

国際協力事業団

ネパール国
水資源省灌漑局

ネパール国テライ平野河川治水計画調査

最終報告書

要約

JICA LIBRARY



J 1150524 (5)

平成11年5月

日本建設コンサルタント株式会社
日本工営株式会社

社調二
JR
99-075

ネパール国テライ平野河川治水計画調査

最終報告書

要約

平成11年5月

日本建設コンサルタント株式会社

116
317
335
ARY

国際協力事業団

ネパール国
水資源省灌漑局

ネパール国テライ平野河川治水計画調査

最終報告書

要 約

平成11年5月

日本建設コンサルタント株式会社

日本工営株式会社

ネパール国
テライ平野河川治水計画調査

英文報告書の構成

- VOLUME I : EXECUTIVE SUMMARY
VOLUME II : MAIN REPORT
VOLUME III : SUPPORTING REPORT
A1: FLOOD MITIGATION PLAN/RATUWA RIVER
A2: FLOOD MITIGATION PLAN/LOHANDRA RIVER
A3: FLOOD MITIGATION PLAN/LAKHANDEI RIVER
A4: FLOOD MITIGATION PLAN/NARAYANI RIVER
A5: FLOOD MITIGATION PLAN/TINAU RIVER
A6: FLOOD MITIGATION PLAN/WEST RAPTI RIVER
A7: FLOOD MITIGATION PLAN/BABAI RIVER
A8: FLOOD MITIGATION PLAN/KHUTIYA RIVER
B : OVERALL DESCRIPTION OF STUDY AREA
C : BASIC INVESTIGATIONS AND STUDIES
D : OTHER DOCUMENTS
VOLUME IV : DATA BOOK

和文報告書の構成

1. 最終報告書 要約



通貨換算率

US \$ 1.00 = NRs. 67.93

¥ 1.00 = NRs. 0.59

1998年10月現在

序 文

日本国政府はネパール王国政府の要請に基づき、同国のテライ平野河川治水計画にかかる調査を行うことを決定し、国際協力事業団が、この調査を実施いたしました。

当事業団は平成9年12月から平成11年5月までの間、3回にわたり、日本建設コンサルタント株式会社の実広登氏を団長とし、同社及び日本工営株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

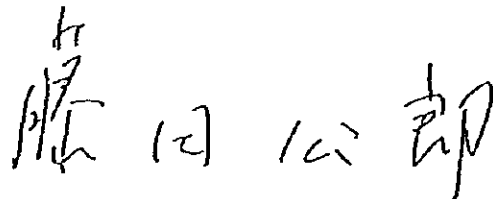
また、平成9年12月から平成11年5月の間、国際協力事業団 大井英臣国際協力専門員を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、ネパール王国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成11年5月



国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

伝 達 状

国際協力事業団

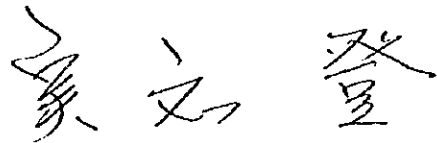
総裁 藤田 公郎 殿

弊社は、貴事業団との契約により、平成9年12月から平成11年5月までの18ヶ月間にわたりネパール国におけるテライ平野河川治水計画調査を実施して参りましたが、この度、調査を終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、テライ平野の対象8河川について治水マスタープランを策定し、優先事業についてフィージビリティ調査を実施することを目的としており、最終報告書では、水源地管理、河川制御およびコミュニティ開発の各事業から成る低廉で持続的な治水対策を提案しております。また、フィージビリティ調査により、優先事業（ラカンデイ川及びババイ川）は、技術的、経済的に妥当で、社会・環境面からも受け入れやすい事業であることが確認され、テライ平野河川の治水対策パイロット事業として、早急に実施することを勧告しております。

なお、調査期間中、貴事業団及び作業監理委員会には多大なご協力とご支援を賜り、心より御礼申し上げます。また、ネパール国政府、在ネパール日本大使館、貴事業団ネパール事務所及び派遣専門家の皆様より貴重なご助言とご協力を賜りました。併せて御礼申し上げます。

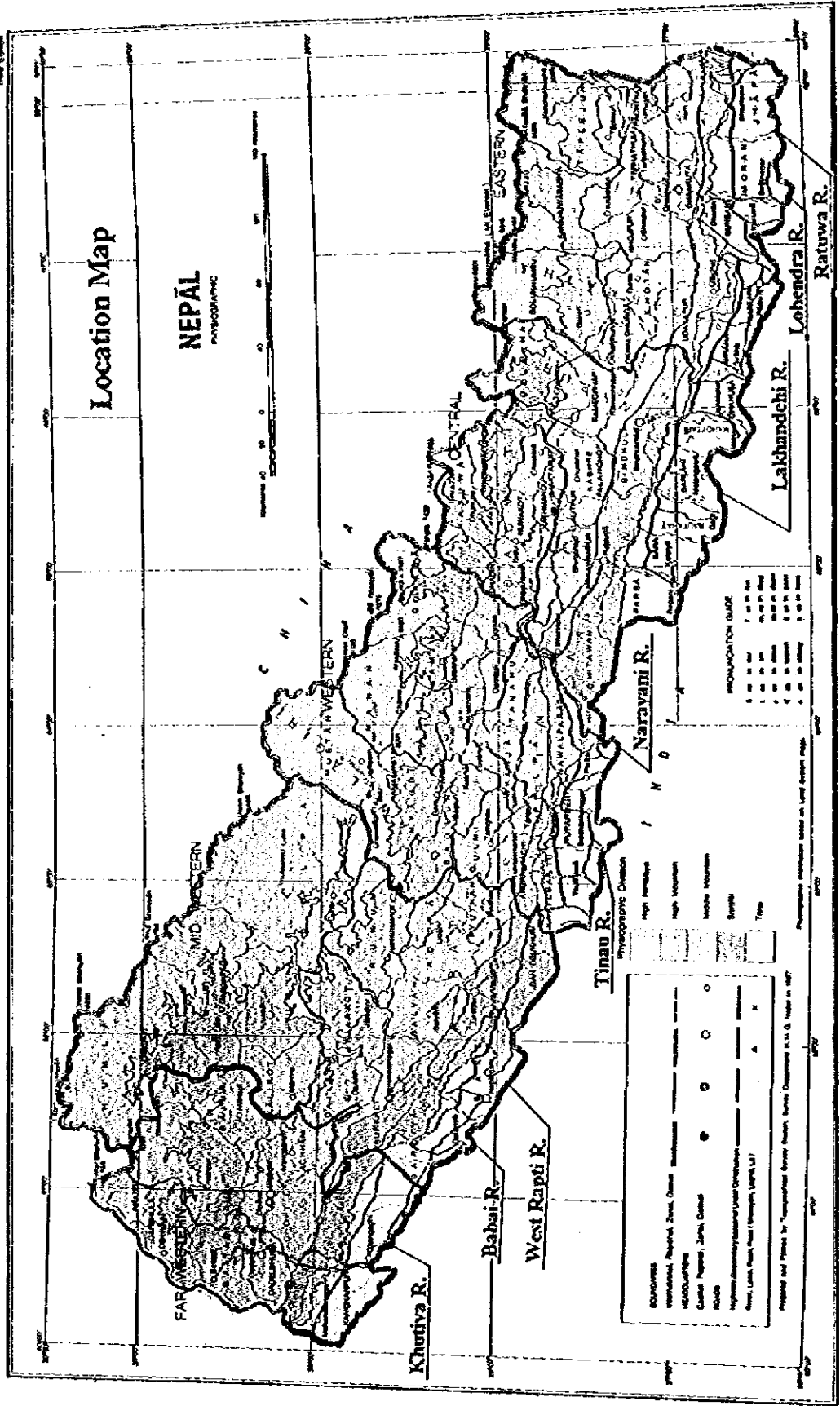
平成11年5月



日本建設コンサルタント株式会社

テライ平野河川治水計画調査団

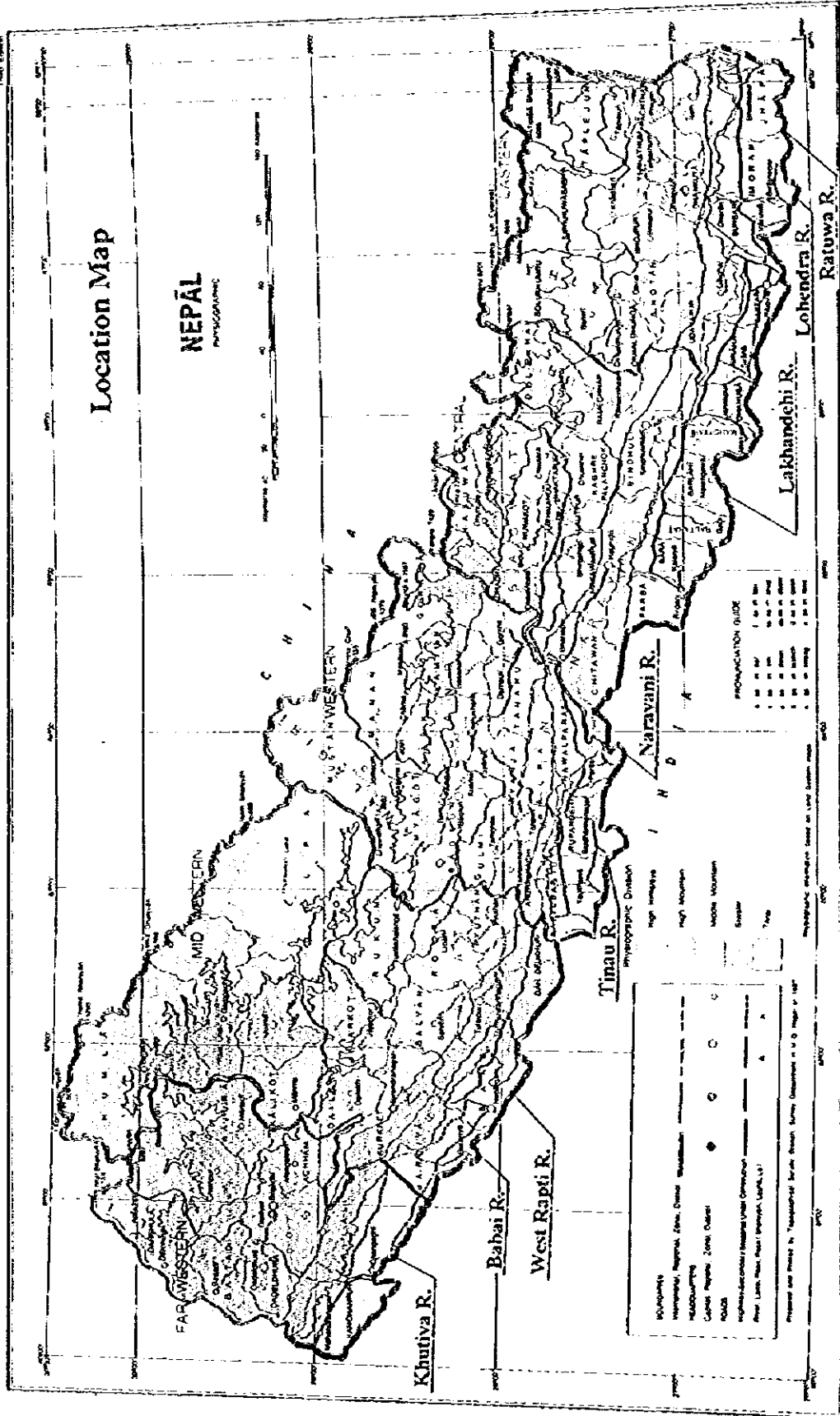
総括 実広 登



His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources

**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources

**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

要 旨

1. 序

調査の目的：(1) テライ平野を貫流する河川のうち特に 8 河川を選定して治水事業に係るマスタープランを策定し、さらに、(2) 同計画検討の中で選択した優先事業についてフイージビリティ調査を実施する。また、(3) 本調査を通じてネパール側カウンターパートへ技術移転を行う。

調査対象地域：治水マスタープランの対象河川は特定 8 河川（ラトゥワ、ロハンドラ、ラカンディ、ナラヤニ、ティナウ、西ラブティ、ババイ、クティヤ）の流域とする。フイージビリティ調査はマスタープラン調査の結果選定された優先事業に対して行う。

2. 社会・経済的フレーム

社会経済状況：ネパールは農業経済国で同国の GDP 総額の 40～50%を占めている。さらに、80%の労働人口が農業に依存しており、テライ平野はこの国のおおよそ半分の農地を有し、60%の穀物を産出している。

人口動向：ネパールの人口の流れは山岳・丘陵地域からテライ平野への移動である。この移動により、テライ平野は 20 年後に倍増すると予測される。

治水事業の位置付け：第 9 次五箇年計画（1997-2002）は計画の主目標に貧困抑制を掲げている。農業の発展は雇用機会及び GDP 向上のカギである。農業生産の増加は森林伐採等による農地拡大と言うより、農地の生産性の向上に重点を置かなければならない。治水事業は、農作物被害を軽減し、河岸侵食による農地の流失を防ぎ、農地の生産性を高めるものである。

3. 調査対象地域の現状

河川及び流域の特性：各河川の山地部、平野部、及び全体流域を以下に示す。

河川名	河川 クラス	山地		平地		合計 (km ²)
		(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	
ラトゥワ	III	133	35	250	65	383
ロハンドラ	III	140(31)	33	279	67	419(310)
ラカンディ	III	106	35	194	65	300
ナラヤニ	I	35,075	98	705	2	35,780
ティナウ	II	669	62	412	38	1,081
西ラブティ	II	5,800	90	618	10	6,418
ババイ	II	3,054	89	371	11	3,425
クティヤ	III	175	54	150	46	325

(備考) ロハンドラ川の()内はチサン川山地流域を含まない面積。

河道特性：対象河川の基本的な河道諸元は下記の通りである。

河川名	河川クラス	河川長 (km)	勾配	川幅(m)
ラトゥワ	III	43.7 (33.4)	1/170~1/180	200~690
ロハンドラ	III	67.5 (51.9)	1/180~2000	50~520
ラカンディ	III	51.4 (40.9)	1/240~1240	50~900
ナラヤニ	I	83.0 (80.6)	1/720~1/1560	400~2500
ティナウ	II	59.5 (57.7)	1/110~3180	100~940
西ラブティ	II	53.0 (163.5)	1/540~1920	200~1700
ババイ	II	48.0 (48.0)	1/320~3000	200~1300
クティヤ	III	35.0 (28.6)	1/70~2130	50~650

(備考) 河道特性はインド国境以北の平野部の値を示し、()内は東西ハイウェイ下流の河川長を示す。

洪水・土砂災害：調査対象8河川の全てが最近3ヶ年のうちに大きな洪水に見舞われている。災害の形態は、河岸侵食、農地堆砂及び洪水氾濫・浸水である。被災地住民の多くが避難と治水事業参加の経験を持っている。さらに、住民のほとんど全員が事業への参加の意思を表明している。

既存河川施設：水制工がテライ平野河川における河川施設で、これらはほとんど全て、鉄線網に玉石をつめた蛇籠でできている。

流域及び水資源開発事業：主要な国家レベル灌漑システムがロハンドラ、ラカンディ、ティナウ、西ラブティ及びババイ川流域にある。水力発電については全国に9ヶ所の水要水力発電所があり、そのうち、6ヶ所がナラヤニ川に存している。他はスンコシ川及びバグマティ川にある。ベリー・ババイ放水路計画を現在 JICA が調査中である。

4. 治水対策

治水対策と事業構成：治水対策は、施設の、非施設の対策を取り込み、総合的に計画する。また、事業を持続性の高いものとするため、コミュニティ開発手法も取り込み、(1) 水源地管理事業、(2) 河川制御事業、及び(3) コミュニティ開発事業の3事業で構成する。

水源地管理事業：水源地保全のため、(1) 侵食防止工の建設、(2) 植林及び適正土地利用の奨励、及び(3) 公報活動について提言した。

河川制御事業：流路の安定を計るための基準線として河川境界線 (RBL) を先ず設定し、治水関係者間で公認する必要がある。連続堤は、下流部への洪水及び土砂の集中を招き、また、期に適った維持工事の実施が困難と判断されるため、提案しない。代わりに、河川制御事業は従来工法に加え、堤防工としての森林帯/草原帯、或いは河岸侵食予防工としての植生工等、生物工学的技術の導入を行った。

コミュニティ開発事業：コミュニティ開発は、(1) 計画実施の基盤組織を立ち上げる“地域社会動員活動”、(2) 災害を少なくし洪水との共生をめざす“地域対策”、及び(3) 地域住民にインセンティブを与え、治水事業をコミュニティレベルで持続的に実施するための“地域に根ざした持続的治水活動”の3つの行動から成る。

5. 治水マスタープラン

マスタープランの概念：幾多の治水関係機関が実施する治水活動を方向付け誘導するためのマスタープランを策定する。計画の目標年次は国家開発計画の年次と合わせ、第12次計画末の2017年とする。

概算事業費：治水マスタープランの概算事業費は下記のとおりである。

河川名	ラトゥ ワ川	ロハン ドラ川	ラカン ディ川	ナラヤ ニ川	ティナ ウ川	西ラブ ティ川	ババイ 川	クティ ヤ川
事業費 (Rs. 百万)	551.8	651.3	597.4	574.8	802.7	232.0	428.0	115.5

(備考) 価格変動予備費及び付加価値税を含まない。

マスタープランの概略経済評価：概略評価結果によると、ババイ川流域が比較的高い経済性を示している。しかし、この評価は河道断面データの無い状況で概算したもので、経済性の目安程度として扱うべきである。

優先事業の選定：対象8河川のマスタープランを比較検討した結果、ババイ川流域（クラス-II河川、中西部地域）とラカンディ川流域（クラス-III河川、中央地域）をフィージビリティ調査対象河川に選定した。さらに、そのうち上砂生産の活発なシワリク丘陵に発するラカンディ川を水源地管理の検討も含む総合河川対策対象河川に指定した。

6. フィージビリティ調査

河道特性の再検討：新測量成果により、河道特性を取りまとめると下記の通りである。

1) ラカンディ川の河道特性：

河川区間	河床勾配	河幅 (m)	平均水 深 (m)	流積 (m ²)	満杯流 量(m ³ /s)
Segment 2-2: No.0-No.21	1/1,531~862	62	0.59	36	26
Segment 2-1: No.21-No.32	1/569	411	0.81	324	354
No.32-No.40	1/376	598	0.89	533	745
Segment 1: No.40-No.52	1/253~150	498	1.97	848	2,793

2) ババイ川の河道特性：

河川区間	河床勾配	河幅 (m)	平均水 深 (m)	流積 (m ²)	満杯流 量(m ³ /s)
Segment 2-2: No.0-No.13	1/3,716	407	3.21	1,264	1,511
No.13-No.30	1/1,820	471	2.42	1,094	1,600
Segment 2-1: No.30-No.37	1/1,000	623	2.53	1,534	2,610
Segment 1: No.37-No.46	1/436~383	804	2.38	1,796	3,932

事業の実施：ラカンディ川とババイ川は 60 余に及ぶテライ河川の代表として選定されたもので、これら河川の事業を他河川に先駆け、2007 年完成を目途として実施するものとする。治水事業は灌漑局 (DOI) が県レベルに設立するプロジェクト管理事務所 (Project Management Office: PMO) を通して実施する。PMO は、上流域保全部、河川制御部及びコミュニティ開発部の 3 部から成る。

所要資金：事業実施期間中の物価変動を考慮した本事業実施に必要な資金は、ラカンディ川が 689.3 百万 Rs.、ババイ川が 744.7 百万 Rs.と見積もられた。

外部支援：本事業をパイロット事業として集中的に実施するには、資金協力 (特に河川制御事業) 及び技術協力 (対象 3 事業) 等の外部支援が必要である。

経済評価：費用・便益分析によると、将来流域においてラカンディ川及びババイ川はそれぞれ 20.8%及び 15.2%と優先事業は高い内部収益率 (EIRR) を示している。現状流域では、収益率は高くないが、提案した治水事業はどこからでも、また、どの規模でも実施できる性格をもっており、流域の発展動向を見つめながら、経済性の高い事業から実施して行けばよい。

環境評価：本事業は社会及び自然環境に良い影響をもたらすものである。ラカンディ川は、湿地もリストされておらず、スクリーニング結果からも、これ以上の環境調査は目下必要ないと考えられる。ババイ川は、大きな湿地がリストされているが、そのほとんどが既に農地として開発されており、残りはバルディア野生保護区で保全されている。

技術評価：提案した事業は立案にあたり、地元の状況、技術能力及び事業関係者の支払能力を勘案して策定されたもので、技術的に充分持続可能である。

7. 提 言

マスタープラン：テライ平野の治水の重要性に鑑み、マスタープランを提案したラトゥワ、ロハンドラ、ナラヤニ、ティナウ、西ラブティ、及びクティヤ川のフィージビリティ調査を実施すべきである。

