No. 163

ネパール洪水国際緊急援助隊
専門家チーム
報告書

平成5年10月

国際協力事業団
国際緊急援助隊事務局

J R
緊 援
93-02

ネパール洪水国際緊急援助隊
専門家チーム
報 告 書

JICA LIBRARY
1113677[7]

平成 5 年10月

国 際 協 力 事 業 団
国際緊急援助隊事務局

国際協力事業団
26387

序　文

日本国政府は、平成５年７月18日から断続的に降り続いた集中豪雨により発生した洪水災害に対し、ネパール王国政府からの要請に基づき、平成５年８月24日緊急援助の実施を決定しました。

これを受けて、国際協力事業団は、平成５年８月25日から９月７日までの間、建設省土木研究所吉松弘行室長を総括とする国際緊急援助隊専門家チームを同国に派遣しました。同援助隊は、我が国の経験に基づき特に被害の大きいネパール南西部の被災地を中心に現地調査を実施し、応急対策・災害復旧に関する技術的助言及び防災対策に関する提言をネパール政府に行い、帰国後、活動結果を本報告書に取りまとめました。

本報告書がネパール王国の今後の本格的災害復旧・復興計画策定に貢献し、両国の友好・親善の一層の発展に寄与することを期待致します。

終わりに、今回の緊急援助活動にご協力とご支援をいただいた関係者の皆様に対し、心から感謝の意を表します。

平成5年10月

国際協力事業団
理事　小 澤 大 二

目　次

1.　序文…… 1

2.　雨量および災害地域の状況…… 3

3.　日本災害援助隊のメンバーおよび調査スケジュール…… 13

　3.1　メンバー …… 13

　3.2　日程 …… 15

4.　河川分野における被災状況と対策…… 18

　4.1　東ラプティ川 …… 18

　　4.1.1　破堤状況…… 18

　　4.1.2　東ラプティ川の復旧に関する技術的助言…… 18

　4.2　バグマティ川 …… 21

　　4.2.1　被害状況…… 21

　　4.2.2　バグマティ川の復旧に関する技術的助言…… 22

　4.3　カマラ川 …… 22

　　4.3.1　被害の状況…… 22

　　4.3.2　カマラ川の復旧に関する技術的助言…… 23

　4.4　バグマティ堰 …… 23

　　4.4.1　堰の概要…… 23

　　4.4.2　被災の状況…… 23

　　4.4.3　堰の操作とピーク水位…… 24

　　4.4.4　バグマティ堰の復旧に関する技術的助言…… 27

　4.5　提言 …… 28

　　4.5.1　緊急対策…… 28

　　4.5.2　中期的対策…… 30

　　4.5.3　長期的対策…… 31

別添書　A …… 32

別添書　B …… 39

別添書　C …… 41

別添書　D …… 61

5.　潅漑チームが視察した被害灌漑施設の概要および緊急の
　復旧対策と将来の対策に関するプロポーザル…… 67

　5.1　東ラプティ川潅漑プロジェクト …… 67

5.1.1 被害の状態…… 67
5.1.2 緊急復旧工事に関するプロポーザル…… 67
5.1.3 将来の対策…… 68
5.2 バグマティ潅漑プロジェクト …… 68
5.2.1 被害状況…… 68
5.2.2 水路の緊急復旧工事の提案…… 69
5.2.3 バグマティ堰の緊急復旧工事の提案…… 70
5.2.4 将来の対策の提案…… 71
5.3 カマラ潅漑プロジェクト …… 71
5.3.1 被害状況…… 71
5.3.2 再建および復旧工事の提案…… 72
6. 地すべりと土石流に関する対策…… 80
6.1 調査対象地区における地質学的および地形学的状況 …… 80
6.2 土石流災害の実態と対策 …… 81
6.2.1 概要…… 81
6.2.2 調査地区ごとの土砂流出状況と対策の考え方…… 81
6.2.3 今後の土石流対策のための調査課題…… 87
6.3 クレカニ電力発電所地区における地すべり …… 95
6.3.1 バルブハウスにおける地すべり…… 95
6.3.2 ジュリケット上流における地すべり（通称：小規模地すべり）…… 97
6.3.3 ジュリケット上流における地すべり（通称：小規模地すべり）…… 97
6.3.4 ジュリケット川における地すべり…… 98
6.3.5 発電所の水圧管における地すべり…… 100
6.3.6 段丘面の裾部を通過するビムペディ道路…… 102
6.3.7 第2電力発電所付近における地すべり地形 …… 104
6.3.8 バインセ橋…… 105
6.4 プリトヴィ・ハイウェイ沿いの地すべり …… 106
6.4.1 ナウビセ地すべり…… 106
6.4.2 ジョギマラにおける岩崩れ…… 107
6.4.3 タンコット－ナウビセ間の道路で発生した地すべりへの対策…… 109
6.5 地すべり調査に関する今後の課題 …… 110
6.6 土石流や地すべりに関して一般的に推奨される処置 …… 111
7. 謝辞…… 116

1．序　　文

パール中央のカトマンズ付近では、1993年７月19日から21日の間に、連続雨量の合計が830㎜に達する集中豪雨が記録された（７月19日8:00AMから７月22日8:00AM、ニブワタル）。この地域に水源を持つ川が氾濫したため、山岳地帯に数多くの土石流や地すべり（斜面の崩壊を含む）が生じた。830㎜という雨量は、この地域の通常の年間総雨量（2,000～2,500㎜）のおよそ1/3に相当するものである。被害はカトマンズの周辺の44地域に影響を与え、その面積は47,327ヘクタールに及んだ。この44地域の中でも、チトワン、マクワンプル、シンドリ、ラウタハト、サルラヒの５地域の受けた被害は、特に激甚なものであった。

表1.1は、７月19日から７月22日の間の集中豪雨による被害の概要である。９月16日現在、行方不明者の数は未だ200名にのぼっている。また、多数の道路橋が洪水氾濫によって流出、あるいは破壊されたため、カトマンズへの物資輸送が大幅に遅れている。一方、土石流や地すべりが電力発電施設に被害を与えたため、国の経済活動は大きな打撃を受けている。洪水は水田を侵食し、タライ平野の水田農業地域の潅漑施設に被害を与えた。このため、人口の90％が農業に従事しているこの国に、深刻な食糧不足が発生している。

表1.1　1993年7月19日から22日の豪雨による被害状況
（地域災害復旧団体の集計による－1993年9月16日付）

人命損失（人）	
死亡者	1,259
行方不明者（約）	201
建物被害	
全壊	18,322
半壊	20,721
公共建築物	452
土地の流出（ヘクタール）	43,330
家畜（頭）	25,626
道路の流出（km）	366.89
橋の破壊	213
ダムの破壊	34
潅漑用水路の破壊	620
合計損額（ルピー）	4,875,278,434.9

ネパール政府は、８月13日に、ネパールのこれら災害復興について技術的問題に関する指導を行うための、洪水、潅漑および地すべりに関する専門家で構成されたチームの派遣を要請した。その結果、国際緊急援助隊派遣に関する法律にしたがって、国際緊急援助隊が派遣された。

表 2.1 地域災害復旧団体による人命および資産の損害報告（事前報告）

Date: 09/16/93 Time: 16:24:02

S No.	地域	影響を受けた HH	影響を受けた 人口	死亡者数	被害を受けた家屋 全壊	被害を受けた家屋 半壊	土地の損失 面積	土地の損失 単位	農作物の損失 面積	農作物の損失 単位	食用穀物の損失 量	食用穀物の損失 単位	家畜の損失	道路（キロ数）	橋の数	ダム	Kulo	公共建築物	食用穀物の損失 量	食用穀物の損失 単位	合計損額
1.	ARGHAKHANCHI	0	0	2	0	1	0	0	0		0.000		2	0.00	0	0	0	0	0.000		669500.00
2.	BAGLUNG	12	0	1	0	0	20	5	19	HECTAR	0.000		0	0.00	0	0	10	0	0.000		0.00
3.	BANKE	0	1400	1	0	0	73	39	0		0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
4.	BARA	557	0	2	0	0	63	41	40		549.000	BIGHA	0	6.00	0	0	0	0	0.000		21592062.90
5.	CHITWAN	5293	34943	22	13	71	2200	613	1522		0.000		1012	0.60	2	2	0	0	0.000		0.00
6.	DHADNING	1113	23628	24	0	16	525	394	1075	"	2917.000		321	1.29	16	0	1	38	2917.000	TON	17310000.00
7.	DHANUSHA	3225	22046	0	0	0	482	1567	34		9391.000	HECT	18	10.00	5	9	74	5	100.000	TON	159615100.00
8.	DOLAKHA	0	0	0	0	0	0	30	1	"	0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
9.	DOTI	0	0	1+8:9	1	0	0	0	0	"	0.000		22	0.00	0+1*	0	0	0	0.000		0.00
10.	GORAKHA	28	0	0	0	0	21	0	12	"	38.000		0	0.00	9	0	0	1	0.000		2394000.00
11.	GULMI	3	0	0	0	0	3	0	0	"	0.000		5	0.00	0	0	0	0	0.000		120500.00
12.	JHAPA	0	0	0	0	0	18	11	1	"	2.600		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
13.	KALALI	0	0	2	0	0	0	0	106	"	0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
14.	KALIKOT	0	0	0	0	0	1	0	0		0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
15.	KASKI	0	0	1	0	0	0	0	0		0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
16.	KATHMANDU	10	0	2	0	3	8	0	3	"	0.000		0	0.00	1	0	0	0	0.000		0.00
17.	KAVRE	2958	10642	20	0	3	914	92	1030	"	0.000		159	0.00	0	0	0	0	0.000		86274750.00
18.	KHOTANG	0	0	1	3	5	30	0	0	"	0.000		100	0.00	0	0	4	14	0.000		13932086.00
19.	LALITPUR	0	0	6	0	7	57	51	135	"	0.000		0	0.00	2	0	0	0	0.000		0.00
20.	LAMJUNG	0	0	0	0	0	1	5	0	"	512.000	MURI	0	0.00	1	0	1	0	0.000		0.00
21.	MAHOTTARI	13	0	8	2	3	0	0	0	"	0.000		0	0.00	12	0	0	0	0.000		0.00
22.	MAKKANPUR	14748	101482	242	7	39	1732	1879	4656	"	85460.000	"	665	7.92	16	1	251	118	0.000		1198648381.00
23.	MORANG	0	0	0	0	0	0	0	5	"	0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
24.	MUSTANG	0	0	0	2	0	0	0	0		0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
25.	NAWALPARASI	0	22800	0	0	0	300	500	0		0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
26.	OKHALDHUNGA	76	0	0	0	0	250	315	550		491.000	"	104	0.00	1	0	0	2	4956.000		105385653.00
27.	PALPA	0	0	9	0	0	1	8	0		0.000		9	0.00	0	0	1	1	0.000		150000.00
28.	PANCHTAR	1115	3375	22	0	0	13	93	176	"	4585974.000	RS	23	0.00	0	0	0	0	0.000		18717191.00
29.	PARSA	826	0	2	0	0	53	78	356	"	1300.000		104	4.88	5	0	1	5	36.000	TON	155916000.00
30.	PYUTHAN	41	0	0	0	0	0	0	0		0.000		0	0.00	0	0	8	0	0.000		556300.00
31.	RAMECHHAP	0	0	3	0	5	299	345	498	"	0.000		128	4.00	4	0	51	21	261.000	"	0.00
32.	RAUTAHAT	14644	89146	111	115	33	2003	3541	1366	"	7821.000	HECT	3211	40.00	13	0	1	37	31673.000	QTL	899680261.00
33.	RUPANDEHI	0	0	1	0	0	296	0	0		0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
34.	SALYAN	0	0	4	0	0	1	0	0		0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		53480.00
35.	SAPTAR	0	8109	0	0	0	48	0	0		0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
36.	SARLAHI	15560	83265	687	56	0	7066	8494	25966	"	25966.000	"	17736	266.00	81	4	117	194	0.000		1118918500.00
37.	SINDHULI	11051	59142	52	0	23	1206	1314	4061	"	5145.000	BIGHA	1930	26.00	41	5	6	24	1186.000	TON	863497648.00
38.	SINDHUPALCHOK	59	374	0	0	0	3	13	14	"	0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
39.	SIRAHA	1145	28806	0	0	0	523	292	1421	"	1227.000	"	20	0.00	0	2	0	2	87.000	BIGHA	38300657.00
40.	SOLKHUMBU	0	0	0	0	0	0	0	0		132000.000	RS	0	0.00	2	0	0	0	0.000		0.00
41.	TANAHU	0	0	2	0	0	3	0	5	"	0.000		0	0.20	1	11	0	0	0.000		0.00
42.	TAPLEJUNG	811	3184	28	0	10	74	1	110	"	0.000		3	0.00	0	0	46	0	0.000		17756395.00
43.	TERHTHUM	0	0	2	2	0	45	0	53	"	2238960.000	RS	54	0.00	1	0	48	0	5.670	TON	0.00
44.	UDAYPUR	318	1590	1	0	0	0	0	115		0.000		0	0.00	0	0	0	0	0.000		0.00
	GRAND TOTAL	73606	496334	1259	201	219	18322	20721	43330				25625	366.89	213	34	620	452	41221.670	TON	4875278484.90

* The Kathmandu Post News Data 09/24/93

2．雨量および災害地域の状況

7月19日から22日まで降り続いた豪雨は、ネパール中央のカトマンズから南西約30キロを中心としたクレカニ地域に集中していた（図2-1)。この降雨パターンの特徴は、ピークが一度ではなく二度あったことである。ラプティ川流域のニブワタル（ハザマのキャンプ地）における観測記録によると、7月19日の17時から18時の間および7月20日の20時と21時の間で、それぞれのピークの降雨量は60mmと64mmであった（図2-2)。クレカニ・コーラの上流にあるティストゥンでは、雨のピークは7月19日の21時と22時の間および7月20日の4時と5時の間で、それぞれに関して65mmと50mmの降雨量が記録されている（図2-3)。これと同じ時間帯に、スィムラン（クレカニ・ダム）ではそれぞれ75mmと28mmの降雨が記録された（図2-4)。

図2-5(T.Hagen 1980）は、ネパールの雨量の概観である。この特性はその年の気象学的状況に左右されるものであるが、通常5月下旬および6月上旬にモンスーンがインド南部からネパール北部のタライ平野、マハバラト・レク（中央山岳地帯）およびヒマラヤ山脈へとゆっくりと移動し、地域的な上昇気流の影響のもとに集中的に雷雨を発生させる。このようなプレモンスーン現象とモンスーンの区別は困難のようであるが、雷雨の特徴が南東の風であることに対し、モンスーンの風は南東方向のベンガル湾から雨を運ぶことから区別することが可能である。モンスーンの到来は、ネパールの北部より南部の方が早く、また東部の方が期間が長く、より激しいものとなる。今回の豪雨が発生したネパール中部では、モンスーンの到来は6月上旬で、これは9月末まで続く。この期間が長引くことはほとんどない。また、期間中は雨が断続的に降る。日中は、雲の切れ目のおかげで非常に短い時間の晴れ間ものぞくが、夜間に雨が降ることが多い。

今回の災害をもたらした豪雨の特徴は下記のとおりである。

1)　日中に雨がほとんど降らず、降雨が集中するピークは夜であった。
2)　降雨の範囲が中央山岳地帯に集中し、南西方向へと拡大した。

このような理由からも、この豪雨が典型的なモンスーンによる雨であることが理解できる。図2-1を、ネパールの年間降雨分布図である図2-6と比較すると、この豪雨の期間中の連続的な降雨量は、この地域の年間降雨量の1/3を越えることが明らかである。ネパールには、完全な降雨観測ネットワークは発達していないものの、クレカニ電力発電所の付近では、1日の最高雨量として540mmが記録されている。記録によると、7月19日の総雨量は、マクワンプル地域のティストゥンで540mm、スィムランで334mm、ボロウ・オウ・ピットで418mm

であった。1日の雨量が539mmを越える確率は、ネパールで記録された値としては最大のものであると報告さ　れている（図2-7)。

この地域はカトマンズ域を代表とする山岳流域地帯で、海抜2,500mまでもそびえ立つ中央山岳地帯と、北部の高度山岳地帯の間に位置している（図2-8)。今回の集中的な豪雨により、花崗岩、片岩、石灰岩で構成される中央山岳地帯には、多くの地すべりや土石流が発生した。平均高度がおよそ1,500mであるシワリク山地では、河川が渓谷を侵食した。流木あるいは侵食された砂や土石が、標高300mにも満たないタライ平野へと流出し、そこで発生した洪水が多くの水田を流出させた。

クレカニ集水域の雨量は特に多く、そのためクレカニ地域に水源を持つバグマティ川の流域に位置するマクワンプル、シンドリ、ラウタハト、サルラヒの地域に被害が集中した（表2-1)。これらの地域では洪水による死亡者数が非常に多かった。すでに指摘したように、雨が集中した中央山岳地帯は、花崗岩、片岩、石灰岩で構成されているが、これらの岩はヒマラヤ山脈の形成の際に生じた地殻変動による変成応力を受けている。その結果、川の流れは荒々しく急な折れ曲がりが多い。これらの山脈の斜面の勾配は、それぞれ地層走向による影響を受けているために非対称である。これは、堆積岩の成層構造の特徴によるものである（図2-9、省、1987)。つまり、流れ盤構造の斜面は非常に緩やかであるが、受け盤の地質構造の斜面は急勾配である。その結果、流れ盤構造の斜面で発生する地すべりは、基盤岩の節理部の表面をすべり落ちる形態となる。一方受け盤地層の斜面脚部では川の流れによって侵食作用が生じるため、この地域では流水による堆積物の侵食作用や、渓岸の崩壊が多数発生している。

今回の豪雨が、表2-1に示すような大規模な災害をもたらした要因を下記に示す。

1)　雨量は記録史上最高のものであり、一時間毎の雨量も大きかった。
2)　雨量のピークが夜間に発生し、報告によるとこの時間に避難などの対策を実行するのは困難であったため、災害を軽減するための緊急対策が限られていた。
3)　豪雨が集中した山岳地帯の地質は、厳しい気象条件や、変成応力の影響を受けた花崗岩や片岩で構成されている。このため、非常に破壊的な土石流、または大量の土、岩、農作物などを流出した洪水や、広範囲にわたる侵食や堆積などの現象が生じた。

出典：Toni Hagen, 1980: Nepal, Oxford & IHB Publishing Co. pp.264
水資源省、1987：ネパール、ヒマラヤ山脈における侵食と堆積

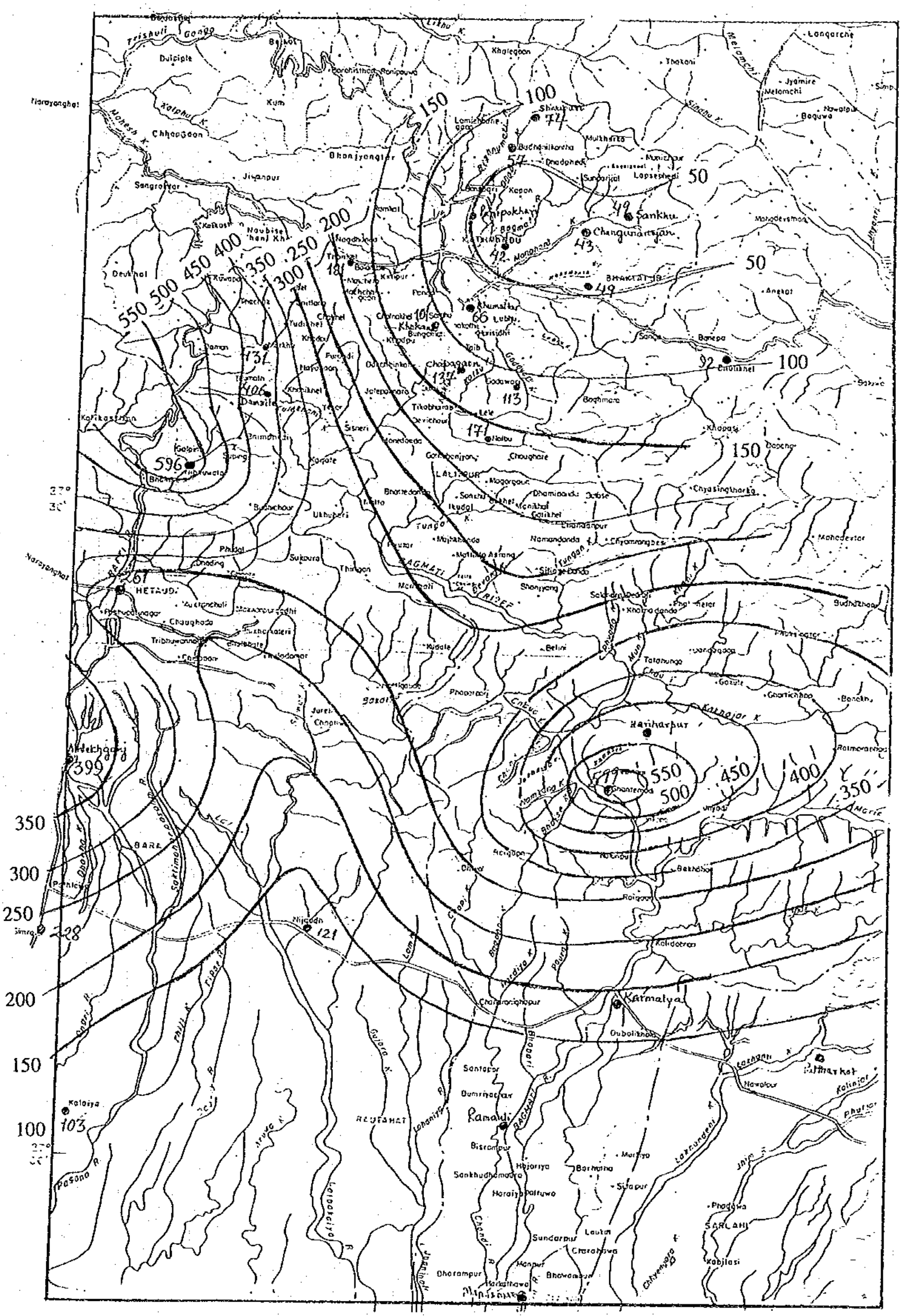


図2.1　連続雨量分布図（1993年7月　19／(18:45)～21／(8:45)

