

**バングラデシュ国
メグナ川流域管理計画策定支援調査
プロジェクト準備調査報告書**

**平成 23 年 3 月
(2011 年)**

**独立行政法人
国際協力機構 (JICA)**

**社団法人国際建設技術協会
八千代エンジニアリング株式会社**

南ア
JR
11-002

**バングラデシュ国
メグナ川流域管理計画策定支援調査
プロジェクト準備調査報告書**

**平成 23 年 3 月
(2011 年)**

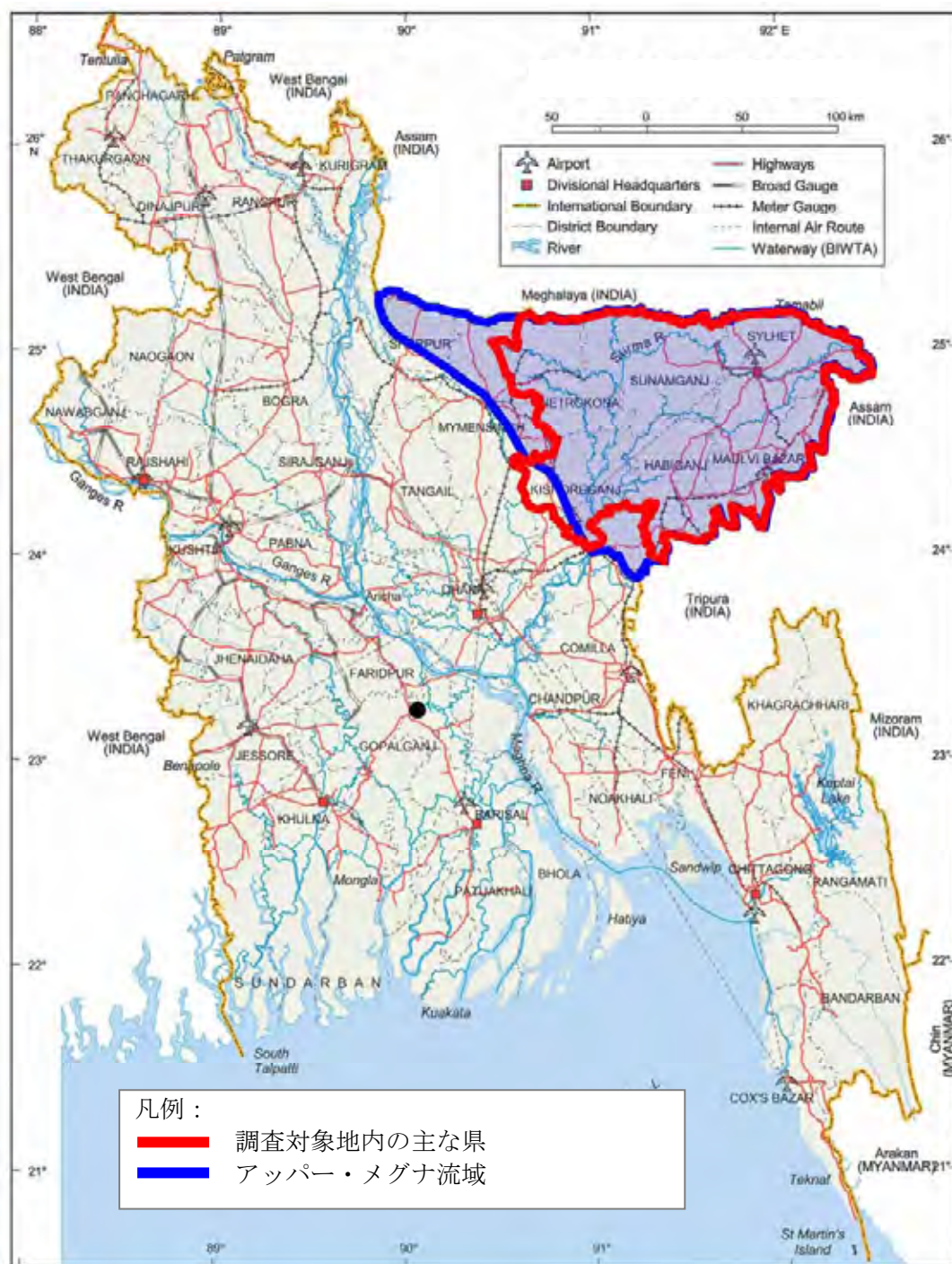
**独立行政法人
国際協力機構 (JICA)**

**社団法人国際建設技術協会
八千代エンジニアリング株式会社**

本書で適用した為替レート(2011年2月)

Tk (タカ) 1.00 = 1.172 円

USD 1.00 = JPY 82.16



バングラデシュ人民共和国 全図

写真集 (1/11)



(1) ディープハオールの縞状集落



(2) 自然堤防上に細長く立地



(3) 雨季の交通は水上移動に限られる



(4) 道路を横断する舟



(5) シュナムガンジ (スルマ川左岸)



(6) クシヤラ川の南



(7) クシヤラ川の南 (水が引いたところからアマン米の田植え)



(8) クシヤラ川の南 (アマン米栽培地域)

雨季のへり調査 (2010年9月21日)

写真集 (2/11)



(1) ディープハオール



(2) ハオール排水路における土砂の堆積



(3) 水辺に近い低地ではボロ稲作 (ディープハオール)



(4) 河川から灌漑を通じてボロ稲作 (ディープハオール)



(5) シュナムガンジ (スルマ川下流方向)



(6) クシヤラ川



(7) フィッシュポンド (養殖池)



(8) 比較的標高の高い土地では冬作物を栽培している。一部には休閒地もある。

乾季のへり調査 (2011年1月23日)

写真集 (3/11)



(1) ボイラブバザールの量水標



(2) ボイラブバザールの流量計



(3) ボイラブバザールのデータ記録状況



(4) シュナムガンジの雨量計と量水標



(5) シレットの量水標 (雨季)



(6) シレットの量水標 (乾季)



(7) コワイ川の量水標 (雨季)



(8) コワイ川の量水標 (乾季)

水文観測所の状況

写真集 (4/11)

	
<p>(1) 地方道(Z3705)のカンクシャ川ジャリア・ジョニジョイル地点付近の川砂採取活動</p>	<p>(2) カンクシャ川河床から河床砂採取、労働者の1日の賃金が100Taka</p>
	
<p>(3) ショメシュリ川の旧河道、現在の河道に移行したことがの地元住民の記憶により判明</p>	<p>(4) 低水敷きの植えられた苗</p>
	
<p>(5) 高水敷きには河畔林、法先に置かれたコンクリートブロック捨て石工</p>	<p>(6) 生活物資調達等のため、対岸の市場等へ移動する地域住民(橋梁がない箇所は渡し船で移動)</p>
	
<p>(7) 周辺で採取された石炭の運搬(乾季のみ)</p>	<p>(8) ドウルガプルの対岸は、河岸侵食が顕著。砂袋積みを実施しているが崩壊。法先の護床工法が必要</p>

フラッシュ・フラッド対象河川ショメシュリ川の踏査

写真集 (5/11)



(1) ニタイ川上流側の左岸部の堆積状況



(2) ニタイ川下流、右岸部コンクリートブロック積み護岸 (2000年4月建設)



(3) ゴシュゴン・ユニオン全体で約 1200 世帯、住民は約 5,000 人



(4) 2010年6月のフラッシュ・フラッド洪水位は約 1.2m 越流



(5) 対岸のゴシュガオン・ユニオンには護岸堤防はない。



(6) 堆積した土砂採取、民間は政府が実施する工事に入札をして権利を取得、個人は自由に採取可能



(7) ユニオンを守る堤防道路、法先に洗掘防止にコンクリートブロック積み



(8) World Vision によるハザードマップ

フラッシュ・フラッド対象河川ニタイ川の踏査

写真集 (6/11)



(1) インドから流入するブラック川、スルマ川との分岐点 (雨季)



(2) アマルシド (国内最上流) の堤防 (雨季)



(3) アマルシド (国内最上流) の護岸 (雨季)



(4) シャオラ港でのインドからの干し魚搬入、トラックに積み替え



(5) ジャキガンジ地点の破堤浸水 (雨季)



(6) シェルプール地点の河床の状況 (乾季)



(7) シェルプール地点の河岸、最高水位は白壁の下から 50cm (雨季)



(8) シェルプール地点の河岸侵食、河岸が家屋に接近 (乾季)

クシヤラ川の状況

写真集 (7/11)



(1) シレット上流地点の河床の状況 (乾季)



(2) シレット下流地点の河岸と堤防 (乾季)



(3) モヒシン川の堤防、舟通しのために切り下げられている (雨季)



(4) モヒシン川の堤防、ボロ米のための水資源を貯留している (乾季)



(5) ジョロカリ川では砂の採取が多い。シュナムガンジでスルマ川に合流 (乾季)



(6) スルマ川ジャマルガンジの河岸：ダッカへ運ぶ砂の中継点 (乾季)



(7) スルマ川の河岸侵食の状況 (乾季)



(8) スルマ川チャンバーガット港、ダッカ航路に土砂堆積、乾季舟運の障害に (乾季)

スルマ川の状況

写真集 (8/11)



(1) ハイルハオール上流での砂採取 (雨季)



(2) ハイルハオール西側のアマン米とボロ米の水田 (乾季)



(3) ハイルハオール東側のアマン米の水田、水不足のためボロ米の植え付けは不可 (乾季)



(4) ハオール下流のゴプラ川、土砂堆積が顕著 (乾季)



(5) ゴプラ川の堤防、排水機能を優先した設計、ボロ米用水を河川から取水 (乾季)



(6) オンドマノ川のスストップログゲート、乾季の水位を維持 (乾季)



(7) 流入する小河川を堰上げてボロ米に補給 (乾季)



(8) ゴプラ川のカガロア堰、乾季の水位を維持 (乾季)

ハイルハオールの状況

写真集 (9/11)



(1) カーチャーハオール、5 月以降は全体が水没（雨季 9 月撮影）



(2) カーチャーハオール、アマン米とボロ米の二期作も可能（乾季 1 月撮影）



(3) ゴザリア締切堤、毎年 5 月に破堤、雨季は舟運路に（雨季 9 月撮影）



(4) ゴザリア締切堤、3 月いっぱいまでに盛り立てる必要あり（乾季 1 月撮影）



(5) 輪中堤の破堤箇所、3 月いっぱいまでに復旧が必要（乾季 1 月撮影）



(6) 輪中堤の補強箇所、竹杭と土のうの補強で 2010 洪水では破堤せず（乾季 1 月撮影）



(7) 輪中堤の断面不足箇所（乾季 1 月撮影）



(8) 輪中堤の、降雨による破損箇所（乾季 1 月撮影）

カーチャーハオールの状況

写真集 (10/11)



(1) 水田は完全に水没 (雨季 9 月撮影)



(2) 縞状の集落が点在、波浪被害に対して防潮壁を設置 (雨季 9 月撮影)



(3) 水位低下を待ってボロ米を植え付け、後方はコローチの疎林 (乾季 1 月撮影)



(4) 雨季の波浪から集落を守る防潮壁 (乾季 1 月撮影)



(5) LGED (地方政府技術局) 施工のサブマージブルロード (乾季 1 月撮影)



(6) 住民代表によるハオール全体の課題の説明 (乾季 1 月撮影)



(7) 排水ゲートへの水路に土砂堆積、CNRS () が集落道路の材料に利用 (雨季 1 月撮影)



(8) 排水ゲートの出口が完全に閉塞 (乾季 1 月撮影)

パグナーハオールの状況

写真集 (11/11)



(1) 冠水に耐える高木ヒジョール



(2) 枝が多く、広く分布する कोरोチ



(3) 法面保護に使われる低木カルミ



(4) कोरोチの群生



(5) 街路樹となっている कोरोチ



(6) 河岸保護している कोरोチ



(7) NGO 育苗所のヒジョールと कोरोチ (1 年生)



(8) NGO 育苗所のヒジョールと कोरोチ (3 年生)

植生活用の可能性

バングラデシュ国
 メグナ川流域管理計画策定支援調査
 プロジェクト準備調査
 -目次-

位置図	i
写真集	iii
目次	xv
図表目次	xix
略語表	xxv

第1章 調査概要..... 1-1

1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査の目的	1-2
1.3 調査対象地	1-2
1.4 調査団員の構成	1-4
1.5 調査工程	1-5
1.6 現地再委託調査結果	1-6
1.7 調査結果概要	1-7
1.7.1 協力プログラム提案までの検討フロー	1-7
1.7.2 調査結果の概要	1-8

第2章 アッパー・メグナ流域の概況と特徴..... 2-1

2.1 人口、経済	2-1
2.1.1 人口	2-1
2.1.2 経済	2-5
2.2 自然、地形	2-8
2.2.1 全土	2-8
2.2.2 メグナ川	2-9
2.2.3 アッパー・メグナ流域	2-9
2.2.4 ハオール	2-11
2.3 気象、水文	2-14
2.3.1 気候	2-14
2.3.2 気温	2-15
2.3.3 降雨量	2-16
2.4 河川、流域	2-19
2.4.1 河川、流域	2-19
2.4.2 河道形状	2-22
2.4.3 流量、水位	2-30
2.4.4 河床材料	2-35
2.4.5 流域全体の土砂収支	2-37
2.5 洪水及び洪水被害の特徴	2-39
2.5.1 洪水の種類、特徴	2-39
2.5.2 洪水被害の特徴、洪水被害数量	2-43
2.5.3 洪水被害額の推定	2-51
2.6 水資源	2-51
2.6.1 表流水	2-51
2.6.2 地下水	2-52
2.6.3 水利用	2-53
2.6.4 水質	2-53
2.6.5 水環境	2-55

2.6.6	水資源利用の見通し.....	2-56
2.7	農業・漁業.....	2-57
2.7.1	農業.....	2-57
2.7.2	漁業.....	2-74
2.8	運輸・交通・物流.....	2-78
2.8.1	陸上交通.....	2-78
2.8.2	水上交通.....	2-94
2.9	雇用状況.....	2-95
2.9.1	「バ」国の雇用状況の概況.....	2-95
2.9.2	雇用政策.....	2-96
2.9.3	対象地域における就業構造.....	2-98
2.10	対象地域の社会状況.....	2-100
2.10.1	社会構造.....	2-100
2.10.2	土地所有.....	2-100
2.10.3	生活状況.....	2-101
2.10.4	住民が抱える問題及びニーズ.....	2-102
2.11	貧困.....	2-103
2.11.1	「バ」国の貧困の概況.....	2-103
2.11.2	対象地域の貧困の概況.....	2-104
2.12	環境社会配慮.....	2-110
2.12.1	「バ」国の環境社会配慮に関する基準、法令.....	2-110
2.13	気候変動.....	2-118
2.14	アッパー・メグナ流域の現況のまとめ.....	2-119
第3章	アッパー・メグナ流域管理に係わる現状と課題.....	3-1
3.1	関連機関の活動概況.....	3-1
3.1.1	関連機関一覧.....	3-1
3.1.2	主要関連機関の活動状況.....	3-4
3.2	国家政策・計画.....	3-17
3.2.1	国家開発計画、開発目標.....	3-17
3.2.2	水資源、流域管理に係わる国家政策、計画.....	3-17
3.2.3	FAP.....	3-22
3.3	流域管理に係わる個別対策、計画.....	3-30
3.3.1	洪水対策.....	3-30
3.3.2	土砂管理対策.....	3-35
3.3.3	河岸侵食対策.....	3-41
3.3.4	水資源開発.....	3-44
3.3.5	河川管理施設および維持管理.....	3-46
3.3.6	危機管理、災害管理.....	3-61
3.3.7	個別対策、計画の課題.....	3-66
3.4	ワークショップによる流域管理のニーズ確認.....	3-67
3.4.1	関係者分析の結果.....	3-67
3.4.2	問題分析の結果.....	3-68
3.5	アッパー・メグナ流域管理に係わる現状と課題のまとめ.....	3-69
3.5.1	流域管理のイメージ.....	3-69
3.5.2	流域管理に係わる現状と課題のまとめ.....	3-69
第4章	我が国の洪水災害分野への過去の協力実績.....	4-1
4.1	我が国の援助方針.....	4-1
4.1.1	重点目標・セクター.....	4-1
4.2	洪水分野への過去の協力実績.....	4-2
4.3	今後の協力の可能性.....	4-3

第 5 章	国際機関・二国間援助による洪水災害分野での協力	5-1
5.1	国際機関・二国間援助による援助の概要、動向	5-1
5.2	NGO の活動概況、動向	5-3
5.3	我が国協力との連携等の可能性	5-5
第 6 章	協力プログラム概要（案）	6-1
6.1	基本認識	6-1
6.1.1	流域管理の基本コンセプト	6-1
6.1.2	流域管理の必要性、効果	6-1
6.2	協力プログラムの全体方針	6-6
6.2.1	我が国の援助計画	6-6
6.2.2	「バ」国政策における位置付け	6-6
6.2.3	協力プログラムの全体方針	6-6
6.3	協力プログラム概要	6-8
6.3.1	流域管理の課題要因	6-8
6.3.2	協力課題の抽出	6-9
6.3.3	協力プログラム概要	6-10
6.4	提言・課題	6-11
6.4.1	提言	6-11
6.4.2	課題、留意点	6-13

添付資料

1. 面談者リスト
2. 収集資料リスト
3. 議事録
4. ニーズ確認、営農・雇用状況調査
5. 交通実態調査
6. 土工等材料調査
7. 洪水被害データ
8. ニーズ確認ワークショップ結果
9. 我が国の協力実績
10. 協力プログラム（案）概要

図表目次

図 1.3 1	調査対象地	1-3
図 1.5 1	本調査の工程	1-5
図 2.1 1	「バ」国の総人口、都市人口、及び農村人口の推移（1950～2030年）	2-2
図 2.2 1	メグナ川流域位置図	2-8
図 2.2 2	「バ」国地盤標高	2-9
図 2.2 3	「バ」国河川図	2-9
図 2.2 4	アッパー・メグナ流域地盤標高図	2-10
図 2.2 5	アッパー・メグナ流域図	2-11
図 2.2 6	ハオール分布図	2-13
図 2.3 1	ダッカ及びアッパー・メグナ流域（シレット及びスリモンゴル）の気温（2009年）	2-15
図 2.3 2	ダッカ及びアッパー・メグナ流域における年間降雨量（1997～2009年）	2-16
図 2.3 3	年平均雨量降雨曲線	2-16
図 2.3 4	月別降雨量（ダッカ及びシレット）（2004年及び2009年）	2-17
図 2.3 5	水文観測所位置図（アッパー・メグナ流域）	2-18
図 2.4 1	スルマ川位置図	2-22
図 2.4 2	スルマ川縦断図	2-23
図 2.4 3	スルマ川河床高の変動状況（1992～1963）	2-24
図 2.4 4	横断図作成位置	2-24
図 2.4 5	スルマ川横断図	2-25
図 2.4 6	クシヤラ川位置図	2-26
図 2.4 7	クシヤラ川縦断図	2-27
図 2.4 8	クシヤラ川河床高の変動状況（1992-1963）	2-28
図 2.4 9	横断図作成位置	2-28
図 2.4 10	クシヤラ川横断図	2-29
図 2.4 11	メグナ川横断図	2-30
図 2.4 12	流量、水位グラフ作成位置図	2-30
図 2.4 13	スルマ川流量（1980-2009）	2-31
図 2.4 14	スルマ川河川水位（1980-2010）	2-31
図 2.4 15	スルマ川河川水位（2000-2009）	2-32
図 2.4 16	クシヤラ川流量（1980-2009）	2-33
図 2.4 17	クシヤラ川河川水位（1982-2010）	2-33
図 2.4 18	クシヤラ川河川水位（2004-2009）	2-34
図 2.4 19	試料採取箇所	2-35
図 2.4 20	河床材料の粒径加積曲線（スルマ川）	2-36
図 2.4 21	土砂材料の粒径加積曲線（ダミルハオール）	2-36
図 2.4 22	土砂材料の粒径加積曲線（タンガーハオール）	2-36
図 2.4 23	土砂材料の粒径加積曲線（デカーハオール）	2-36
図 2.4 24	ハオール地域の粘土材料	2-37
図 2.4 25	アッパー・メグナ流域の土砂収支	2-38
図 2.5 1	「バ」国における洪水危険地域	2-39
図 2.5 2	洪水時の湛水深に基づく区分	2-40
図 2.5 3	2004年洪水時の浸水エリア（衛星画像）	2-44
図 2.5 4	アッパー・メグナ流域のフラッシュ・フラッドに脆弱な地域	2-49
図 2.5 5	2010年6月フラッシュ・フラッドの影響を受けた地区	2-50
図 2.6 1	「バ」国の浅層地下水砒素汚染の分布	2-54
図 2.7 1	「バ」国の農業生態区	2-57
図 2.7 2	「バ」国における穀物需要量と生産量の推移	2-58
図 2.7 3	「バ」国における一般的な作付けパターン	2-60
図 2.7 4	アウス米、アマン米、ボロ米の生産量の変化	2-61
図 2.7 5	ボロ米、アマン米、アウス米の単位面積当たりの生産量の変化	2-61
図 2.7 6	対象地域における主な灌漑の種類	2-67
図 2.7 7	対象地域における耕作の状況	2-67

図 2.7 8	対象地域におけるボロ米、アマン米、アウス米の生産量の変化 (02/03~08/09)	2-70
図 2.7 9	内水面・海洋別漁業生産量の推移.....	2-75
図 2.8 1	地域区分による道路延長	2-81
図 2.8 2	RHD における道路の割合	2-81
図 2.8 3	交通量調査観測の状況	2-84
図 2.8 4	交通量調査地点位置図	2-85
図 2.8 5	雨季・乾季の交通比較	2-88
図 2.8 6	雨季・乾季の交通手段	2-88
図 2.8 7	ハイルハオールからの物流.....	2-89
図 2.8 8	カーチャーハオールからの物流.....	2-90
図 2.8 9	対象地域の陸上交通の現況.....	2-93
図 2.8 10	「バ」国の国内航路ネットワーク	2-94
図 2.10 1	ハオール地域における住環境の状況.....	2-101
図 2.11 1	2000 年貧困マップ.....	2-105
図 2.11 2	2005 年貧困マップ.....	2-105
図 2.11 3	農業が主な収入源である世帯の割合	2-107
図 2.11 4	食糧安全保障の脅威に関するマップ	2-108
図 2.11 5	道路ネットワークによるダッカへの移動時間.....	2-109
図 2.12 1	ECA 位置図	2-112
図 2.12 2	ECC 取得手順.....	2-115
図 2.12 3	WARPO ガイドラインによる ECC 取得手続き	2-116
図 2.12 4	土地収用の手続き	2-117
図 3.1 1	DPP の申請数 (2011 年 1 月調査時点)	3-10
図 3.1 2	ステークホルダー会議(2004~2005)による施設配置計画図 (ハイルハオール)	3-12
図 3.1 3	ハオールプロジェクト及び河道浚渫・掘削計画 (IWM)	3-14
図 3.1 4	バングラデッシュの防災組織の枠組み.....	3-15
図 3.2 1	アッパー・メグナ流域管理に係わる主な計画、洪水対策の流れ.....	3-20
図 3.2 2	北西地域洪水防御計画	3-25
図 3.2 3	FAP6 FCD/I Initiatives	3-28
図 3.2 4	コンパートメントにおける洪水の流れ.....	3-29
図 3.3 1	causeway/ flood fuse のイメージ (出典 : IWM)	3-52
図 3.3 2	河川堤防 (輪中堤防を含む) の標準断面.....	3-54
図 3.3 3	潜水堤防の標準断面	3-54
図 3.4 1	ワークショップにおける問題分析の結果.....	3-68
図 3.5 1	アッパー・メグナ流域管理の概念.....	3-69
図 3.5 2	課題要因の集約化	3-71
図 4.1 1	重点目標、重点セクター (対バングラデッシュ国別援助計画目標体系)	4-2
図 6.1 1	2005 年貧困マップ	6-3
図 6.1 2	食糧安全保障の脅威に関する.....	6-4
図 6.1 3	世帯収入に占める農業収入の割合.....	6-5
図 6.1 4	道路ネットワークによるダッカへの移動時間.....	6-5
図 6.3 1	課題要因の集約化	6-8
図 6.3 2	協力課題の抽出	6-9

