等に分割相続する。このため、時代を経るとともに分割が進み各親族の所有面積は狭くなってきた。現在、ミタワンバチャドにおいては、書類上では一戸当たり平均1.3 haを所有するにすぎず、生計に全く不十分である。このため、離村者も多く、村に残った者はこの不足を補う方法として離村者の土地を耕作したり、山羊・羊の飼育の請負、出稼ぎなどに頼っている。バチャド最上流のジョギアニ集落における調査（全数調査127家族）では、一親族当たり農地（所有）面積は6.3 haと申告されたが、これは在村者が不足分を補うため、離村者の土地を小作している結果と見られる。

一 部族民と政府の関係

バチャドでは、たとえば洪水で被災しても政府に対して積極的に援助を求めない。このため、これは見方によっては農民の積極性のなさのように見えるが、これには農民、政府ともにそれぞれの理由がある。農民が政府に援助を求めない理由は、トゥマンダールを長として部族民が自らの土地を守るという根強い部族社会の自立の伝統に起因する。部族社会は封建制の強い閉鎖社会であり、部族民は外部の者を信用しないこと、社会的地位の低いものが問題を持ち出すことが憚られることも影響している。

一方、政府の側では、役人が部族地域に対して恐れを抱いているため近づくことを嫌う。さらに、役人は支配者意識が強く、またその数が少ないため、現場に出向き農民と接触することを避けていることが理由である。このため、農民と政府の間には接触が少なく、農民は政府をあてにせず、政府のサービスは辺境の部族地域に到達しない。

一 生活

多くの人バチャドは生地であり、居心地がよいと感じており、大部分の村人は通常村に住んでいる。水路灌漑地に自家消費用の小麦を作るだけの農地を保有している村人も相当数おり、小麦生育期には水路灌漑地に移住する。また、水路灌漑地に出稼ぎに行く者もいる。村社会は封建的ではあるが、相互扶助があり、土地を保有していない者は村長の世話で裕福な村人の家畜を預かるなどして、生きるだけは可能である。

(2) ミタワンおよび近傍のヒルトレント地域の社会基盤整備状況

一 カハヒルトレント洪水制御プロジェクト

カハヒルトレントはスレイマン山地の標高2,050mを源流とし、ミタワンバチャドの南側に流出する。流域面積は5,500 km²、スレイマン山地を源流とするヒルトレントのうち最大のものであり、洪水被害は54,000 haの水路灌漑農地、家屋、道路、鉄道など年平均23.02百万ルピーに及ぶ。カハヒルトレント洪水制御プロジェクトはカハヒルトレントの洪水調節を目的とし、ADBの融資により、パンジャブ州灌漑電力省が実施、維持管理を行う。工期6カ月、総工事費156.4百万ルピーとして1994年に工事を開始した。

カハヒルトレントの最大洪水量は2,662 m³ / secとされている。カハ上流域流域保全計画プロジェクトが完成すれば、上流域のバロチスタン州内で556 m³ / secが利用されることになり、残りの2,096 m³ / secがカハ扇状地へ流出することになる。このうち、1,777 m³ / secが灌漑に利用され、319 m³ / secはダジャール支線水路のヒルトレント通過施設を通して水路灌漑地域に流下させる。この事業では、扇頂より末端まで41 kmの流路に計13カ所の構造物がつけられ、従来のヒルトレント灌漑地2,899 haを含む、36,253 haを灌漑し、農業生産額を45.42百万ルピーとする。なお、施設の維持管理費は年当たり約3百万ルピーとされている。

一 チョティナラ洪水分流堰

ミタワンヒルトレントに合流する支川の一つであるチョティナラのグラ（谷出口）にチェックダム、その下流約1.2 Kmの地点にチョティナラ洪水分流堰が日本の無償資金協力によって建設された(図-2.17)。これら施設は、チョティナラをミタワン流域から独立した流域にと変更し、チョティナラ下流約400 haのハクーク地域と約2,000 haのノンハクークの地域を灌漑する。これにより、ミタワンヒルトレントへ流入する洪水量はピーク時に280 m³ / sec減少する。

一 FAO 流域保全プロジェクト

モデル流域保全地区ドーリにおいて流域保全を目的とした小構造物が日本の無償援助によって建設された(図-2.17)。これに引き続き、住民参加による流域保全プロジェクトが1995年4月から52ヵ月を第一段階として、日本の資金援助により、FAOによって進められている。流域保全プロジェクトは、住民の手で流域の保全を考慮した持続的な地域開発を行うことが目的である。

地区内の各村落には地域住民組織が設立され、参加型プロジェクトとして、野菜、果樹の栽培、灌漑施設の改善、貯蓄組合の設立、小麦の新品種の導入などが既に行われた。しかし、まだ外部の人間が地域住民に信頼されるに至らず、今後も家畜の品種改良、放牧制限の試行、貯蓄の貸出などを実施し、より地域住民が利益と感ずることの実行を通じて信頼を得る。

一 輸送交通

ミタワン・ヒルトレント地区内の道路路線を図-2.17に示す。幹線道路はD. G. カーンからクエッタ(バルチスタン州)に至る国道が計画地域内中央を東西に通過する。また、チョティゼリンからチョティバラ間は延長約24kmの舗装道路で連絡され、チョティバラから東北約20kmのサキサルワールの間は砂利道で連絡されている。またそれぞれの間は、バスが運行されている。その他、ラキムンからドーリ、ラキガジュからダガールの道路は計画的に作られたものである。その他の集落間の通行路は小径のみである。

一 教育及び厚生施設

医療施設はパチャドおよび部族地域ではチョティバラに診療所が1ヶ所あるのみである。教育施設として、大集落にはほとんど小学校があり、またチョティバラには中学校1校がある。これらはすべて男子のみが対象である。大部分の小学校では教員が不足し、全く教員のいない学校もある。このような教育環境のため、識字率は極めて低く男性は5から10%、女性は皆無である。

一 その他

1995年にパチャドの一部の集落に送電が開始された。また、チョティバラには無線による電話が設置された。

(3) 土地利用

ヒルトレントがつくる扇状地(パチャド)は農地及び放牧地として利用されている。扇状地の土壌は肥沃度が高く、保水力にも優れた沖積土壌であるが、用水量が不足するため、耕作面積には限度がある。土地利用形態は利用可能水量、地形、土壌、道路状況により異なる。ミタワンパチャドの土地利用を図-2.18に示す。