ラカンディ川及びババイ川の治水事業：フィージビリティ調査の結果によると、提案した事業は経済的、技術的に実施可能であり、環境面への悪影響はほとんどない。従って、民生の安定と流域の健全な発展を支援するため、事業を実施に移すよう提言する。

要 約

目 次

	(page)
第1章 序	S-1
第2章 現況	S-2
2.1 地形及び地質	S-2
2.2 気象・水文	S-2
2.3 環境	S-3
2.4 社会経済	S-3
2.5 河川及び流域の状況	S-4
2.6 流域開発計画	S-5
2.7 法制度	S-6
第3章 基礎調査	S-7
3.1 水文調査	S-7
3.2 土砂生産	S-7
第4章 治水マスタープラン	S-8
4.1 マスタープラン策定の方針	S-8
4.2 治水対策の方針	S-9
4.3 水源地管理事業	S-9
4.4 河川制御事業	S-9
4.5 コミュニティ開発事業	S-11
4.6 治水対策マスタープラン	S-12
4.7 目標年次へ向けた行動計画	S-12
4.8 経済評価	S-13
第5章 優先事業の選定	S-14
第6章 追加調査及び検討	S-15
6.1 調査	S-15
6.2 追加検討	S-15
第7章 フィージビリティ調査	S-17
7.1 計画方針	S-17
7.2 水源地管理事業	S-17
7.3 河川制御事業	S-18
7.4 コミュニティ開発事業	S-19
7.5 事業計画	S-20

7.6	事業実施計画.....	S-20
7.7	事業費.....	S-20
7.8	評価.....	S-21
第8章	結論及び提言.....	S-23

表 目 次

	(page)
表-7.1 Overall Framework of Community Development (コミュニティ開発)	T-1
表-7.2 Summary of Project Cost for Lakhndei River (Feasibility Study) (ラカンディ川事業費)	T-2
表-7.3 Summary of Project Cost for Babai River (Feasibility Study) (ババイ川事業費)	T-3

図 目 次

	(page)
図-1.1 Major Rivers in Nepal (ネパールの主要河川)	F-1
図-1.2 Flow Chart of the Study (調査フロー)	F-2
図-4.1 Flood Mitigation Measures (治水対策)	F-3
図-4.2 Forest/Grass Belt and River Boundary Line (森林/草地帯と河川境界)	F-4
図-4.3 Comprehensive Flood Mitigation (総合治水対策)	F-5
図-4.4 Layout Plan for Flood Mitigation (治水計画)	F-6
図-6.1 Principal Channel Characteristics of Lakhndei River (ラカンディ川の河道特性)	F-14
図-6.2 Principal Channel Characteristics of Babai River (ババイ川の河道特性)	F-15
図-7.1 General Location Map: Lakhndei River (一般位置図: ラカンディ川)	F-16
図-7.2 Layout Plan for Flood Mitigation: Lakhndei River (治水計画平面図: ラカンディ川)	F-17
図-7.3 Community Development Component: Lakhndei River (コミュニティ開発: ラカンディ川)	F-23
図-7.4 General Location Map: Babai River (一般位置図: ババイ川)	F-26
図-7.5 Layout Plan for Flood Mitigation: Babai River (治水計画平面図: ババイ川)	F-27
図-7.6 Community Development Component: Babai River (コミュニティ開発: ババイ川)	F-34
図-7.7 Implementation Schedule: Babai River (事業実施計画: ババイ川)	F-37
図-7.8 Implementation Schedule: Lakhndei River (事業実施計画: ラカンディ川)	F-38

LIST OF ABBREVIATIONS AND ACRONYMS.

APP	Agricultural Perspective Plan
CIDA	Canadian International Development Agency
CDRC	Central Disaster Relief Committee
CO	Community Organization
DDC	District Development Committee
DDRC	District Disaster Relief Committee
DHM	Department of Hydrology and Meteorology
DOA	Department of Agriculture
DOE	Department of Environment in MOPE
DOF	Department of Forest
DOI	Department of Irrigation in MOWR
DONP	Department of National Park
DOR	Department of Roads
DOSC, DOSCWM	Department of Soil Conservation and Watershed Management in MOFSC
DPNET	Disaster Preparedness Network
DPTC	Water-induced Disaster Prevention Technical Center
DSCO	District Soil Conservation Office
EAS	Environmental Assessment Study
ECR	Environmental Conservation Rules
EIA	Environmental Impact Assessment
ENTMP	Eastern Nepal Topographic Mapping Project
EPA	Environmental Protection Act
ES	Environmental Study
ET	Environmental Test
FAO	Food and Agricultural Organization of the UN
FEMD	Flood Control, Environmental & Mechanical Division
FS	Forest Survey
GAD	Gender and Development
GDP	Gross Domestic Product
GNP	Gross National Product
GTZ	German Aid Agency
HMG/N	His Majesty's Government of Nepal
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development (WB)
ICIMOD	International Center for Integrated Mountain Development
IDNDR	International Decade for Natural Disaster Reduction
IUCN	International Union for the Conservation of Nature
JICA	Japan International Cooperation Agency
LGI	Local Governing Institutions

LRMP	Land Resource Mapping Project
LWS	Lutheran World Services
LZMP	Lumbini Zone Mapping Project
MC	Municipal Council
MLD	Ministry of Local Development
MOFSC	Ministry of Forest and Soil Conservation
MOH	Ministry of Home
MOPE	Ministry of Population and Environment
MOWR	Ministry of Water Resources
NEA	Nepal Electricity Authority
NGO	Non-Governmental Organization
NP	National Park
NPC	National Planning Commission
NRCS	Nepal Red Cross Society
RCIW	Rural Community Infrastructure Works Program
RIO	Regional Irrigation Offices in DOI
SCWM	Soil Conservation and Watershed Management
SOW	Scope of Work
SP	Sub-Project
UN-DMS	UN Disaster Management Secretariat
UNDP	United Nations Development Program
UNEP	United Nations Environmental Program
VDC	Village Development Committee
WB	The World Bank
WECS	Water and Energy Commission Secretariat
WFP	World Food Program
WMP	Watershed Management Plan
WNTMP	Western Nepal Topographic Mapping Project
WR	Wildlife Reserve.
WRES	Water Resources and Energy sector of the ECR
ha	hectare, (10,000 square meters)
km	kilometer (1000 meters)
Ma	Mega d'annees (million years)
NRs, Rs	Nepali Rupee
s, sec	second
t, ton	Metric ton
US\$	US dollar
¥	Japanese yen
%	percent

要 約

第1章 序

背景：テライ平野はネパール国の南部に位置し、全国土の14%と全人口の50%を担っている。この平野はネパールの穀倉地帯であり、急激に人口が増加している。平野の河川は雨期のたびに洪水をもたらしており、ネパール国政府はこれら被災地に対策を講じてきた。災害防御は第9次開発計画にもあるとおり、貧困抑制の重要な課題である。治水対策マスタープランを策定しそれに基づく効果的な対策の実施が望まれている。このような状況を受け、ネパール政府は治水対策に関する技術協力を我が国へ要請して来た。これを受け、日本政府は、ネパール国テライ平野治水計画調査を、日本政府の技術協力実施機関である国際事業団（JICA）を通じ実施することとした。

調査の目的：本調査は（1）テライ平野の8河川に対する治水マスタープランを策定し、（2）マスタープランで選定した優先事業に対しフィージビリティ調査を実施することである。また、（3）調査機関を通じネパール国政府カウンターパートへの技術移転を図る。

調査対象地域：マスタープランの調査対象地域はテライ平野の対象8河川（図-1.1）で、ラトゥワ、ロハンドラ、ラカンデイ、ナラヤニ、ティナウ、西ラブティ、ババイ及びクティヤの各河川である。フィージビリティ調査は、マスタープラン調査の結果選定された河川を対象に実施するものとする。

調査の実施：調査はマスタープランの策定と優先事業の選定を行う第1次調査、及びフィージビリティ調査を行う第二次調査の2段階に分け実施する（図-1.2）。第1次調査は1997年12月6日から1998年3月26日までのネパール国における調査をもって開始し、その後、日本で調査を継続し、対象8河川の治水マスタープランを策定した。治水マスタープランの調査成果は中間報告書に取りまとめた。フィージビリティ調査のための第2次調査は1998年5月からの測量・地形図作成作業で開始した。本格調査団は1998年7月2日から11月26日までネパール国に滞在し、ラカンデイ川及びババイ川流域のフィージビリティ調査を実施した。ネパール国での調査に引き続き、日本で作業を継続し、フィージビリティ調査を完成した。1999年2月中旬にはネパール国を再訪問し最終報告書（案）を提出・協議し、あわせて技術移転セミナーを実施した。最終報告書は、ネパール国政府のコメントを受け取りまとめたものである。

最終報告書（案）：この最終報告書（案）は、ネパール国テライ平野河川治水計画調査に関する全ての調査成果を取りまとめたものである。報告書は要旨、主報告書、付属報告書及び資料集で構成されている。

第2章 現況

2.1 地形及び地質

地形及び地質区分：ネパールは北緯26度30分から30度30分、東経80度00分から88度30分に位置し、高度は海拔標高約50mから8,848mまで変化している。ネパールの地形地質はインナーヒマラヤ (Inner Himalayan Valleys)、ハイヒマラヤ (Higher Himalayan zone)、レッサーヒマラヤ (Lesser Himalayan zone; ミッドランド (Midland) 及びマハバラート山脈 (Mahabharat ranges))、シワリク丘陵 (Siwalik hills)、ドゥン平原 (Dun Valleys) 及びテライ平野 (Terai plain) に区分される。このうちテライ平野の土砂生産に関係が深いのは、ミッドランド、マハバラート山脈及びシワリク丘陵である。

ミッドランド、マハバラート山脈及びシワリク丘陵：ミッドランドは厚い土壌で覆われた軟岩から成っており、人口の密集した地域である。マハバラート山脈はミッドランドより比較的硬い岩でできている。地形は南斜面が北斜面に比べ急峻で、南斜面では落石、北斜面では地すべりが頻発している。シワリク丘陵は南のテライ平野と境界をなす低い丘陵で、粘土、砂岩、砂、小石の互層をなしている。

テライ平野：テライ平野は標高50mから300m程度で、平野は南に傾斜しており、丘陵の麓では急勾配で南下に伴い水平になる。テライ平野はさらにバーバーゾーン (Bhabhar zone)、湿地 (marshy area)、及び南部テライ (southern Terai) に分類されている。

2.2 気象・水文

ネパールの気候：高度変化がネパールの熱帯からツンドラまでの多様な気象変化をもたらす。モンスーンによる雨期と乾期が極端な気候の対比をなしている。最寒月は1月で、最も暑いのは6月・7月である。気候は通常、東テライから西テライへ推移する。標高600m以下では、気候は高温湿潤な熱帯気候である。

降雨：ネパールでは6月から9月南東モンスーンの影響を受ける。モンスーン気流がヒマラヤ山脈にぶつかると押し上げられて、南斜面に強い雨を降らせる。テライの気候はモンスーン亜熱帯気候に属し、雨期が6月から9月、乾期が10月から5月まで続く。強い雨はシワリク丘陵とマハバラート山脈の南縁に沿って発生する。これらの後背地域では雨が少ない。モンスーンは高度3,000m以上の地域ではほとんど影響しない。

2.3 環境

環境概観：テライはこの国の主要な穀物生産地である。食料増産の需要に応えると共に、原生動植物を保護するためには、農業生産性の向上を森林の農地転換ではなく、単位収量の向上と不毛地の干拓によって行うべきである。また、調査対象地域には、2箇所の大規模な国立公園と6ヶ所の湿地 (wet land) がリストされており、これを保全すべきである。

チトワン国立公園及びバルディア野生保護区：ナラヤニ川はチトワン国立公園の西境界を流れ、ババイ川はバルディア野生保護区を貫流している。これらチトワン (93,200ha) とバルディア (96,800ha) にある国立公園は完全に保全しなければならない。

湿地：より重要なのは、ロハンドラ川及びラカンデイ川を除く6河川内にリストされている3カ所の大湿地と3カ所の小湿地に対する治水対策の影響についてである。そのうち2カ所の大規模湿地はナラヤニ、ババイ川のチトワン国立公園及びバルディア野生保護区に関係するものである。治水対策がこれら湿地に影響することが考えられるが、ナラヤニ湿地の25%、ババイ湿地の10%は既に耕作され集落が出来ている。

環境関連機関及び法制：人口環境省の環境部がネパールの環境問題に全般的な責任を負っている。1997年6月に環境保全規定が1997年環境保全法のもとに制定された。この規定は新規事業の提案、及び既存事業の拡大に際し、従うべき手続きを定めている。環境保全評議会と呼ばれる機関がある。この評議会は政府及び非政府組織の代表者で構成されており、環境保全問題について、政府に対し政策助言を行っている。非政府環境団体については、90を越える地元団体がネパール環境統計要覧にリストされている。国際非政府組織の一つである“自然及び自然資源保全国際連合 (IUCN)”はネパールの環境保全に多くの貢献をしてきている。

2.4 社会経済

ネパールの社会経済状況：ネパールは総面積147,181km²の内陸国で、現在の推定人口は21,000,000人(1995年現在)、年平均人口増加率は約2.5%である。一人あたり年収は200ドル程度で、国内総生産の伸び率は過去10年4~5%で推移している。ネパールは圧倒的な農業経済国でGNPに占める農業分野の比率は40~50%である。さらに、80%以上の労働人口が農業に依存している。

テライ平野の社会経済状況：テライ平野は、ネパールの穀倉と呼ばれている。テライ平野には全耕地のおおよそ半分の耕地があり、テライの農家は、国の60%近くの穀物を生産している。広範な作物が栽培されており、主なものは、米、トウモロコシ、麦、豆類で、

麦以外の作物は全てモンスーン期に栽培される。

人口動態：ネパールの主要な人口動態は、山岳・丘陵地域からテライ平野への流れである。その結果、テライ平野では山岳・丘陵地域の3倍近い人口の伸び率を示しており、1971年に全人口の37%だった人口が、1991年には46%に増加した。1998年現在のテライ人口は約11,000,000人で全人口の5割を占めており、20年後には倍増すると推定されている。

2.5 河川及び流域の状況

ネパールの河川水系と河川クラス：ネパール国土の約71%をコシ、ナラヤニ（ガンダキ）、カルナリ、マハカリの4河川が占めている。これらの河川はヒマラヤ・チベットに源を発するクラス-I 河川である。カンカイ、カマラ、バグマティ、ティナウ、西ラブティ、ババイ川などのミッドランド或いはマハバラート山脈に発する河川はクラス-II に分類される。これらの他にシワリク丘陵に発する幾多の河川があり、クラス-III に分類される。調査対象河川のうち、ラトゥワ、ロハンドラ、ラカンデイ及びクティヤ川がこれに属す。

流域面積：

河川名	山地(km ²)	平地(km ²)	合計(km ²)
ラトゥワ	133	250	383
ロハンドラ	140(31)	279	419(310)
ラカンデイ	106	194	300
ナラヤニ	35,075	705	35,780
ティナウ	669	412	1,081
西ラブティ	5,800	618	6,418
ババイ	3,054	371	3,425
クティヤ	175	150	325

(備考) ロハンドラ川の()内はチサン川山地流域を含まない面積である。

河道特性：

河川名	河川クラス	河川長(km)	勾配	川幅(m)
ラトゥワ	III	43.7 (33.4)	1/170~1/180	200~690
ロハンドラ	III	67.5 (51.9)	1/80~2000	50~520
ラカンデイ	III	51.4 (40.9)	1/240~1/240	50~900
ナラヤニ	I	83.0 (80.6)	1/720~1/1560	400~2500
ティナウ	II	59.5 (57.7)	1/110~1/3180	100~910
西ラブティ	II	53.0 (163.5)	1/540~1/1920	200~1700
ババイ	II	48.0 (48.0)	1/320~1/3000	200~1300
クティヤ	III	35.0 (28.6)	1/70~1/2130	50~650

(備考) 河川長はインド国境以北の平野部河川長を示し、()は東西ハイウェイ下流の河川長を示す。

河道変遷：1960年代作成の5万分の1地形図と1990年代作成の2万5千分の1地形図を重ね合わせ河道変遷の実態を調査した。調査によると、過去38年ないし42年間

の河岸浸食は現河道沿いの限られた範囲で起きており、著しい河道変遷は西ラブティ及びババイ川下流部を除き見られない。

河床材料：調査団は平野部河道121地点で河床材料調査を実施した。一般に、上流部では構成材料の粒径分布範囲が広く、下流に行くに従い流水の分級作用を受け、より均一な粒径分布になる。西ラブティ及びババイ川の粒径分布がある地点を境に急変していることが注目される。

既存河川施設：対象8河川の河川施設現況調査を合計484箇所で行った。河川施設としては水制が圧倒的多数を占め、護岸がこれに次いでいる。ほとんど全ての水制・護岸は金網に玉石を詰めた蛇籠を用いている。河川状況、資材調達などを考え、もっと多様な工種を導入すべきである。

既往の土砂水害：既往の土砂水害調査を対象8河川全てに対して実施した。合計81のコミュニティ開発委員会（VDC）および町を調査のため訪問した。さらに、合計1,124人の被災地住民を対象にアンケート調査を実施した。調査結果によると、調査対象の全ての河川でこの3年間に主要洪水に見舞われている。河岸侵食、農地冠水及び堆砂が主要な災害形態である。ラカンデイ及びティナウ川流域では、調査対象者の実に半数以上が洪水による避難経験と治水事業への参加経験を有している点が注目される。さらに、ほとんど全ての調査対象者が治水事業への参加の意思を表明している。

2.6 流域開発計画

灌漑事業：調査対象地域内には、大小の灌漑施設がある。対象河川に関する国家レベルの灌漑事業は次の通りである。

- 1) スンサリ・モラン灌漑事業：ロハンドラ川流域
- 2) バグマティ灌漑事業：ラカンデイ川流域
- 3) バイラワ・ルンビニ地下水事業：ティナウ川流域
- 4) シクタ灌漑事業：西ラブティ川流域（中絶）
- 5) ババイ灌漑事業：ババイ川流域

水力発電：ネパールには9つの主要水力発電所がある。このうち6発電所（合計出力136.5 MW）がナラヤニ川に位置し、他はスンコシ川、バグマティ川にある。JICAが現在ベリ・ババイ放水路計画を調査中である。この計画はカルナリ川の1支川であるベリ川の流水を、一部ババイ川へ引き込んで発電、灌漑に供するものである。

2.7 法制度

法制：ネパール政府は「第9次計画への道(1997-2002)」を策定し、詳細な第9次五カ年開発計画をとりまとめ中である。この計画の中で河川事業のより総合的な取り組みとするよう、「河川制御計画を、より効果的にするため、農業、林業、及び土壌保全事業と調整を計り、徐々に拡大していくものとする。」と記述している。第9次計画に加え、災害管理のための行動計画、河川制御方針(案)、水源地開発方針、国家災害救助法などの治水に関連する政策・法律がある。

治水関連機関：灌漑局(DOI)が治水の責任を担っている。河川砂防技術センター(DPTC)は治水技術を開発中である。また、土壌保全水源地管理局(DOSCWM)は水源地の土壌保全を通じて治水に貢献している。地方行政機関は事業へのコミュニティの動員や団体間の調整等、重要な役割を担っている。

第3章 基礎調査

基礎調査：治水計画に必要な資料・情報を集めるため、次の調査を実施した。調査結果については、既に前章で述べたとおりである。

- 1) 河川施設調査
- 2) 洪水・土砂災害調査
- 3) 河床材料調査

3.1 水文調査

気象・水文観測：ネパールにおける気象水文資料の収集・解析は、科学・技術省の水文・気象局（DHM）が責任を持っている。その他の機関も気象・水文観測を実施しているが、原則として、記録をDHMへ送ることになっている。DHMではこれらのデータをチェックの上、イヤブックとして発行する。

降雨・流出解析：ネパール全土に分布する29の降雨観測所の資料を使って、確率日雨量、日雨量と24時間雨量の関係、短時間降雨強度などの検討を行った。また、ネパール国内で流量観測の実施されている7流域62観測所の日流量資料に基づき、日流量と瞬間最大流量の関係、確率流量と流域面積の関係、確率流量の比率、確率流量の推定などの検討を行った。