表 1.3 1	調査対象地の面積	1-4
表 1.4 1	調査団員	1-4
表 1.6 1	ニーズ確認、営農・雇用状況調査の内容	1-6
表 1.6 2	交通実態調査の内容	1-6
表 1.6 3	土工等材料調査の内容	1-7
表 2.1 1	「バ」国国勢調査結果における総人口	2-1
表 2.1 2	対象地域の人口、面積、及び人口密度（2001年）	2-2
表 2.1 3	対象地域の県別人口及び年率人口増加率（1991～2001年）	2-3
表 2.1 4	対象地域における農業従事者の移動状況	2-4
表 2.1 5	世帯構成員の移住先	2-4
表 2.1 6	ユニオン外に移住した世帯構成員の移住期間	2-4
表 2.1 7	ユニオン外に移住した者の移住の理由	2-4
表 2.1 8	「バ」国の GDP 関連情報（2004/05～2008/09）	2-5
表 2.1 9	対象地域における県別の GDP 及び一人当たり GDP（1999/2000年度）	2-5
表 2.1 10	対象地域の各県における産業別 GRP（1999/2000年度）（百万タカ）	2-6
表 2.1 11	対象地域の各県における産業別特化係数（1999/2000年度）	2-7
表 2.2 1	ガンジス・ブラマプトラ・メグナ流域の流域面積	2-10
表 2.2 2	ハオール地域・主要四県洪水被害	2-12
表 2.4 1	アッパー・メグナ流域の土砂収支	2-38
表 2.5 1	各 Inundation Land Type の分布割合	2-40
表 2.5 2	職業による洪水への認識	2-42
表 2.5 3	近年における洪水被害の特徴	2-43
表 2.5 4	「バ」国全体の自然災害による被害数量（網掛け部は主要洪水）	2-45
表 2.5 5	洪水被災区域率(全国)と再現年との関係	2-46
表 2.5 6	洪水被災区域率（県別）	2-46
表 2.5 7	1/10 規模計算水位と観測水位の比較	2-47
表 2.5 8	調査対象区域とその行政面積、人口、世帯数等（県別）	2-47
表 2.5 9	調査区域の被災面積、人口、世帯数の推定	2-48
表 2.5 10	アッパー・メグナ流域における被害数量の推定（2004年洪水）	2-48
表 2.5 11	洪水被害額の推定（2004年洪水）	2-51
表 2.6 1	対象地域における灌漑手法別の灌漑面積（2008/2009）	2-52
表 2.6 2	県別飲料水源（単位：%）	2-53
表 2.6 3	スルマ川の水質に関わる指標	2-55
表 2.6 4	クシヤラ川の水質に関わる指標	2-55
表 2.6 5	IUCN による動物リスト	2-56
表 2.7 1	農業部門の実質 GPD 成長率（1995/96年基準）	2-58
表 2.7 2	耕作地及び作付率（5年間の平均値）	2-59
表 2.7 3	NAP（1999年）と NAP ドラフト（2009年）のそれぞれの目標	2-64
表 2.7 4	実行計画（2008-15）と洪水対策に関わる計画	2-64
表 2.7 5	対象地域における土地利用の面積の割合（2006/07）	2-66
表 2.7 6	対象地域の各県における年間作付率	2-66
表 2.7 7	対象地域の各県における主な作物別の作付面積が全作物の作付面積に占める割合 ..	2-67
表 2.7 8	対象地域におけるボロ米の生産量（2008/09年）	2-68
表 2.7 9	対象地域におけるアマン米の生産量（2008/09年）	2-68
表 2.7 10	対象地域におけるアウス米の生産量（2008/09年）	2-68
表 2.7 11	対象地域における自然災害による稲作の被害（2003～2007年）	2-71
表 2.7 12	対象地域（ハイルハオール）における農業従事者の問題	2-72
表 2.7 13	対象地域（バグナー及びサヌアール-ダクアールハオール）における 土地 なし農家による問題分析	2-73
表 2.7 14	対象地域（バグナー及びサヌアール-ダクアールハオール）における 大・中 規模農家による問題分析	2-73
表 2.7 15	農業開発に関するニーズ	2-74
表 2.7 16	農産物及び水産物の輸出額	2-75

表 2.7 17	対象地域の各県河川における漁獲高が全国に占める割合 (2006/07 年度)	2-77
表 2.7 18	対象地域 (ハイルハオール) における漁業従事者の問題	2-77
表 2.7 19	対象地域 (パグナー及びサヌアール-ダクアールハオール) における 漁師による問題分析	2-78
表 2.8 1	バングラデシュの道路の分類	2-79
表 2.8 2	道路の総延長と道路区分 (県別)	2-81
表 2.8 3	路区分別の交通量	2-82
表 2.8 4	調査対象地域における主要道路	2-83
表 2.8 5	ハイルハオール及びカーチャーハオールにおける地元業者が抱える物流の問題	2-91
表 2.8 6	道路ネットワークの改良と維持管理プロジェクトとその事業費	2-91
表 2.8 7	国内航路ルートランク	2-95
表 2.9 1	「バ」国における農村・都市別就業構造	2-96
表 2.9 2	Outline Perspective Plan of Bangladesh 2010-2021: Making Vision 2010 a Reality における雇用に関する課題と目標	2-96
表 2.9 3	将来雇用の推計	2-97
表 2.9 4	Steps Towards Change: NSARP-II (Revised) FY 2009-2011 における雇用創出に 関わる 施策及び方針・プログラム	2-97
表 2.9 5	対象地域 (パグナー及びサヌアール-ダクアールハオール) における就 業状況の割合	2-99
表 2.9 6	対象地域 (ハイルハオール) における就業状況の割合	2-99
表 2.10 1	ハイルハオールにおける農地へのアクセスの状況	2-101
表 2.10 2	対象地域 (ハイルハオール) における住民が抱える問題の割合	2-102
表 2.10 3	対象地域 (パグナー及びサヌアール-ダクアールハオール) における 住民が 抱える問題の割合	2-102
表 2.10 4	対象地域 (Hail ハオール) において住民が考える地域の問題及び解決策	2-103
表 2.11 1	南アジアにおける各国の人間開発指数順位及び貧困層の割合	2-104
表 2.11 2	「バ」国の貧困層の割合	2-104
表 2.11 3	対象地域における貧困者の推計人口 (2000 年貧困マップより推計)	2-106
表 2.11 4	対象地域における貧困者の推計人口 (2005 年貧困マップより推計)	2-106
表 2.11 5	対象地域の各県の家計の状況 (2008 年)	2-109
表 2.12 1	ハカルキハオールとタンガーハオールの保護区域	2-113
表 2.14 1	対象地域の現況の特徴、課題、及び留意点	2-119
表 2.14 2	対象地域の課題の集約	2-121
表 3.1 2	水・河川に係わる関連機関一覧	3-1
表 3.1 3	インフラ全般に係わる関連機関一覧	3-2
表 3.1 4	洪水・災害管理に係わる関連機関一覧	3-3
表 3.1 5	必要に応じて流域管理に係わる関連機関一覧	3-3
表 3.1 6	5 ヶ年戦略計画目次	3-5
表 3.1 7	5 ヶ年戦略計画で提案されたアッパー・メグナ流域関連項目	3-7
表 3.1 8	DPP アッパー・メグナ流域関連 DPP	3-10
表 3.2 1	水資源、流域管理に係わる国家政策、計画の概要	3-17
表 3.2 2	FAP コンポーネント	3-24
表 3.2 3	FAP6 Initiatives	3-27
表 3.3 1	河道浚渫重機材調達プロジェクトの概要	3-36
表 3.3 2	航路管理のための浚渫実績 (百万 m3)	3-37
表 3.3 3	BIWTA による航路浚渫予算 (百万タカ)	3-37
表 3.3 4	年間浚渫可能量 (百万 m3)	3-37
表 3.3 5	浚渫単価の推算	3-38
表 3.3 6	「バ」国の主な河川管理施設の設置規模	3-46
表 3.3 7	河川管理施設内訳 (BWDB 主管)	3-46
表 3.3 8	ハオール地域の水際で多く自生する植物リスト	3-56
表 3.3 9	個別対策、計画の課題	3-66
表 3.3 10	個別対策、計画の課題の集約	3-66
表 3.4 1	問題分析とニーズ確認のためのワークショップの概要	3-67
表 3.5 1	アッパー・メグナ流域の現況の課題の集約	3-70

表 3.5.2	アッパー・メグナ流域管理に係わる個別対策、計画の課題の集約	3-70
表 3.5.3	課題の要因分析	3-72
表 4.2.1	洪水災害分野への日本の過去の協力実績.....	4-3
表 5.2.1	対象地域で活動する NGO.....	5-3
表 5.2.2	ハオール地域における NGO による洪水対策	5-4
表 5.3.1	アッパー・メグナ流域管理との連携の可能性.....	5-5
表 6.1.1	アッパー・メグナ流域のポテンシャルと洪水被害の現状、問題点	6-2
表 6.3.1	アッパー・メグナ流域における協力課題と目的.....	6-9
表 6.3.2	協力プログラム一覧	6-10
表 6.4.1	今後の調査に向けての課題、留意点.....	6-13

-略語表-

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AIS	Agriculture Information Service	農業情報サービス
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発局
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer	改良型高分解能放射計
BADC	Bangladesh Agricultural Development Corporation	バングラデシュ農業開発公社
BARC	Bangladesh Agricultural Research Council	バングラデシュ農業研究協議会
BARI	Bangladesh Agriculture Research Institute	バングラデシュ農業研究所
BBS	Bangladesh Bureau of Statistics	バングラデシュ統計局
BDT	Bangladesh Taka	バングラデシュタカ
BECA	Bangladesh Environmental Conservation Act	バングラデシュ環境保全法
BHWDB	Bangladesh Haor and Wetland Development Board	バングラデシュハオール湿地帯開発庁
BINA	Bangladesh Institute of Nuclear Agriculture	バングラデシュ原子力農業研究所
BIWTA	Bangladesh Inland Water Transport Authority	バングラデシュ水運公団
BJRI	Bangladesh Jute Research Institute	バングラデシュジュート研究所
BMDA	Barind Multi Purpose Development Authority	Barind 多目的開発機構
BRE	Bangladesh Right Embankment	ブラマプトラ河右岸堤
BRR	Bangladesh Rice Research Institute	バングラデシュ米研究所
BSRI	Bangladesh Sugarcane Research Institute	バングラデシュサトウキビ研究所
BUET	Bangladesh University of Engineering and Technology	バングラデシュ工科大学
BWDB	Bangladesh Water Development Board	バングラデシュ水開発庁
BWFMS	Bangladesh Water and Flood Management Strategy	バングラデシュ水と洪水管理戦略
CBN	Cost-of-Based-Needs	ベーシックニーズ費用
CCDMC	City Corporation Disaster Management Committee	特別市災害管理審議会
CDB	Cotton Development Bureau	綿花開発局
CDMP	Comprehensive Disaster Management Programme	包括的災害管理プログラム
CEGIS	Center for Environmental and Geographic Information Services	環境地理情報サービスセンター
CIDA	Canadian International Development Agency	カナダ国際開発庁
CNRS	Center for Natural Resource Studies	自然資源研究センター
CPIIB	Cyclone Preparedness Programme Implementation Board	サイクロン準備計画履行局
CSDDWS	Committee for Speedy Dissemination of Disaster Related Warning/ Signals	予警報の迅速な伝達のための委員会
CWBMP	Coastal and Weland Biodiversity Management Project	海岸湿地生態系管理プロジェクト
DAE	Department of Agricultural Extension	農業普及局
DANIDA	Danish International Development Assistance	デンマーク外務省
DDMC	District Disaster Management Council	県災害管理審議会
DMB	Disaster Management Bureau	災害管理局
DMTATF	Disaster Management Training and Awareness Taskforce	災害管理訓練・国民意識啓発タスクフォース
DoE	Department of Environment	環境局
DoF	Department of Fisheries	漁業局
DPP	Development Project Performa/ Proposal	開発プロジェクトプロポーザル
ECA	Ecologically Critical Area	生態重要地区
ECC	Environmental Clearance Certificate	環境許可証

ECR	Environment Conservation Rules	環境保全規制
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
FAP	Flood Action Plan	洪水行動計画
FPOCG	Focal Point Operation Coordination Group	重点活動調整グループ
FDIC	Flood Control, Drainage and Irrigation	洪水対策・排水・灌漑
FFWC	Flood Forecasting and Warning Centre	洪水予警報センター
F/S	Feasibility Study	実施可能性調査
FY	Fiscal Year	会計年度
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GoB	Government of Bangladesh	バングラデシュ国政府
GRP	Gross Regional Product	地域内総生産
HYV	High Yielding Variety	高収量品種
IDMCC	Inter Ministerial Disaster Management Coordination Committee	災害管理調整委員会
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
IUCN	International Union for Conservation of Nature	国際自然保護連合
IWFM	Institute of Water and Flood management, BUET	バングラデシュ工科大学水・洪水管理研究所
IWM	Institute of Water Modeling	水モデリング研究所
IWMP	Integrated Water Management Project	統合水資源管理事業
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JRC	Joint Rivers Commission Bangladesh	合同河川委員会
LCD	Local Consultative Group	ローカル協議グループ
LGED	Local Government Engineering Department	地方政府技術局
MoA	Ministry of Agriculture	農業省
MoFDM	Ministry of Food and Disaster Management	食糧災害管理省
MoFL	Ministry of Fisheries and Livestock	漁業畜産省
MoWR	Ministry of Water Resources	水資源省
MoL	Ministry of Land	土地省
MP	Master Plan	マスタープラン
NAP	National Agriculture Policy	国家農業政策
NDMAC	National Disaster Management Advisory Council	国家災害管理諮問委員会
NDMC	National Disaster Management Council	国家災害管理審議会
NSAPR	National Strategy for Accelerated Poverty Reduction	新貧困削減戦略ペーパー
NOAA	National Oceanic and Atmosphere Administration	国立海洋大気圏局
NOC	Non Objection Certificate	実施同意書
NEC	National Economic Council	国家経済評議会
NGO	Non-governmental Organization	非政府組織
NGOCC	Non-governmental Organization Coordination Committee	NGO 調整委員会
NPDM	National Plan of Disaster Management	国家災害管理計画
NWMP	National Water Management Plan	国家水管理計画
NWP	National Water Policy	国家水政策
NWRC	National Water Resources Council	国家水資源評議会
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
O&M	Operation and Maintenance	運用維持管理
PC	Planning Commission	国家計画委員会
PDMC	Pourashava Disaster Management Committee	一般災害管理審議会
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper	貧困削減戦略ペーパー
RHD	Road and Highway Department	道路高速局
RRI	River Research Institute	河川研究所

SCA	Seed Certification Agency	種子検定協会
SPARRSO	Space Research and Remote Sensing Organization	宇宙研究リモートセンシング機構
SRDI	Soil Research and Development Institute	土壌資源開発機構
SRI	System of Rice Intensification	水稻強化システム
UDMC	Union Disaster Management Council	ユニオン災害管理審議会
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
USD	United States Dollars	アメリカドル
UZDMC	Upazila Disaster Management Council	郡災害管理審議会
WARPO	Water Resources Planning Organization	水資源計画機構
WB	World Bank	世界銀行
WFP	World Food Programme	世界食糧計画

第1章 調査概要

1.1 調査の背景

バングラデシュ国（以下「バ」国）は、雨季には国土の20%～25%が冠水するという気候特色から、「貧困削減戦略文書（PRSP）II」の中で「最も自然災害の影響を受けやすい国」として位置づけられている。このような状況で「バ」国政府は、1995年に「洪水行動計画（Flood Action Plan: FAP）」、1999年に「国家水政策（National Water Policy: NWP）」、そして2004年には「国家水管理計画（National Water Management Plan: NWMP）」といった国家政策・計画を策定している。同政府（大規模河川管理を所掌する水開発庁（Bangladesh Water Development Board: BWDB）や小規模灌漑を所掌する地方政府技術局（Local Government Engineering Department: LGED））は、多くのドナーの支援を得つつ、上記政策・計画に基づいて対策を推進しているが、「バ」国の河川地形や洪水形態は極めて大規模かつ複雑であり、対策は必ずしも十分な成果を上げてはいない。

本件調査の対象予定地であるハオール地域は、北東部に位置し、台地と自然堤防に囲まれた標高3～5mの内陸性低湿地であり、雨季には約4,000 km²の盆地全体が水没するという厳しい地形条件のため、その対策は局所的なものに留まっている。

過去、JICAは、「バ」国政府からの要請に基づき、ハオール地域等での洪水対策に係る開発調査「洪水適応型生計向上計画調査」（2000～2002）及び「ハオール地域住民生活環境改善計画基本設計調査」（2006）を行った。コスト上の問題と「バ」国政府がよりソフト面の整備へ政策の重心を移したことから、前述のとおり基本設計調査を実施したものの、最終的には無償資金協力事業の実施につながらなかった経緯がある。

したがって、生活・経済活動に必要な堤防/道路の整備を進める上では、より経済性があり住民の参加・雇用創出を促進する工法・実施手法による対策の推進が求められている。他方、洪水対策を主眼とした河川管理に関しては、一部ドナーは護岸等の支援事業を「バ」国内を流れる別の国際河川の一部を対象に行っているものの、近年では、メグナ川（河口部を除く）に対するドナー支援は、我が国を含めほとんど実施されていない。

本調査は、こうした状況を踏まえ、主たる対象地をメグナ川流域（所謂アッパー・メグナ）及びその流域内にあるハオール地域とし、メグナ川流域においては、特にフラッシュ・フラッドによる洪水被害の低減を目的とした効果的な河川流域管理計画の改善に資する後続の支援事業の余地・方向性を検討するものである。

こうした事業が並行して実施されることにより、メグナ川流域において洪水被害の低減策がより効果的になると共に、ハオール地域における直接的な貧困対策・生計向上が実現することが期待され、将来的には当該地域における地域防災力の一層の強化が図られることを目標とするものである。

1.2 調査の目的

本調査は以下のコンポーネントを含むものであり、その目的は次のとおりである。

- 地域特性・地理的条件に則した効果的な洪水制御対策を含む河川流域管理計画に係る基礎的調査を通じて、後継案件の余地・方向性を検討すると共に、現地リソース（人材、素材）を有効活用し、長期的な生計向上に資する自然環境保全に配慮した持続可能なインフラ整備やその実施能力向上を目的とした、「バ」国において汎用性のある案件群の概要についても検討を行う。〔BWDBを主な実施機関として想定〕

1.3 調査対象地

本調査の調査対象地は、アッパー・メグナ流域及びその中のハオール地域であり、これに含まれる行政区は主として、キシオルゴンジ（Kishoreganj）県、ネトロコナ（Netrokona）県、ホビゴンジ（Habiganj）県、モウルビバザール（Moulvibazar, Maulvibazar）県、シュナムゴンジ（Sunamganj）県、シレット（Sylhet）県の6県である。図 1.3-1 に、アッパー・メグナ流域及び調査対象地内の主な県を示し、また表 1.3-1 に調査対象地の面積を示す。なお、本報告書においては原則として、調査対象地とはアッパー・メグナ流域を指すが、統計書のデータを示す際には上記6県の地域を指す。

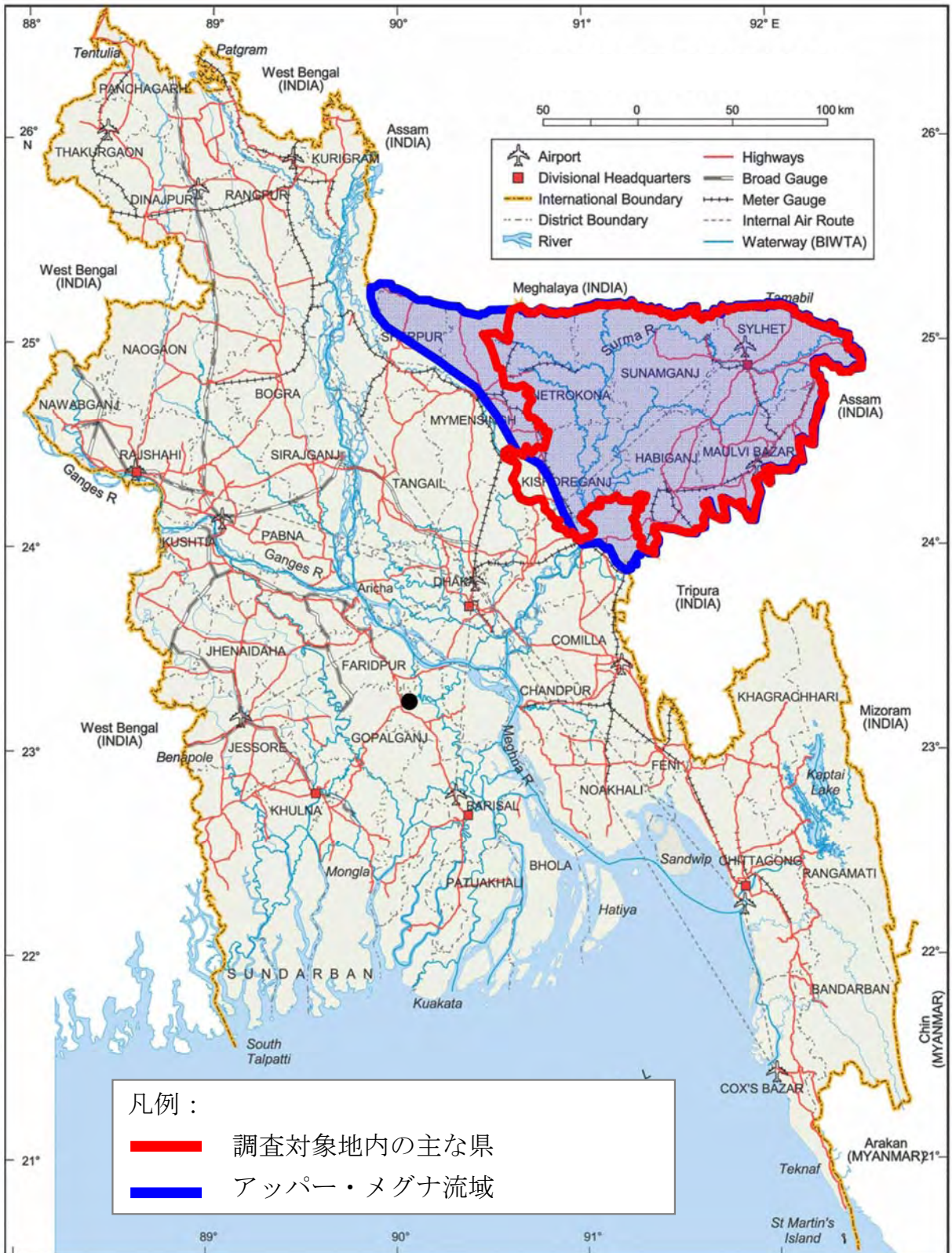


図 1.3-1 調査対象地

表 1.3-1 調査対象地の面積

管区	県	面積 (km ²)
ダッカ管区	キシヨルゴンジ県	2,688
	ネトロコナ県	2,810
シレット管区	ホビゴンジ県	2,636
	モウルビバザール県	2,889
	シュナムゴンジ県	3,689
	シレット県	3,490
調査対象地域内の主な 6 県		18,204
「バ」国全体		147,570

出典) Population Census, 2001, National Report (Provisional), BBS

1.4 調査団員の構成

調査団員の構成は表 1.4-1 に示すとおりである。

表 1.4-1 調査団員

担当分野	氏名	所属	派遣期間
総括/ 総合河川流域開発	松木 洋忠	社団法人国際建設技術協会	2010年9月12日～ 10月6日 2011年1月8日～ 2月6日
水文・洪水対策	亀山 勉	八千代エンジニアリング株式会社	2010年9月12日～ 10月15日 2011年1月6日～ 2月1日
河川構造物	豊田 高士	社団法人国際建設技術協会	2010年9月12日～ 10月21日 2011年1月5日～ 2月6日
住民参加型開発/ 雇用創出	竹内 航	八千代エンジニアリング株式会社	2010年10月1日～ 10月30日 2011年1月8日～ 2月6日
運輸交通	武者 純	社団法人国際建設技術協会	2010年9月12日～ 10月9日
流域管理計画	高橋 亨	八千代エンジニアリング株式会社	2011年1月19日～ 2月6日
環境社会配慮	松原 ひろみ	八千代エンジニアリング株式会社	2010年10月1日～ 10月30日