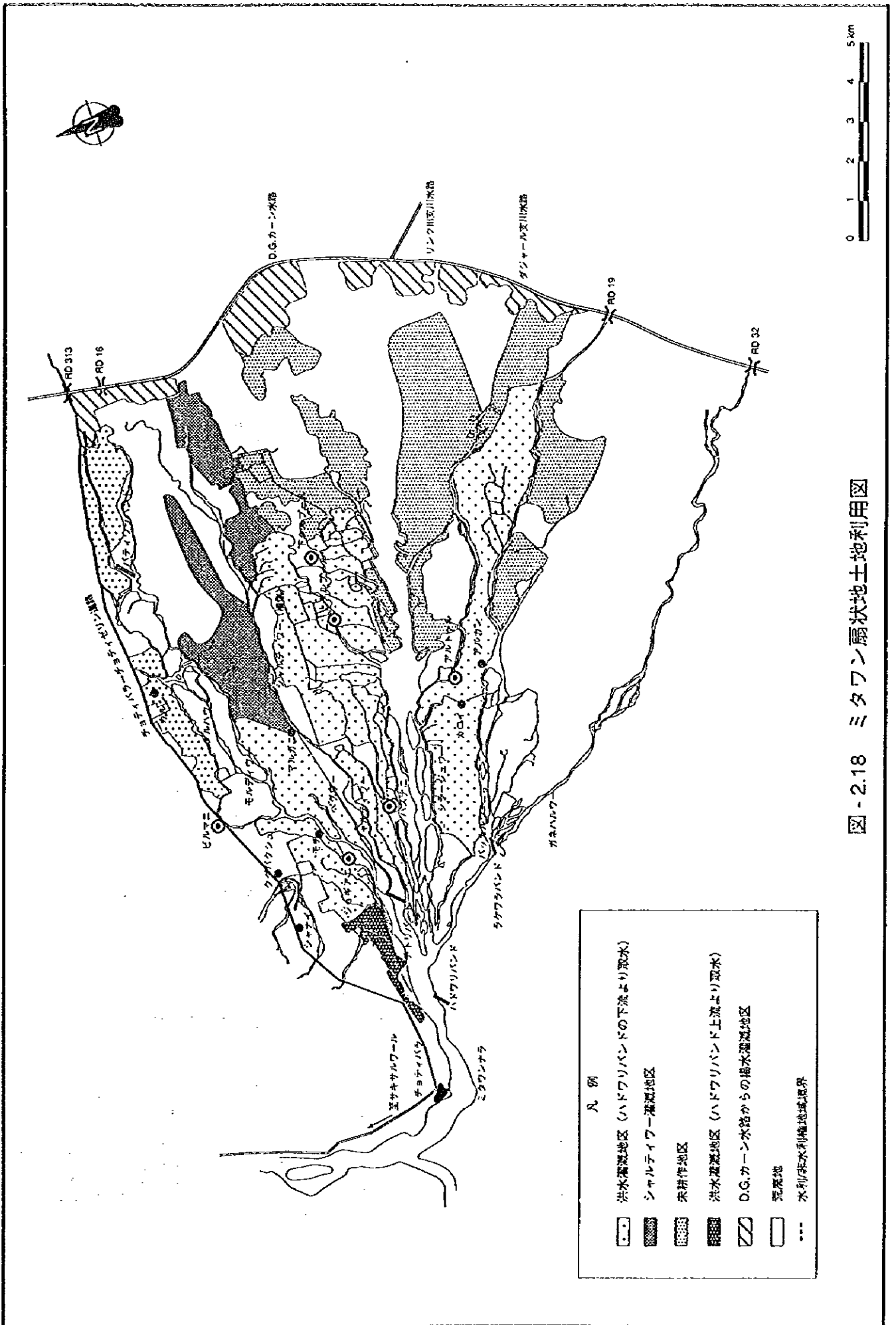


図 - 2.18 ミタワシカラ扇状地土地利用図

表2.5 パチャドの農地面積

1992年度	可耕面積 (acre)	耕作準備面積 (acre)	カリブ (4/15--10/15)			ラビ (10/15--4/15)			耕作不能面積	
			ハーレイ (acre)	ミレット (acre)	作付面積	豆類 (acre)	カラシ菜油 (acre)	カラシ菜 (acre)		作付面積
ジョギアニ地区	3501	1951	771	535	1306	110	0	52	305	1646
ビルマニ地区	6979	2756	435	374	809	0	0	0	101	1947
ハスナニ地区	7155	2589	791	745	1536	108	0	0	348	
チャンディア地区	3557	2885	403	324	727	140	65	35	518	
ケルブール地区	4272	3709	0	0	0	58	0	0	58	3651
ジャルハール地区	9885	5611	140	57	197	0	0	0	0	
カマ地区	4727	3026	271	233	504	0	0	0	280	
ブズグール地区	6650	4361	178	0	178	0	0	0	0	
総計 (acre)	46726	26888	2989	2268	5257	416	65	87	1610	
総計 (ha)	18924	10890	1211	919	2129	168	26	35	652	
1993年度	可耕面積 (acre)	耕作準備面積 (acre)	カリブ (4/15--10/15)			ラビ (10/15--4/15)			耕作不能面積	
			ハーレイ (acre)	ミレット (acre)	作付面積	豆類 (acre)	カラシ菜油 (acre)	カラシ菜 (acre)		作付面積
ジョギアニ地区	3501	2040	764	531	1295	100	50	33	353	1687
ビルマニ地区	6979	4071	370	230	600	60	24	30	194	3471
ハスナニ地区	7155	3847	775	670	1445	200	0	92	592	1810
チャンディア地区	3557	2885	340	305	645	83	0	0	278	2396
ケルブール地区	4272	3709	0	0	0	54	0	0	54	3655
ジャルハール地区	9885	5611	193	0	193	0	0	0	0	5418
カマ地区	4727	3026	220	240	460	0	0	0	170	2396
ブズグール地区	6650	4361	186	0	186	0	0	0	0	4175
総計 (acre)	46726	25841	2848	1976	4824	443	74	155	1641	
総計 (ha)	18924	10466	1153	800	1954	179	30	63	665	
1994年度	可耕面積 (acre)	耕作準備面積 (acre)	カリブ (4/15--10/15)			ラビ (10/15--4/15)			耕作不能面積	
			ハーレイ (acre)	ミレット (acre)	作付面積	豆類 (acre)	カラシ菜油 (acre)	カラシ菜 (acre)		作付面積
ジョギアニ地区	3501	2570	842	707	1549	208	25	25	561	2009
ビルマニ地区	6979	5954	2570	1609	4179	560	94	87	1269	1775
ハスナニ地区	7155	5489	2263	2061	4324	92	58	47	346	819
チャンディア地区	3557	2885	1170	845	2015	0	0	0	0	1531
ケルブール地区	4272	3709	50	140	190	30	0	0	30	3679
ジャルハール地区	9885	5611	360	102	462	73	0	0	73	5076
カマ地区	4727	3026	851	438	1289	94	0	0	206	1531
ブズグール地区	6650	4361	341	413	754	114	0	0	127	3481
総計 (acre)	46726	33605	8447	6315	14762	1171	177	159	2612	
総計 (ha)	18924	13610	3421	2558	5979	474	72	64	1058	

バチャド上・中流部と支流扇状地では、もっぱらヒルトレント洪水を水源とした洪水灌漑農業が行なわれている。扇状地中・下流部の一部では管井戸による地下水灌漑、扇端部のD.G.カーン水路沿いでは水路からポンプ揚水灌漑が行なわれ、換金作物の綿が栽培されている。耕作に利用できない土地は放牧に利用されている。

バチャドの洪水灌漑地では作付け面積は出水量に応じて年々変動し、すべての農地が耕作される年はない。農地は、用水があれば耕作可能となる可耕面積、可耕地のうち農民が出水に備えて準備する耕作準備面積、実際に灌漑され作付けされる作付け面積それぞれによって計測できる。

可耕面積は政府の資料では、30,252 haとなっている。一方、衛星写真を計測すると現在のバチャドは約24,000haである。この差は、政府資料は非常に古く水路灌漑地域が含まれていること、地形上の扇状地と行政上のバチャド区域が一致していないことによる。

最近3年間の耕作準備面積は92年10,880 ha、93年11,960 ha、94年13,600 haであった。これに対して、作付け面積、すなわち洪水が貯留された面積は、92年には耕作準備面積の20% (2,129 ha)、93年には16% (1,954 ha)、94年には44% (5,979 ha)であった。1992～'94年まで3年間の作付け面積を表-2.5に示す。なお、この統計は税収の目的で作られており、上流の3地域は毎年耕作準備面積が計測されているが、他の地域では調査されていない。

表 2.6 ミタワンヒルトレントのバチャド地域土地利用

主要幹線水路	所要システム	土 地 利 用 別 面 積 (ha)				計
		現在の洪水灌漑耕作	過去に耕作されていた形跡のある洪水灌漑耕地	ポンプ灌漑耕地	水路または荒れ地	
北側水路 (ハーク)	タルハ・ワー	2,112	464	210	676	3,462
	シャルティ・ワー		1,314	43	793	2,150
	小計	2,112	1,778	253	1,469	5,612
南側水路 (ハーク)	タレム・ワー	938			32	970
	シラージュ・ワー	2,262	2,590	455	1,476	6,783
	小計	3,200	2,590	455	1,508	6,783
エスケブ水路 (ノンハーク)	パツカル・ワー	1,274	564	125	3,522	5,530
	ケベム・ワー	50	830		4,650	5,530
	小計	1,297	1,394	125	8,172	10,988
総計		6,609	5,762	833	11,149	24,353

* 1992年の衛星写真より算出

表-2.6は、1992年5月撮影の衛星写真により、ミタワンバチャド地域の土地利用を調べた結果である。これによると水路より上流の扇状地の全面積は約24,000 haであり、そのうち6,600

haは洪水灌漑の耕作準備がされている。一方、流路が移動して近年洪水が来ないか、あるいは慢性的に水が不足すると判断される部分、さらに二次扇状地が形成され農地として利用できなくなった過去の耕作地などの面積が5,800 haあり、このうち耕作地として利用可能になりうる面積は約4,000 haと推定した。これより将来、洪水灌漑が可能となる面積は約10,500 haと推定した。これは、政府統計の耕作準備面積にあたる。このほかに、D.Gカーン水路およびDajal支線水路沿いには約800 haのポンプ灌漑地域がある。

(4) バチャドの産業

ミタワン・ヒルトレント流域における産業は、牧畜と穀類を主とする農業である。

農業

農業はミタワン・ヒルトレントが形成したバチャド（扇状地）、上流域山麓に主要支流が形成した扇状地、および上流域支流沿いの通年流水のある場所で行なわれている。

灌漑農業の形態は水源別に、(1)バチャドの大部分、支流扇状地では、ヒルトレント洪水を水源とした洪水灌漑、(2)バチャド下流D.G.カーン水路沿い地域では揚水灌漑、(3)上流支流沿いの一部とバチャド中下流においては地下水灌漑、(4)上流支流沿いでは通年流水を水源とする小規模水路灌漑である。

バチャドを主とする洪水灌漑地の主要作物は夏作のカリフ期にはソルガム、ミレット、出水が10月以降にあれば冬作のラビ期に小麦、グラム（ヒヨコマメ）、油料作物が作られる。揚水灌漑地および地下水灌漑地ではカリフ期には綿花、ラビ期には油料作物、小麦などが作られる。

洪水灌漑地の収穫量は洪水出水量によって変動し、洪水量の少ない下流ほど平均収穫量は低い。最近は中下流域において地下水灌漑が導入され始められており、不安定な洪水灌漑から地下水灌漑へと切り替え、高収入をあげられる換金作物の綿が栽培され始めている。

バチャドにおける農業について、ジョギアニ集落において全家族に面接調査した。その結果、一家族の耕作面積は6.3 haであった。政府資料によると一家族の所有する農地面積は平均1.2 haであるが、調査した面積との差5.1 haは不在者の土地を耕作していることによるとと思われる。生産される作物は雑穀類（ソルガム、ミレット）であり、その平均収量は1,100 kg/haである。

家畜

羊と山羊を主とした家畜の飼育は、本地域では伝統的なものである。しかし、過放牧によって飼料が不足しているうえに、家畜の品質が低いため、その生産性は低い。過去には畜力として価値のあった役牛にかわり、現在は肉牛が飼育されているが、飼育頭数は山羊、羊の1/10程度の頭数であり、また、飼料の不足から品質は低い。また、頭数は少ないが運搬手段として、ラクダ及びロバが全域で飼育されている。

2.4.3 既存施設の現状

(1) バチャドの洪水被害

バチャドでは古くからヒルトレント洪水による灌漑が行なわれてきており、農民が自らの手で制御できる洪水は灌漑に利用してきた。ヒルトレントからの取水技術は河床の砂を用いて、サライと呼ばれる流れに平行する導流堤を作ったり、あるいは水路のなかに流れに直交するガンダワクラと呼ばれる堰上げ堤を作るものである。この砂盛土は自分の農地に十分取水できたとき直ちに下流に放流するためには壊しやすく便利である。

このように強度の低い砂の構造物に頼る洪水灌漑の伝統的技術は、小洪水は取水できるが、大洪水のときには堰は流水によって壊され取水ができないため、下流の洪水被害は回避できない。しかし、その反面このようなあまり強度を持たない施設によって、圃場へ過度に洪水が流入することが防がれ、圃場を守る安全弁となっている。

扇状地流路は扇頂部で流路が移動しやすいという特性がある。ミタワン扇状地でも大洪水により流路が変化して、洪水が水利権のないエスケープに流れ去り、水利権のある農耕地で取水できなくなる。これを扇頂にハドワリバンドを作り、水利権が決めるように扇状地北半部に導水してきた。

1954年頃に測量された現在の地形図には、現在のハドワリバンド付近に4列の水制が示されている。この水制は1970年頃まではサルダールの命令によりバチャド全農民が参加して維持してきたハドワリバンドである。ハドワリバンドは、かつては河床の砂を用いて作られていたため、大洪水のときには強い流れを制御できなかったようである。

バチャドにおける洪水被害をあげると、シャルティワー、タルハワーに見られるような河床低下、あるいは流路の拡大と移動により取水が不可能になること、またそれに伴う農地の流失、流路端部における二次扇状地の形成による農地の埋没、また短期的には取水施設の破壊、取水の失敗による耕作不能、発芽した作物の浸水と流失被害などである。これらのうち、バチャドにおける最大の洪水被害は、シャルティワーに見られるような河床低下により洪水灌漑が不可能になる事態である。

バチャドにおける洪水の様子については全く資料がなく、住民からの聞き取りを行った。1994年洪水は、北ブランチのタルハワーに集中し、北ブランチ沿いの集落では未曾有の洪水となった。一方、南ブランチ、エスケープ沿いでは通常の小規模な洪水程度であった。このとき、扇頂のハドワリバンド付近は川幅全面が水面下になり、約1mの深さとなった。

タルハワー中流域の集落カルの住民によると、この村に洪水がきたのは94年洪水が初めてのことであり、遠くから押し寄せてくる洪水は水の壁のように見えたという。この洪水は集落到達後約1時間で水深約2mほどになり、その翌日には何もなかったかのように洪水は流下してしまっただのことであった。バチャドの地表勾配は平均1/250であるため、洪水はバチャドに長期間湛水することなく1日程度で通過してしまう。