3.2 土砂生産

森林植生：水源地はかつて広くサル森林で覆われていたが、近年、急速に森林が減少している。人口希薄な国土の西部地域ではまだ森林が多く残っているが、人口の多い中・東部では森林が伐採され農地や集落になっている。森林は農民にとって家畜の飼料・寝藁、堆肥、薪、木材として大切で、近隣の森から採っている。家畜による選択採取や過剰採取なども自然の植生に悪い影響を及ぼしている。これらにより、森に木が無くなり、不毛の地が増え深刻な土壌侵食を招くこととなる。

年間土砂生産量：山地部の土砂生産がテライの土砂問題に直接影響を及ぼすと考えられる、ラトゥワ、ロハンドラ、ラカンデイ、ティナウ及びクティヤの5河川の水源地を対象に土砂生産量の検討を行った。土砂生産量は、土地利用別の年間土砂生産量を仮定して推定した。検討対象河川のうち、ロハンドラ水源地が2.70 mm/yearと最も多く、ラカンデイ水源地が1.66 mm/yearと最も少ない値となった。他の調査結果によると、1993年洪水の土砂生産は平年の7～8倍に達したとの報告がある。

第4章 治水マスタープラン

4.1 マスタープラン策定の方針

治水計画の基本フレーム：ネパールは農業経済国で、農業分野の国内総生産（GDP）に占める割合はこの10年40～50%で推移している。また、80%以上の労働者が農業に依存している。全農地の約半分がテライにあり、60%近くの穀物がテライで生産されている。一方、ネパールの人口は山岳・丘陵地からテライ平野へ流れており、この国内人口移動のため、テライの人口は20年後に倍増すると推計されている。

治水計画の位置付け：第9次計画（1997－2002）はその主要目標として貧困抑制に焦点を当てている。農業開発は雇用機会やGDPの向上のカギであり、貧困抑制のカギでもある。農業部門の発展は農業以外の分野にも刺激を与え、雇用機会の促進をもたらす。テライ平野の人口と食糧需要の増加に対処し、併せて原生動植物を保護するため、農業増産は、森林の農地化によるのではなく、単位収量増により実現すべきである。この意味において、治水は洪水・土砂害を軽減し洪水被害を受けない生産性の高い土地を提供し、民生と農業発展を支援するという重要な役割を担っている。

マスタープランの概念：マスタープランは、今後多くの関連機関・団体により実施されていく治水活動を方向付け誘導することを目的とする。

目標年次と保全対象：国家開発計画の期間と合わせ、目標年次を第12次計画の最後である2017年とする。治水対策はテライ平野を主体に検討するが、上流水源地についても、平野部治水の観点からその保全について提言する。テライ平野の主な水害原因は（1）河岸侵食、（2）河岸土砂堆砂、及び（3）浸水・洪水で、これらにより、洪水氾濫域内の人身、集落、公共施設、農地、家畜等が被災している。これらの資産や土地が保全対象である。

治水への取り組み：調査対象地域の自然的・社会的状況及びネパール政府の財政現状を踏まえ、次の事項に留意して、テライ河川の治水計画を立案する。

- 1) 地元材料と人的資源の最大限活用
- 2) 地方市街地の拡大と人口増加に備え、安全かつ生産性の高い土地の提供
- 3) 施設の及び非施設の対策を駆使した総合的治水対策の提案
- 4) 他の類似流域の技術モデルとなるような計画の提案

4.2 治水対策の方針

治水対策：テライ平野河川の治水達成のため、あらゆる対策を採り入れることが必要である。治水対策はその機能により次ぎの4つに大別される（図-4.1）。

- 1) 水源地管理による侵食及び土砂抑制
- 2) 洪水の貯留・遊水
- 3) 洪水及び土砂の円滑な流送
- 4) 氾濫原管理による被害軽減

連続堤：河道沿いに建設した連続堤は洪水及び土砂から氾濫原を防護するのに有効な手段であるが、連続堤には種々の問題もある。これらの効果と問題を検討した上で、テライの治水マスタープランとして連続堤を採用しないこととした。主な理由は次ぎの通りである。

- 1) 土砂及び洪水の下流部集中：この問題はシワリクのように土砂流出の多い流域においてより深刻である。インド側においてネパールと呼応して河道が改修されない限り、下流部で河床上昇をもたらす。さらに、下流部への洪水増加と堤防周辺への資産増により、潜在的な洪水被害が増大する。
- 2) インドとの計画調整：国境周辺での洪水・土砂問題が生じないようにインドとの計画調整が必要である。計画の調整が成るまで、連続堤は実施できないこととなる。
- 3) 維持予算：損傷した堤防は次ぎの洪水に備え直ちに補修しなければならない。潜在的な洪水被害を高める堤防の決壊はそれまで以上深刻な被害をもたらす。したがって、適切かつタイミング良い維持工事は連続堤の基本的要件である。しかし、財政窮乏の現状を考えると、そのような時に適った対応は難しいと思われる。

プロジェクトコンポーネント：実践的かつ継続的な事業にするため、水源地管理及び河川制御対策をコミュニティ開発活動と連携して実施することが大切である。従って、治水事業を、水源地管理（Watershed management）、河川制御（River control）及びコミュニティ開発（Community development）の3事業に分ける。

4.3 水源地管理事業

水源地管理：水源地保全のため、侵食抑制施設の建設、植林及び土地利用の規制を基本的対策として提言する。また、広報活動も、コミュニティおよび政府・非政府組織を事業へ動員するために、重要である。

4.4 河川制御事業

計画流量：ネパール諸河川の流量記録に基づき、テライ平野河川の確率流量を推定した。

各河川の流末（インド国境）地点における確率流量を以下に示す。

河川名	流域面積 (km ²)	確率流量 (m ³ /s)				
		Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀
1. ラトゥワ	383	500	810	1,010	1,200	1,450
2. ロハンドラ	310	450	720	900	1,070	1,300
3. ラカンディ	300	410	710	880	1,050	1,280
4. ナラヤニ	31,615	12,400	16,600	19,400	22,100	25,600
5. ティナウ	1,081	830	1,340	1,670	1,990	2,420
6. 西ラプティ	6,418	2,320	3,680	4,590	5,420	6,530
7. パバイ	3,425	2,500	4,300	5,500	6,660	8,160
8. クティヤ	325	460	740	920	1,100	1,330

(備考) Q_n: n年確率流量

河道セグメントと河道特性：一般に河川は河川勾配、河床材料等により、特性の類似した4つのセグメントに区分される。山間河道のセグメント-M、扇状地河道のセグメント-1、自然堤防帯のセグメント-2及びデルタ河川のセグメント-3である。はテライ平野にはセグメント-3が存在しない。河川制御対策は河道セグメント毎の河道特性を勘案して立案すべきである。

河川境界線（RBL）：河道ルート of 安定は、河川制御の基本的な課題である。河道ルート安定の基準として、先ず河川境界線（River boundary line: RBL）を設定する。RBLは固定されてなければならない、杭、樹木、道路堤及び地域堤防等で、現地に明示しておかなければならない。RBLは、河川沿いの防護すべき土地や建物を確認し、十分な河道容量を確保して設定する。また、RBL自身、侵食から防護されてなければならない。全ての治水・利水施設はRBLを考慮して設計する。そうすることにより、継続的に実施される治水努力が累積され、序々に治水安全度も高められて行くのである。

河道処理：流域界や河川水系を固定するための支川対策と、河道変遷や洪水の溢水を防ぐための派川対策とがある。

河岸防護：河岸防護は、侵食から河岸を護り、以って、河道を安定させることを意図する。木制工、護岸工、河岸侵食予防工などが主要な工種である。そのため、河岸の状況を毎年洪水期後、定期的に調査し、河岸の状況及びRBLの位置により河岸防護の優先度を判定する。河岸侵食防止工の実施箇所は、この優先度に従い検討する。

堤防：堤防は洪水及び流送土砂の氾濫を防止するものである。テライ河川においては連続堤を提案しないが、代わりに、次の堤防工事を提案する。

- 1) 森林帯及び草原帯：河道（RBL）に沿って設けた森林帯や、草原帯は、洪水流速を抑制し植生帯に沿って自然堤防の発達を促進することにより氾濫原の洪水被

害を軽減する（図-4.2）。これらの対策により、2年確率規模程度の河道形成が期待できる。

- 2) 堤防道路：地方道として河川（RBL）沿いに建設した盛土は、周辺地域を洪水氾濫や堆砂から防護する堤防としても併用できる。
- 3) 局所堤：河川沿いの特定の地域を氾濫から護るためには局所堤が適用できる。
- 4) 輪中堤：氾濫源の集落など重要な保全対象を防護するには、輪中堤が適用できる。

その他の河道改修：

- 1) 常水路掘削：常水路掘削は河道の流下能力を増加させたり流路整正を目的として実施するものである。水源地での土砂制御がまだなされていないので、大規模な河道掘削は、推奨できない。従って、河道掘削は局所的な河道整正に限定されよう。また、河床材料の採取は、場所と量が河川制御の観点から適正に管理されているかぎり、河道の流下能力増加に役立つ。
- 2) 流路変更：しょう水路は蛇行部を短絡したり、洪水路を保護対象から遠ざけることにより、円滑な洪水や砂の流れを確保するものである。なお、本件調査対象地域には放水路に適したサイトが見当たらなかった。

洪水の流出抑制：洪水や土砂流を制御する貯水池事業は地質及び経済的な観点から本計画には取り込まない。一方、支川合流点等の低平地は、下流区間の流量ピークを軽減させるため、遊水池として現状のまま保全する。

4.5 コミュニティ開発事業

コミュニティ開発：治水によるコミュニティ開発事業は、計画実施の組織的な基盤を構築する“コミュニティの動員活動”、洪水との共生を計る“地域的対応策”、及び“コミュニティに根ざした持続的治水対策”の3つの活動よりなる（図-4.3）。

コミュニティの動員：コミュニティ開発は地域的な治水活動の組織的基盤を強化するコミュニティの動員から始まる。これまでの方式とは異なりコミュニティ自身の知識及び能力向上に重点をおく。

- 1) 地方政府機関のためのワークショップ：
- 2) コミュニティの組織基盤の構築：

地域的対応策：河道制御施設で全ての洪水氾濫をおさえ込むことは出来ず、住民もまた独自の補間的手段で実害の軽減を計ることが大切である。この地域的対応はコミュニティ単位で実施され、次の対策が考えられる。

- 1) 耐水化策：農業調整、建物構造改善等

- 2) 洪水予報、警報、避難活動
- 3) 水防活動

コミュニティに根ざした持続的治水対策：これは治水施設から、二次的な便益を引き出し、受益者をして治水施設の保持を促すものである。例えば、森林/草原帯や河岸侵食予防対策からは樹木や草本が生産出来るし、堤防道路や河床材料採取は別の利益をもたらす。これらの付加的利益は、地域の組織が治水対策施設を保持し、治水施設を維持運営したり、土地利用管理を実施するのに役立つ。

4.6 治水対策マスタープラン

計画概要図：これまでの施設計画に基づき、治水マスタープランの計画概要図を河川毎に作成した(図-4.4)。このマスタープランは河道断面資料のない状況で、地形図(1/25,000及び1/50,000)を基に作成したもので、まだ構想の域を出ないものである。

事業費：1998年10月価格で各河川の概算治水事業費を見積もると次のとおりである。

河川名	事業費 (Rs. 百万)
1. ラトゥワ川	551.8
2. ロハンドラ川	651.3
3. ラカンディ川	597.4
4. ナラヤニ川	574.8
5. ティナウ川	802.7
6. 西ラブティ川	232.0
7. ババイ川	428.0
8. クティヤ川	115.5

(備考) 価格変動予備費及び付加価値税を含まない。

4.7 目標年次へ向けた行動計画

行動項目：マスタープランは2017年の完成を目指しており、効果的かつ整然と目標に向けて、事業を実施して行かなければならない。また流域開発の進捗に見合った事業効果の早期発現も重要な点である。目標年次へ向けて、取るべき行動項目は次のとおりである。

- 1) 準備作業：フィージビリティ調査(河川測量、それに基づくマスタープランの見直しも含む)、環境調査、資金調達、詳細計画/設計、用地確保、研究調査
- 2) 治水のための調整：水源地管理、河川制御、コミュニティ開発事業を開始するのに必要な関係機関・団体との諸調整
- 3) 治水事業：治水事業の実施

実施計画：マスタープラン事業の実施を国家開発計画の第9次から第12次計画に合せ次ぎのとおり実施する。

- 1) 第1期：第9次国家開発計画、1997-2002
- 2) 第2期：第10次国家開発計画、2002-2007
- 3) 第3期：第11,12次国家開発計画、2007-2017

実施機関：かんがい局 (Department of Irrigation: DOI) が、水源地管理、河川制御、コミュニティ開発を含む治水対策の全般的な調整機関となる。

県実行委員会：計画の実施に当たり、県実行委員会 (District-level Implementation Committee: DIC) を各県に組織する。DIC は県かんがい事務所 (District Irrigation Office: DIO) の代表が委員長となり、関連する地方政府機関 (県開発委員会：DDC, 村開発委員会：VDC, 土壌保全・水源地管理局：DOSCW, 森林局：DOF, 農業局：DOA 等) が委員を送って構成する。Chief District Officer (CDO) も委員会の委員である。

4.8 経済評価

事業効果・便益：治水マスタープランの実施は、氾濫源の土地や資産をまず防御するものであるが、その他種々の効果をもたらす。事業効果としては、洪水・土砂害の軽減 (森林帯・草原帯により、概ね2年確率程度の河道が形成され、さらに、それを越える規模の洪水に対しても防砂・防水効果がある程度期待できる。)、河岸侵食防止、間接効果、土地利用の高度化、土地干拓、洪水に安全な盛土造成、収入の創出、民生の安定、コミュニティ開発などが考えられる。

マスタープラン事業の経済評価：概略ではあるがマスタープランの経済性を検討した。便益としては上記の諸効果のうち、洪水被害軽減便益、河岸防護便益及び間接便益を考慮した。評価結果によると、ババイ川が最も高い内部収益率 (EIRR) を示し、ロハンドラ川とクティヤ川が特に低い値であった。その他の5河川は10前後の内部収益率となった。ただし、この結果は、河道断面等の基本的資料を欠いた状態で推算したものであり、目安程度に扱うべきである。

第5章 優先事業の選定

優先順位の評価基準：対象8河川の優先順位を（1）経済性が高いこと、（2）治水の緊急性が高いこと、（3）社会的効果がより大きいこと、（4）社会・環境的悪影響が小さいこと、（5）治水活動の持続性が高いこと、（6）基本資料の賦存状況が良いことなどの観点から総合的に評価した。総合評価結果により、上位5河川を挙げると次のとおりである。

(順位)	(河川名)	(河川クラス)	(開発地域)
1.	ババイ川	II	中西部
2.	ラカンディ川	III	中央部
3.	ティナウ川	II	西部
4.	ラトゥワ川	III	東部
4.	ナラヤニ川	I	中央部/西部

フィージビリティ調査対象河川：調査成果が他の類似河川の技術的指針になることを考慮すると、フィージビリティ調査対象河川の選定は異なる河川クラス及び、異なる開発地域から選定すべきである。結局、評価1位と2位にランクする下記河川流域をフィージビリティ調査の対象として取り上げることとした。

- 1) ババイ川流域 : クラス-II 河川 (中西部開発地域)
- 2) ラカンディ川流域 : クラス-III 河川 (中央開発地域)

総合治水計画対象河川：フィージビリティ調査対象2河川のうち、一河川については水源地対策も含む総合治水計画を検討することになっている。土砂流出の大きいシワリク丘陵に源を発するラカンディ川を、その水源地対策も含む総合的治水計画対象河川に選定した。

第6章 追加調査及び検討

6.1 調査

追加調査：フィージビリティ調査に必要な補足資料、詳細資料をラカンデイ川及びババイ川の2河川を対象に行った。

- 1) 地形図作成・河川測量：2.5m間隔の等高線の入った1万分の1地形図作成と河川の縦横断測量をテライ平野部の河道区間に対して実施した。
- 2) 洪水流況調査：調査は洪水の流況情報の収集を目的とするもので結果を洪水土砂害実態図にとりまとめるものである。
- 3) 環境調査：環境調査を次ぎの内容で実施した。
 - 環境インベントリー調査：現河道の左右岸 500mの地域における植生、土地利用、土地所有、家屋、その他建物等について調査した。
 - ババイ川環境調査：事業実施が確定した時点で IEE 或いは EIA が必要となるであろう特定の河川工事サイトに対し環境調査を実施した。
 - ラカンデイ川環境調査：同じく水源地対策を講じるラカンデイ水源地の2小流域を選定し調査を実施した。

6.2 追加検討

ラカンデイ水源地調査：ラカンデイ水源地の対策検討に当たり、水源地の地質的、地形的特性を水源地管理計画との関連において実施した。調査の結果、テライ平野の土砂供給源として、シワリク丘陵の南斜面の山腹侵食及び水源地中流部におけるラカンデイ川と主要支川の河岸侵食の2つがあることが判明した。地質条件の悪さと相俟って、自然林の伐採も土砂問題を悪化させている。

ラカンデイ川の河道変遷：ラカンデイ川が下流部では河道の変遷が活発で、この実態を調査した。1997年以来、パグリヤ村付近でラカンデイ川は西側新ルートを流れている。さらに下流のフルパラン橋下流約400m地点では洪水流が頻繁に右岸側のイナルワ村へ向け流れ、また、橋下流1.5km地点では本年(1998)7月左岸側に新水路が出来た。このような一時的な河道変遷にもかかわらず、過去38年隔たった地形図によると河道は現河道の蛇行帯内にとどまっている。

ラカンデイ川の河道特性：新しい測量成果に基づき、可動特性を図-6.1にとりまとめた。ラカンデイ川の河道区分とその平均的河道諸元を以下に示す。

河川区間	河床勾配 (1)	河幅 (m)	平均水深 (m)	流積 (m ²)	満杯流量 (m ³ /s)
セグメント 2-2: No. 0-No. 21	1/1,531~862	62	0.59	36	26
セグメント 2-1: No. 21-No. 32	1/569	411	0.81	324	354
No. 32-No. 40	1/376	598	0.89	533	745
セグメント 1: No. 40-No. 52	1/253~150	498	1.97	848	2,793

ババイ川の河道特性：同様にババイ川の河道特性を図-6.2に、平均諸元を以下に示す。

河川区間	河床勾配 (1)	河幅 (m)	平均水深 (m)	流積 (m ²)	満杯流量 (m ³ /s)
セグメント 2-2: No. 0-No. 13	1/3,716	407	3.21	1,264	1,511
No. 13-No. 30	1/1,820	471	2.42	1,094	1,600
セグメント 2-1: No. 30-No. 37	1/1,000	623	2.53	1,534	2,610
セグメント 1: No. 37-No. 46	1/436~383	804	2.38	1,796	3,932

流出解析：ラカンデイは 300km の総流域面積のうち、山地部出口地点で 36%程度の流域面積を有しているが、ババイ川は総流域面積 3425k m²のうち、山地出口に位置する堰地点で、88%の流域面積となっており、両河川は流域規模の異いと併せ、山地部面積の割合においても対照的である。いずれの河川においても、流出ハイドログラフの資料がないのでマスタープラン検討で得たピーク流量を有する模式的な3角ハイドログラフを仮定した。

洪水氾濫解析：河道と氾濫域から成る不定流解析モデルを用いて、氾濫解析を行った。モデルは先ず、近年の著名洪水（ラカンデイ川 1997 年洪水、ババイ川 1995 年洪水）の資料に基づき調整し、その後、事業実施しない場合及び事業実施した場合の2ケースについて各種の確率規模のもとで氾濫状況をシミュレートした。この結果は経済評価に用いる。

第7章 フィージビリティ調査

7.1 計画方針

一般方針：第4章で述べたマスタープランにのっとり、フィージビリティ調査対象の優先事業についてさらに詳細に計画する。マスタープランで立てた方針は、ここでも踏襲する。

- 1) 事業の目的：治水事業はテライ平野において、洪水を軽減し、不毛地を干拓し、集約的な耕作を可能にして、民生の安定と農業の発展を支援する。
- 2) 事業対象地域：ラカンディ川の平野部と水源地及びババイ川平野部を対象とする。
- 3) 事業の安全度：森林帯・草原帯により、2年確率程度の河道形成を目指す。さらに、出来る限り洪水による実害を軽減するようあらゆる可能な方策を探る。

目標年次と優先事業の実施：マスタープランの目標年次は2017年であるが、ラカンディ川及びババイ川の優先事業の実施は、2007年（第10次国家計画の終わり）までに完了するよう再調整する。これらの2河川はテライ平野治水事業のモデル事業・パイロット事業として重要な役割を担っている。この優先事業で得られた経験と技術的なノウハウはテライ平野の60余河川にも適用できるものである。

治水予算と事業費規模：ネパール政府の財務状況を歳出ベースで以下に示す。現状の河川事業予算は水系規模の治水事業を実施するには少なすぎ、維持費の一部に充当すべきものと判断する。

