

### 3. 水資源管理に係わる問題とその誘因

#### 3.1 水利用

##### 3.1.1 農業

南西部における農業用水の利用状況を整理・レビューした結果を以下にまとめた。

##### (1) 全国および南西部の既存灌漑システム

下表に示すように、「バ」国の近年の灌漑方法別面積は管井戸（TW）が 75%を占め、低揚程ポンプ（Low Lift Pump: LLP）が 16%で、水路や伝統方式は 9%に過ぎない。管井戸の 80%は浅管井戸（Shallow Tube Well: STW）である。

表 3.1.1 「バ」国の灌漑方法

灌漑方法	低揚程ポンプ	管井戸	水路・伝統法	計
面積(1,000ha)	843	3,950	446	5,239
(%)	16.1	75.4	8.5	100.0

注： 2002/03～2006/07 年の平均

出典： "Statistical Yearbook of Bangladesh 2008 and 2005", BBS,に基づき換算

また、近年の調査対象地域（5 Region）での灌漑方法別面積については、下表に示すように、管井戸が 74%を占め、ポンプが 18%で、水路や伝統方式は 9%に過ぎない。管井戸の 87%は浅管井戸で全国平均に比べて大きい値である。

表 3.1.2 調査対象地域（5 Region）の灌漑方法

灌漑方法	低揚程ポンプ	管井戸	水路・伝統法	計
面積(1,000ha)	194	809	98	1,101
(%)	17.6	73.5	8.9	100.0

注： 2002/03～2005/06 年の平均

出典： "Statistical Yearbook of Bangladesh 2008 and 2005", BBS,に基づき換算

小規模機械灌漑については、バングラデシュ農業開発公社（Bangladesh Agricultural Development Corporation: BADC）によると、TW でも浅井戸が約 80%の面積を占め圧倒的に多い。

BADC は 1961 年に設立され、LLP、TW などによる小規模機械化灌漑開発を進めてきたが、1990 年代半ば以降とくに STW は民間による開発が主流になった。BADC の調査によると、2008-09 年の総灌漑面積は 513 万 ha で、その 79%が地下水灌漑、21%が地表灌漑であった。深管井戸（Deep Tube Well: DTW）の動力源は 90%が電気モーター、10%がディーゼルエンジンであった。STW は 84%がディーゼル、16%が電力で、LLP は 93%がディーゼル、7%が電力であった。1 ヶ所あたり灌漑面積は、DTW が 24.6 ha、

STW が 2.4 ha、LLP が 6.5 ha であった。

調査対象地域の 2005/06 年の状況を Region 別データから推定すると、ポンプ 16%、管井戸 75%、水路・伝統方式 9% で、この年の全国平均と大差はない。下図に掲げるように Region 別に比較すると、異なった割合が顕著である。クシュティアは管井戸面積が 85%、なかでも浅井戸が 78% と大きく、ポンプは 3% と少ない。ジョソールは管井戸が 95% と圧倒的で、ポンプ(3%)、水路・伝統方式(2%)はわずかである。クルナは管井戸 72%、ポンプ 19%、水路等 9% と平均的である。フォリドプールは管井戸 63%、ポンプ 32%、水路等 5% で、ポンプの割合が比較的高い。ボリシャルは管井戸 0%、ポンプ 65%、水路等 35% で海岸地帯の特色が明白である。

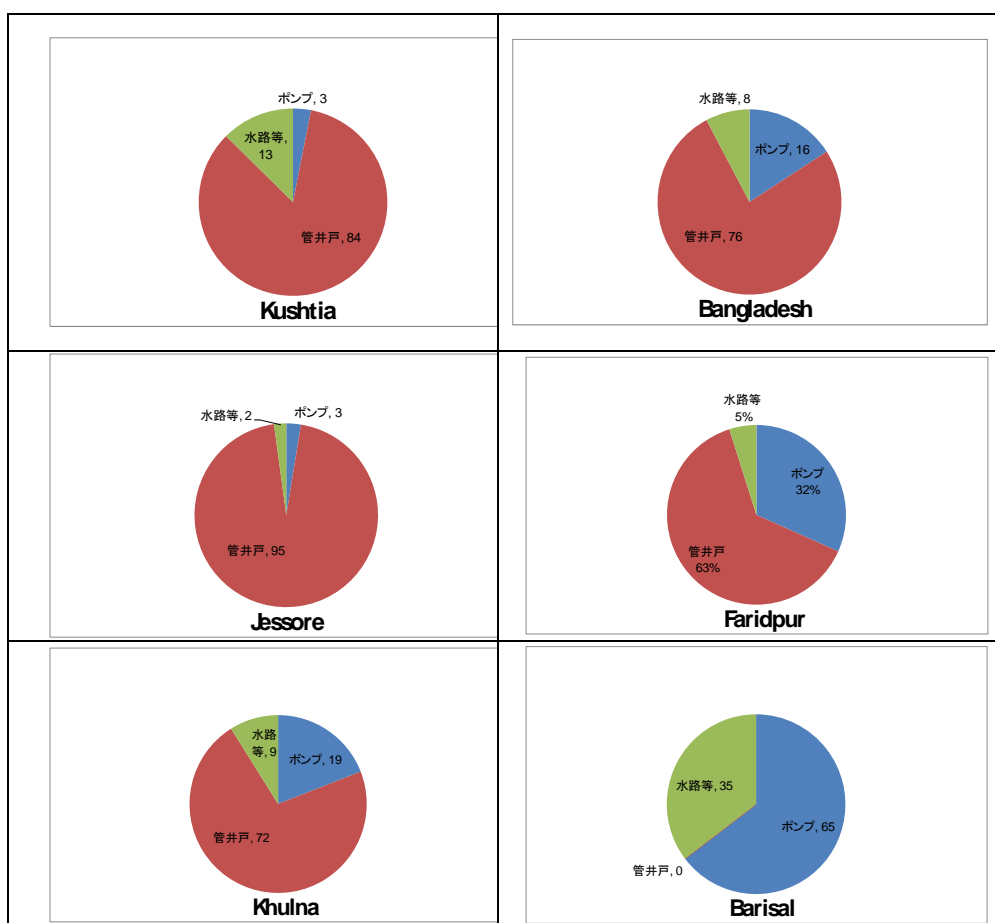


図 3.1.1 対象 Region の灌漑方法別面積割合

(2) ガンジスーコバダック灌漑プロジェクト (GKIP)

1) 概要

GKIP は、農作物増産により食料自給を達成することでクシュティア、ジョソール地方の生活向上と経済発展を目指し 1954 年に構想が立てられた、「バ」国における最初で最大の洪水制御・排水改良・灌漑プロジェクトである。当初の構想は 7 期、約 70 万 ha であったが、そのうち 1 期工事が 1955/56~69/70 年に、1962 年から灌漑が始まり、2 期工事が 1982/83 年に完了した。灌漑は雨季の補給灌漑を当初の目的としている。事業地区面積は 19 万 7,500 ha である。1980 年代

半ばから 90 年代半ばにかけ ADB ローン約 67 百万ドルのリハビリプロジェクトが実施されている。老朽化した主ポンプ場の更新が、日本政府の支援を受け 2005/06 年～2008/09 年に実施されている。主要諸元を表 3.1.3 に示す。

表 3.1.3 ガンジス-コバダック灌漑プロジェクト (GKIP) の概要

1. 事業地区	197,500 ha	
耕作可能地	142,000 ha	
灌漑可能地	116,000 ha	(in Phase I & II)
2. 位置	4 Districts	13 Upazilas
	Kushtia	: (6) Kushtia sadar, Bheramara, Mirpur, Kumarkhali, Daulatpur, Khoksha,
	Chuadanga	: (2) Chuadanga sadar, Alamdanga
	Jhenidah	: (3) Jhenidah sadar, Shalokupa, Horinakundo
	Magura	: (2) Magura sadar, Sreepur
3. 人口	2.5 百万人	
4. 事業実施機関	バングラデシュ水開発庁 (BWDB)	
5. 建設工事	第 1 期	: 1955/56 年 - 1969/70 年
	第 2 期	: 1960/61 年 - 1982/83 年
6. 灌漑開始時期	: 1962 年	
7. リハビリテーション	1985-1993	: ADB Loan Agreement (671-BAN), DHV/ACE Ltd.
	1985-1989	: UNDP-TA (BGD/83/039) Phase I, DHV/ACE Ltd.
	1990-1993	: UNDP-TA (BGD/89/027) Phase II, JIR Ltd./EPC Ltd.
	1992-1994	: ADB -TA 15454 BAN, HR Ltd./EPC Ltd.
		: UNDP-TA (BGD/89/027)
8. 取入水路とポンプ場	2005/06-2008/09 : 主ポンプ, 2,647 百万円 (債務救済無償と「バ」政府) 水源=ガンジス川河川水、自然取入れ	
取入水路	: 延長, L = 705 m, 計画流量 Qd = 153 m <sup>3</sup> /s (5,400 ft <sup>3</sup> /s)	
主ポンプ場	: 3 台 (荏原製作所, 日本製), Qd = 110.5 m <sup>3</sup> /s (3,900 ft <sup>3</sup> /s)	
副ポンプ場	: 12 台 (Stork Pompen, オランダ製), Qd = 42.5 m <sup>3</sup> /s (1,500 ft <sup>3</sup> /s)	
電気設備	: 14 MW, 1 グリッド サブステーション (132/5.5KV, 20MVA)	
9. 洪水防御堤	: 39 km	
10. 灌漑水路システム		
幹線水路	: 3 本 193 km	
二次水路	: 49 本 467 km	
三次水路	: 444 本 995 km	
水理調節構造物	: 2,184 カ所	
分水工	: 3,500 カ所	
11. 排水路	: 971 km	
12. 管理道路	: 228 km	
13. 2001/02 年～2008/09 年の平均灌漑達成面積/率と過去最大値		
アマン(Aman)、雨期後期米:	56,847 ha (灌漑可能面積の 49%)	[過去最高値 99,117 ha (85%)]
アウス(Aus)、雨期前期米:	18,633 ha (灌漑可能面積の 16%)	[過去最高値 42,742 ha (37%)]
14. 農業試験場	: 1 カ所	
15. 灌漑普及研修センター	: 1 カ所	
16. 維持管理部	: 6 部	
17. 農民クラブ	: 49	
18. 水管理組合連合	: 1 連合	
19. 水管理組合	: 7 組合	
20. 水管理グループ	: 749 グループ	

出典:(i) GKIP パンフレット, BWDB, (ii) BWDB インターネット ウェブサイト、その他

## 2) 開発プロジェクトプロポーザル (DPP) のレビュー

GKIP のリハビリテーションを申請するための開発プロジェクトプロポーザル (DPP: Development Project Proforma/Proposal) が 2009/10 年に作成されている。用水路網の堆砂除去を目的とした再掘削 (24%)、管理道路補修修復 (17%)、構造物修復 (12%)、河川堤防護岸工 (10%) などを含み、事業費は 3,668 百万タカ (約 50 億円) と見積もられている。この事業内容は、次の 3) のレポートに基づいている。

## 3) 第 2 次コマンドエリア開発プロジェクト (Second Command Area Development Project: CADP-II), FR, 2008 のレビュー

ADB 支援の CADP-II で、ロイヤル・ハスコニン社 (Royal Haskoning) が 2008

年に最終報告書を作成した。

最初のコマンドエリア開発 (Command Area Development: CAD) プロジェクトが 2003 年に完了すると、「バ」国政府は ADB に対し大規模な洪水管理・排水および灌漑 (Flood Control, Drainage and Irrigation: FCD/I) 計画を対象とした CADP-II を準備するためのプロジェクト事前技術援助 (Project Preparation Technical Assistance: PPTA) を提供するよう要請した。ADB は 2005 年 12 月に CADP-II の PPTA を承認した。実施機関の BWDB は、2005 年 10 月に CADP-II のプレ F/S レポートを作成した。同 PPTA は、ADB が管理する日本の無償資金から融資され、「バ」国政府はカウンターサポートを提供した。この TA はロイヤル・ハスコニン社、BETS、Socio Consult.により 2007 年 2 月から 2008 年 9 月以降まで実施された。CADP-II では GKIP を含む 4 つの大規模 FCD/I 計画のリハビリの F/S が行われた。同時に当プロジェクトは組織強化と水管理の分野で協力を行うこととされている。

FCD/I の現況と得られた教訓を以下のように記述している。BWDB は水路システムの維持管理 (Operation and Maintenance: O&M) など水管理への受益者参加を促してきているが、ほとんどが持続可能な農民組織にはなっておらず、機能しているのは 10%以下である。GKIP の場合、1983~1993 年の ADB 資金によるリハビリ期間以降、参加型水管理が強調され水利組合が組織され、三次水路の O&M を任されるようになった。FCD/I システムで持続可能な O&M が達成できない理由は次のとおりである。

- ・ 不適切な配水
- ・ 不適切な O&M 資金
- ・ 不適切/最適以下の水管理への住民参加
- ・ 関連機関スタッフと物資の不足
- ・ 必要なレベル以下の機関と受益者の参加
- ・ 水割合、灌漑料の負担
- ・ O&M 手続きの欠落

不適切な配水の理由としては、1) 適切な水路システム維持の不足、2) 不完全なローテーション計画実施、3) 水路網上流区間における計画値を超える過度の水利用/浪費とその結果生じる下流での少あるいは無配水、4) BWDB と水管理グループ (Water Management Group: WMG) がローテーション計画を守らない者を制裁することができないことなどが挙げられる。