1960年以前のミタワンヒルトレントの主要流路は、D.G.カーン水路建設に伴って作られたヒルトレント洪水通過施設の位置（図-2.18）に流れていた。それらの施設は北ブランチのタルハワーおよびシャルティワー下流のD.G.カーン水路 RD 316+416、また扇状地南部エスケープ下流のバックルワー下流ダジャールブランチ水路 RD 19 およびガナハルワー下流ダジャールブランチ水路 RD 32 である。エスケープ下流に2ヶ所の施設があること、エスケープ沿いの集落アルツールでは現在のハドワリバンドができる前には洪水のたびに全村が約1mの深さに湛水していたということから推測して、当時は大洪水は必ずエスケープに流れていたと推測される。

南ブランチ下流には洪水通過施設が存在しないことから、当時から南ブランチのシラージュワーには大洪水は流れていなかったことが読みとれる。衛星写真によると、現在の南ブランチのシラージュの下流では扇状地が、大きく外側にはらみだしており、D.G.カーン水路もこの部分では大きく灌漑地側にカーブしている。これは、過去に南ブランチに洪水流が集中した結果、大きな二次扇状地を形成したことをうかがわせる。

農民達は水利権のあるハクークでは1975年に仕事の一部を農民組織が負担することとして、ハドワリバンドの建設を政府に要求した。'75年に工事に着工したがその年の洪水によって盛土は流失した。'76年工事を再開したが再び洪水により流去し、その後3年間は何もされなかった。'79年 ABAD から灌漑電力省に予算が配付されたが不足し、工事の完成は'80年となった。この新しいハドワリバンド完成後、洪水は主に北ブランチに流れるようになったが、エスケープのガネハール、バックル水路には大洪水のたびに流入し、ノンハクーク下流の村まで到達している。

シャルティワーの河床変動についてみると、1950年代の航空写真から既にシャルティワーに洪水が集中しやすくなっていたことが読み取れる。住民によると'76年の洪水によってシャルティワーは両岸から3~5mの深さまで河床低下した。その後、'79年までの3年間は、ヒルトレント洪水の全量がシャルティワーに流入し、ミタワンパチャドでは洪水灌漑ができなかったと言われる。この間、シャルティワーに流入したヒルトレント洪水は図-2.18に示すD.G.カーン水路 RD 316~325の区間を直撃し、D.G.カーン水路の被害が大きくなった。農民は洪水灌漑を行うため、施工の一部を負担することとして、シャルティワーの修復を政府に要請した。これに応じて'79年土壌保全局によりシャルティワー上流端にチトリバンドが建設され、洪水流のシャルティワーへの流入を阻止するとともに、ワーの河床を上げるため土砂堆積をさせるシャルティバンドが、チトリバンド下流約5km地点に建設された。これにより、洪水はシャルティワーに流入することはなくなったが河床上昇もしなくなったため、シャルティワーの河床は現在も周辺農地より3,4mも低いままである。トゥマンダールの指揮のもとでの協同作業が行われなくなった後は、一部の農民だけの努力では、シャルティワーへの洪水の集中、その結果としての起きた河床低下のような非常事態には対応できないことを示している。

1980年代始めにはエスケープのハドワリバンド下流3kmにラケワラバンド、また、ハドワリバンドより約15km下流のタルハワー末端にバティワラバンドが建設された(図-2.19)。これらの作業も地元農民はその一部を負担した。

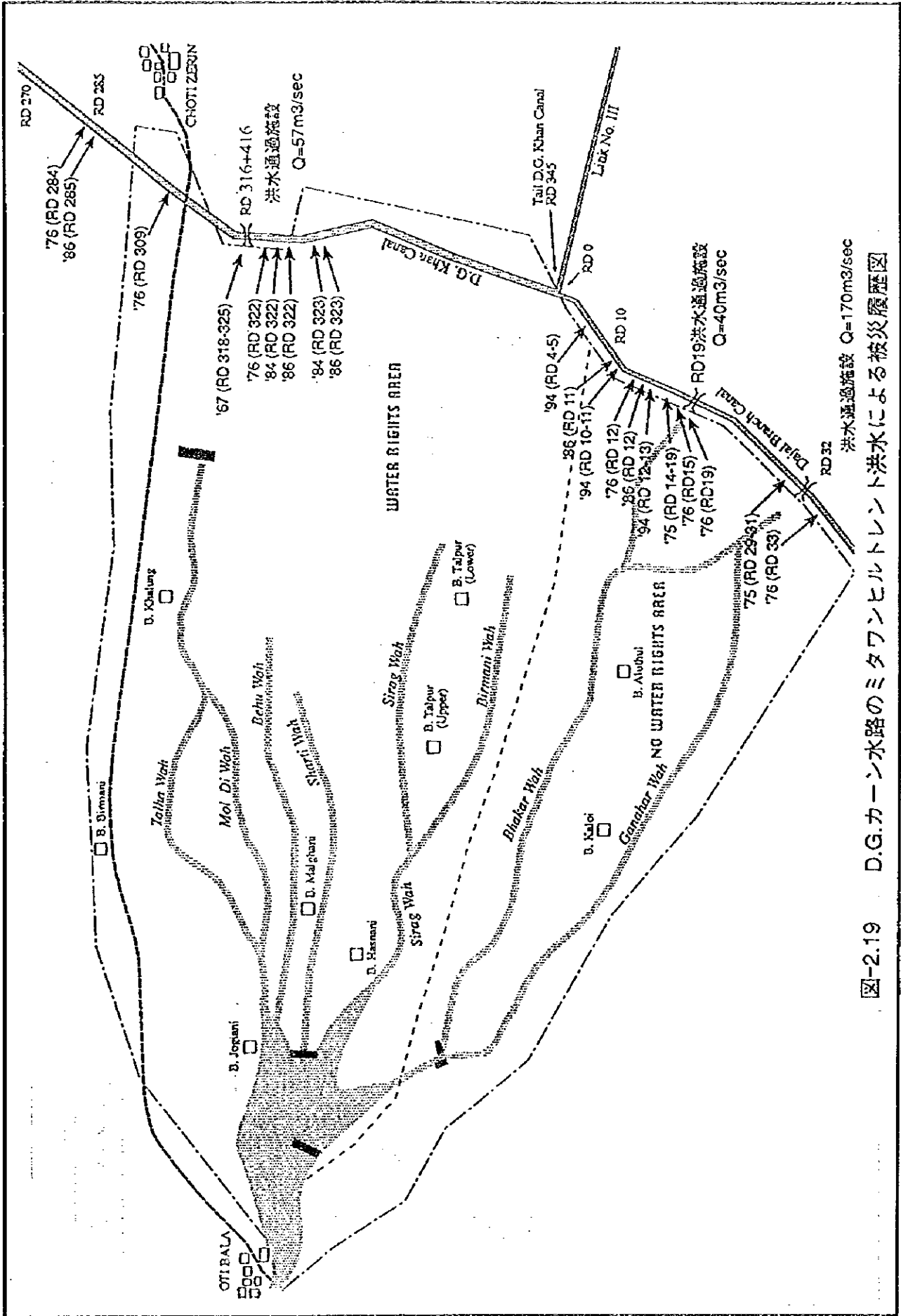


図-2.19 D.G.カーン水路のミタワンヒルトレント洪水による被災履歴図
洪水通過施設 $Q=170\text{m}^3/\text{sec}$

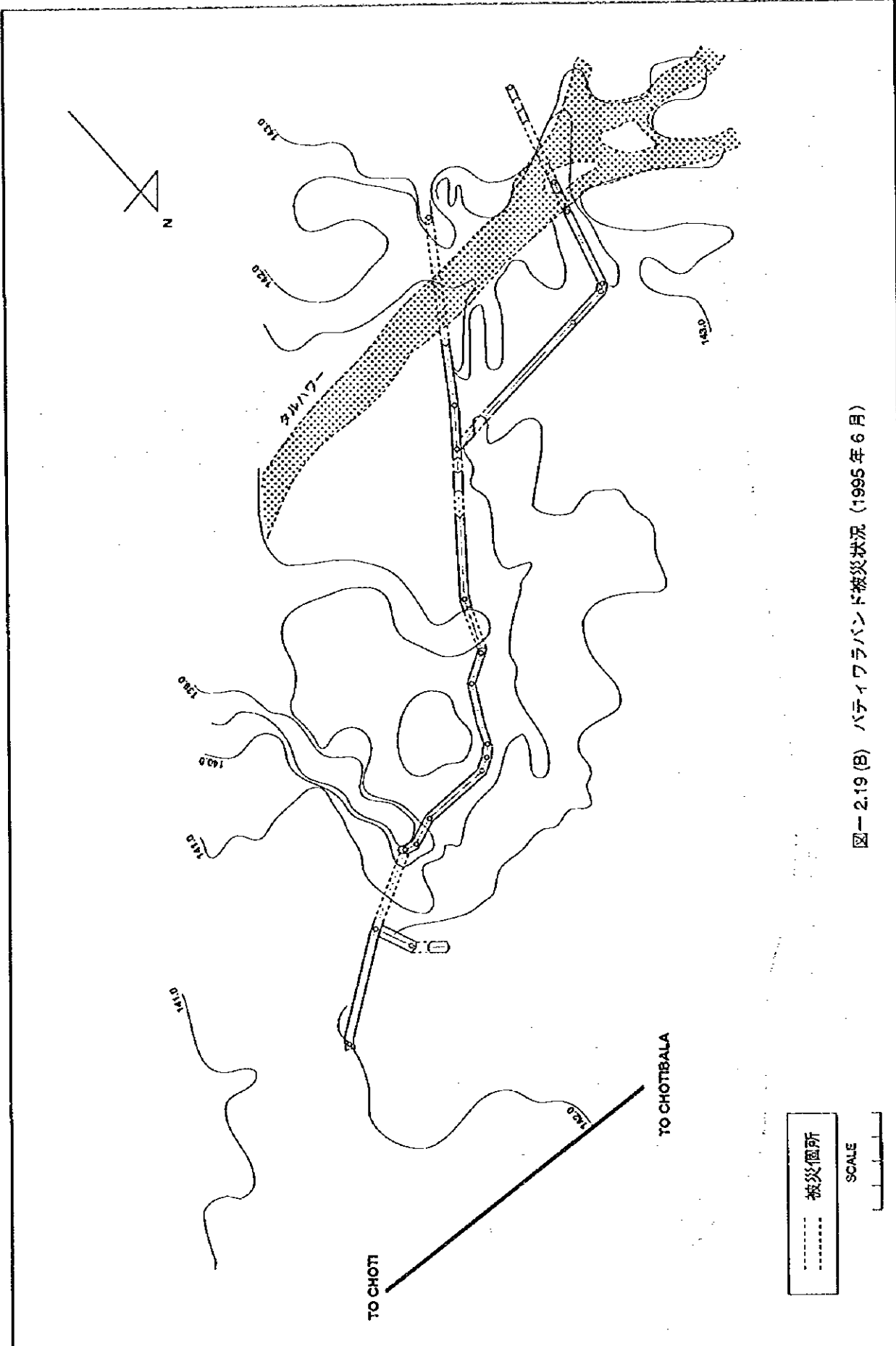


図-2.19 (B) バティワラバンド被災状況 (1995年6月)