1.5 調査工程

本調査の工程は、図 1.5-1 に示すとおりである。

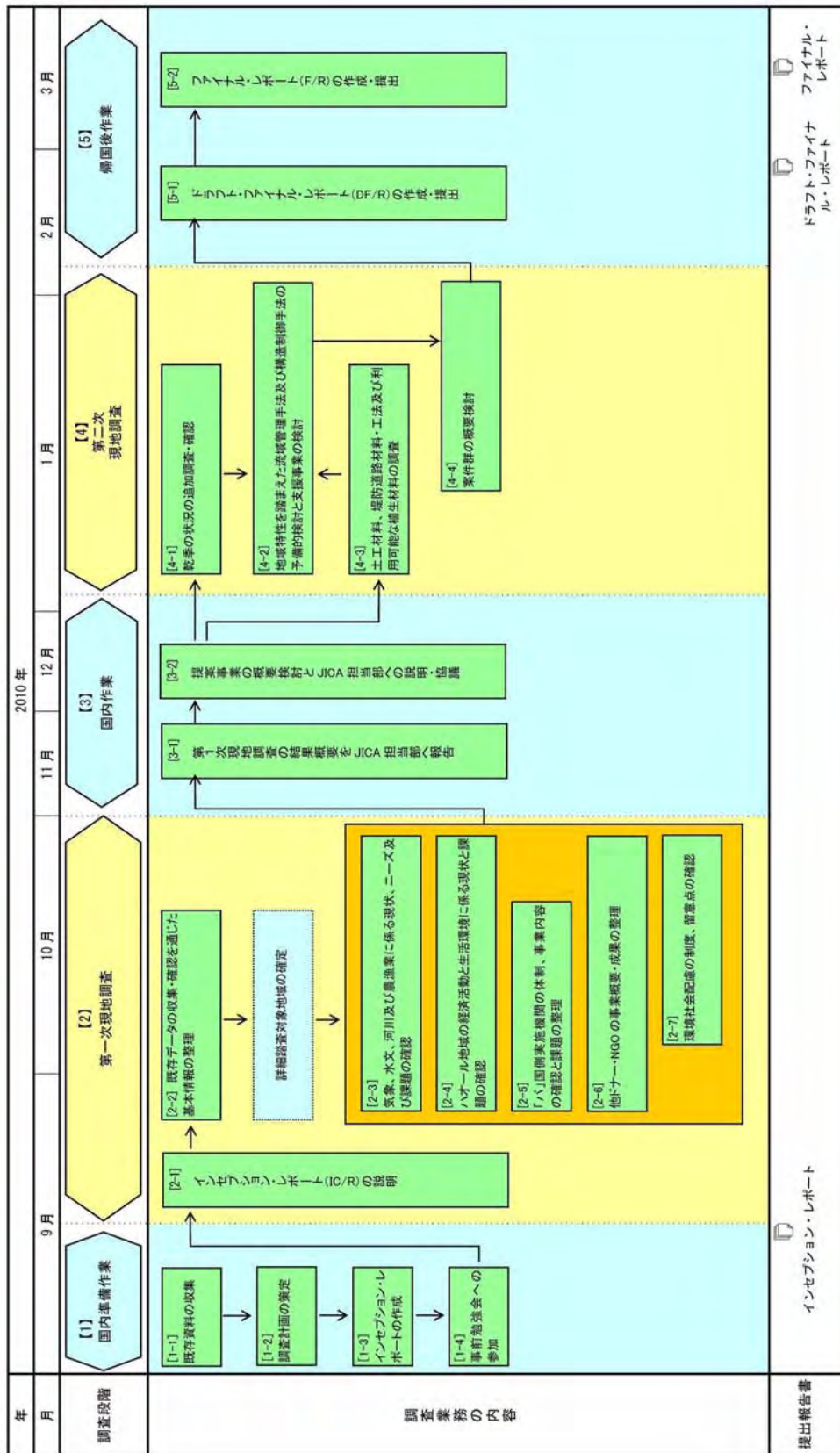


図 1.5-1 本調査の工程

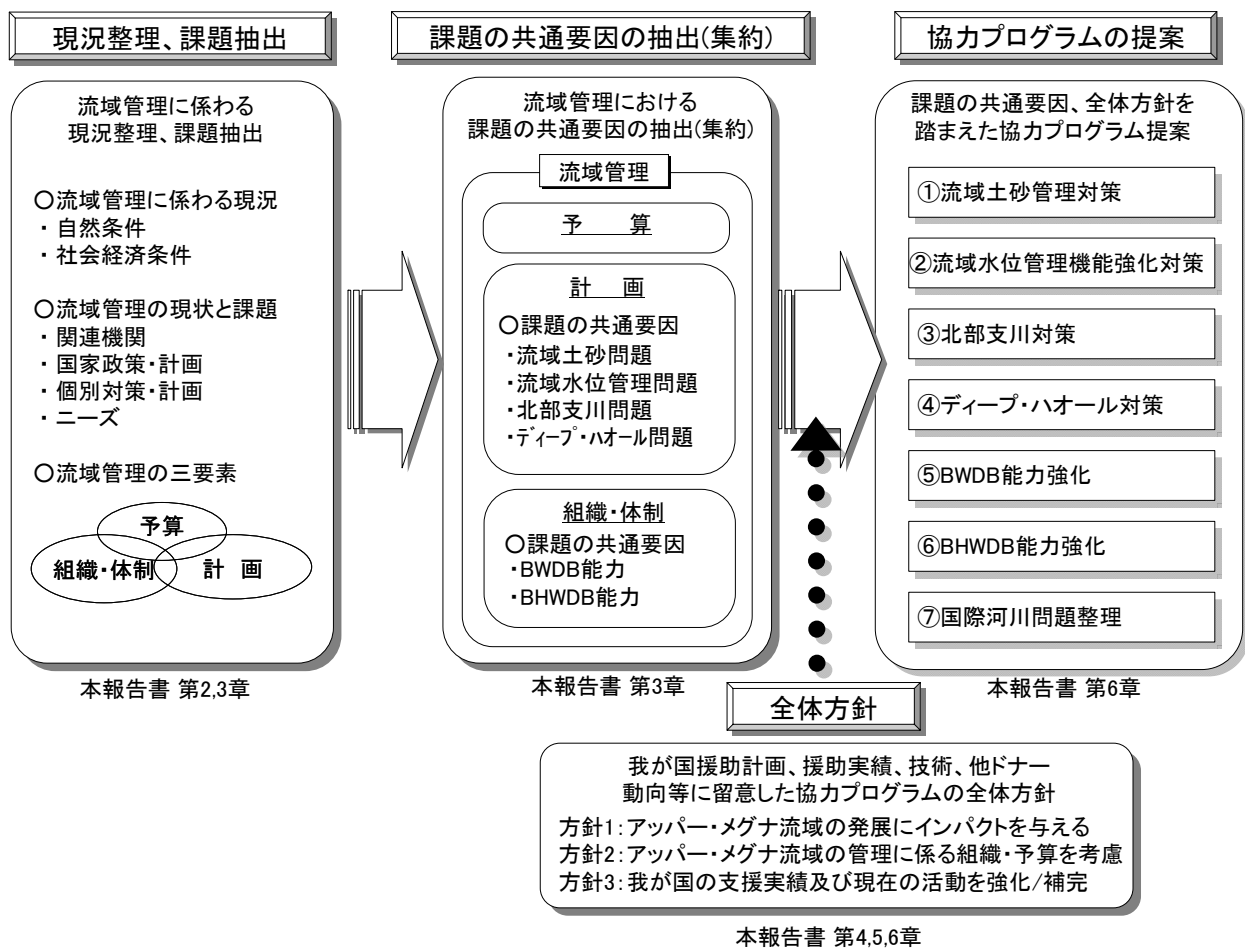
1.6 調査結果概要

1.6.1 協力プログラム提案までの検討フロー

本調査における協力プログラム提案までの検討フローを下図に示す。

本調査においては、まず、「バ」国およびアップパー・メグナ流域に係わる現況を整理し、流域管理の現状と課題を踏まえ、課題の共通要因を抽出（集約）した。共通要因としては、流域全体での土砂問題、水位管理問題などが抽出された。

次に、我が国援助計画、援助実績、技術、他ドナー動向等を踏まえた協力プログラム全体方針を踏まえ、これら共通要因に焦点をあて、協力プログラムの提案を行った。協力プログラムとしては、①流域土砂管理対策、②流域水位管理機能強化対策、③北部支川対策、④ディーブ・ハオール対策、⑤BWDB 能力強化、⑥BHWDB 能力強化、⑦国際河川問題整理、が提案された。



1.6.2 調査結果の概要

(1) アッパー・メグナ流域の概況と特徴（本報告書 第2章）

本章では、協力プログラムの提案を行うにあたり、「バ」国及びアッパー・メグナ流域の現状を把握するとともに流域管理における課題を抽出するため、「バ」国及びアッパー・メグナ流域の自然条件、社会経済条件等の概況と特徴について整理し、課題を抽出した。

アッパー・メグナ流域の特徴、課題としては、フラッシュ・フラッドによる洪水被害の発生や住民の雇用機会の喪失、潜水堤防等のインフラ被害、河岸侵食・土地侵食の発生、土砂堆積による河道流下能力の減少などが抽出された。

(2) アッパー・メグナ流域管理に係わる現状と課題（本報告書 第3章）

本章では、前章で整理した「バ」国の現状を踏まえ、アッパー・メグナ流域管理について、関連する行政機関の活動状況や国家政策・計画の内容を踏まえた上で洪水対策等の個別対策、計画の実態把握、行政機関に対するニーズ確認等を行い、流域管理に係わる課題と要因を整理した。

また、これら課題の解決に資する協力プログラムの提案を行うため（第6章）、これら課題の要因分析を行い、要因の集約化を行った。その結果、課題要因としては、流域土砂問題、流域水位管理問題、北部支川問題、ディープ・ハオール問題、組織・体制上の問題に集約化された。

(3) 我が国の洪水災害分野への過去の協力実績（本報告書 第4章）

本章では、我が国の援助方針を整理し、「バ」国に対し、流域管理という観点でこれまでに行ってきた協力実績を整理し、協力プログラムの提案に資するものとした。

「バ」国に対しては、我が国もこれまで数多くの取り組みを実施してきたが、アッパー・メグナ流域においては、直接的に洪水被害軽減に寄与するインフラ整備等の協力を行った実績はない。しかしながら、流域管理による洪水被害の軽減及びそのための支援は、アッパー・メグナ流域の発展にインパクトを与えるものであり、「バ」国側の自立、持続を促す協力になりうる。

また、アッパー・メグナ流域では、流域全体での洪水調節機能の維持から、現状の洪水の規模、頻度を前提とした地域づくり（洪水との共生）が必要とされており、このようなアプローチに対しては、モンスーン気候にあって、限られた土地を有効利用し、国際的な経済活動を続けている我が国の国土管理のノウハウがまさに活かされる。

したがって、アッパー・メグナ流域において、流域管理及び洪水被害の軽減に資する協力を行っていくことは、「バ」国および我が国にとっても非常に有意義なことであると考えられる。

(4) 国際機関・二国間援助による洪水災害分野での協力（本報告書 第5章）

本章では、国際機関・二国間援助及びNGOによる協力の動向を整理し、アッパー・メグナ流域における連携の可能性等について検討を行い、協力プログラムの提案に資するものとした。

国際機関・二国間援助による援助としては、全国的な防災力の底上げを狙ったものが多く、特にメグナ川流域に焦点を当てたものにはなっていないが、コンポーネントの一つとして、アッパー・メグナ流域との関連性が見受けられるものもあり、協力プログラムの具体化に際しては、そ

の成果を分析し、連携を図ることが望まれる。

(5) 協力プログラム概要 (案) (本報告書 第6章)

本章では、流域管理における課題の共通要因 (第3章) を踏まえ、我が国援助計画、援助実績 (第4章) 及び他ドナー動向 (第5章) 等の整理を通じて得られた協力プログラムの全体方針に基づき、協力プログラムの提案を行った。

協力プログラムの全体方針としては、アッパー・メグナ流域の発展にインパクトを与えることを第一義として以下のとおりとした。

➤ 協力プログラム全体方針

- 方針1: アッパー・メグナ流域の発展にインパクトを与える
- 方針2: アッパー・メグナ流域の管理に係る組織・予算を考慮
- 方針3: 我が国の支援実績及び現在の活動を強化/補完

協力プログラムとしては、流域管理における課題要因に焦点をあてつつ、上述の全体方針を踏まえ、以下の協力プログラムを提案した。

➤ 協力プログラム群の提案

- ①流域土砂管理対策
- ②流域水位管理機能強化対策
- ③北部支川対策
- ④ディーブ・ハオール対策
- ⑤BWDB 能力強化
- ⑥BHWDB 能力強化
- ⑦国際河川問題整理

1.7 現地再委託調査結果

本調査では調査団による短期間の調査を補うため、3件の再委託調査を実施した。本調査にて実施した再委託調査結果の概要を表 1.7-1～表 1.7-3 に整理する。なお、現地再委託調査内容の詳細は、添付資料-4（ニーズ確認、営農・雇用状況調査）、添付資料-5（交通実態調査）、添付資料-6（土工材料等調査）に示す。

表 1.7-1 ニーズ確認、営農・雇用状況調査の内容

項目	内容
実施期間	2010年9月末～約1ヶ月（雨季）、2011年1月～約1ヶ月（乾季）
実施方法	現地ローカルNGO再委託
調査対象	<p><世帯訪問インタビュー> 調査対象地内にあるハイルハオール内の2ユニオンにおける合計80世帯（家族構成員は合計518人）を抽出し、雨季・乾季に構造的インタビュー調査を実施した。原則として雨季・乾季の調査においては同じ世帯をインタビューした。</p> <p><ステークホルダーの問題分析> ハイルハオール地域の主なステークホルダー（土地所有農家（4名）、土地なし農家（4名）、漁師（4名）、養殖従事者（4名）、土砂採掘業者（4業者））に対して問題分析を行った。</p>
調査項目	<p><世帯訪問インタビュー></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 世帯の基本情報（家族構成、所得、土地所有状況等） ● 世帯構成員の就業状況・職業の内容及び技能 ● 主要都市及び出稼ぎ先へのアクセス ● 営農状況 ● 波浪侵食対策経費 ● その他、村・地域の一般的な課題・問題 等 <p><世帯訪問インタビュー></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 雨季・乾季における問題 ● ステークホルダー間の争いの有無及びその性質 ● 既存の堤防の利点・欠点 ● 地域の開発ニーズ 等
調査の活用方法	<ul style="list-style-type: none"> ● 基礎的な社会経済状況の把握 ● 営農状況の把握 ● 季節毎の出稼ぎの状況、余剰労働力の把握 ● 住民の一般的な問題意識の把握

表 1.7-2 交通実態調査の内容

項目	内容
実施期間	2010年10月（雨季）、2011年1月（乾季）
実施方法	現地ローカルコンサルタント再委託
調査対象	<p>ハイルハオール地域において、地域の人々が交通路として利用している主な10箇所の調査地点を選定し、雨季乾季の2回（合計20箇所程度）に亘り、交通手段、交通量等を調査し、雨季と乾季の交通実態、堤防道路への負荷要因（道路交通荷重、冠水状況）を把握した。</p> <p>またハイルハオール及びカーチャーハオールにおいて、現地で生産される米、魚、土砂の物流手段及び出荷先を把握した。</p>
調査項目	交通手段、車種別交通量、物流手段、出荷先
調査の活用方法	<p>地域交通は、現地における重要な基礎インフラであり、堤防/道路の整備に際しては、既存の道路インフラ整備計画や交通実態に配慮する必要がある。そのため、雨季と乾季の交通実態及び交通ネットワーク状況を把握するための交通量調査を行い、今後の堤防/道路の整備を進める上での基礎資料及び堤防道路整備検討（洪水制御・誘導計画、流域管理計画検討）を行うための一要素として活用した。</p>

表 1.7-3 土工等材料調査の内容

項目	内容
実施期間	2010年10月（雨季）～2011年1月（乾季）
実施方法	現地ローカルコンサルタント再委託
調査対象、内容	<p>アッパー・メグナ流域及びハオール地域の土砂問題に対し、既存文献、学識、論文、現地調査等を踏まえ、課題抽出等を行うとともに土砂収支等の分析を行った。</p> <p>土工材料については、河川材料およびハオール地域の土砂材料について、粒径分析を行い、河床材料は建設材料としての活用可能性が高いことを確認した。河床材料は乾季に河岸で採取可能である。また、住民参加による堤防建設等の検討を行うための基礎資料として、人力ベースによる施工コスト、運搬コスト等を把握した。</p> <p>植物材料については植生護岸等として期待される樹種について調査を行い、コローチやヒジョールなど、アッパー・メグナ流域全体に亘り分布することを確認した。</p>
調査項目	土砂問題分析、土工材料調査、植物材料調査及びリスト作成
調査の活用方法	土砂問題分析を踏まえた流域管理手法の提案、現地展開型の土工に資する材料として、土工材料及び植物材料を確認し、現地にて入手可能な土工材料情報として活用する。

第2章 アッパー・メグナ流域の概況と特徴

本章では、協力プログラムの提案を行うにあたり、「バ」国及びアッパー・メグナ流域の現状を把握するとともに流域管理における課題を抽出するため、以下に示す項目について、「バ」国及びアッパー・メグナ流域の概況と特徴を整理する。

- 2-1 人口、経済
- 2-2 自然、地形
- 2-3 気象、水文
- 2-4 河川、流域
- 2-5 洪水、洪水被害
- 2-6 水資源
- 2-7 農業・漁業
- 2-8 運輸・交通・物流
- 2-9 雇用状況
- 2-10 社会状況
- 2-11 貧困
- 2-12 環境社会配慮
- 2-13 気候変動
- 2-14 アッパー・メグナ流域の現況のまとめ

2.1 人口、経済

2.1.1 人口

(1) 「バ」国の人口の概況

「バ」国の人口は、最新の統計によると(1億4,660万人(2009年)(Sample Vital Registration System 報告書による推計))とされている。「バ」国では国勢調査を10年ごとに実施しており、最後の調査は2001年に実施され、次回は2011年に予定している。「バ」国における総人口は依然として増加しているが、その増加率は減少傾向にある(表2-1-1)。

表 2.1-1 「バ」国国勢調査結果における総人口

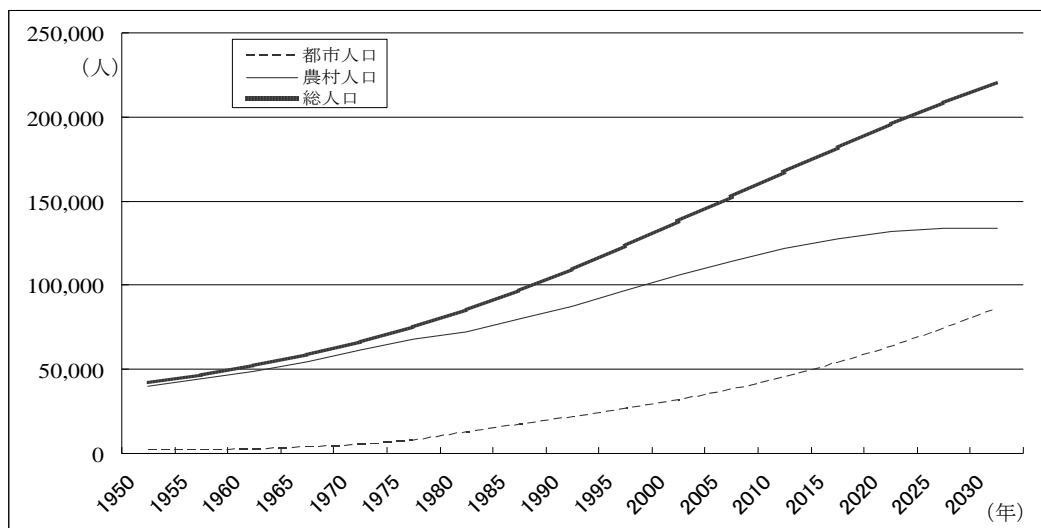
項目	1974年	1981年	1991年	2001年	2009年*
総人口(万人)	7,640	8,991	11,146	13,052	14,660
前回の国勢調査からの 平均年率人口増加率(%)	—	2.35%	2.17%	1.59%	1.46%

出典) Population Census, 2001, National Report (Provisional), BBS 及び BBS ホームページ
(http://www.bbs.gov.bd/WebTestApplication/userfiles/Image/SubjectMatterDataIndex/pk_book_09.pdf)

注) *暫定値

「バ」国の将来の総人口の予測値に関しては、国連の推計によると、以下の傾向にある（図 2-1-1）。

- 「バ」国の総人口は依然として増加するが、その増加率は引き続き減少傾向にある。
- 2010 年における都市人口率は約 27%であり、予測期間中の 2030 年までは引き続き増加する見込みである。
- 農村人口は 2025 年に総人口の約 64%で頭打ちとなり、その後は減少する見込みである。



出典) World Urbanization Prospects 2003 Revision

図 2.1-1 「バ」国の総人口、都市人口、及び農村人口の推移（1950～2030 年）

(2) 対象地域の人口

「バ」国の最上位の地方行政単位としては、ロングプール、ポリシャル、チッタゴン、ダッカ、クルナ、ラジシャヒ、シレットの 7 つの Division（管区）があり、その下位に 64 の District（もしくは Zila、県）が存在する。本調査の対象地域は主にダッカ管区及びシレット管区におけるキショルゴンジ県、ネトロコナ県、ホビゴンジ、モウルビバザール県、シュナムゴンジ県、シレット県の 6 県であり、その構成を表 2-1-2 に示す。対象地域 6 県の面積は「バ」国国土の面積の約 12.3% であるのに対し、2001 年時点で対象地域人口は「バ」国総人口の約 9.5% を占めている。また、人口密度に関しては、キショルゴンジ県以外は全国平均以下となっている。

表 2.1-2 対象地域の人口、面積、及び人口密度（2001 年）

管区	県	人口 (万人)	面積 (km ²)	人口密度 (人/km ²)
ダッカ管区	キショルゴンジ県	256	2,688	951
	ネトロコナ県	197	2,810	701
シレット管区	ホビゴンジ県	175	2,636	664
	モウルビバザール県	161	2,889	557
	シュナムゴンジ県	199	3,689	539
	シレット県	255	3,490	730
調査対象地内の主な 6 県		1,243	18,204	683
「バ」国全体		13,052	147,570	884

出典) Population Census, 2001, National Report (Provisional), BBS

対象地域の人口の推移を表 2-1-3 に示す。1991～2001 年の平均年率人口増加率は、首都ダッカに最も近いキショルゴンジ県において対象地域の県の中で最も低く、ダッカから最も遠いシュナムゴンジ県において最も高い。また、シレット県以外の県は「バ」国全体の平均年率人口増加率より低い。都市部の人口を見ると、ネトロコナ県、ホビゴンジ県及びシレット県においては年率 3%を越える高い増加率を示している。また、対象地域の平均年率人口増加率は「バ」国の農村部全体の年率人口増加率よりも若干高い値である。

表 2.1-3 対象地域の県別人口及び年率人口増加率 (1991～2001 年)

	1991～2001 年 平均年率人口増加率 (%)	1991 年人口 (人)	2001 年人口 (人)
キショルゴンジ全体	1.04%	2,306,087	2,557,240
都市部	1.70%	283,693	335,720
農村部	0.94%	2,022,394	2,221,520
ネトロコナ全体	1.31%	1,730,935	1,971,240
都市部	3.08%	135,636	183,720
農村部	1.14%	1,595,299	1,787,520
ホビゴンジ全体	1.38%	1,526,609	1,750,180
都市部	4.85%	118,790	190,660
農村部	1.03%	1,407,819	1,559,520
モウルビバザール全体	1.57%	1,376,566	1,608,860
都市部	2.34%	108,262	136,460
農村部	1.50%	1,268,304	1,472,400
シュナムゴンジ全体	1.54%	1,708,563	1,990,360
都市部	1.60%	104,300	122,245
農村部	1.25%	1,586,218	1,796,060
シレット全体	1.69%	2,153,301	2,547,320
都市部	3.19%	332,492	454,960
農村部	1.40%	1,820,809	2,092,360
対象地域合計	1.41%	10,802,061	12,425,200
都市部	2.47%	1,101,118	1,405,820
農村部	1.20%	9,700,843	10,929,380
「バ」国全体	1.54%	106,314,992	123,851,120
都市部	3.20%	20,872,204	28,605,200
農村部	1.09%	85,442,788	95,245,920

出典) Population Census, 2001, National Report (Provisional), BBS

(3) 対象地域の人口移動

「バ」国の統計資料において県別の人口移動に関するデータはないが、これに近いデータとして各県の農業従事者の他県での就業経験のデータを表 2-1-4 に示す。対象地域の 6 県のうちキショルゴンジ県のみが「バ」国全体における他県で農業に従事した者及び他県で農業以外の職業に従事した者の割合が高く、その他の 5 県は「バ」国全体における割合よりも低い。また、ネトロコナ県の他県で農業に従事した者及び他県で農業以外の職業に従事した者の割合はダッカ管区の割合よりも低い。さらに、シレット管区においては、シュナムゴンジ県の割合のみがシレット管区の割合より高い。以上より、対象地域において農業従事者が農業を行うために他県へ移動する、もしくは農業以外の職業のため他県へ移動する者の割合は、それぞれの県が属する管区及び「バ」国全体における割合に比べて低く、あまり活発な人口移動は見られないといえる。

表 2.1-4 対象地域における農業従事者の移動状況

	農業従事者 (人)	他県で農業に従事した者		他県で農業以外の 職業に従事した者	
		(人)	県の農業従事者に 占める割合 (%)	(人)	県の農業従事者に占 める割合 (%)
ダッカ管区	10,170,513	72,389	0.7%	120,125	1.2%
キョロゴンジ	733,392	14,266	1.9%	18,775	2.6%
Netrakona	684,214	4,262	0.6%	3,416	0.5%
シレット管区	2,330,542	4,417	0.2%	14,333	0.6%
ホビゴンジ	604,773	378	0.1%	2,866	0.5%
モルビハザール	548,583	246	0.0%	1,370	0.2%
シュナムゴンジ	718,704	2,455	0.3%	8,106	1.1%
シレット	458,482	1,338	0.3%	1,992	0.4%
対象地域全体	3,748,148	22,945	0.6%	36,525	1.0%
「バ」国全体	37,614,992	368,944	1.0%	543,309	1.4%