（バグマティ川洪水ケースヒストリー委員会）

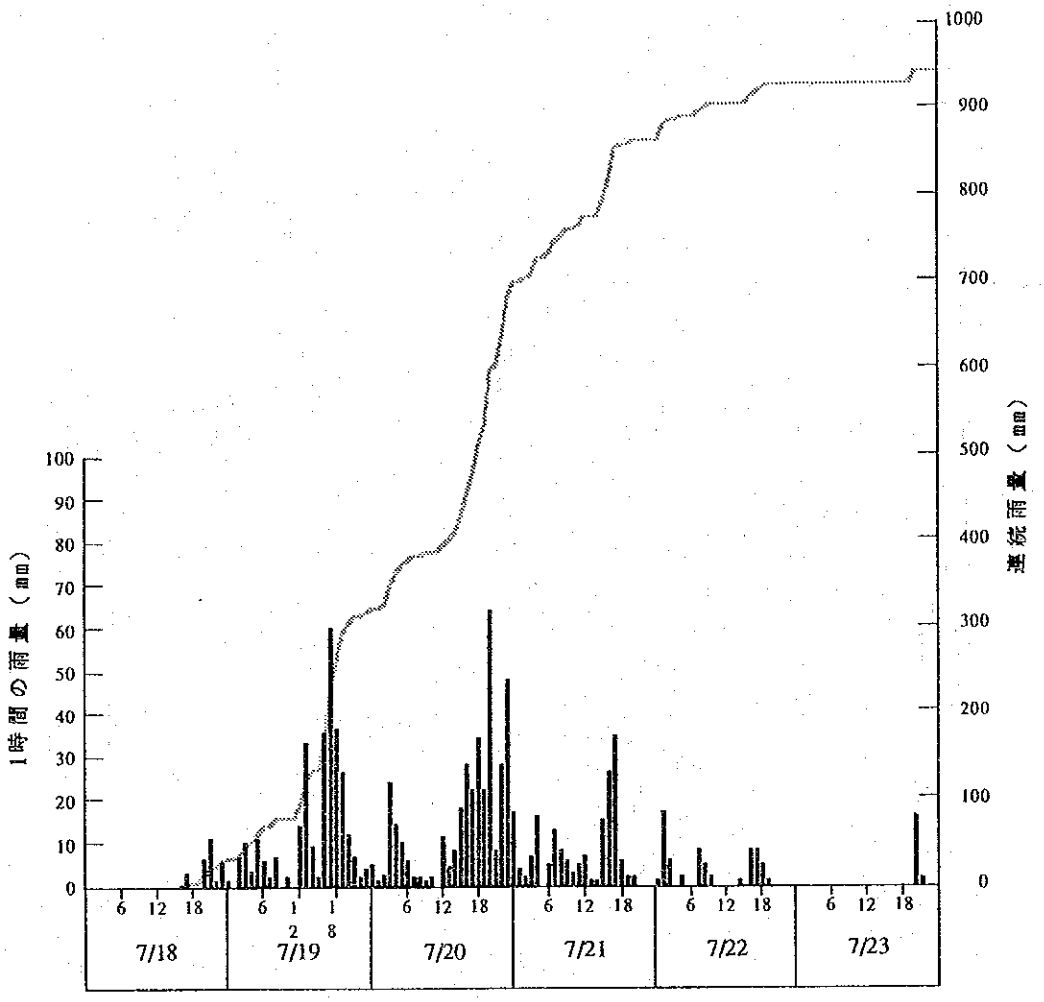


図2.2　1993年7月18日から23日の
ニブワタル（ハザマ・キャンプ地）における降雨量

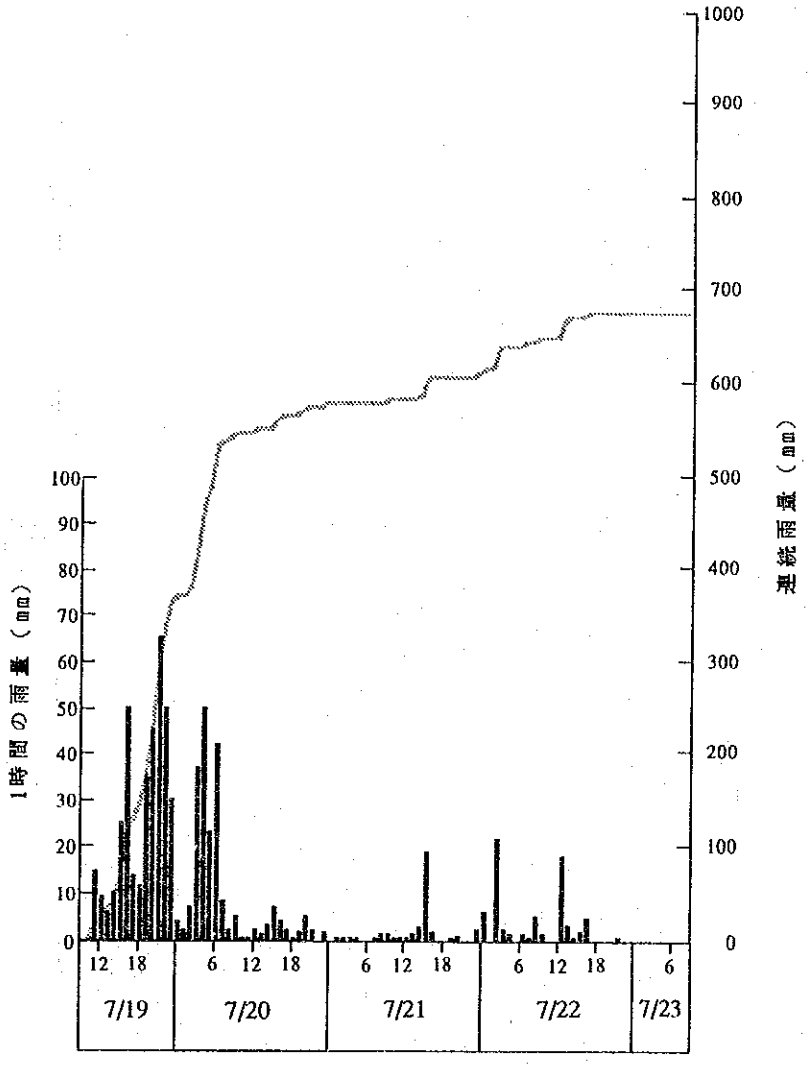


図2.3　1993年7月19日から23日の
ティストゥン（クレカニ・コーラ上流）における降雨量

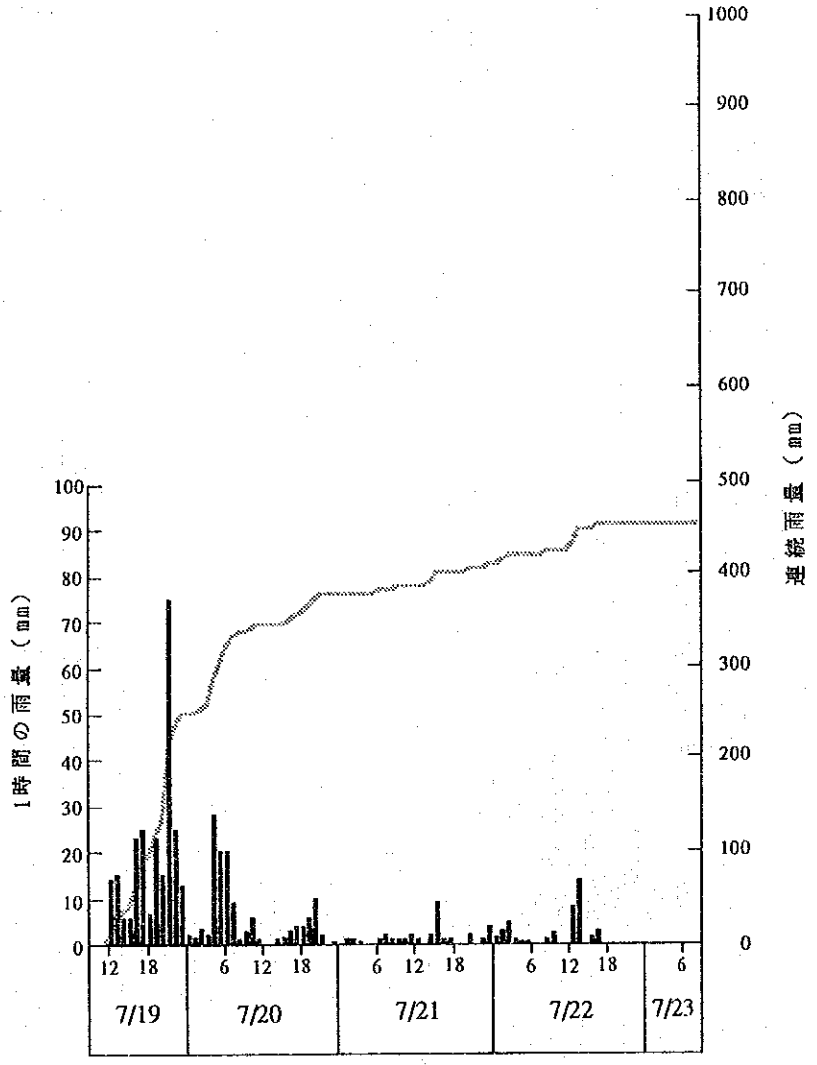


図2.4　1993年7月19日から23日の
スィムラン（クレカニ貯水池近辺）における降雨量

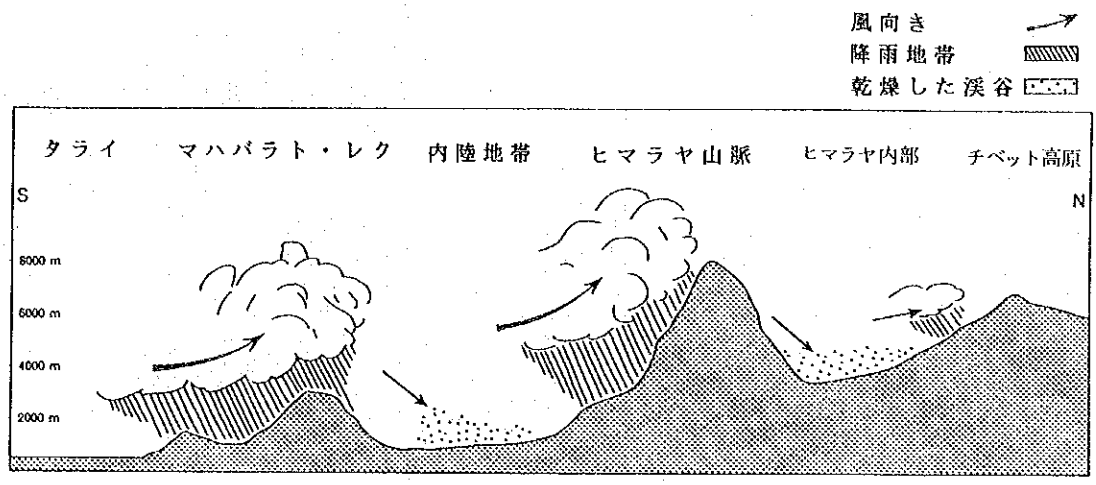


図2.5　主な降雨地帯（Toni Hagen, 1980）

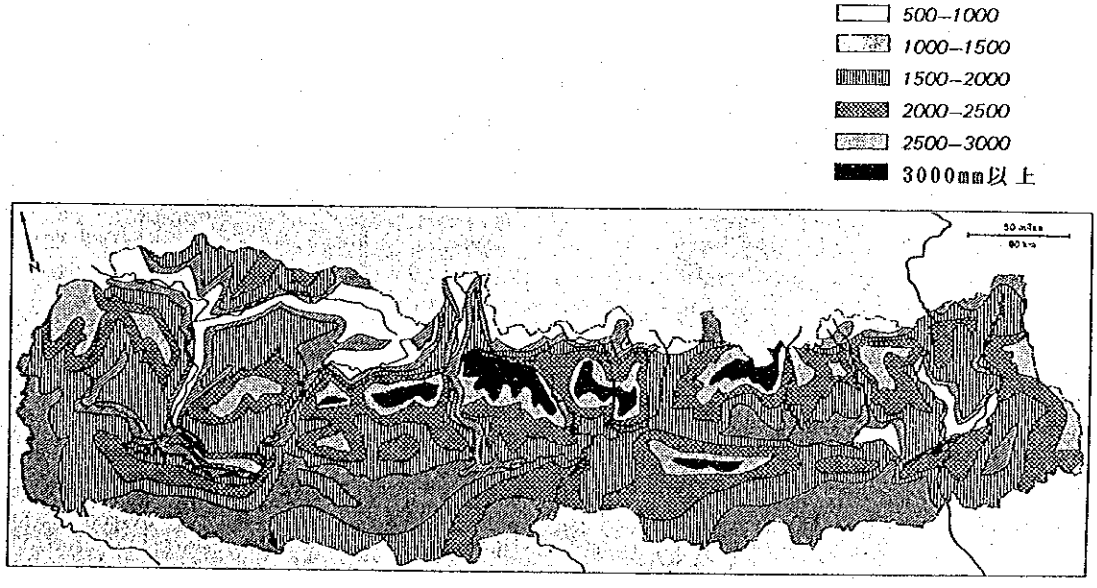


図2.6　年間降雨量図（Toni Hagen, 1980）

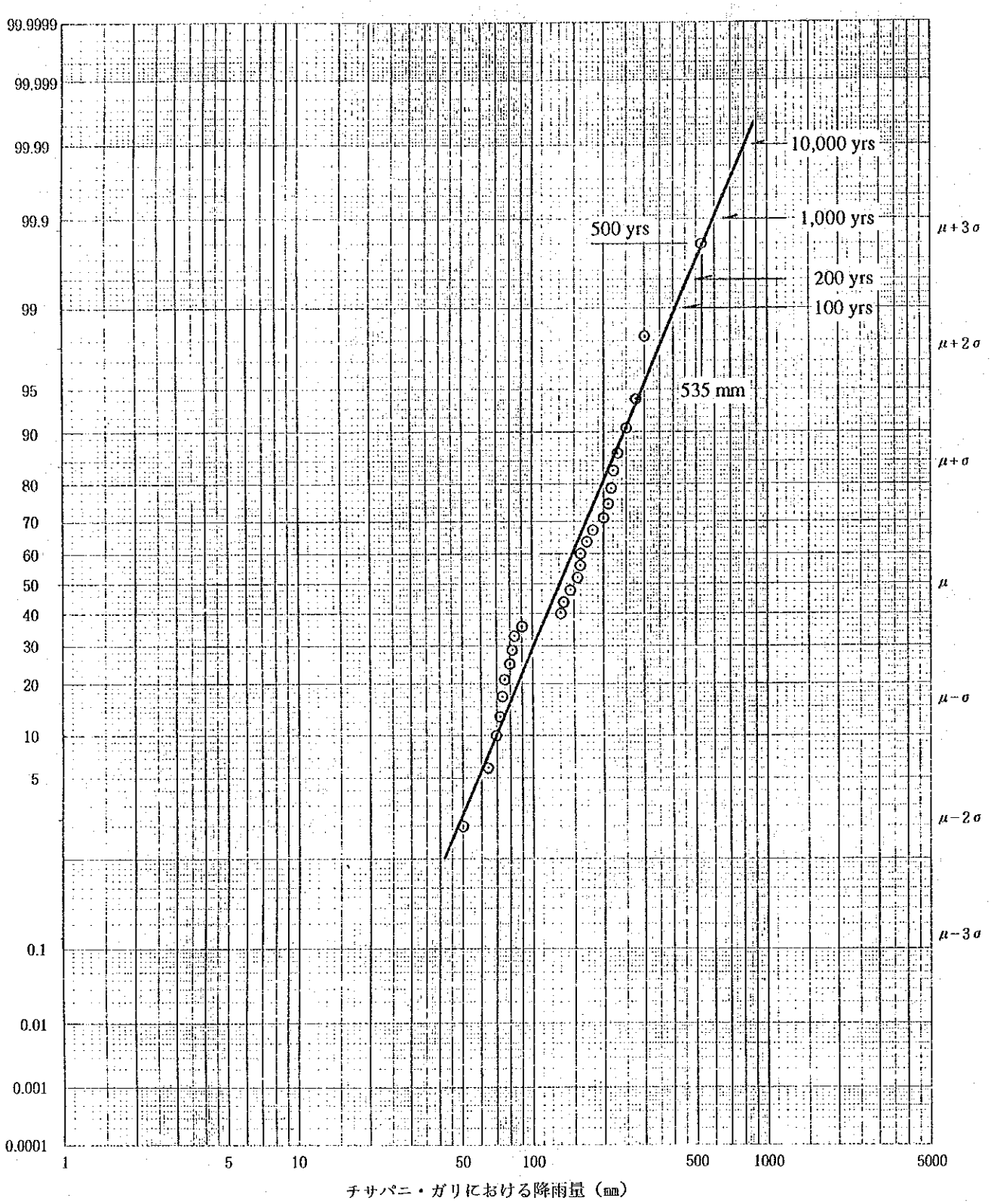


図2.7　チサパニ・ガリにおける降雨の確率曲線

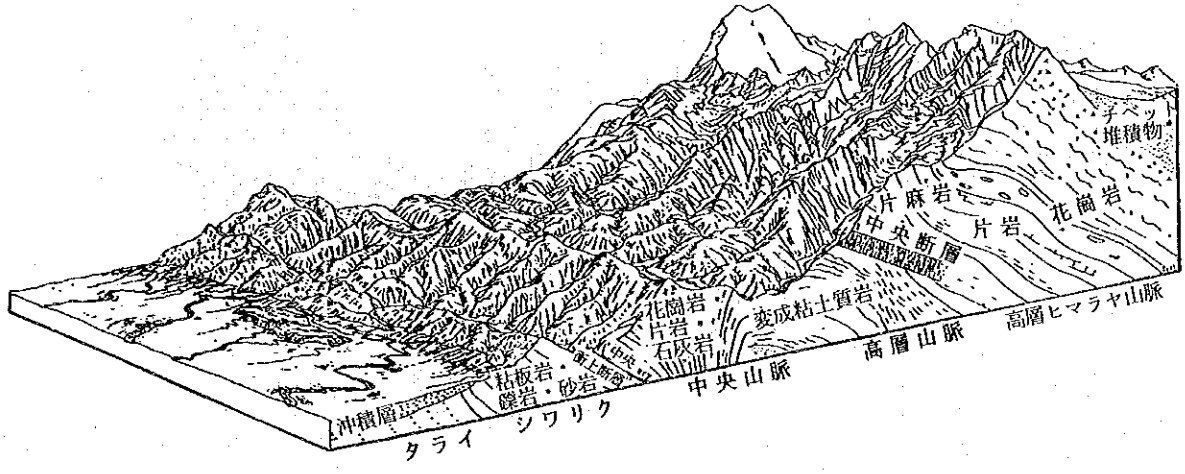


図2.8　ネパールの地形（水資源省、1987）

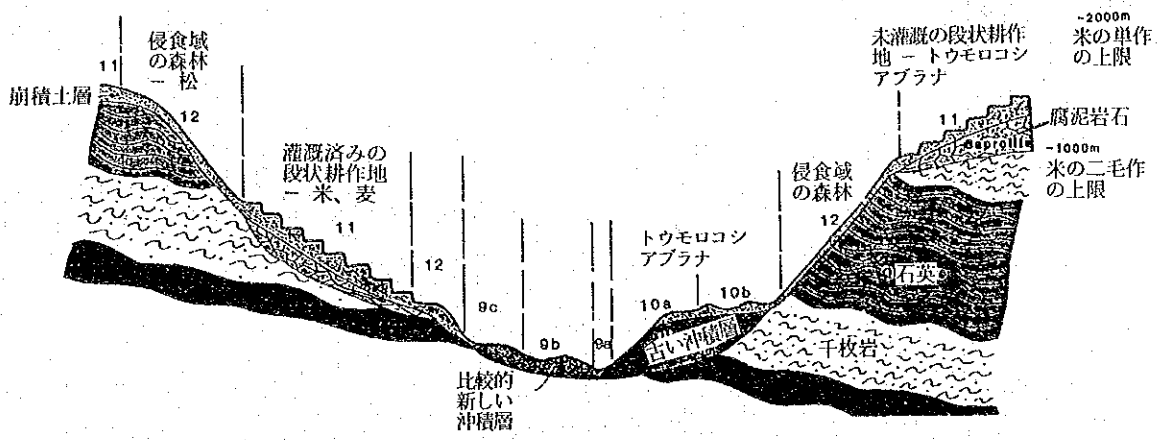


図2.9　中央山脈地帯の地盤構成（水資源省、1987）

中央山岳地帯－先カンブリア時代から始新世の千枚岩、石英、片岩、石灰岩、片麻岩：亜熱帯から温暖気候まで

地盤構成	地盤形態	土地の単位	主要な土壌	主要な傾斜	主要な特質	地下水面までの季節的変動の深度範囲	排水
9	沖積の平野と扇状地（堆積）	a)河床 b)沖積平野 c)沖積扇状地	*25	<1 1-6	砕屑砂状・ローム質／巨礫質	0-2m 1-16m	可変性・良好
10	古代の湖と川の段丘（タール）	a)非開析 b)開析	*26	0-6	ローム質	>2m	良好
11	中程度の勾配から急勾配の山岳地域		*27	<30	ローム質の石灰質の破片	50cm－基盤岩	比較的良好から良好
12	急勾配から非常に急な勾配の山岳地域		*28	>30	ローム質の石灰質の破片	50cm－基盤岩	良好

41. 出典：Kenting 地学 Ltd.（1985）

*25. Psamments Ustorthents, Ustifluvents Fluvaquents, Ustochrepts, Ustochrepts Haplustalfs
*26. Typic & Rhodic Haplustalf Ustochrepts
*27. Typic, Rhodic, Udic, Anthropic Subgroups of Ustochrepts Dystrochreps Haplumbrepts
*28. Lithic Subgroups of II and Ustorthents

3. 日本災害援助隊(J.D.R.チーム)のメンバーおよび調査スケジュール

3.1 メンバー

J.D.R.チームのメンバー名は、表3.1に示す通りである。

この降雨による被害の詳細について完全に明確にすることが不可能であったため、被害に関する状況が不明であった。そのために、このチームでは下記の目標の達成を目指した。

1) 実際の被害状況を明らかにする。
2) 直ちに行うべき緊急対策に関する提案を行う。
3) 将来の災害防止対策と災害防止団体の設立準備のための調査の提案を含む、様々な提案を行う。

この現地調査を行うにあたって、援助隊は被害状況の全体像を得るためにヘリコプターを利用した。その後J.D.R.は、多種の被害の中からそれぞれの被害の主要な特徴を調査するために2つの班に別れた。要するに、「洪水と潅漑」および「地すべりと土石流」の調査を実施した。現地調査は、過去に数多くの現地調査を行った経験を持つJICAの専門家の協力のもとに行われた。J.D.R.は、現地調査の際に以下のメンバーによる援助を受けている。