現在、大洪水は北ブランチのタルハワーに集中し、タルハワーの河床低下が進行しつつある。1986年洪水は扇状地北端にあるタルハ、モルデイワーに集中し、下流のバティワラバンドを破壊した（pp.2 - 50 バティワラバンド参照）。1994年洪水も扇状地北端のタルハ、モルデイの両ワーに集中した。タルハワーは約11 km 下流まで河床が2～4 m 低下し、ワーの幅は拡大した。このように、タルハワーでは大きな変化が進行しており、地元農民の手でこれを制御することは、費用、労力の面で困難になりつつある。

なお、1994年洪水によってハドワリバンドは先端部が崩壊した。先端部の基礎は鉄線籠工により保護されており大事には至らなかったが、築堤の張石が洪水流によって壊された（pp 2 - 62 カマラの技術参照）。

(2) 水路灌漑地域の洪水被害

D.G.カーン水路建設によりミタワンヒルトレント扇状地下流一帯は水路灌漑農地となった。この結果、この地域ではヒルトレント洪水によって灌漑水路の築堤が破壊されたり、低平な灌漑農地が湛水するなどの被害が生ずるようになり、灌漑農地の深刻な問題として取り上げられるようになった。

D.G.カーン水路灌漑農地の被害はミタワンパチャド下流域に多い。この原因は、ミタワンヒルトレントのほか上流のソリルンド、ビドール、サキサルワールの各ヒルトレントの洪水も水路に流入すること、この場所が幹線水路末端に位置しており、チェックゲートにより水路水位が常に高く保たれているため越流しやすいこと、D.G.カーン水路はその延長が100 km 以上にも及び、水路への取水を中止しても水路下流の水位が低下するのは1日遅れになることなどにある。

また、D.G.カーン水路右岸のパチャド側には、ヒルトレント洪水を防御する築堤がある。制度上、これは捨土盛土とされており管理がされず、盛土の侵食が著しい。このため、越流や浸透によって築堤は容易に破壊され、ヒルトレント洪水は容易に水路に流入し、水路水位は上昇し、水路左岸側の灌漑地側の築堤を越流して破壊し灌漑地を湛水させる。

水路灌漑地区は地表勾配が1/5,000 から1/10,000 と緩く容易に排水されないため、湛水は数日から数カ月にもおよぶことがあり、農地はもちろん家や道路も水没する。1994年洪水では水路灌漑地区のチョティゼリン一帯は約1週間湛水した。

D.G.カーン水路完成後に発生した主要な洪水被害を表-2.7 および図-2.18 に示した。

表-2.7 洪水被害概要

生起年	被害箇所	湛水面積(ha)	流出量(m ³ /sec)	被害額(百万ルピー)	
1967	D.G.カーン水路	3	20,200	*	15.0
1973	D.G.カーン水路	.	*	*	1.4
	支線水路	3			
1975	D.G.カーン水路	5	16,200	1700	24.0
	ダジャール水路	4			
1976	D.G.カーン水路	2	*	1640	17.0
	ダジャール水路	5			
	支線水路	3			
1978	D.G.カーン水路	6	*	2270	42.2
	ダジャール水路	4			
1986	D.G.カーン水路		*	*	*
	ダジャール水路		*	*	*
	支線水路		*	*	*
1993	D.G.カーン水路		*	*	*
1994	D.G.カーン水路		*	*	*

*: 既存資料なし

また、パキスタン側のよって実施されたミタワン地区F/S 調査によると水路灌漑地域の洪水量と被害面積、被害額は表-2.8 のようになっている。なお、被害額は1991年時点の価格による。

表-2.8 推定洪水被害

年	流量 ft ³ /sec((m ³ /sec)	確率年	湛水面積 エ-カ(ha)	被害額 百万ルピー
1974	40,000(1,135)	1.85	0	0
1975	59,877(1,700)	5.00	40,400(16,350)	198.2
1976	57,861(1,640)	4.50	28,330(11,465)	139.0
1978	80,000(2,270)	18.00	70,400(28,490)	345.3

(3) 既設バンドの効果

— ハドワリバンド

このバンドは1980年頃にヒルトレント洪水を水利権のあるハークク地域により多く導き、水

利権のないエスケープに流下する洪水量を少なくすることを目的として設置された。設置位置はミタワンヒルトレント谷出口より下流約1.5km右岸である(図-2.9参照)。

構造は張石盛土構造であり、盛土材は主として河床の砂、一部はシルトである。築堤上流側および先端部は[張石+砕石層(フィルター)+細砂/シルト]、先端部は鉄線籠により保護されている。高さは4~5m、長さは400m、天端幅4m、上下流とも法面勾配は1:2である。

右岸のハドワリバンド起点から上流に向かって高さ約3m、延長約1,300mの築堤が作られ、洪水が右岸堤内地に流入すること、すなわちハドワリバンドより右岸側に流路が移動することを防いでいる。しかし、現在は所々破堤している。

このハドワリバンドの影響は以下のようになっている。

- a) 洪水流の方向は自然状態ではエスケープに向かうが、ハドワリバンドによって流向が変えられ北に向かうようになり、現在は北ブランチのタルハワーに洪水が集中している。
- b) ハドワリバンド先端と右岸築堤上流端(約500m)を結んだ線に囲まれた範囲内は、河床より約0.5~1m高く堆砂している。右岸築堤内部(堤内地)の標高は、堤外地より約1m低い。
- c) 河床勾配はハドワリバンド上流で1/500となっており、その上流とハドワリバンド下流の勾配1/215~1/250よりも緩い。これはハドワリバンドによって流路が狭められた結果、上流の幅広い部分が貯水池のようになり堆砂させたことにより、部分的に緩勾配になったものと推定される。
- d) ハドワリバンドができて以後の大きな洪水は、1980年代に2~3回、1990年代に1回である。'94年までは築堤に損傷はなかったが、'94年洪水によって先端部上流側が約15m侵食された。この侵食の原因は、堆砂によって上流河床が上昇した結果、鉄線籠の保護工は砂に埋もれた。洪水時の河床は保護工より高くなり、洪水流は築堤の張石を直撃した。このため、張石が流され内部の砂盛土が侵食されたものと推定される。なお、築堤に直接の接触していた鉄線籠は鉄線は錆びていたものの沈下、変形などは見られなかった。
- e) 河床、河岸ともに、細砂、シルトなど粘着性のない細粒材料から構成された場所に、張石盛土による強度の高い構造物を設置した。これは、流路を一方に固定することになったため、北ブランチでは現在河床低下が起きている。
- f) このように流路をある方向に固定してしまう構造物は、効果の点では流路の首振りという、扇状地形成における自然の調節作用を減殺するものであり、扇状地を均等に成長、形成させる必要のある形成過程の扇状地における構造物としては、そぐわない。

チトリバンド

このバンドは1980年頃に著しく河床低下したシャルティワーへの洪水の集中を防ぐことを目的として設置された。設置位置はミタワンヒルトレント谷出口より下流約4km、シャルティワー入口である(図-2.9参照)。

構造は張石盛土構造であり、盛土材は主として河床の砂、一部はシルトである。築堤上流側および先端部は[張石+砕石層(フィルター)+細砂/シルト]、先端部は鉄線籠により保護されている。高さは4~5m、長さは400m、天端幅4m、上下流とも法面勾配は1:2である。

このチトリバンドの影響は以下のようになっている。

- a) チトリバンドはシャルティワーへの洪水の流入を完全に止めてしまった。このため、シャルティワーは河床を上昇するために必要な堆積物が供給されない状態になっている。シャルティワーは現在、周辺農地より最大約5m低く、農地は取水できない状態になっている。
- b) チトリバンド設置以来、約15年であるが、バンド上流側は堆砂している。北ブランチの河床低下は約1mである。チトリバンド上流約1.5kmまで堆砂し、現在、堆砂面は北ブランチの河床より約1m高くなっている。築堤に損傷はない。
- c) 農民はチトリバンドの外側に自分たちで、小さい導流堤を築き、少量の洪水を導いてシャルティワーの回復に努めているのが観察された。このような方法ではワーの回復に非常に長期間がかかると考えられる。
- d) チトリバンドはシャルティワーへの洪水の流入を完全に止めてしまったため、シャルティワーは河床が上昇する機会がなくなった。扇状地の発達を均等に保つためには、流路機能を保つことが必要であるが、このように流水が永久にない状態は好ましいものではない。

ラケワラバンド

このバンドはハドワラバンドの下流約4km地点のガネハルブランチ（エスケープ）内に築堤されており（図-2.9参照）、ガネハルブランチをバックルワーとガネハルワーに分流することを目的として設置された。

構造は張石盛土構造であり、盛土材は主として河床の砂、一部はシルトである。バックルワーへの導流堤とガネハルワーへの導流堤の二本の築堤から構成されており、ガネハルワーへの流量を制限し、多くの流量をバックルワーへ導流している。

バックルワーへの導流堤は延長319m、天端幅6.60mである。堤高は上流部分で堤内側3.9m、堤外側3.1m、中流部分で堤内側4.1m、堤外側3.4m、下流部分で堤内側4.0m、堤外側3.7mである。また、ガネハルワーへの導流堤は延長が80m、天端幅5.40m、堤高は堤内側3.9m、堤外側3.1mである。バンドの影響で、河床が上昇し、堤内側よりも河床が高くなっている。

パティワラバンド

パティワラバンドはD.G.カーン水路から4.5km上流のタルハワー下流（図-2.9参照）に1984年に築堤された。この付近では、タルハワーはミタワンヒルトレント扇状地とサキサルワールヒルトレント扇状地の境界の谷となっており、タルハワーの洪水が集中しやすい地点である。このため、放置すればこの地点から、下流D.G.カーン水路までの間のポンプ灌漑農地は洪水被害のみならず、二次扇状地に埋もれる可能性がある。この洪水の集中を防止し、タルハワーへの洪水をワー北側の農地に分流するためにパティワラバンドは設置された。このように谷地形をなす低地を締め切るパティワラバンドは、低地に土砂を堆積させ、地形上の局所的な窪みをなくし、扇状地を平坦に保ち、洪水の集中による河道の浸食、低下を防ぐ機能がある。パティワラバンドは、建設後10年以上放置され、雨食、流水により著しい浸食を受けていたが、1996年に全面的に復旧された。復旧前の平面形状と被災状況を図-2.19(B)に示す。

(4) カハヒルトレント構造物の被害

カハプロジェクトは、工事途中の1994年9月の大洪水によって、多くの構造物が被災した。その後、補修されたものの翌95年4月に再び下流では大きな被害が発生した。しかし、この被害状況は、現地を担当する官吏からパンジャブ州灌漑電力省、連邦政府水利電力省、ADBなどの上位機関には正確に伝達されていない。この被害の原因について以下に述べる。また、カハプロジェクトの構造物位置は図-2.20に示す。