出典) Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh, 2008, BBS

ハイルハオールで実施した住民聞き取り調査においても、上記と同様の結果が得られた。表 2-1-5 に示すとおり、対象となった世帯構成員 518 人のうち、2.3% のみ別の居住地へ移住している。また、表 2-1-6 及び表 2-1-7 に示すとおり、移住の様相は、季節的な出稼ぎというよりは 1 年以上の長期滞在型の移住である。

表 2.1-5 世帯構成員の移住先

滞在地	人数 (割合)
調査対象地の家屋	504 人 (97.3%)
同じユニオン内の別の家屋	2 人 (0.3%)
ダッカ市	1 人 (0.2%)
シレット市	1 人 (0.2%)
バングラデシュ国外	10 人 (1.9%)
合計	518 人 (100.0%)

出典) 調査団による現地再委託調査

表 2.1-6 ユニオン外に移住した世帯構成員の移住期間

期間	人数 (割合)
過去 1 年間	2 人 (17%)
1 年間以上	10 人 (83%)
合計	12 人 (100%)

出典) 調査団による現地再委託調査

表 2.1-7 ユニオン外に移住した者の移住の理由

期間	人数 (割合)
教育機会	1 人 (8%)
賃金が移住先の方が高い	8 人 (67%)
無回答	3 人 (25%)
合計	12 人 (100%)

出典) 調査団による現地再委託調査

2.1.2 経済

(1) 「バ」国の経済の概況

2008/09年度において「バ」国の名目国内総生産（Gross Domestic Product; GDP）は6兆タカを越え、また一人当たり名目GDPも621USDに達している（表2-1-8）。2004/05年度から2008/09年度の間では、実質GDPの年成長率は、5.88～6.63%の間で推移している。

表 2.1-8 「バ」国のGDP関連情報（2004/05～2008/09）

項目	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09*
名目GDP（10億タカ）	3,707	4,157	4,725	5,458	6,149
人口（百万人）	137.0	138.8	140.6	142.4	144.2
一人当たり名目GDP（タカ）	27,061	29,955	33,607	38,330	42,638
一人当たり名目GDP（USD）	441	447	487	559	621
実質GDP（10億タカ）	2,670	2,847	3,030	3,217	3,407
実質GDP年成長率（%）	5.96	6.63	6.43	6.19	5.88

出典） Bangladesh Economic Review 2009, 2009, MoF

注）*暫定値

(2) 対象地域の経済と特徴

県ごとの地域内総生産（Gross Regional Product; GRP）を示す閲覧可能な統計データとして最新のもの、1999/2000年度まで遡る。表2-1-9に示すとおり、対象地域内の県において最もGRP成長率が高いのは、45万人以上の人口を抱えるシレット市を含むシレット県であり6.10%の成長率を示している。シレット県以外の5県は「バ」国全体のGDP成長率を下回り、かつそれぞれが属する管区のGRP成長率よりも低い。「バ」国64県中の一人当たりGDPの順位を見ると、ネトロコナ県（30位）、ホビゴンジ県（29位）、シレット県（31位）はおよそ中央の順位を占めているが、キショルゴンジ県（43位）、モウルビバザール県（40位）、及びシュナムゴンジ県（53位）は比較的下位に属している。

表 2.1-9 対象地域における県別のGDP及び一人当たりGDP（1999/2000年度）

管区/県	面積 (平方キロ)	人口 (百万人)	名目GDP (百万タカ)	一人当たりGDP		GDP成長率 (4年平均%)	一人当たり GDPの順位(64 県中)
				タカ	USD		
ダッカ管区	31,119	40.12	894,697	22,303	443	5.28	—
キショルゴンジ	2,689	2.75	38,266	13,903	276	4.96	43
ネロコナ	2,810	2.08	32,020	15,410	306	4.99	30
シレット管区	12,596	8.25	122,776	14,886	296	4.95	—
ホビゴンジ	2,637	1.85	27,901	15,051	299	3.93	29
モウルビバザール	2,799	1.67	24,155	14,493	288	4.63	40
シュナムゴンジ	3,670	2.08	27,888	13,382	266	4.59	53
シレット	3,490	2.64	42,832	16,204	322	6.10	31
対象地域全体	18,095	13	193,062				
(対全国 %)	12%	10%	8%				
「バ」国全体	147,570	129.8	2,370,740	18,269	363	5.36	—

出典） Provisional Estimates of Gross Regional Products 1995-96 to 1999-2000, 2002, BBS

対象地域内の各県の産業別GRPを見ると、農業部門が占める割合が27～43%であり、また対象

地域の全県において、農業部門の中でも水産業より農林業が盛んで、各県の GRP の 2 割から 3 割を占めている（表 2-1-10）。対象地域の県において工業が比較的盛んなのがホビゴンジ県であり、工業部門が約 27%を占めている。中でも、鉱業・採石業が県 GRP のうち 13.4%を占めるとい特徴がある。サービス部門においては、対象地域の全県において卸売・小売業及びコミュニティ・社会・個人サービス業がサービス部門の約半分を占めている状況である。

表 2.1-10 対象地域の各県における産業別 GRP (1999/2000 年度) (百万タカ)

産業	キョロゴンジ	ネロナ	ホビゴンジ	モルビハザール	シュナムゴンジ	シット	「バ」国
I. 農業	13,658 (35.7%)	13,614 (42.5%)	8,740 (31.3%)	8,428 (34.9%)	10,205 (36.6%)	11,700 (27.3%)	725,903 (24.9%)
1. 農林業	9,737 (25.4%)	9,923 (31.0%)	7,573 (27.1%)	7,131 (29.5%)	8,802 (31.6%)	8449 (19.7%)	538,541 (18.5%)
a) 農作物と園芸	7,389 (19.3%)	7,543 (23.6%)	5,776 (20.7%)	5,676 (23.5%)	6,445 (23.1%)	6,173 (14.4%)	402,238 (13.8%)
b) 畜産	1,358 (3.5%)	1,313 (4.1%)	1,016 (3.6%)	890 (3.7%)	1,258 (4.5%)	1,305 (3.0%)	83,492 (2.9%)
c) 林業	989 (2.6%)	1,067 (3.3%)	781 (2.8%)	564 (2.3%)	1,099 (3.9%)	971 (2.3%)	52,811 (1.8%)
2. 水産業	3,922 (10.2%)	3,692 (11.5%)	1,167 (4.2%)	1,298 (5.4%)	1,403 (5.0%)	3,251 (7.6%)	187,361 (6.4%)
II. 工業	6,167 (16.1%)	4,049 (12.6%)	7,597 (27.2%)	4,521 (18.7%)	4,676 (16.8%)	10,605 (24.8%)	704,200 (24.2%)
3. 鉱業、採石業	116 (0.3%)	96 (0.3%)	3,729 (13.4%)	81 (0.3%)	175 (0.6%)	3,355 (7.8%)	33,459 (1.1%)
4. 製造業	1,877 (4.9%)	751 (2.3%)	1,119 (4.0%)	1,929 (8.0%)	1,686 (6.0%)	3,747 (8.7%)	410,167 (14.1%)
5. 電気、ガス、水道業	503 (1.3%)	380 (1.2%)	512 (1.8%)	484 (2.0%)	416 (1.5%)	581 (1.4%)	36,561 (1.3%)
6. 建設業	3,671 (9.6%)	2,822 (8.8%)	2,237 (8.0%)	2,026 (8.4%)	2,398 (8.6%)	2,922 (6.8%)	214,011 (7.3%)
III. サービス業	17,256 (45.1%)	13,315 (41.6%)	10,867 (38.9%)	10,435 (43.2%)	12,157 (43.6%)	19,286 (45.0%)	1,380,302 (47.4%)
7. 卸売・小売業	4,154 (10.9%)	3,652 (11.4%)	2,442 (8.8%)	2,704 (11.2%)	2,985 (10.7%)	4,353 (10.2%)	359,475 (12.3%)
8. 宿泊業、飲食店	194 (0.5%)	92 (0.3%)	86 (0.3%)	79 (0.3%)	88 (0.3%)	240 (0.6%)	18,099 (0.6%)
9. 運輸、倉庫関連業、通信業	2,537 (6.6%)	1,453 (4.5%)	1,390 (5.0%)	1,364 (5.6%)	1,831 (6.6%)	3,386 (7.9%)	243,674 (8.4%)
10. 金融業	33 (0.1%)	23 (0.1%)	21 (0.1%)	40 (0.2%)	24 (0.1%)	1,509 (3.5%)	43,732 (1.5%)
11. 不動産業、物品賃貸業	3,377 (8.8%)	2,584 (8.1%)	1,940 (7.0%)	1,841 (7.6%)	2,154 (7.7%)	3,180 (7.4%)	256,398 (8.8%)
12. 公務、防衛	634 (1.7%)	717 (2.2%)	776 (2.8%)	584 (2.4%)	356 (1.3%)	470 (1.1%)	74,423 (2.6%)
13. 教育	943 (2.5%)	775 (2.4%)	605 (2.2%)	551 (2.3%)	698 (2.5%)	941 (2.2%)	66,191 (2.3%)
14. 保健、福祉業	1,025 (2.7%)	749 (2.3%)	668 (2.4%)	618 (2.6%)	732 (2.6%)	1,042 (2.4%)	66,456 (2.3%)
15. コミュニティ・社会・個人サービス業	4,359 (11.4%)	3,269 (10.2%)	2,941 (10.5%)	2,654 (11.0%)	3,289 (11.8%)	4,165 (9.7%)	251,851 (8.6%)
輸入関税	1,184 (3.1%)	1,041 (3.3%)	697 (2.5%)	771 (3.2%)	851 (3.1%)	1,241 (2.9%)	102,377 (3.5%)
GDP/ GRP	38,266 (100%)	32,020 (100%)	27,901 (100%)	24,155 (100%)	27,888 (100%)	42,832 (100%)	2,912,880 (100%)

出典) Provisional Estimates of Gross Regional Products 1995-96 to 1999-2000, 2002, BBS

対象地域の各県の産業の特徴を見るために、各県における産業別特化係数を表 2-1-11 に示す。特化係数とは、産業の産業構成などにおいてその構成比の全国比を言い、産業構成の全国との乖離を示し、地域で卓越した産業を見る指標である。特化係数が 1 以上の場合、全国における該当産業のシェアより対象地域における該当産業のシェアの方が高いことを意味し、その地域で卓越した産業であると言える。表より、対象地域の全ての県において、農林業を構成する a) 農作物と園芸、b) 畜産、c) 林業の全てで特化係数が 1 を上回りこの地域で非常に卓越した業種であることがわかる。その他にも、水産業、電気・ガス・水道業、建設業、教育、保健・福祉業、コミュニティ・社会・個人サービス業等が卓越している。逆に、対象地域における人口集積が非常に小さいもしくは少ないため、多くのサービス業では「バ」国全体に比べて劣っていることが分かる。また、Habiganj 県及び Sylhet 県において鉱業・採石業の優勢が特に顕著である。

表 2.1-11 対象地域の各県における産業別特化係数 (1999/2000 年度)

産業	キョルゴンゾ	ネロナ	ホゴゴンゾ	モウルビハザール	シュナムゴンゾ	シレット
I. 農業	1.43	1.71	1.26	1.40	1.47	1.10
1. 農林業	1.38	1.68	1.47	1.60	1.71	1.07
a) 農作物と園芸	1.40	1.71	1.50	1.70	1.67	1.04
b) 畜産	1.24	1.43	1.27	1.29	1.57	1.06
c) 林業	1.43	1.84	1.54	1.29	2.17	1.25
2. 水産業	1.59	1.79	0.65	0.84	0.78	1.18
II. 工業	0.67	0.52	1.13	0.77	0.69	1.02
3. 鉱業・採石業	0.26	0.26	11.64	0.29	0.55	6.82
4. 製造業	0.35	0.17	0.28	0.57	0.43	0.62
5. 電気・ガス・水道業	1.05	0.95	1.46	1.60	1.19	1.08
6. 建設業	1.31	1.20	1.09	1.14	1.17	0.93
III. サービス業	0.95	0.88	0.82	0.91	0.92	0.95
7. 卸売・小売業	0.88	0.92	0.71	0.91	0.87	0.82
8. 宿泊業・飲食店	0.82	0.46	0.50	0.53	0.51	0.90
9. 運輸・倉庫関連業・通信業	0.79	0.54	0.60	0.68	0.78	0.95
10. 金融業	0.06	0.05	0.05	0.11	0.06	2.35
11. 不動産業・物品賃貸業	1.00	0.92	0.79	0.87	0.88	0.84
12. 公務・防衛	0.65	0.88	1.09	0.95	0.50	0.43
13. 教育	1.08	1.07	0.95	1.00	1.10	0.97
14. 保健・福祉業	1.17	1.03	1.05	1.12	1.15	1.07
15. コミュニティ・社会・個人サービス業	1.32	1.18	1.22	1.27	1.36	1.12
輸入関税	0.88	0.93	0.71	0.91	0.87	0.82
「バ」国全体の GDP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

出典) Provisional Estimates of Gross Regional Products 1995-96 to 1999-2000, 2002, BBS を基に調査団が作成

注 1) 産業 i の特化係数 = {(県の産業 i の GRP)/(県全体の GRP)} / {(「バ」国の産業 i の GDP)/(「バ」国全体の GDP)} = (県の産業 i の GRP 構成比) / (「バ」国の産業 i の GDP 構成比)

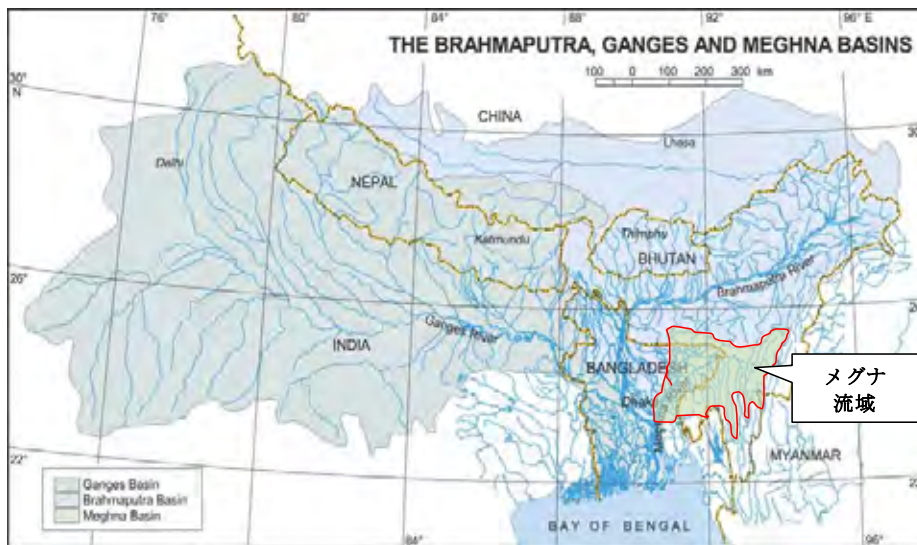
注 2) 太字の数字は特化係数が 1.00 以上

2.2 自然、地形

2.2.1 全土

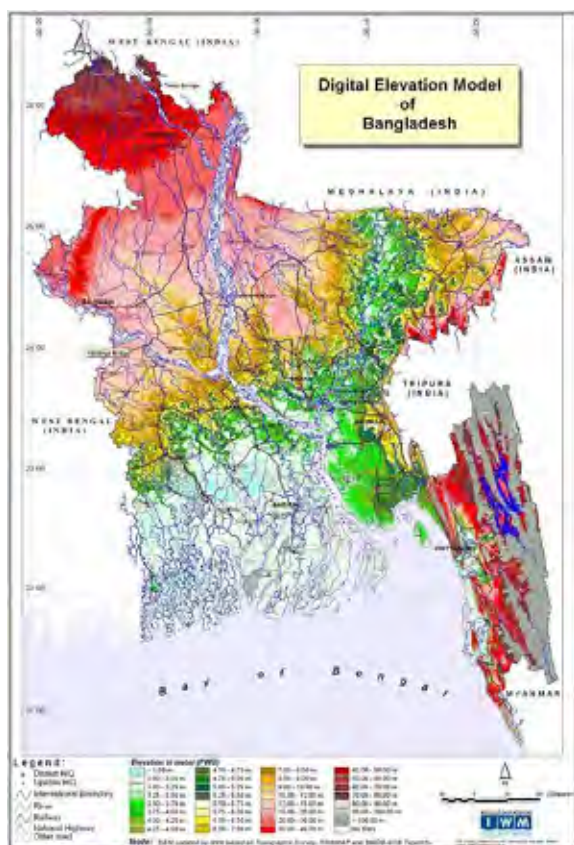
「バ」国は、南アジア地域の北東部、北緯 20° 34′ ～26° 38′、東経 88° 01′ ～92° 41′ に位置し、東側・北側・西側をインドに囲まれ、南側をミャンマーとベンガル湾に接する。国土面積はおよそ 147,570km²（我が国の約 4 割）で、ガンジス川、ブラマプトラ（ジャムナ）川及びメグナ川という 3 大国際河川の下流域に位置する。

「バ」国の地形は大きく、丘陵地域、段丘、低平地に分けられ、丘陵地域は、北部および南部の国境付近に位置し、北部には高地もある。低平地は国土の約 80% を占め、洪水を繰り返す沖積低平地となっている。「バ」国は川の国ともいえ、総延長 16,600km に及ぶ 310 の河川が縦横無尽に流れ、川は、「バ」国の歴史、経済、文化を形づくっている。また、“水” は、「バ」国の貴重な資源で、有史以前から、肥沃な土壌をもたらし、農業経済の中心でもあった。人々は、何世紀もの間、生活、生計手段を水文環境に適応させ、水資源管理は、今現在においても、「バ」国開発にとって極めて重要な問題となっている。



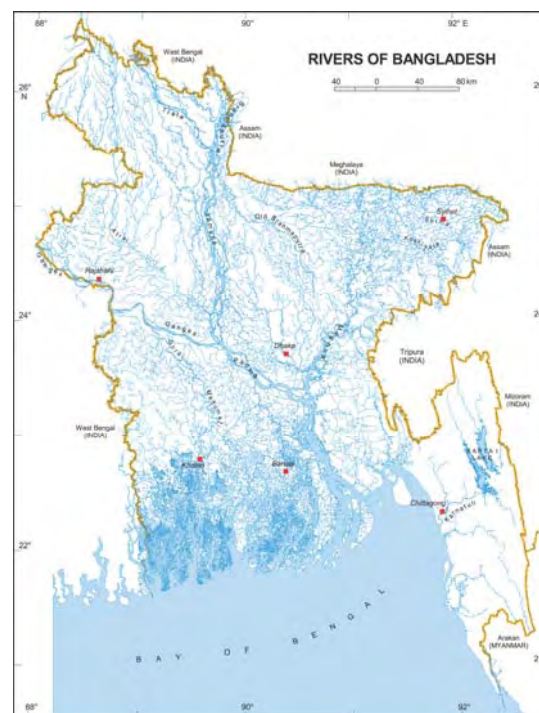
出典) 調査団作成

図 2.2-1 メグナ川流域位置図



出典) IWM

図 2.2-2 「バ」国地盤標高



出典) BWDB

図 2.2-3 「バ」国河川図

2.2.2 メグナ川

メグナ川は、「バ」国において最も長い河川であり、世界有数の豪雨地帯の水を排水している。メグナ川の上流にあるバラック川を含めたバラックーメグナ川の総延長は 950 km であり、その内 340 km は「バ」国内に位置している。

2.2.3 アッパー・メグナ流域

アッパー・メグナ流域は、シレット低地とよばれる広大な低平地を中央に抱え、低平な氾濫原、沖積平野、扇状地や谷底平野、高地などが広がっている。北東部地域の約 50%は低平な氾濫原が占め、約 25%がシレット低地、約 15%が扇状地や谷底平野などが占め、アッパー・メグナ流域の広大な氾濫原を形成している¹。残りの約 5%は段丘や高地が占めている。また、北東部地域の約 24180 km²のうち、約 25%が海拔 5m 以下、約 50%が海拔 8m 以下とされている。

メグナ流域は、中国、ネパール、インド、バングラデシュに位置する 1,721,300 km² のガンジス・ブラマプトラ・メグナ流域の一部を構成しており、ガンジス・ブラマプトラ・メグナ流域を構成する流域の中では小さい流域である。メグナ流域の面積は合計 82,000 km² でインドとバングラデ

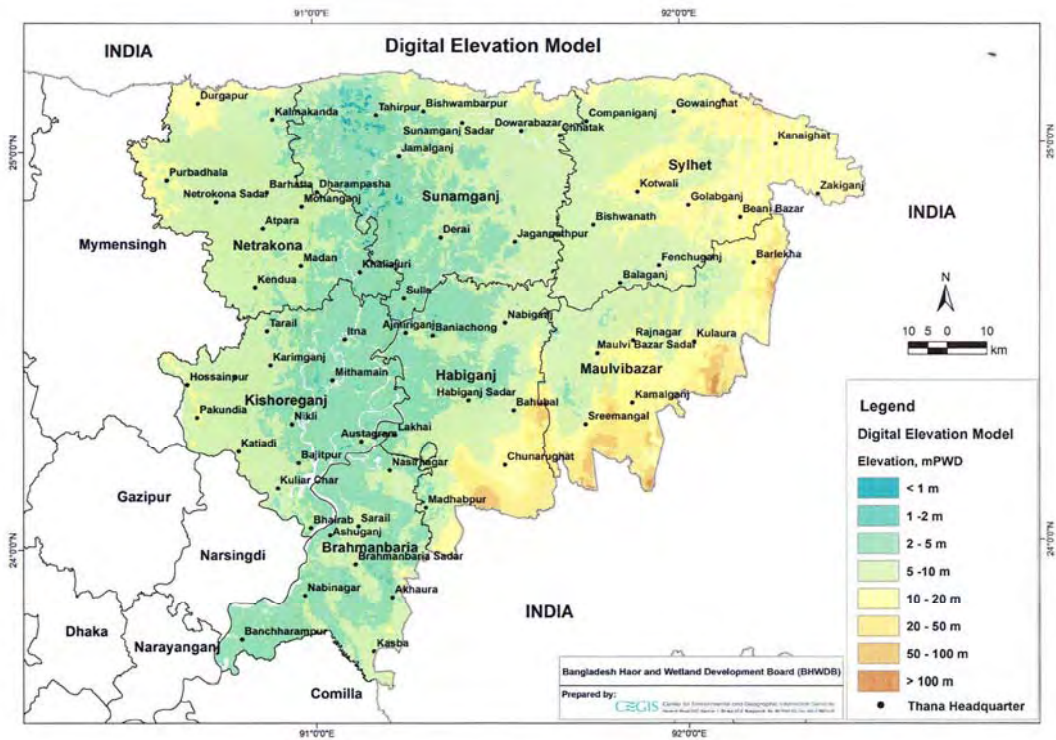
¹ Investigation of the Mechanism of Flash Floods (Final Report), 1997, BUET & JICA

シュの二国間に跨っており、流域のうち約 47,000 km² はインド国内に含まれ、残りの約 35,000 km² は Bangladesh 国内に含まれている。メグナ流域は Bangladesh 国内では北東部に位置し、丘陵地を含む他、ハオールと呼ばれる地域を含む。