(河川・潅漑部門)
井上隆司氏 (JICA-DPTC専門家)
岡本敦氏 (JICA-DPTC専門家)
Shyam Prasad RIMAL氏 (DPTC管理者)
石渡幹夫氏 (日本大使館)
A.S. DHKAL氏 (DPTC)
D.P. ACHRYA氏 (DPTC)

(土石流・地すべり部門)
大井秀臣氏 (DPTCチーフアドバイザー)
天尾潔氏 (JICA-地すべり専門家)
B.RAJKARNIKAR氏 (DPTC)
B.GYAWALI氏 (DPTC)

表3.1　メンバーリスト

1. 吉松弘行－リーダー（地すべり専門）
   建設省・土木研究所
   砂防部・地すべり研究室・室長

2. 藤森郁雄－メンバー（灌漑専門）
   農林水産省・構造改善局
   建設部・開発課・農道整備調査官

3. 井口隆－メンバー（地すべり専門）
   科学技術庁・防災科学技術研究所
   防災総合研究部
   主任研究官

4. 山田孝－メンバー（土石流専門）
   建設省・土木研究所
   砂防部・砂防研究室
   研究員

5. 廣木謙三－メンバー（河川工学）
   財団法人　ダム技術センター
   企画部・上席主任研究員兼企画課長

6. 室本隆司－メンバー（灌漑専門）
   財団法人　日本農業土木総合研究所
   主任研究員

7. 村田俊一－（業務調整）
   国際協力事業団（JICA）
   研修事業部・研修第二課・職員

3.2 日程

以下に援助隊の日程を掲載する。

8月25日（水）－11:00　TG-641にて東京からバンコクへ

8月26日（木）－10:40　RA-408にてバンコクからカトマンズへ
15:00　日本大使館への表敬訪問および会議
16:00　日程の確認と被害状況に関する情報収集のための会議

8月27日（金）－10:30　水資源省への表敬訪問および会議
14:00　大蔵省への表敬訪問および会議
14:15　世界銀行の主催によるドーナー会議
15:00　住宅省への表敬訪問
16:00　運輸省への表敬訪問
16:30　世界銀行職員との被害状況に関する会議

8月28日（土）－09:00　洪水と地すべりの影響を受けた地域へのヘリコプターによる調査（イースト・ラプティ川、バグマティ川、カマラ川流域、サプタ・コシ川）
（河川・潅漑部門）
16:00　バラトプル空港到着
イースト・ラプティ潅漑プロジェクト技術者との会議
チトワン地域のCDOとの会議
バラトプル泊
（土石流・地すべり部門）
15:30　ニブワタル到着
16:00　第2電力発電地域の視察
ニブワタル泊

8月29日（日）
（河川部門）
07:00　バラトプル－イースト・ラプティ川（ピプレ村、ロタン川）－モノハリ川－ヘタウダ－バインセ（クレカニ第２発電所）－ヘタウダ－ビランジ
ビランジ泊

（灌漑部門）

07:00　バラトプル－イースト・ラプティ川流域－バグマティ東運河灌漑計画－ビランジ

ビランジ泊

（土石流・地すべり部門）

09:00　チサパニ川流域およびジュリケット上流の地すべり地帯の調査

16:00　マンドゥ流域の調査

ニブワタル泊

8月30日（月）

（河川部門）

07:00　ビランジ－ナラヤニ灌漑計画事務所－バグマティ堰（バグマティ灌漑計画事務所）－ガウル（ラウタハト地域のCDOとの会議）－インド領リン・ブンド－ビランジ

ビランジ泊

（灌漑部門）

07:00　ビランジ－バグマティ堰－バグマティ灌漑計画の西運河－カマラ堰右岸－ジナカプル

ジナカプル泊

（土石流・地すべり部門）

07:00　カニ川流域とラプティ主流の調査

14:00　バルブハウスとペンストック地域の調査

ニブワタル泊

8月31日（火）

（河川部門）

07:00　ビランジ－マランガワ（サルラヒ地域のCIOとの会議）－バグマティ川、カラマヤ地域。地域灌漑事務所（DIO）とともにリガト村とシャンカルプル村を訪問－ジナカプル

ジナカプル泊

（灌漑部門）

07:00　ジナカプル－カマラ堰の左岸－中央運河－ビラトナガル

ビラトナガル泊

（土石流・地すべり部門）

07:00　パルンへ移動－パルン地域の調査

カトマンズ泊

9月01日（水）

（河川部門）

07:00　ジナカプルースィラハ地域（スィラハのCDOとの会議）－DIOとともにカマラ川流域のサルスワル村とバスピッタ村を訪問－ビラトナガルビラトナガル泊

（潅漑部門）

09:00　ビラトナガル空港出発

11:30　カトマンズ空港到着

カトマンズ泊

（土石流・地すべり部門）

09:00　プリトヴィ・ハイウェイのカトマンズ、ムグリン区間の調査

カトマンズ泊

9月02日（木）

（河川部門）

09:00　ビラトナガル空港出発

11:00　カトマンズ空港到着

カトマンズ泊

（潅漑部門、土石流・地すべり部門）

報告書の作成

9月03日（金）　報告書の作成

15:00　バグマティ流域の洪水の事例研究のための報告書に関して委員会との討議

9月04日（土）　報告書の作成

9月05日（日）　13:00　大蔵省にて会議および報告書による提案

9月06日（月）　13:40　ネパールからバンコクへ移動

バンコク泊

9月07日（火）　11:00　バンコク発－成田へ

4．河川分野における被災状況と対策

4.1 東ラプティ川

4.1.1 破堤状況

ピプレ（Piple）地区（村）の旧堤の低い部分の延長850mが、7月20日夜11時頃越水により全壊し、２本の洪水流が形成された。本川と合わせてピプレ村の両側を通ったため同村が孤立化、被害が拡大した。被害はピプレ（Piple）、バンダラ（Bhandara）、カタール（Kathar）、クムロイ（Kumroi）、バチェウリ（Bachheuli）及びカイラハニ（Khairahani）村（VDC)におよび、高地4,500haを破壊し、このうち1,700haが全壊した。死者行方不明者は計47名である。

最大洪水量はEast Rapti Irrigation Projectの見積によると、11,000m3/sである。なお現治水計画の計画洪水量は4,000m3/sであり、本地点を既往最大を相当程度上回る洪水が発生したことが破堤主因と思われる。また破堤した締切堤防は旧河道上にあり、地形上からも堤内側に洪水流が向かい易い状況にあった。さらに、破堤個所は直下流に人工的に狭窄部となっていたため、水位が上昇し破堤に至ったと考えられる。

堤頂幅は4mであるが、上流ロタ川（東ラプティ川の右支川）右岸側の堤頂幅は一部2.5mである。

堤体材料は玉石（5～20m）が多く混入した河床土を使っているため、破堤速度が速かったものと考えられる。

4.1.2 東ラプティ川の復旧に関する技術的助言

(1) 洪水流量の算定：　East Rapti Irrigation Projectの想定した今回のピーク洪水流量は、計算方法がラフで、精度が低い。このため以下の方法で精査を行う。

Ⅰ）当該地区上下流2kmにわたり200mピッチで横断図を作成する。

Ⅱ）早期に洪水痕跡調査を行いピーク洪水流の縦断水位を確認する。

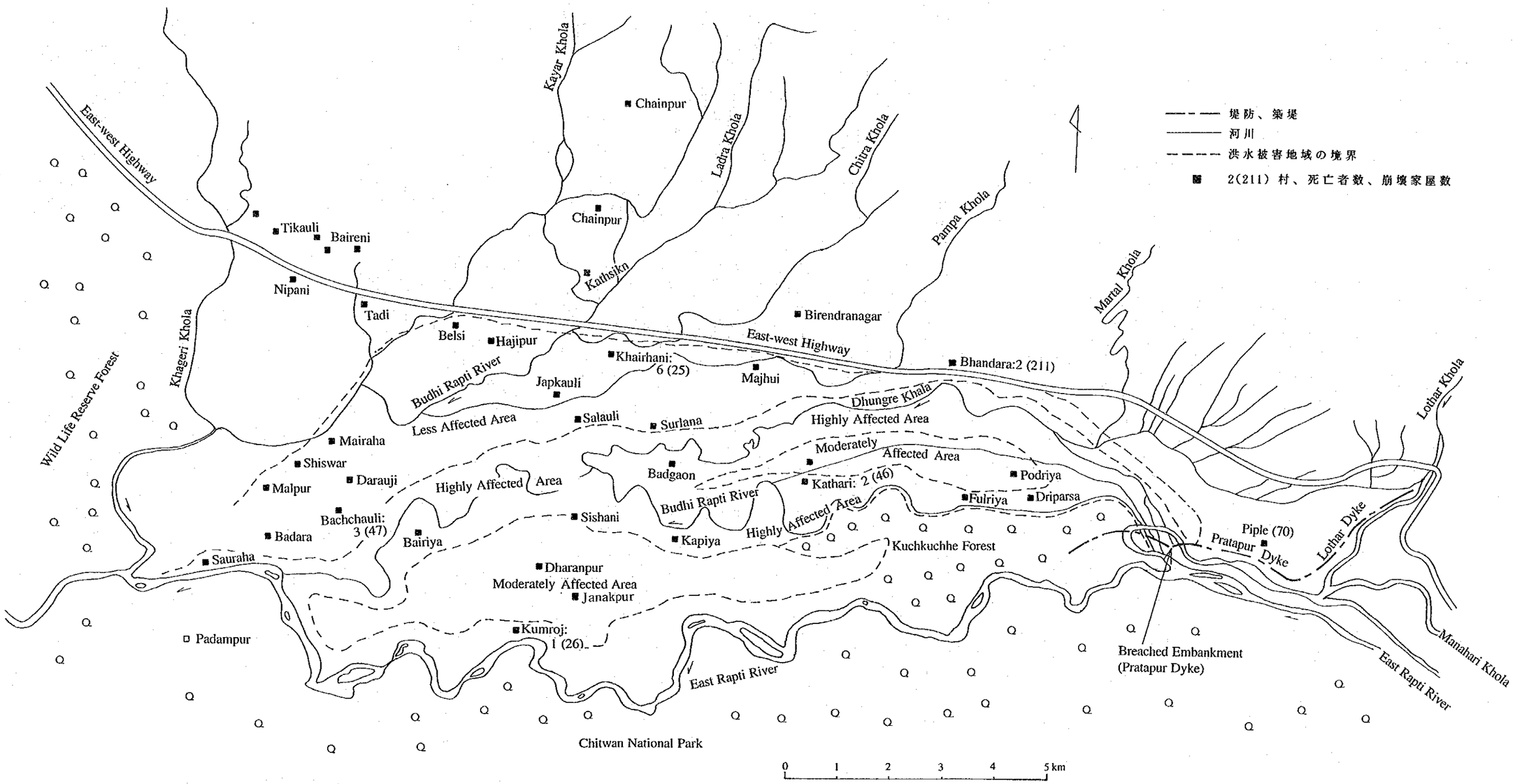
Ⅲ）数地点で粒径調査を行う。

Ⅳ）I)～II)に基づき不等流計算を実施し、ピーク流量を決定する。

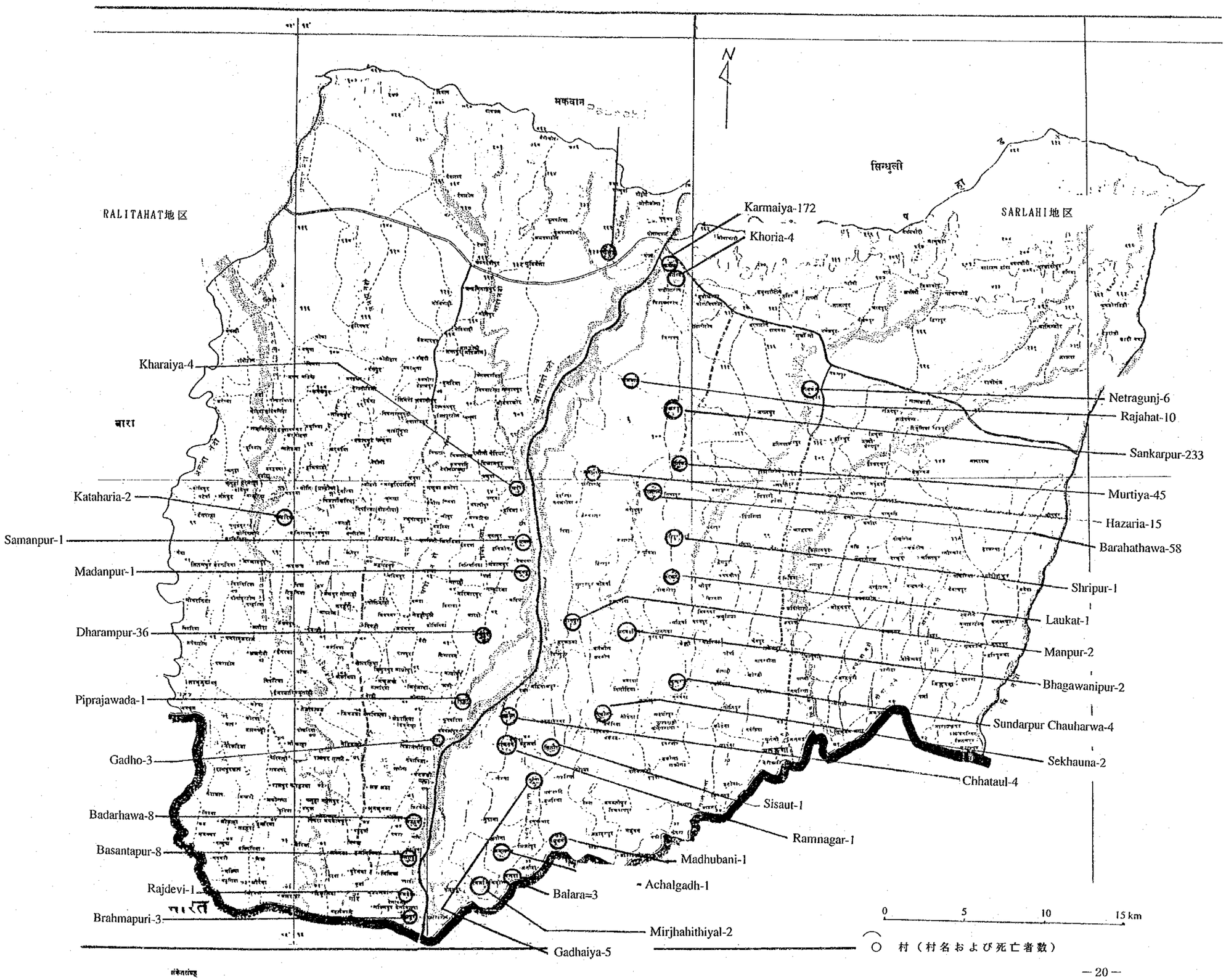
Ⅴ）このピーク流量に基づき治水計画を策定する。

(2) 堤防形状と堤体材料：　破堤地点は３川（東ラプティ、ロタ、マノハリ）合流点の直下、旧河道上で、水衝部にあたるため十分な強度が必要。このため堤防幅は新計画の洪水流量に合わせ、従来より広くする必要がある。堤防拡幅に必要な土は堤外側の河積確保のための掘削残土を使用する。築堤にあたっては、右岸下流のシルト質河床土を使うなど玉石の混入をできるだけ避ける必要がある。

(3) 堤外にある中ノ島（森林になっている）は撤去する。



東Rapti川ロケーション・マップ


N
RALITAHAT地区
SARLAHI地区
सिन्धुली
मकवान
बारा
Karmaiya-172
Khoria-4
Kharaiya-4
Netragunj-6
Rajahat-10
Sankarpur-233
Murtiya-45
Hazaria-15
Barahathawa-58
Shripur-1
Laukat-1
Manpur-2
Bhagawanipur-2
Sundarpur Chauharwa-4
Sekhauna-2
Chhataul-4
Sisaut-1
Ramnagar-1
Madhubani-1
Achalgadh-1
Balara=3
Mirjhahithiyal-2
Gadhaiya-5
Kataharia-2
Samanpur-1
Madanpur-1
Dharampur-36
Piprajawada-1
Gadho-3
Badarhawa-8
Basantapur-8
Rajdevi-1
Brahmapuri-3
0 5 10 15 km
○ 村（村名および死亡者数）

(4) 新堤はおおむね灌漑プロジェクトの提案通りの放線形状で良いと思われるが、(1)のピーク洪水流量に基づき、改めて決定すること。

(5) 護岸としては蛇籠による水制長を長くとる（15m）とともに（その分引き堤する）、数箇所については、コンクリート護岸を検討する。

(6) その他、現治水計画は計画洪水流量が小さく今回の破堤の一因となるなど改訂の必要性が生じている。このため現マスタープランの見直しが必要（この点について灌漑プロジェクトからも要望があった）である。

4.2 バグマティ川

4.2.1 被害状況

調査は、最も被害の大きかったバグマティ川下流右岸地域（サルラヒ県北西部）を中心に行った。

東西ハイウェーの橋梁直下流左岸約4km（無堤防）にわたり広範囲に越水。越水深は2m以上と想定される。

被害状況は別表の通りであり、死者行方不明者はサルラヒ県北西部（バグマティの東西ハイウェー直下流）に集中している。最も被害の大きかったカルマヤ（Karmaya）、ラジガット（Rajgat）及びシャンカルプール（Shankarpur）村（VDC）の被害地を調査した。

3村はいずれもサルラヒ郡（Sarlahi District）に属している。サルラヒ郡では今回洪水で死者687人、不明者56人、被災者83,265人を出している。ラジガットVDCは旧河道部左岸にあるが、この旧河道下流部約500mにわたり森林地帯があり、河川はこれと右岸バグマティ中州森林地帯に挟まれて狭窄部を形成しており洪水流による洗掘の跡が明瞭に見られる。このため洪水時には堰上げ効果により相当程度越水深が増大したと考えられる。被害は氾濫流の主流が走ったと考えられる低地部とその周辺部（約1～2mの標高差がある）で明瞭な差があり、周辺部では家屋が残存しているのに対し、低地部の家屋、耕地は跡形もない。洪水発生が深夜であったため、就寝中にそのまま流されたケースが多い。

シャンカルプールVDCは今回の洪水で被害が最も大きく約237人の死者行方不明者を出している。村民からの聞き取りによれば洪水流はまずTekani村から到達し、その後バタニヤ（Bataniya）村より更に大きな氾濫流が到達している。ほぼ西から北北西の方向にわたり全面的に氾濫流が押し寄せており、避難地となる高台がなかったこと、前触れなく氾濫流が襲ったことが大きな被害を起こした主因と考えられる。

バグマティ左岸部は同川河床より4～5m程度高い位置に隣接河川に至る平坦部が形成されている。堤防は洪水前にもほとんどなく、いわば無防備な状況にあった。また警報ならびに警戒体制が全く無かったことも被害を増大させた一因となっている。

4.2.2 バグマティ川の復旧に関する技術的助言

バグマティはネパールでも主要な河川の１つであるが、局部的な護岸工事を除いて治水対策が全くされていないといって良い。再度災害を防止し、民生の安全と経済基盤の保全を図るためには、今回の洪水を契機に抜本的な治水対策を実施する以外に方法はない。

しかしながらネパール政府の財政状況、また国の経済状況を考えれば短期間に本格的な対策を完成させることは極めて困難と考えられる。このため民生の安定と経済基盤の確保のため、治水事業の強化を以下のように段階的に図っていくのが適当と考えられる。

(1) 緊急対策

現在被災地区住民は一時的に避難所に居住しているが、近い将来に生活再建を行う必要がある。生活再建について一部は旧居住地を放棄し新居住区に移住することも考えられるが、集団での移転は旧住民との摩擦などの社会問題や新居住区の開発に伴う森林伐採がさらに洪水被害の増大を招くという悪循環を招きかねないことから相当な困難な問題を伴う。従って基本的には旧居住区への復帰が中心になるが、大きな災害を経験した直後の住民の不安をまず取り除くことが、まず生活再建の第１歩であると考えられる。このためには暫定的な護岸、堤防の設置を早急に行うことが必要である。この時の技術的助言を以下に述べる。

Ⅰ）土工を活用する。ネパールで最も経済的な工法は土工であるので、堤防幅を大きくとり安全性を向上させるなど土工を活用する必要がある。

Ⅱ）河川の水理特性を踏まえた計画をする。応急復旧でも河川の水理特性を活用すれば大きな効果が上がる場合がある。例えば狭窄部の掘削は土工のみで洪水時水位を局部的に1m以上低下させることができる。また両岸のうち、一方が中州で現在未利用地であれば利用地側の堤防を未利用地より１～2m高くして未利用地の遊水池化を図ることができる。また堤防の引き堤は河積を確保するだけでなく、堤外地を高水敷として堤防の保護に使うことができる。こうした河川の水理特性を把握した上で応急復旧を行う必要がある。

4.3 カマラ川

4.3.1 被害の状況

最も被害の大きかったバスビッタ（Basbitta）村及びサルスワ（Sarswar）村地区のカマラ川左岸を調査した。カマラ川には7月20日上流カマラ堰地点で計画洪水流量7,000m3/sを上回る7,299m3/sのピーク洪水を記録している。このため左岸部を中心に広い範囲で越水、一部で破堤している。被害状況としては死者行方不明者は無く、17村（VDC）において家

屋の全壊1,005棟、農地流出1,455ha、被害者数50,852人となっている。カマラ川に限らずテライ平原を流下する河川の洪水の特徴の一つはシワリク丘陵で生産される大量の土砂が洪水流によって運搬され、これが河床の上昇と流路の頻繁な変更をもたらすことであり、バスビッタ村の河川左岸の浸食も河床変動によって左岸川に水衝部が移動され、急速な河岸浸食を起こしている。

4.3.2 カマラ川の復旧に関する技術的助言

蛇籠工による護岸工にせよ、水制工にせよ被災事例の多くは根入れ深さの不足による破壊が多い。根入れ深さを最低1mとるよう徹底すること。水制工については水制の方向は基本的に流心に直角となるようにすること。水制の間隔は水制長の2～3倍以内にすること。間隔を開けて水制を点在させるより、堤防の上流端、水衝部などの最重要箇所に集中して水制を配置した方が効果は高い。

河岸浸食対策としてわが国ではコンクリート護岸、コンクリートブロック根固め、水制工などを行っているが、ネパール政府の財政状態を考えると特に重要な一部の地域を除き蛇籠工などのより安価な工法に頼らざるを得ないが、DPTCなどによる技術的指導においても、こうした安価な工法をとり有効に作用させるとともに、数箇所についてはコンクリートを用いた工法も検討する必要がある。