カハヒルトレントの施設設計の基本は以下のようになっている。

各取水地点の計画洪水量は、上流から順次取水するため、下流ほど少なくなる。河床勾配は扇頂から約7km地点までは1/86から1/150、これより下流約2.5km区間は1/590、その下流D.G.カーン水路までの約28kmは1/1,000である。既存のワ-の取入口標高がヒルトレント河床より高いところでは河川を横断する堰が、その他の場所にはサライ（導流堤）が設置された。堰、サライは鉄線籠工、堰上下流両岸の導流堤は石張盛土である。構造物の設置標高は、それぞれの取水地点のワ-の取入高さによって決定したため、各構造物相互の標高は考慮されていない。堰は完全越流するとして設計され、洪水時の越流水深を2mとした。

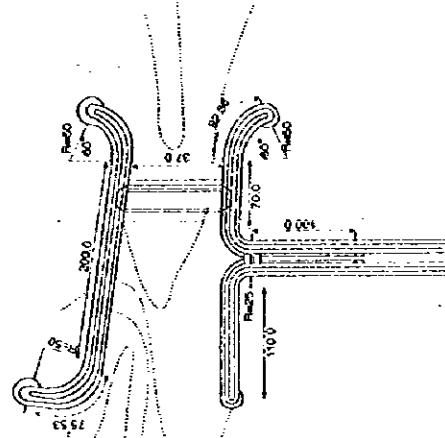
洪水被害は、設計、施工いずれにも原因がある。設計の点では設計洪水量が小さいこと、および施設位置が不適当であることが原因である。設計洪水量 $2,096\text{ m}^3/\text{sec}$ に対して、1994年9月の洪水流量は扇頂部において約 $2,900\text{ m}^3/\text{sec}$ であった。これは設計流量を約 $800\text{ m}^3/\text{sec}$ も超過するものである。設計洪水量は、扇頂における流出量 $2,662\text{ m}^3/\text{sec}$ から、将来上流で実施されるプロジェクトによる取水量 $556\text{ m}^3/\text{sec}$ を差し引いた $2,096\text{ m}^3/\text{sec}$ とされているが、着手していない上流プロジェクトの効果が見込まれていた。また、施設位置に関しては最上流部の3箇所の施設は、カハヒルトレントと支流ヒルトレントが合流する流路の不安定な個所に設置されたことに問題がある。

施工の点では、第一に施工管理に問題がある。設計では上流から順次取水することになっており、下流に行くにしたがって構造物の計画洪水量は少なくなる。このため、施工中の事故を防ぐためには、上流から順次完了すべきである。しかし、工事はこれを無視して途中が着工されていないにもかかわらず、下流域の構造物が早く完了したため、最下流の2ヶ所の構造物は完成間近の'94年9月に被災した。その後修復されたものの'95年4月洪水では再び被災した。施工業者間の質に格差があることが原因である。

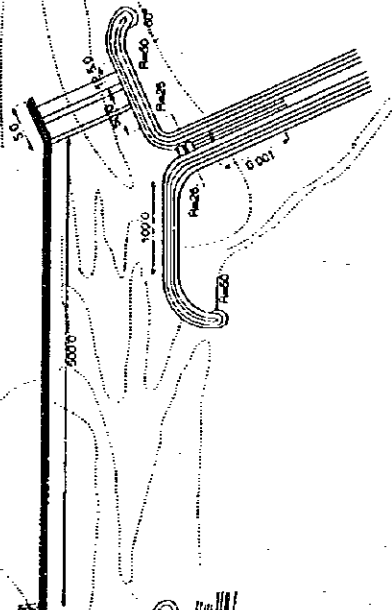
RD-13、RD-15、RD-16 最上流部の分流堤：(図-2.21)

最上流部に位置する3ヶ所のサライ（導流堤）、RD-13（ムハマドワ-）、RD-15（ハズ

RD16 (カーンワ-横断工)



RD15 (ハズリ-サライ)



RD13 (ムハマドサライ)

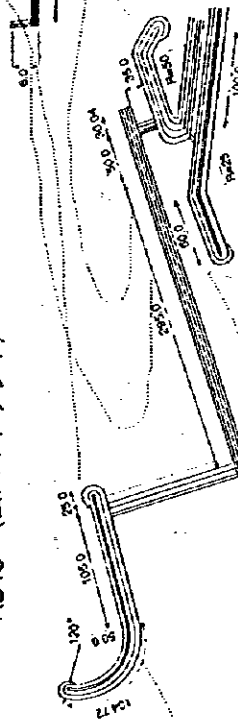


図-2.21 RD13、RD15、RD16取上流部の分流堤

ーリワー)、RD-16 (カーンワー) は互いの位置が極めて接近しているおり、一組の構造物のように見える。'94年9月洪水ではこれらはいずれも被災し、鉄線籠がずたずたに壊れた。

その後、修復あるいは完成したが、'95年9月にはいずれの堰も上流では堰天端高さまで土砂が堆積した。このため、今後上流の河床が上昇し、流路が移動して取水できなくなる可能性がある。また、RD-15では横断堰と導流堤の越流部天端を合わせてあるため、導流堤を越流する流量が増加すれば、導流堤の背後が洗掘を受け、導流堤が転倒する可能性がある。

また、これらの施設の設置位置は、カハヒルトレントと小規模ヒルトレントの合流部にあたり、小規模ヒルトレントの流路はカハヒルトレント扇状地の発達に影響される。このため、カハ扇状地の土砂堆積によって流路が不安定になり、被災を受けやすく、施設の効果の永続性は疑わしい。これら河道上流部の分流構造物は築造後1、2回の洪水により満砂しており、流路が変わろうとしている。これらの構造物は洪水量ばかりでなく、土砂堆積、河床変動による流路の変化、堰の背水を考慮した施設位置の選択が必要である。

ゲルマイルワー(Gemail War)の被害：下流の洗掘、上流の堆砂：(図-2.22)

この堰の設計洪水量は $1,890 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるが、94年9月の洪水量は約 $2,500 \text{ m}^3/\text{sec}$ と推定される。洪水により堰の上流側は満砂し、堰下流側は鉄線籠底面の盛土材料が吸い出され不等沈下した。静水地下流の石積エプロンは大部分が流失した。

ドラワー(Dhora Wah)堰(最下流から2番目)：(図-2.23)

この堰の設計洪水量 $265 \text{ m}^3/\text{sec}$ に対して、1994年9月の洪水量は $1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ と推定され、洪水量は計画流量の約4倍であった。導流堤の盛土は完成し、石張も堰部分を除いて完了していた。堰の施工は最初に練石積カットオフが施工され、次に上流法面の鉄線籠の施工中に洪水に見舞われた。上流側の水圧により下流の支えのない練石積カットオフウォールは崩壊し、上流法面の鉄線籠下の材料は吸い出され、鉄線籠は全面沈下した。さらに石張がされていなかった兩岸盛土取付け部は侵食、洗掘された。

洪水後復旧工事に着手し、95年4月兩岸導流堤の石張のみを残していた。このとき、再び洪水に見舞われ、兩岸の石張が完成していなかった堰の兩岸取付け部分が侵食を受け流路と化し、堰上下流の鉄線籠の沈下と破損、カットオフウォールの崩壊によって堰は完全に破壊し、この後は修復されていない。これは、この地域一帯に管井が普及し、不安定な洪水灌漑を農民が嫌ったことも理由の一つである。

破壊の原因は、雨期の施工にもかかわらず、工事中に洪水に対する備えが全く考慮されていない施工計画の不備が原因である。また、設計条件で決められた上流から完成すべき施工順序を無視したため、計画洪水量をはるかに越える洪水に見舞われたことが破壊につながった。さらに、地域の水利用の形態の変化、地下水利用の拡大などをまったく予想していなかったため、施設の放棄につながった。

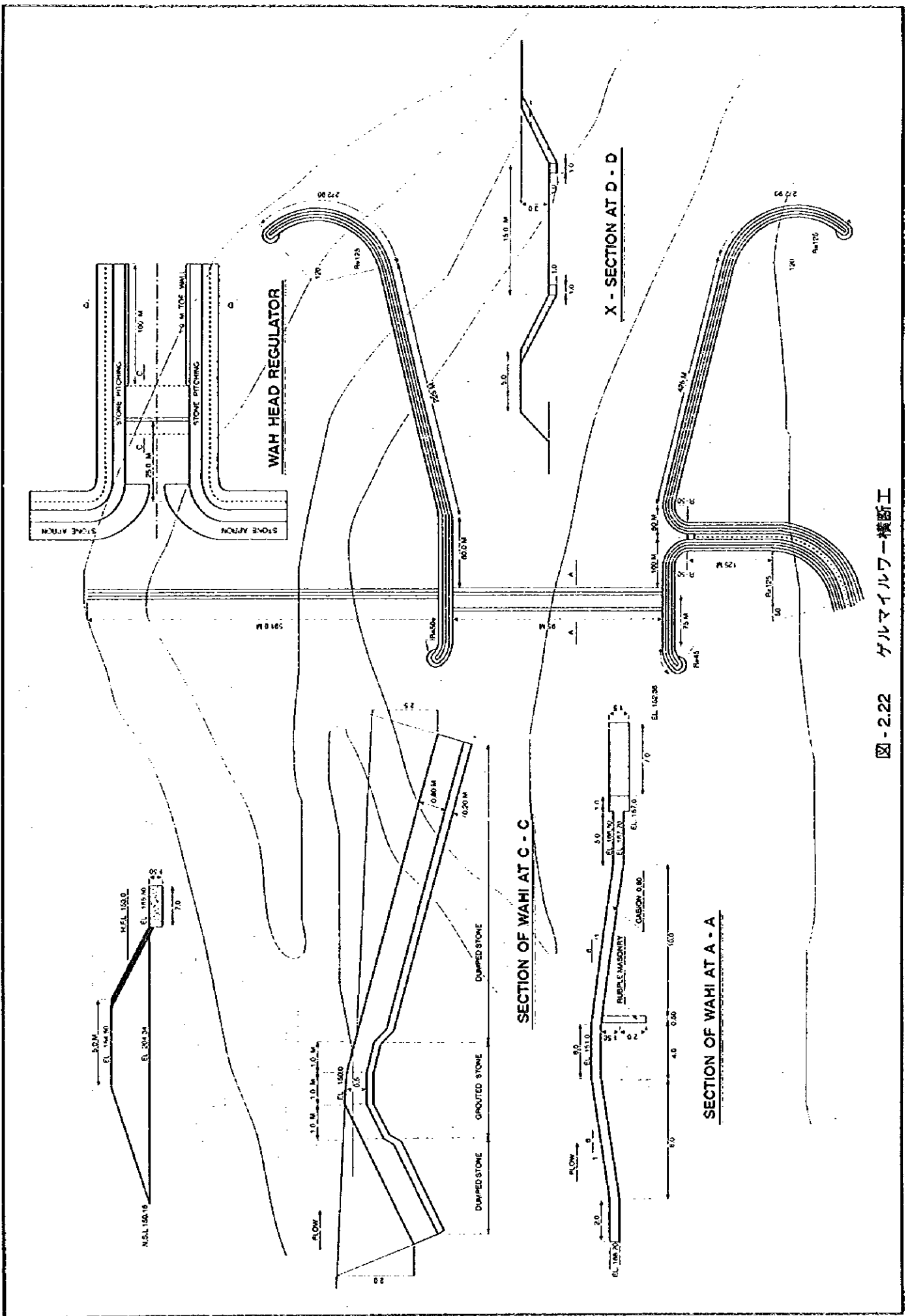
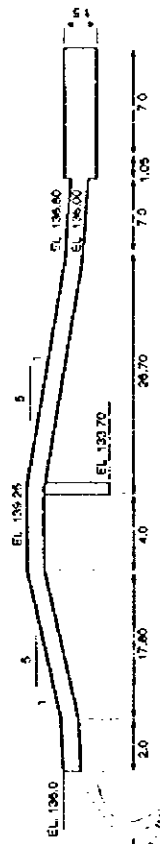
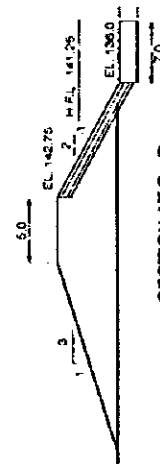