費 目	1996/97 年	1997/98 年
国家支出 (Rs.百万)	50,724	69,693
DOI 総支出 (Rs.百万)	2,577.9	3,040.8
地方レベル河川制御支出 (Rs.百万)	44.9	120.0
県別河川制御支出 (Rs.百万)		
サルラヒ県	0.8	1.4
バルディヤ県	0.8	4.4

事業費規模については、国家レベルの河川事業費が参考になる。1998年3月現在、かんがい局 (DOI) は6つの国家レベル事業を実施している。これらの事業費は Rs28.5 百万から Rs370 百万程度である。

7.2 水源地管理事業

土地供給源と対策：ラカンディ川水源地の主な土砂供給源と対策は次のとおりである。

- 1) シワリク丘陵南斜面の山腹侵食：ガリー侵食及び山腹侵食防止工
- 2) ラカンディ川及び主要支川の河岸侵食：床止め工、河岸川防止工、及び河岸沿いの永年植物の植栽

3) 水源地全体の森林崩壊：植林、土地利用規制、及び広報活動

侵食防止工：山腹侵食と河岸侵食については、侵食防止のための施設の対策が望まれる。しかし、施設計画には、より詳細な地質資料及び侵食メカニズムを明らかにすることが必要であるが、シワリク丘陵については、このような調査がまだ実施されていない。従って、現段階では、下記の試験工事を実施し、施設対策のための基礎資料を入手することを提案する。

- 1) シワリク丘陵での山腹侵食防止試験工事
- 2) ラカンディ川の河岸侵食防止試験工事

植林と土地利用規制：植林、自然林及びコミュニティ林の管理、多年生商業作物の作付けなどを奨励する。永年植物を植える急傾斜地を指定する。牧場と森林に対し許容限度内の放牧に制限する。水源地におけるコミュニティ林、牧場、農地等の適正な管理について地域住民を教育する。

広報活動：コミュニティ、NGO、及び地方・中央政府機関が、他の水源地での経験から学べるよう、また水源地管理について習熟できるよう、あらゆる可能な広報活動を企画する。

7.3 河川制御事業

設計基準：施設設計に当たり下記の基準を適用した。

- 1) ネパールにおける河川改修設計マニュアル；水資源省、ネパール
- 2) 河川砂防技術基準；建設省、日本

概略施設設計：森林帯、草原帯、水制、護岸、輪中堤、堤防道路、締め切り堤などの河川制御施設を、地形及び河床材料による河道セグメントに配慮して、概略設計した。

ラクスミンブル・ベリ村間のラカンディ川ルートの代替案：この両村の間で、ラカンディ川はそのルートを頻繁に変え、現在の水路系統は複雑になっている。主洪水路を定め、洪水路に沿った治水対策を実施することが必要である。現ルート、東ルート、西ルートの代替案について検討した結果、最も円滑な法線で、しかも最小コストとなる東ルートを採用することとした。

フルパラン橋下流のラカンディ川ルート代替案：ラカンディ川はフルパラン橋下流でも複雑に流路が変化している。先ず、今後維持していく主水路のルートを定めなければならないが、結局、ルート沿いに移転家屋の最も少ない現河道案を主水路に採用した。次に、

主水路の安定化策であるが、流路不安定の原因は上流での洪水氾濫による河床の上昇のため、現河道が著しく小さくなっていることである。従って、河道を安定化させるには、現河道沿いにパイロット水路を掘削し、その水路を洪水と土砂が分離しないで流れるよう草原帯を設け、常水路と河岸自然堤を併せて造成・維持することとした。

ババイ川インドラプル橋の蛇行部改良代替案：インドラプル橋直上流部では河道が激しく蛇行しており、河岸侵食と頻繁な洪水氾濫に見舞われている。ネパールガンジとグラリアを結ぶ主要幹線フラキ道路も度々冠水している。この問題に対処して、現川を河岸防護工により補強する案と、捷水路を設け流路をスムーズにする案を検討した。検討の結果、余剰地の干拓が可能な捷水路案が総事業費が低く、これを採用することとした。

クスンバ・バサール付近の大湾曲部改修代替案：この大湾曲部では河岸侵食が活発で、右岸側の主要幹線フラキ道路やシバナガルの村が侵食の脅威にさらされている。この場合も、河岸防護工による現川補強改修案と、捷水路案を代替案として検討したが、旧河川敷上に設ける捷水路は維持が難しくコスト高となり、現川補強改修案を採用することとした。

施工計画：

- 1) 施工法：陸上掘削工は人力と運搬機械との組合せ、築堤工は人力と締め固め機の組合せによる。その他の蛇籠工、コンクリート工、石積み工、植林等は伝統的な従来工法による。
- 2) 建設材料：河床材料調査結果によると、ラカンディ及びババイ川の土砂はほとんど築堤材として使えるし、玉石は蛇籠及び石積み工に、粗砂・細砂はコンクリート骨材として使用出来る。ババイ川についてはカルナリ川の材料も使用出来る。
- 3) 施工スケジュール：準備作業が終了した後2002年から施工段階に入る。優先事業の完成目標は2007年である。

7.4 コミュニティ開発事業

検討の概要：マスタープラン策定にあたり検討した方針を引き継ぐ（表-7.1）。この段階では、コミュニティ開発事業をラカンディ川及びババイ川のそれぞれ地域固有の状況にどう当てはめて行くかについて検討する。

ラカンディ川の地区別対応：コミュニティ開発事業を具体化するため、河川制御施設が計画されているそれぞれのサイトについて、どのようなコミュニティ開発手法を取るべきかに焦点をしばり検討を行った。各サイト（VDC）毎の対応策を図-7.2に示す。

ババイ川地区別対応：ラカンディ川の場合同様、ババイ川の河川制御施設計画のそれぞれ

のサイトについて治水のためのコミュニティ開発計画を検討し、図-7.4に示した。

7.5 事業計画

計画概要：以上の計画検討結果のまとめとして、ラカンディ川の一般平面と対策配置をそれぞれ図-7.1～図-7.3に、またババイ川については、図-7.4～図-7.6に示した。

7.6 事業実施計画

事業実施計画：優先事業の実施は、2007年までとする。事業は効率的に整然と実施し、事業実施期間中であっても、事業効果が住民へ及ぶよう配慮するものとする。ババイ川及びラカンディ川の事業実施計画を図-7.7及び図-7.8に示す。

工程計画：

- 1) ラカンディ川及びババイ川の事業は、他のマスタープラン対策河川に先駆け実施するものとする。
- 2) ラカンディ川の詳細計画/設計期間はババイ川より1年長くとり2年間を予定する。これはラカンディ川が主水路ルート確定の問題を抱えており、住民の納得を得るには時間を要すると判断したからである。

外部支援：ネパール国政府の財政難やパイロット事業としての集中実施の必要性を考えると、事業実施には次の外部支援が必要と考えられる。

- 1) 資金協力：特に河川制御事業に対して
- 2) 技術協力：水源地管理、河川制御、コミュニティ開発、いずれの事業に対しても技術支援が必要である。特にコミュニティ開発事業については、コミュニティに専門家グループが駐在し、地域住民と協力して実施することを提案する。専門家グループには、コミュニティ開発、森林、農業、治水等の分野の異なる専門家を含めるのが良いと考える。

事業実施組織：治水事業は灌漑局（DOI）が県レベルに設立するプロジェクト管理事務所（Project Management Office: PMO）を通して実施する。PMOは次の3部から成る。つまり、上流域保全部、河川制御部及びコミュニティ開発部である。上流域保全部は土壤保全水源地管理局（DOSCW）がチーフを派遣するが、他は全てDOI職員で埋めるものとする。

7.7 事業費

事業費積算の条件：全ての単価は1998年10月現在の価格で表示する。事業費は下記

の費目で構成される。

- 1) 建設基準費用：単価ベース
- 2) 補償費：単価ベース
- 3) 管理費：上記1)、2)の5%
- 4) 技術費：一括計上
- 5) 予備費：上記1)～4)の10%
- 6) 価格変動予備費：外貨分に対し毎年3%、内貨分に対し年率10%の上昇を見込む。

事業費積算：ラカンディ川及びババイ川につき、工事数量と事業費を積算し、それぞれ表-7.2及び表-7.3に示す。まとめると以下のとおり：

費 目	ラカンディ川 (Rs. 百万)	ババイ川 (Rs. 百万)
1. 建設基準費用	280.5	338.7
2. 補償費	45.4	26.6
3. 管理費	16.3	18.3
4. 技術費	56.1	67.7
5. 価格変動予備費	39.8	45.3
6. 付加価値税	43.8	49.6
7. 合計	481.9	546.1

(備考) 物価変動予備費を含まない。

所要資金：事業の実施計画に従い年毎の支払い費用を価格変動予備費も考慮して算定した。ラカンディ川の事業実施に必要な資金額は下記のとおり Rs. 689.3 百万で、ババイ川は Rs. 744.7 百万と積算された。

費 目	ラカンディ川 (Rs. 百万)			ババイ川 (Rs. 百万)		
	F. C.	L. C.	Total	F. C.	L. C.	Total
事業費	155.9	326.0	481.9	197.4	348.6	546.1
価格変動予備費	23.2	184.3	207.5	25.6	173.0	198.6
所要資金	179.1	510.3	689.3	223.0	521.0	744.7

7.8 評 価

経済評価：フィージビリティ調査対象の治水事業の経済性を検討した。洪水被害軽減便益、河岸侵食防止便益及び間接便益を考慮した。費用、便益のキャッシュフローを作成し、プロジェクトライフを事業実施期間も含め50年とした。結果は下記のとおりである。

河川名	現況流域			将来流域		
	EIRR (%)	B/C	NPV (10 ⁶ Rs)	EIRR (%)	B/C	NPV (10 ⁶ Rs)
ラカンディ	9.5	0.95	-14.6	20.8	2.05	308.0
ババイ	9.7	0.98	-8.7	15.2	1.51	188.7

(備考) B/C及びNPVは、現在価値を割引率10%で算定。

環境評価：テライ平野における河川流域の治水事業は環境面からも明らかに好ましい行為である。湿地がリストされているババイ川に対して、本格事業実施前に、環境影響評価が必要である。ラカンディには湿地がリストされておらず、地域住民が事業の決定手続に参画している限り、スクリーニングだけで充分である。

技術評価：治水活動は継続的に実施されるものだから、計画は、地域の状況、技術レベル並びに中央及び地方政府、非政府組織、及びコミュニティの支払能力に適合したものでなければならない。テライ平野河川の治水計画立案に際しては、この点を計画方針として、種々の配慮をしており、事業は持続的に実施が可能と判断される。

第8章 結論及び提言

マスタープランの策定：主に地形図（1/25,000 及び 1/50,000）と現地踏査に基づき、対象8河川の現状と治水対策の取り組み方針をマスタープランとして取りまとめた。

優先事業の経済性：事業の実施により種々の有形・無形の効果が調査対象域のコミュニティにもたらされる。優先事業（ラカンディ及びババイ川）は、費用・便益分析によると、将来流域状態において高い EIRR-値を示している。但し、現状流域においては EIRR-値が高くはない。提案した治水事業はどこからでも、また、どの規模でも実施できる性格をもっており、流域の発展動向を見つめながら、経済性の高い事業から実施して行けばよい。

環境影響：環境保全の観点から、提案した事業は圧倒的に好ましいもので、社会及び自然環境へ良い影響を与え、汚染問題等も生じない。これまでに見出した問題は湿地（wetland）の保全であるが、ほとんどの湿地は現在既に農地として開発されていたり、国立公園として保全されている。

技術的側面：提案した事業はネパール国の技術能力の観点からも適切である。計画に際し、事業が地方の状況、技術能力、及び財政的支払能力に適合するよう、充分配慮している。

提言：テライ平野の治水の重要性に鑑み、マスタープランを提案したラトゥワ、ロハンドラ、ナラヤニ、ティナウ、西ラブティ、及びクティヤ川のフィージビリティ調査を実施すべきである。ラカンディ川及びババイ川について提案した治水事業は経済的、技術的に実施可能であり、環境面への悪影響はほとんどない。従って、民生の安定と流域の健全な発展を支援するため、事業を実施に移すよう提言する。

附表

コミュニティ開発

Lakahndei River	Babai River
<p>Community Mobilization</p> <p>1) Formation of Community Groups</p> <ul style="list-style-type: none"> - Learning from a limited # of outstanding cases of community mobilization <p>2) Creation of Awareness, Knowledge & Skills</p> <ul style="list-style-type: none"> - Education on technical measures for flood control (spurs, dikes etc.) - Skills training on gabion netting and masonry - Promotion of proper land use practices <p>3) Groups Savings for Disaster Management</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resource mobilization for regular maintenance of river training facilities - Local contributions for community-based actions - More emphasis on women's participation <p>Local Coping Strategy</p> <p>1) Flood Proofing</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agricultural adjustments (esp. through flood-proof varieties, & storage of rice saplings) - Housing structure through plantation of trees for durable construction materials <p>2) Forecasting, Warning, & Evacuation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Warning utilizing existing facilities (e.g., PCO, & mosques) - Accessibility enhancement for evacuation <p>3) Flood Fighting</p> <ul style="list-style-type: none"> - Supply of materials not available locally (e.g., boulders, gabion) - Dissemination of flood fighting activities <p>Multi-purpose Facility</p> <p>1) Collection of Bed Materials</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clear-cut rules for sand/gravel extraction - Enforcement of guidelines for proper extractions <p>2) Forest/Grass Belts</p> <ul style="list-style-type: none"> - Use of trees/grass for livelihood improvements (fuel, fruits etc.) - Plantation of trees for evacuation & housing <p>3) Preventive Bank Protection</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduction of high-value grass /shrubs - Simple protection works using local materials - Dissemination of bio-engineering <p>4) Road Network Development</p> <ul style="list-style-type: none"> - Access improvement using river control facilities (esp. dikes) - Road improvements for flood mitigation & to meet other local needs 	<p>Community Mobilization</p> <p>1) Formation of Community Groups</p> <ul style="list-style-type: none"> - Working through, or building upon, traditional irrigation groups <p>2) Creation of Awareness, Knowledge & Skills</p> <ul style="list-style-type: none"> - Education on technical measures for flood control (spurs, revetments etc.) - Skills training on gabion netting and masonry - Promotion of proper land use practices <p>3) Groups Savings for Disaster Management</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resource mobilization for regular maintenance of river training facilities - Local contributions to undertake community-based disaster management actions <p>Local Coping Strategy</p> <p>1) Flood Proofing</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agricultural adjustments (esp. through irrigation, & flood-proof varieties) - Reforestation/afforestation - Installation of drainage <p>2) Forecasting, Warning, & Evacuation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Forecasting & warning utilizing existing facilities (e.g., irrigation barrage) - Organized strategy for river watching <p>3) Flood Fighting</p> <ul style="list-style-type: none"> - Local production and procurement of flood fighting materials (e.g., bamboo, sandbags) - Dissemination of flood fighting activities <p>Multi-purpose Facility</p> <p>1) Collection of Bed Materials</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exemption of prohibitive rules - Enforcement of guidelines for proper extractions <p>2) Forest/Grass Belts</p> <ul style="list-style-type: none"> - Use of trees/grass for livelihood improvements (fuel, fodder, roofing, etc.) - Plantation of trees for flood fighting <p>3) Preventive Bank Protection</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduction of high-value grass /shrubs - Simple protection works using local materials - Dissemination of bio-engineering <p>4) Road Network Development</p> <ul style="list-style-type: none"> - Access improvement using river control facilities (esp. bank protection)

ラカンデイ川事業費

Item	Unit	Quantity	(NRs1,000)		
			F.C.	L.C.	Total
I. Construction Base Cost			108,045	172,411	280,456
1. Preparatory Works	L.S.	1.00	9,822	15,674	25,496
2. Bank Protection			32,806	48,522	81,328
2-1 Pile Spur	km	4.10	10,497	13,165	23,662
2-2 Gabion Spur	km	11.46	22,309	35,357	57,666
2-3 Revetment	km	0.00	0	0	0
3. Dike Embankment			38,947	68,578	107,525
3-1 Forest and Grass Belt	ha	377.50	9,471	40,059	49,530
3-2 Dike Road	km	6.55	10,247	7,849	18,096
3-3 Ring Dike	km	5.30	10,623	9,980	20,603
3-4 Closing Dike	place	8.00	8,607	10,690	19,297
4. Channel Excavation	km	9.88	17,540	25,387	42,928
5. Miscellaneous Works	L.S.	1.00	8,929	14,249	23,178
II. Compensation Cost	L.S.	1.00	0	45,384	45,384
III. Administration Cost	L.S.	1.00	0	16,292	16,292
IV. Engineering Cost	L.S.	1.00	33,655	22,436	56,091
V. Physical Contingency	L.S.	1.00	14,170	25,652	39,822
VI. Total			155,870	282,176	438,046
VII. Value Added Tax	L.S.	1.00	0	43,805	43,805
VIII. Grand Total			155,870	325,980	481,850

Note: 1: Price Level in October 1998

2: Conversion Rate US\$ 1.00 = NRs 67.93, 1.00 Yen = NRs 0.59

3: Cost does not include price contingency

4: Figures may not add up to totals due to rounding

F.C: Foreign currency portion

L.C: Local currency portion

ババイ川事業費

Item	Unit	Quantity	(NRs1,000)		
			F.C.	L.C.	Total
I. Construction Base Cost			138,837	199,821	338,658
1. Preparatory Works	L.S.	1.00	12,622	18,166	30,787
2. Bank Protection			87,178	120,310	207,488
2-1 Pile Spur	km	13.19	46,627	57,917	104,544
2-2 Gabion Spur	km	5.21	11,873	18,460	30,333
2-3 Revetment	km	3.30	28,678	43,934	72,611
3. Dike Embankment			12,743	23,381	36,125
3-1 Forest and Grass Belt	ha	284.00	2,509	10,612	13,120
3-2 Closing Dike	place	8.00	10,234	12,770	23,004
4. Cut-off Channel	km	1.40	14,820	21,450	36,270
5. Miscellaneous Works	L.S.	1.00	11,474	16,514	27,988
II. Compensation Cost	L.S.	1.00	0	26,640	26,640
III. Administration Cost	L.S.	1.00	0	18,265	18,265
IV. Engineering Cost	L.S.	1.00	40,639	27,093	67,732
V. Physical Contingency	L.S.	1.00	17,948	27,182	45,130
VI. Total			197,424	299,001	496,425
VII. Value Added Tax	L.S.	1.00	0	49,642	49,642
VIII. Grand Total			197,424	348,643	546,067

Note: 1: Price Level in October 1998

2: Conversion Rate US\$ 1.00 = NRs 67.93, 1.00 Yen = NRs 0.59

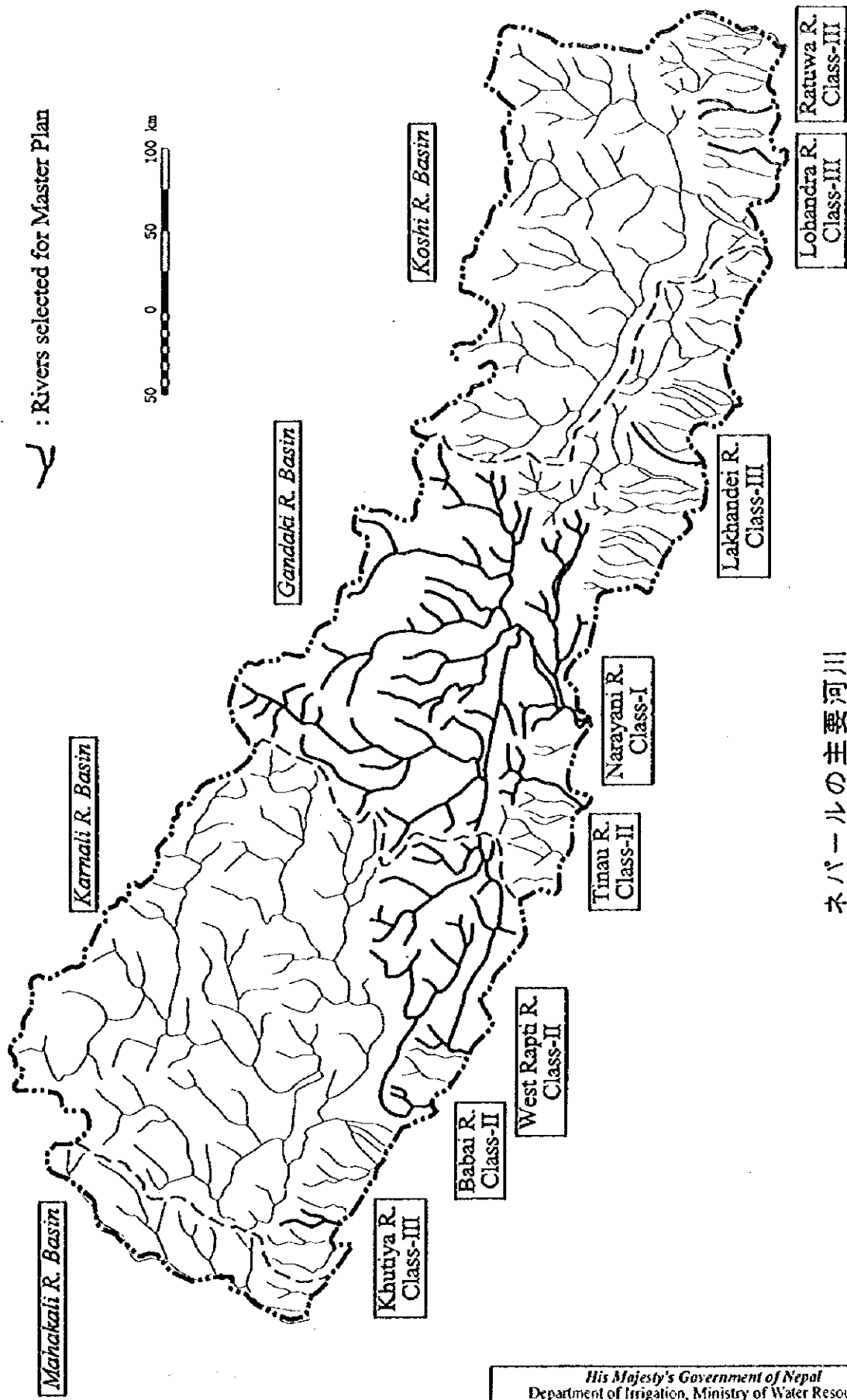
3: Cost does not include price contingency