下表より GKIP の現況灌漑面積は、事業実施の場合に比べ約 21,000ha 少ない。

表 3.1.4 CADP-II レポートによる GKIP の面積

(ha)

	全面積	純面積	天水	排水	灌漑
現況	155,705	132,349	35,537	6,000	90,812
事業後	同上	同上	13,235	7,000	112,114

(出典： CADP-II, Final Report, ADB 2008, Haskoning)

GKIP の O&M 資金と灌漑料徴収は、下表のとおりで近年の平均支出額は必要額の 37%、要求額の 62%であった。

表 3.1.5 CADP-II レポートによる GKIP の O&M 予算と灌漑料

	必要	要求	割当	リリース	支出	灌漑料
金額(10 万効)	4,472	2,656	1,775	1,660	1,665	8
対必要(%)	100%	59%	40%	37%	37%	0.2%

注： 600 (10 万タカ) の電気代を含む。5 年間の平均値、ただし灌漑料は 2006-07 (出典： CADP-II, Final Report, ADB 2008, Haskoning)

#### 4) 経済・財務分析

CADP-II の最終報告書において、GKIP のリハビリプロジェクトの EIRR は 29%、FIRR は 26% と計算されている。表 3.1.6 (付表) に示す作付面積の比較表より、「現況/事業無し」と「事業実施」を比べると次のような特徴が見受けられる。

- ・雨季前期 (Kalif I、3/4 月～7 月)：直播アウス稲、ジュート、サトウキビを減らし、HYV アウス稲、夏野菜を増やす。25,500ha(19%)→33,300ha(25%)。%は純プロジェクトエリアに対するもの。
- ・雨季後期 (Kalif II、7 月～11 月)：HYV 移植アマン稲、在来種移植アマン稲を増やす。87,000ha (66%) →107,400ha (81%)
- ・乾季 (Rabi、10-2 月～5 月)：畑作物主体の現況をほとんど変えない。豆類/タバコ (10%)、油糧作物(9%、芥子菜等)、香辛料用 (玉ねぎ等)、HYV 小麦、HYV ボロ稲、野菜 (カリフラワー等) である。

GKIP のリハビリプロジェクトによる作物生産量の変化と農業便益の増加を表 3.1.7 (付表) に示す。HYV アマンと HYV アウスなどを中心に、米は精米で約 16 万トンの増産となる。農業便益の 78%は雨季後期アマンの増産による。

表 3.1.8 に掲げるキャップロー経済分析例より、EIRR は 29%と高い値が算定されている。乾季のボロ米は計上されていないが、乾季の後半 4 月頃からは、一部 GKIP の灌漑用水が利用されているそうである。

表 3.1.8 プロジェクト費用便益フロー

(2007年 経済価格ベース, 1,000タカ)

年	費用 (C)				増加便益 (B)				B-C
	初期投資 (1)	増加年経費			作物 (6)	漁業 (7)	非農家 所得創出 (8)	計 (9)=(6)+(7)+(8)	増加 純便益 (10)=(9)-(5)
		O&M (2)	ポンプ動力 (3)	小計 (4)=(2)+(3)					
1	142,922			142,922	0	0	0	0	-142,922
2	171,358			171,358	0	12,350	6,161	18,511	-152,847
3	580,662			580,662	0	27,071	17,333	44,404	-536,258
4	808,924			808,924	180,515	45,041	32,563	258,119	-550,805
5	884,088			884,088	361,031	62,762	47,791	471,584	-412,504
6	580,260			580,260	541,546	72,835	63,634	678,015	97,755
7	452,842			452,842	722,062	72,835	79,161	874,058	421,216
8		62,451	67,973	130,424	902,577	72,835	92,525	1,067,937	937,513
9		62,451	67,973	130,424	1,083,093	72,835	92,525	1,248,453	1,118,029
10		62,451	67,973	130,424	1,263,608	72,835	92,525	1,428,968	1,298,544
11		62,451	67,973	130,424	1,263,608	72,835	92,525	1,428,968	1,298,544
12		62,451	67,973	130,424	1,263,608	72,835	92,525	1,428,968	1,298,544
13		62,451	67,973	130,424	1,263,608	72,835	92,525	1,428,968	1,298,544
14		62,451	67,973	130,424	1,263,608	72,835	92,525	1,428,968	1,298,544
15		62,451	67,973	130,424	1,263,608	72,835	92,525	1,428,968	1,298,544
16		62,451	67,973	130,424	1,263,608	72,835	92,525	1,428,968	1,298,544
17		62,451	67,973	130,424	1,263,608	72,835	92,525	1,428,968	1,298,544
18		62,451	67,973	130,424	1,263,608	72,835	92,525	1,428,968	1,298,544
19		62,451	67,973	130,424	1,263,608	72,835	92,525	1,428,968	1,298,544
20		62,451	67,973	130,424	1,263,608	72,835	92,525	1,428,968	1,298,544

B/C、NPVは割引率12%の値。  
 便益費用比: B/C (@12%) = 2.01  
 経済的内部収益率: EIRR = 29%  
 純現在価値: NPV (@12%) = 2,587,047

出典: "Second Command Area Development Project, Final, Supplementary Appendix F: Economic and Financial Analysis, ADB", September, 2008, Royal Haskoning のデータに基づき作成。

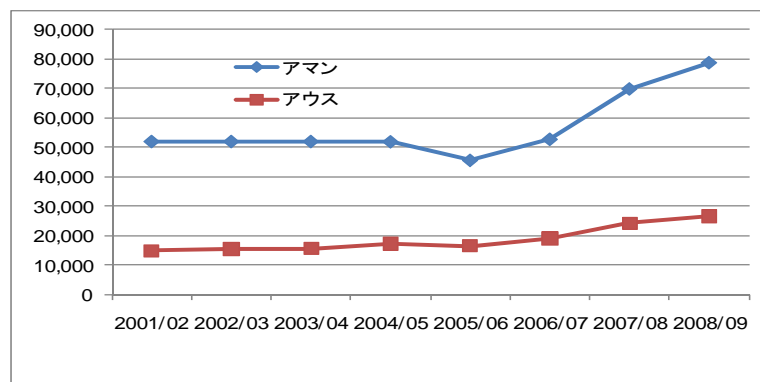
5) 灌漑率

BWDB の GKIP パンフレットによると、近年の灌漑率は下表のとおりで、アマン（雨季前期の米）49%、アウス（雨季後期の米）16%の計 65%で、増加傾向が見られる。

表 3.1.9 GKIP の小規模灌漑状況 (2008-09 年乾季)

2001/02 年~2008/09 年の平均	アマン	アウス	計
灌漑面積(ha)	56,847	18,633	75,479
(%)	49	16	65

出典: 「GKIP パンフレット BWDB」に基づき算定。



出典: 「GKIP パンフレット、BWDB」に基づき作成

図 3.1.2 GKIP 灌漑面積(ha)の推移

## 6) 小規模機器による灌漑

GKIP 地区に占める 13 の Upazila (Thana, District = Zila の下の行政単位) 毎の面積を推定し (表 3.1.10)、Upazila 別の小規模灌漑データと組み合わせて、粗い精度ではあるが GKIP 地区の小規模灌漑状況を推定した。結果は下表のとおりで、灌漑面積は浅井戸だけで約 96,000 ha、深井戸と低揚程ポンプを加えると約 98,000 ha であったと推定されるが、下記の理由により実際の灌漑面積はこの半分くらいであった可能性が高い。

表 3.1.10 GKIP の小規模灌漑状況 (2008-09 年乾季)

灌漑方法	浅井戸	深井戸	低揚程ポンプ	計
個所数	36,410	100	100	36,610
灌漑面積(ha)	96,130	1,900	420	98,450
農家戸数	278,400	8,100	2,000	288,500

出典: "Minor Irrigation Survey Report 2008-09", June 2009, BADC に基づき JICA 調査団が推定

以上より乾季は畑作物と Boro 米に対し、浅井戸による灌漑がかなり行われていると考えられるが、その面積についての情報は必ずしも一致していない。BWDB の GKIP 事務所の農学係官からの情報では、2004/05 年からの 5 年間で、乾季灌漑面積はサイクロンの年の 11,600 ha を除けば、30,000~49,000 ha とされている。CADP-II の 2008 年のレポートでは、現況として乾季は 48,700 ha で耕作がおこなわれている (そのうち 35,400 ha が灌漑地域に分類されている) と想定している。浅井戸は現在も年々増加してはいるが、上表の示す 98,000 ha との開きは大きくその理由は判然としない。最近の平均灌漑面積は約 50,000 ha 程度と推定されるが、この値は GKIP の現在の灌漑可能面積 116,000 ha に対して、43%に相当する。

## 7) 水管理問題とその誘因

アマンの灌漑率が約 50%で、灌漑地区の末端まで水が配水されていない。現在幹線水路 (Main Canal: MC) の分岐部分 (ポンプ場から約 11 km) で 3 日 (Kushtia MC) と 4 日 (ガンジス MC) のローテーション水管理を行っている。計画流量を流せれば、両方同時に送水できるようになる。水路網への配水には地下水涵養の役割もある。

- 用水路の堆砂により通水断面が縮小され通水容量が不足している。
- 水路の水管理構造物、調節水門や分土工が劣化、破損し十分機能しない。
- 水路の盛土部分が劣化、破損し通水容量が低下している。
- 財源不足もあり灌漑システムの O&M が不十分で、悪循環に陥っている
- 上流で不必要な取水が生じやすく下流の配水不足を招いている。
- 水管理要員の人数が不十分で、適切なゲート操作ができない。
- 農民が配水計画に従わない不法なゲート操作を行う場合がある。

- 灌漑料の徴収率が極めて低く O&M 不足との悪循環となっている。不払いの理由は、水が適時に来ない、金持ちが払わないので自分たちも払わないという論理、さらに政治も絡んでおり与党サイドは支払い指導、野党サイドは支払妨害というパターンがあるとのことである。

ガンジス河からポンプ場までの取入れ水路（導水路）の毎年の堆砂除去が大きな負担となっており、乾季の送水の障害となっている。堆砂のほとんどはガンジス河からの流入水に含まれるものに加え、両岸から滑り崩落してくる土砂も含まれる。現在 11 月 15 日～3 月 15 日の 4 ヶ月間行われている取入れ水路、幹線以下の水路網とポンプ場のメンテナンス期間（＝送水停止期間）を短縮して、乾季の配水拡大を期待している農民の要望に応えたいというのが、BWDB の強い意向で最優先事項としている。なお主ポンプ場の改修更新が完了したので、当面のポンプ場メンテナンス期間は短縮できる見込みである。

### (3) チェンチュリー・ビール (Chencuri Beel) 灌漑プロジェクト

当プロジェクトは、上記(2)の地表水灌漑地区第 1 期の範囲内に位置している。

チトラ川から 2 ヶ所のポンプ場で揚水し、約 1,000ha を灌漑する地区であるが、ポンプの劣化による送水能力の不足、用水路底高が高過ぎることなどによる通水能力不足のため、35～40%の面積にしか配水されていない。本地区は ADB 支援により実施中の「南西地域統合水資源計画・管理事業 (Southwest Area Integrated Water Resources Planning and Management Project: SAIWRPMP)」のチェンチュリー・ビール・サブプロジェクト区域内にあるが、当プロジェクトは SAIWRPMP の枠外である（一方排水計画は枠内にある）。

目的： 乾季の灌漑と雨季の補給灌漑

位置： Upazilla ノライル, District ノライル

面積： 地区(Gross)=1,335 ha 灌漑(Net)=1,037 ha (1,000 ha 以上は BWDB の管轄)

建設期間： 1988-89 ～ 1992 年 12 月

主要施設について以下に述べる。

#### 1) ポンプ場

設置数：2 ヶ所、送電線：10 km、トランス：2 基

##### i) Kamlapur ポンプ場

口径 500 mm (20")、140 HP/台 [1 台は故障で使えない]

計画流量  $Q = 0.59 \text{ m}^3/\text{s} \times 2 = 1.18 \text{ m}^3/\text{s}$  (21cusecs/set)

計画揚程 27.1 m <= 吸込み 16.4 m (54')、吐出し 10.7 m (35')

##### ii) Gandarbkhali ポンプ場



諸元は①と同じとのこと。[1台は受電設備の破損で使えない]

## 2) 用水路

延長：16.43 km (75%は煉瓦によるライニング、25%は土水路)

用水路付帯構造物：107ヶ所

排水路：6.00 km

## 3) 建物とワークショップ：7棟

### i) 修復計画（計画流量を末端まで配水する）

ポンプ場：ポンプの修理または更新、受電設備の更新、[操作室の更新]

用水路：水路兩岸の嵩上げ（通水容量の増加）、縦断計画の見直し（土水路は建設されたが水が到達しないため、住民が水路を埋め立て道路として利用している区間や、3～4年間は水が供給されていたが、縦断が逆勾配など不適切な構造であること等が原因で使用されなくなった区間がある。）

### ii) 考察

- リハビリ計画であるため効果は大きいと想定される。
- 工事費は5億円以下と推定される（GKIPのポンプ場が約26億円）。
- 通水障害の原因が不明瞭な区間で、原因を特定する必要がある。