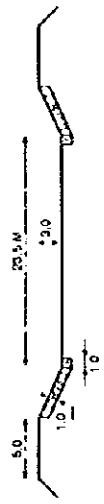
図 - 2.22 ゲルマイルワフー横断工



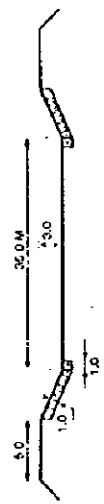
SECTION AT A - A



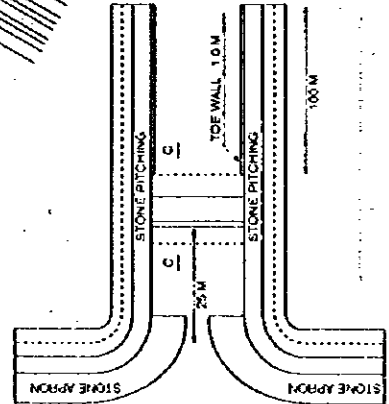
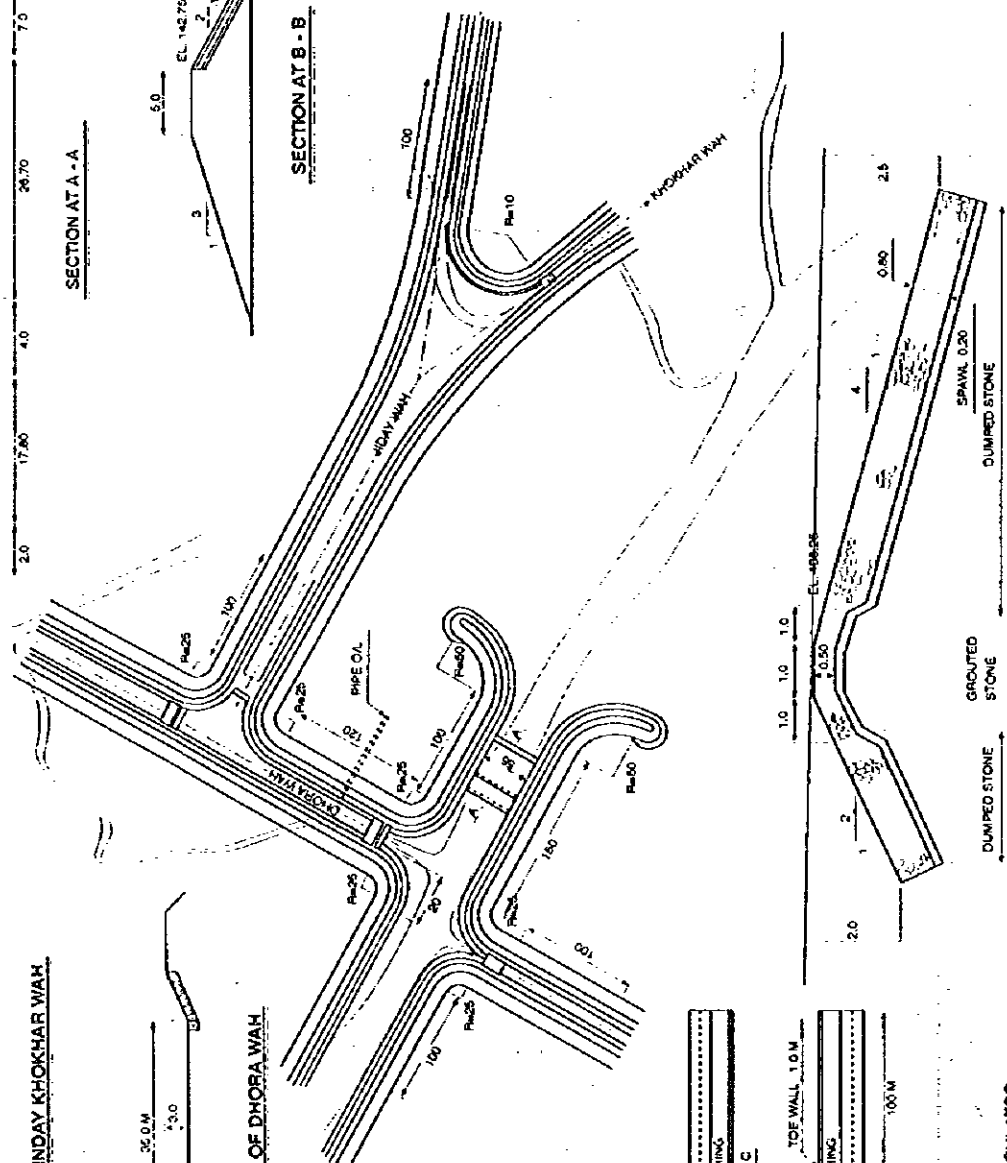
SECTION AT B - B



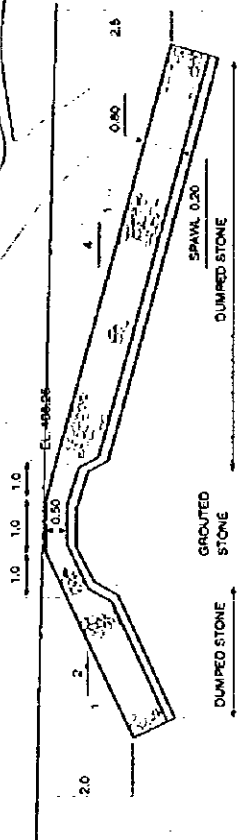
SECTION OF JINDAY KHOKHAR WAH



SECTION OF DIORA WAH

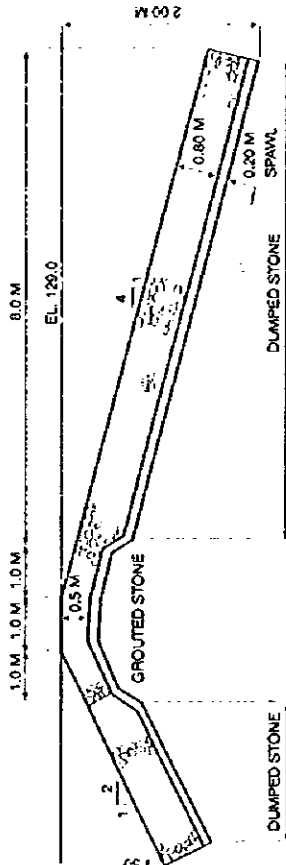


WAH HEAD REGULATOR

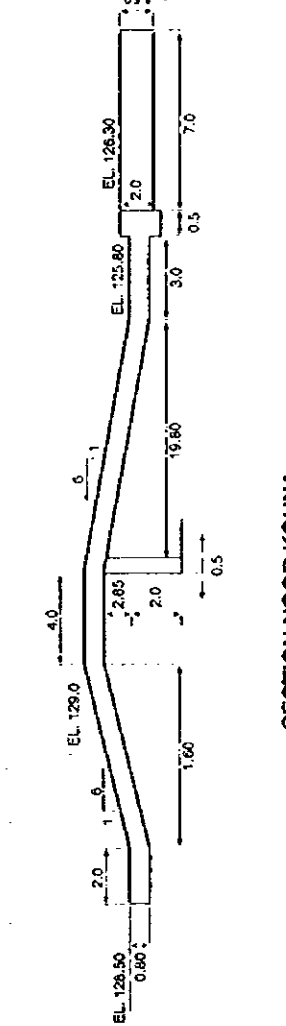
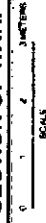


SECTION AT C - C

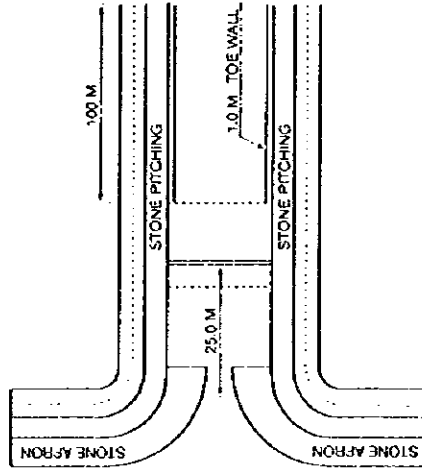
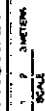
図 - 2.23 ドラワー一塚