バスビッタ村及びサルスワ村の復旧についてはDPTCの技術指導、助言を受けること。

4.4 バグマティ堰

4.4.1 堰の概要

バグマティ川三角州の扇頂部に位置し、その両岸（ロータハット郡Rautahat District及びサルラヒ郡Sarlahi District）の農地約68,000haに用水を供給する農業用水堰で、全長403.5m、主ゲート数36門（うち左右岸3門ずつが土砂吐き）ある。

4.4.2 被災の状況

右岸： 取付堤防未完成部約500mにわたり越水、その相当部分は堰直下で本流に流下したが、一部は約0.5kmの下流の東西ハイウェーのバグマティ橋に到達し、更に一部同橋の取付道路を押し流し下流に走っている。その間、幅約120m、長さ500mの範囲を中心に建物全壊、農地が消失し、死者・不明者をあわせて48名が犠牲となっている。

左岸： 取付堤防部の越水により、約60m区間から洪水流が侵入し、その一部は左岸潅漑水路（最大通水量15m3/s）を通って下流に到達している。東西ハイウェーに至

る約500m区間が幅60mにわたり流失し、約3haが消失した。右岸にはBagmati Irrigation Projectの現場事務所があり、建設従事者９名が死亡した。

4.4.3 堰の操作とピーク水位

現場職員の話によれば、同堰主水門はピーク洪水発生時の24時間以上前の７月19日23時に全開（ゲート下端部標高133.7m）したとしている。現場状況によれば、水門の多くが洪水水圧や流木の打撃により洪水時操作不能である状況にもかかわらず、全門がほぼ全開位置にあるため、少なくとも洪水が計画洪水水位に達した時点には全開状態になっていたと認められる（なお現地では付近住民より、堰は閉まっていたとして水資源省を非難し社会問題となっている由）。

ピーク水位についてはゲート巻き上げロープへの漂流物の付着状況（136.7mより1m程度にわたり付着）、流木の残存状況（136.7～145.7mに引っかかっている）により、ピーク水位136.95mとしている管理記録は妥当と認められる。

Siraha地区（Kamala川左岸）

050-4-5のKamala川洪水の損害に関するデータおよびSIRAHAにおける救助物資の配布

現場番号	V.D.C.	家屋喪失所帯数	単純危害所帯数	土地および作物損失			損害穀物のコスト	家畜		救済作業下にある家屋喪失所帯への配布		医療	摘要
				面積	金額	所帯数		数	金額	地区災害局から	赤十字から		
1	Madar	11	117	56-17-0	–	156	291430	–	–	1所帯当たり500Rs	什器1式および医療1式	保健班による医療行為	単純被害を受けた土地
2	Lagadigoth	2	70	–	–	–	–	–	–	"	"		"
3	Sukhachina	1	49	58-11-0	–	208	296425	–	–	"	"	"	"
4	Khiruna	6	82	26-10-10	–	117	112955	–	–	"	"	"	"
5	Makhanaha	1	32	12-7-10	–	33	34795	–	–	"	"	"	"
6	Nanpur	2	24	2-17-0	–	19	10930	–	–	"	"	"	"
7	Sarswar	8	29	202-16-10	17780	139	411275	–	–	"	"	"	砂に覆われ、かつ河川により侵食された土地
8	Basbitta	2	61	357-10-0	284130	170	786520	14	22000	"	"	"	
9	Bishnupur P.R.	0	27	–	–	–	–	–	–	"	"	"	"
10	Chatari	4	26	102-9-0	24310	148	483700	–	–	"	"	"	"
11	Bhokkaha	1	10	272-7-0	281050	119	470305	4	8000	"	"	"	"
12	Rikana	7	159	262-14-0	258830	364	758100	2	10000	"	"	"	"
13	Bhediya	16	61	432-0-10	571285	266	829470	–	–	"	"	"	
14	Malhaniya Ga.	5	64	10-17-0	–	26	47095	–	–	"	"	"	"
15	Thalhakatta	1	6	–	–	–	–	–	–	"	"	"	"
16	Bishnupurkatti	1	12	–	–	–	–	–	–	"	"	"	砂に覆われ、かつ河川により侵食された土地(単純被害)
17	Itariprasahi	0	0	329-3-0	224730	226	701600	–	–	"	"	"	
18	Laxminiya	0	0	5-19-0	–	36	19310	–	–	"	"	"	"
19	Siraha	0	0	9-16-90	–	41	94845	–	–	"	"	"	洪水内に入ったために養殖池の喪失
20	Badaharamal	12	23	–	–	–	–	–	–	"	"	"	
		80	852	2142-15-10	1822205	2060	5348755	20	40000				

洪水による財産および作物の損害評価（単位Rs）

現場番号	V.D.Cおよび区番号	所帯数	被害面積		水田		稲作		大豆		雑穀		果物(バナナ)		野菜		とうがらし		養殖池		流失動物数		摘要
			面積	コスト	面積	コスト	面積	コスト	面積	コスト	面積	コスト	面積	コスト	面積	コスト	面積	コスト	面積	コスト	No.	コスト	
1	Lamiria - 1,2	36	–	–	4-0-0	88000	4-0-0	88000	0-12-0	3600	00-12-0	3600	0-2-0	3600	–	–	0-1-0	150	–	–	–	–	
2	Bhadar - 1 to 9	156	–	–	15-0-0	33000	15-0-0	33000	18-0-0	108000	18-0-0	108000	0-11-0	108000	1-2-0	8250	0-12-0	4800	2-0-0	30000	–	–	
3	Bhakhanaha - 1,3	33	–	–	10-0-0	22000	10-0-0	22000	1-1-0	6300	1-1-0	8300	–	8300	0-2-0	750	7-1-0	225	–	–	–	–	
4	Bharpur - 1,2,3	19	–	–	1-0-0	2200	1-0-0	2200	0-5-0	1500	0-5-0	1500	–	1500	0-6-0	2250	0-14-0	3102	–	–	–	–	
5	Malhania Gamharia	26	–	–	4-0-0	8800	4-0-0	8800	3-2-0	18600	3-2-0	18600	–	18600	0-3-0	1135	0-3-0	450	–	–	–	–	
6	Khitauna - 1 to 9	117	–	–	14-0-0	30800	14-0-0	30800	4-2-0	24600	4-2-0	24600	–	24600	0-10-0	3750	0-3-10	525	1-10-0	22500	–	–	
7	Sukhachaina - 1 to 9	208	–	–	86-0-0	22000	86-0-0	22000	34-0-0	204060	34-0-0	204060	–	204060	0-7-0	2625	0-4-10	600	–	–	–	–	
8	Sataswan 1,2,3,4,7,8,9	134	80-17-0	177870	150-0-0	189200	150-0-0	189200	14-4-0	85200	14-4-0	85200	–	85200	2-8-0	18000	2-4-10	6675	2-14-0	40500	–	–	
9	Basabiha - 1 to 9	170	129-3-0	284130	44-0-0	330000	44-0-0	330000	46-0-0	276000	46-0-0	276000	–	276000	0-16-0	6000	0-13-0	1950	2-5-0	33750	14	2200	Buffalo-1, Calf-2, Goat-3, Smallgoat-4, She goat-4
10	Chatan - 1 to 9	148	11-1-0	24310	188-0-0	96800	188-0-0	96800	10-8-0	62400	10-8-0	62400	–	62400	–	–	3-8-0	7200	7-10-0	7500	–	–	
11	Itari Pasahli 2,5,7,8,9	226	102-3-0	224730	56-0-0	413600	56-0-0	413600	33-0-0	198000	33-0-0	198000	–	198000	–	–	–	–	6-0-0	33750	–	–	
12	Bhicia - 1 to 9	266	259-13-10	571285	103-0-0	123200	103-0-0	123200	61-0-0	366000	61-0-0	366000	–	366000	21-0-0	157500	1-14-0	5650	2-2-0	7500	2	10000	Cow-2
13	Bhokraha - 1 to 9	111	127-15-0	281050	24-0-0	226600	24-0-0	226600	16-0-0	96000	16-0-0	96000	–	96000	8-7-0	82625	–	2250	0-4-0	90000	–	–	
14	Chikana 1,2,4,6,7,8,9	364	117-13-0	258830	–	52800	–	52800	80-0-0	360000	80-0-0	360000	–	360000	19-2-0	143250	0-15-0	–	0-4-0	31500	4	8000	Calf-3, Goat-1
15	Sihaha - 5,7,8	41	–	–		–		–	3-8-0	20400	3-8-0	20400	–	20400	–	–	–		4-5-10	3000	–	–	
	Total	2060	828-5-10	1822205	709-0-0	1559600	709-0-0	1559600	305-2-0	1830600	305-2-0	1830600	0-13-0	1830600	54-3-0	406135	0-16-10	32475	21-14-10	3000	20	40000	総コスト=Rs7210960

4.4.4 バグマティ堰の復旧に関する技術的助言

(1) ピーク洪水流量算定方式の見直し

今回の洪水では直径最大5m、長さ20～30mに及ぶ流木が次々と流下し、それらは堰堤ゲート部に引っかかり相当部分を閉塞させている。

このため計画水位は20%の閉塞率を見込んでいるものの、それ以上の閉塞があった可能性は否定できない。この点で水門幅9.0mが適切であったかについて再検討する必要がある。

この閉塞率の算定が困難なため、堰堤水位からのピーク流量の算出は不可能である。

今回洪水復旧計画を検討するにあたり最も重要な基礎資料はピーク流量である。この算出にあたり、現在堰上流2.5km地点の水位観測所のH-Q曲線を用いて暫定値（15,000m³/s）が算出されているが、この暫定値は以下の理由により、見直す必要がある。

Ⅰ）H-Q曲線の基礎となる観測水位データは堰完成（1992年）前の値を多く用いているが、堰完成後は下流条件が全く異なるため使用できない。

Ⅱ）仮に堰完成後のデータのみを用いたとしても、今回洪水の場合流木による堰流下阻害により、従来と全く異なった下流水位条件となっている。水位観測所地点（堰より約１５km上流）の水位は下流水位の影響を大きく受けるため、同水位H-Qによる算定値は今回洪水に当てはまらない。

Ⅲ）暫定値は過去の河床横断図を用いて河積を計算しているが、今回洪水により、河床形状は相当異なっていることが予想されている。このため暫定値が真値に対して相当程度の誤差が生じている可能性がある。

このため本隊は以下の方法により今回ピーク洪水流量を見直すことを提言する。

Ⅰ）堰直上流地点より上流側に少なくとも５km区間にわたり洪水痕跡調査を直ちに実施すること。今回本隊が現地踏査を行ったところ、洪水痕跡は未だ明瞭に残っているが、今後の降雨や植生の繁茂等を考えると今後２週間以内に調査を実施することが望ましい。

Ⅱ）堰直上流地点より少なくとも５km区間にわたり200mピッチで河川横断測量を実施すること。

Ⅲ）堰完成前の水位観測所水位データに基づく等流計算や現地河床状況をもとに堰上流部の粗度を推定すること。

Ⅳ）Ⅱ)およびⅢ)の結果を用い、堰地点ピーク水位を参考にして不等流計算を実施すること。

Ⅴ）Ⅳ)の結果と洪水痕跡調査の結果を用い、ピーク流量を算定すること。

上記の調査及び検討については高い観測精度、十分な経験が必要とされるため、一貫してDPTCの指導、助言をうけること。

4.5 提言

バグマティ、東ラプティ、カマラの３川はネパールにおいても主要河川とみなされているにもかかわらず、暫定的な浸食対策や堆積土の除去を除いて本格的な河川工事は殆ど行われていない状況にある。今回７月の大洪水は、ネパール国に於いて本格的な治水工事なくしては、国家として民生の安定と経済成長を図ることは極めて困難であるという、貴重な教訓となった。この一方で、ネパール国の経済状況やネパール政府の財政事情を考えれば、現実的、段階的な治水対策が求められている。こうした状況を踏まえ、ネパール国に於ける洪水防御施設の復旧と治水分野の改善のために、本隊は以下の通り三期に分けた提言を行う。

4.5.1 緊急対策

(1) 必要機材の確保

ネパール国内には潅漑事務所を中心に一定量の重機、資材が確保されている。また日本政府も1987年より多年度にわたり蛇籠用鉄線を供与している。しかしながら今回洪水により応急復旧のための必要な資材、重機の需要が発生している。こうした資機材の確保はネパール政府により順次確保されるべきものであるが、事態の緊急性、ネパールの国情を踏まえ関連機関に資機材の確保の協力を要請することも考えられる。この資機材要請に関するTORを別添する。

(2) 警報システムと避難シェルターの整備

今回洪水においてはピーク洪水が深夜に襲ったこと、また住民が洪水の発生を関知しなかったことが人的被害を甚大なものにしている。こうした状況を踏まえ、再度災害を防止するためには警報システムのようなソフトの対策が極めて重要である。バグマティ川の洪水警報に当たっては同川扇頂部にあるバグマティ堰の水位を基準とすることが有効である

ので、この地点を発信地とした無線による警報システムの整備に当たっては同時に地域住民が一定のグループを作り、警戒活動及び水防活動を行うよう働きかけることも重要である。

一方テライ平原は平坦地が連続しており村落内に避難地となる高台が存在しない地区や地形上、氾濫流にはさまれて孤立する地区など避難地の整備が必要な箇所が多く存在している。こうした箇所においては警報システムの整備とともに一定規模毎の高台を構築し簡易なシェルターを設けることが極めて有効である。こうした避難地は氾濫流側に一定の面積を有した森林を設けておくことが水防上望ましい。以上警報システム及び避難地の整備についてTORを別添する。

(3) 水文観測所の整備

降雨や河川水位といった基本的な水文資料は、水害対策施設の計画立案、再度災害の防止の観点から不可欠である。しかしながら、ネパールに於いては、政府水文気象局の努力にもかかわらず、十分な精度と観測密度を持った観測施設整備がなされていないのが現状である。例えば、降水観測施設は全国に252あるが、これは580㎢に一箇所の割となり、極めて少ない。また、最近10～20年のデータが蓄積されている観測所は20箇所以下に過ぎない。

このため、JICAの実施した開発調査「国内水文資料整備計画（1993年）」に則り東ラプティ、バグマティ、カマラ川を中心に水文観測施設の整備を促進する必要がある。このために必要なTORを別添する。

(4) ネパール政府の取るべき措置

(a) 河川改修事業の促進

今回の洪水は、ネパール国でも最大級の規模であったと想定され、その被害も未曾有のものであった。しかしながら、一方で適切な河川管理施設があれば、こうした被害は相当程度軽減できたと考えられ、今後ネパール政府により洪水防御分野の拡充が強く望まれる。拡充の手順としては、現在の状況からすれば、被災地の復旧をまず行い、その後順次他の地域の改善に着手するのが適当であろう。特に、緊急に考慮されるべき点としては、

（イ） 中小河川に於ける河川改修マスタープランの早期作成

（ロ） 灌漑局の河川改修分野の人的、財政的な拡充

が挙げられる。

(b) 財政措置

各地における被災により現場事務所では蛇籠用の玉石の運搬費にも事欠く状況であり、応急復旧の円滑な執行が阻害されている。事態の緊急性に鑑みネパール政府は援助機関による無償供与のカウンターファンド（例えばわが国ではKR-II)を活用するなどし、河川復旧に必要な予算を確保すること。

復旧作業に関しては、流域の住民参加が早急な作業の完成の鍵となる。政府は住民参加を促進するよう働きかけること。食料援助を活用した住民参加の促進は１つの有効な手段である。

(c) 施設の維持管理

被災例のいくつかにおいては、付近の住民が蛇籠を壊して中の玉石を持ち帰ったり、堤防を掘り返した結果、破堤などの危険を増大させている例が見られる。政府は治水施設の重要性について住民の啓発に努めるとともに、水防団等の住民組織の形成を図る必要がある。また現地事務所は洪水期前などに堤防の点検を行い、治水施設の維持管理に努めること。

4.5.2 中期的対策

(1) マスタープランの見直し

現在バグマティ川については1991年にマスタープランが作成させているが、今回の洪水により計画洪水量の変更、河床横断面及び河道の変更があるため、抜本的に見直しの必要が生じている。また現在のマスタープランで十分に考慮されていない3.1.2、3.2.2、3.3.2に述べた技術的諸点について十分配慮する必要がある。このマスタープランの見直しは東ラプティ川及びカマラ川についてもあわせて行うこととし、そのTORを別添する。

(2) バグマティ川左岸部カルマヤ地区の本格的対策

今回の洪水においてはバグマティ川左岸部の東西ハイウェー下流４kmにわたる区間からの越水による被害が最も広く、また大きく、この地区の本格的な治水対策は中期的な対策として今後数年以内に着手する必要がある。基本的な工法としては築堤と護岸工が中心となるが、計画流量規模の決定やバグマティ川旧河道部を締め切るかどうか、また引き堤の規模や河川中央の中州の取扱いに十分な検討が必要である。この対策工事についてはマスタープランの改訂作業においても優先的に取扱い、早期にF/Sレベルの計画を策定すべきと考えられる。

4.5.3 長期的対策

ネパール政府の取るべき措置

ネパール国に於いて洪水防御分野は、その重要性にもかかわらず、十分な考慮、財政措置を与えられていなかった。その一方で、同国特有の困難な地質地形条件は、頻繁な土砂洪水災害を生起し、国家の経済開発を阻害してきた。現在河川改修は、潅漑局の河川改修課が行っている。又、現場レベルでは地方潅漑事務所や潅漑、道路プロジェクト事務所がその実施の責務を負っているものの、その実態は他の潅漑、道路プロジェクトに付随して行われており、土木技術者も治水事業の国家開発に於ける重要性を十分認識していない。

こうした状況を改善するために、組織改革と河川技術者の育成が急務と考えられる。この点で、治水砂防センターが治水・砂防分野の技術的中心的役割を果たすよう、必要な措置を取ることが必要である。また、国家に於ける社会経済上重要な河川、又今後大規模な改修を要する河川については、直轄の河川改修事務所を設立し、事業の円滑な推進に取り組む必要がある。

別添書A

洪水復興ならびに河川およびKAMALA標点工用重機機材に関する調査

基準条件

（原案）

1993年9月

洪水復興および河川標点工用重機材に関する基準条件

プロジェクトの名称：　洪水復興および河川標点工用重機材

所　在　地：　中部地方河川で使用するため、Birgunjにストックする。

実 行 当 局：　水資源省灌漑局

提示援助元：　日本供与援助

1.　背景

1993年７月19日から21日にかけての豪雨のため、この国のさまざまな場所、特に中部地方に於ける洪水、岩屑流、土砂崩れによって甚大な被害が生じた。この災害は、ネパールの歴史上、最悪の災害であり、行方不明者1000名を含め、2155名の人命が失われた。さまざまな分野への物損は、暫定試算で約42億ルピーに達し、これは、詳細評価が完了した時点で、さらに増大することになろう。

多数の村落がひどい被害を受け、一部は築堤の決壊により、一部は築堤、その他保護工がなかったためであった。これらの村落は、現在、これまで以上に洪水に弱くなっており、はるかに規模の小さい洪水がおきても簡単に被害が出るであろう。

したがって、築堤、山脚、護岸等の復興が必要であり、かつ優先順位ベースで選択した戦略的現場には、少なくとも次期モンスーン・シーズン前にそれらの工事を新規構築する必要がある。

限られた時間内に、これらの工事を遂行するため、以下３項に数量を示したように重機、蛇篭用ワイヤおよびコンリート・ブロック用の金属型枠ができるだけ早期に必要である。

2.　目的

本プロジェクトの目的は、1993年７月の洪水により被害を受けた築堤等の復興工事を容易にし、洪水の被害を軽減することにある。

3. プロジェクトの概要

(1) 洪水復興および河川標点工に必要な重機

以下に数量を示した重機が築堤の復興および建設、ひどい沈泥によって、洪水、蛇篭の移動等が生じた河床の掘削等のために必要である。

内容	数量	単位コスト ルピー（合衆国ドル）	合計額 ルピー（合衆国ドル）
1) キャタピラ・ブルドーザ ブレード長 5.2m 容量 3.89㎥	5台	7,000,000 (132,000)	35,000,000 (660,000)
2) キャタピラ・ホイール・ローダ 926型 容量 1.9㎥	5台	6,000,000 (120,000)	30,000,000 (600,000)
3) ダンプカー 10トン	10台	2,000,000 (40,000)	20,000,000 (400,000)
4) キャタピラ油圧エクスカベータ E 140型 容量 0.5㎥	2台	6,000,000 (120,000)	12,000,000 (240,000)
5) 迅速移動予備部品 （機器コストの15%）			14,550,000
		小計	111,550,000 (2,231,000)
（輸送機器）			
6) ピックアップ	5台	1,000,000	5,000,000
7) オートバイ	10台	75,000	750,000
8) 低荷台トラック・トレーラ 容量 20トン	1台	5,000,000	5,000,000
9) 工具およびタックル類		1,000,000	1,000,000
		小計	11,750,000
		総計	123,300,000

(2) GI ワイヤ

被害額は、まだ出ていないが、洪水復興工事に要するGIワイヤの量は、下記のように

（1993年９月半ば現在）地区およびプロジェクトの報告によると、暫定試算で4260メートル・トンである。

地区/プロジェクト	需要（ﾒｰﾄﾙ・ﾄﾝ）		
	地区/プロジェクト	工事用食料	合計
1. SINDHUI. J	600	200	800
2. KATHMANDU	-	-	-
3. I. AI. ITPUR	-	-	-
4. DOI. AKHA	5	-	5
5. DHADING	100	-	100
6. MAKAWANPUR	1000	150	1150
7. CHITWAN	15	100	115
8. SINDHUPAL. CHOCK	-	-	-
9. KABHREPALANCHOCK	-	-	-
10. JHAPA	100	-	100
11. SARLAHI	40	150	190
12. RAHTAHAT	0	100	100
13. NAWAI. PARASI	100	-	100
14. RHPANDEHI	600	-	600
15. EAST RAPTI, KAMALA, RAGMATI, KHANDO, RAKHANDEHI, LALBAKAIYAプロジェクト	1700	-	1700
合計	4260	700	60ﾒｰﾄﾙ・ﾄﾝ

ただし、この数字は、被害額査定が継続しているので増える可能性がある。直ちに必要な量は、1500メートル・トン（利用可能な現地の資源および輸送能力を考慮すると、約1/3）と試算されている。この分が日本国政府の供与援助として要求されている。

このGIワイヤの量は、1988年以降、日本が提供している以外に、できるだけ早期に必要である。

この間、日本が提供したGIワイヤと各地域に現在留保されているGIワイヤが別表１に示したように優先順位ベースで中部地方の最も被害が大きかった５地区に分けられる。またこれは、日本国政府の供与援助が実現した時点で、後に補償される。