表 2.2-1 ガンジス・ブラマプトラ・メグナ流域の流域面積

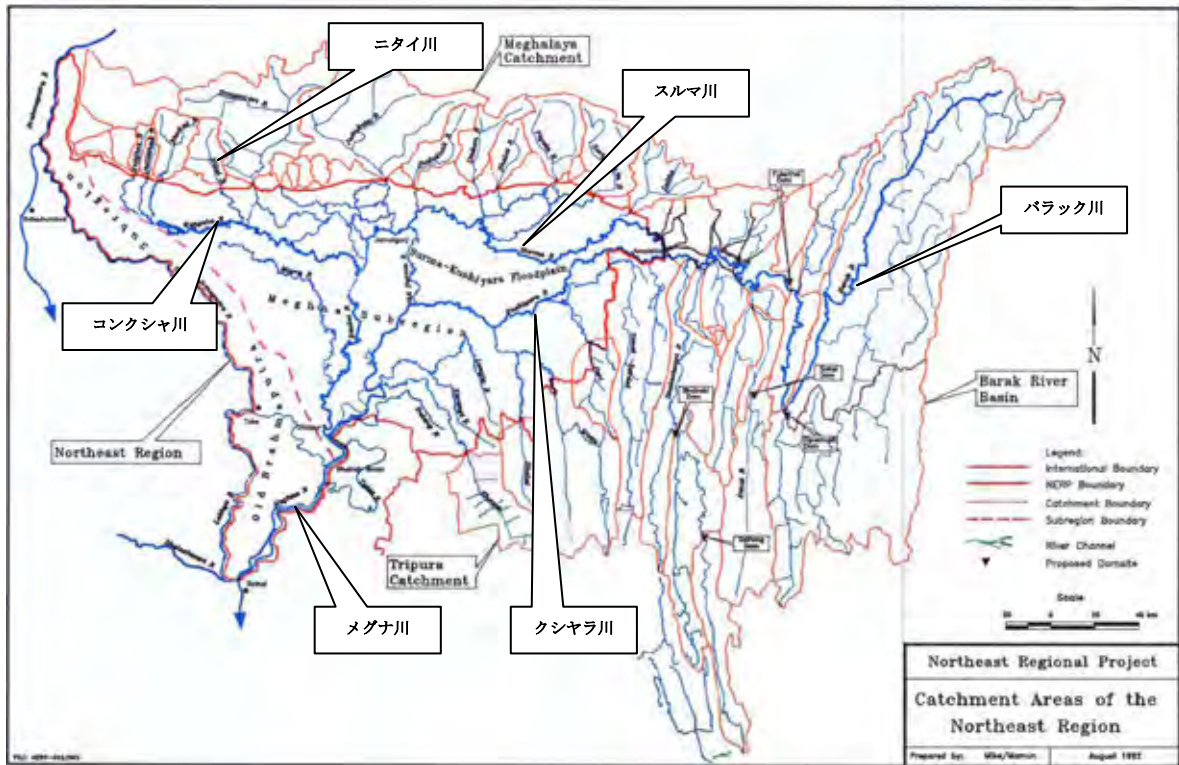
河川	流域面積合計 (km ²)	主要河川の流域				
		インド	ネパール	ブータン	中国	Bangladesh
ブラマプトラ	552,000	195,000	-	47,000	270,900	39,100
ガンジス	1,087,300	860,000	147,480	-	33,520	46,300
メグナ	82,000	47,000	-	-	-	35,000
	1,721,300 (100%)	1,102,000 (64.02%)	147,480 (8.57%)	47,000 (2.73%)	304,420 (17.69%)	120,400 (7%)

出典) JRCB(Joint Rivers Commission Bangladesh)



出典) CEGIS

図 2.2-4 アッパー・メグナ流域地盤標高図



出典) FAP6

図 2.2-5 アッパー・メグナ流域図

2.2.4 ハオール

シレット低地は地殻変動で形成された海拔 8m 以下の盆地状の地形で、モンスーン期の洪水における浸水深は約 5 m に及ぶ。中でも“ハオール”とよばれる地形が特徴的で、ハオールは、二つもしくは複数の河川に囲まれた低地に位置し、潜水堤防などに囲まれた円形状の皿状の窪地である。ハオールの中心（最低地部）には常に浸水した“ビール”とよばれる湿地があり、“カール”とよばれる小河川により、排水先の河川と繋がっている。ハオールは、プレ・モンスーン期、もしくはモンスーン期の初期に河川からの氾濫により湛水を始め、モンスーン期の後期に満水となる。その後、湛水した水は、ポスト・モンスーン期の初期にカール、浸透、蒸発等により排水される。

ハオールは北東部地域の 45% を占め、414 存在するといわれる。総面積は、約 8,000 km² で、シュナムゴンジ、シレット、モウルビバザール、ホビゴンジ、ネトロコナ、キシオルゴンジ県に主に分布する。

ハオール地域は、「バ」国有数の生産地帯であるが、その地域的特長より開発が遅れている。ハオール地域では農漁業が主要な産業であり、農業と漁業による生産量が非常に高い一方で、フラッシュ・フラッドによる被害も多い。経済的には重要な地域であるが、貧困層が多い地域でもある。農業を主な生計手段とする農家はボロ米の一期作を行うのが通常であり、フラッシュ・フラッドにより頻繁に被害を受けている。洪水や河道変動によって作物に被害が出たり排水に支障が出たりするが、一方で洪水による肥沃度の増加によってボロ米の生産にも貢献しているといえる。

漁業もまたハオール地域における重要な経済活動であり、多種多様な魚がハオール地域に生息していることが報告されている。しかしながら、漁業や河川や水路における土砂の堆積によって魚の生態系が崩れかかっており、魚の品種が減少しているとも言われている。

表 2.2-2 ハオール地域・主要四県洪水被害

県名	ハオールの数	面積 (ha)
	131	249,410
シレット	45	115,183
ホビゴンジ	30	39,132
モウルビバザール	3	37,414
キシオルゴンジ	121	182,103
ネトロコナ	81	150,116
Brahmanbaria	3	10,581
合計	414	783,939

出典) Development of Integrated Haors and Wetlands Resources Database (Component 2) under Preparation of Master Plan and Development of Database for Haors and WELANDS, 2010, CEGIS

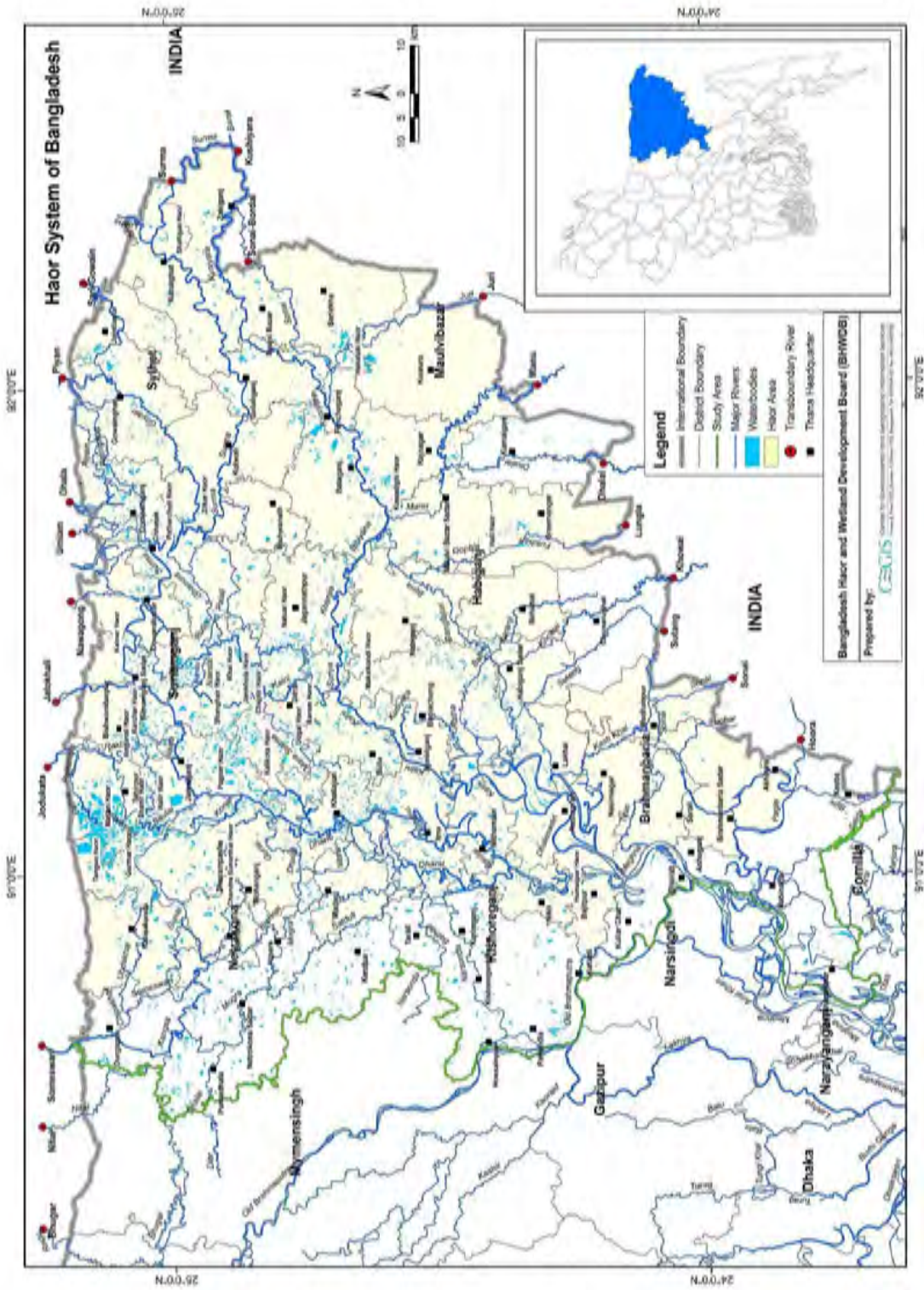


図 2.2-6 ハオールの分布図

出典) CEGIS

2.3 気象、水文

2.3.1 気候

「バ」国は亜熱帯モンスーン気候に属し、一年に6つ以上の季節があるといわれ、それは、夏季（4月上旬～）、雨季（6月中旬～）、秋季（8月中旬～）、霜季（10月中旬～）、冬季（12月中旬～）、春季（2月中旬～）といわれる。

アッパー・メグナ流域も亜熱帯モンスーン気候に属し、水文学的には夏季、冬季のモンスーン季が顕著な特徴を表わし、この二つの季節、雨季（4月～9月）と乾季（10月～3月）を中心に以下の4つの時期が特徴的な時期となっている。

- プレ・モンスーン期（4～5月）

モンスーン期への移行期で北西の風が強く吹き、暑い夏の季節であり、気温と蒸発率が高い。時折スコールや雷雨、強風、竜巻が生じる。5月下旬からはそろそろ雨が降り始め、アッパー・メグナ流域の北部国境地域などではフラッシュ・フラッド洪水が発生する。この時期には台風も発生し、沿岸部地域などに影響を及ぼしている。

- モンスーン期（6～9月）

この時期は南西から風（モンスーン）が吹き、ベンガル湾から湿った空気を運び、雨季をもたらす。モンスーン期は気温がやや下がるが、最も降雨量、湿度、曇が多い季節で、年間降雨量の80%がモンスーン期に集中する。6月中旬からはアッパー・メグナ流域を含めて本格的な雨季となる。雨季になると一日中雨が降り続き、ダッカ市内などでは小さな洪水となることもある。また、国内外の流域における豪雨の後、最も洪水が発生しやすい。

農村部でも田畑に水が氾濫し、湖と間違えるほどに浸水する一方で、ハオールなどの湿原が水で満たされ、魚なども豊富に捕れるようになる。この時期には川の水も溢れ、国土の約3分の1は洪水となり、耕地に肥沃な土を供給している。

- ポスト・モンスーン期（10～11月）

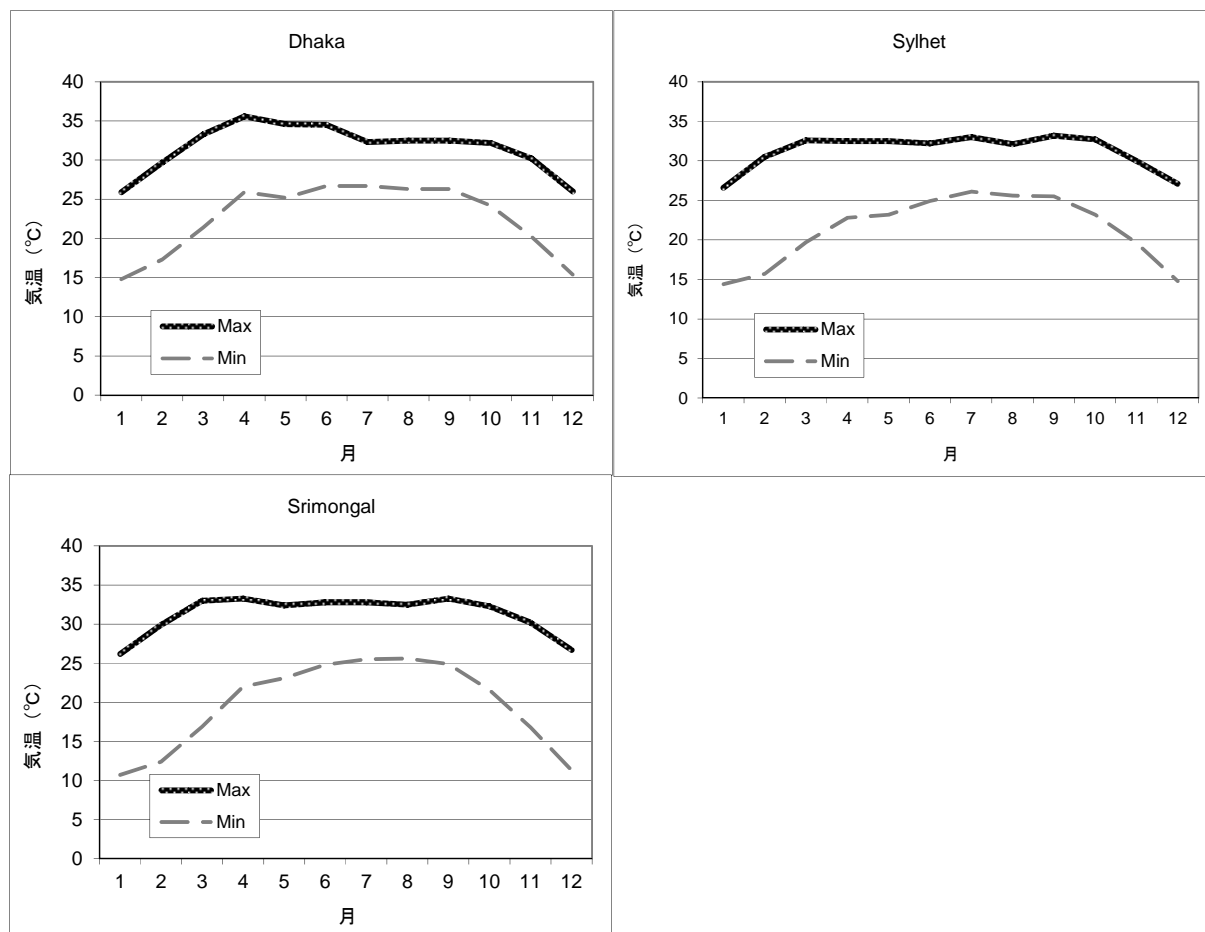
この時期はモンスーン期から冬期への季節の変り目で、9月下旬頃から降雨量が減り始め、晴れ空が増えるとともに蒸し暑い時期となる。この時期には台風が発生し、沿岸部地域などに影響を及ぼす。また、ベンガル湾に強力なサイクロンが数多く発生し、ベンガル湾から内陸部にかけて雨を伴う強風が吹きつけ、毎年大きな被害をもたらされている。

- 乾期（12～3月）

この時期は冬期で、最低気温が7～13℃、最高気温が23～30℃であり、最も涼しく、乾燥し晴れ空が多く、過ごしやすい時期である。この時期は北東から風（モンスーン）が吹き、中国から乾いた空気を運び、アッパー・メグナ流域を含め降雨量は減少する。3月に入ってから気温が上昇し始めるが、降雨量は少ないままで高温が続き、乾燥が強まる。

2.3.2 気温

「バ」国内の気温は、冬季は7°C~31°Cに変化し、夏季の平均気温は約30°Cで40°C近くに達することもある。対象地域において気温の情報が入手可能なシレット及びスリモンゴルにおいては、ダッカ市よりも全体的に気温は低い。また、スリモンゴルはトリプラ山脈の麓にあり、寒暖の差が比較的大きい。



出典) Yearbook of Agricultural Statistics, 2009, BBS

図 2.3-1 ダッカ及びアッパー・メグナ流域（シレット及びスリモンゴル）の気温（2009年）

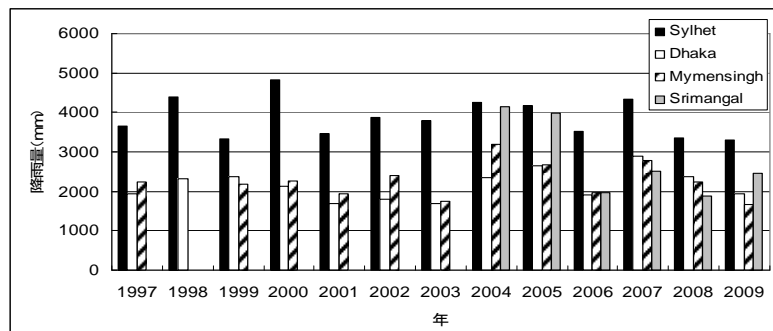
2.3.3 降雨量

(1) 降雨量

1) 年間降雨

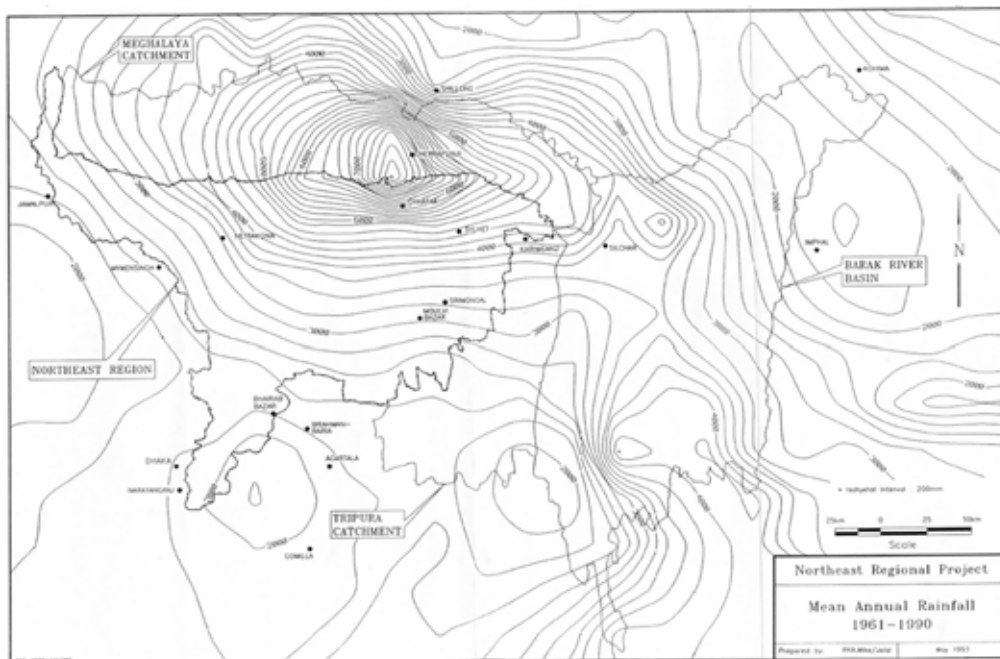
「バ」国の降雨は、時間的・空間的に変化に富んだものとなっており、降雨量も年々異なる。年平均降雨量は約 2,400 mm で、南西部の 1,200 mm から北東部の 5,800 mm と変化し、年間降雨量の約 65～69%はモンスーン期、約 21～23%はプレ・モンスーン期、約 6～8%はポスト・モンスーン期、約 3～4%は乾期に発生するとされる。

アッパー・メグナ流域の年平均降雨量は約 2,000 mm 以上で、北東部のインド国境付近はシロン高原の南傾斜面に位置し、降雨量も最大で 5,800 mm に及ぶ。インド領内のチェラプンジは世界の多雨地域として知られ、年間平均降雨量は約 12,000 mm に及ぶ。



出典) Yearbook of Agricultural Statistics, 2006, 2008, 2009, BBS

図 2.3-2 ダッカ及びアッパー・メグナ流域における年間降雨量 (1997～2009 年)

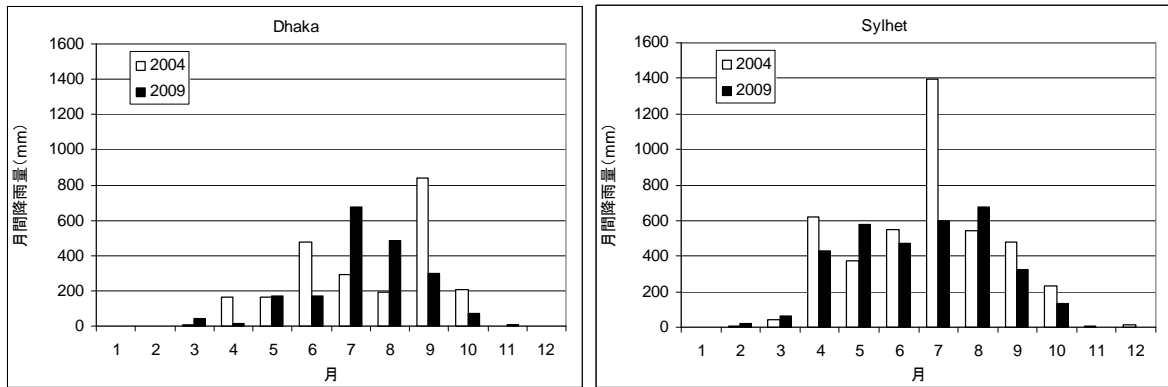


出典) FAP6

図 2.3-3 年平均雨量降雨曲線

2) 月平均降雨量

アッパー・メグナ流域の降雨量は、図 2-3-4 に示すとおりで、シレットでは4～8月にかけて年降水量が 400 mm を超えている。また、洪水被害が発生した 2004 年と 2009 年の降雨量を比較すると、2004 年 7 月の降雨量は 2009 年の倍以上となっている。



出典) Yearbook of Agricultural Statistics, 2006, 2008, 2009, BBS

図 2.3-4 月別降雨量（ダッカ及びシレット）（2004 年及び 2009 年）

3) 降雨観測所

降雨観測は、BWDB により実施されている。観測は手動により行われ、毎朝 9 時に雨量を読み取っている。アッパー・メグナ流域に存在する降雨観測所位置をその他、水文観測所位置図と合わせて、図 2.3-5 に示す。

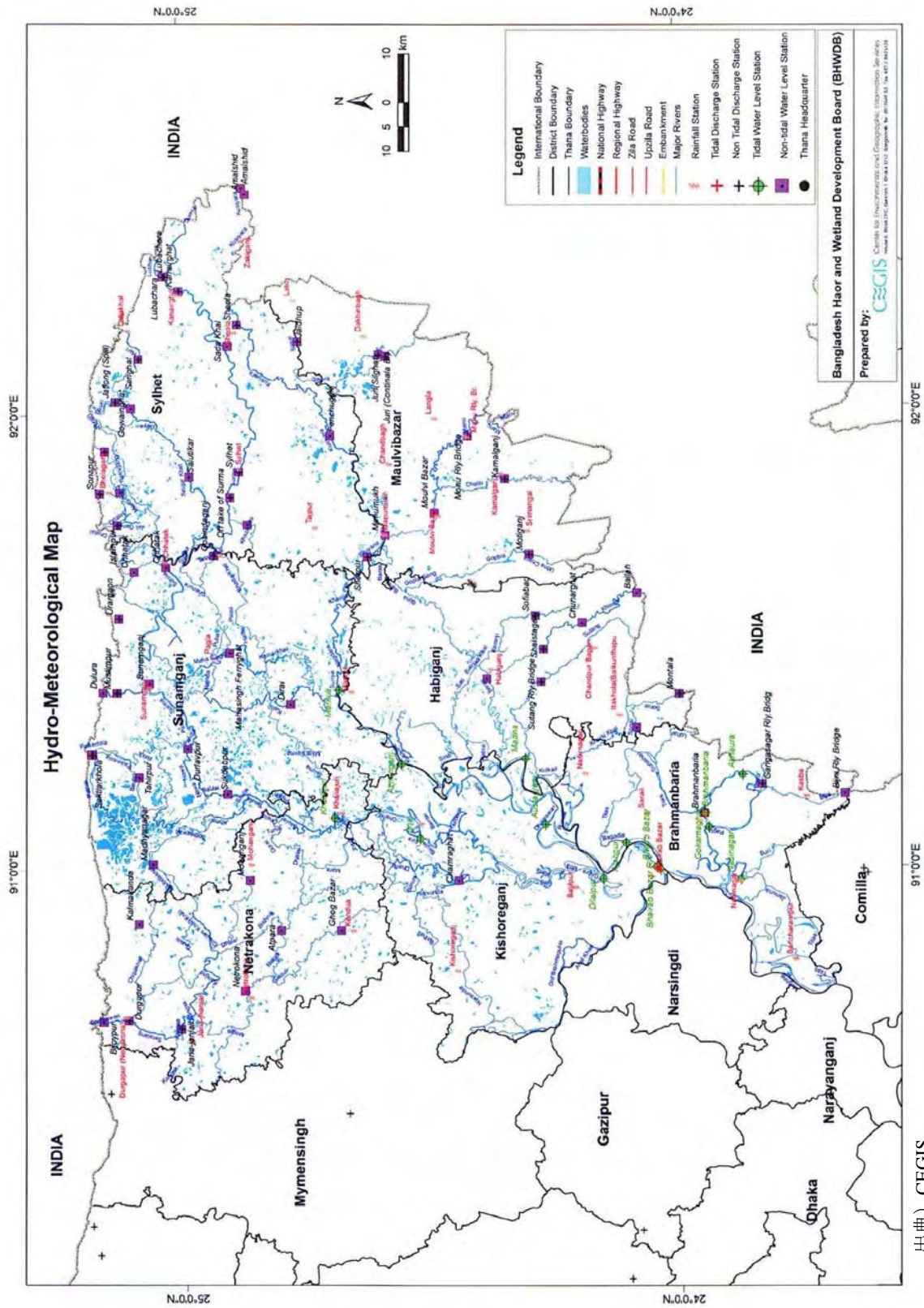


図 2.3.5 水文観測所位置図 (アッパー・メグナ流域)