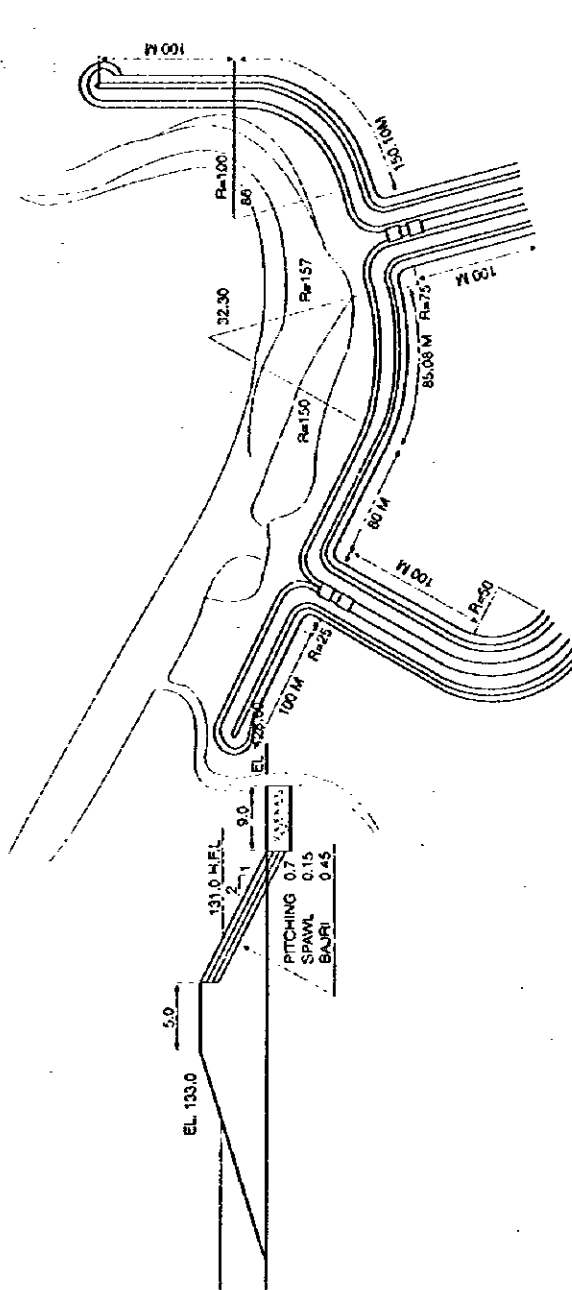
SECTION OF WAHI



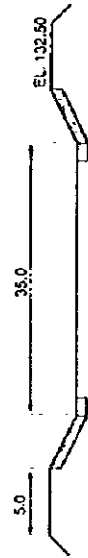
SECTION NOOR KOHNA



TYPICAL WAHI HEAD REGULAR TOP



SECTION GUIDE BUND U/S SIDE



SECTION NOOR KOHNA WAH

図-2.24 スール・コナ堰

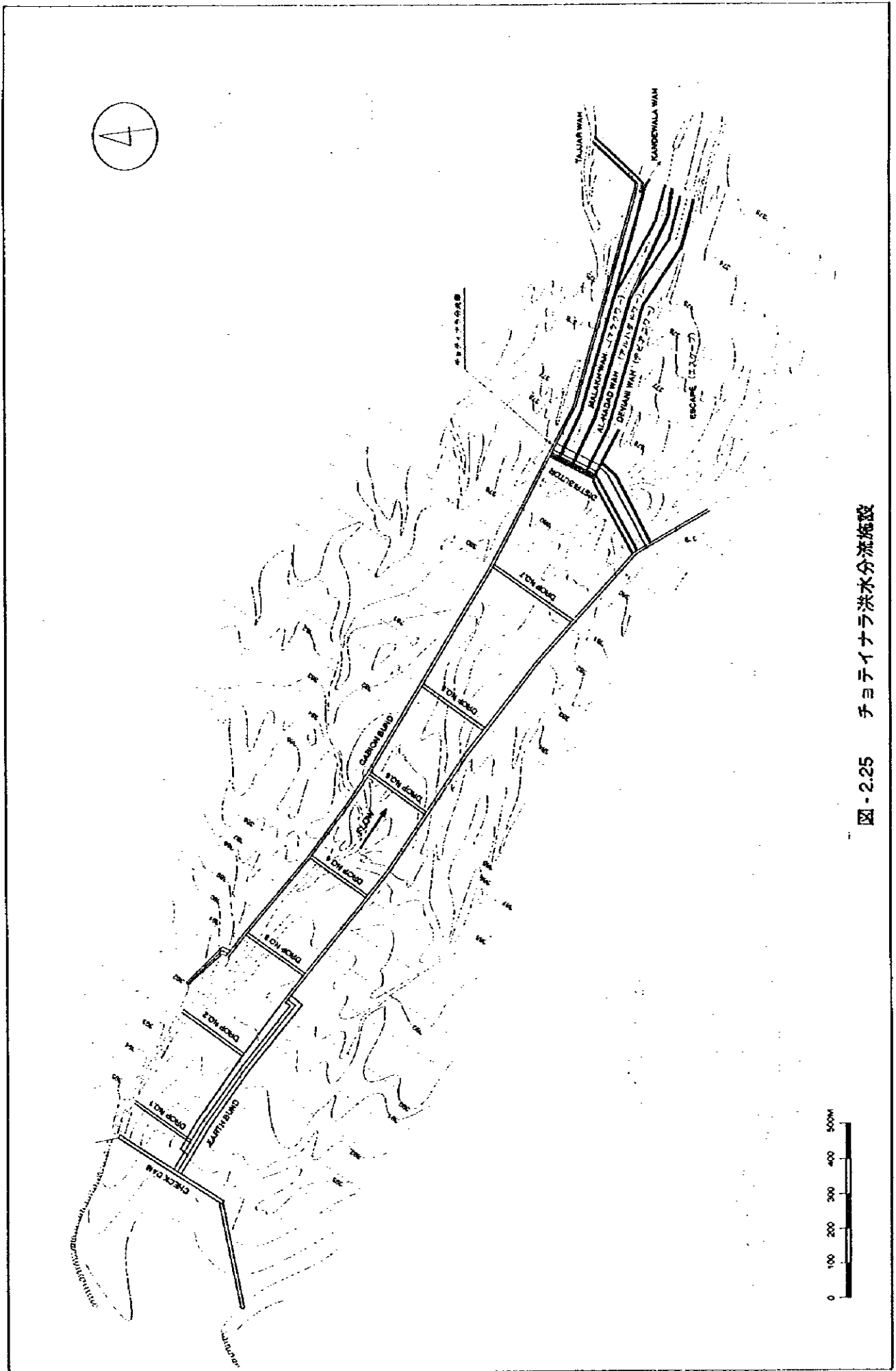


図-2.25 チョテイナー洪水分流施設

ヌール・コナ(Noor Kohna)堰(最下流) : (図-2.24)

設計洪水量 $153\text{m}^3/\text{sec}$ に対して、この地点の洪水量は $1,200\text{m}^3/\text{sec}$ と推定される。設計では、カハヒルトレント最下流のこの堰に到達する流量は大幅に減少する計画であったため、幅広い旧流路を閉塞し、小さな取水口をもつ新たな流路に変更した。幅約100mの旧流路および新たに設置した取水工付近一体を高さ5mほどの盛土で締め切り、盛土法先は高さ1m、幅3m、直径数10cmの石積みエプロンで保護した。工事中に流路を横断する仮設道路兼仮締め盛土を設置していたが、工事完了後すぐにこれを撤去しなかった。このため、'94年9月洪水は堰上げられ水位は上昇し、旧流路の締め固めの不十分な閉塞盛土を直接攻撃し、幅100mの旧流路部閉塞盛土は完全に流失した。破壊原因は工事完了後の後始末が悪く、雨期にもかかわらず仮締め盛土が撤去されなかったこと、盛土の締め固めが不十分であったこと、全体の施工手順を考慮しない施工計画の不備が原因である。

カハプロジェクトの下流地域では、受益者は管井の普及により、揚水灌漑に移行しているため、このような利用しない施設の不備についての不満は聞かれなかったが、上流のヌールワーではプロジェクト完成後も十分に取水できないという不満が聞かれた。

(5) チョティナラ洪水分流施設の現状(図-2.25)

95年4月に完成したチョティナラ洪水分流施設上流のチェックダムは想定を上回る土砂流入のため、越流部天端まで土砂が堆積している。また、チェックダム下流流路工も土砂堆積が進行中で、落差の小さい一部の落差工は今後短期間に土砂に埋没すると思われる。洪水分流施設は堆砂によって分流機能が低下する恐れがあり、土砂の除去を含む維持管理が必要である。

この洪水分流施設の完成により、下流の流路水量が多くなり地元からは喜ばれている。この地区には5つの水利組合があるが、一部の水利組合では水利権により定められた流量の割当量が少ないため不満をもち、取水量を多くするために堰を壊して自分たちの水路への分流を増加しようとする者もいる。分流施設の機能は理解されているものの、従来に比べて取水量が大幅に増加したため、施設の一部を壊して分流量少ない水路への配分を増しても影響はないだろうと考えている。このように施設に関する理解をカマラメンバーが持ち合わせないため、各カマラ、および施設管理者である灌漑電力省D.G.カーン事務所に対して、共同施設である分流施設の役割や機能を知らせ、各カマラによる共同運営を推進するよう維持管理体制の強化を計る必要があることをコンサルタントは忠告した。しかしながら、維持管理体制は改善されず、施設完成後、施設の機能が発揮されるような規模の出水がなく分流施設の機能が地元民には理解されないため、各カマラメンバーは自分の水路により多く取水するため、施設の改造や破壊を繰り返している。

(6) 流域保全プロジェクト推進上の問題

流域保全プロジェクトにおいては、関係官庁、地域住民との間に、次のような問題がおきた。

建設工事中、建設業者は地元民を労務者として雇用はしたが、部族のルールを知らなかったため、地元民のプライドを傷つけることや、仕事の進めかた、賃金支払い方法などのトラブルがあっ

た。このため、地元民はプロジェクトに関係する外部の人間への不信感を強くした。その後のプロジェクトを進める FAO も同じように外部の人間によって行われるため、地元民は当初 FAO のスタッフに工事中におきた問題の解決を迫り、流域保全プロジェクトを受け入れなかった。この誤解を解き、実質的にプロジェクトが開始されるまでに半年以上の時間を費やした。

流域保全プロジェクトは地域開発を目的とするため、関係官庁の連携と理解・協力が不可欠である。しかし、現実には以下のような問題が生じた。

林務省は将来プロジェクトの推進を直接担当する官庁である。このため、持続的な活動をして行くためには林務省の参加が不可欠であるが、予算が不足しプロジェクトに参加できなかった。このため、林務省から2名の SDFO（地域担当官）が灌漑電力省に出向し、灌漑省の予算でプロジェクトに参加している。

プロジェクトの主体であるバンジャブ州政府は、プロジェクト開始後8か月経過してもプロジェクトを承認しなかった。この承認のために、灌漑電力省は再度、申請書類を準備し、プロジェクト開始後から約1年後にこれが承認された。このため、現場では政府雇用職員の給与が約1年間支払われず、同じ職場の FAO 雇用職員との差が著しく、プロジェクトの実行にも支障が生じた。

(7) 洪水灌漑

パチャドの農業生産はヒルトレント洪水によって維持されており、洪水灌漑に関する規則、水利権は慣習に基づいている。この洪水灌漑運営の実態を調査した。

一 水利権とその改定

水利権

現在の水利権は、1906年に古来からのサロババイナの原則、すなわち上流（サロバ）は下流（バイナ）に対して常に優先権を有するという原則に基づいて定められた。ミタワン扇状地は、水利権のある北半のハクーク地域と、水利権のない南半のノンハクーク地域に分けられる。ノンハクーク地域では、ハクーク地域で水の余剰があったときにのみ取水できる。

ハクーク地域は取水源の流路によって南北に分けられる。取水の優先権は北ブランチにあり、小出水は必ず北ブランチで取水される。ハクークの北半の主水路は北ブランチのタルハワーであり、南半の主流路は南ブランチのシラージュワーである。主流路は南北両ブランチとも等量取水する権利をもつ。しかし、扇頂部のハドワリバンド築造の労力分担は北側地区が4割、南側地区が6割を分担する。これはミタワン扇状地の地形が南半部で標高が低いため、自然に放置すると洪水は南半部に多量に流れ、ハドワリバンドを作らなければ南ブランチが有利になる。この自然の不平等を労力で補填する意味で、労力分担はこのようにされている。