4: Figures may not add up to totals due to rounding

F.C: Foreign currency portion

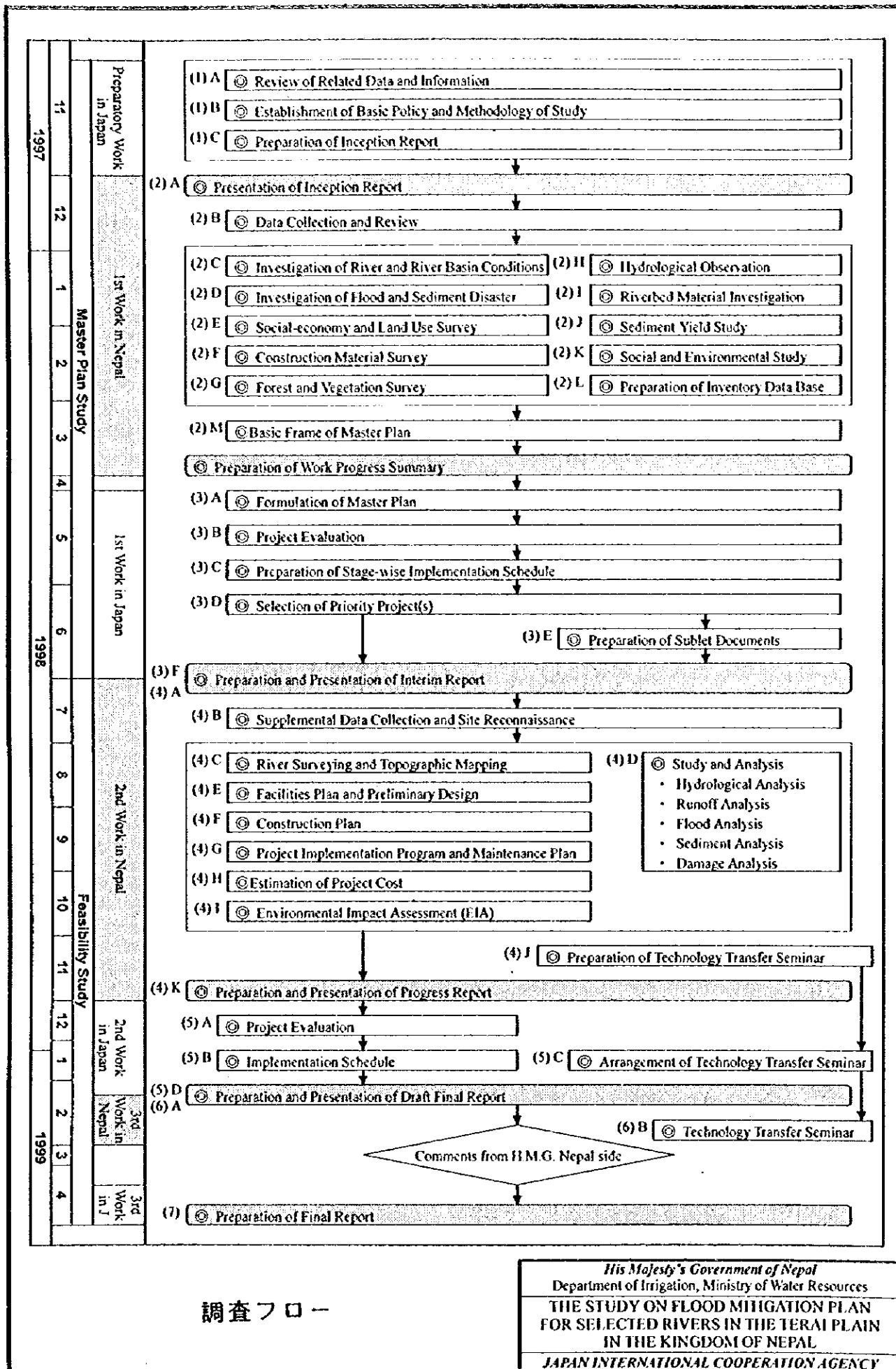
L.C: Local currency portion

付図



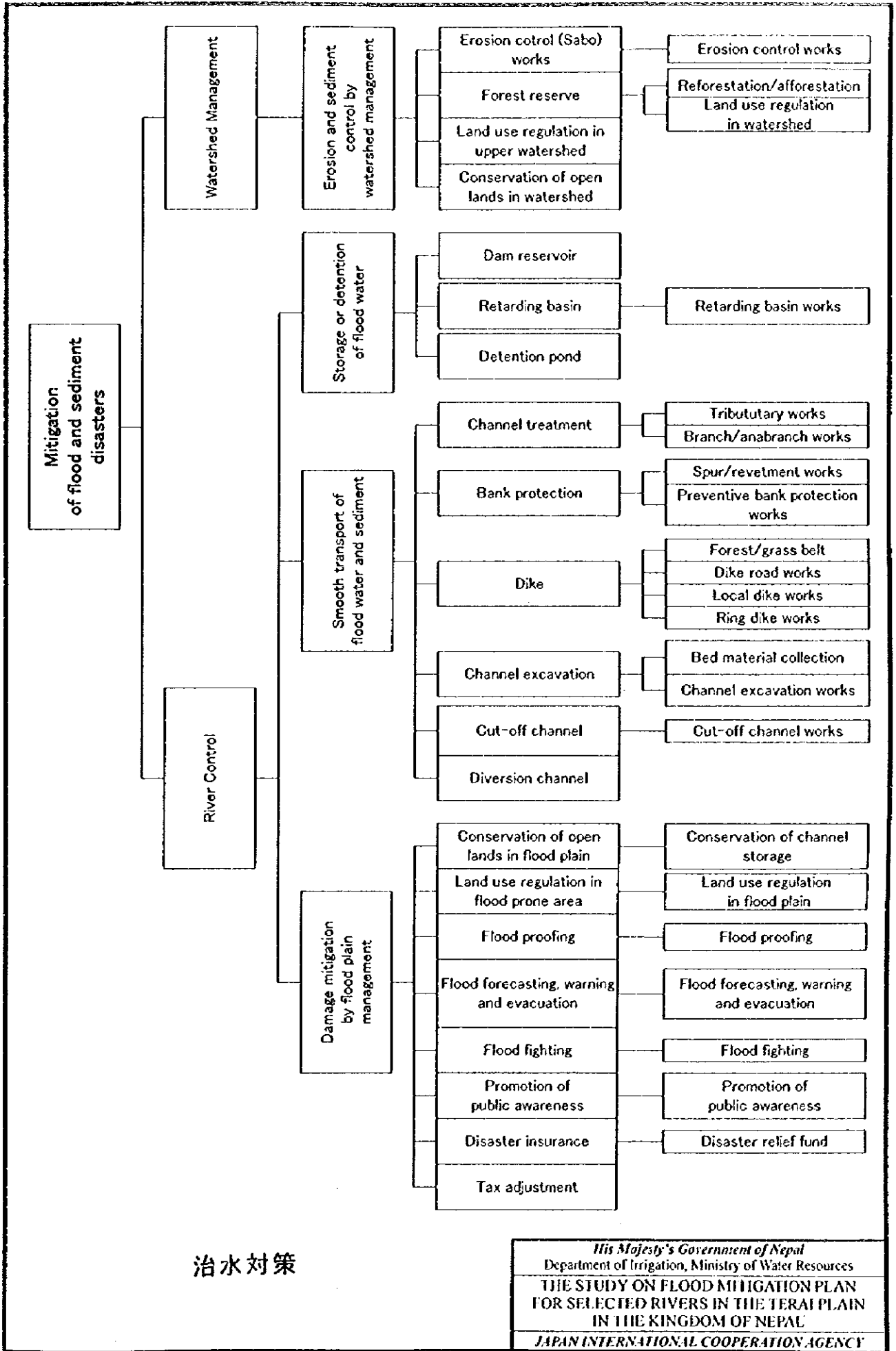
ネパールの主要河川

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



調査フロー

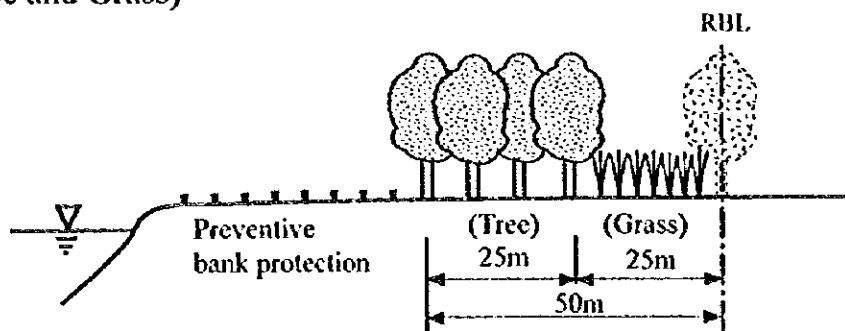
His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



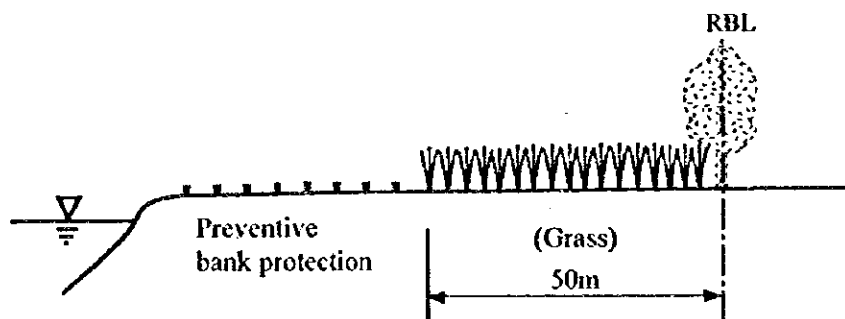
治水対策

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

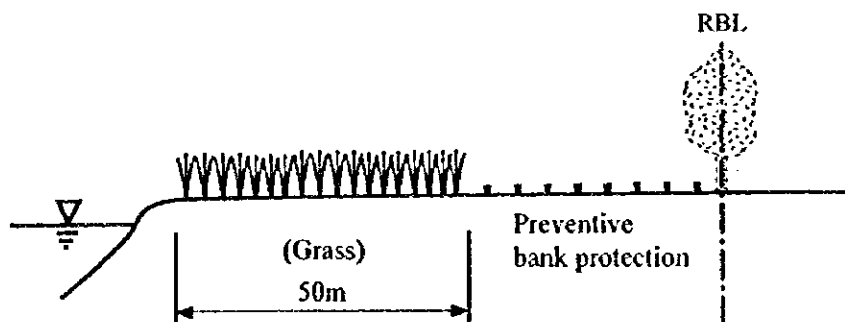
**Forest Belt
(Tree and Grass)**



Grass Belt



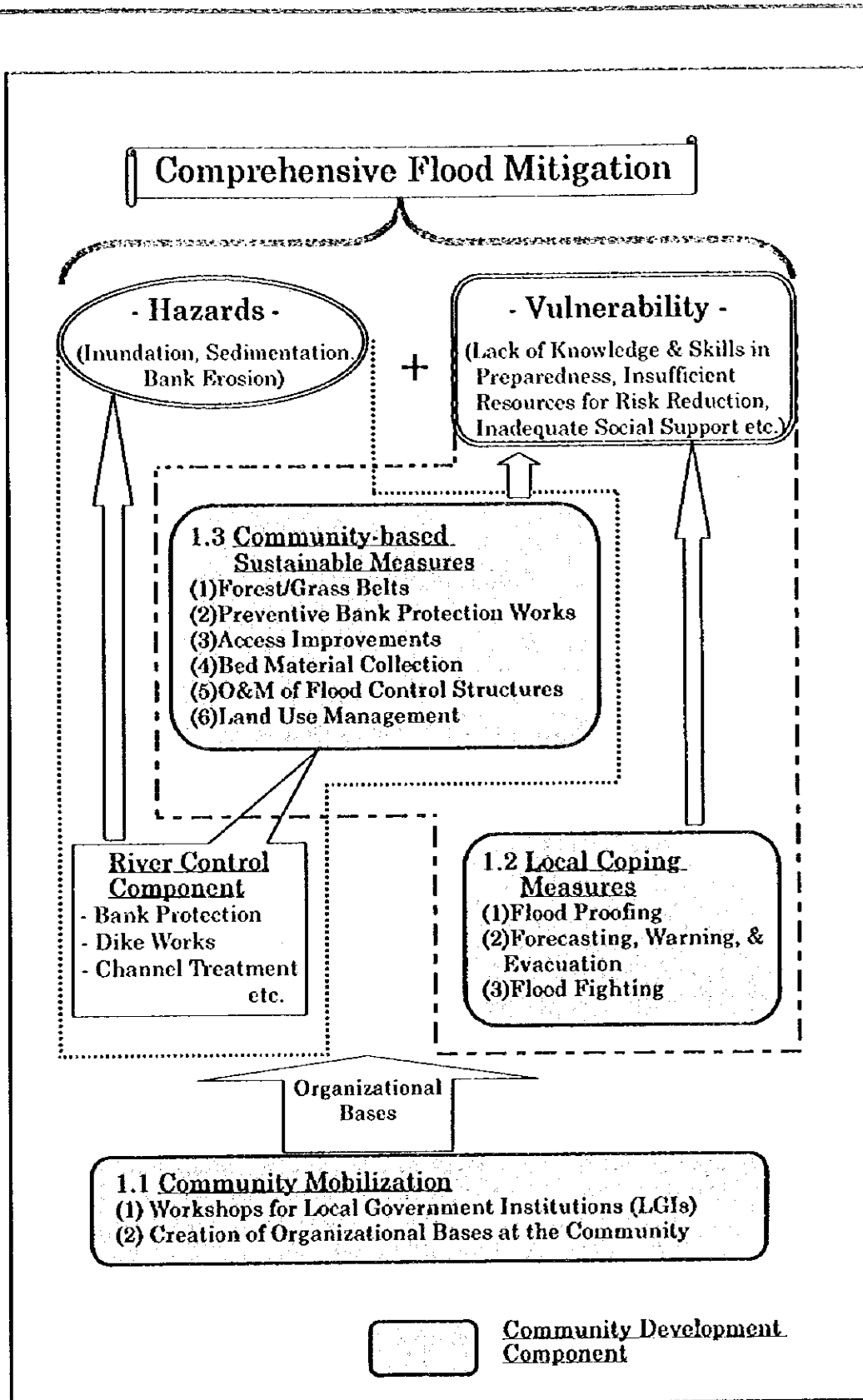
Grass Belt along Low Water Channel (Seg.2-2 of Lakhandei R.)



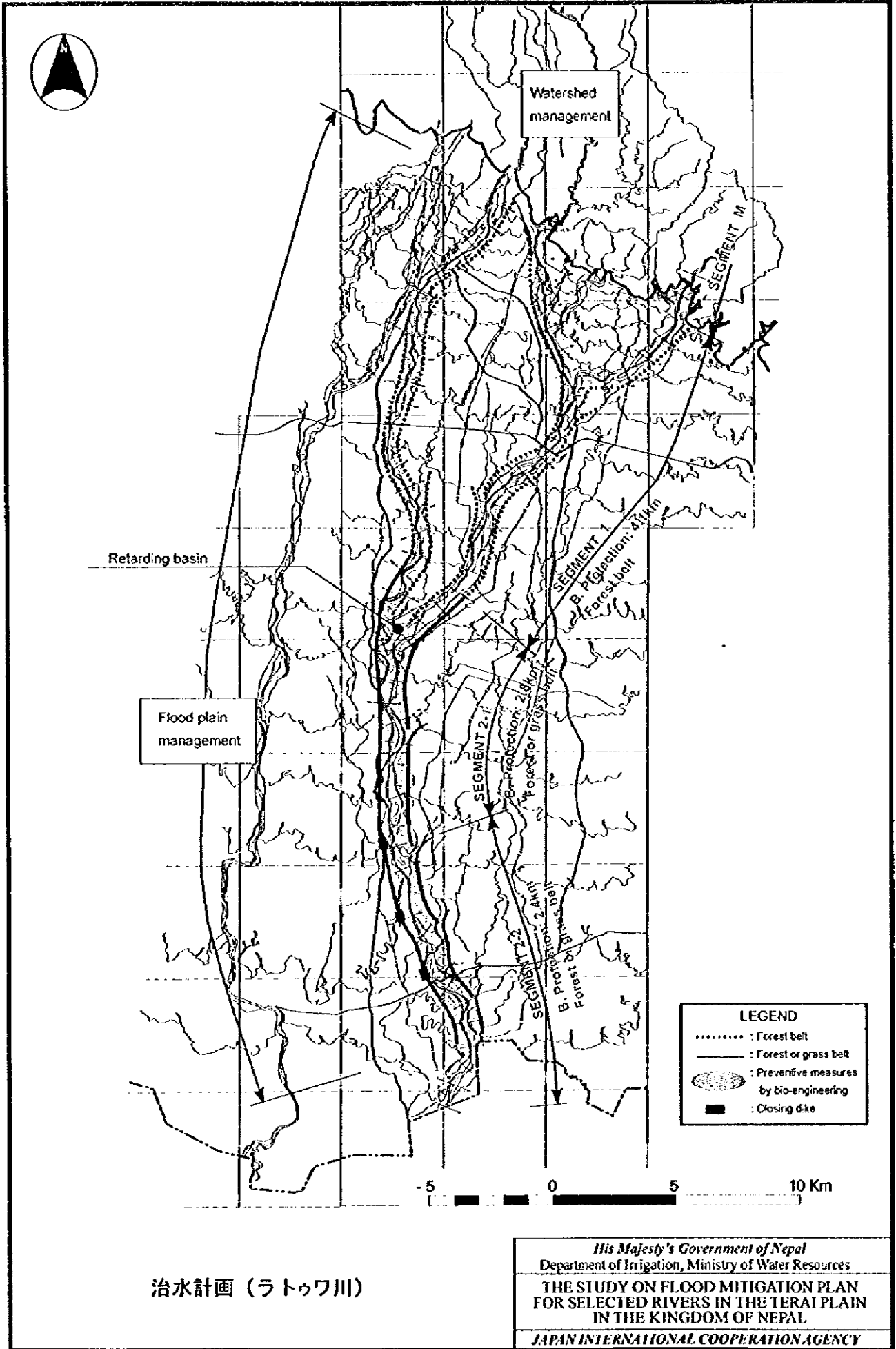
- RBL shall be marked clearly in field by tree-row or stacker.
- If there are forests more than 50m-wide on river side of RBL, tree/grass belt is not necessary.
- If the river side bank area of RBL is less than 50m in width, width of grass belt should be reduced.