出典) CEGIS

2.4 河川、流域

2.4.1 河川、流域²

「バ」国には、ガンジス川、ブラマプト川、メグナ川の3大国際河川が存在し、その河川流域システムは、「バ」国の典型的な自然の特徴を表わしている。総流域面積は約172万km²で、流域は「バ」国内だけでなく、ブータン、中国、インド、ネパールに広がり、「バ」国内に占める流域は僅か8%とされる。そのため、下流に位置する「バ」国は、これらの河川を根本的にコントロールする術を持たない。さらに上流地域での乾季の取水や雨季における洪水の発生は、「バ」国国民と経済に大きな影響を与える。特に雨季の洪水と乾季の渇水は、「バ」国水害の典型を表わしている。また、これらの河川は、洪水時に上流から土砂を運び、耕地を埋め尽くし大被害を及ぼす一方、ベンガル湾や内地における堆積を促し、土地化を促すといった効果もある。

アッパー・メグナ流域の主要な河川としては、流域東側からスルマ川、クシヤラ川が流入し、いずれもインドのバラク川より分派する。流域の南側からはマヌ川、コワイ川が流入し、西側にはオールド・ブラマプトラ川、その支川のラクヤ川が流れる。これらの全ての河川は、バイラブ・バザール付近でメグナ川に合流する。メグナ川水系としてみた場合、メグナ川の流路延長は、約950kmで、そのうち「バ」国国内の流路延長は、約550kmである。河床勾配は、メグナ橋地点で約1/20,000と緩い。洪水時のピーク流量は約10,000m³/s、水深は約10m、流速は約1.0～1.5m/sとされている。流域面積は約82,000km²で、流域面積の約6割はインドに属しているため、インドのメガラヤ、アッサム、トリプラ等の丘陵地の州の気候の影響を受けている。これら丘陵地では、6～9月がモンスーン期の季節で降雨量が多く、洪水期となる。年間の水位差は約5mである。「バ」国のメグナ橋地点では、上流のモンスーン期より1～2週間遅れて河川水位の上昇、洪水の発生するケースが多い。

その他の主な河川としては、バウライ川、カルニ川、ジャドカタ川、カングシャ川、サムシュワリ川などがある。また、これら以外にも無数の小河川や小水路があり、ハオールはこれらを介して主要河川と繋がっている。

上述した河川は、アッパー・メグナ流域において、以下の3流域を形成する。

- クシヤラ川－カルニ川 流域システム
- スルマ川－バウライ川 流域システム
- ブガイ川－カングシャ川 流域システム

他にはマヌ川－ダライ川流域システムなどがあり、これら全ての流域はアッパー・メグナ流域システムに含まれる。これらの河川・流域は、インド～ビルマの山々にも流域が広がっており、同流域の水供給の60%を占めるとされ、急峻な山地からの流出は、時折、大規模なフラッシュ・フラッドを発生させ、数日でピークが発生し、急速に水が引く状況となっている。

² 出典：BWDB, Five Year Strategic Plan of BWDB, Nov. 2009, IWM, Mathematical Modelling along with Hydrological Studies and Terrestrial Survey under the HAOR REHABILITATION SCHEME Final Report, Mar.2007

以下に主な流域の概要³を示す。

<クシヤラ川ーカルニ川流域>

アッパー・メグナ流域最北端に位置するバラック川は、アマルシドでクシヤラ川とスルマ川に分岐する。分岐後、クシヤラ川は縦断勾配が急で、スルマ川よりも河床が深い。したがって、バラック川の水量のうち、時期により 60～100%の割合がクシヤラ川へ流下する (FAP6,4.1993)。

クシヤラ川は左岸側に二つの大きな支川、ジュリ川とマヌ川が流入する。これらは、インドの丘陵流域を発端とし、フラッシュ・フラッド洪水を発生させている。マルクリ地点より下流区間では、カルニ川と呼称が変わり、低地シレット盆地を流れる。同区間では、モンスーン期には下流のメグナ川の背水の影響を受ける。したがって、モンスーン期には、河川沿いの幾つもの箇所でも氾濫が発生している。これらの氾濫水は、カルニ川より、南北の氾濫原に流下する。

カルニ川は、イサプール地点で分岐し、西のバイダ川と東のダルシュワリ川に分かれ、アウスタグラム地点で再び合流し、メグナ川へ繋がる。マドナ地点でラトナサタイ川とコワイ川がダルシュワリ川に流入する。これらの支川は、土砂堆積等により、不規則な河道の変遷を繰り返している。また、カルニ川は潮の干満の影響を受け、メグナ川の背水の影響を受けている。

<スルマ川ーバウライ川流域>

スルマ川には、バラック川の水と、右岸側からの支川群の水が流れ込む。アマルシドでの分岐点では、スルマ川の河床高がクシヤラ川よりも高いため、スルマ川への流入量が少なく、その流入量は、バラック川の水量のうち、時期により 0～40%となる (FAP6,4.1993)。

乾季のスルマ川の流れは、カナイルガット地点で流入するラブハチャラ川からの流れに支えられている。その他の支川としては、北部のインド丘陵地域から流れ込むサイゴワイン川、ピヤン川、ウミアム川、ジャロカリ川、ジョドゥカタ川、ショメシュワリ川、ニタイ川などがあり、いずれもフラッシュ・フラッド洪水被害が発生している。

<ブガイ川ーカングシャ川流域>

ブガイ川は、北部のメガラヤ山地を発端とし、ナクアガオン地区で「バ」国に流入する。ナクアガオンの上流のインド領内における流域面積は、約 450 km² である。「バ」国領内では、ナクアガオンから約 30 km 南下し、マリジヒ川に合流し、カングシャ川となる。ブガイ川は縦断勾配が急で「バ」国領内には、膨大な土砂が流れ込んでいる。

カングシャ川は、マリジヒ川とブガイ川の合流点より下流の河川名で、サーチャプル地区でバ

³ IWM, Mathematical Modelling along with Hydrological Studies and Terrestrial Survey under the HAOR REHABILITATION SCHEME Final Report, Mar.2007

ウライ川に合流する。カングシャ川には、北部のインド領内から、マリジヒ川、チラクハリ川、ブガイ川、ニタイ川、シブガンジダハラ川、その他小河川、などの国境河川が流入する。また、カングシャ川には世界的な多雨地域であるメガラヤ山地に降った降雨が流入する。カングシャ川は、下流では三つの水路に分かれているが、いずれも土砂堆積が激しく、問題となっている。

<マヌ川ーダライ川流域>

マヌ川は、インド領内のトリプラ丘陵を発端とし、マヌムク地区でクシヤラ川に合流する。マヌ川のインド領内の流域面積は約 2,200 km² で、「バ」国領内では約 90 km² である (ACE,1986 年 5 月)。マヌ川の洪水の特徴としては、トリプラ丘陵のふもとから近い距離のため、雨季に多くの突鋭化したピークを持っている。

ダライ川は、インド領内のトリプラ丘陵を発端とし、マヌ・バリッジの約 4 km 上流でマヌ川に流入する。マヌ川のインド領内の流域面積は約 600 km² で、「バ」国領内では約 250 km² である (ACE, 1986 年 5 月)。

<インド側流域による影響>

メグナ川はインドに源流を持つ国際河川である。「バ」国領内のメグナ川は、延長で約 6 割、集水面積では約 4 割に過ぎない。そのため、「バ」国の流域管理を計画するためには、インド領内の情報がきわめて重要である。

インド領内で建設予定のティパムクダム (Tipaimukn Dam) は、「バ」国国境から約 100 km 上流に位置し、バラック川の洪水調節及び電力開発を目的とした多目的ダムである。バラック川は、アッパー・メグナ流域の主要河川であるスルマ川、クシヤラ川の上流河川であり、ティパムクダムの操作により、雨季、乾季において、「バ」国内の水資源、流況に大きな影響、変化を与える可能性がある。

したがって、流域管理の前提条件として、インド領内のティパムクダム操作が「バ」国内の水資源、流況に与えるインパクトについては、常に念頭においておく必要がある。

【ティパムクダムの概要】

ティパムクダムは、ダム高 162.8 m 提頂長 390 m、及び貯水面積 275.5 km² でバラック川とツイヴァイ川の合流点の 500 m 地点下流のバラック川本川でバングラデシュ国境 (スルマ川及びクシヤラ川の分流地点) から約 100 km に位置し、インド国のマニプール県とミゾラム県の県境に建設するものである。提頂標高は 180 m、最高水位は標高 178 m で、計画当初はバラック峡谷に洪水調節を目的としたが、その後、最大出力 1500 MW、常時出力 412 MW の電力開発が組み込まれた。なお、計画については、インド国内の人権団体が反対運動をしている。

2.4.2 河道形状

アッパー・メグナ流域の主要河川であるスルマ川、クシヤラ川の位置図、縦断図、横断図を次に整理する。

(1) スルマ川

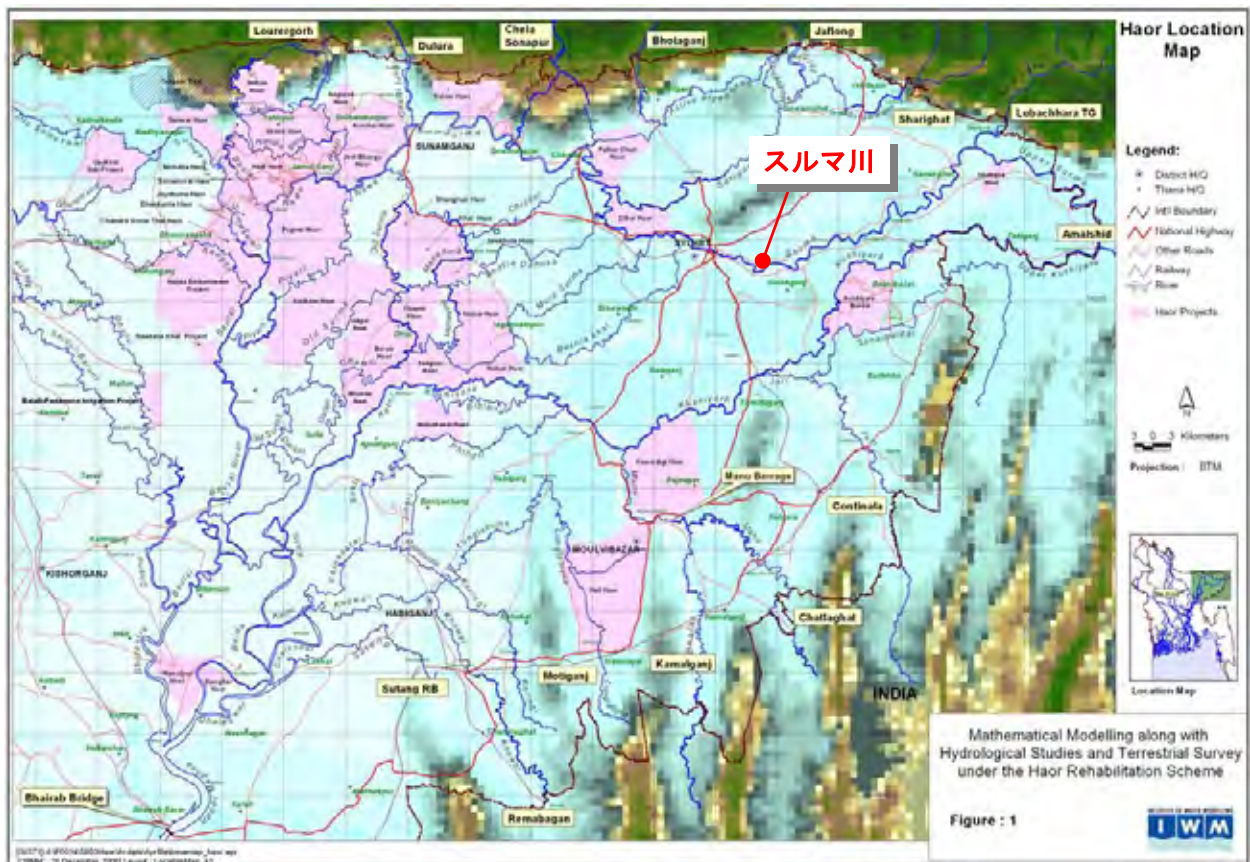
1) 平面形状

スルマ川は、バラック川より分流し、アッパー・メグナ流域の北部、西部を流れる。全長は約 385 km で、ポイラブバザール地点付近でメグナ川に合流する。

スルマ川には、主に右岸側より数多くの支川が合流し、雨季には各支川でフラッシュ・フラッド洪水被害が発生している。洪水はスルマ川本川でも発生しており、シュナムゴンジなどでは、過去においても複数回、危険水位を超えている。乾季はスルマ川の流量は減じるが、支川からの流入により支えられている。

スルマ川の平面線形は、上流部は小規模な蛇行を繰り返すが、中流部から下流部にかけては、縦断勾配が比較的緩くなり、曲率の大きい蛇行を繰り返している。

スルマ川の平面位置を図 2.4-1 に示す。

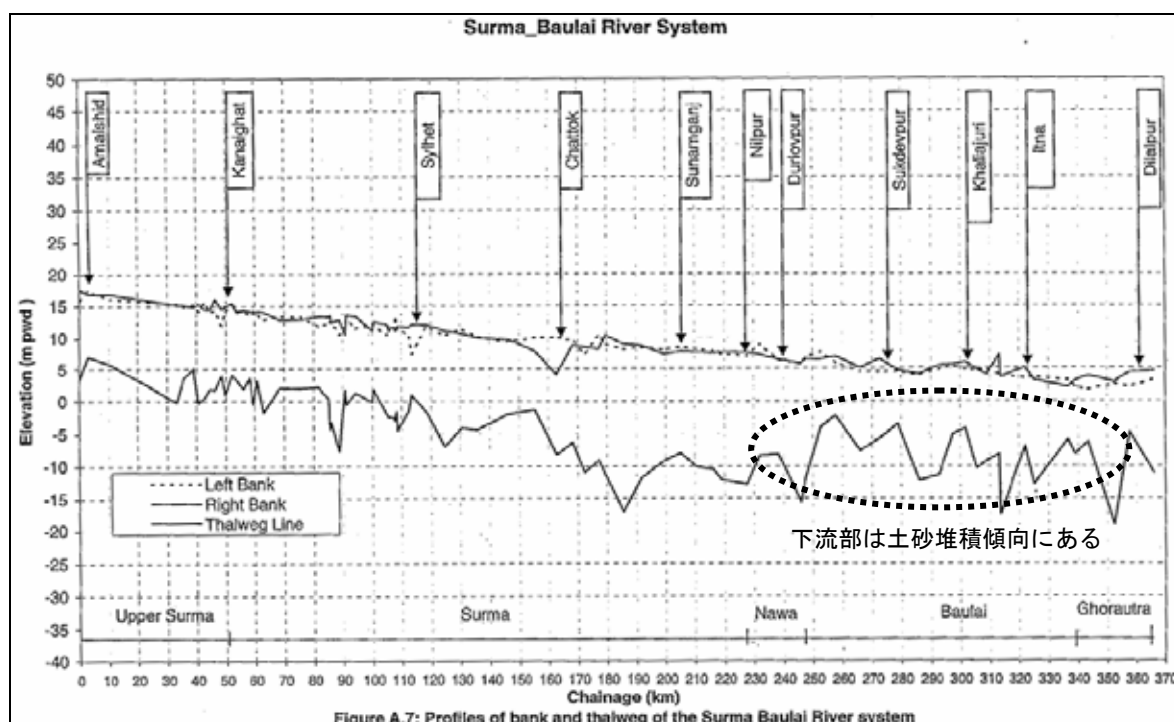


出典) IWM, Mathematical Modelling along with Hydrological Studies and Terrestrial Survey under the HAOR REHABILITATION SCHEME Final Report, Mar.2007

図 2.4-1 スルマ川位置図

2) 縦断形状

スルマ川の縦断図を図 2.4-2 に示す。



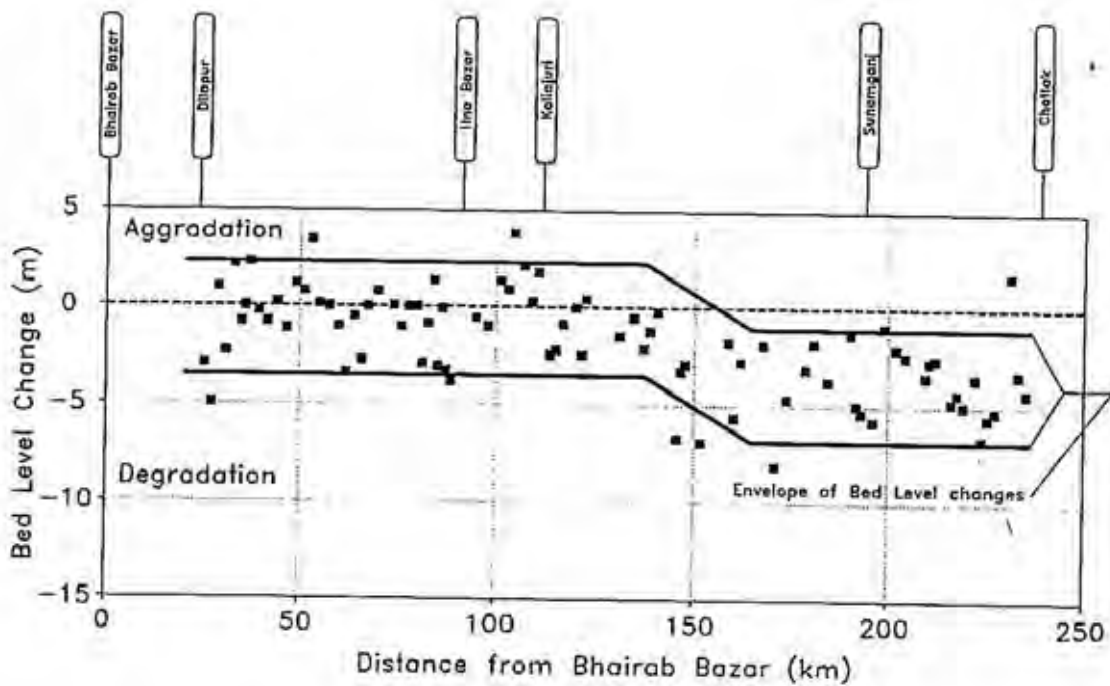
出典) IWM, Mathematical Modelling along with Hydrological Studies and Terrestrial Survey under the HAOR REHABILITATION SCHEME Final Report, Mar.2007

図 2.4-2 スルマ川縦断図

スルマ川の縦断勾配は上流側が比較的急で、シュナムゴンジを境に中下流部は緩くなっている。このため、シュナムゴンジより下流部では河床上昇（土砂堆積）し、洪水が流れにくくなっていることが分かる。スルマ川は、アッパー・メグナ流域の低地部やディープハオール地域を流れており、洪水後の排水不良、湛水の長期化などを引き起こしている一要因とも推察される。

また、河川の河床上昇・低下については、過去の長期に亘る縦横断データからの分析が必要となる。ここで、BWDB の経年データを用い、河床上昇・下降を約 20 年間に亘って観測した結果を整理したグラフ（FAP6 より抜粋）を図 2.4-3 に示す。

同グラフから、スルマ川の河床高は 5 m 程度の変動幅はあるものの、全体として、アッパー・メグナ流域の下流区間（ボイラブバザール地点～カリアジュリ地点上流）では河床上昇（土砂堆積）の傾向にあることが分かる。逆に上流区間は河床低下傾向にあり、下流区間に土砂を供給していることが分かる。ただし、上流区間であっても 5 m の変動幅で上下動しており、年によっては河床上昇による内水の排水不良などの問題を引き起こしていることが推察される。



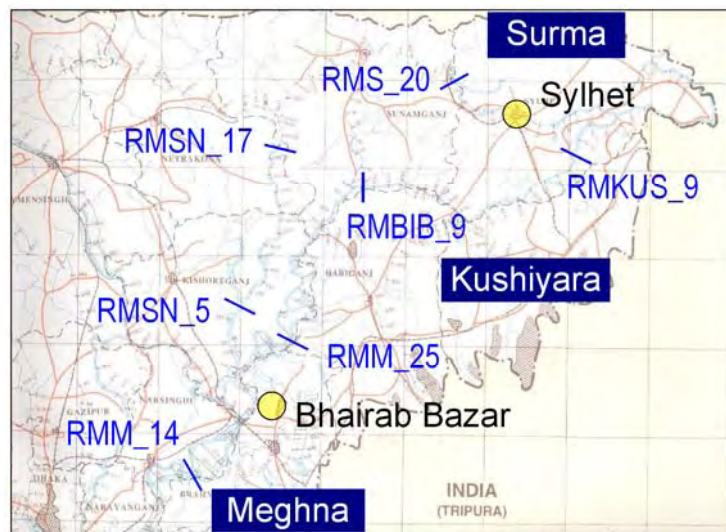
出典) FAP6

図 2.4-3 スルマ川河床高の変動状況 (1963~1992)

3) 横断形状

BWDB より入手した観測データ(概ね 3 年毎に観測)を用い、主要箇所での横断図を作成した。

横断図の作成位置を図 2.4-4 に示す。



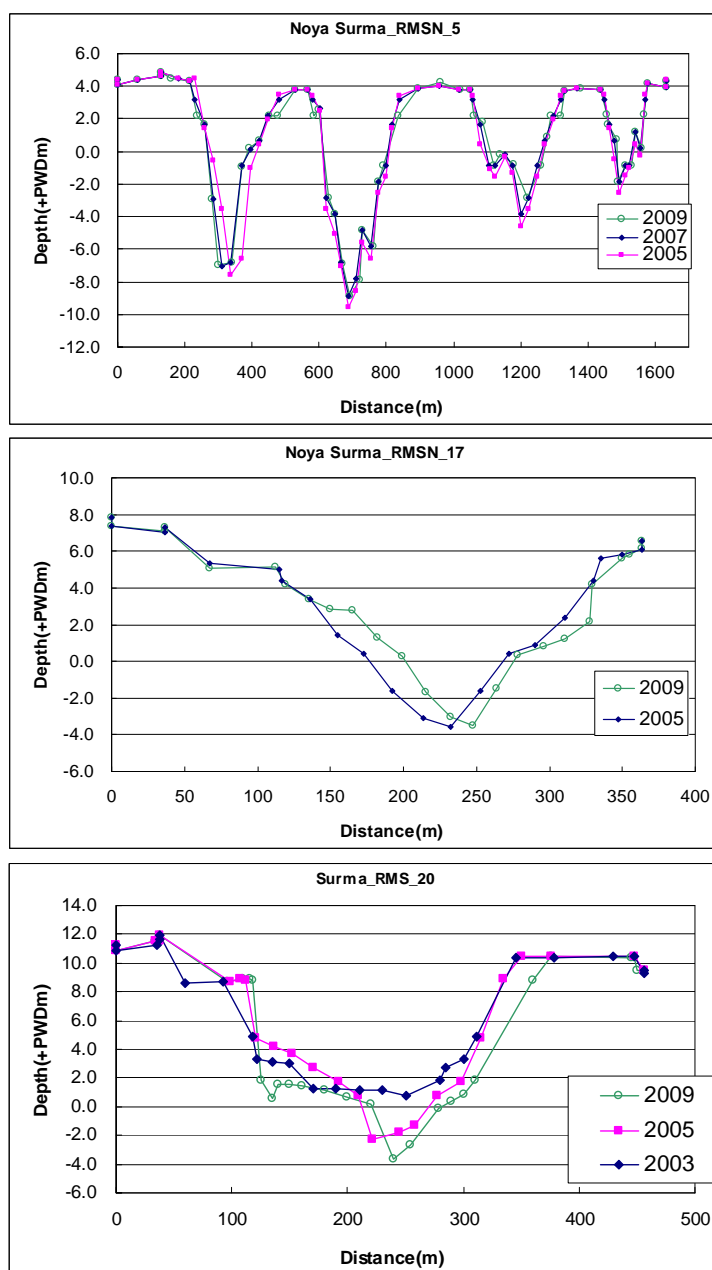
出典) 調査団作成

図 2.4-4 横断図作成位置

スルマ川の川幅（天端幅）は上流部で概ね 100～250m、中下流部では概ね 100m～300m の範囲にあり、450m に達する断面もある。河道断面積は上流部で概ね 1,000m²～2,000m² の、下流部で概ね 1,000m²～3,000m² の範囲にある。（出典：FAP6）