### iii) その他の情報

- 踏査時点で、感潮河川を水源とする灌漑用水は塩味がわかる程度の塩分を含んでいたが、大きな問題ではなく、1週間後で送水は止め、2010年4月25日以降には灌漑用水は不要とのことであった。
- 灌漑用水料はBWDBにより350Tk/acre/yearと定められているが徴収率は0。
- 水利組合、農業組合は強くない。
- ポンプ運転用の電気料金は「バ」国政府が払っている。

## (4) 農業用水の水需要予測

### 1) 現況水需要の推定

#### i) 単位灌漑水量

##### ① 基準蒸発散量（Evapotranspiration: ETo）

収集できた気象資料が気温、湿度、風速のみで新たに計算するには不足であったので、ペンマン・モンテイス（Penman-Monteith）法により計算されたNWMPレポート（2004年）にある下表の値を用いた。

表 3.1.11 気象観測所別基準蒸発散量(ETo)

SI No	Station Name	ETo (mm/d)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	Barisal	2.3	3.2	4.3	5.0	4.8	3.8	3.5	3.5	3.5	3.5	2.8	2.3
2	Faridpur	2.3	3.2	4.5	5.4	5.1	4.2	3.8	3.9	3.7	3.5	2.7	2.2
3	Jessore	2.3	3.2	4.8	6.2	5.9	4.4	3.8	3.9	3.7	3.5	2.8	2.2
4	Khulna	2.4	3.3	4.6	5.4	5.2	4.2	3.6	3.7	3.5	3.6	2.8	2.3
5	Madaripur	2.1	2.9	4.0	4.6	4.4	3.7	3.5	3.4	3.4	3.3	2.5	2.0

出典：NWMP (Halcrow, Mott MacDonald and Associates, August 2004)

② 地中浸透量 (P)

水田米作の場合のみ、2006年の「Tubewell Spacing Study」レポートに掲げられた実測値をもとに、表 3.1.12 (附表) で推定した Region 別の値を用いた。ただし雨季には地下水位が上昇することを考慮して、同値の 1/2 とした。

③ 代かき及び湛水用水量 (LP)

米作とジャートの場合のみ 200 mm と仮定した。

④ 有効雨量 (Direct Runoff: DR)

NWMP レポートの南西部月雨量を用いた。取水と圃場での灌水の間に時間差ができて降水に応じた水管理に無駄が生じやすい大規模灌漑システムの場合は 5 年確率値を、管井戸利用等の小規模灌漑の場合は実際の降水に即応した細かい水管理が可能であるので平均値を使用した。

⑤ 作付体系

現地で得た情報を基に、4, 5 月～7, 8 月を雨季前期作 (Kharif-1)、8, 9 月～11, 12 月を雨季後期作 (Kharif-2)、12, 1 月～3, 4 月を乾季作 (Rabi) とした。各作期は 4 ヶ月で開始時期に 1 ヶ月の幅をみた。

⑥ 作物係数 (Crop Coefficients: Kc)

FAO Irrigation and Drainage Paper No.56 "Crop Evapotranspiration" の作物係数の項に基づき作物の成長期間に応じ月毎に求めた。実際の作物が多岐にわたるのに対し Kc が示されているのは限られているので、類似の作物をまとめて Kc を選定した。

⑦ 作物蒸発散量 (Crop Evapotranspiration: ETcrop)

$ET_{crop} = ETo \times Kc$  で代表作物ごとに計算している。

⑧ 純単位灌漑水量 (Net Water Rate: NWR)

$NWR = ET_{crop} + P + LP - DR$

⑨ 灌漑効率 (e)

幹線水路、二次水路システムおよび三次水路以下の送配水による損失や圃場における管理損失を考慮した灌漑効率を見込む。基幹水路を備えた大規模灌

漑システムの場合は 60%、水源と圃場が近い小規模漑の場合は 80%としている。

⑩ 単位漑取水( Ground Water Recharge: GWR)

$$GWR = NWR/e$$

以上の過程を漑規模、Region 別、代表作物別に計算したのが表 3.1.13~18 (付表) である。今回の水需要推定にこれを用いることとした。

ii) 作物別漑面積

バングラデシュ統計年報の Region 毎の漑方法別漑面積と作物別漑面積より、表 3.1.19 (付表) に示すとおり Region 毎の漑規模別、代表作物漑面積を推定した。

iii) Region 別漑需要量

上記 i) 単位漑取水、ii) 代表作物別漑面積より代表作物別の漑需要量を Region 毎に計算した。結果を表 3.1.20~24 (付表) に示す。

iv) Region と District の関係

対象地域の Region と District を対応させ、各 District の Region における面積率を計算したものが表 3.1.25 (付表) である。

v) District 別漑需要量

上記 iii) における小規模漑は LLP、DTW、STW、手押しポンプから構成される。このうち、わずかな割合であるが LLP の水源を地表水、それ以外の水源は地下水と分類した。大規模漑および伝統的漑の水源は地表水としている。

iii) の Region 別面積を水源別に地表水と地下水に組み替え、iv) の表 3.1.25 (付表) の採用面積率で分割して District 別の漑需要量を推定したものが表 3.1.26 (付表) である。

vi) 2020 年の予測漑需要量

① 主要作物生産量予測値

「バ」国政府は計画委員会の「Outline Perspective Plan of Bangladesh 2010-2021 (Making Vision 2021 a Reality), Final Draft, 30 March, 2010」において、2021 年の主要作物生産量予測値を下表のように掲げている。

表 3.1.27 作物生産量予測

(1,000 t)

作物	(1) 2007*	(2) 2015	(3) 2021	(3) - (1)	(3) / (1)
米	30,700	35,390	36,810	6,110	1.20
小麦	844	1,157	1,392	548	1.65
ジャガイロ	6,648	8,759	10,342	3,694	1.56
油糧作物	358	448	516	158	1.44
豆類	204	262	305	101	1.50
トウモロコシ	1,346	1,633	1,849	503	1.37

出典：“Outline Perspective Plan of Bangladesh 2010-2021 (Making Vision 2021 a Reality)” Final Draft, 30 March, 2010、Planning Commission に基づき作成

注：\* 米は 2007/08

#### ② 2020 年の米生産量予測値

上表より内挿で求めた 2020 年の米の生産量予測値は、3,657 万トンである。上の ii) で現況値として用いた 2001/02～2005/06 年の平均値は 2,547 万トンであるので、この期間に米生産量は 1.44 倍に増加すると予測されている。図 3.1.3 (付図) にこれまでの米生産量と改良品種による生産量率とともに予測値を示す。

#### ③ 米の収量の増加

1971-72 年から 2008-09 年の米の作期別、品種別（在来品種と改良品種）の収量の推移を図 3.1.4 (付図) に示す。2001-02 年～2005-06 年の平均収量と 2020 年の収量予想値の増加分は、各品種、各作期とも 2 割程度と推定される。2001-02 年～2005-06 年の改良品種と在来品種の収量はそれぞれ 2.87 t/ha、1.41 t/ha であったので、2020 年の収量は改良新種、在来品種でそれぞれ 3.44 t/ha、1.69 t/ha と想定する。

#### ④ 米の栽培面積および在来品種と改良品種の割合の変化

図 3.1.5 (付図) に米の栽培面積と改良品種栽培面積率の推移を示す。近年栽培面積は概ね 1,000 万～1,100 万 ha の範囲にあり、あまり伸びていない。改良品種面積率は 1971-72 年には 7%弱であったが、一貫して伸び続け 2008-09 年には 82%を越えている。本検討では 2020 年に 90%に達すると推定する。

上述の条件の下に 2020 年の米の栽培面積を求めると、改良品種 1,007 万 ha、在来品種 112 万 ha、計 1,119 万 ha と計算される。2001-02 年～2005-06 年の平均栽培面積は、改良品種 719 万 ha、在来品種 344 万 ha、計 1,063 万 ha であったので、2020 年にはそれぞれ 1.40 倍、0.33 倍、1.05 倍となる。

#### ⑤ 灌漑需要量

灌漑は在来品種に対しても行われ、改良品種が天水で栽培されている場合もあ

るが、主に改良品種が対象とされているので、水田灌漑面積の増加は1.40倍と仮定する。灌漑水管理技術面では、水稻強化システム(System of Rice Intensification: SRI)などの節水灌漑技術の普及が期待され、送配水や圃場の水管理改善による灌漑効率向上が見込まれ、灌漑需要量の抑制に貢献する。一方栽培作物多様化に伴う畑作物の灌漑需要が増加する。以上の増減を考慮して、灌漑水需要量は2020年には2001/02～2005/06年の平均の1.30倍になると推定する。

表 3.1.28 (付表) に 2020 年の灌漑需要量予測を District 別に整理した。

### 3.1.2 その他の水利用

#### (1) 上水の需要

##### 1) 現況における上水の需要

「バ」国における一日一人当たりの水使用量を表 3.1.29 に示す。表に示すとおり、当該地域での上水使用量は全国平均よりもやや少ない。本調査において上水の需要を概算するにあたっては、全国平均の 88.0 liter/日/人を採用した。

表 3.1.29 「バ」国における一日一人当たりの水使用量

地名	チュアダンガ*	ジョソール*	クルナ**	バゲルハット*	全国平均*
一日一人当たりの使用量 (litter/日/人)	86.7	72.3	72.0	61.2	88.0

出典： \*: 「Bangladesh Water Utilities Data Book, 2006-07」

\*\* : 「JICA, Feasibility Study for Khulna Water Supply Improvement Project in Bangladesh, Interim Report, 2010」

表 3.1.30 に調査対象地域における現況での上水の需要の概算結果を示す。非家庭用水の割合 (35.0%) や配水時の漏水率 (15.0%) は、JICA が実施している「Feasibility Study for Khulna Water Supply Improvement Project in Bangladesh」で採用される予定の数値を参考として用いた。検討の結果、当該地域での上水の需要量は 21.32 m<sup>3</sup>/s と推算された。

表 3.1.30 調査対象地域における現況での上水の需要

県名	県全体の面積* (km <sup>2</sup> ) (1)	県全体の人口* (人) (2)	人口密度 (人/km <sup>2</sup> ) (3)=(2)/(1)	調査対象の面積** (km <sup>2</sup> ) (4)	調査対象の人口 (人) (5)=(3)×(4)	上水需要		
						家庭用水 (m <sup>3</sup> /s) (6)=(5)×88.0÷(86.4×10 <sup>6</sup> )	非家庭用水 (m <sup>3</sup> /s) (7)=(6)×0.35	配水での漏水を考慮した用水量 (m <sup>3</sup> /s) ((6)+(7))×1.15
Kushtia	1,621	1,740,155	1,074	1,621	1,740,155	1.77	0.62	2.75
Meherpur	716	591,436	826	716	591,436	0.60	0.21	0.94
Chuadanga	1,177	1,007,130	856	1,177	1,007,130	1.03	0.36	1.59
Jhenaidah	1,950	1,579,490	810	1,950	1,579,490	1.61	0.56	2.50
Rajbari	1,119	951,906	851	600	510,405	0.52	0.18	0.81
Faridpur	2,073	1,756,470	847	700	593,116	0.60	0.21	0.94
Magura	1,049	824,311	786	1,049	824,311	0.84	0.29	1.30
Jessore	2,570	2,471,554	962	2,570	2,471,554	2.52	0.88	3.91
Narail	990	698,447	706	990	698,447	0.71	0.25	1.10
Gopalganj	1,490	1,165,273	782	1,490	1,165,273	1.19	0.42	1.84
Satkhira	3,858	1,864,704	483	1,000	483,334	0.49	0.17	0.76
Khulna***	4,395	2,378,971	541	1,000	1,000,000	1.02	0.36	1.58
Bagerhat	3,959	1,549,031	391	1,000	391,268	0.40	0.14	0.62
Pirojpur	1,308	1,111,068	849	500	424,720	0.43	0.15	0.67
Total	28,275	19,689,946	-	16,363	13,480,640	13.73	4.81	21.32

出典： \*： Statistical Yearbook of Bangladesh 2008  
 \*\*： JICA Study Team  
 クルナ県の調査対象地域内人口は、約1百万人と仮定。

2) 将来における上水の需要予測

目標年を10年後の2020年とし、将来の上水の需要を予測した。「バ」国全体では、1991年から2001年までの11年間での人口増加率は1.6%であり<sup>1</sup>、本検討においては、この人口増加率を採用する。また、2020年のクルナ市における一日一人当たりの水使用量は87.0 liter/日/人との予測がある<sup>1</sup>。本検討においては、2020年の一日一人当たりの水使用量は、現況と同じ88.0 liter/日/人と設定する。表 3.1.31 に上水の需要予測を示す。検討の結果、当該地域での2020年時点の上水需要量は21.66 m<sup>3</sup>/sと推算された。

<sup>1</sup> JICA, Feasibility Study for クルナ Water Supply Improvement Project in Bangladesh, Interim Report, 2010

表 3.1.31 調査対象地域における上水の需要予測 (2020 年時点)