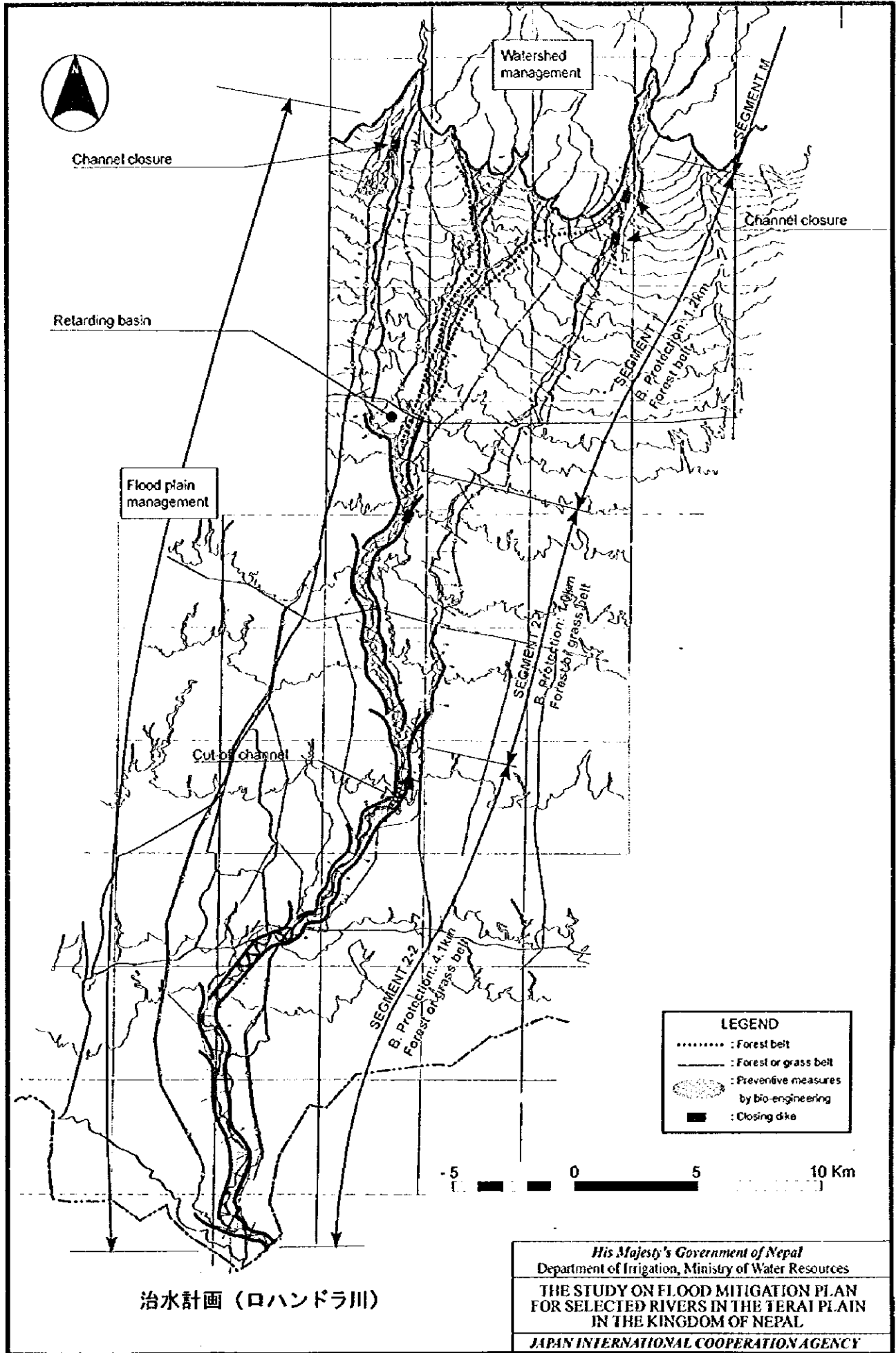
森林／草地帯と河川境界

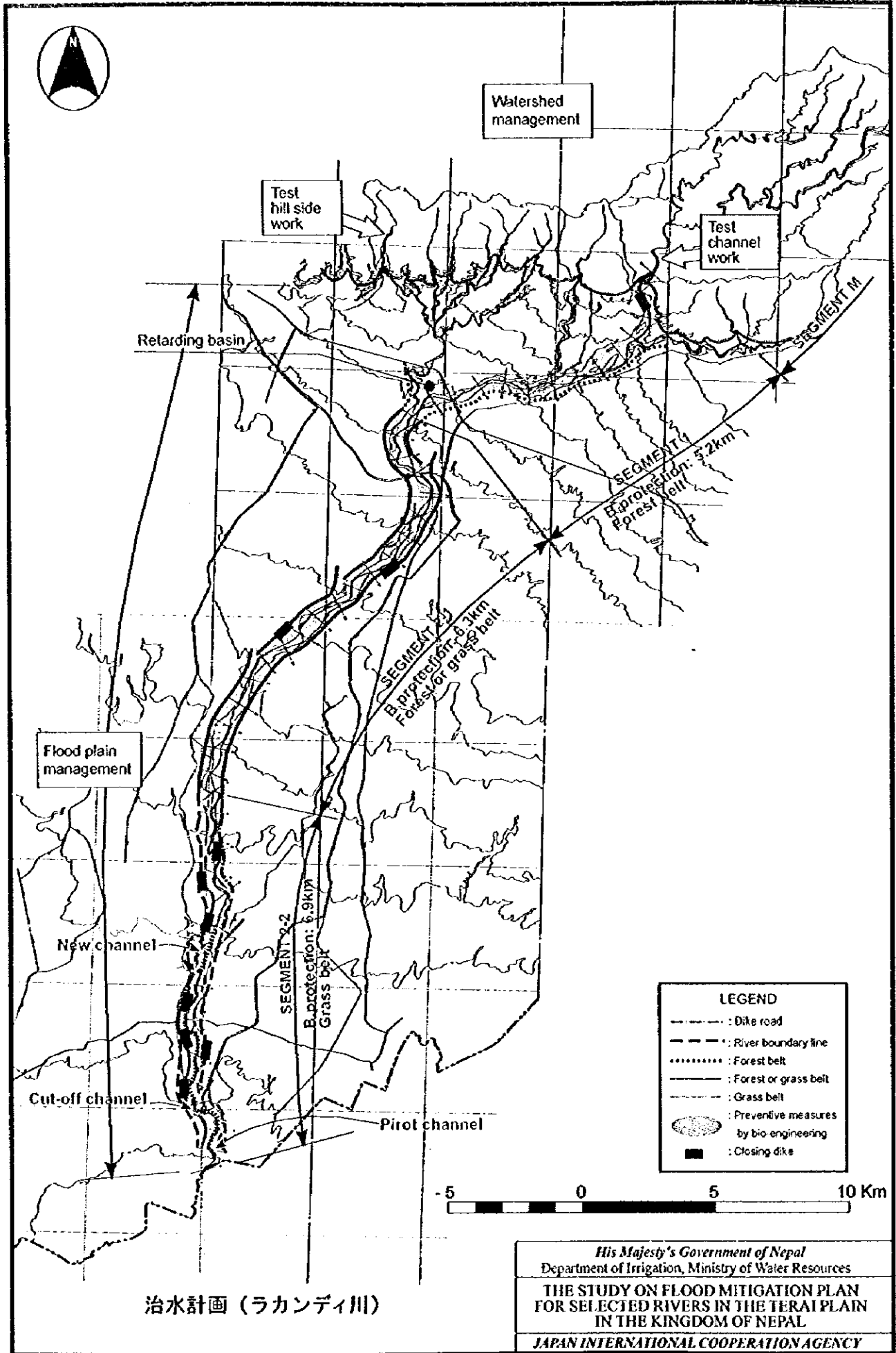
His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
 THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Community Development Component

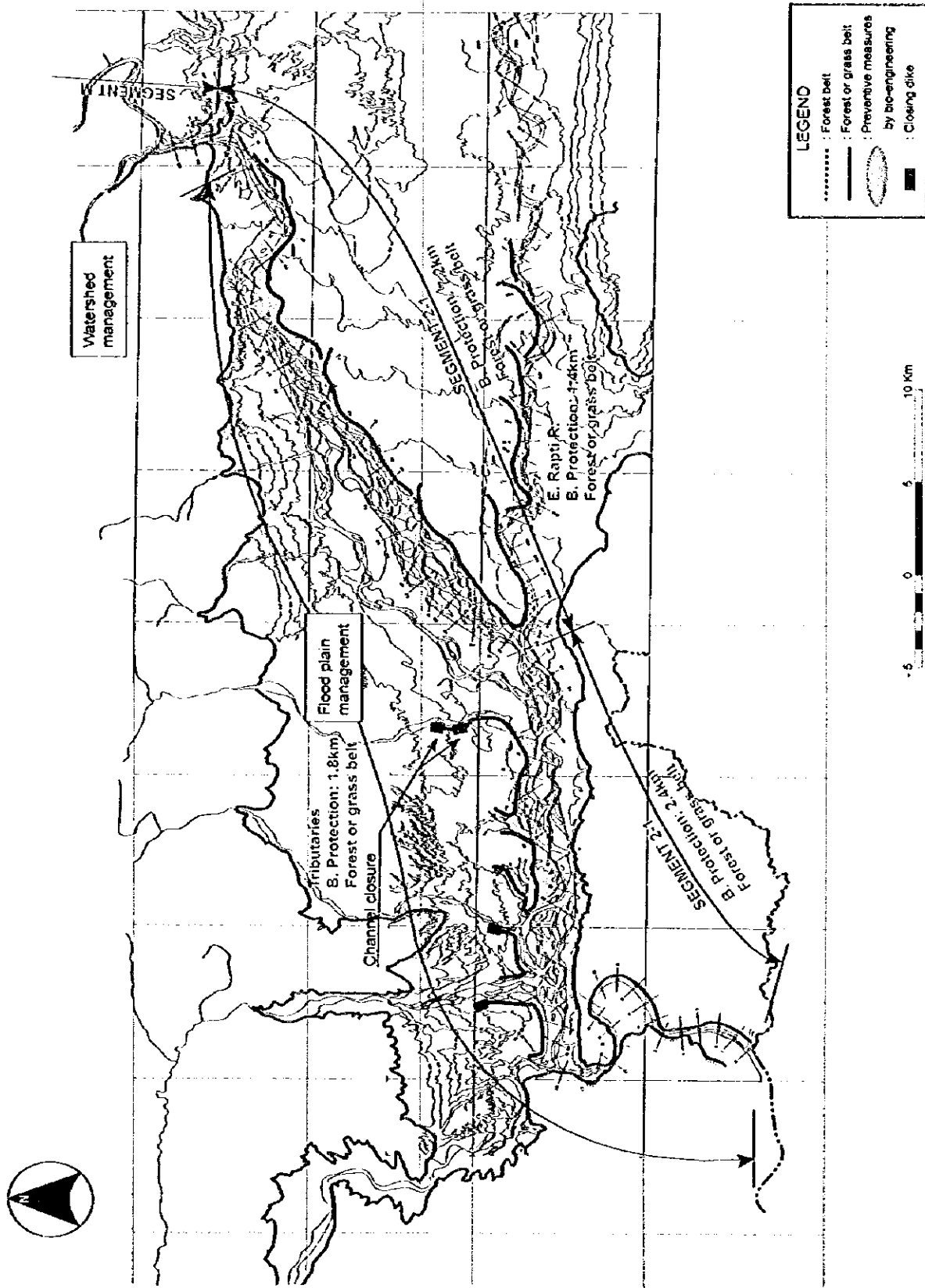






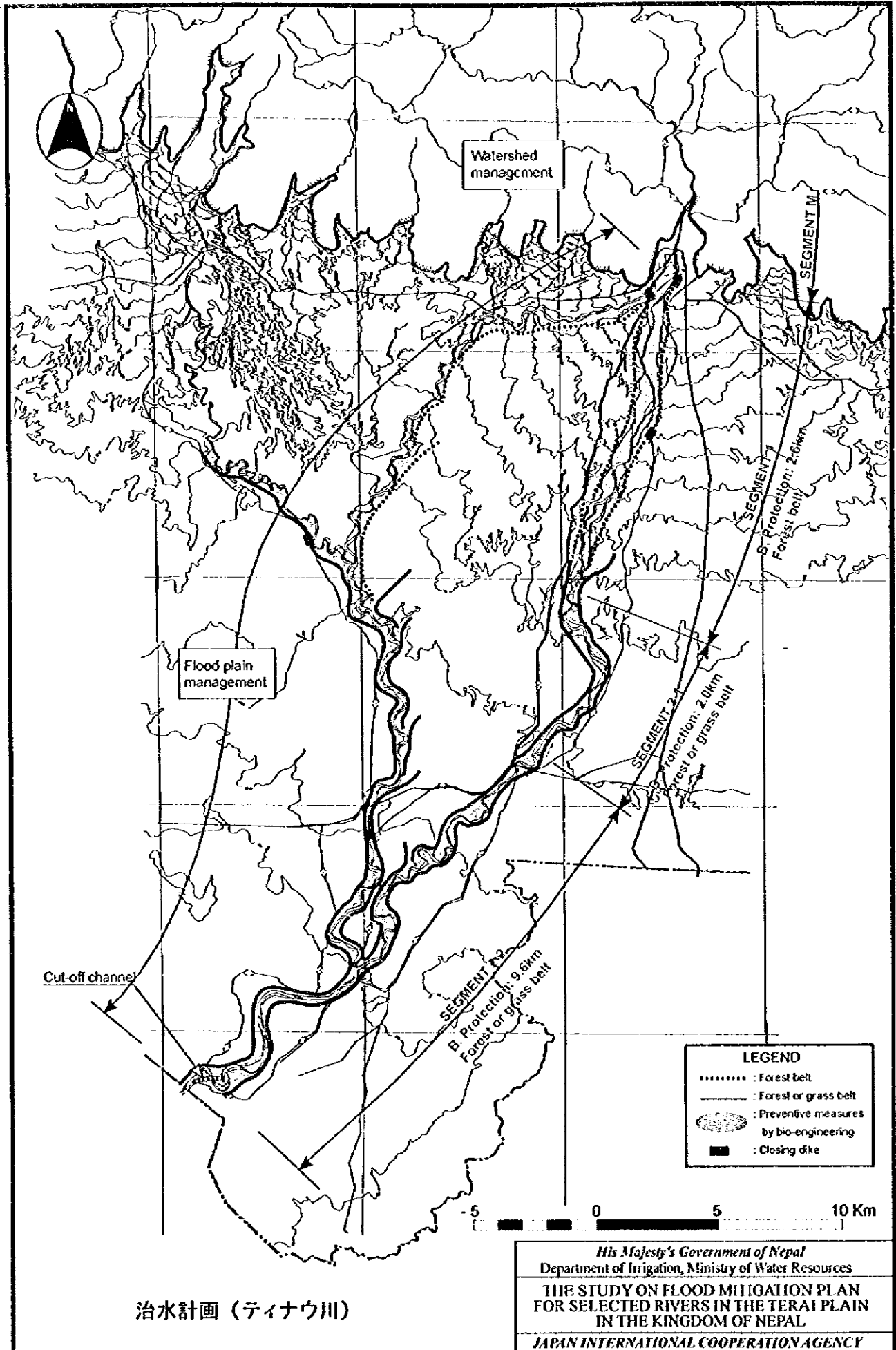
治水計画 (ラカンディ川)

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN IN THE KINGDOM OF NEPAL
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



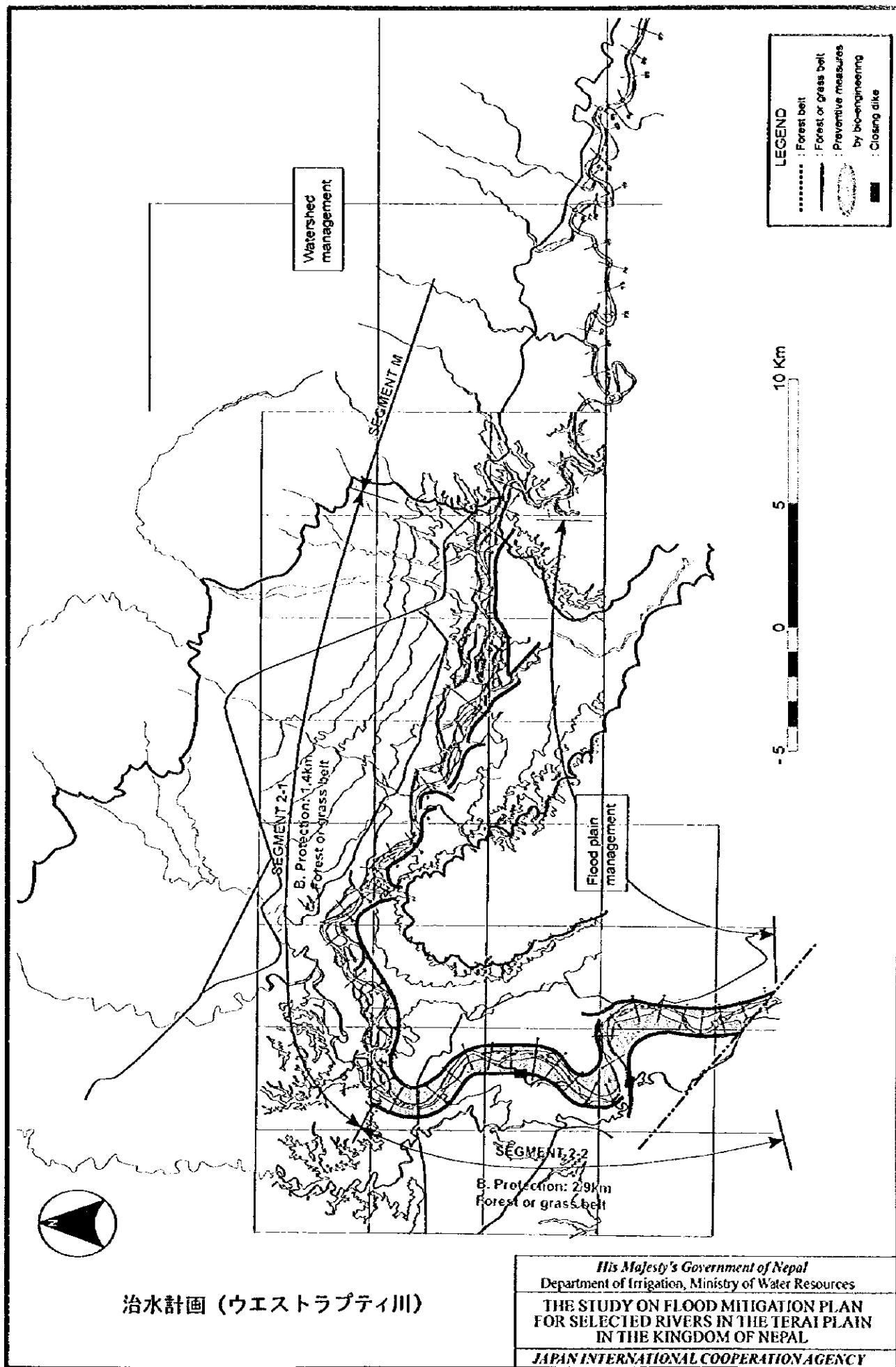
治水計画 (ナラヤニ川)