河道横断形状は流路が固定されておらず、下流部などでは流路が複数に分かれている（横断図 RMSN_5）。また、各断面の経年変化をみても河道形状の変化が大きいことが分かる（横断図 RMSN_20）。中流部の横断図 RMSN_17 では河道の左岸側が土砂堆積し、右岸側が侵食されており、河道が右岸側へ変動しつつあることが推察される。

河道形状の変化は浚渫計画や河道管理計画策定時の重要な基礎データとなるが、浚渫工事や護岸設置等の人為的要因もあるため、計画検討時等にはその変動要因を十分に確認する必要がある。



出典) BWDB データより調査団作成

図 2.4-5 スルマ川横断図

(2) クシヤラ川

1) 平面形状

クシヤラ川は、バラック川より分流し、アッパー・メグナ流域の中央部を流れる。全長は約 235 km で、ボイラブバザール地点付近でメグナ川に合流する。

クシヤラ川には、主に左岸側より支川が合流し、各支川ではフラッシュ・フラッド洪水被害が発生している。洪水はクシヤラ川本川でも発生しており、シェオラなどでは、過去においても複数回、危険水位を超えている。

クシヤラ川の平面線形としては下流部で大きく蛇行、分流しており、土砂堆積も激しいことから、BWDB により、河道の浚渫やループカット（ショートカット）が計画されている。

クシヤラ川の平面位置を図 2.4-1 に示す。

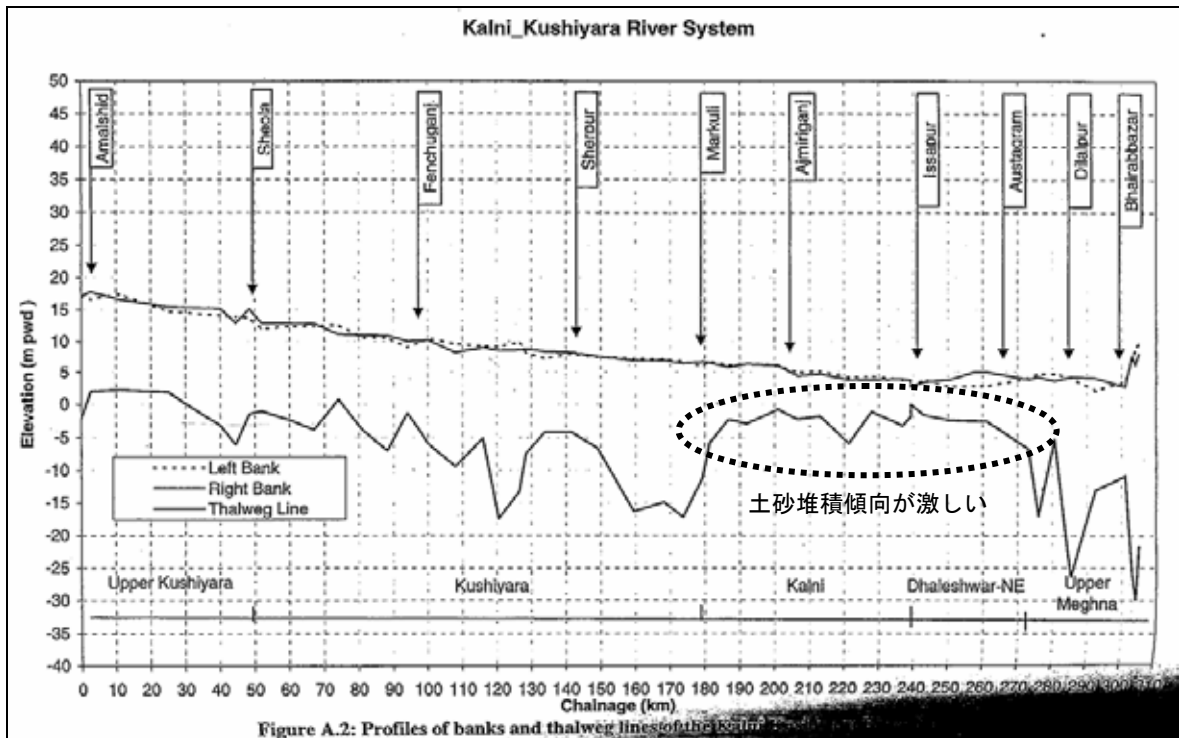


出典) IWM, Mathematical Modelling along with Hydrological Studies and Terrestrial Survey under the HAOR REHABILITATION SCHEME Final Report, Mar.2007

図 2.4-6 クシヤラ川位置図

2) 縦断形状

クシヤラ川の縦断図を図 2.4-7 に示す。



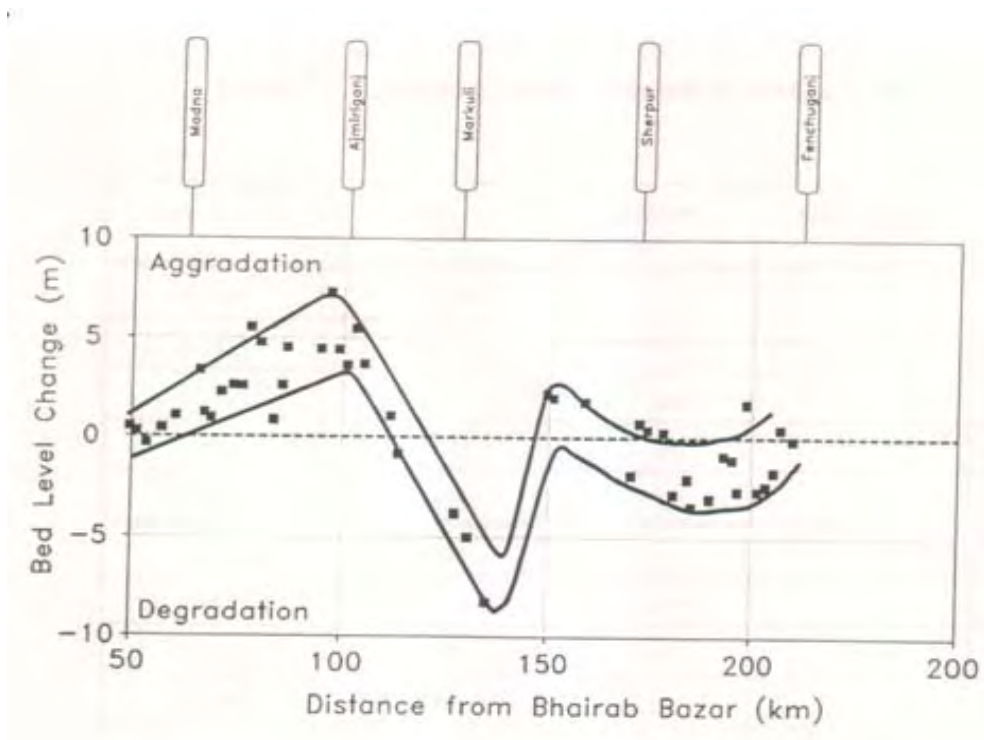
出典) IWM, Mathematical Modelling along with Hydrological Studies and Terrestrial Survey under the HAOR REHABILITATION SCHEME Final Report, Mar.2007

図 2.4-7 クシヤラ川縦断図

クシヤラ川の縦断勾配は、前述したスルマ川同様、上流側が比較的急で中下流部は緩くなっている。また、下流部の土砂堆積傾向が激しいことが分かる。これは、下流部において、河道の蛇行や分流が繰り返していることが一要因と考えられる。クシヤラ川は、アッパー・メグナ流域の中央部を流れ、流域全体の排水経路となっており、下流部の土砂堆積は、流域全体の洪水後の排水不良、湛水の長期化などを引き起こす一要因となっている。

BWDB の経年データによる河床上昇・下降の変動状況 (FAP6 より抜粋) は、図 2.4-8 に示すとおりである。

クシヤラ川についても 5 m 程度の幅で変動し、下流区間 (ボイラブバザール地点～マルクリ地点下流) では河床上昇 (土砂堆積) の傾向にあることが分かる。また、マルクリ地点の上流でも堆積傾向が確認されるが、これは、左岸側に合流するマヌ川による土砂供給が要因であると推察される。



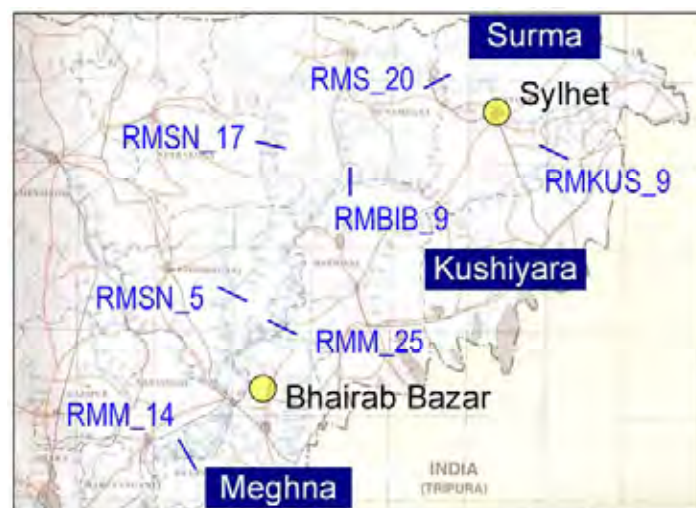
出典) FAP6

図 2.4-8 クシヤラ川河床高の変動状況 (1963-1988)

3) 横断形状

BWDB より入手した観測データ(概ね 3 年毎に観測)を用い、主要箇所横断図を作成した。

横断図の作成位置を図 2.4-9 に示す。

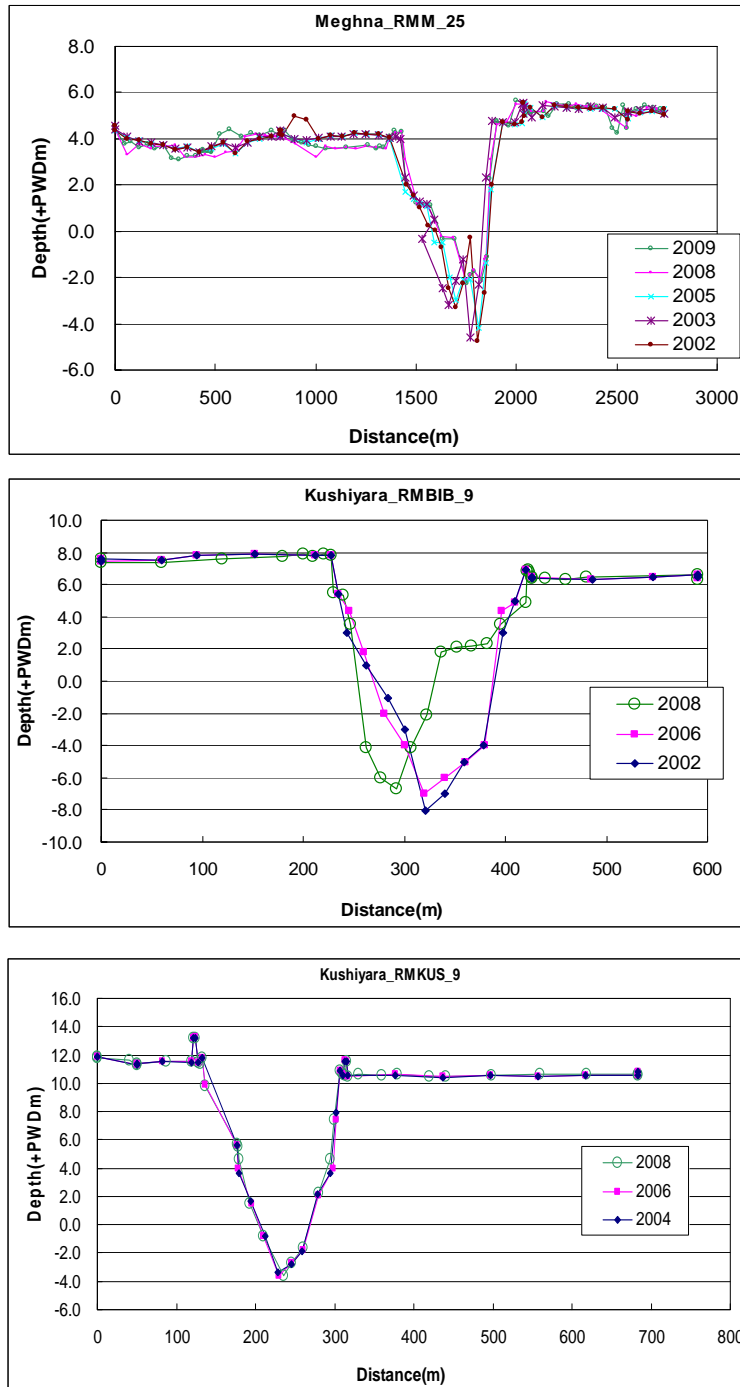


出典) 調査団作成

図 2.4-9 横断図作成位置

クシヤラ川の川幅(天端幅)は上流部で概ね 150~300 m の範囲で、河道断面積は 1,000 m²~2,000 m² の範囲にある。(出典：FAP6)

河道横断形状は、上流部では比較的安定しているようであるが(横断図 RMKUS_9)、中下流部などでは形状が変化している(横断図 RMM_25, RMBIB_9)。中流部の横断図 RMBIB_9 では河道が左岸側へ変動しつつあるようであるが、自然現象によるものか、人為的要因によるものか、までは、調査時点では不明であった。

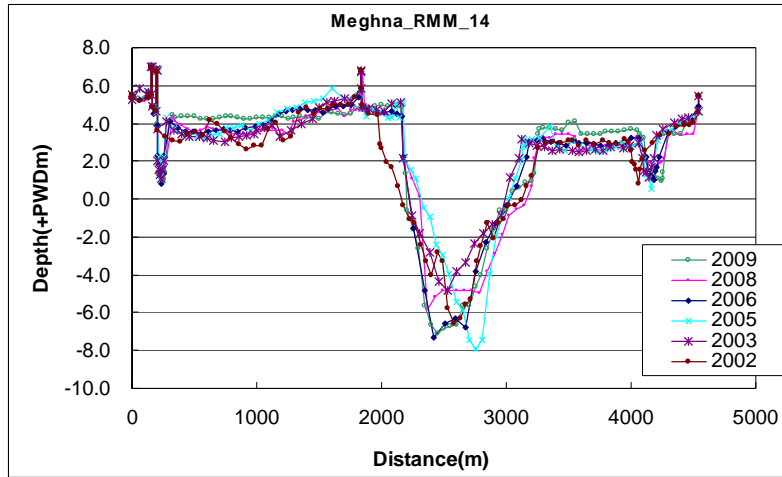


出典) BWDB データより調査団作成

図 2.4-10 クシヤラ川横断図

なお、図 2.4-11 は、クシヤラ川下流（スルマ川合流後）のメグナ川の横断面図である。

河道幅だけで 1,000 m 近くあり、洪水規模が大きいこと、また、河道形状が複雑に変動しており、河道管理が困難であることが推察される。



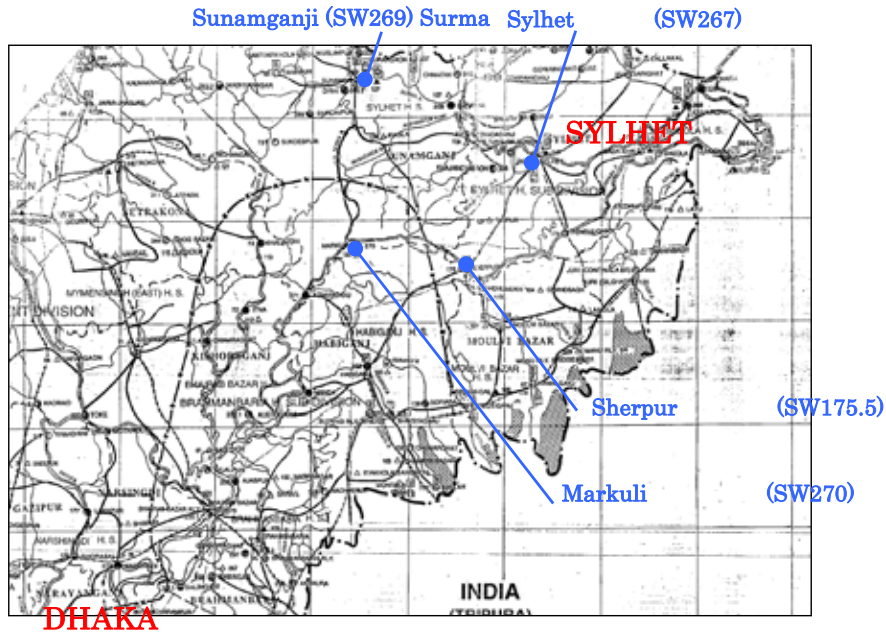
出典) BWDB データより調査団作成

図 2.4-11 メグナ川横断面図

2.4.3 流量、水位

BWDB より入手した観測データより、主要箇所の流量、水位変化を以下に整理する。

流量、水位グラフを作成した観測所位置を下図に示す。



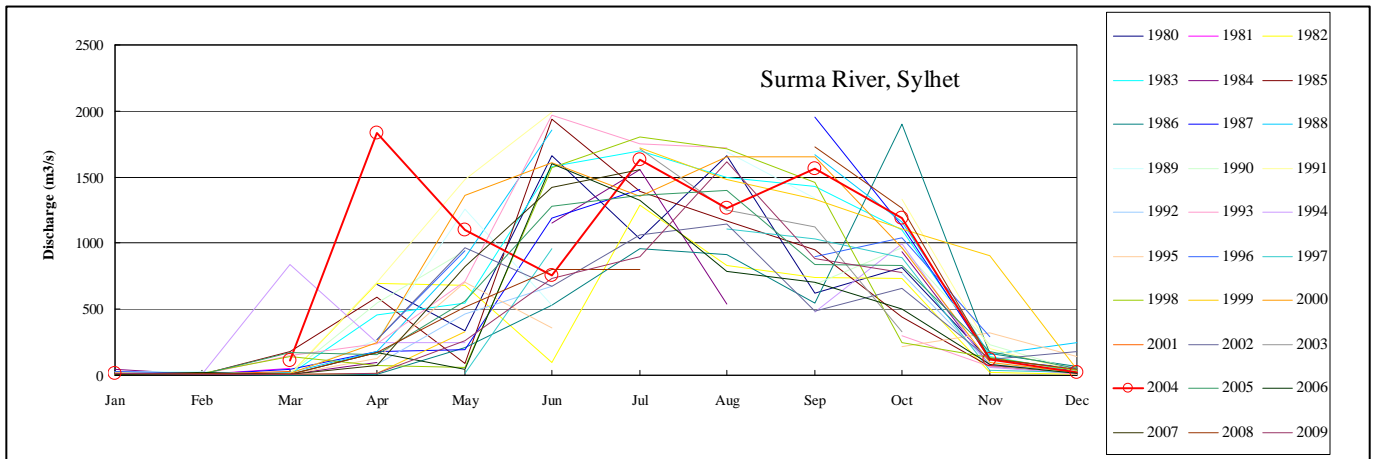
出典) 調査団作成

図 2.4-12 流量、水位グラフ作成位置図

(1) スルマ川

1) 流量

スルマ川の河川流量を図 2.4-13 に示す。河川流量は年間を通じ、季節（雨季、乾季）に応じて大きく変動し、雨季の流量は 2,000 m³/s にまで増大している。逆に乾季は流量が少なく、10 m³/s 前後から 100 m³/s 前後となっている。2004 年は 4 月上旬にフラッシュ・フラッドが発生しており、同月の河川流量も大きく、その傾向が顕著に表れている。

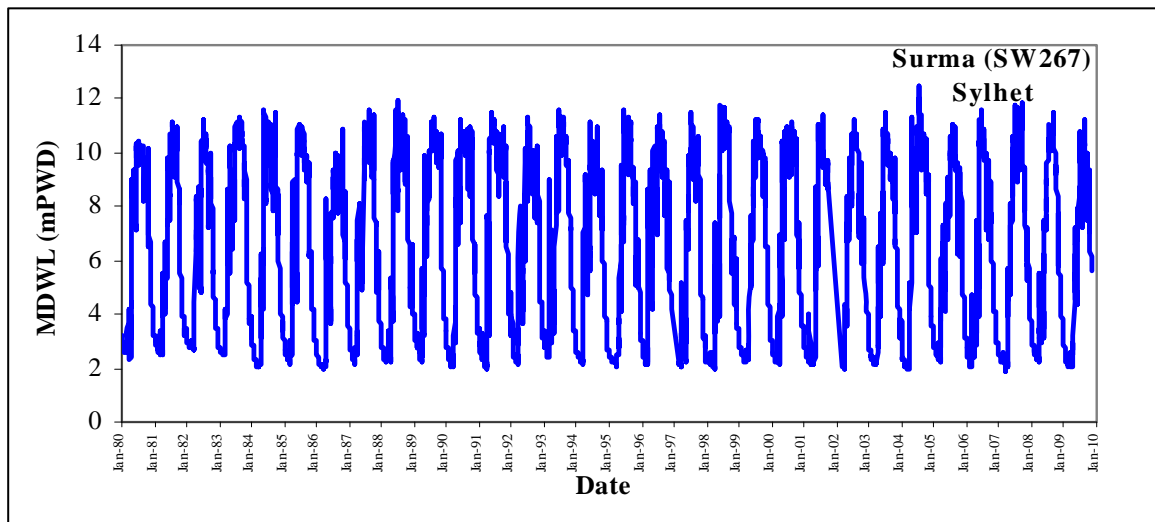


出典) BWDB データより調査団作成

図 2.4-13 スルマ川流量 (1980-2009)

2) 水位

スルマ川の過去 30 年間の河川水位変動を図 2.4-11 に示す。2~12 m (PWD) の間で変動し、長期的には安定している。

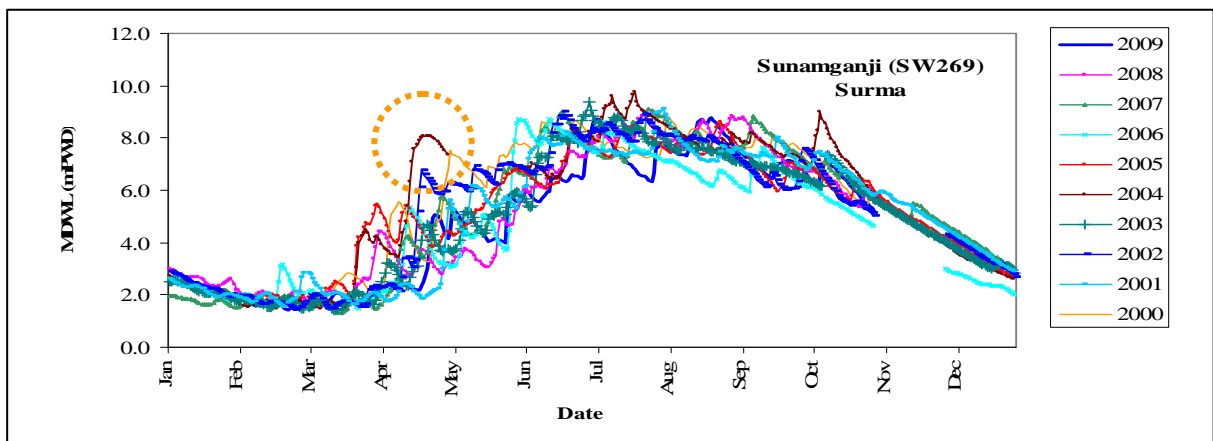
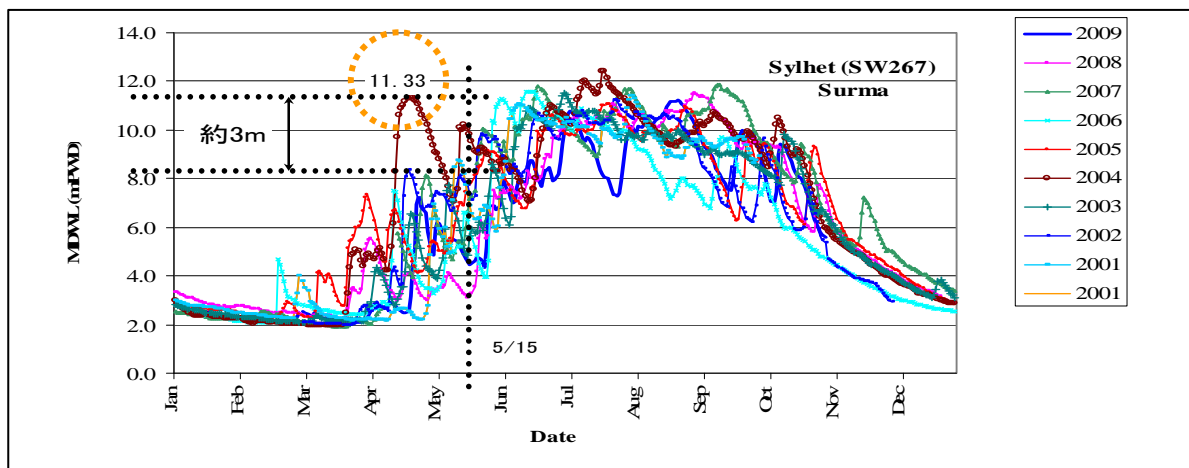