県名	県全体の面積 (km <sup>2</sup> ) (1)	県全体の人口* (人) (2)	人口密度 (人/km <sup>2</sup> ) (3)=(2)/(1)	調査対象の面積** (km <sup>2</sup> ) (4)	調査対象の人口 (人) (5)=(3)×(4)	上水需要		
						家庭用水 (m <sup>3</sup> /s) (6)=(5)×88.0÷(86.4×10 <sup>6</sup> )	非家庭用水 (m <sup>3</sup> /s) (7)=(6)×0.35	配水での漏水を考慮した用水量 (m <sup>3</sup> /s) ((6)+(7))×1.15
Kushtia	1,621	1,767,997	1,091	1,621	1,767,997	1.80	0.63	2.80
Meherpur	716	600,899	839	716	600,899	0.61	0.21	0.95
Chuadanga	1,177	1,023,244	869	1,177	1,023,244	1.04	0.36	1.62
Jhenaidah	1,950	1,604,762	823	1,950	1,604,762	1.63	0.57	2.54
Rajbari	1,119	967,136	864	600	518,572	0.53	0.18	0.82
Faridpur	2,073	1,784,574	861	700	602,606	0.61	0.21	0.95
Magura	1,049	837,500	798	1,049	837,500	0.85	0.30	1.32
Jessore	2,570	2,511,099	977	2,570	2,511,099	2.56	0.90	3.97
Narail	990	709,622	717	990	709,622	0.72	0.25	1.12
Gopalganj	1,490	1,183,917	795	1,490	1,183,917	1.21	0.42	1.87
Satkhira	3,858	1,894,539	491	1,000	491,068	0.50	0.18	0.78
Khulna	4,395	2,417,035	550	1,000	1,016,000	1.03	0.36	1.61
Bagerhat	3,959	1,573,815	398	1,000	397,529	0.40	0.14	0.63
Pirojpur	1,308	1,128,845	863	500	431,516	0.44	0.15	0.68
Total	28,275	20,004,985	-	16,363	13,696,330	13.95	4.88	21.66

出典： \*： 1991年から2001年までの10年間での人口増加率1.6%を適用して推算  
 \*\*： JICA Study Team  
 クルナ県の調査対象地域内人口は、現況の推定約1百万人に人口増加率1.6%を乗じて推算。

(2) 塩害防止等河川維持のための表流水需要

「NWMP, Draft Development Strategy: Annex C」では、南西地域における塩害防止等いわゆる河川維持流量(南西部全体の河川での流量)として必要な流量を算定している。それらの内訳と最終的に適用すべきと提案されている河川維持流量を表 3.1.32 に示す。

表 3.1.32 南西地域で必要となる河川維持流量

用途	流量 (m <sup>3</sup> /s)
塩害防止	400
航行及び漁業	12
水質維持(希釈)	20
環境	11
適用	400

出典： NWMP, Draft Development Strategy: Annex C, p.78

3.1.3 既存データを活用した水利用に係わる予備的検討・解析

(1) 水資源ポテンシャルの推定

調査対象地域における水資源ポテンシャルとして、1) ガンジス河現況流量、2) 降雨量から推算した地域内表流水、3) 浅層地下水及び4) 深層地下水の入手可能量を概算した。

1) 渇水基準年の設定

ガンジス河の流況を基に渇水基準年を設定する。節 2.3.1 に述べたとおり、ガンジス河の流況は 1975 年のインド領ファラッカ堰建設後大きく変化しており、これが大きく改善される見込みは今のところない。従って、渇水基準年の検討にあたっては 1976 年以降の流量データを用いることとした。

ガンジス河において月平均流量が最も少ない 4 月の月平均流量について、ハーゼンプロット<sup>2</sup>で非超過確率を検討し、5 年確率渇水流量となる年を渇水基準年とした。検討の結果、1997 年 4 月～1998 年 3 月を渇水基準年として選定した。

## 2) ガンジス河の水資源ポテンシャル

表 3.1.33 に渇水基準年（1997 年 4 月～1998 年 3 月）のガンジス河ハーディング橋地点の月平均流量を示す。表に示すとおり、渇水基準年の最低月流量は 4 月の 660 m<sup>3</sup>/s である。

表 3.1.33 渇水基準年のガンジス河月平均流量（ハーディング橋地点）

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
流量 (m <sup>3</sup> /s)	660	760	1,693	21,773	31,418	29,658	11,361	5,088	5,443	4,267	2,078	1,183

出典：IMW

## 3) 地域内の表流水の水資源ポテンシャル

地域内で観測された降雨量を用いて、表流水の水資源ポテンシャルを算出した。

### i) 渇水基準年の降雨量

各観測所における渇水基準年の月間降雨量を表 3.1.34 示す。本検討においては、全観測所の降雨量を月別に加重平均し、南西部での平均雨量として用いることとした。表に示すとおり、ガンジス河において渇水流量の少ない年においても、当該地域での雨量はむしろ平年よりも多い。つまり、ガンジス河の流量と調査対象地域での雨量は相関関係にあるとはいえないことが分かる。

予備的検討・解析に関連し、「バ」国内で上流国であるインド・ネパールの水文データを入手することが容易でない現状においては、ガンジス河の流況を予測することは困難であり、この状況下においては効果的な河川水の利用は難しいと考えられる。よって、効果的な水資源管理の実現に向けては、上流側の国々から水文・気象データを速やかに入手する、更にはリアルタイムで共有するた

$$^2 F(x_i) = \frac{i-a}{N+1-2a}$$

ここで、F(xi): 非超過確率

i: 大きい順に流量を並べた順番

N: データ個数

a: =1/2 (Harzen Plot)



めの多国間の取り決めが必要と考える。最低限必要なデータとしては日雨量、日平均気温、ガンジス河の基準点における日平均流量などである。

表 3.1.34 渇水基準年の月間降雨量

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
Kushtia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bheramara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chuadanga	35	148	180	402	327	202	32	3	13	60	4	-	1,406
Faridpur	163	115	291	404	314	232	62	30	13	59	27	61	1,771
Jessore	58	132	224	395	231	347	13	19	11	46	33	181	1,690
Kaliganj (J)	69	113	383	281	335	244	1	0	7	100	-	147	1,678
Kalaroa	170	237	165	365	437	400	75	8	11	71	55	223	2,217
Satkhira	129	219	313	490	571	491	135	3	21	49	72	182	2,675
Khulna	87	283	365	521	322	401	63	1	29	89	98	261	2,520
Kaliganj (K)	148	179	160	310	414	275	16	0	16	33	3	166	1,720
加重平均	107	178	260	396	369	324	50	8	15	63	57	174	1,960

出典： IMW

ii) 有効降雨高の算定

降雨高から蒸発散高を除いた有効降雨高を算定した。蒸発散高は、フォリドプール、ジョソール、クルナの3地点での観測値の平均を用いた。表 3.1.35 に算定した南西部での有効降雨高を示す。

表 3.1.35 南西部での有効降雨高

単位:mm/month

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
月間降雨高	107	178	260	396	369	324	50	8	15	63	57	174
月間蒸発散高	165	164	120	115	112	111	112	87	71	74	90	142
月間有効降雨高	0	14	140	281	257	213	0	0	0	0	0	32

注： 月間蒸発散高については、'2.3.2 水文・気象'を参照。

出典： JICA 調査団

iii) 表流水の算定

文献<sup>3</sup>によると、「バ」国での表流水の流出率は有効降雨高の75%程度といわれている。よって、南西部における表流水を下式により算定した。

月平均表流水(m<sup>3</sup>/s) = (渇水基準年の月間有効降雨高(mm/month) × 0.75 × 面積

<sup>3</sup> 「Motto MacDonald Ltd., MUNICIPAL SERVICES PROJECT, Groundwater Resources & Hydro – Geological Investigations in and Around Khulna City, Final Report, Volume 2 – Annexes I & II, May 2005」にて、UNDP(1982)の調査結果を引用している。

$(\text{km}^2) \times 10^3 \div (86,400 \times \text{各月の日数})$

算定結果を表 3.1.36 に示す。

表 3.1.36 南西部での表流水

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
月間有効降雨高	0	14	140	281	257	213	0	0	0	0	0	32
月平均表流水 (m <sup>3</sup> /s)	0	66	663	1,330	1,217	1,008	0	0	0	0	0	152

注：流出率= 0.75<sup>3</sup>

面積= 16,363 km<sup>2</sup>

出典：JICA 調査団

#### 4) 浅層地下水の水資源ポテンシャル

BADC での聞き取り調査によると、0.582 km<sup>2</sup> (2,500ft<sup>2</sup>) あたり 1 本の深井戸を設置した場合、0.057 m<sup>3</sup>/s 程度の揚水であれば、環境上大きな影響はないものと考えられている。本調査では、一日あたりの揚水を 8 時間として、浅層地下水のポテンシャルを算定した。

$$(\text{浅層地下水の水供給量}) = (\text{面積}) \div 0.582 \text{ km}^2 \times 0.057 \text{ m}^3/\text{s} \times (8 \div 24)$$

#### 5) 深層地下水の水資源ポテンシャル

当該地域の深層地下水は、ヒマラヤ山脈を水源とする被圧水で、深さ 300 m 以下に存在する。BADC での聞き取り調査によると、1 km<sup>2</sup> あたり 1 本の深井戸を設置した場合、0.057 m<sup>3</sup>/s 程度の揚水であれば、環境上大きな影響はないものと考えられている。深井戸での揚水についてはモニタリングを継続していくという。浅層地下水の場合と同じく、一日あたりの揚水を 8 時間として、深層地下水のポテンシャルを算定した。

$$(\text{深層地下水の水資源ポテンシャル}) = (\text{調査対象地域の面積}) \times 0.057 \text{ m}^3/\text{s} \times (8 \div 24)$$

#### 6) 調査対象地域での全水資源ポテンシャル

算定した調査対象地域での全水資源ポテンシャルを表 3.1.37 に示す。表に示すとおり、2月から5月にかけてのポテンシャルが少ない。また、これにゴライ川の分流地点及びGKポンプでの堆砂により表流水を取水できない期間が重なる2、3月には、地下水への需要の依存が集中することが示される。

表 3.1.37 南西部での全水資源ポテンシャル

単位: m<sup>3</sup>/s

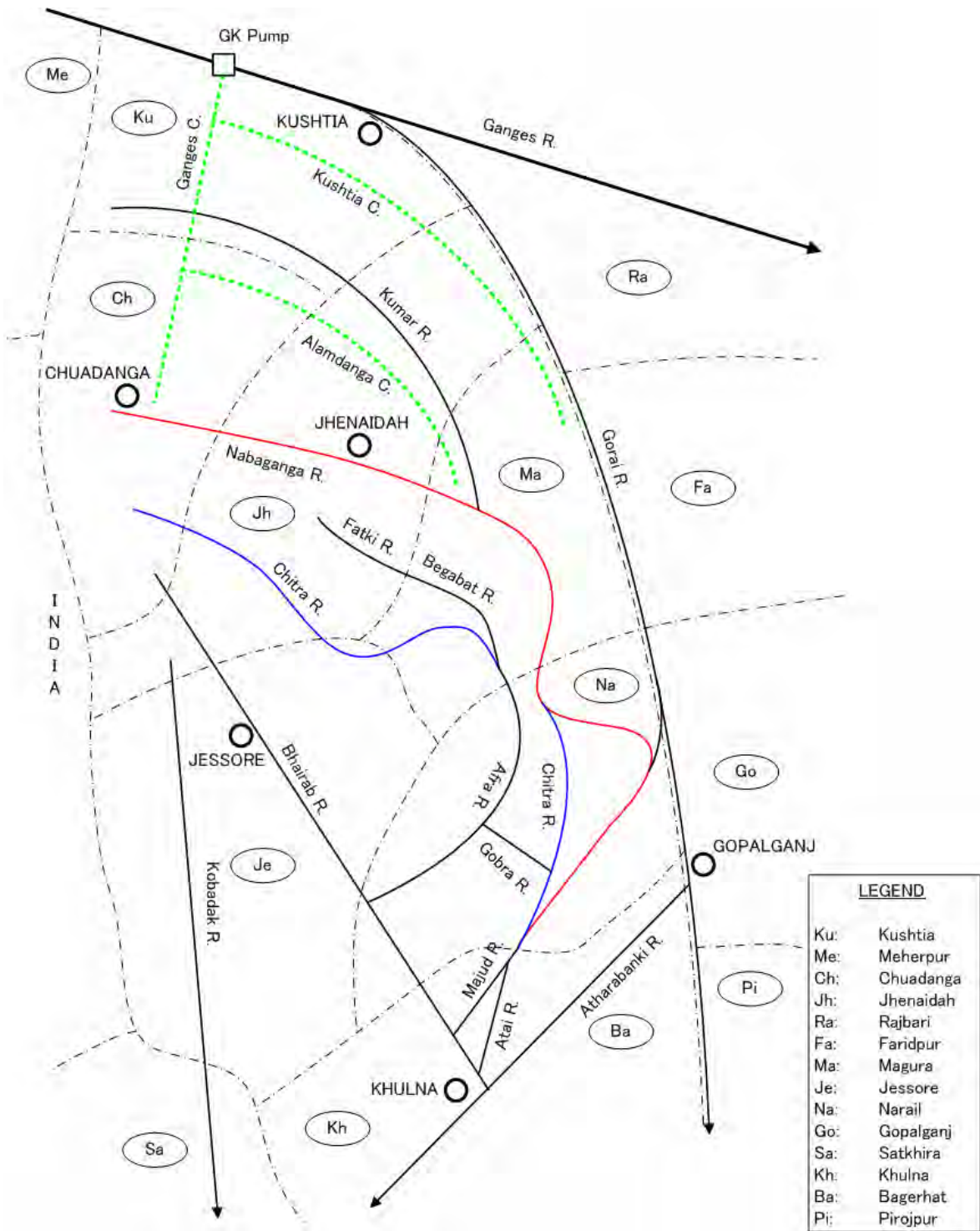
月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
ガンジス河の流量	660	760	1,693	21,773	31,418	29,658	11,361	5,088	5,443	4,267	2,078	1,183
地域内表流水	0	66	663	1,330	1,217	1,008	0	0	0	0	0	152
地域内浅層地下水	534	534	534	534	534	534	534	534	534	534	534	534
地域内深層地下水	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311
全水資源ポテンシャル	1,505	1,672	3,201	23,949	33,480	31,511	12,206	5,933	6,288	5,112	2,923	2,180