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



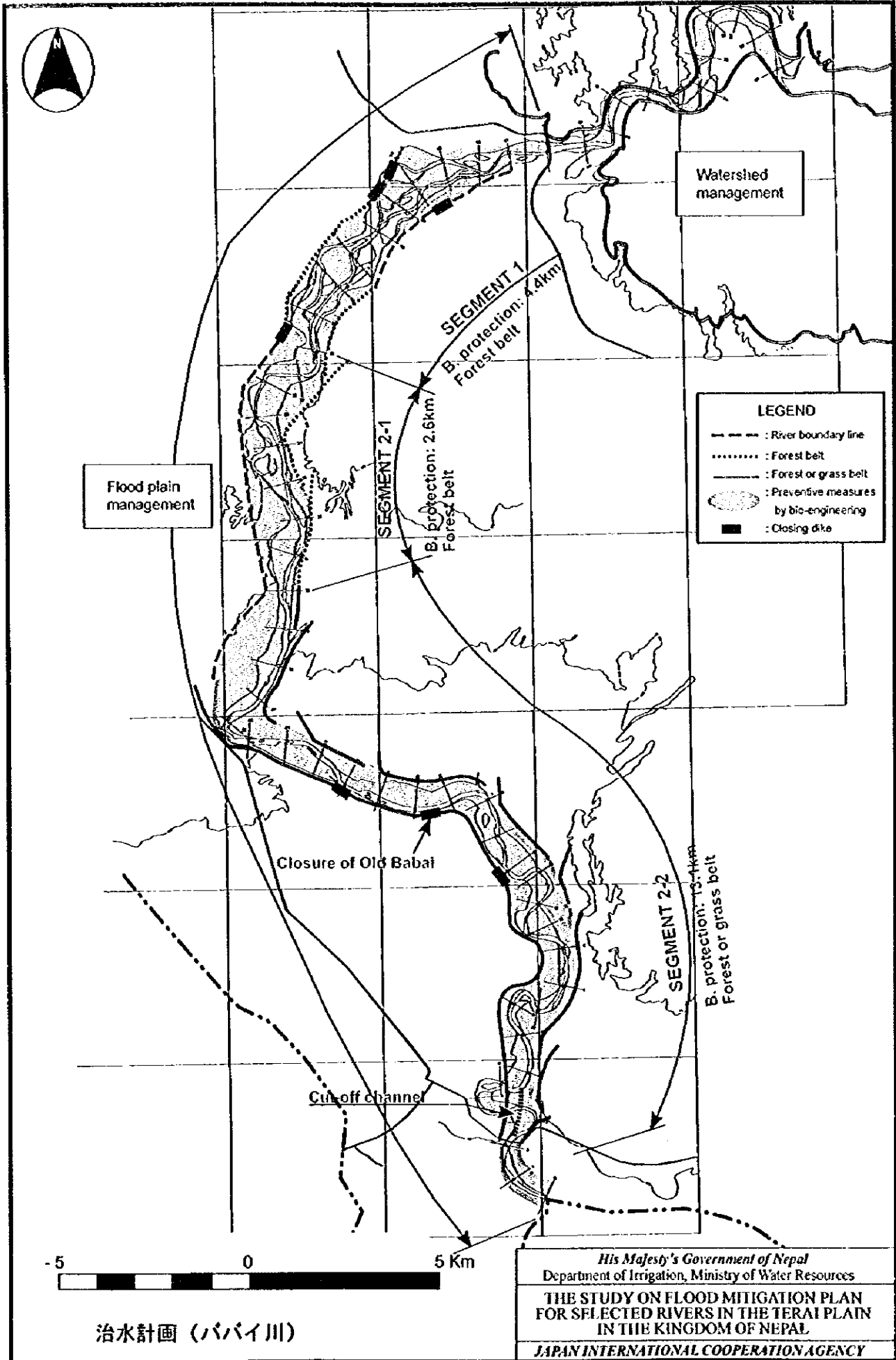
治水計画 (ティナウ川)

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



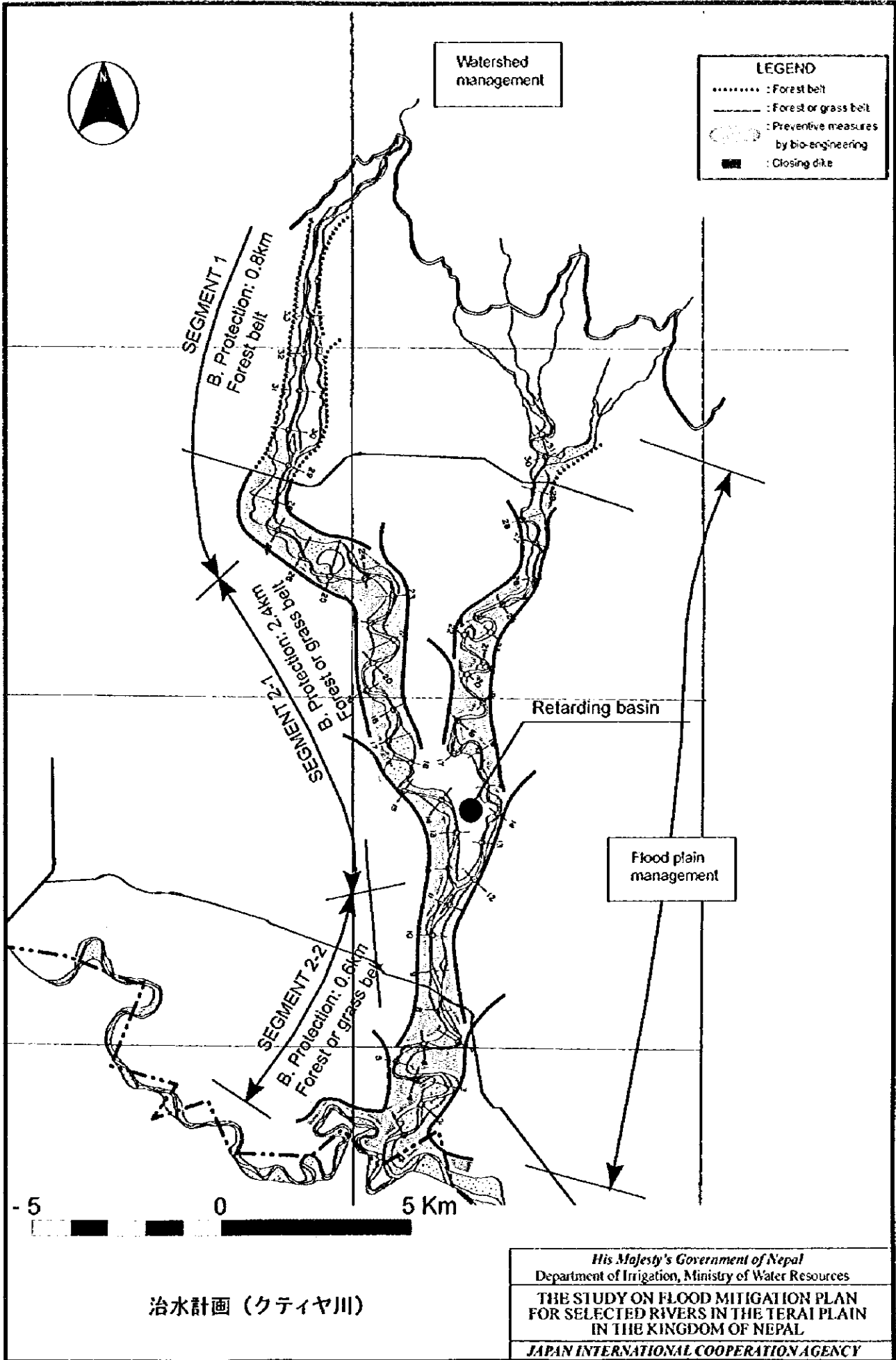
治水計画 (ウエストラプティ川)

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

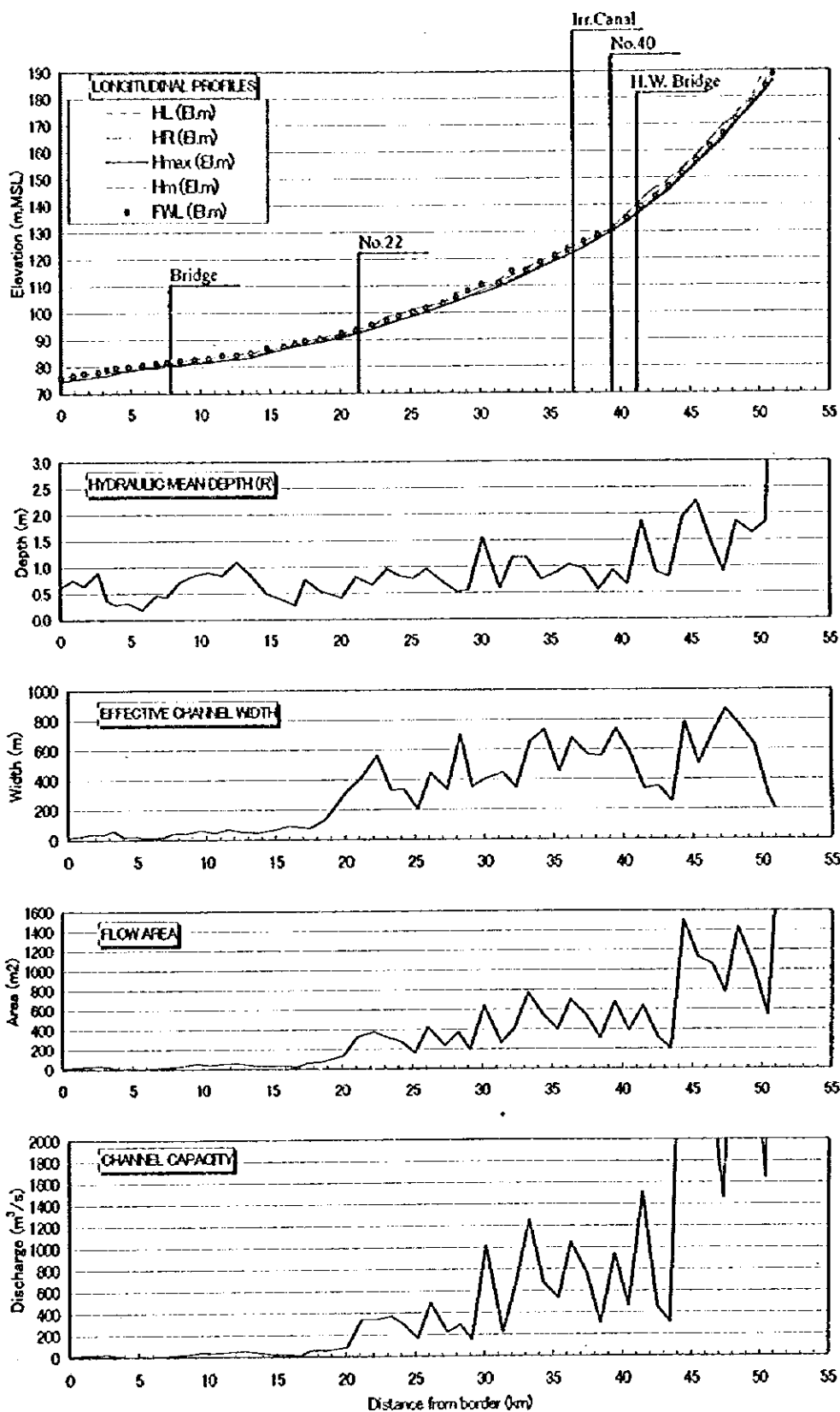


治水計画 (ババイ川)

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

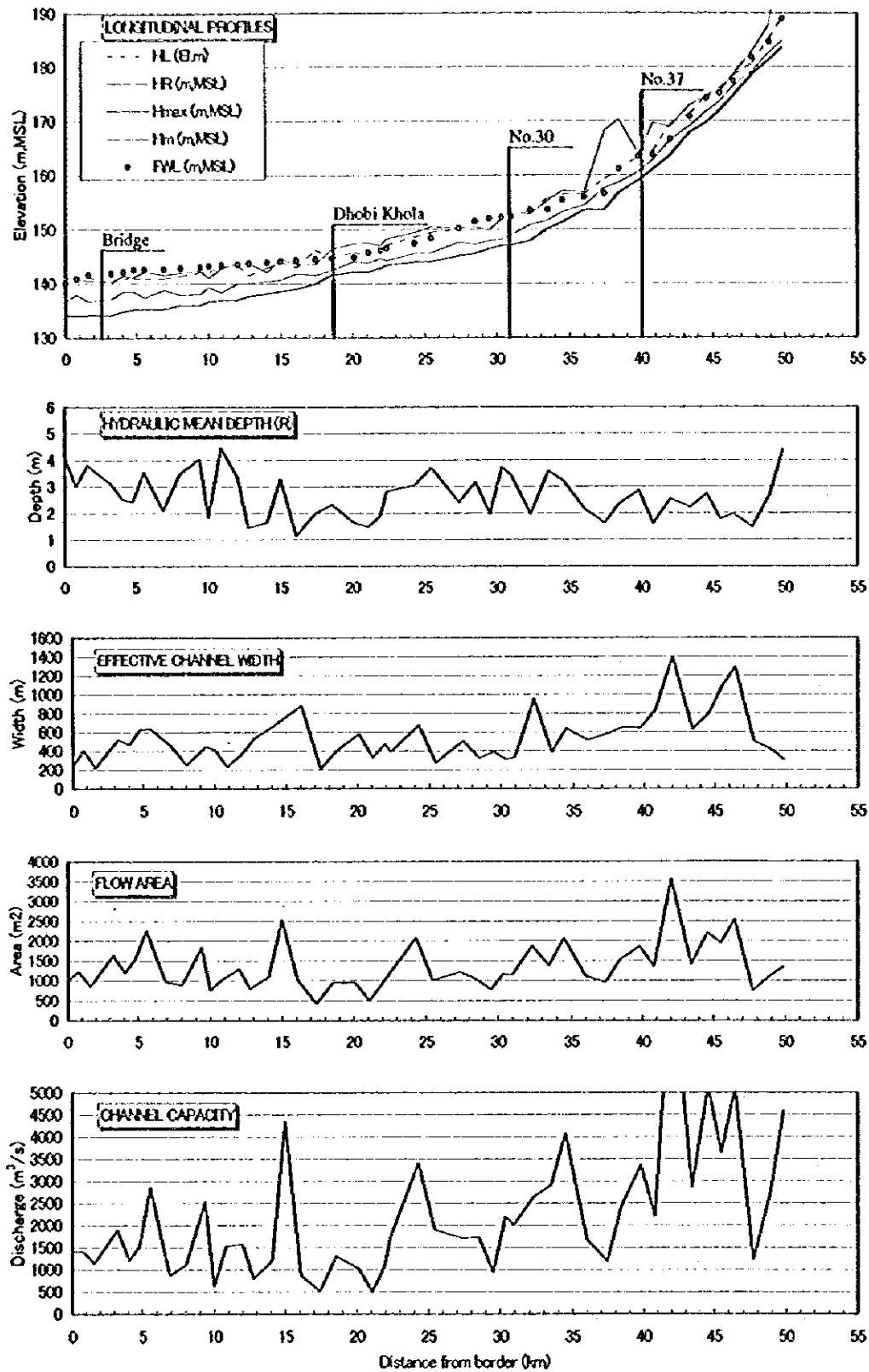


治水計画 (クティヤ川)



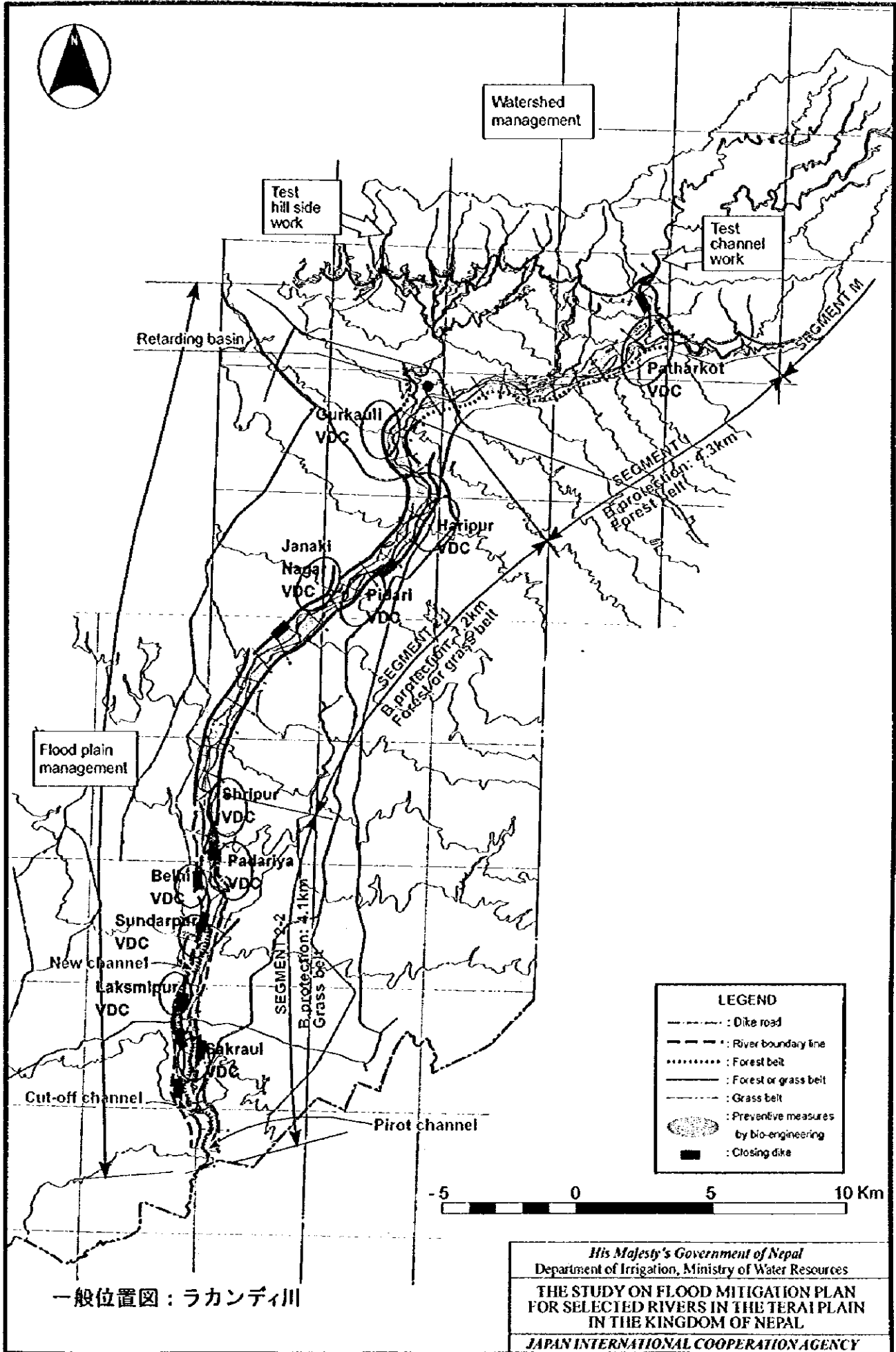
ラカンディ川の河道特性

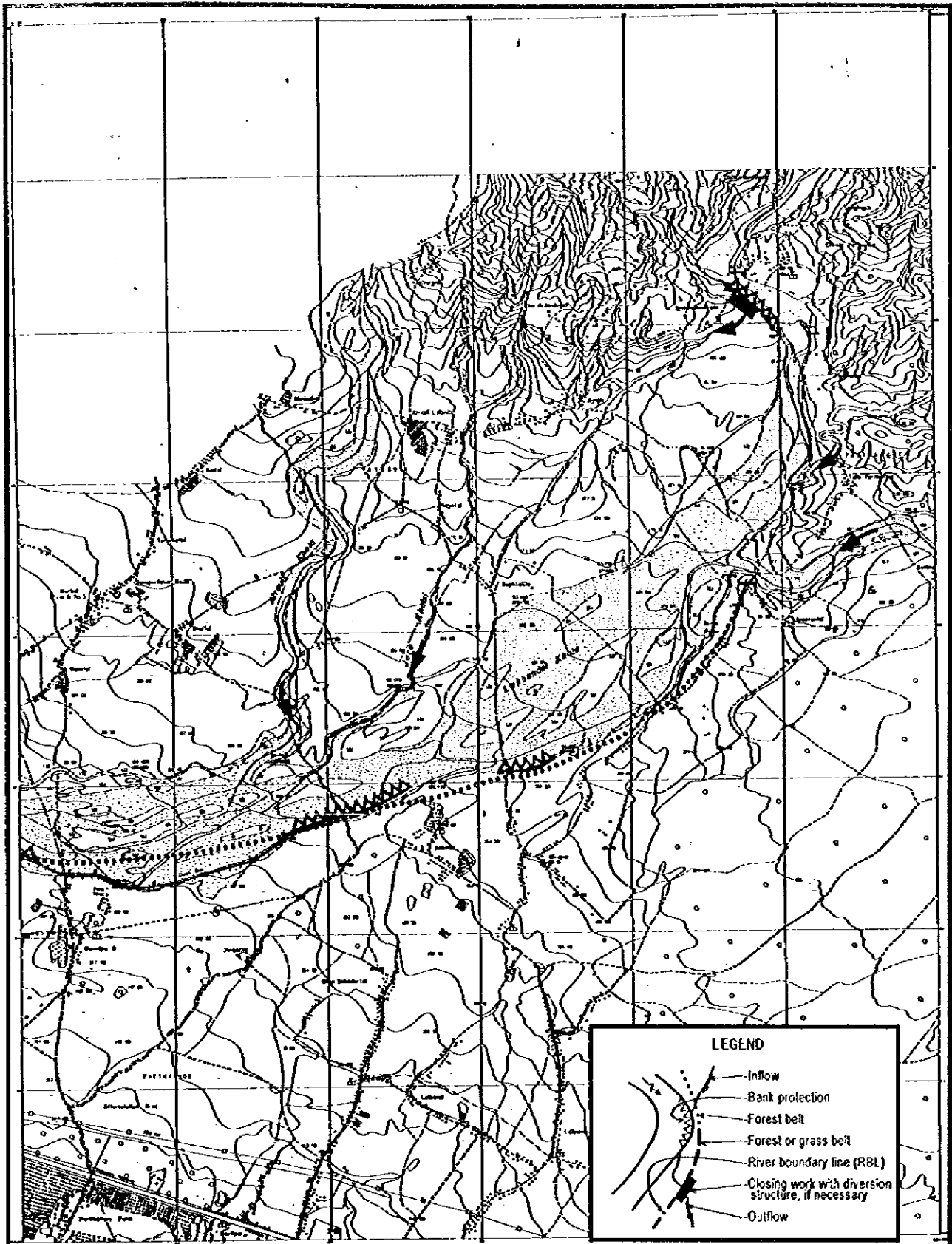
His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
 THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