(3) コンクリート・ブロック用の金属製型枠および機器

ネパールでは、河川工事用に蛇篭が一般に使用されているが、これらの蛇篭が洪水で損傷を受けたり、流失しているケースが多い。したがってコンクリート・ブロックは蛇篭では洪水に耐えられなかった場所、あるいはBagmati、Bast RaptiおよびKamala川のようなむしろ大きな河川に於いて、速い流れ、深い研磨作用等により耐えることができないであろう場所に使用すべきである。

コンクリート・ブロックの一部は、非常目的で各河川の戦略的現場に留保されることになろう。

所要の機材は、次の通りである。

1) 金属製型枠： 60台（1トン、2トンおよび3トン用にそれぞれ20台）
2) 機　　器： トラック・クレーン（容量24トン） 2台
コンクリート・ミキサ（1.0㎥） 2台

4. メンテナンス

重機のメンテナンスは、Birgunj, Narayani潅漑プロジェクトの地域作業団地に配置されている「地域機械作業所」の責任になる。この「作業所」は、1993/94年度以降運用される新規設備である。

「機械作業所」の組織を別表2に示した。上級「機械部門技術者」1名が「潅漑局」より委任される。「機械技術者」1名、「上級機械工」数名が「Narayani潅漑」プロジェクトからこの「作業所」を運営するために委任される。

「地域機械作業所」を監理するため、「機械課」が「潅漑局」に設立されている。この組織を別表3に示した。

メンテナンスおよび修理作業については、1993年/1994年度の予算は、514万7000ルピーが計上されている。

別表 1

GIワイヤの利用とストック状況

単位：メートル・トン

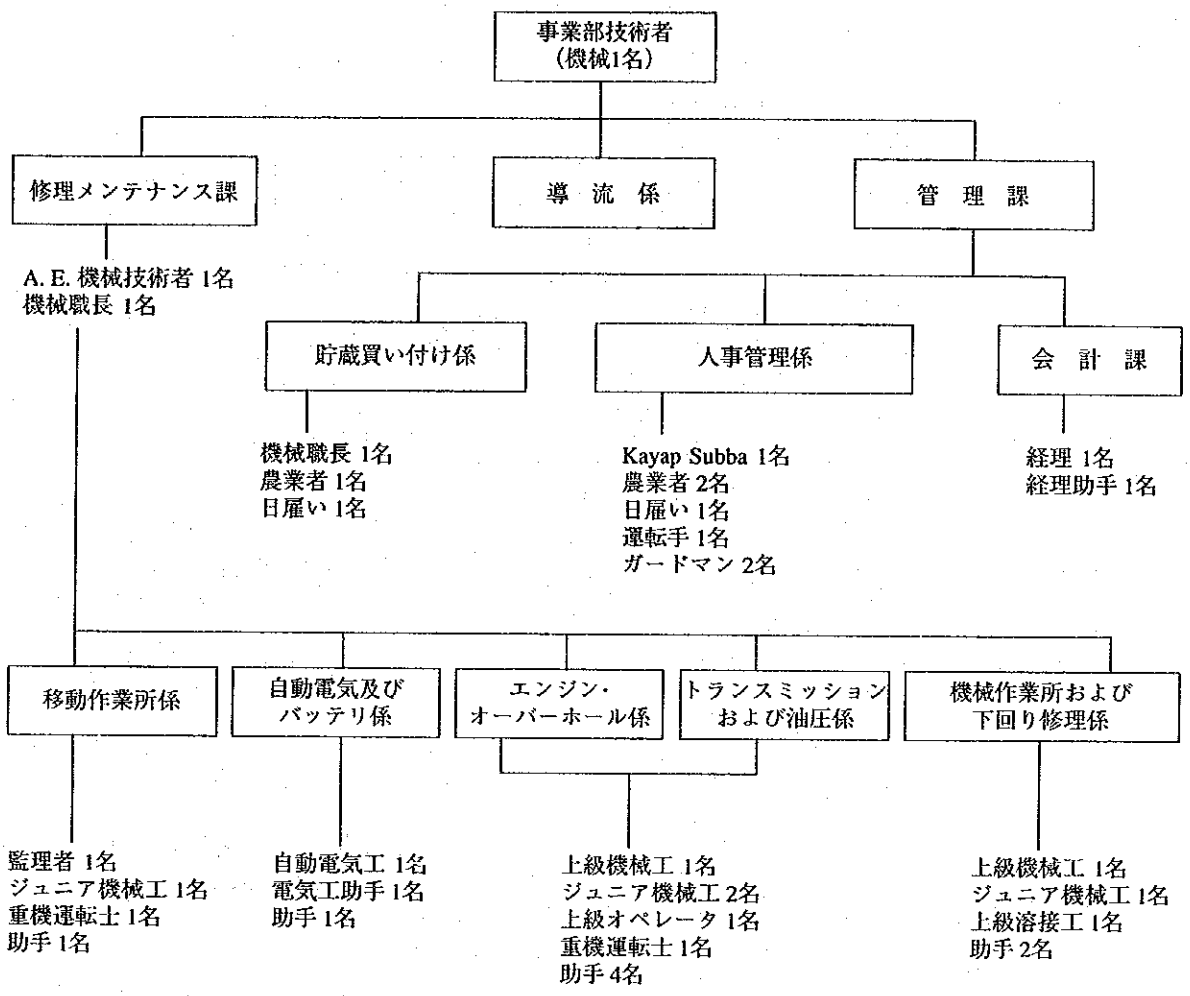
地　域	1992末（1992年7月15日）の在庫	1992/93年の供給	地域オフィスからの配分1992/93年	1992/93の有効在庫	1993年7月までに使用したGIワイヤ	GIワイヤの現在の在庫状況	洪水復興用に現在の所要量	定　常所要量	摘　要
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
東　部	953	700	420	1,233	541	692	340	700	
中　部	138	1,122		1,260	1,080	180	1,700	1,100	
西　部	495	400	20	875	640	235	220	300	
中西部	758	100	270	588	110	478	160	200	
極西部	541	200	100	641	432	209	180	200	
合　計	2,885	2,522	810	4,597	2,803	*1,794	2,600	2,500	

1. 欄7の数字は、地域管理所に於けるGIワイヤ、プラス蛇篭ボックスの在庫状況を示している。
2. GIワイヤの在庫量1794メートル・トンの内、1500メートル・トンは、中央再建協調委員会(CRCC)が2段階に分けて5つの地区に配布する。

1	Chitwan	100トン
2	Makwanpur	150トン
3	Rautahat	100トン
4	Sadahi	100トン
5	Sindnuli	200トン
	合　計	700トン
	留保量	800トン
	総合計	1,500トン

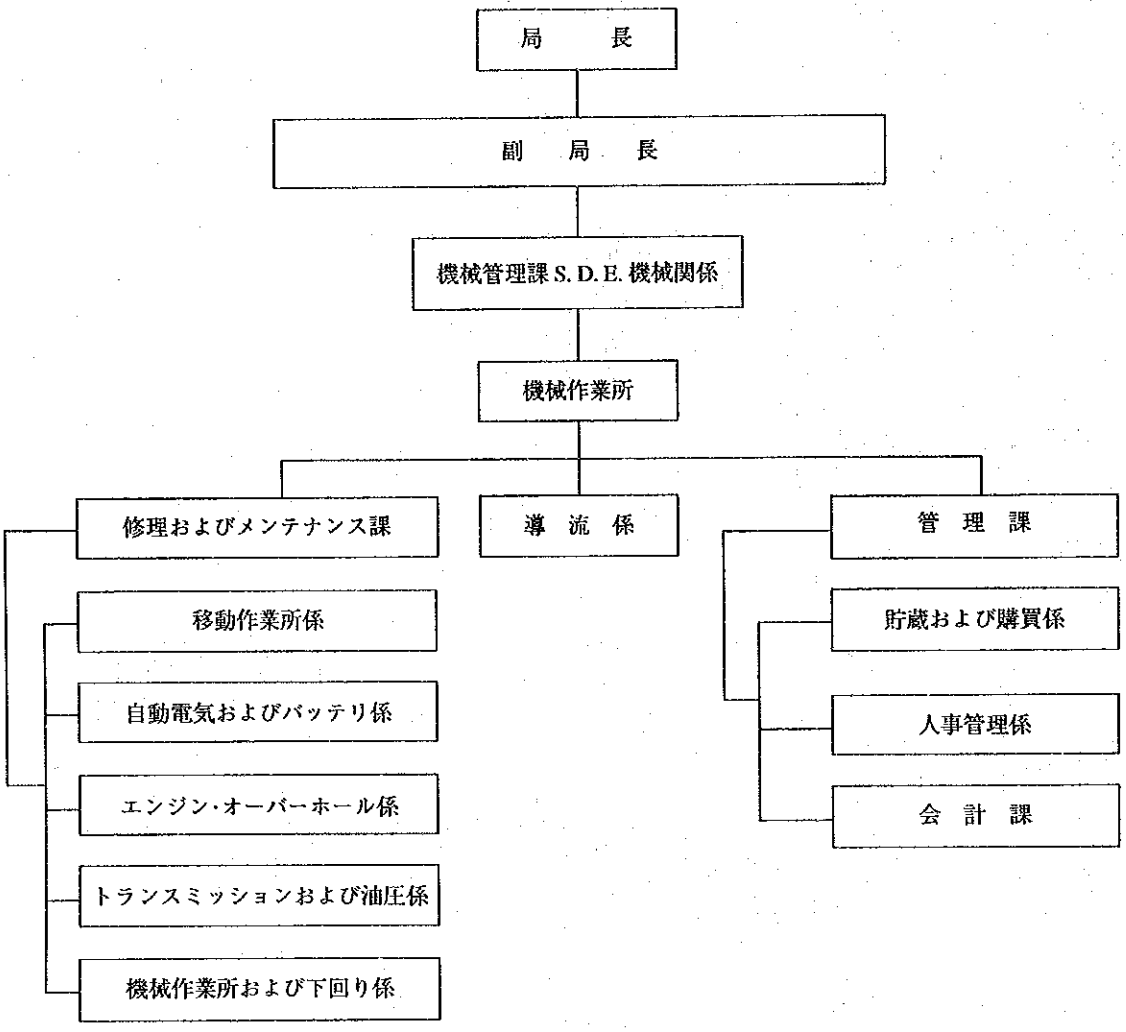
別表 2

機 械 作 業 所


事業部技術者
(機械1名)
修理メンテナンス課
導 流 係
管 理 課
A. E. 機械技術者 1名
機械職長 1名
貯蔵買い付け係
人事管理係
会 計 課
機械職長 1名
農業者 1名
日雇い 1名
Kayap Subba 1名
農業者 2名
日雇い 1名
運転手 1名
ガードマン 2名
経理 1名
経理助手 1名
移動作業所係
自動電気及び
バッテリ係
エンジン・
オーバーホール係
トランスミッション
および油圧係
機械作業所および
下回り修理係
監理者 1名
ジュニア機械工 1名
重機運転士 1名
助手 1名
自動電気工 1名
電気工助手 1名
助手 1名
上級機械工 1名
ジュニア機械工 2名
上級オペレータ 1名
重機運転士 1名
助手 4名
上級機械工 1名
ジュニア機械工 1名
上級溶接工 1名
助手 2名

別表 3

灌　　漑　　局


局　長
副　局　長
機械管理課 S. D. E. 機械関係
機械作業所
修理およびメンテナンス課
導　流　係
管　理　課
移動作業所係
自動電気およびバッテリ係
エンジン・オーバーホール係
トランスミッションおよび油圧係
機械作業所および下回り係
貯蔵および購買係
人事管理係
会　計　課

別添書B

BAGMATI川およびEAST川の洪水警報および避難警報および避難システム基準条件

プロジェクトの名称： BagmatiおよびEast Rapti川の洪水警報および避難システム
所在地： ネパール国内のBagmatiおよびEast Rapti川沿いに広がる洪水頻発地域実行当局：
水資源省水分気象局
提示援助元： 日本の供与援助

1. 背景

1993年7月19日から21日にかけての豪雨（Tistungに於ける最大1日の降雨量が7月19日で540mm）によって、この国の各箇所に於ける洪水、岩屑流、および地滑りで広範囲な被害が生じた。この災害は、ネパールがこれまでに経験した最大の災害であった。多数の村落は、洪水により完全に流失あるいは岩屑流により埋没し、行方不明者1000名を含め、2155名の人命を奪った。道路、灌漑プロジェクト、発電所、家屋、学校、農地等に対する物損は、暫定試算で、約42億ルピーとなっている。この被害額は、詳細が判明した時点で、さらに大きくなろう。

この災害によるこのような広範囲な被害に鑑み、HMG/ネパールは、さまざまな非構造物および構造物対策を含む災害防止および準備体制確立の広範囲な計画を設定することを真剣に考慮している。洪水頻発地域に於ける洪水警報および避難システムは、この計画の重要な構成要素の1つである。

この国の洪水頻発地域は、数多いが、その中でBagmati川およびEast Rapti川の下流域は、最近の洪水時に被害が最も大きく、これらの地域を優先している。

2. 目的

本プロジェクトの目的は、洪水警報システムならびに高架土塁および防水構造物の建設からなる洪水警報避難システムの導入によりBagmatiおよびEast Raptiの各河川に洪水の被害、特に人命の喪失を軽減することにある。

3. プロジェクトの概要

(1) 提示洪水警報システムは、上流区間に据え付けた流水計、降水計から事前に情報を収集することにより、洪水の脅威にさらされている現地の人々に対し、警報を発する意図を持っている。このシステムの導入には、下記の工事が含まれる。

- 新規流水計6基の設立。Bagmati川については、潅漑せきの上流30km, 20kmおよび10km、またEast Rapti川については、Lothar川との合流部の上流30km, 20kmおよび10km
- 流水計と主要通信局間の無線通信システム(VHF)の確立
- Bagmati潅漑せき現場への主要通信局の設立、ならびに
- 電話による洪水頻発地域への洪水警報発信システムの設立。Bagmati川流域については、DC 15V、East Rapti川流域については、DC 7V。これらの数字は、現地オフィスと後刻相談の上、判定される。

(2) 洪水避難施設は、防水構造物および高架土塁（家畜用等）、必要な能力を持つ戦略的現場からなる。これらの現場の正確な位置は、今後現地の人々と協議の上、定めるものとするが、その数は、暫定的に上記(1)として与えている。これらの構造物は、シェルタ兼学校のように多目的に使用されることになろう。

4. プロジェクトの利益、効果、および公共性

各プロジェクトの受益者は、BagmatiおよびEast Rapti川の洪水頻発地域に居住する人々全員である。したがって、プロジェクトは、実際には公共の利益を目指す工事である。さらにプロジェクトの利益および効果は、その主目的が洪水の脅威から人命を救うことにあるという事実であり、その価値は、計り知れない。

5. プロジェクト担当省庁

水資源省水文学気象局が水資源省潅漑局、内務省および地方開発省の協力でプロジェクトの実行を担当する。

別添書C

国家水文学データ改善プロジェクト（原案）

経済分野 水文気象学	プロジェクトのタイプ： [*] 1. 施設の建設 [*] 2. 機器の供給
プロジェクト・コスト総額	12億日本円 （第1段階4億2000万円） （第2段階7億8000万円）
責任省 （援助を要請する省） 水資源省 (MOWR)	実施担当庁 （プロジェクト実施担当庁） 水分気象局 (DHM)

1. 背景（詳細に記述されたい）

(1) 本分野の現状

開発プロジェクト（水資源開発等）、災害防止プロジェクト（対洪水、岩屑流、地滑り等）等を適切に計画/設計するには、継続的で、かつ信頼性のあるデータが前提条件になる。最初の降水量観測所は、カトマンズにあるインド大使館内に1921年に設立された（毎月観測）。しかしながら、この目的で水文気象観測が開始されたのは、わずか20～30年前である。

DHMは、開発が急を要することについては、1987年に認識していたが、下記(2)に述べるように、なお多くの問題がある。DHMが運用する既存の雨量計および水位計は、それぞれ266（1観測所当たり580km²）と135である。観測されたデータは、パソコンにより処理し、配布する。

(2) 本分野で解決すべき問題点

HMG/Nの努力にもかかわらず、観測の密度は、不十分であり、観測は間欠的であって、

データの質も不十分であり、またデータ処理/管理作業は、不定期的であって、さらに(a)熟練した技術担当職員の不在、(b)活動の要領が不適切、(c)輸送が困難、そして(d)予算上の拘束等のため、系統立ったものではない。

(3) 計画につながる本分野内改善の必要性と重要性

1993年7月19日から21日にかけての豪雨の結果、ネパールの多くの箇所、特に中部地方に前例のない災害をもたらした。洪水の規模は、設計流量をはるかに越えたため、せき、築堤、橋梁等が深刻な被害を受けた。一部の村落は、降水量がそれほどではなかったため、迫りくる危険を村民が気付かないうちに流失した。

現在、遭遇している問題は、このような重要なインフラおよび洪水防止プロジェクトの再建に関し、適切な計画/設計のために必要な十分なデータが欠如していることである。

7月の災害の豪雨は、中部ネパールに集中したが、同様の現象は、国内のどの地域にも起こる可能性がある。したがって、この災害は、水文気象データ収集ならびに処理/分析の改善の必要性を示しており、HMGがその主旨で対策を開始することが至上命令である。

(4) 本分野とプロジェクトとの関係

提示プロジェクトは、水分気象に関するデータおよび分析結果を利用するため、水文気象の分野に於けるHMG/Nの政策に合わせて計画される。本プロジェクトは、信頼できる水文データを供給することにより、洪水防止および警報、水力発電、道路建設、農業および田園/都市開発のような分野に貢献することであり、これらの分野は、国内開発計画に於いて、高い優先順位が与えられている。

2. プロジェクトの目的と概要

(1) プロジェクトの目的

（i）短期目的

DHMの既存の水文観測ネットワークおよびデータ管理システムを強化することによる水文データの定量的および定質的な品質の改善

（ii）長中期目的

国全体に於ける水文気象学的特性の分析、国内水資源の評価、水力発電、灌漑、給水、洪水防止分水界管理、ならびに河川流量管理等からなる水資源開発プロジェクトのプランニングのために役に立ち、かつ、これを保証する全国的長期で、信頼性のあるデータの観測と管理

（iii）プロジェクトと各目的との間の関係ならびにプロジェクトがそれら目的の達成にどのように貢献するかを含め、十分に記述されたい。

上記の目的を達成するための主要目標は、次の通り。

(a) 水文観測所および堆積物観測所の運用活動を既存の観測分析機器施設の修理。基本的水文観測所の設置、ならびに指示内容を伴う観測および分析マニュアルの再検討等によるその改善。

(b) 流速計校正施設の設立、機器作業所の強化、設立、検査、ならびに指示付きメンテナンス関係マニュアルの再検討等による観測所および研究所のメンテナンス活動の改善。

(c) コンピュータ、その他の機器の強化、およびデータ収集、処理、ならびに配布に関するマニュアルの再検討等によるデータ処理、および管理活動の改善。

(d) トレーニング・センタ、トレーニング・スタッフの備え、データの信頼性向上能力およびマニュアルや指示事項付きのデータ品質研究作業の活性化。

(e) 指示付きマニュアルの適用および修正によるDHM内の全ての活動に関する監視および評価作業の改善。

(2) プロジェクトの概要（各施設ならびに機器およびそれらの詳細仕様書に関し、十分な記述をされたい）

(a) 普通降雨計82台、および記録降雨計14台の修理および導入

(b) スタッフ・ゲージ、および記録式水位計20台の修理/導入

(c) 管路28本の修理/導入、ならびに電流計25台の備え

(d) 堆積物サンプル採取装置14台および濁度計11台の備え

(e) ふるい、流速計、炉、および堆積物研究所用の台ばかりの備え

(f) 作業所用工具設備の備え

(g) 流水校正施設の設立

(h) コンピュータ、その付属品、ソフトウエア、ならびに什器10式の備え

(i) コンピュータおよび什器4式を備えたトレーニング・センタの設立

(j) あらゆるDHM活動に関するマニュアルおよび指示書の再検討

項目(i)コンピュータおよび什器4式を備えたトレーニング・センタの設立は、プロジェクトの第2段階で実施されることに注意されたい。

(3) 各施設および機器の配置計画

(a) 観測機器は、全国に配布する。

(b) 堆積物分析用機器は、DHM地域オフィス4ヶ所に導入する。作業所用工具は、DHM中央オフィス内で強化する。

(c) 校正施設、トレーニング・センタ、およびコンピュータ機器ならびに付属品は、カトマンズのDHM中央オフィスに於いて、準備される。

(4) コスト試算（基本単価、インフレ率、外国為替相場等のようなコスト試算の基準となる全ての前提を詳細に記述されたい。各施設ならびに機器項目ごとの概算コストについては、詳細な表を添付されたい。現地通貨で試算する場合、当該通貨の最近の対合衆国ドルまたは日本円為替相場を付記する）

コスト試算の前提は、次に通りである。

(a) それぞれの工事の単位コストは、1993年2月現在の価格レベルで試算している（合衆国ドル1ドル＝46.4315ネパール・ルピー＝121.05日本円）

(b) 外国から輸入される建設機材に関する公租公課は、免除されるものとする。

概算総プロジェクト・コストは、12億日本円であり、この内、第一段階は、8億1千万日本円が必要であり、第2段階は、3億9千万日本円が必要である。それぞれの工事についての概算コストを下記に項目別に示す。

	合計	第1段階	第2段階
(a) 観測用計器および観測所	184,000,000	184,000,000	-
(b) 研究所および作業所設備	6,100,000	6,100,000	-
(c) 流量計校正施設	72,300,000	-	72,300,000
(d) トレーニング・センタ	358,800,000	-	358,800,000
(e) コンピュータ機器ならびに付属品	41,500,000	41,500,000	-
(f) エンジニアリングおよび管理	374,000,000	132,000,000	243,000,000
(g) 価格の漸増および臨時出費	162,300,000	56,400,000	105,900,000
計	1,200,000,000	420,000,000	780,000,000

3. プロジェクトの利益、影響および公共性

(1) 本プロジェクトから直接利益を受ける人口
水文データの政府および民間ユーザ全員

(2) プロジェクトから間接的な利益を受ける人口
プロジェクトが開発する水を利用し、水により誘発される災害地域で、プロジェクトにより改善される地域に居住する者全員

(3) プロジェクトの利益を受ける地域
上記の人々が居住する全国の地域

(4) プロジェクトの経済、社会的影響（詳細に記述されたい）

（i）現状

水文観測は、間欠的であり、データの品質は、不十分、またデータ処理/管理作業は、不定期的であって、さらにいくつかのマイナス要因のために系統だっていない。

（ii）プロジェクトの予測される効果

本プロジェクトにより、信頼できる水文データ観測が可能になり、かつ継続的データ観測が促される。これらのデータは、水資源開発プロジェクトの効果的、経済的、かつ現実的計画ならびに設計を誘発し、かつその実施を加速する。