出典： JICA 調査団

(2) 流域水収支解析

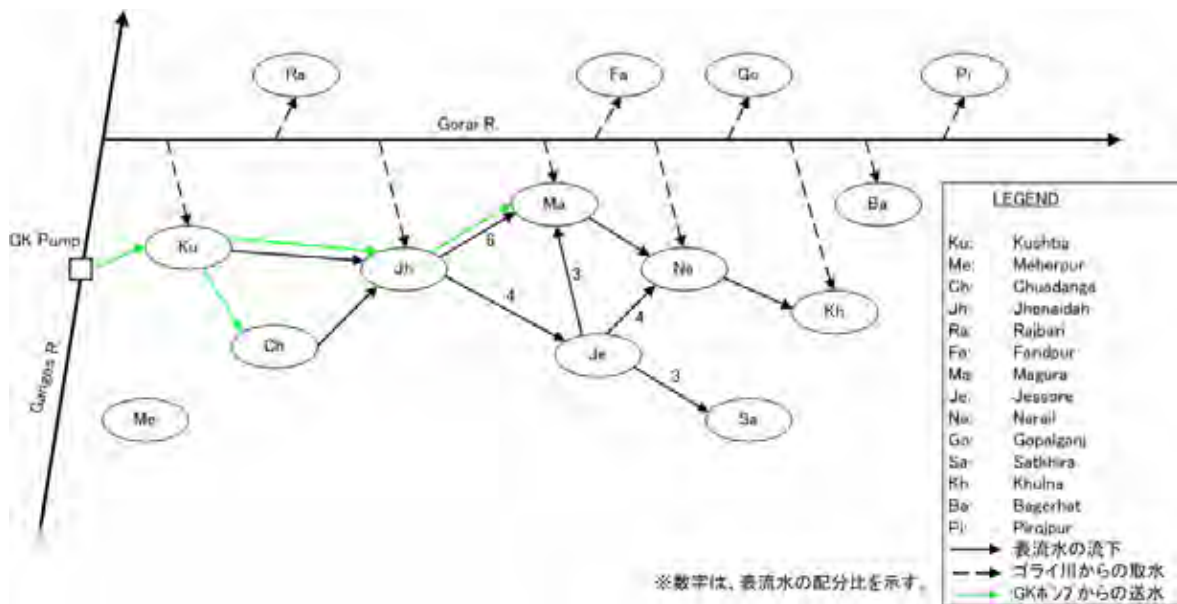
1) 予備的な流域水収支解析のためのモデル作成

図 3.1.6 に調査対象地域の水系概略図を示す。図のとおり、当該地域の水系は低平地を離合集散しながら流れており、雨季や乾季更には局地的な降雨状況や潮位によって流向が変化する。また、その分岐や合流も経年的に変化しつつけている。当該地域で入手可能な流量データは一部分で限られており、また観測流量は灌漑等の取水後の現況流量であるため、水収支解析における水供給量としてそのまま用いることはできない。したがって、前項で雨量から算定した地域内の表流水及び関係機関からの聞き取り調査に基づいて算出した浅層・深層地下水を、県別に割り振り水供給量を推定した。水需要量も県別に整理されている。また、表流水は県単位で面的に下流に流れていくものとしたモデルを図 3.1.7 のとおり作成した。



出典：JICA 調査団

図 3.1.6 調査対象地域の水系概略図



出典： JICA 調査団

図 3.1.7 水収支解析モデル図

2) 現況の流域水収支解析

i) 水供給量

水供給量は、渇水基準年の水文量を用いて算定する。

① 地域内表流水

地域内表流水は、“(1) 水資源ポテンシャルの推定”と同じ要領で算定することとし、下式を用いて算定する。

$$\text{月平均表流水}(\text{m}^3/\text{s}) = (\text{渇水基準年の月間有効降雨高}(\text{mm}/\text{month}) \times 0.75 \times \text{面積}(\text{km}^2) \times 10^3 \div (86,400 \times \text{各月の日数}))$$

降雨高については、当該地域内でも地域差があることから、表 3.1.38 に示す5地点での渇水基準年の観測降雨高を各県での降雨高として用いた。

表 3.1.38 解析に用いる降雨観測所とその適用

降雨観測所	適用する県	備考
チュアダンガ	クシュティア、メヘルプール、チュアダンガ、ジェナイダ	クシュティア及び Bheramara の降雨高は欠測
フォリドプール	ラジバリ、フォリドプール、ゴパルガンジ	
ジョソール	ジョソール、マグラ、ノライル	
クルナ	クルナ、バゲルハット、ピロジプール	
シャトキラ	シャトキラ	

出典： JICA 調査団

② 表流水のビール(Beel)等での貯留量

表流水を水資源として貯留できるのは、“2.3.1 地勢 (4) ビール(Beel)及びバオール(Baor)”に示した主要なビール(Beel)やバオール(Baor)に加えて、規模の小さなビール(Beel)や小規模水資源開発事業等で小水路に設置した樋門の上流側水路などがある。これらの表流水を貯留する容量を概算する。表 3.1.39 に示すとおり、調査対象地域における主要なビール(Beel)の面積は、約 205 km<sup>2</sup>と推定される。これにその他の小規模な貯留地をその 3 割と見込んだ場合、調査対象地域における全貯留可能面積は約 267 km<sup>2</sup>と推定される。全貯留地の平均水深を 2 m と仮定した場合、表流水の貯留可能量は約 534 百万 m<sup>3</sup>と想定される。

表 3.1.39 南西部での表流水の貯留可能面積

単位：km<sup>2</sup>

県名	県全体の面積		調査対象地域		
	県面積	主要Beelの面積	調査対象の面積	主要Beelの面積	全貯留可能面積の推算値*
Kushtia	1,621	11.07	1,621	11.07	14.39
Meherpur	716	7.22	716	7.22	9.39
Chuadanga	1,177	16.57	1,177	16.57	21.54
Jhenaidah	1,950	23.2	1,950	23.20	30.16
Rajbari	1,119	8.57	600	4.60	5.97
Faridpur	2,073	12.88	700	4.35	5.65
Magura	1,049	7.95	1,049	7.95	10.34
Jessore	2,570	68.72	2,570	68.72	89.34
Narail	990	16.82	990	16.82	21.87
Gopalganj	1,490	29.85	1,490	29.85	38.81
Satkhira	3,858	5.89	1,000	1.53	1.98
Khulna	4,395	46.85	1,000	10.66	13.86
Bagerhat	3,959	8.28	1,000	2.09	2.72
Pirojpur	1,308	1.09	500	0.42	0.54
Total	28,275	264.96	16,363	205.04	266.55

注： 主要Beelの面積を30%割増して推定

出典： JICA 調査団

貯留水は雨季に容量満杯になった後、乾季に地下への浸透と蒸発散により減少していく。地下への浸透の早さは土質によって差異があり、一概には設定できないが、現場で確認した状況を考慮した上で、浸透率 30%で毎月浸透していくものと仮定した。また、浸透分を差し引いた貯留水から蒸発散量を除することとした。この場合、貯留水は 3 月あたりに概ね枯渇する。蒸発散量を算定するにあたっては、“表 2.3.4 南西部での蒸発散高”を用いた。

表 3.1.40 解析に用いる蒸発散高とその適用

気象観測所	適用する県
フォロドプール	ラジバリ、フォロドプール、ゴパルガンジ
ジョソール	クシュティア、メヘルプール、チュアダンガ、ジェナイダ、ジョソール、マグラ、ノライル
クルナ	シャトキラ、クルナ、バゲルハット、ピロジプール

出典： JICA 調査団

③ GK ポンプからの送水量

GKIP の主ポンプは 3 機あり、その送水能力は  $110.5 \text{ m}^3/\text{s}$  である。ポンプで取水された水は、用水路網によりクシュティア、チュアダンガ、ジェナイダ、マグラの 4 県に供給される。送水量は一樣ではないが、本検討においては、全能力  $110.5 \text{ m}^3/\text{s}$  を均等に 4 分割して配分することとした。また、毎年 11 月 15 日から 3 月 15 日までの 4 ヶ月間は、ガンジス河の取水路を維持浚渫するため取水ができない。この状況も計算に反映させた。

④ ゴライ川の流量

ゴライ川の渇水基準年における月平均流量を表 3.1.41 に示す。現場踏査等で得られた情報によると、ゴライ川沿いの農民は小型ポンプなどを用いて河川水を汲み上げることもあるという。現況における水利用状況に鑑みて、各県での表流水の不足分をゴライ川の河川水で補うこととし、上流側の県から順に先取りする計算とした。

表 3.1.41 渇水基準年のゴライ川月平均流量（鉄道橋地点）

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	87	87	199	2,162	3,191	1,487	1,073	425	453	67	2	120

出典： IMW

⑤ 地域内浅層地下水

水資源ポテンシャルの算定時と同様に、BADC での聞き取り調査の結果に基づいて浅層地下水量を算定した。

一日あたりの揚水を 8 時間として、浅層地下水のポテンシャルを算定する。

$$(\text{浅層地下水の水供給量}) = (\text{面積}) \div 0.582 \text{ km}^2 \times 0.057 \text{ m}^3/\text{s} \times (8 \div 24)$$

⑥ 地域内深層地下水

深層地下水については、“(1) 水資源ポテンシャルの推定 5) 深層地下水の水資源ポテンシャル” にその水資源ポテンシャルを示している。しかし、現時点で

は全国に 150 箇所試掘しているのみとのことである<sup>4</sup>。現況においてその水供給量は僅少であるため、本検討においては水供給量として考慮しないこととした。

## ii) 水需要量

### ① 農業用水

農業用水の現況水需要量は、節 3.1.1 農業の表 3.1.26 に示すとおりである。

### ② その他の水需要

その他の現況水需要量として、上水の需要を考慮する。現況での上水の需要量は、表 3.1.30 に示すとおりである。

## iii) 予備的水収支解析の結果による考察

5年確率渇水年における現況での予備的な水需給の収支は、表 3.1.42 に示す結果となった。予備的水収支解析の結果により得られた考察を以下に箇条書きする。

- メヘルプールでは、11月から5月にかけて表流水の供給量が農業水需要量に比して不足している。
- チュアダングでは、12月の表流水供給量が農業水需要量に比して不足している。
- 表 3.1.43 に示すとおり、ジェナイダ、ラジバリ、フォリドプール、ノライル、ゴパールガンジ、クルナ、バゲルハットでは、2月のゴライ川からの取水量が不足する。特に下流に至るほど不足は深刻となり、ピロジプールでは、1月、2月のゴライ川からの取水量が不足する。
- ジェナイダ、マグラ、ジョソールノライルにて、乾季の浅層地下水が農業水需要量に比して大きく不足している。
- 家庭用水を浅層地下水に依存する現況においては、クシュティア、メヘルプール、チュアダング、ジェナイダ、ゴパールガンジ、マグラ、ジョソール、ノライルといった広い範囲で1月から3月にかけての用水確保が容易でない状況にある。
- シャトキラ、バゲルハット、ピロジプールでは、浅層地下水の塩分濃度が高いこともあり、表流水の農業需要量が多い。しかし、その供給は不足している。
- NWMPによると、塩害を抑制するためには南西部において 400 m<sup>3</sup>/s の流水が必要とされている。しかし、沿岸部に達する河川水の合計は、1月から5月にかけてそれを下回っており塩水遡上を招いている。