水利権の改定

サロババイナが設定された時代と現代では、パチャドの状況は大きく異なっている。扇状地流

路の変化に加えて、社会的にもパチャドの農地面積の割合が増大し水需要が増加したこと、強い指導力を持っていたトゥマンダール制の停止に伴うリーダーの統率力低下、社会条件の変化に伴う人口移動により動員可能労働力が減少したことなどである。それにもかかわらず、水利権は変更が加えられていないため、実際の水配分は現実の状況にあわせており、水利権で決められたものと相当の違いがあることを地域住民は認めている。たとえば、ワーの河床低下によって取水が不可能になった場合、本来なら権利を有していない他の水路から取水など、水利権を有している限り、その権利に基づいて取水の経路を変更することが可能であるという。

一方、水利権を有しないノンハーク地域は南端のエスケープ水路系統のガネハール、バツカールワーから取水する。水利権はないが、圃場はよく整備され、ガンダやワクラが数多く見られる。カマラのもとで共同作業を行い費用も徴収している。この実態は、ハーク地域と何ら変わることなく、洪水時には必ず取水できることを示している。住民からの聞き取り調査によっても、水利権はないが洪水時には必ず取水できるとのことであり、これは余剰水だけ取水できるエスケープでもハークとほぼ同様の条件にあることを示している。

このような状況であるため、農民は実態に合わせて水利権を変更することに反対はない。扇状地を全体として管理するためには、特にハーク地域とノンハーク地域の大洪水時における権利を平等にする必要がある。

一 運営組織：

組織

パキスタンの大部分の水利施設は政府によって管理運営されている。D.G.カーン地域のパチャドに見られる水利組合カマラは、農民が共同で運営するパキスタンには少ない水利組合である。洪水灌漑を実施するためにある特定の取水施設（ガンダ/ワクラ、ワー/ワビ）から取水する農地所有者はその施設のカマラに加入しなければならない。そして、各人は、保有する農地面積ではなく、保有する農地区画の数に応じて、カマラの取水に関する作業を負担をする。かつては構成員自身が畜力と労力を持ちより仕事に参加したが、近年は労力と畜力の不足から、トラクターなど能率の高い機械作業が行われ、労力負担に代わり金納するようになった。この作業に参加しなければ罰金が科せられる。

カマラの共同作業：

ヒルトレント洪水は地域民が協力しなければ制御不可能であると地域民は考えており、カマラの下では常に共同作業が行われている。1970年頃まではトゥマンダールの指揮のもとに数千の人々と牛が集まり作業が行われていた。これに参加することは部族員の義務であると同時に誇りであり、この作業に参加しないことは恥とされた。

現在は、かつてハドワリバンドを築堤したような地域民が全員集まる共同作業は見られないが、カマラは機能している。それぞれのカマラでは、ガンダを作り、取水する作業がカマラメンバーの農民によって行われる。また、複数のカマラにまたがる作業は共同で行われている。

カマラの基礎は、グループのメンバーが協力の習慣と伝統を守り、またリーダーに従う部族の団結力にある。そして、部族の定めに従わなければ、その代償が大きいことを知らしめる手段として部族社会からの追放というような罰が与えられてきた。しかし、今日では、外部との接触が増えて部族の団結が弱体化し、かつては自給自足経済であった部族社会が商業主義の影響を受けて伝統的な習慣や規律は弱くなりつつある。社会の倫理規範が機能しなくなり、生産のための資源をメンバーが競って利用するようになると、資源の共同所有に関しての問題が発生する。もし、メンバーの誰かがカマラに参加しないと決めると、残りのメンバーはこの非協力の費用を負担することになる。しかし、地域によっては政府に依存することもあり、たとえば政府が何も援助してくれないときにはやむをえず共同で作業を行なうという地域もみられる。

生産性の低いバチャドでは、収益に限度があり、多くの人々が生活の場を水路灌漑地域に移したため、洪水灌漑を維持する共同作業を維持することは困難になりつつある。

カマラの技術

モカダムをリーダーとする支部族が単位となったカマラは指導力と資金を有しており、必要なことを実行できる。

地元では洪水被害を受けたバチャドの水路（ワー）を次のようにして復旧している。河床が洗掘され低下した場合は、洪水の直接流入を防ぐために上流に締め切り盛土を作ると同時に、その両端に小さな導流路を作る。また、水路下流の適当な地点に河床を横断する締切盛土を作り、土砂を含んだ洪水を取り入れ貯留する。洪水の度に流入する土砂によって、河床は高くなりついには取水できるほどの高さに達する。一方、流路幅が拡大した場合には、兩岸から適当な間隔で水制を出し、この水制の間への土砂堆積を促進する。これを数～数十年間続けることによって河床幅を狭くすると同時に農地を回復する。

洪水時の対処方法は過去の経験から大洪水と小洪水で異なる。

大洪水 (400 m³/s 以上) :

カマラは大洪水を制御する技術を有していない。カマラが作る砂の構造物の強度が低いためである。大洪水に対抗する強度を持ったハドワリバンドが 1950 年に ABAD と灌漑省によって建設されるまで（土壌保全局 (SCD) が建設したともいわれる）の数年間、扇頂部には何も作られなかった。しかし、彼らはこの間、外部の援助先を探し、ABAD がハドワリバンドを建設することを決定した際、カマラは費用を分担した。

現在、ハドワリバンドは先端部が破損している。これはハドワリバンドの部分的な損傷は大きな影響を及ぼさないと判断する者や、政府機関が補修してくれることを期待する者、破壊部分からエスケープに流れる水は余分な水と考える者などもあるが、悲惨なほど貧困な村人がこの修理の負担に耐えられないことが大きな理由である。どのカマラもこれは切迫した事態とはせず何もしていない。

著しい河床低下を起こしたシャルティワールは、SCDが締切堤を作り、河床低下を止めた。しかし、灌漑水路として早急に回復するためのシャルティバンド（チトリバンド下流7kmに位置する。）の復旧は費用がかかり過ぎて、地元民では行えない。また、タルハワールの河床低下は年々進行し、制御することが困難になりつつあるが、これも同様である。

小洪水：

カマラは小洪水を完全にコントロールできる。タルハワールやシラージュワールではいくつかのカマラが協力する。

上流の圃場に取り水した後、そのガンダ/ワクラから取り壊され上流から下流へと順次灌漑水が送られる。しかし、時間が経つと洪水流量が減るため、いつバンドやワクラを取壊すかが紛争のもとになりやすい。圃場への取水量は、圃場を囲む築堤が耐えられる水深までとることが許される。圃場への取水時間は洪水量によって異なるが、5から10ヘクタールの圃場に15分から1時間程度という。しかし、ワクラやバンドの強度は、牛を利用していた頃に比べて、相当弱くなっており、取水中に壊れることも多い。

モニター：

極めて稀な出水のチャンスを生かすために、農民は取水を不可能とする構造物の破損には注意深く監視している。もし望ましくない事態となると、モカダムに報告し、直ちに必要な処置をとる。

一方、流路やワールの河床低下に関しては、兆候が発見されても、その深刻さをはっきり認識しているかどうかは確かでない。あるいは能力が及ばないことと諦めているのかもしれない。たとえば、シャルティワールは破滅的になる前から河床低下していたが、対策は取られていなかった。また、ミタワンの北ブランチのタルハワールは現在、シャルティワールと同じように河床低下の兆候を示しており、タルハワールに強固なガンダ（木制）を建設して欲しいという要求は出されているが、人々が河床低下を意識していることかどうか分からない。また、河床の移動や拡大についても予測能力が低いように見える。

水管理の認識：

ヒルトレント洪水の出水は時間の限度があるため、農民は短時間に自分の圃場に取り水することに追われる。自分の圃場に取り水が終われば下流に放流するだけで下流のことは全く考えない。このように、切迫した事態には取水に全力を尽くすが、扇状地全体の水管理に関してまでは認識していない。しかし、一方では、ある集落の農民が10kmも上流まで自分たちの取水のために水路を管理監視している。このように自分の取水に関してだけはかなり広域的に流路を見ていることを示している。

予測：

この地域では雨と洪水が農業を行うための生命線であり、人々は伝統的な予測手段を有している。夏に強い南風が24時間も続くとそれから一日のうちに雨があるという。また、北風も雨をも

たらずが地元ではこれらを区別している。

山に雨が降ってから約3時間後に洪水はパチャドに到達する。人々は常に山に注目し、ミタワン流域で雨があるかどうか、どれほどの強さか、洪水はどれくらいになるかを予測している。

カマラ機能の地域的統括：

ミタワン扇状地の扇頂にはハドワリバンドを築堤し、洪水流の方向がハーククに向かうようにを制御してきた。この作業は、かつてはトゥマンダールが指揮して行ってきた。

50年前のパキスタン独立とともに、法律上トゥマンダールシステムは停止したが、事実上1960年頃までは機能していた。その後は、下位のカマラの協力で1970年代の初めまではモカダムを先頭にしてハドワリバンドは幾度か作られた。また、現在のチトリ、パティワラバンドもカマラ相応の分担をして作られた。

近年のこの地域における問題は、かつてのような高い立場からの指導と調整が不足していることである。カマラはそれぞれの単位では健在であるが、地域のカマラ全体にわたる協力と調整はうまくいっていない。このため、地元民は昔のトゥマンダールのような役割をし、ミタワン地域全体を調整できる上部組織、カマラ調整機関の結成を求めている。しかし、これがうまく機能するかどうかについて保障する者はいない。

トゥマンダールシステムの廃止によって、カマラの機能は低下したが、その必要性がなくなったわけではなく、ミタワンパチャド全域のカマラをより高い立場から調整することが不可欠であると考えられる。

2.5 環境への影響

ミタワン扇状地の上流域においては、過放牧が原因となり、著しく植生が少なくなり、洪水は短い流出時間と高いピーク流量、大量の土砂流出を伴うようになった。これにより、ミタワン扇状地は、流路河床の低下、二次扇状地の形成など激しい地形変化を示す形成過程にある。このような扇状地を自然のままに放置すると、人為により長年月をかけて作り上げてきた生産基盤が破壊される。この意味で、人為による扇状地の維持は、生産のために欠かせないものである。

本プロジェクトにより計画される洪水分流施設は、洪水を広範囲に分散し、洪水流の集中を防ぐ。これにより、形成過程にある扇状地の変化が全域でバランスのとれたものとなり、扇面で広く行われている洪水灌漑はより確実になる。その結果、扇状地下流の水路灌漑地域の洪水被害は軽減される。また、洪水の分散により扇状地の水分状態を改善し、扇面における土地利用を確実なものにする。

このように、本プロジェクトは扇状地の自然環境の激変を緩和し、扇面における生産基盤を保護し、人間の生活の場を安定にするものである。