ババイ川の河道特性

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
 THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



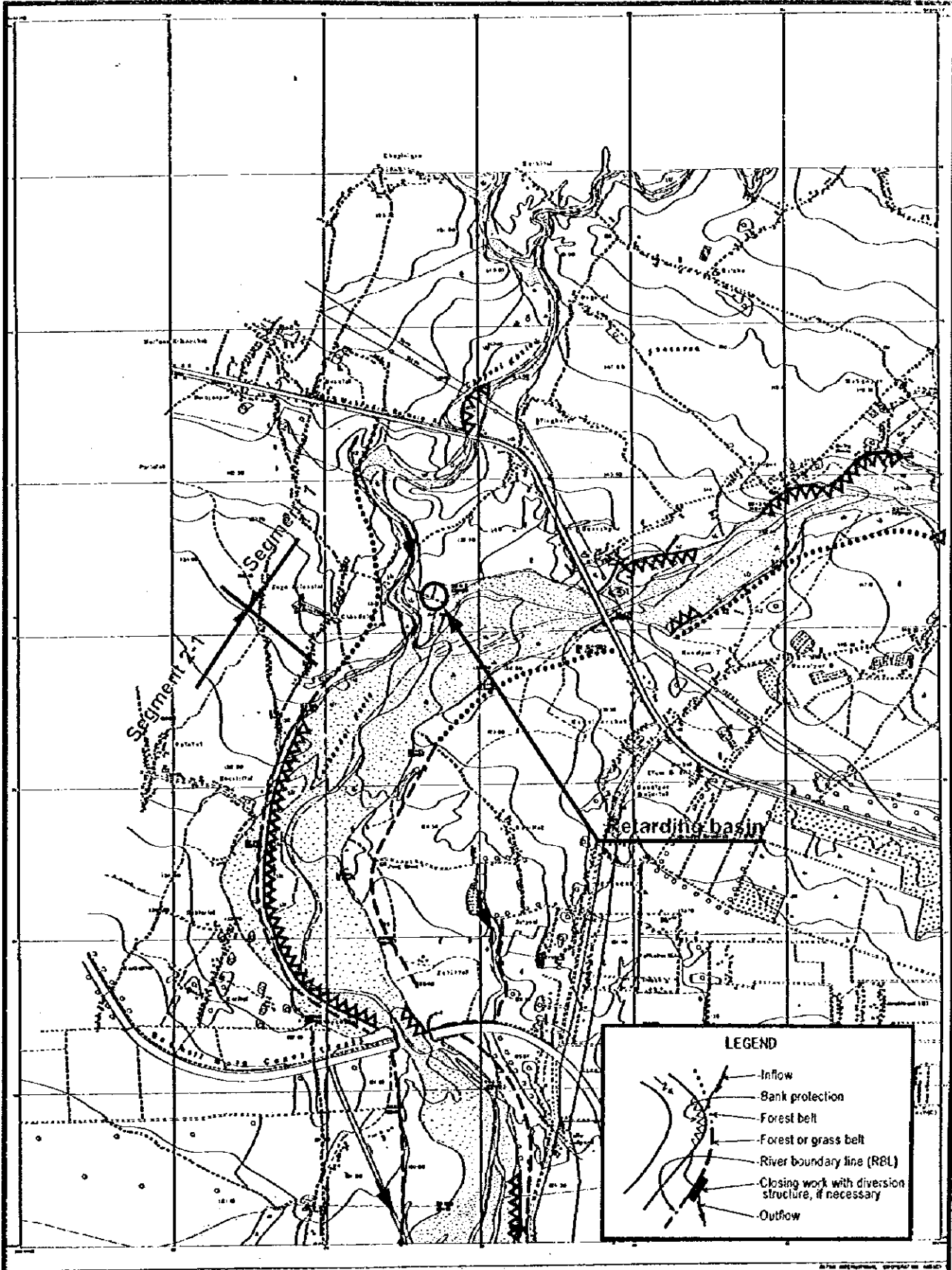


治水計画平面図：ラカンディ川 (1/6)

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources

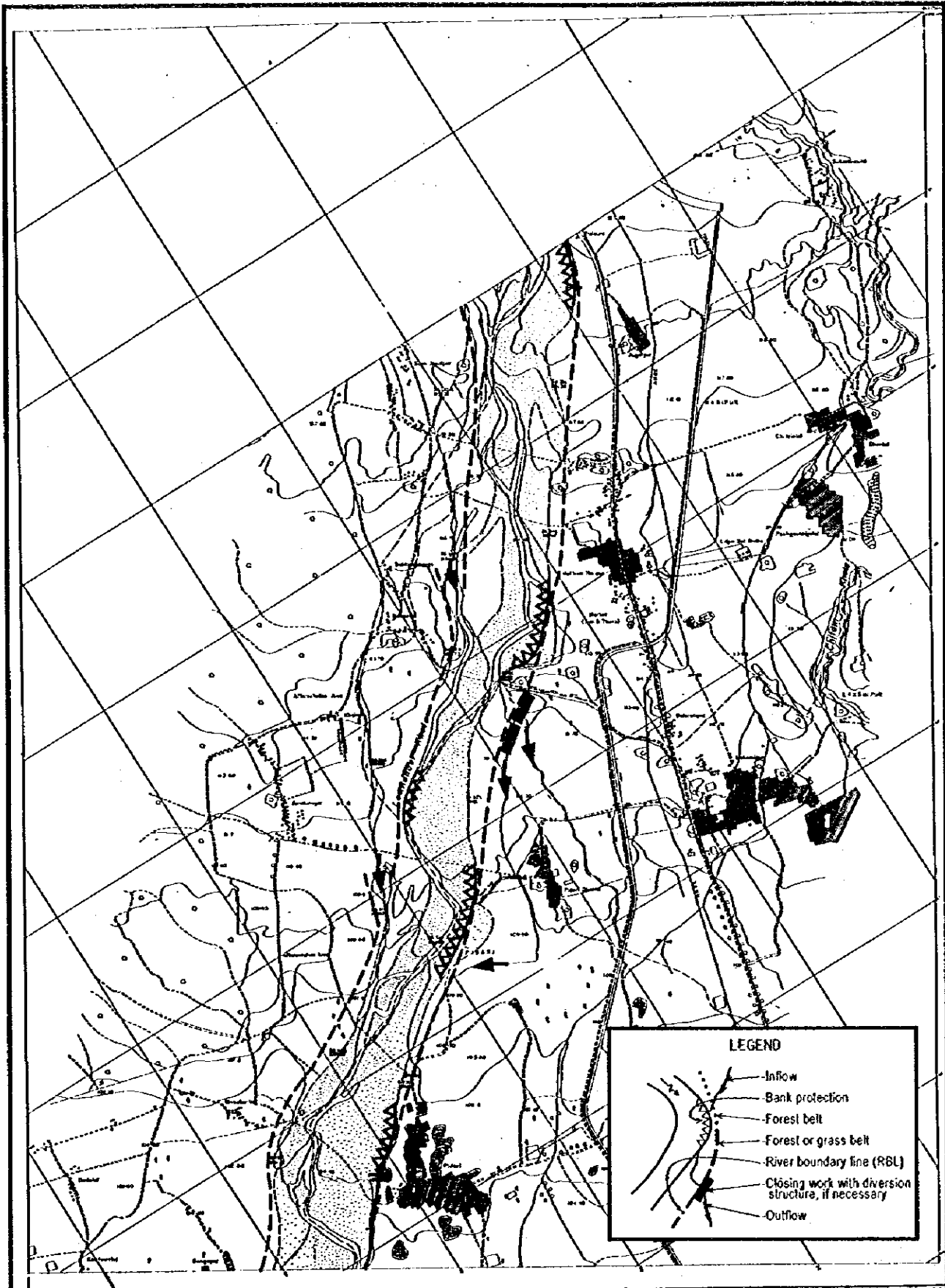
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



治水計画：ラカンディ川 (2/6)

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL.**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

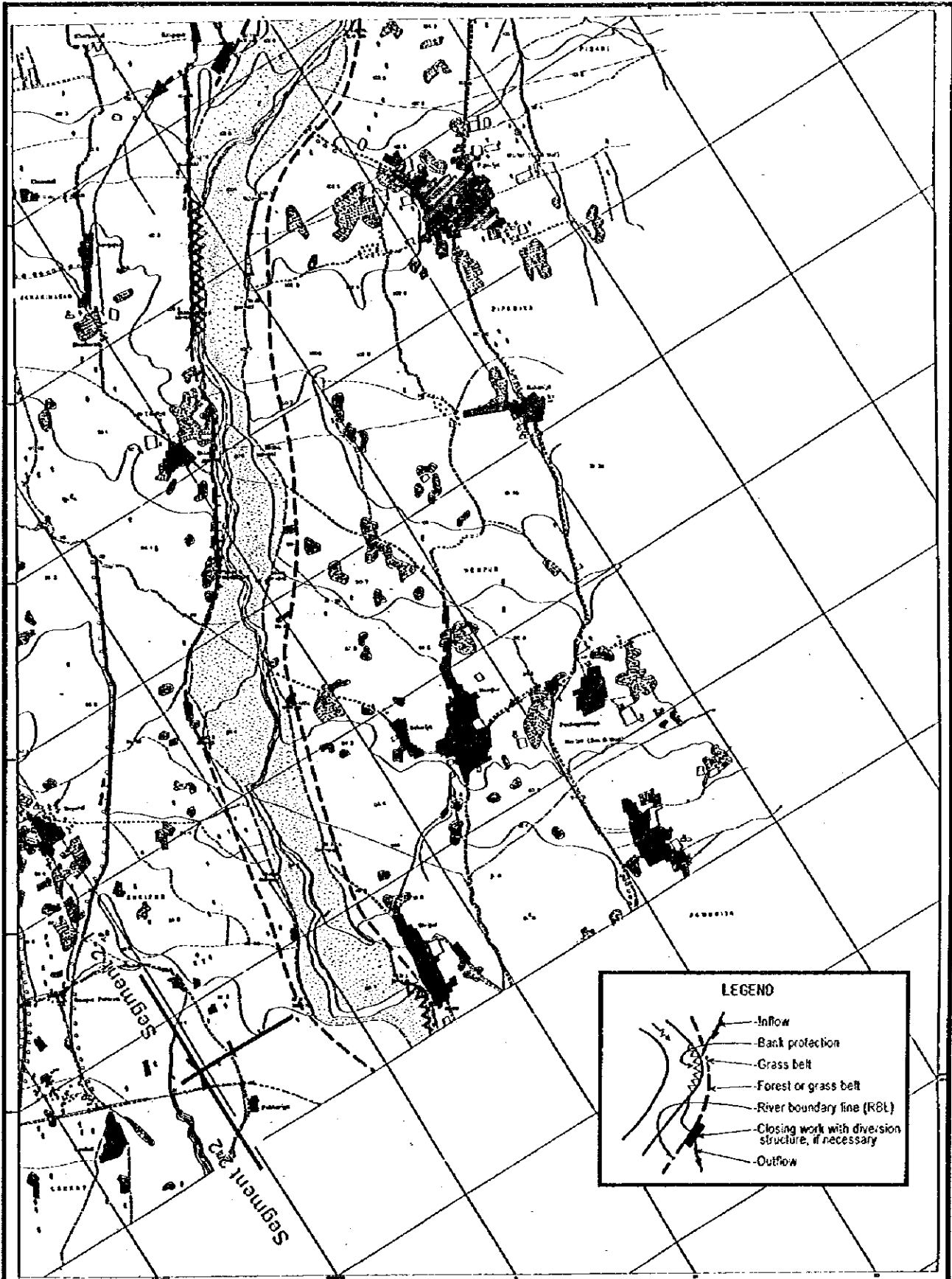


LEGEND

- Inflow
- Bank protection
- Forest belt
- Forest or grass belt
- River boundary line (RBL)
- Closing work with diversion structure, if necessary
- Outflow

治水計画平面図：ラカンディ川 (3/6)

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

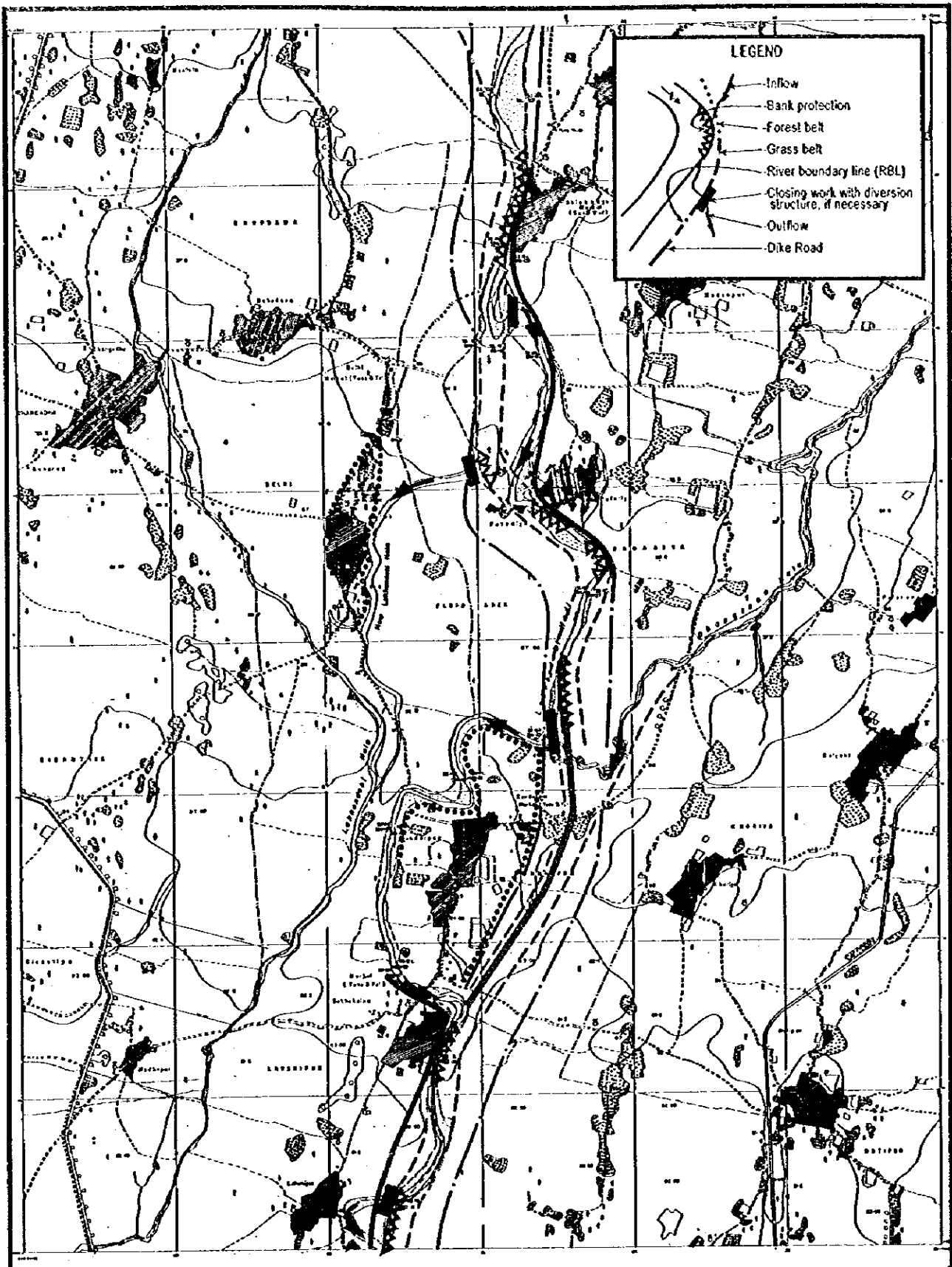


LEGEND

- Inflow
- Bank protection
- Grass belt
- Forest or grass belt
- River boundary line (RBL)
- Closing work with diversion structure, if necessary
- Outflow

治水計画平面図：ラカンディ川 (4/6)

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

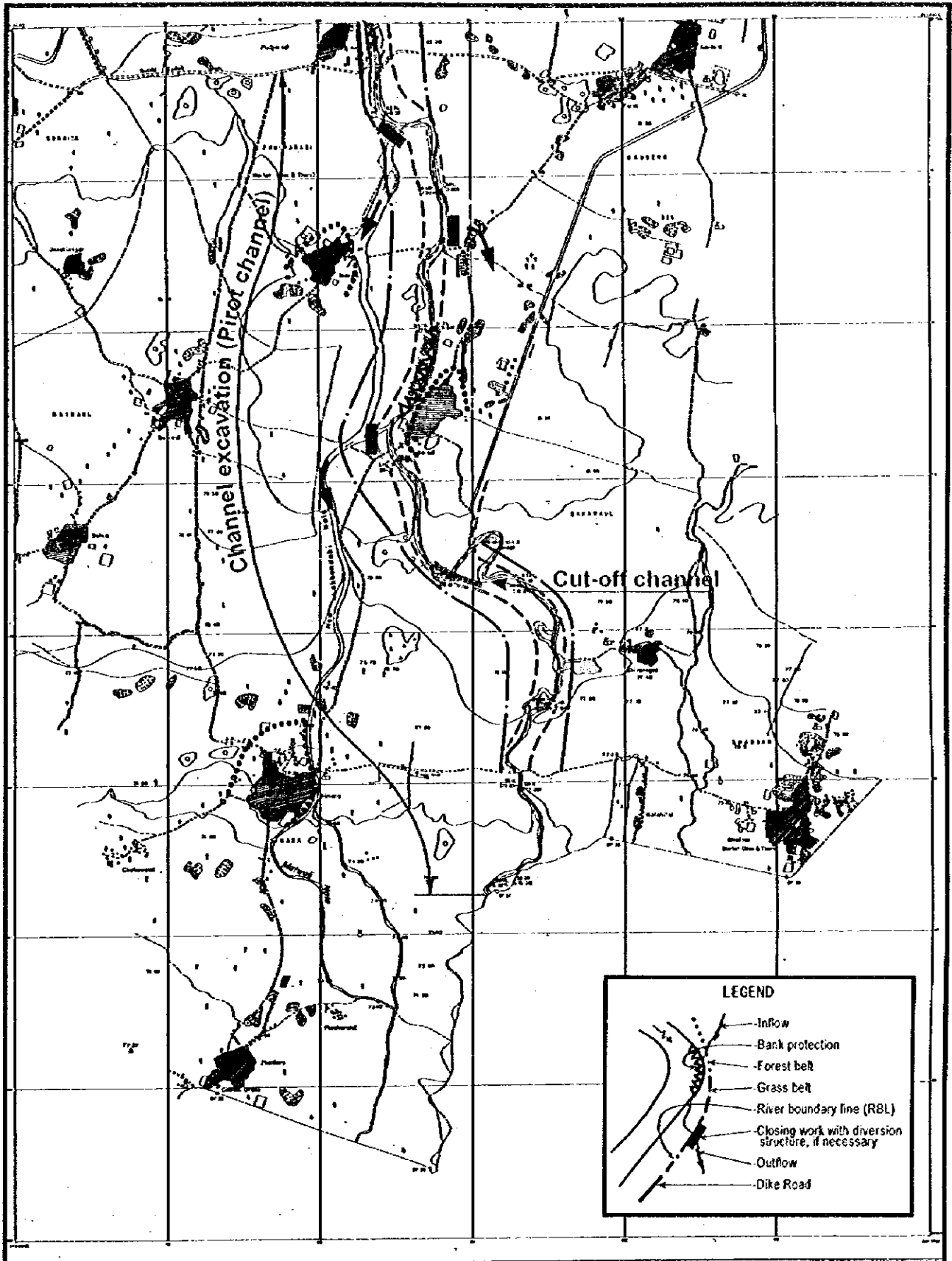


治水計画平面図：ラカンディ川 (5/6)

His Majesty's Government of Nepal
Department of Irrigation, Ministry of Water Resources

THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
IN THE KINGDOM OF NEPAL

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



治水計画平面図：ラカンディ川 (6/6)

His Majesty's Government of Nepal
 Department of Irrigation, Ministry of Water Resources
**THE STUDY ON FLOOD MITIGATION PLAN
 FOR SELECTED RIVERS IN THE TERAI PLAIN
 IN THE KINGDOM OF NEPAL**
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