---

<sup>4</sup> BADC での聞き取り調査



表 3.1.42 水需給の収支の予備的検討（現況）

県名	水量 (m³/s)	区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
クシュティア	供給量	表流水	28	28	49	157	124	72	35	18	9	2	1	14
		地下水	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
	需要量	表流水	3	3	0	0	0	8	9	9	9	9	1	1
		地下水	15	6	3	3	3	3	5	9	44	53	48	57
	需給バランス	表流水	24	24	49	157	124	64	25	9	0	0	0	13
		地下水	38	47	50	50	50	48	44	9	-0	5	-4	
メヘルブール	供給量	表流水	0	0	9	57	43	19	5	3	2	1	0	0
		地下水	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	需要量	表流水	1	1	0	0	0	3	4	4	4	1	0	1
		地下水	6	2	1	1	1	1	2	4	18	22	20	24
	需給バランス	表流水	-1	-1	9	57	43	16	1	-1	-2	1	-0	-1
		地下水	17	21	22	22	22	22	20	5	1	3	-1	
チュアダング	供給量	表流水	28	28	43	121	98	60	38	21	4	2	1	14
		地下水	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
	需要量	表流水	2	2	0	0	0	6	7	7	6	1	1	1
		地下水	10	4	2	2	2	2	3	6	30	37	33	40
	需給バランス	表流水	25	25	43	121	98	54	32	14	-2	2	0	13
		地下水	28	35	37	37	37	37	35	33	8	1	5	-1
ジェナイダ	供給量	表流水	77	77	118	434	338	170	82	35	6	4	1	39
		地下水	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
	需要量	表流水	1	0	0	0	0	3	3	3	6	4	3	3
		地下水	41	8	3	3	3	3	6	10	96	109	87	90
	需給バランス	表流水	76	77	118	434	338	168	79	32	0	0	-2	36
		地下水	23	55	61	61	61	61	58	54	-33	-45	-23	-27
ラジバリ	供給量	表流水	3	0	30	48	33	22	3	2	8	9	2	8
		地下水	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	需要量	表流水	3	0	0	0	0	1	1	1	8	9	7	7
		地下水	5	1	1	1	1	1	1	1	10	12	10	10
	需給バランス	表流水	0	0	30	48	33	21	2	1	0	0	-5	0
		地下水	14	19	19	19	19	19	19	19	9	7	10	9
フォルドブール	供給量	表流水	4	0	35	56	39	25	3	2	9	11	0	9
		地下水	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	需要量	表流水	4	0	0	0	0	1	1	1	9	10	8	8
		地下水	6	1	1	1	1	1	1	1	12	15	12	12
	需給バランス	表流水	0	0	35	56	39	24	2	0	0	0	-8	0
		地下水	17	22	22	22	22	22	22	22	11	8	11	11
ゴバルガンジ	供給量	表流水	8	0	35	56	39	25	3	3	19	22	0	18
		地下水	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	需要量	表流水	8	0	0	0	0	2	3	3	19	21	16	17
		地下水	12	2	2	2	2	2	2	2	25	30	24	26
	需給バランス	表流水	0	0	35	56	39	23	0	0	0	0	-16	0
		地下水	10	21	21	21	21	21	21	21	-2	-8	-1	-3
ジョソール	供給量	表流水	30	31	104	364	210	235	70	37	18	10	4	41
		地下水	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
	需要量	表流水	2	0	0	0	0	4	4	4	8	5	4	4
		地下水	53	12	4	4	4	4	8	13	126	142	113	118
	需給バランス	表流水	29	30	104	364	210	232	66	33	9	5	0	38
		地下水	31	72	80	80	80	80	76	70	-42	-58	-29	-34
マグラ	供給量	表流水	82	83	123	445	294	236	77	32	4	2	0	49
		地下水	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	需要量	表流水	1	0	0	0	0	1	2	2	3	2	1	2
		地下水	22	4	1	1	1	1	3	5	51	58	46	48
	需給バランス	表流水	81	83	123	445	294	234	76	30	0	0	-1	47
		地下水	13	30	33	33	33	33	31	29	-17	-24	-12	-14
ノライル	供給量	表流水	93	95	156	633	376	360	90	35	4	2	1	52
		地下水	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	需要量	表流水	1	0	0	0	0	1	2	2	3	2	1	1
		地下水	20	4	1	1	1	1	3	5	48	54	43	45
	需給バランス	表流水	92	95	156	633	376	358	88	34	1	1	-1	51
		地下水	12	28	31	31	31	31	30	28	-16	-22	-11	-13
クルナ	供給量	表流水	92	130	212	731	420	425	80	28	3	4	2	75
		地下水	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	需要量	表流水	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4	3	3
		地下水	2	2	2	2	2	2	2	2	11	15	11	11
	需給バランス	表流水	91	129	212	731	420	424	80	28	0	0	-1	73
		地下水	31	31	31	31	31	31	31	31	21	18	22	22
シャトキラ	供給量	表流水	9	26	70	195	173	158	13	2	0	3	2	15
		地下水	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	需要量	表流水	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3
		地下水	1	1	1	1	1	1	1	1	9	12	9	9
	需給バランス	表流水	8	26	70	195	173	158	13	2	-3	-0	-0	13
		地下水	32	32	32	32	32	32	32	32	23	20	24	24
バゲルハット	供給量	表流水	1	35	73	115	61	83	1	1	3	4	2	34
		地下水	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	需要量	表流水	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3
		地下水	1	1	1	1	1	1	1	1	9	12	9	9
	需給バランス	表流水	0	35	73	115	61	83	1	0	0	0	-0	32
		地下水	32	32	32	32	32	32	32	32	23	20	24	24
ピロジブール	供給量	表流水	8	17	37	57	30	42	0	1	22	28	2	21
		地下水	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	需要量	表流水	8	3	0	0	0	0	0	0	21	28	19	20
		地下水	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	需給バランス	表流水	0	14	37	57	30	41	0	0	0	-0	-17	0
		地下水	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16

表 3.1.43 予備的水収支解析におけるゴライ川での取水（現況）

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1997/98	87	87	199	2,162	3,191	1,487	1,073	425	453	67	2	120
Kushtia	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	0
差分	87	87	199	2,162	3,191	1,487	1,073	425	447	67	2	120
Rajbari	3	0	0	0	0	0	0	0	7	8	2	8
差分	84	87	199	2,162	3,191	1,487	1,073	425	440	59	0	113
Jhenaidah	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
差分	84	87	199	2,162	3,191	1,487	1,073	425	440	58	0	113
Magura	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
差分	84	87	199	2,162	3,191	1,487	1,073	425	438	57	0	113
Faridpur	4	0	0	0	0	0	0	0	8	10	0	9
差分	81	87	199	2,162	3,191	1,487	1,073	425	430	47	0	104
Narail	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
差分	81	87	199	2,162	3,191	1,487	1,073	425	430	47	0	104
Gopalganj	8	0	0	0	0	0	0	1	18	21	0	18
差分	73	87	199	2,162	3,191	1,487	1,073	424	412	26	0	87
Khulna	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
差分	73	87	199	2,162	3,191	1,487	1,073	424	410	26	0	87
Bagerhat	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0
差分	72	87	199	2,162	3,191	1,487	1,073	424	408	25	0	87
Pirojpur	8	0	0	0	0	0	0	1	22	25	0	4
差分	64	87	199	2,162	3,191	1,487	1,072	424	386	0	0	83

Unit:m<sup>3</sup>/s

出典： JICA 調査団

### 3) 将来の流域水収支解析

#### i) 水供給量

気候変化の影響により、地球規模で降雨の集中と早魃の頻度や規模が大きくなることが指摘されている。また、当該地域の水系は堆砂や洪水氾濫により変化しつつある。しかし、10年後の降雨状況や水系の合流、分流の状態を予測することは容易でない。したがって、将来の流域水収支解析を行うにあたっては、5年渇水年雨量や水系の状態に変化はなく、水供給量は現況のままであると仮定した。

#### ii) 将来の水需要量

##### ① 農業用水

農業用水の将来の需要量は、節 3.1.1 農業の表 3.1.28 に示すとおりである。

##### ② その他の水需要

上水の将来の需要量は、表 3.1.31 に示すとおりである。

#### iii) 予備的水収支解析の結果による考察

10年後の予備的な水需給の収支は、表 3.1.44 に示す結果となった。予備的解析の結果、10年後の水収支の傾向は現況と概ね同様と予測されるが、水不足の深刻性が増している。

表 3.1.44 水需給の収支の予備的検討 (将来)

県名	水量 (m <sup>3</sup> /s)	区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
クシュティア	供給量	表流水	28	28	49	157	124	72	35	18	12	2	2	14	
		地下水	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
	需要量	表流水	4	5	0	0	0	11	12	12	12	12	2	1	2
		地下水	19	7	3	3	3	3	5	11	56	69	61	74	
	需給バランス	表流水	23	23	49	157	124	61	23	6	0	0	0	0	12
		地下水	34	46	50	50	50	48	42	-3	-16	-8	-21		
メヘルプール	供給量	表流水	0	0	9	57	43	19	5	3	2	1	0	0	
		地下水	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	
	需要量	表流水	2	2	0	0	0	5	5	5	5	1	1	1	
		地下水	8	3	1	1	1	1	2	4	24	29	26	31	
	需給バランス	表流水	-2	-2	9	57	43	15	-0	-2	-3	0	-0	-1	
		地下水	16	21	22	22	22	22	21	19	-0	-6	-2	-8	
チュアダंगा	供給量	表流水	28	28	43	121	98	60	38	21	4	2	1	14	
		地下水	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	
	需要量	表流水	3	3	0	0	0	7	9	9	8	1	1	1	
		地下水	13	4	2	2	2	3	7	39	48	43	51		
	需給バランス	表流水	25	24	43	121	98	52	30	12	-4	1	-0	13	
		地下水	25	34	37	37	37	35	31	-1	-9	-4	-13		
ジェナイダ	供給量	表流水	76	75	118	434	338	166	77	30	8	5	1	39	
		地下水	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	
	需要量	表流水	2	0	0	0	0	4	4	4	8	5	4	4	
		地下水	52	10	3	3	3	3	7	12	125	141	112	117	
	需給バランス	表流水	74	75	118	434	338	163	73	26	0	0	-2	35	
		地下水	12	53	61	61	61	61	57	52	-61	-77	-48	-53	
ラジバリ	供給量	表流水	3	0	30	48	33	22	3	2	10	12	2	10	
		地下水	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
	需要量	表流水	4	0	0	0	0	1	1	1	10	11	9	9	
		地下水	6	1	1	1	1	1	1	1	13	16	13	13	
	需給バランス	表流水	-1	0	30	48	33	20	2	0	0	0	-7	0	
		地下水	13	19	19	19	19	19	19	19	6	4	7	6	
フロイドプール	供給量	表流水	5	0	35	56	39	25	3	2	12	14	0	11	
		地下水	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	
	需要量	表流水	5	0	0	0	0	1	2	2	12	13	10	11	
		地下水	8	1	1	1	1	1	1	1	16	19	15	16	
	需給バランス	表流水	0	0	35	56	39	24	1	0	0	0	-10	0	
		地下水	15	22	22	22	22	22	22	22	7	4	8	7	
ゴバルガンジ	供給量	表流水	10	0	35	56	39	25	4	4	25	28	0	23	
		地下水	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	
	需要量	表流水	10	0	0	0	0	3	3	4	24	27	21	22	
		地下水	16	2	2	2	2	2	2	2	32	39	31	33	
	需給バランス	表流水	0	0	35	56	39	22	0	0	0	0	-21	0	
		地下水	7	21	21	21	21	21	21	21	-9	-16	-8	-10	
ジョソール	供給量	表流水	30	30	104	364	210	233	68	35	18	10	4	41	
		地下水	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	
	需要量	表流水	2	0	0	0	0	5	5	6	11	6	5	5	
		地下水	68	14	4	4	4	4	10	16	163	184	146	152	
	需給バランス	表流水	27	30	104	364	210	229	62	29	7	4	-1	36	
		地下水	16	70	80	80	80	80	74	68	-79	-100	-62	-68	
マグラ	供給量	表流水	80	81	123	445	294	232	73	27	5	3	0	47	
		地下水	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
	需要量	表流水	1	0	0	0	0	2	2	2	4	2	2	2	
		地下水	28	5	1	1	1	1	4	6	67	75	60	62	
	需給バランス	表流水	79	81	123	445	294	230	71	25	0	0	-2	45	
		地下水	7	29	33	33	33	33	31	28	-32	-41	-25	-28	
ノライル	供給量	表流水	90	93	155	633	376	354	84	29	4	2	1	50	
		地下水	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
	需要量	表流水	1	0	0	0	0	2	2	2	4	2	2	2	
		地下水	26	5	1	1	1	1	3	6	62	70	56	58	
	需給バランス	表流水	89	93	155	633	376	352	81	27	0	0	-1	48	
		地下水	7	27	31	31	31	31	29	26	-30	-38	-23	-26	
クルナ	供給量	表流水	89	128	212	731	420	419	73	21	4	5	2	72	
		地下水	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
	需要量	表流水	1	0	0	0	0	0	0	0	4	5	4	4	
		地下水	2	2	2	2	2	2	2	2	14	19	14	14	
	需給バランス	表流水	89	128	212	731	420	418	73	21	0	0	-1	69	
		地下水	30	31	31	31	31	31	31	31	19	14	19	19	
シャトキラ	供給量	表流水	8	26	70	195	173	157	12	1	0	3	2	15	
		地下水	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
	需要量	表流水	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4	3	3	
		地下水	1	1	1	1	1	1	1	1	12	16	12	12	
	需給バランス	表流水	7	26	70	195	173	157	12	0	-3	-1	-1	11	
		地下水	31	32	32	32	32	32	32	32	21	17	21	21	
バゲルハット	供給量	表流水	1	35	73	115	61	83	1	1	4	5	2	34	
		地下水	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
	需要量	表流水	1	0	0	0	0	0	0	0	3	5	3	3	
		地下水	1	1	1	1	1	1	1	1	12	16	11	12	
	需給バランス	表流水	0	35	73	115	61	83	1	0	0	0	-1	31	
		地下水	31	32	32	32	32	32	32	32	21	17	21	21	
ピロジプール	供給量	表流水	8	17	37	57	30	42	0	1	22	28	2	21	
		地下水	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	需要量	表流水	8	3	0	0	0	0	0	0	21	28	19	20	
		地下水	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	需給バランス	表流水	0	14	37	57	30	41	0	0	0	-0	-17	0	
		地下水	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	