(5) 公共性（日本の供与援助により実施されるプロジェクトがその完了時に於いて、利益またはプラス効果が出ると期待する人がどの位いるか）

プロジェクトにより開発される水の利用者、あるいは水が誘発する災害地域でプロジェクトにより改善される地域の居住者全員

4. その他の供与国に対する要求

(1) このプロジェクトに密接に関係する援助向けに他の供与国に対し、行った要求があるか。

[ ]1. はい　　[*] 2. いいえ

(2) はいと答えた場合、下記に記入されたい。

（i）供与国名：

（ii）援助の名目と概要

（iii）供与国が要求される援助を拡大する可能性

（iv）他の供与国が援助を拡大しない場合、このプロジェクトの適切性ならびに効果について詳細に記述されたい。

本プロジェクトの目的は、それらの地方ならびに中央当局に施設の建設、機器の供給ならびに操作およびメンテナンスに関する指示等の組合せによって、水文気象学観測とデータ管理能力を引き上げることにある。施設の建設ならびに機器の供給は、水文データの改善のために緊急に必要である。

（v）他の供与国が貸付の拡大を行う場合、日本の供与援助が本プロジェクトのために必要な理由について記述された。

該当せず。

5. 優先順位

（対日本で行われる他のプロジェクトの中でこのプロジェクトの優先順位を記述されたい）

HMG/Nは、本プロジェクトの実施を最優先している。

（優先順位付きのプロジェクト・リストを添付されたい）

6. プロジェクト担当省庁

(1) 実施担当庁の概要（詳細に記述されたい）

（本プロジェクト実施担当庁）

担当庁は、水文気象局(DHM)である。DHMは、水資源省下の1局である。

（i）同庁の組織図（全体）

（プロジェクト担当責任局に印を付けられたい）

付表1参照

（ii）同庁の権限と任務

DHMは、予報、その他のデータ情報を含む水文気象学的データの観測、管理、分析、および普及の役割を果たす責任がある。

（iii）職員（当局のスタッフ、作業員、従業員数、および本プロジェクト担当の責任局、部門および課について述べられたい。

（1992年中央オフィスのみ）	局	部
上級担当官/水文学者、気象学者	22	6
担当官/水文学者/気象学者	49	11
技術者/事務職員	92	16
合計	163	33

（iv）予算（歳入および歳出）

（現地通貨で記載する場合、当該通貨の最近の対米国ドルまたは対日本円為替相場を記載されたい）

(a) 1992/1993年度に於けるDHMの予算： 26,984,000ネパール・ルピー

(b) 1992年12月の為替相場 ： 1米国ドル＝46.71ネパール・ルピー

(2) 監理担当省の概要（詳細に記述されたい）

監理担当省は、水資源省(MOWR)で、その下でDHMが機能している。

（i）同省の組織図（概要）

（プロジェクトの担当責任局および実施担当庁にマークされたい）

別表2参照

（プロジェクト担当責任局、部、および課、ならびに実施担当庁を指示した詳細組織図を添付されたい）

（ii）同省の権限と任務

MOWRは、この国の水資源開発の計画、実行、ならびに管理について単独で責任を負っている。

（iii）職員（同省、責任局、部および課のスタッフ、作業員ならびに従業員数について記載されたい）

別表3参照

（iv）予算（歳入および歳出）

（現地通貨で記載する場合、同通貨の最近の対米国ドルまたは対日本円外国為替相場を明記されたい）

(a) 1992/93年度のMOWRの予算： 5,263,000ネパール・ルピー
（管理関係のみ）

(b) 1992年12月の為替相場 ： 1米国ドル＝46.71ネパール・ルピー

7. 準備

(1) プロジェクトの現場（10000分の1の縮尺を含む縮尺での現場の写真地図を添付されたい）

（i）(a) 現場の所在地

観測機器は、全国に配布される。堆積物分析用の設備は、DHM地方オフィス4ヶ所に導入される。作業所、トレーニング・センタ用の校正施設、工具類、ならびにコンピュータ設備と付属品は、DHM中央オフィスに準備する。

(b) 現場の総面積

校正施設ならびにトレーニング・センタは、5000㎡（ほとんどの観測施設は、政府所有地に据え付けることができる。その他の機器は、既存の建屋内に据え付ける）

（ii）土地の準備

(a) プロジェクト用の土地は、公用徴収がどの程度済んでいるか。

(b) 土地の公用徴収は、いつ完了するか。

土地は、本プロジェクトの「基本設計」が開始されたら、速やかに公用徴収される。

（土地の公用徴収に関する法律および手続きを添付されたい）

(2) 電気、給水、電話、下水、その他の施設

（上記付帯施設が準備されている範囲について記述されたい）

DHMがこれら全ての施設を現在使用している。

(3) 地形学的、地質学的、気象学的、海洋学的状況等に関わる情報、統計、ならびにデータはあるか。

（ある場合、それらの情報を添付されたい）

8. 実施担当庁の能力

（プロジェクトの管理、維持ならびに運用に当たっての担当庁の能力について記述されたい）

(1) 現状

同庁(DHM)は、UNDPや「氷雪水文学プロジェクト」のようなプロジェクトをこれまで首尾よく管理、維持および運用してきている。これらのプロジェクト作戦を通じて、同庁は本プロジェクトに適用な経験およびノウハウを蓄積している。

(2) 同庁の問題点

熟練技術職員の不足および予算上の制約

(3) 開発計画（がある場合、同庁は本プロジェクトをより効果的かつ効率良く処理できるような計画の内容について詳細に記述されたい）

プロジェクトをより効果的に処理するためには、プロジェクトの運用段階で外国人専門家を割り当て、かつ主要現地職員は、海外でのトレーニングを行うことが望ましい。

9. プロジェクトの運用と管理

(1) 職員（職員数を記入されたい）

	現状	プロジェクト完了時点
監理担当省	106	-
実施担当庁	163	-
直接責任職員（設計および測量に関する国有企業）	33	-

（病院、研究所、トレーニング・センタ等の場合、職務、職員図を添付されたい）
（必要職員がまだ確保されていない場合、いつ、どのように確保されるのか）

(2) 予算（下表に記入されたい）
（現地通貨で記入の場合、当通貨の対米国ドルまたは日本円の最近の外国為替相場を記載されたい）

（単位： ネパール・ルピー）

	2年前 (1990/91)	1年前 (1991/92)	現在 (1992/93)	プロジェクト完了時
監理担当省（管理目的のみ）	1,773,000	2,377,000	5,263,000	-
実施担当庁				
プロジェクトの	18,688,000	21,837,000	26,984,000	-
直接予算	-	-	-	-

（プロジェクト実施のための追加予算割当がある場合、下記の質問に回答されたい）

（ｉ）　追加予算は、すでに割り当てられているか。

[ ]1. はい　　[*] 2. いいえ

（ii）いいえと答えた場合、追加予算は、どのようにいつ割り当てられるか。

追加予算は、本プロジェクトに対する日本の援助が承認された後、速やかに取得される。

(3) 現地スタッフの技術的能力

（ｉ）プロジェクトを運用する現地スタッフの技術能力について記述されたい。

「実施担当庁」のスタッフは、既存システムの日常的な運用に比較的習熟している。ただし、これらスタッフの技術レベル向上には、系統だったトレーニングが必要である。

（ii）施設設備の運用および管理担当者の教育背景について、詳細に記述されたい。

6名の上級または各部の水文学者は、工学修士である。その他の7名の水文学者は、学士である。

10. 関連プロジェクトのリスト

（関連分野に於いて、別の供与国、または国際的組織により実施されているプロジェクトがある場合、下記に記入されたい）

(1) 供与国名：　国連開発計画

(2) プロジェクトの名称：　運用水文学業務開発

(3) プロジェクトの概要：　河川の計器の修理、コンピュータおよびデータ・バンクの導入、年報の発行、作業所施設の準備、ならびにスタッフのトレーニング

(4) 援助の種類（供与、貸付、技術援助等）：　供与および技術援助

(5) プロジェクト期間： 1982年から1987年

(6) 本プロジェクトとの関係： 本プロジェクトにより、上記プロジェクトで修正された既存システムをさらに改善する。

（プロジェクトが多数ある場合、同様に説明付きリストを添付されたい）

11. 技術援助

(1) 技術援助は、本プロジェクト向けに拡大されているか。

[*] 1. はい　　[ ]2. いいえ

(2) このプロジェクトの実施には、技術援助が必要か。

[*] 1. はい　　[ ]2. いいえ

(3) いいえと答えた場合、技術援助が不要な理由について記述されたい。

(4) はいと答えた場合、下記に記入されたい。

（i）短期専門家

（ii）長期専門家： 観測専門家およびコンピュータ専門家

（iii）トレーニングを受ける者の受け入れ： 観測およびデータ管理に関するトレーニング受講者5名

（iv）プロジェクト式技術協力

（必要な場合、提示プロジェクトの概要について記述されたい）

「水が誘発する災害防止技術センタ(DPTC)は、日本のプロジェクト式技術援助であるが、同センタが本プロジェクトに技術援助を提供することが望まれる。

（v）日本の海外協力ボランティア

（必要な場合、提示される部門および関連情報について記述されたい）

（vi）開発調査計画（フィージビリティ・スタディおよびマスタ・プラン）

（必要な場合、提示開発調査計画の概要について記述されたい）

「マスタ・プラン」および「フィージビリティ・スタディ」は、日本国際協力事業団の技術援助で実施されている。」

(5) 技術援助に関する公式の要求は、すでに行っているか。

[ ]1. はい　　[*] 2. いいえ

（iii）はいと答えた場合、当該要求期日を記載されたい。

（iv）いいえと答えた場合、公式要求が行われていない理由について記述されたい。

日本の援助の下で実施すべき「当プロジェクト」のコーチの範囲がまだ決まっていない。

（v）その要求は、日本大使館に対し、いつ行われるのか。

公式要求は、「本プロジェクト」の基本設計が完了次第、速やかに行う。

II. 総合開発計画

1. 計画の名称（最近総合開発計画の全容を添付されたい）

第8次計画（1992-1997））

2. 経済、社会情勢

（経済面の基本的事項に関する基礎的な統計について、記述されたい）

(1) GNP

1989年/90年について、現行価格で899億4100万ネパール・ルピー

(2) 国民所得、本分野別

国内総生産：　1989/90年で現行価格で887億7100万ネパール・ルピー

農　　業：　1989/90年で、現行価格で500億3200万ネパール・ルピー

農業以外　：　1989/90年で現行価格で386億7900万ネパール・ルピー

(3) 失業率

該当せず

(4) インフレ率

国内都市消費者物価指数（基準年 1983/84=100）

	1988/89	1989/90	1990/91
食料	165.9	181.9	200.4
必要食料およびサービス	153.7	177.2	193.4

(5) 成長率

1974/75年の価格で1988/89年の国内総生産： 285億3600万ネパール・ルピー

1974/75年の価格で1989/90年の国内総生産： 295億6000万ネパール・ルピー

（成長率＝3.6%）

1974/75年の価格で1990/91年の国内総生産： 307億4500万ネパール・ルピー

（成長率＝4.0%）

(6) 国際収支

1989/90年で7億7540万ネパール・ルピーの赤字

(7) 労働人口（全体、および部門別）

経済的に活動状態にある1981年の人口	6,850,886
農業、林業および漁業	6,244,289
製造業	33,029
その他鉱業、建設業	573,568

(8) 債務役務率

1988年で10.8%

(9) 未決済債務

1988年で10億8800万合衆国ドル

(10) 輸出入主要品目およびその価額

輸出（1989/90年）	51億5600万ネパール・ルピー
製品	26億9300万ネパール・ルピー
その他の製品	15億7300万ネパール・ルピー
食料および家畜	6億1600万ネパール・ルピー
原料、燃料を除く非食品	2億3900万ネパール・ルピー
その他	3500万ネパール・ルピー
輸入（1989/90年）	183億2500万ネパール・ルピー
製品	50億6500万ネパール・ルピー
機械輸送機器	37億9000万ネパール・ルピー
化学薬品および薬品	28億2400万ネパール・ルピー
食料および家畜	16億 800万ネパール・ルピー
原料、燃料を除く非食品	15億7100万ネパール・ルピー
その他	34億6700万ネパール・ルピー

(11) 主な貿易相手国

輸出（1987/88年）： インド、米合衆国、ドイツ連邦共和国、連合王国

輸入（1987/88年）： インド、日本、シンガポール、ドイツ連邦共和国、大韓民国

(12) 人口および人口増加率

1991年の人口	1846万2000
年間平均増加率 1981～1991年	2.08%

(13) 平均余命（男性および女性）

1989年の男性 54.88

1989年の女性 52.10

1989年の両性 53.52

(14) 死亡率および出生率

1986/87年で人口1000名当たりの死者数： 16.00

1986/87年の人口1000名当たりの出生数： 41.00

(15) 医療制度

1990/91年の病院総数： 111

1990/91年の病院ベッド総数： 4768

1990/91年の医者総数： 1196

(16) 同国を最も苦しめている疾病10種

該当せず

(17) 文盲率（または識字率）

該当せず

(18) その他のデータ

3. 計画の概要

(1) 計画に於ける最重要部門

潅漑および農業、エネルギ、産業用ならびに都市田園開発用給水等の水資源開発

(2) 計画の基本的な目標

（具体的な数字を使用し、目標を詳細に記述されたい）

(a) 5.1%で維持可能な経済成長； (b)貧困の緩和； および(c)地域による不均衡の削減

(3) 上記の目標は、いかに達成されるか。

各目標は、(a)農業の集約化および多様化、(b)エネルギ開発、(c)農村部インフラの開発、(d)雇用世代および人的資源の開発、(e)人口増加の緩和、(f)産業および観光開発、(g)専門家の育成および多様化、(h)マクロ経済の安定化、(i)行政改革および(j)監視と評価

4. 計画の実行および完了は、いつになるか。

「本計画」は、1992年7月に始まり、1997年6月に完了する。

5. このプロジェクトと総合開発計画との関係

（総合計画に於けるプロジェクトの意味について記述されたい）

総合計画は、この国の水資源開発に高い優先順位を付けている。本プロジェクトは、信頼

できる水分データを提供することにより、水資源開発の効率的、かつ経済的プランニングに貢献する。

6. 総合計画に列記されているプロジェクトないしは計画に対し、供与国が拡張している援助があるか。

[*] 1. はい　　[ ]2. いいえ

（iii）はいと答えた場合、当該援助に関する基本的な情報を記載されたい。

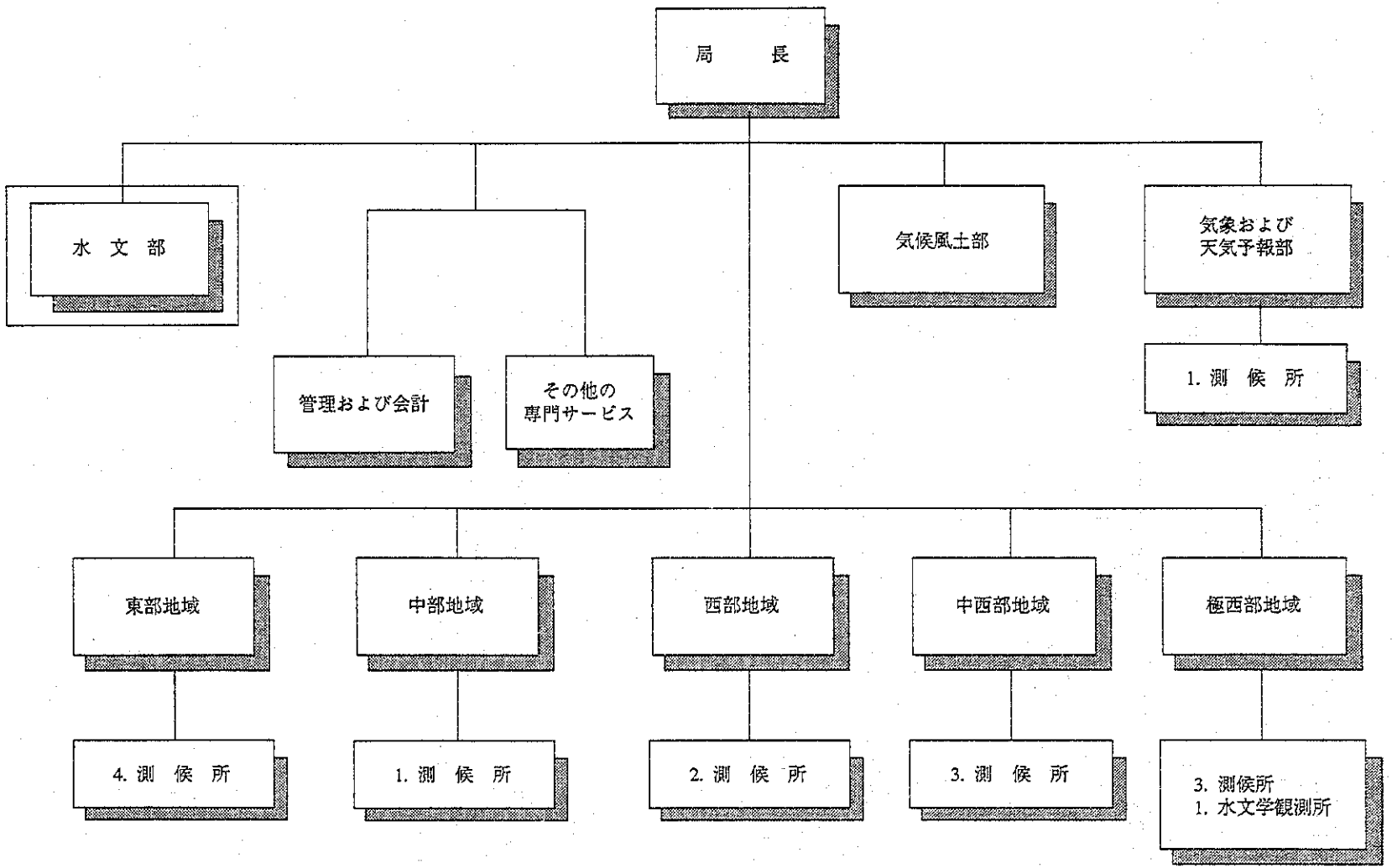
(a) 供与国名
ドイツ連邦共和国

(b) プロジェクトの名称
氷雪水文学プロジェクト

(c) プロジェクト・コスト
該当せず

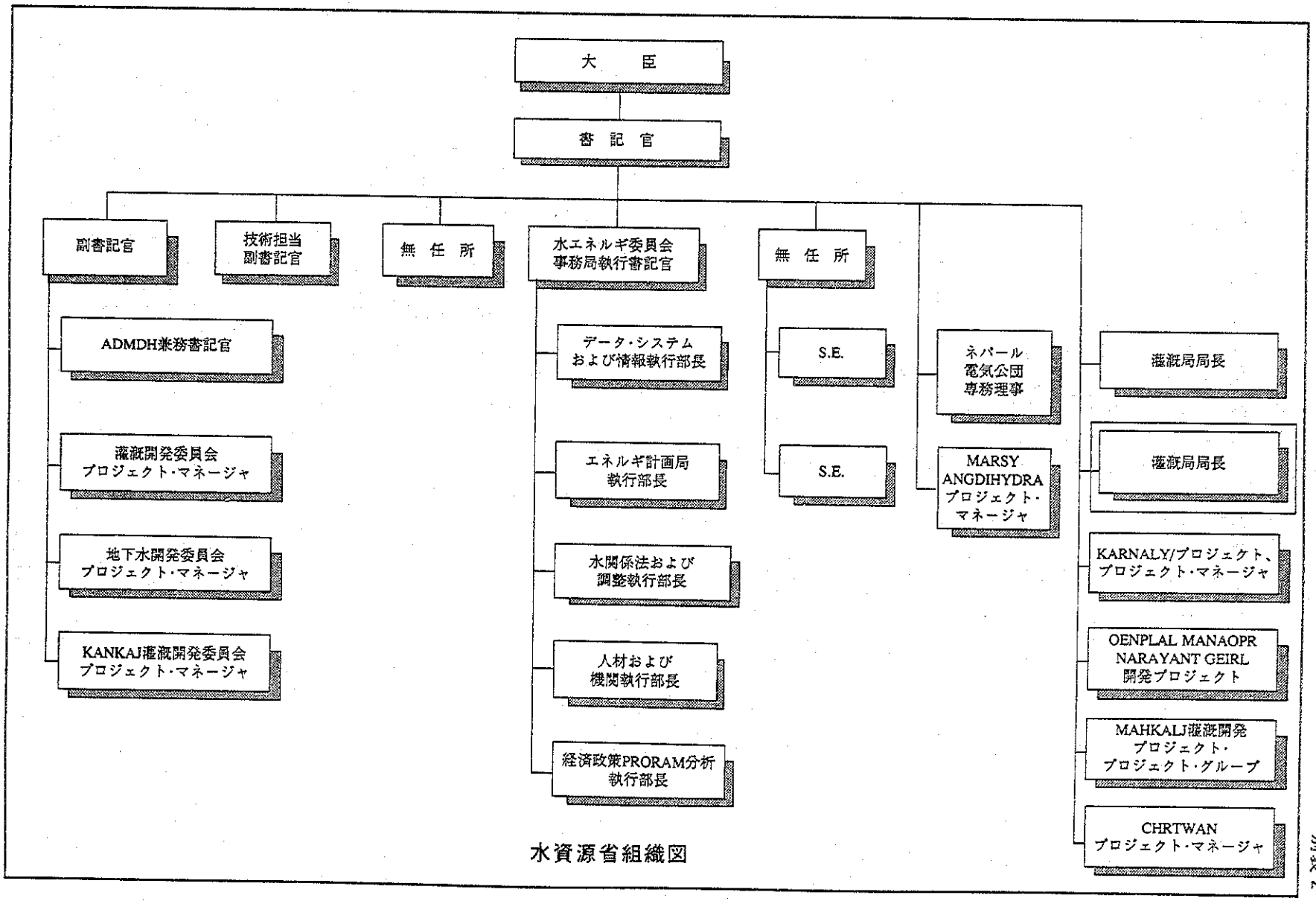
(d) 援助の種類（供与、貸与、技術援助等）

(e) プロジェクトの概要
本プロジェクトは、1987年に開始された。このパイロット・プロジェクトの目的は、水資源プランニングに関わるデータ収集のためのネパール国ヒマラヤの氷雪地域に於ける水文気象測候所6ヶ所を設立することである。