出典) BWDB データより調査団作成

図 2.4-14 スルマ川河川水位 (1980-2010)

スルマ川（シレット観測所、シュナムゴンジ観測所）の過去 10 年間の河川水位変動を図 2.4-15 に示す。

月別にみれば、観測年によって各月とも 5 m 程度の上下差はあるが、2004 年 4～5 月の河川水位が突出していることが分かる。これは前述したとおり、フラッシュ・フラッドによるものと考えられ、平年に比較し、約 3 m 程度、河川水位が高くなっている。潜水堤防は設計上の余裕高を見込んでおらず（3-3 にて後述）、洪水が潜水堤防を簡単に乗り越え、ボロ米被害が広範囲に広がったことが推察される。



出典) BWDB データより調査団作成

図 2.4-15 スルマ川河川水位 (2000-2009)

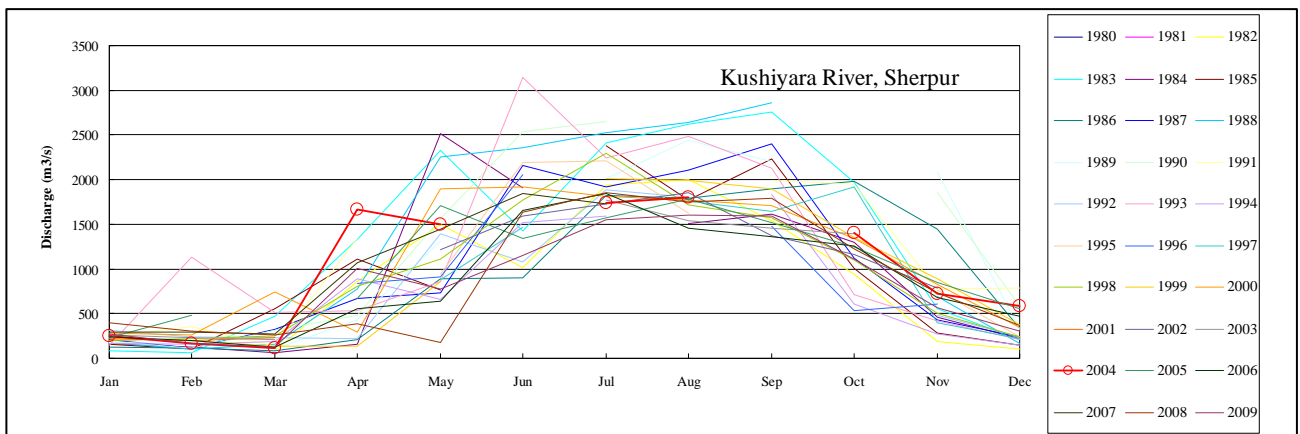
(2) クシヤラ川

1) 流量

クシヤラ川の河川流量を図 2.4-16 に示す。

スルマ川同様、河川流量は季節（雨季、乾季）に応じて大きく変動し、雨季の流量は 3,000 m³/s にまで増大している。乾季は流量が少なく、400 m³/s 前後となっている。

2004 年は 4 月上旬にフラッシュ・フラッドが発生しているが、その増加量はスルマ川ほど顕著ではない。これは、スルマ川が北部インド領内の多雨地域に近く、数多くの支川が流入しているため、増加量が著しかったものと推察される。

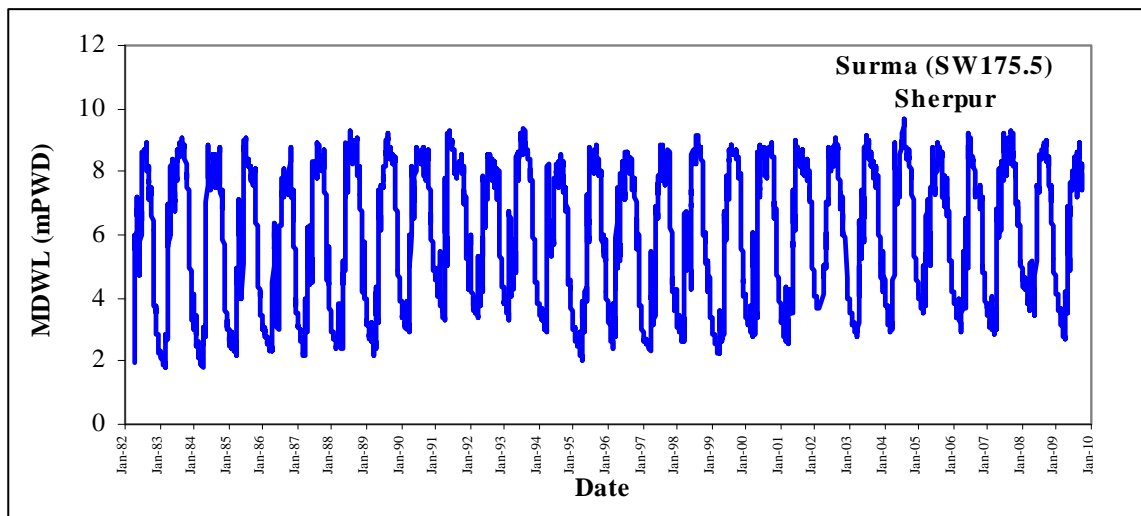


出典) BWDB データより調査団作成

図 2.4-16 クシヤラ川流量 (1980-2009)

2) 水位

クシヤラ川の過去 30 年間の河川水位変動を図 2.4-17 に示す。2~10m (PWD) の間で変動し、長期的には安定している。

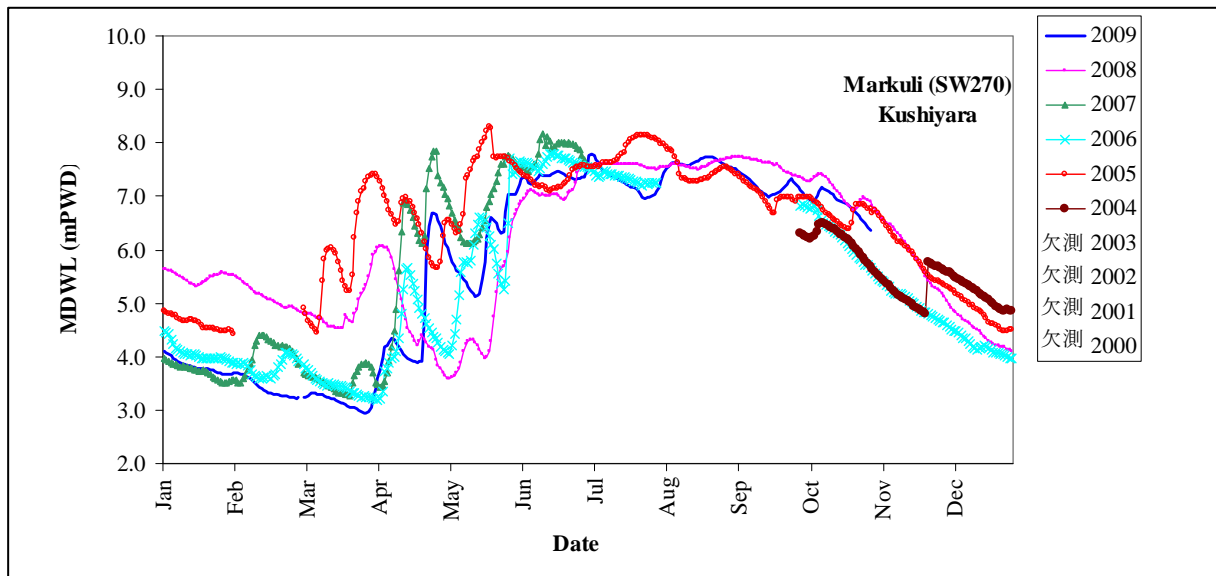
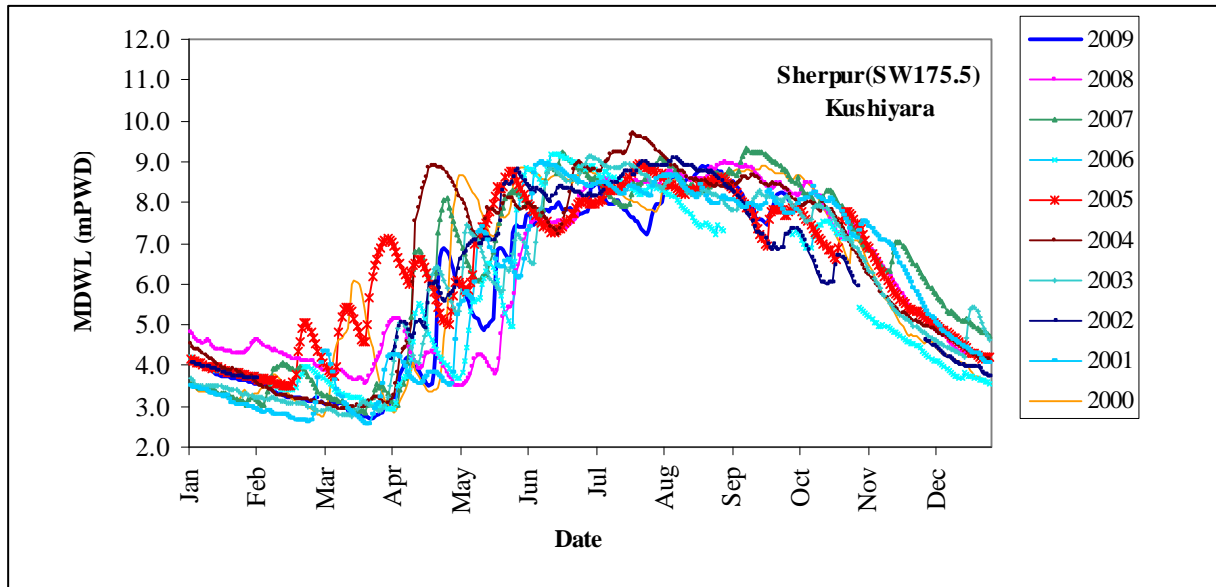


出典) BWDB データより調査団作成

図 2.4-17 クシヤラ川河川水位 (1982-2010)

クシヤラ川（シェルプール観測所、マルクリ観測所）の過去 10 年間の河川水位変動を示す。

各年を比較した場合、クシヤラ川はモンスーン季前の水位のばらつきが大きい。これは、比較的規模が大きく、洪水ピークが異なるジュリ川、マヌ川などの支川が合流しており、それらの影響を受けるためと推察される。

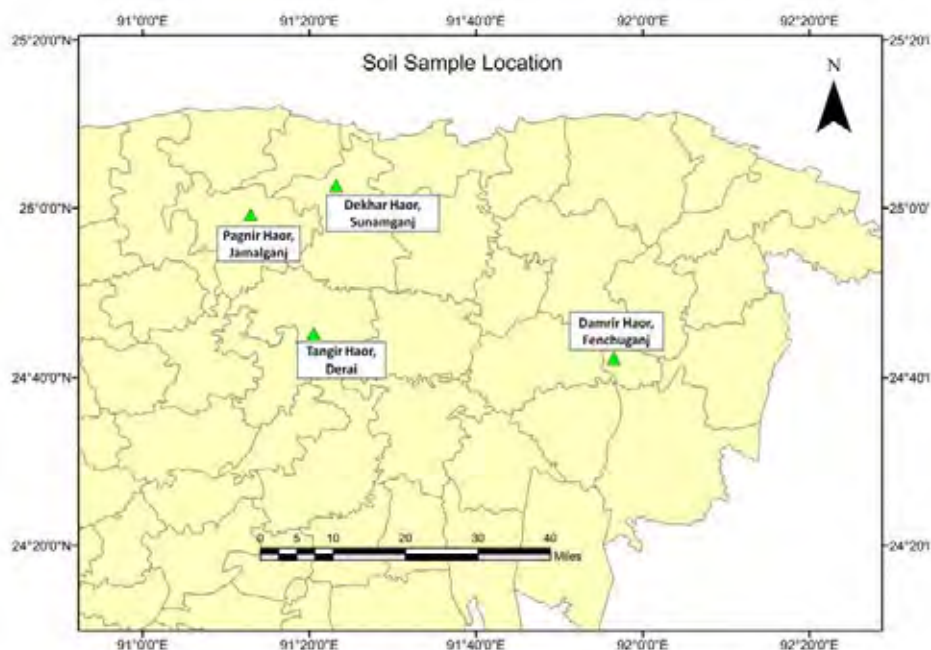


出典) BWDB データより調査団作成

図 2.4-18 クシヤラ川河川水位 (2004-2009)

2.4.4 河床材料

アッパー・メグナ流域の土砂問題を解決するためには、洪水の流れや土粒子の特性等を調査し、流域全体の土砂移動状況の把握や土砂材料（浚渫土）の再利用の可能性を検討しておく必要がある。そこで、本調査において、アッパー・メグナ流域の幾つかの地点（流域全体及びスルマ川、クシヤラ川を包括するように無作為に抽出）において土砂材料の組成等を調査した。試料採取箇所を図 2.4-19 に、調査結果を図 2.4-20～図 2.4-24 に示す。

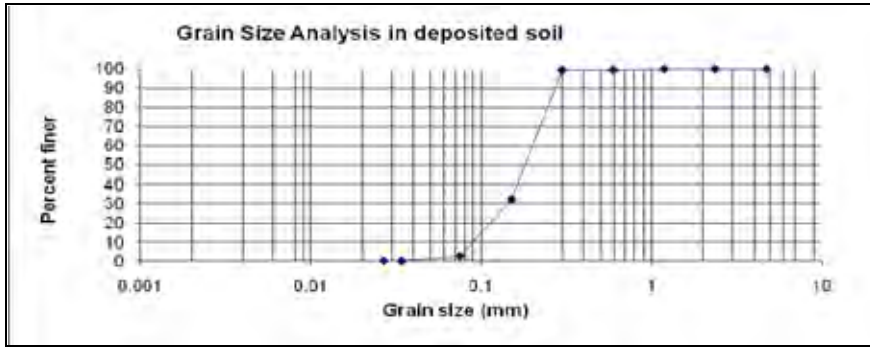


出典) 現地再委託調査結果

図 2.4-19 試料採取箇所

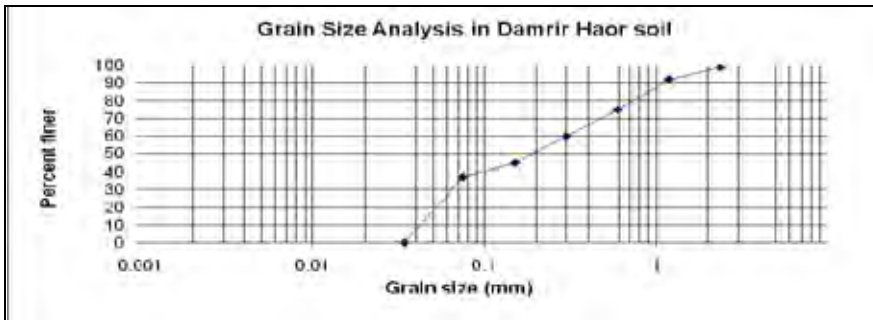
調査結果から、河川の河床材料（堆積物）は砂を主体とし、ハオール（農地）の土壌組成物は流粒範囲が広く、少量の礫分と多少のシルト分を含むことが分かる。河床材料は砂分を多く含むため、建設材料（土砂材料）として有効活用の可能性がある。

また、各ハオールの土砂材料の組成を比較すると、ほぼ同様の組成を示しており、アッパー・メグナ流域の大半において共通の組成を示していることが推察される。ただし一方で、土砂分布による土砂移動状況の推察は困難であり、追加調査やより詳細な調査が必要である。



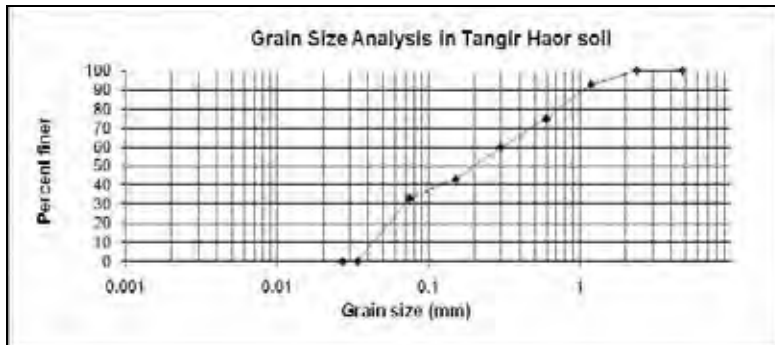
出典) 現地再委託調査結果

図 2.4-20 河床材料の粒径加積曲線 (スルマ川)



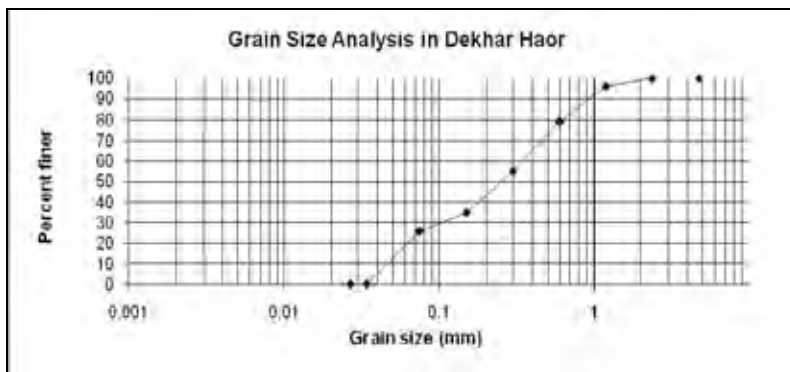
出典) 現地再委託調査結果

図 2.4-21 土砂材料の粒径加積曲線 (ダミルハオール)



出典) 現地再委託調査結果

図 2.4-22 土砂材料の粒径加積曲線 (タンガーハオール)



出典) 現地再委託調査結果

図 2.4-23 土砂材料の粒径加積曲線 (デカーハオール)



出典) 現地再委託調査結果

図 2.4-24 ハオール地域の粘土材料

2.4.5 流域全体の土砂収支

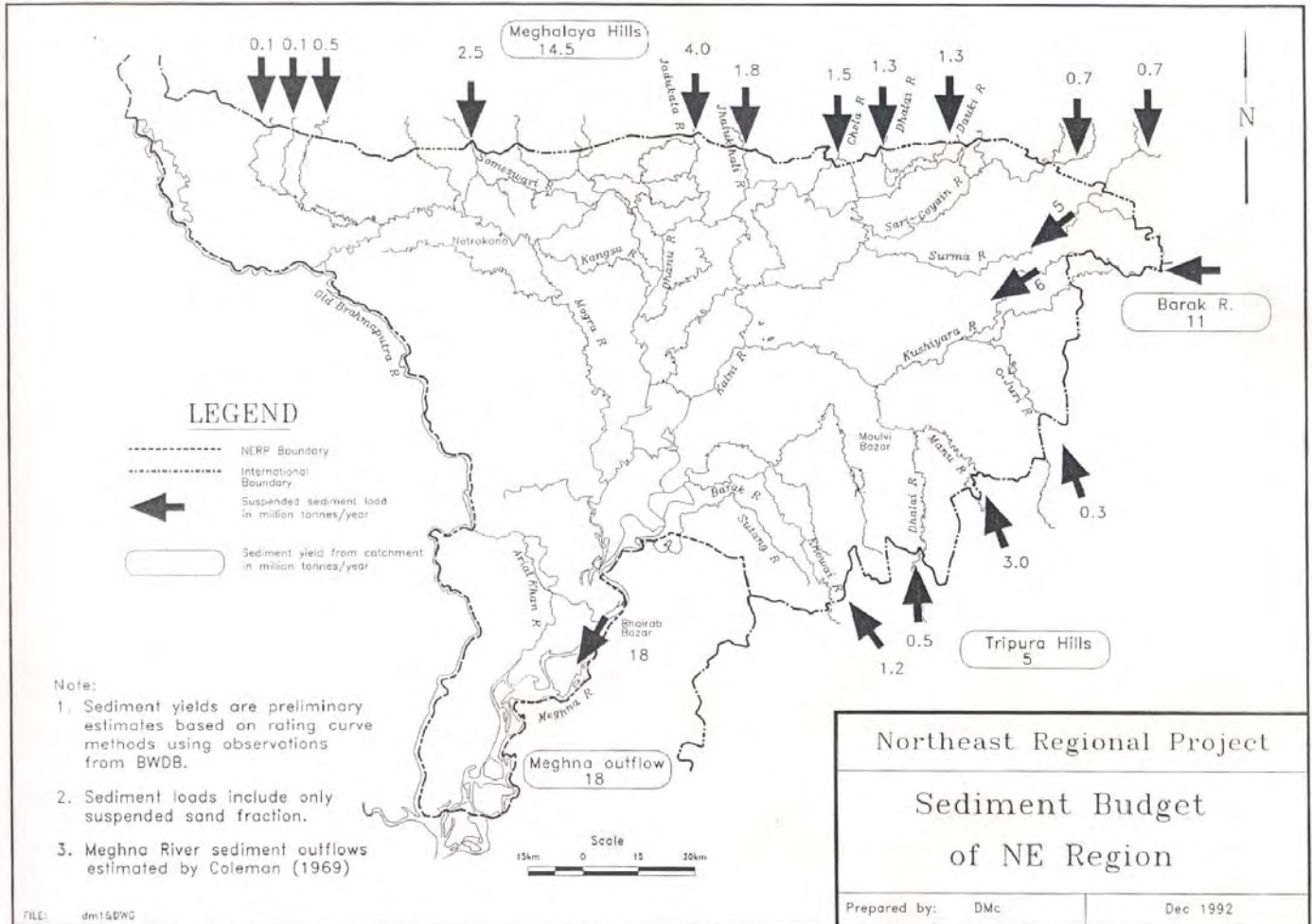
河川における土砂堆積や侵食などの土砂問題は、アッパー・メグナ流域における特徴的な問題であり、将来の水資源開発を計画する際には、土砂堆積と地形変化を考慮することが重要である。

その理由として、河道が絶えず変化しており、過去に起こった洪水等の影響も受け、非常にダイナミックかつ複雑なシステム（洪水を含め、土砂堆積と地形変化が互いに影響を与え合う状態）を構成していることがあげられる。また一方で、浚渫などの人間による行為も同システムに影響を与えている。したがって、水資源問題を検討するにあたっては、河道の土砂堆積や地形変化、河道浚渫の内容等に留意する必要がある。

また、流域からの土砂生産のパターンや土砂流入量も水資源問題等に影響を与えるが、流域全体の土砂流入量の状況はインド領内を含め不明なため、アッパー・メグナ流域における土砂生産、土砂流入の詳細分析はなされていない。

ここで、FAP6によれば、アッパー・メグナ流域の土砂流入が図 2.4-25 のとおり推定されている。同推定によれば、インド領内のメガラヤ山地からの土砂流入が 14.5（百万 t/年）と多く、特にジャデウカタ川、ジャルカイ川、ショメシュリ川からの流入が多いことが分かる。これは、メガラヤ山地の年間平均降雨量が多く、表土等の侵食や流出が激しいことに起因しているものと考えられる。バラック川からの土砂流入量は 11（百万 t/年）、トリプラ丘陵からの土砂流入量は 5（百万 t/年）と推定され、土砂流入量合計は 30.5（百万 t/年）となる。

また、同量を用いてアッパー・メグナ流域の土砂収支を分析すれば、メグナ川からの土砂流出量は 18（百万 t/年）であり、 $30.5 - 18 = 12.5$ （百万 t/年）の土砂量がアッパー・メグナ流域に堆積していると推定される（表 2.4-1）。この堆積土砂がアッパー・メグナ流域全体に広がったとすれば、主要 6 県の面積（18,204 km²）で割り戻せば、年間上昇量は約 0.7（mm/年）となり、土砂堆積の傾向があることが分かる。ただし、これらの土砂収支分析はデータが無い中での初歩的な推定であり、詳細に分析するためには、主要河川の土砂流送量などの把握が必要となる。



出典) FAP 6

図 2.4-25 アッパー・メグナ流域の土砂収支

表 2.4-1 アッパー・メグナ流域の土砂収支

(単位:百万トン/年)

土砂流入河川(区域)	土砂流入量	Bhairab Bazar 流出量	堆積量
1) Meghalaya Hills	14.5	18.0	12.5
2) Barak River	11.0		
3) Tripura Hills	5.0		
4) 合計	30.5		

出典) Meghna Basin Report (BUET, 2010)