## 3.2 水関連災害

### 3.2.1 河川管理・災害の現況

#### (1) 対象地域の河川管理・災害の現況

節 2.3.3 に述べたように、河川管理については BWDB および LGED が所管し事業を行っている。現在実施に至っているのは、主に BWDB はガンジス河がブラマプトラ川と合流した下流右岸側の堤防補強、ゴライ川の浚渫と護岸、クルナ地域における TRM、シャトキラの輪中堤の修復および統合水資源管理プロジェクトであるノライル、チェンチュリー・ビール・プロジェクトにおける堤防補強と排水路の浚渫である。一方、LGED は小規模水資源管理の一環で堤防のかさ上げおよび補強をバゲラット他で実施している。

BWDB は、近年大幅な合理化を実施して人員を削減した。その影響は計画、設計、施工管理等あらゆる面で影響し、事業の円滑な実施に影響を落としている。

「バ」国の水関連災害については前述の表 2.3.3 に 1990 年以降の記録を示した。これらの被害の District 別内訳は、調査期間中には入手できなかった。対象地域の水関連災害の現況を調べるため、文献やアンケート調査によって各地の水関連災害について検討を行った。対象地域における水災害としては、以下の問題が挙げられる。

- フォリドプール近傍の堤防が崩壊してガンジス河が溢水する洪水被害
- 域内ゴパルガンジ、チュアダンガ、フォリドプール、クシュティア等の河川が砂に埋まって通水能力が低下したために排水不良となり、自流域からの流出が溢水する洪水
- クルナ、ジョソール、ピロジプール、バゲルハット、ノライル等で潮位により下流の水位が高くなり、排水不良が生じておきる浸水と塩水の浸入。またシャトキラでは高潮位と高波がかさなり、輪中堤が崩壊した。

現地踏査時に、これらの問題を確認できた。また、サイクロンは高潮と波浪高を上げることで輪中堤の崩壊等の被害をこの地域にもたらしていることも現地で確認できた。このほか、前述した砂による河川流下能力の減少やゴパルガンジのように水道水源に土砂が混入する被害も無視できない。

1998 年の洪水によって冠水した地域を図 3.2.1 の河川模式図に示す。

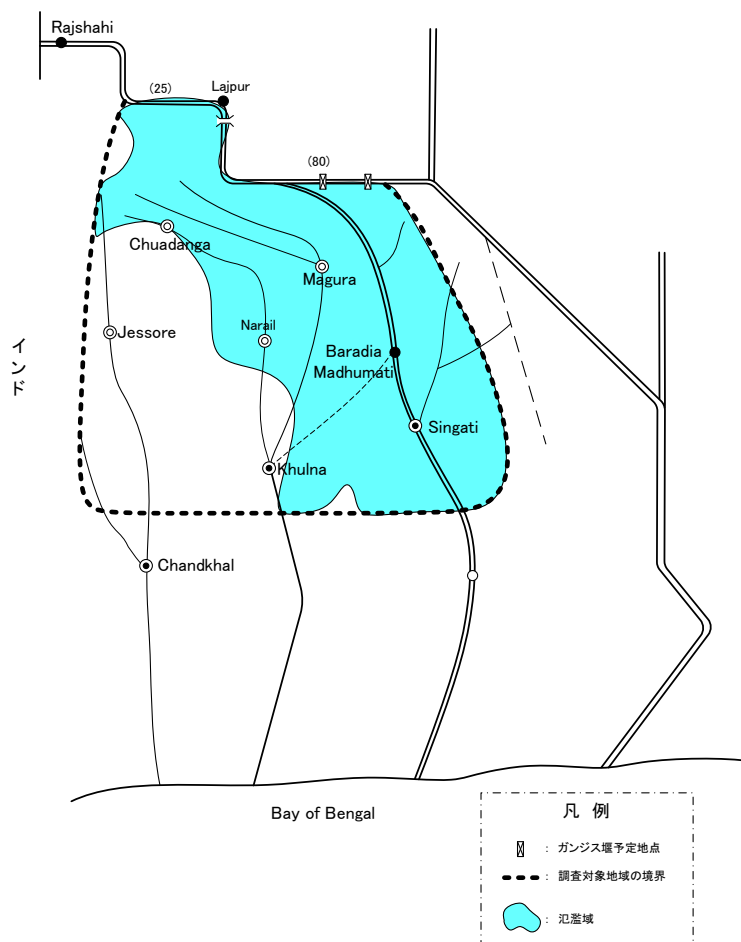


図 3.2.1 1998 年洪水による被災地域

(2) アンケート調査結果から得られた水関連災害の情報

表 3.2.1 は対象地域内の各 District に対して行ったアンケート調査の結果をまとめたものである。地域全体で、被害が最も深刻に受け止められているのは河岸侵食で、これは農地等、資産を喪失する事に対する反応であろう。フォリドプールの河岸侵食はガンジス河右岸に設けられ、度々溢水によって流されてきた事情を反映している。シャトキラ、バゲルハット、クルナの河岸侵食には、輪中堤がサイクロンに起因する高潮によって崩壊する被害も含まれている。次に深刻なのは浸水であるが、洪水との峻別はされていない。その意味では洪水と重ね合わせて判断する必要があるだろう。従って河道が堆砂によって通水能力を失い、それによって洪水になったり、浸水を起こしたりする被害は河岸侵食に劣らず深刻であると判断するべきであろう。旱害の被害に対する受け止めは比較的深刻ではない。これは砒素に汚染された浅層地下水が広く利用されていて、その水は乾季の一部を除くと取水可能であるということであって、表流水はほとんどの地域で乾季には枯渇する。もし、より安全な表流水に水源を転換するとなると、極めて深刻な問題になる。塩水化の被害は、いわゆる塩水楔の問題のほかに、潮位が高く波浪高も高い場合には、堤防を越えた海水がため池の水を塩水化する被害もある。

表 3.2.1 District 別水災害

District	旱害	塩水	洪水	浸水	河岸侵食
マグラ	2	0	0	2	2
ジェナイダ	2	0	0	2	2
チュアダンガ	2	0	1	2	0
メヘルプール	1	0	0	1	0
ジョソール	0	1	0	2	0
ノライル	0	1	2	2	2
ゴパルガンジ	0	2	0	2	2
ピロジプール	0	1	0	0	1
フォリドプール	0	0	2	0	2
ラジバリ	2	0	0	1	2
クシュティア	1	0	2	2	2
クルナ	1	2	0	2	2
シャトキラ	1	2	1	1	2
バゲルハット	0	2	0	0	2

注 ; 0 : 災害なし、1 : 災害あるが限定的、2 : 深刻な被害を蒙っている

#### (4) ゴライ川の河川管理・災害の現況

ゴライ川は、ガンジス河のハーディング鉄道橋から約 13 km 下流の右岸タルバリア地点、ガンジス河からの分派河川である。分流点から約 5 km の右岸にクシュティア市、約 12 km に鉄道橋がある。

ゴライ川は、全長約 300 km、勾配約 4/100,000 で、分流点から約 65 km のカマルカル（マグラ付近）から下流は河川名がマドウマテイ川となり、最終的には、バレスワール川からベンガル湾に注ぐ（図 2.3.2）。途中約 110 km のバチアパラ付近、同じくガンジス河の派川であるチャンダナ川（分流点での土砂堆積で、乾季ではガンジス河から流れていない）が合流している。ゴライ川は、中流部（分流点から約 15 km～150 km の区間）の河道が大きく蛇行している（図 2.3.2）。この区間では、河岸浸食や湾曲部の深掘れによる河岸崩壊、河道湾曲部の自然的な Short-cut が問題となっている。

20 世紀初期、約 130 km のバルディア地点、Helifax Cut によってゴライ川からナバガンガ川へ分流が始まった。現在、ナバガンガ川はマグラ地区を上流域とし、クルナ市を經由してプスール川からベンガル湾に注ぐ河川である。同時期マダリプールビールルート（MBR）が掘削された。MBR は、パドマ川に水源を有し、ゴライ川分流点から約 140 km のゴパルガンジ地点にゴライ（マドウマテイ）川と合流している。これら以外にも大小幾つの水路（ルプサ川、等）があり、これらの河川（Canal）は、最初では 19 世紀中期ごろに航路確保（舟運）を目的として掘削され、現在は北東地区（パドマ川水系）から南西地区へ淡水供給の重要なルートとなっている。

近年、分流点付近ガンジス河本川の砂州移動や河床変動に加え、上流ファラッカ堰の影響や流入浮遊土砂の堆積により、乾季（主に 4～5 月）において、ゴライ川はガン

ジス河から分流がなく、断流状態が続いている。断流のイメージを図 3.2.2 に示す。写真 3.2.1 に 1973 年から 1999 年の間、ゴライ川分流点付近のガンジス河の河床変動、砂州移動の衛星画像を示す。同期間上下流区間のガンジス河の平面変遷、砂州移動の衛星画像（節 2.3.4 の図 2.3.20）から特定したゴライ川入口部の河岸位置の変化を図 3.2.3 に示す。

節 2.3.4 に述べた通り、上流右岸の河岸浸食による後退や左岸側砂州の拡大により、1973 年にほぼ直線方向に流れたゴライ川への分流が 1990 年代から S 字方向の流入となった。さらに図 2.3.20、図 2.3.11 から判るように、分流点前面のガンジス河の砂州が大きく変動・移動したことにより、流入部の左岸に流れが集中し、河岸浸食が進行した。ここで、分流点部堆砂対策のほか、流入部左岸側の河岸浸食防止対策が緊急に必要と考えられる。しかし、ガンジス河の水理、流砂現象は、複雑かつ大規模であるため、人的要因への反応の長期予測は難しく、ガンジス河本川における護岸以外の大規模な構造物対策は慎重に検討を進める必要がある。



図 3.2.2 ゴライ川分流点の堆砂のイメージ

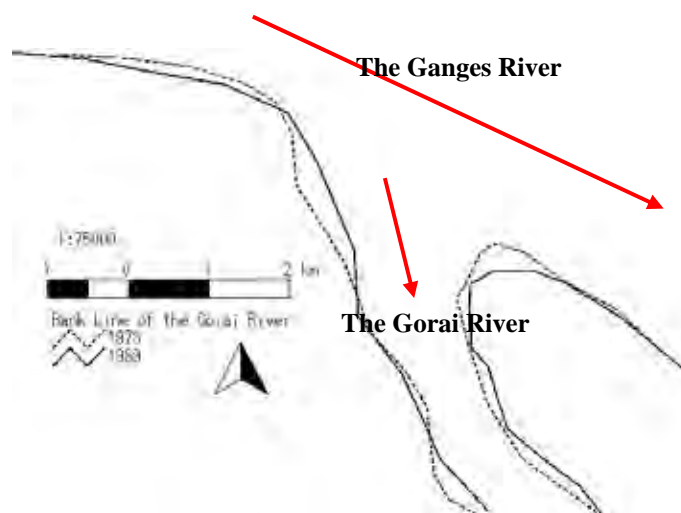


図 3.2.3 ゴライ川分流点での 1977 年から 1999 年にかけての河岸線の変遷

### 3.2.2 ゴライ川の河床・河道変動分析

#### (1) 分流点地点

この地点のゴライ川は川幅が広く、右岸側は堆積、左岸は侵食されている。右岸側に数 km にわたって昨年に施工された護岸があり、3 km 地点に水制工があり、水制工前面に深掘れが生じたようである。一方、左岸側では護岸等工事がなく、粘性材料の河岸ではあるが、雨季に流速が速いために河岸が侵食されている。数年前に低水護岸を施したが、流されたとのことであった。河床材料は、主流部は細砂である。(写真集の写真 21～24 参照)

河道は 1998～2000 年にゴライ川復旧事業 (Gorai River Re-excavation Project: GRRP) にて浚渫したが、数年後に再び断流し、現在、Phase II として 2010 年 1 月から GRRP



の浚渫が分流点から実施されており、5月20日時点で約3kmまでに進んでいた。浚渫は主流部に底幅40m、分流点で高さ0 m+PWD、勾配4/100,000で行われている。浚渫土砂は両側高水敷きに固めるように処理されている。Phase IIは5年間続けて実施する予定である。(写真集の写真25,26参照)

#### (2) 分流点から12 kmの鉄道橋地点

この地点のゴライ川は堤防および護岸が施され、幅は広く低水路幅約500 m、堤防間幅約1,200 mである。5月19日時点では、土砂堆積のため流れがなく、断流状態であった。河床材料はほとんど細砂であり、河床はトラックが走れるほどに固まっている。(写真集の写真27~30参照)

#### (3) 分流点から30 kmのコーンヤ付近

この地点の河床材料は主にシルトと粘土であり、蛇行河川の湾曲部外岸側の深掘れにより河岸にひび割れが生じ、大雨も加え、大規模な河岸崩壊が発生した。写真の方の家は数年前に川の真中にあった(当時右岸の位置)が流された。このような現象は、7~9月に発生することが多かったという。

付近に局所的に護岸工が施されている場所はある。全区間の護岸は検討されたがまだ実施されていない。

2010年5月20日時点で流れがなく、ゴライ川はまだガンジス河と接続できていなかったと推定される。また、下流とも接続していなく、この区間の河川区間は孤立し池となっていた。このような時期には、水位が低く農家のポンプでは水が汲み上げられないと農家の方は言う。(写真集の写真31~34参照)