局　長
水　文　部
管理および会計
その他の
専門サービス
気候風土部
気象および
天気予報部
1. 測　候　所
東部地域
中部地域
西部地域
中西部地域
極西部地域
4. 測　候　所
1. 測　候　所
2. 測　候　所
3. 測　候　所
3. 測候所
1. 水文学観測所

DHMの組織図

別表 1


大　臣
書記官
副書記官
技術担当
副書記官
無　任　所
水エネルギ委員会
事務局執行書記官
無　任　所
ADMDH業務書記官
灌漑開発委員会
プロジェクト・マネージャ
地下水開発委員会
プロジェクト・マネージャ
KANKAJ灌漑開発委員会
プロジェクト・マネージャ
データ・システム
および情報執行部長
エネルギ計画局
執行部長
水関係法および
調整執行部長
人材および
機関執行部長
経済政策PRORAM分析
執行部長
S.E.
S.E.
ネパール
電気公団
専務理事
MARSY
ANGDIHYDRA
プロジェクト・
マネージャ
灌漑局局長
灌漑局局長
KARNALY/プロジェクト、
プロジェクト・マネージャ
OENPLAL MANAOPR
NARAYANT GEIRL
開発プロジェクト
MAHKALJ灌漑開発
プロジェクト・
プロジェクト・グループ
CHRTWAN
プロジェクト・マネージャ

水資源省組織図

別表 2

別表 3

水資源省の各部門に配置された職員数

1. 書記局	
a. 書記官	1名
b. 書記官助手	2名
2. 管理部	55名
3. 計画部	17名
4. 電気部	11名
5. 潅漑局	12名
6. その他	8名
合計	106名

別添書D

BAGMATI, EAST RAPTIおよびKAMALA各河川の洪水沈静化マスタ・プランの再検討

プロジェクトの名称： Bagmati, East RaptiおよびKamala各河川沈静化マスタ・プランの再検討

所在地： ネパール国内のBagmati, East RaptiおよびKamala各河川上に広がる洪水頻発地域

実施担当庁： 水資源省

提示援助元： 日本国際協力事業団(JICA)技術協力計画を通じ、日本国政府

1. 調査の目的

「本調査」の目的は、(1)1993年７月の最近の洪水の記録に基づくBagmati, East RaptiおよびKamala各河川の洪水頻発地域向けに実施される既存の洪水沈静化マスタ・プランの再検討、および(2)Bagmati川Kamaiya河区および本再検討調査で提示されているその他の優先地域に関するフィージビリティ・スタディの着手である。

2. 背景

1993年７月19日から21日の豪雨（１日の最大降水量がTistungに於いて、７月19日に540mmであった）が原因でネパールの各部、特に中部地方に於ける、洪水、岩屑流および地滑りにより広範かつ深刻な被害が生じた。この災害は、かつて経験した中で最大の災害であった。多くの村落が洪水により完全に流失し、あるいは岩屑流のより埋没して、行方不明者1000名を含む、2155名の人命を飲み込んだ。道路、灌漑プロジェクト用発電所、家屋、学校、農地等に対する物損は、暫定試算で42億ルピーに達し、この数字は、詳細査定が完了すると、さらに増大しよう。

洪水により最も深刻な被害を受けたのがBagmati, East RaptiおよびKamalaの各河川下流域であった。BagmatiおよびKamala各川の洪水沈静化マスタ・プランがネパールとインドの合同チームにより1992年に策定され、プロジェクト名は、「Bagmati川沿い築堤の拡張」および「Kamala川沿い築堤の拡張」となった。他方East Rapti川堤保護工事は、East Rapti灌漑プロジェクトの一環として、1989年に調査が行われた。

1993年７月の洪水は、設計流量を越える流量によって甚大な被害が生じたが、その結果、不可避的に上記３河川について、策定された洪水沈静化マスタ・プランの再検討を余儀なくしている。洪水沈静化のフィージビリティ・スタディは、できるだけ早期にBagmati川の

Kamaiya川各河区ならびに本再検討調査で確認されたその他の優先地域について着手する必要がある。

3. 調査地域

本調査は、下記の洪水頻発地域を対象とする。

- Bagmati川については、潅漑せきとインドとの国境間長さ54kmの河川域
- Kamala川については東西ハイウエイ橋とインド国境間長さ35kmの河川域
- East Rapti川については、Lothar川とKhageri Kholaとの合流地点間の長さ30kmの河川域

4. 工事の範囲

本調査は3段階、すなわち準備工事段階、現地工事段階、および再検討兼フィージビリティ・スタディ段階に分ける。各段階には、次の調査項目（図1参照）が含まれる。

A. 工事段階

(1) 既存マスタ・プラン調査の再検討

この作業には、調査地域で実施された洪水沈静化に関する調査報告書の再検討が含まれる。

(2) 関連データおよび情報の収集

下記のデータおよび情報は、できるだけ多く収集する。

地形および地質

- 航空写真および地形図
- 河川縦断面図および横断面図
- 土壌および地質条件に関するデータ

水文学および気象学

- 降水量
- 洪水流去水； 既存の流水計に於ける流量および水位記録計
- 堆積物データ

洪水の被害

- 洪水地域の被害を含む過去の洪水に関する記録
- 計画済み/進行中の洪水沈静化プロジェクト

施設および管理

- 既存河川および関連構造物
- 迂回せきを含む灌漑および下水施設
- 上記構造物/施設に関する運用およびメンテナンス記録

土地の利用

- 土地利用地図および植生図
- 土地利用図

社会、経済状態

- 人口分布とその増加率
- 既存開発プロジェクトおよび計画

(3) 現場踏査

現場踏査は、収集したデータおよび情報に関し調査地域を明確に境界を定め、かつ現場測量が行われる地域、場所を識別するために実施する。

(4) 現場測量の準備作業

土壌地形測量および写真測量地図に関する技術仕様書を作成する。

B. フィールド工事段階

(1) 縦断面および横断面図の作成

河川横断面図は、Bagmati川の長さ4kmにわたるKamaiya川河区について、200m間隔で作成する。一方、East RaptiおよびKamalaの各河川ならびにBagmati川の残りの部分については、500m間隔で作成する。

(2) 写真測量図

プロジェクト地域に関し、縮尺1万分の1の地形図を既存の4万分の1の航空写真を用いて作成する。

(3) 土壌/地質調査

提示構造物現場で土壌地質調査を実施し、かつさらに潜在的採石場ならびに土採り地域を識別し、建設材料を取得する。

(4) 気象水文計測

集約的な気象水文計測を調査の河道を通して実施する。

(5) 洪水被害に関する面接調査

過去の洪水によって、被害を受けた地域を識別し、さらに被害の規模に関し、現地の人々との面接を通じて調査を行う。

(6) 環境調査

現地の人々の移転のようなプロジェクトの実施により生ずるマイナス影響について、検討し、かつそれらの影響に対する対策を提案する。

C. 再検討およびフィージビリティ・スタディ段階

(1) 水文学、水力学的分析

- 可能性のあるピーク流量の予測
- 河川流量容量の試算

(2) 洪水被害の分析

- 調査地域に於ける洪水で被害を受ける資産ならびに経済活動の分類
- 洪水頻繁地域を示す氾濫地図の作成
- 規模別洪水被害の試算
- 経済、社会活動に及ぼす洪水被害の影響の評価

(3) Kamaiyaフィージビリティ・スタディ

下記の作業は、Kamaiya体制の経済的有効性評価のために実施する。

- 同体制向けに提示された構造物の実現可能性設計
- プロジェクト・コストの試算
- 建設計画の策定
- プロジェクトに関する経済的有効性の検討
- 社会的および環境上の影響を考慮したプロジェクトの総合評価

(4) 既存のマスタ・プラン調査の再検討

Bagmati, KamalaおよびEast Raptiの各河川について、提示された既存の洪水沈静化マスタ・プランは、1993年7月の洪水の記録ならびに新たに作成された地形図および河川の断面図に基づき、再検討を行う。

(5) 優先地域の選択

洪水から守るべき優先地域を既存洪水沈静化マスタ・プラン調査の再検討結果に基づき提示する。

(6) 選定した優先地域に関するフィージビリティ・スタディ

Kamaiyaフィージビリティ・スタディに関し、提示された調査項目（上記(3)で述べた通り）については、選定優先地域ついてもまた同様に処理する。

5. 制度的局面

調査実行担当庁は、ネパールHMGの水資源省である。HMGネパールは、本調査を実施する上で、日本政府からの技術援助を期待している。

実行担当庁が相手方職員および兵たん支援を必要な範囲で提供し、関係省庁との協調および協力は、実行担当庁を通じて手配する。

6. 作業スケジュールおよび報告書

本調査は、図１に示したように14カ月を要する。調査の過程を通して、下記の報告書を作成する。

(1) 調査開始後、２カ月以内に「調査開始報告書」。この報告書には、調査の目的に関する概要、当初調査結果ならびに調査の運用および方法に関する詳細計画を記載する。

(2) 調査開始４カ月以内に「進捗報告書」。この報告書は、プロジェクト地域に於ける洪水の現状ならびに現地調査の結果を取り上げる。

(3) 調査開始後、7カ月以内に「Kamaiyaフィージビリティ・スタディ・レポート」、このレポートは、Kamaiya洪水沈静化プロジェクトの経済的有効性について検討する。

(4) 調査開始10カ月以内に「中間報告書」。この報告書は、調査した既存の洪水沈静化マスタ・プランの再検討を行い、かつ洪水を防ぐべき優先地域の選択を行う。

(5) 調査開始後、12.5カ月以内に「原案最終報告書」。この報告書には、選定した優先地域についてのフィージビリティ・スタディ結果を記載する。

(6) 調査開始後、14カ月以内に「最終報告書」。この報告書には、HMGネパールが提起した「原案最終報告書」に関する所見および指示事項を反映する。

7. 投入要件

専門家

調査は、水資源省との協力の下、JICAの専門家チームが請け負うことが期待されている。調査に必要なJICA専門家は、次の通り。

(1) チーム・リーダ
(2) 洪水沈静化プランナ
(3) 水文学者
(4) 河川技師
(5) 水力学構造技師
(6) 土壌技術者/地質学者
(7) 社会経済学者
(8) 写真測量士
(9) 地形調査専門家
(10) 環境専門家
(11) コスト試算/建設計画専門家
(12) プロジェクト経済学者

8. 技術移転

技術移転ならびにトレーニングは、下記の形で調査期間中に相手方職員に対し行うものとする。

- 必要な測量、調査、および分析の実施を通じた実地トレーニング
- 調査に関するより広い知識、分析ならびにプランニング方法を取得するための日本に於けるトレーニング

5. 潅漑チームが視察した被害潅漑施設の概要および緊急の復旧対策と将来の対策に関するプロポーザル

5.1 東ラプティ川潅漑プロジェクト

5.1.1 被害の状態

・被害を受けた受益面積は、9500 haの内の5951 haである。

・取水施設および農地が被害を受けた。

・ピプル村の右岸堤防の決壊箇所にある取水施設（パイプカルバート）3カ所が流失したが、この現象は、 図5.1] に示した通りである。

・何らかの被害を受けたか、または完全な流失崩壊を受けた取水工の数は、下記の通りである。

	被害数	完全流失被害数	被害面積
東ラプティ川	10 カ所	6 カ所	2,500 ha.
ブディ・ラプティ川	15 カ所	10 カ所	1,331 ha.
ドングレ川	26 カ所	18 カ所	2,120 ha.
合計	51 カ所	34 カ所	5,951 ha.

東ラプティ川潅漑プロジェクトの「農民管理潅漑システム(F.M.I.S.)」の典型的な取水施設の種類は水路橋、ボックスカルバートおよびパイプカルバートである。

5.1.2 緊急復旧工事に関するプロポーザル

・築堤決壊箇所の再配置（新規取水口位置の再検討）

・決壊した張出し堤防は本来、右岸堤防の未決壊部分の延長線上に続けるべきであり、決壊堤防に配置されていた取水施設3カ所と決壊せずに残った取水施設3カ所とは、1つの潅漑システムに統合すべきである。新規取水施設の構造は、ボックスカルバートと木、玉石やある種の草木葉で構築する仮設堰でよい。 図5.1]

・仮設取水工は、簡単に決壊する可能性はあるが、みお筋の変化に応じて容易に再建できる。

・新規取水堰の位置は、浸透による水頭の喪失が予測され、また堆砂による通水断面の減少が考えられるため、できるだけ必要な通水水頭を保持するには、現在の取水位置に対し比較的上流にすべきである。

・その他の２つの川（ブディ・ラプティ川、ドングレ川）で流失した24カ所の取水施設は、対象受益地が異なるため、統合することはできない。 図5.1]

・これらの取水施設の復旧に関しては、ネパール政府が現地の水利組合と協力して、現在のF.M.I.S.システムを利用できる様に調整を図るべきである。

5.1.3 将来の対策

・当然のことながら、仮設堰は、みお筋が簡単に変化するために灌漑用水の取水は、不安定になる。

・したがって、近い将来、取水の安定化のために新規灌漑システムの建設（すなわち1986年のフィージビリティ・スタディ・レポートにより作成された新規の頭首工および取水施設の建設）が必要になると考えられる。

5.2 バグマティ灌漑プロジェクト

5.2.1 被害状況

(1) 東部幹線水路

・幹線水路17kmの内、4kmが被害を受けた。

・被害内容は、下記の通り。

1) 堆砂（厚さ約1～1.5m） 図5.2]

2) 斜面崩壊、洪水流の水圧による盛土の切断および洪水の越流 図5.2]

・斜面破損は、橋梁、水路、およびサイホンの上流への背水によって起こったものと想定される。

3) 盛土決壊 図5.3]

・支線水路の一部もまた被害を受けた。理由は、洪水流により盛土が流失したためと思われる。

4) 水路の盛土にある木の倒木

・樹根の長さ（約1m）が、木の高さ（約15m）に比べてきわめて短い。したがって、水路の盛土が倒木によって連続的に崩壊した。

(2) 西部幹線水路

・東西ハイウエイ付近にある幹線水路の一部が斜面崩壊の被害を受けたが、その理由は

洪水圧を受けたことにより通水断面が瞬間的に広げられたことにあるように考えられる。

・東西ハイウエイから約300m下流まで堆砂が確認され、厚さは3mであった。 図5.4]

・BHALDHIYA支線水路の中間部および末端部が流失した。

・サイフォン埋設部において、河川堤防が流失した。

(3) バグマティ堰

・ほとんどすべての水門が被害を受け、傾き、ひずみ、一部離脱等が見られた。

・管理橋の一部が被害を受けた。被害の内容は、洪水流の揚圧力によるコンクリート・スラブの浮き上がりと亀裂の発生であった。

・取水部背面壁と管理棟は、完全に崩壊した。さらに発電棟の基礎は、極度の侵食を受けた。これらの被害は、洪水流の越流が原因である。

・長さ20m以上の大きな流木が水門に引掛かった。これらの流木が洪水の流れを阻害したようである。

5.2.2 水路の緊急復旧工事の提案

(1) 法面崩壊部

・的確に言えば、用地の購入に問題がなければ、以前の築堤の後方に新規に盛土を築堤できるが、この対策は経済的でないため、崩壊箇所に詰土するだけとし、低水位法面に蛇籠の護岸を行うべきである。 図5.5]

・この場合、水路内に堆積している土砂や玉石を使用する方が経済的である。できればこの工事は重機を用いて行うべきである。

(2) 盛土決壊

・決壊部は、再建すべきである。

(3) 堆砂

・重機および人力による堆砂の除去

5.2.3 バグマティ堰の緊急復旧工事の提案

(1) 今後の新規プロジェクトのための将来の設計の提案

・水門の幅は、流木が容易に流れるようにできるだけ幅広くすべきである。例えば、日本の基準（農林水産省による）は、次のようになっている。

設計高水流量 m³/s	水門の標準幅 m
<500	15
500 - 2000	20
2000 - 4000	30
> 4000	40

・水門は、設計洪水位より高い洪水位に対応できるよう堰の頂部まで移動できる施設とするべきである。

・設計堆砂量は、安全側で設計すべきである。

取水堰の構造は、管理および操作が容易にできるように、カマラ取水堰のような固定堰と可動堰の組合せにするよう提案したい。

(2) 堰の緊急復旧工事の提案

1) 水門のガイドレールを堰柱の頂部まで延長 図5.6]
2) 盛土の再建
3) 管理棟の電気および機械系統の修理
4) 特に左岸の取水部背面壁の再建
5) 左岸の侵食部を保護するための新規盛土（蛇籠工を併用）の建設
6) 流木の除去
7) 管理橋の修理
8) 堰上下流の堆砂の除去

上記１～８の施設規模を決定するためには、流木や堆砂等の影響を考慮した不定流水理モデル・シミュレーションを最終的に実施する必要がある。

5.2.4 将来の対策の提案

1) 上流および下流の河川堤防の強化
2) 遊水池の建設
3) 洪水調節ダムの建設の検討
4) 植林および再植林の強化
5) 開発行為に伴う洪水流出率の検証
6) 洪水危険区域の設定（既存家屋の撤去および新規住宅建設の規制）
7) 洪水警戒水位および洪水警報システムの確立
8) 洪水の被害が多い地域においては流木、堆積物等の影響を考慮したより安全側の設計洪水流量の設定が必要である。

5.3 カマラ灌漑プロジェクト

5.3.1 被害状況

(1) 水路

・幹線水路には若干の堆砂がある。

・幹線水路自体はコンクリートブロックによる法面保護工で強化されているため被害はなかった。

・支線水路。

カジュリ支線	62カ所
マヒナトプール支線	12カ所

被害の大部分は、盛土決壊である。

(2) カマラ堰

・堰の下記の部分が被害を受けた。

1) 左岸上流のコンクリートブロックエプロン部の決壊
2) 下流減勢工の一部流失
3) 水門の被害は、下記の通り若干であった。

	総水門	被害を受けた水門数
左側堰	8 カ所	4 カ所
右側堰	8 カ所	3 カ所

5.3.2 再建および復旧工事の提案

(1) 水路

・他のプロジェクトと同様

(2) 堰

・被害箇所の復旧は、容易に行うことができる。

目立つ特徴

（幹線水路および支線水路）

特徴	幹線水路	支線水路No.1	支線水路No.2
I. NET潅漑可能領域(ha)	9536	2280	1822
	(5434) *		
II. 水路長さ(km)	21.0	6.9	4.7
III. 最大設計流量（m³/s）	14.3	3.42	2.73
IV. 水路の種類	全体にライニングのない台形土水路		
V. 水路勾配	1/8500	1/5000	1/3500
	-1/5000	-1/3000	-1/3400
VI. 水路緒元（最大）			
－水路高さ(m)	3.12	1.84	1.75
－底面幅(m)	6.00	3.00	2.50
－頂部幅	15.36	8.52	7.75
VII. 迂回二次水路数	43	16	9
VIII. 関連構造物数			
－分水工	21	6	5
－分岐点	6	2	2
－チェック	13	0	0
－チェック・ドロップ	0	4	4
－暗渠	11	5	4
－ドロップ	0	10	6
－サイフォン	15	0	1
－シュート	0	0	1
－洪水吐	5	0	0
－洪水吐カム余水路	2	1	1
－スーパーパッセージ	1	0	0
－ターミナル構造物	1	1	1
－測定装置	1	0	0
－歩道橋	17	0	0
－伏せ樋	26	1	4

*幹線水路が直接制御できる NET 潅漑可能領域の広さ

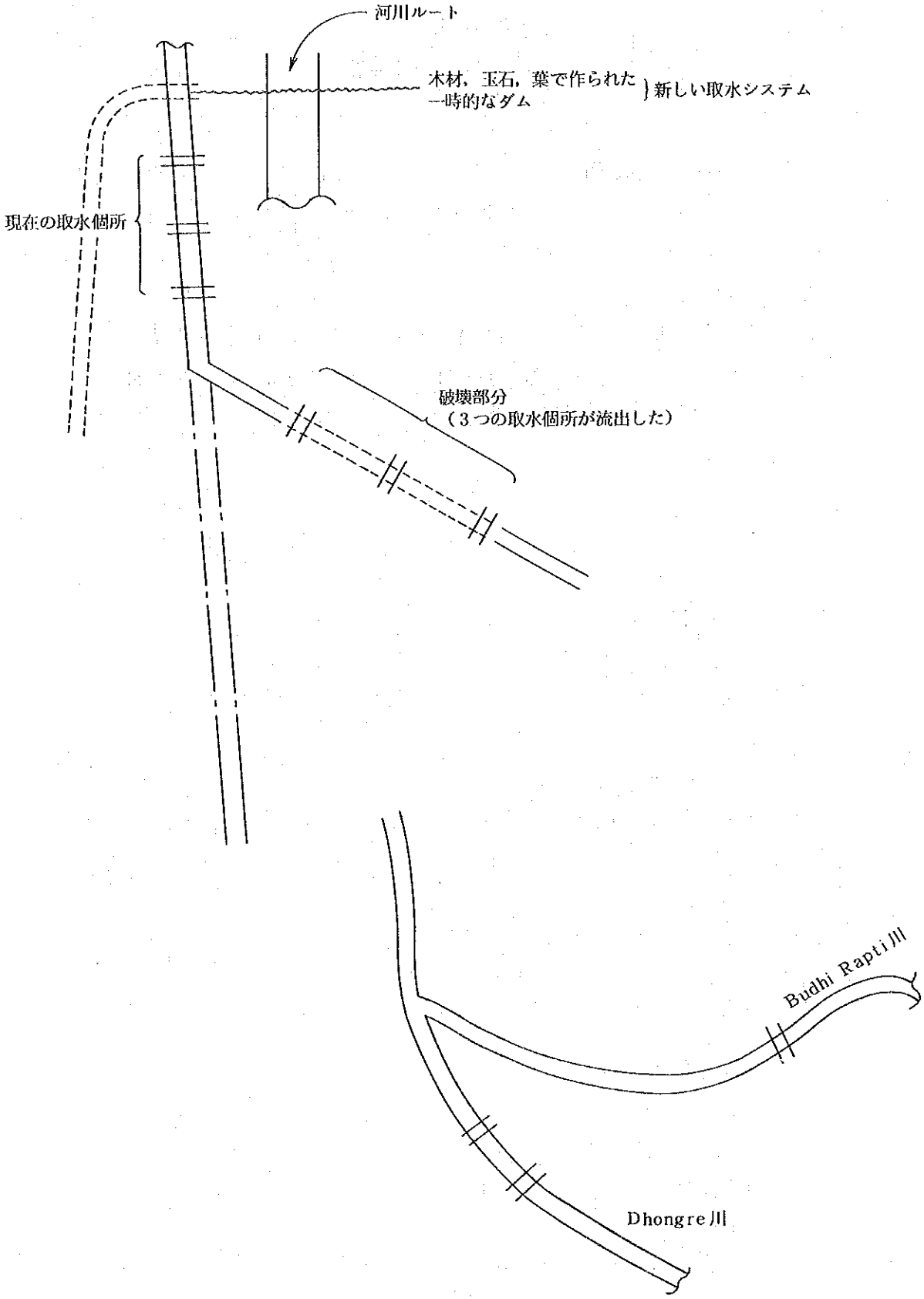


図5.1　東Rapti灌漑プロジェクトの概略図

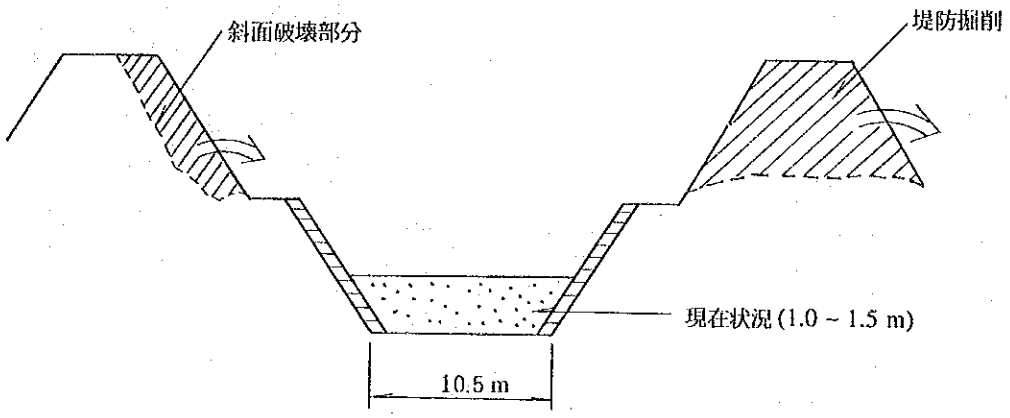


図 5. 2　東 主 水 路 の 断 面

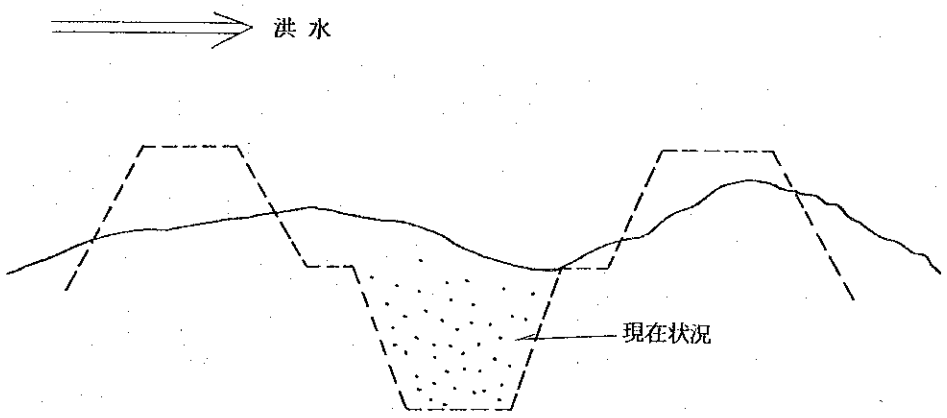


図 5. 3　破　壊　条　件

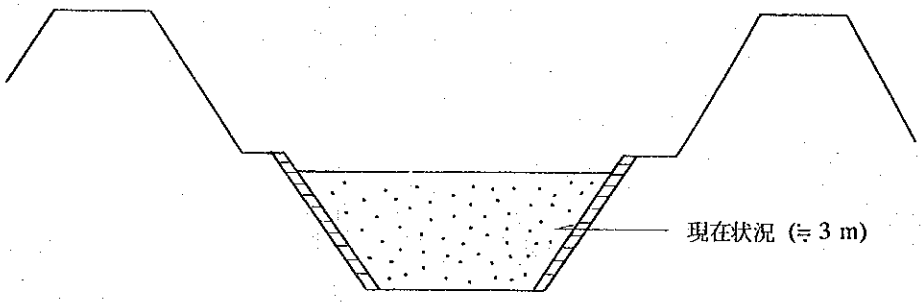


図 5. 4　西 主 水 路 の 断 面

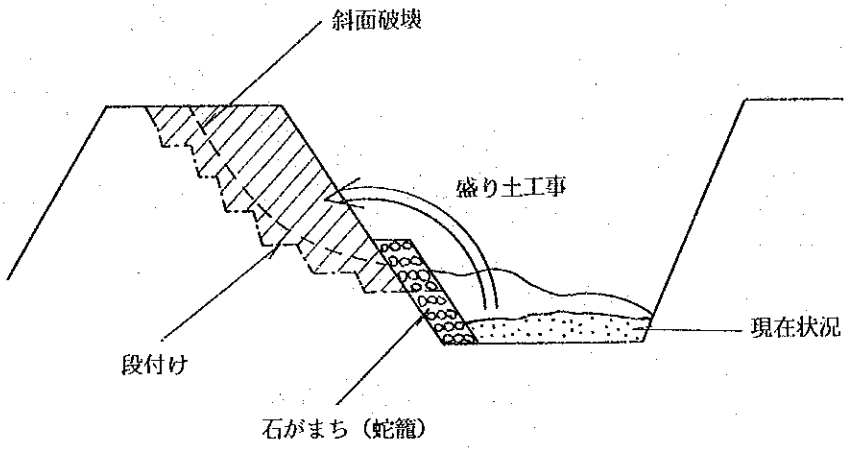


図 5.5　水路の再建方法

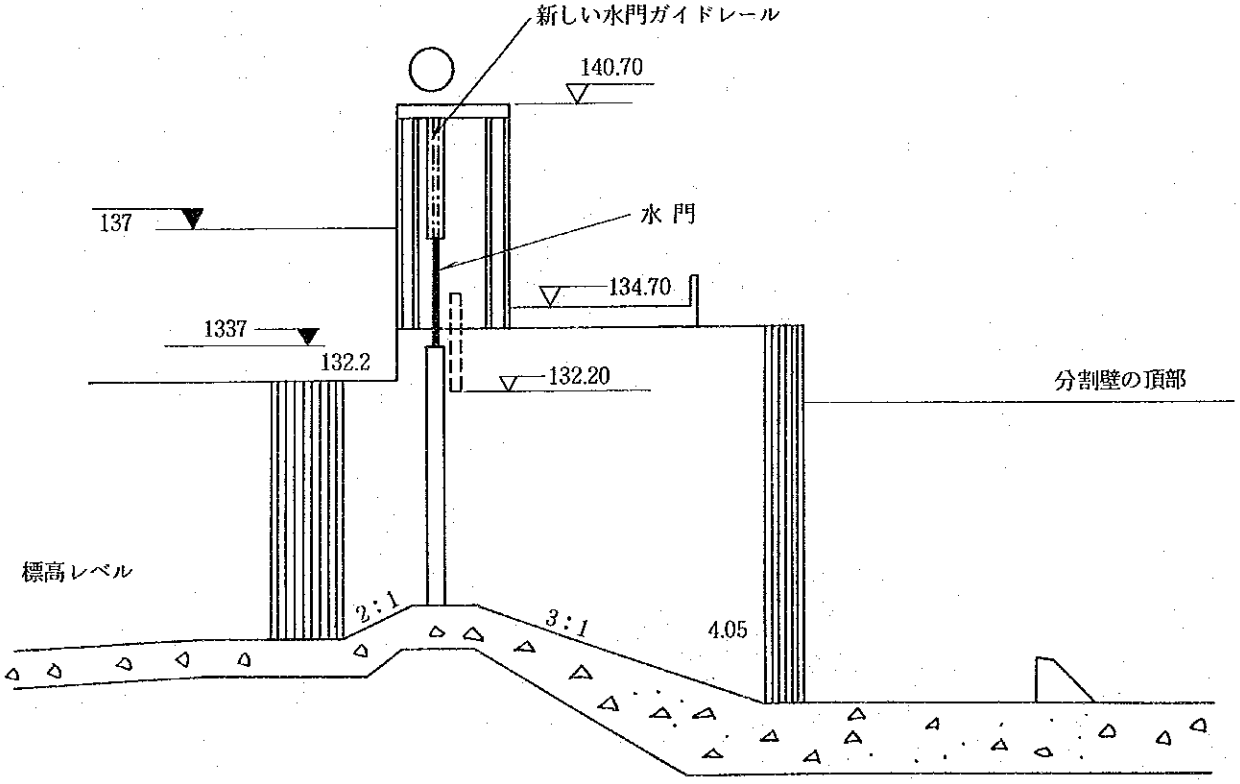


図 5.6　Bagmati ダムの断面

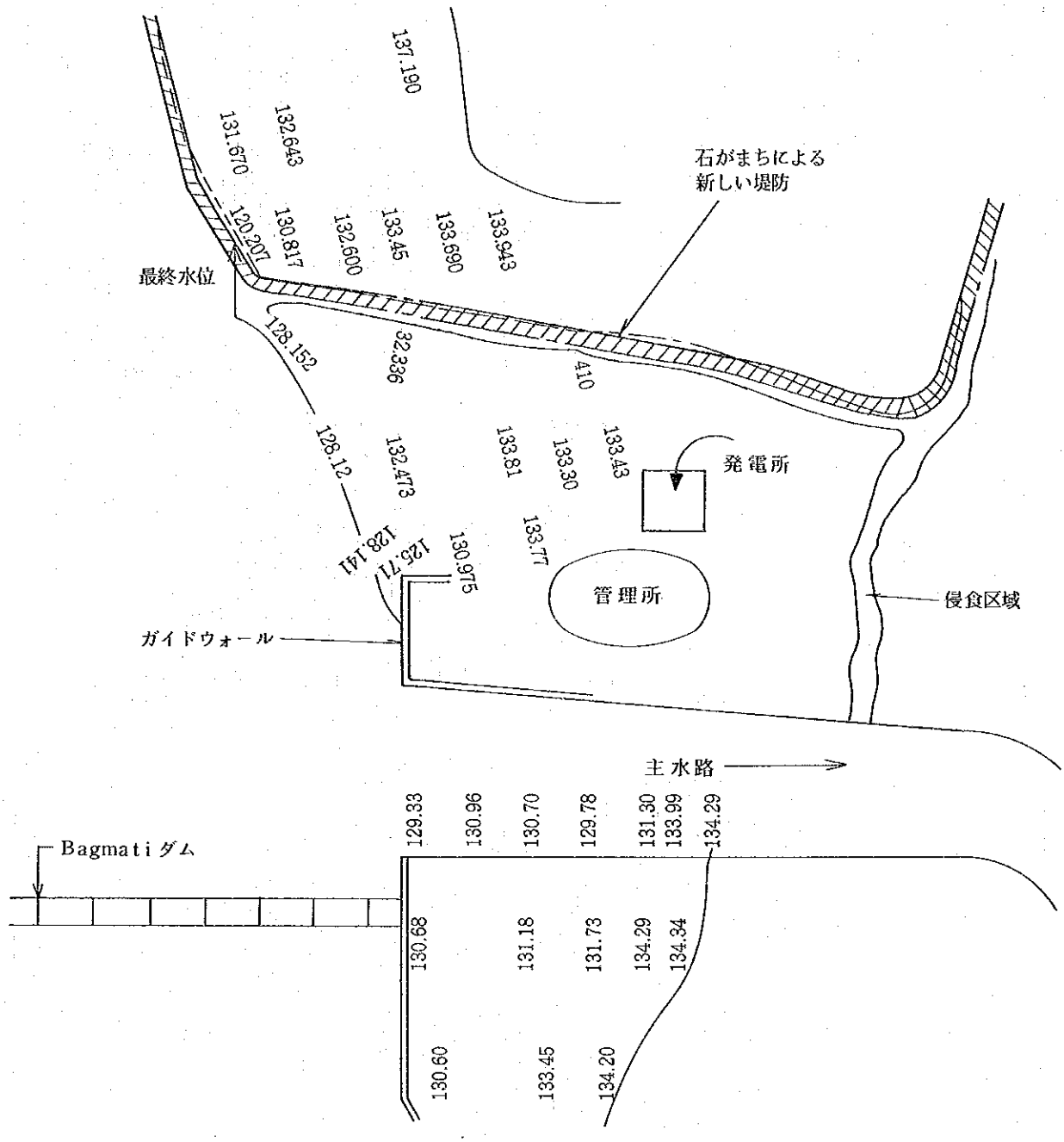


図5.7　Bagmati ダムの左岸の図面

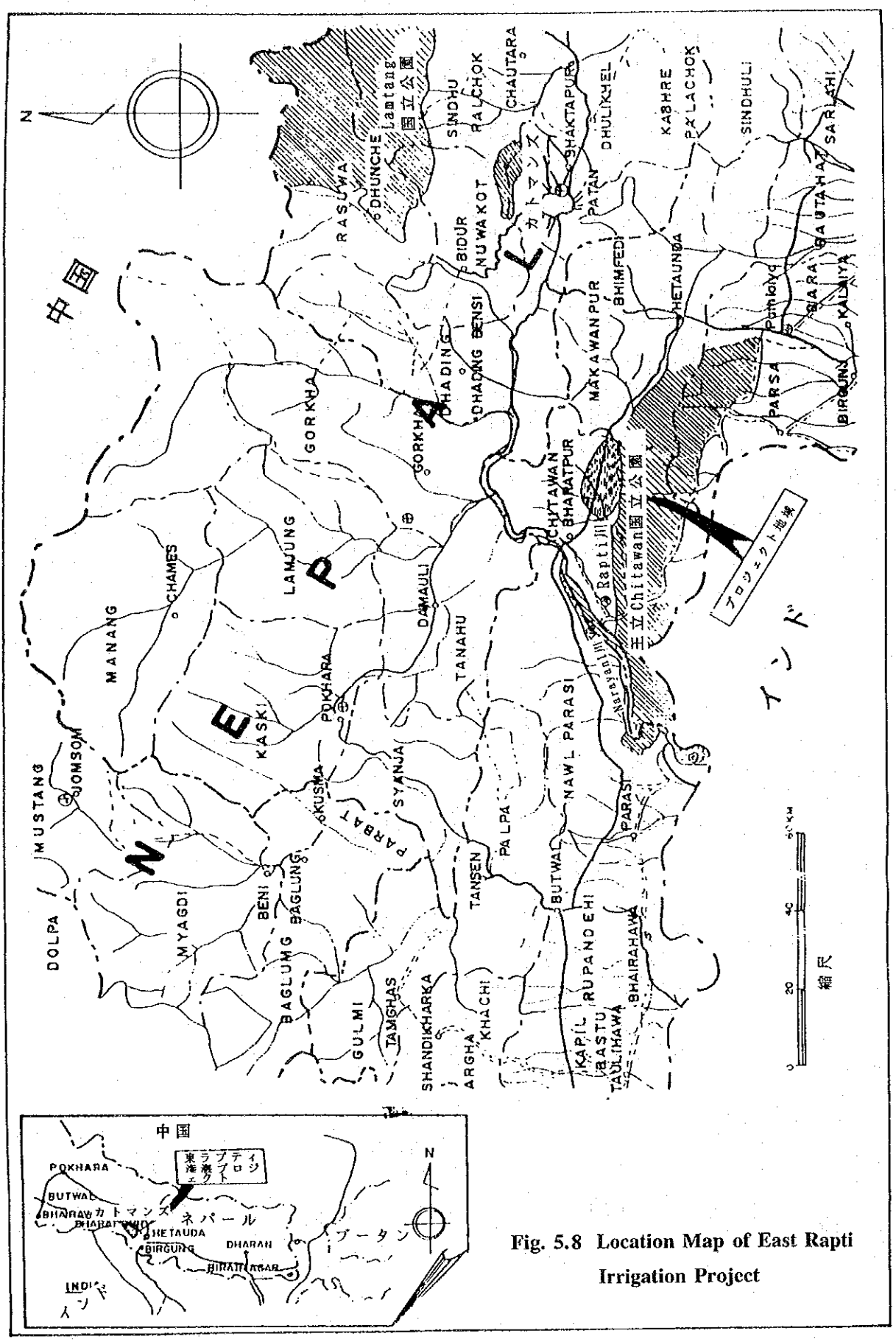
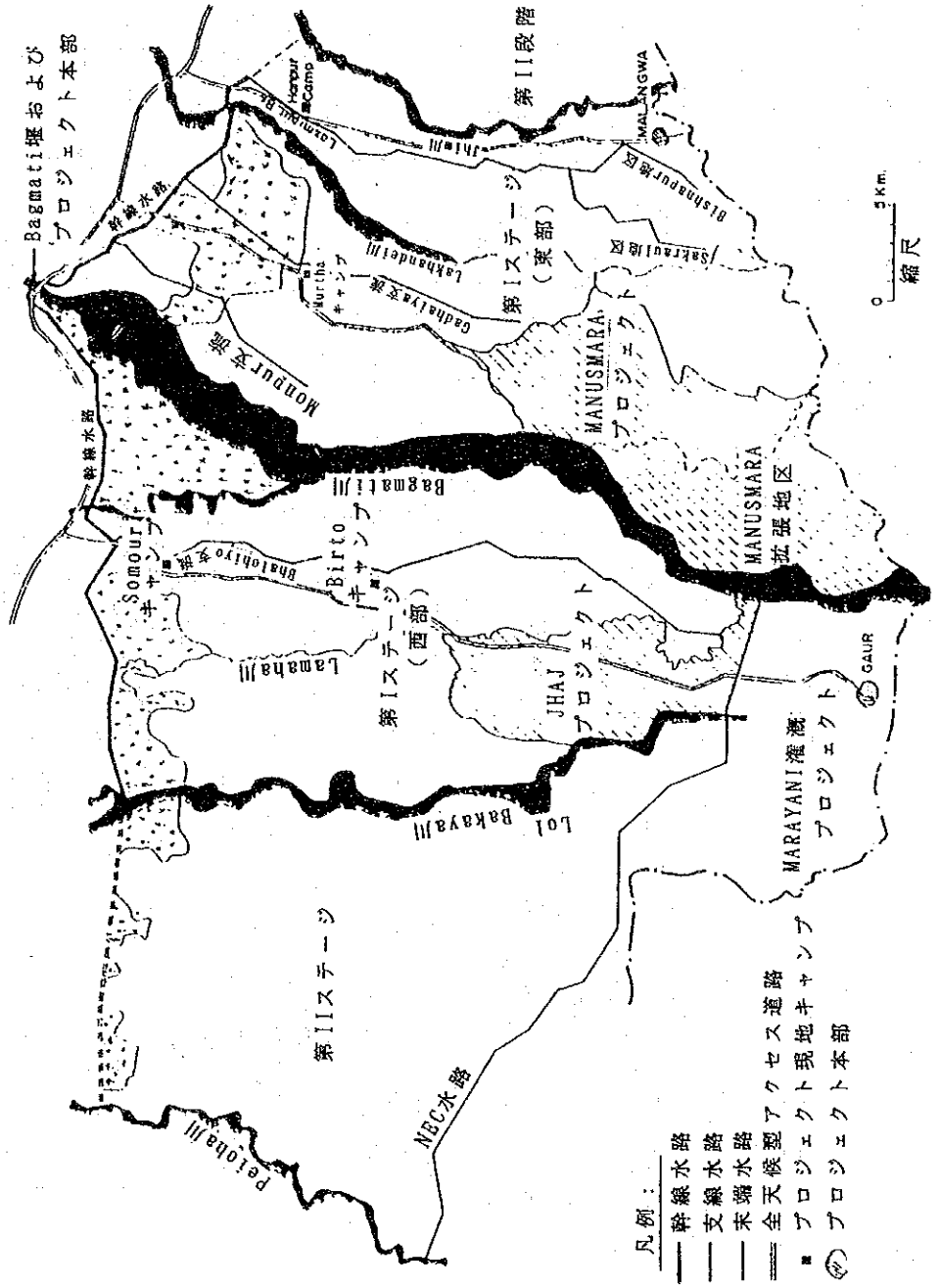


Fig. 5.8 Location Map of East Rapti Irrigation Project



Bagmati Irrigation Project
Present Status

ネパール王国政府
フィージビリティ・スタディ バグマティ灌漑地域開発プロジェクト
アジア開発銀行

6．地すべりと土石流に関する対策

ネパールの中央山岳地帯では、1993年7月19日から21日の間に発生した集中豪雨のために、多くの地すべりや斜面の崩壊、土石流などが発生した。地すべりの発生特性は、傾斜の状況あるいは地質学的構造によって異なっており、ネパール国の社会的あるいは経済的に重要とされる基幹施設に大きな影響を与えている。この章では、これらの地すべりの安定化対策のための施設計画および防止対策工の施工という観点から述べる。

6.1　調査対象地区における地質学的および地形学的状況

［地形特性］

ネパールは、地形的特性から見てグレート・ヒマラヤ、レッサー・ヒマラヤ、内陸地帯、シワリク、タライ平原という5つの地形ゾーンに区分される。今回の調査は、内陸地帯に発生した地すべりに関して実施されたものである。調査対象地区の高度は600mから2,500mで、山腹斜面には川の侵食によって生じた急傾斜の斜面が発達している。この地区に見られる地形は、地質学的構造の規制と川の侵食による影響を受けて発達したものである。その結果、山の斜面には地質学的な特性および川の水流による洗掘によってもたらされた典型的なケスタ地形が発達している。

［地質特性］

調査対象地区の地質構造は、向斜と衝上断層に支配されている。向斜は、マハバララト向斜と名付けられている。この向斜の軸はカトマンズ盆地の中央を通過し、東西方向に延びている。また、先カンブリア・ビンペディ層群と古生代アッパー・ナワコト層群との間には、明確な断層が分布している。トリスリ川上流の河床も、この断層に強く支配されている。この地区のほとんどの堆積岩は、高角度の成層面で構成されており、対象地区では、節理面が非常に発達している。

調査対象地区の地質は、主に花崗岩、結晶片岩、変成堆積物、石灰岩、片麻岩で構成されている（図－6.1)。この地区の地質が構成された時期は、先カンブリア時代から古生代である。また、この地区にはふたつの大きな貫入性の花崗岩の岩体が分布している。ダマン花崗岩の岩体が、ラプティ川上流の右岸からダマン地区を覆っている。ナラヤン花崗岩の塊体は、トリスリ川上流の左岸から東西に延びている。この岩体は、東西方向の断層ゾーンに沿って貫入している。ラプティ川地区には、主に結晶片岩と変成堆積物が分布している。また、ラプティ川沿いには、後期古生代に構成された変成堆積物が分布している。