#### (4) 分流点から65 kmのカマルカル道路橋位置(マグラ付近)

この地点には大きな蛇行区間にある。川幅が500 m程度で、左岸側に大きな寄州があり、右岸側の河床高が-4 m+PWD弱で現在は安定している。河床材料はシルト、粘土である。(写真集の写真35,36参照)

#### (5) 分流点から110 kmのバテニアパラ付近

ゴライ川ではマグラ付近から下流は河川名がマドウマテイ川となる。この場所では、潮位変動による影響を受けている。

この区間は大きな蛇行区間にあり、川幅は500 m前後で、河床高が-4 m+PWDより低く水深は深い。護岸が施されている。

2010年5月23日18:30頃、引潮開始30分後、下流向きの流速数cm/s程度の流れが目視で確認できた。表層水は汽水であることも直接確認された。少なくとも、ゴライ川分流点部における断流のため、塩水はここまで遡上していることがわかる。(写真集の写真37,38参照)

#### (6) マドウマテイ(ゴライ)川、MBR合流地点(ゴパルガンジ付近)

MBR と合流したマドウマテイ川は幅が広くなり、MBR の影響を受けて右岸が侵食されている。合流前の上流河川は幅が狭く、水深も浅いようである。

5月23日17:00頃、上げ潮終了の約30分前、マドウマテイ川は上流へ逆流、MBR はマドウマテイ川へ流れていた。このことから、MBR はマドウマテイ川および南西部下流域の重要な淡水供給ルートとなっていることが推定できる。

ゴライ川においては、BWDB が定期的に横断測量を実施している。図 3.2.4～3.2.11 (付図) に 1973～2005 年間代表地点の横断測量結果を示す。断面位置は図 2.3.10 の RMGM02～42 を参照されたい。

- 1970 年代には、分流点部 (RMGM02 断面) の 12 m+PWD 高さのゴライ川幅が 500 m 弱であったが、その後、拡大し現在では 800 m 強にも達している。その結果、雨季中の流入流量が増え、同時に流入土砂も増加している可能性があると推測する。
- ゴライ鉄道橋付近の RMGM06 断面付近においては、1973 年ごろに 200 m 程度しかなかった川幅が、1979 年以降、500 m 程度に広がった。現在、堤防間川幅は 1,200 m ほどもある。最深部河床高も土砂堆積の影響で当時の 2 m+PWD 程度から現在の 5m+PWD 強にまで上昇した。また、恐らく河岸浸食が原因で、流路が 1 km 以上左側 (蛇行湾曲部の外岸) へ変更している。
- 中流部の RMGM10 断面 (分流点から約 30 km) では、両岸に河岸浸食と堆積が交代に発生し、土砂堆積もあって現在最深部河床高は 3 m+PWD 弱となっている。
- 分流点から約 65 km の RMGM17 断面は、河道の大きな蛇行部にあり、流路が 600m ほど右側へ大きく変更された。また、左岸側に土砂堆積により大きな接岸砂州が形成されている。一方、近年には河床の最深部は上昇することがなく、ほぼ安定している。最深部標高も -3 m+PWD 以上あり、乾季でも流路が確保されている。
- 分流点から約 90 km の RMGM22 断面は同じく蛇行部にあり、主流路位置が不安定で流路変更が度々生じている。現在では右岸側河床が深く、中州が形成されている。最深部の河床高は -6 m+PWD もあり、中州の影響を除けば乾季でも流路が確保されていると推定する。
- 分流点から約 115 km の RMGM28 断面は大きな蛇行部にあり、流路変更が活発である。現在では、最深部の河床高は -10 m+PWD で深く、乾季でも流路が十分確保されている。
- 分流点から約 135 km の RMGM35 断面は、ナバガンガ川へ分流地点と MBR と合流地点間のマドウマテイ川にあり、分流で流量が減り、川幅が 100 m 未満で狭い。最深部の河床高は -6 m+PWD 以上で深く、乾季でも流路が十分確保されている。
- 分流点から約 170 km の RMGM42 断面は、流路が安定で最深部の河床高は -8 m+PWD で深く、乾季でも流路が十分確保されている。

以上の断面測量結果から、RMGM02～RMGM10 の土砂堆積区間では、1970 年代と比べて最深部河床が 4 m ほど上昇し、特にゴライ鉄道橋付近までの区間では河床高が 5m +PWD 以上で、ガンジス河最低水位より高くなっていることがわかった。一方、

RMGM17 より下流では、最深部河床高が-3 m+PWD より低く、乾季でも流路が十分確保されている。

しかし、土砂堆積は進行している。2008 年に観測されたゴライ川の最深および平均河床高(流量が 1,000 m<sup>3</sup>/s の水面相当の断面平均河床高)の縦断変化を図 3.2.12 に示す。2005 年から河床は全面的に上昇していた。分流点～130 km までの断面平均河床高は、ほぼすべて 0 m+PWD 以上となり、さらに分流点から 80～120 km 区間の最深河床高が 0 m+PWD に接近している。2005 年当時、90 km より下流区間の最深河床高はすべて -6 m+PWD 以下となっていた。

土砂堆積のため、ゴライ川では乾季、特に断流期間に上流から淡水の流入がなく、海水の遡上により中下流部は塩害が深刻である。近年、被害が増している。

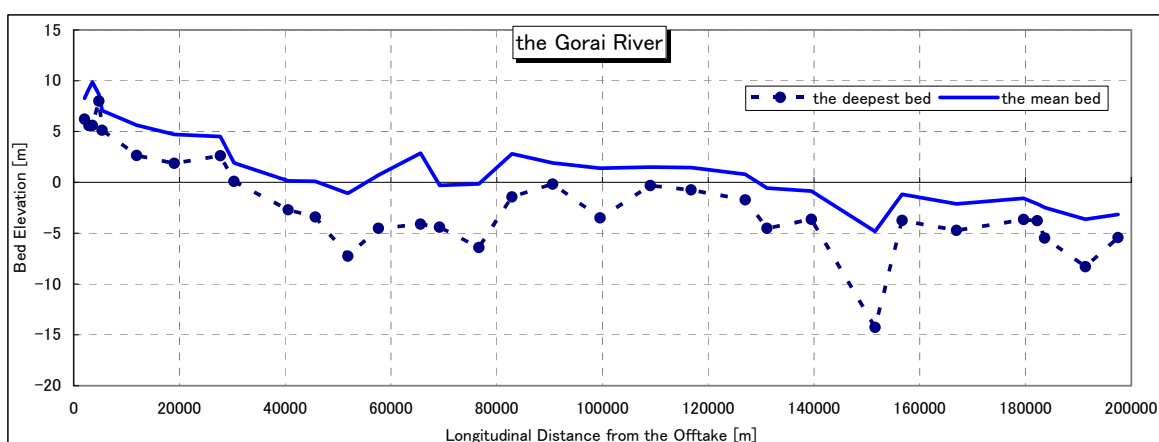


図 3.2.12 ゴライ川河床の縦断図(2008)

以上の分析から、ゴライ川においては大きく分けて以下のように3つの土砂問題(課題)があることが判る。

- 流入部(分流点)から約 30 km 付近までの土砂堆積による乾季での断流
- 分流点から約 15～150 km の中流部での河岸浸食、湾曲部の深掘れによる河岸すべり、崩落、さらに流路変更による土地の流失
- 乾季において、流入部の断流により上流からの淡水供給がなくなり、中下流部での深刻な塩害

これらの問題は、土砂堆積区間の浚渫、河道蛇行区間の護岸や深掘れ対策、塩水進入の防止対策など、それぞれ個別に解決する対策もあるが、有効な解決策とはならず、土砂堆積のメカニズムから対策を検討することが望ましいと考える。

#### (7) ゴライ川土砂堆積のメカニズム

GK Intake 部の土砂堆積と同様、ゴライ川の土砂堆積はガンジス河からの分流とともに流入する浮遊砂が主因であると考えられる。

ガンジス河の河床勾配は約 5/100,000、ゴライ川の河床勾配は約 4/100,000(下流ほど緩くなる)で差があり、洪水時流速も前者が 2 m/s 以上、後者が 1.5 m/s 程度かそれ以

下（中下流部では断面が大きく、流速がさらに遅くなる）である。さらに、ガンジス河の水深がゴライ川より深い。これらの要因から、ガンジス河の流れの土砂流送能力がゴライ川よりはるかに大きいのは自然である。一方、ゴライ川へ分流されるのはガンジス河の水であり、洪水時にその水とともに土砂も流送されている。すなわち、ゴライ川への土砂流入条件は、分流点前面のガンジス河の水理量によって決められている。したがって、分流したガンジス河の濁水は、ゴライ川に入った途端に粒径の粗い順から洪水流下とともに浮遊砂の沈降堆積が始まり、細かいシルトと粘土の一部を除き、そのほぼすべてが分流点から数十 km の区間に堆積してしまう。シルトはより下流に運ばれ、時間をかけて下流河床に堆積される。分流がある限り、ガンジス河からゴライ川へ土砂の流入は避けられないし、流入した土砂のほとんどがゴライ川の河床に堆積してしまうのは現実である。なお、土砂粒子の沈降速度を表 3.2.2 に示す（水温 30°C の場合）。

表 3.2.2 ストークス式による粒径別の沈降速度

Diameter (mm)	Settling Velocity (mm/s)
1	1123
0.1	11.2
0.03	1
0.01	0.1
0.005	0.028
0.001	0.001

注： the water temperature is assumed to be 30°C

雨季（7～10月）のゴライ川への分流量は平均で 3,000 m<sup>3</sup>/s 強にも達している。この期間、ガンジス河の浮遊砂濃度が平均で 700 ppm (mg/l) 強である。参考に、クシュティア付近地点の土砂量観測結果を図 3.2.11 に示す。その他期間の流入を無視しても、7～10月の間に、ゴライ川に流入する土砂量は約 1,643 万 m<sup>3</sup> となる（1年間の流入土砂量に近い）。ここで近似的に土砂粒子の密度を 2,650 kg/m<sup>3</sup>、空隙率を 0.5 とした。

#### Sediment Transport Volume into Gorai River

$$\begin{aligned}
 &= \text{Discharge} \times \text{SS concentration} \times \text{Time (duration)} / \text{Particle Density} / (1 - \text{porosity}) \\
 &= 3000 \text{m}^3/\text{s} \times 700 \text{g}/\text{m}^3 \times 120 \text{days} (4 \text{months}) / (2650 \text{kg}/\text{m}^3 \times (1 - 0.5)) \\
 &= 16,432,302 \text{m}^3
 \end{aligned}$$

仮にそのうち 1,000 万 m<sup>3</sup> の土砂が堆積厚を分流点で 4 m から距離とともに減少し、幅 200 m の堆積帯なら、堆積厚が 0 m になるまでの距離を推定すると 25 km にもなることが判る。前述の河川断面データから、実際の土砂堆積量はこれと多少異なるが、分布パターンは一致している。この堆砂量は毎年発生し、堆砂範囲（フロント）は時間とともに下流へ進むこととなっている。

Observed and simulated sediment rating curve at Kushtia, monsoon 1998

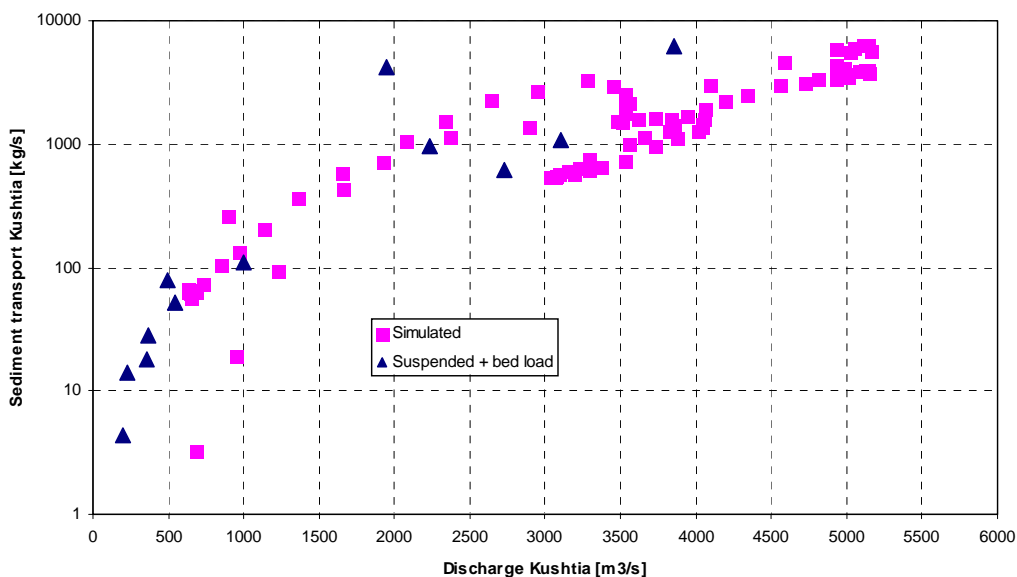


図 3.2.13 ゴライ川クシュティア地点における流量と流砂量の関係, 1998 (IWM)

実際、1998～2000年の3年間にオランダ政府とベルギー政府の出資の下で、GRRPにて河床の浚渫が行われた。分流点から30 kmまでのゴライ川河床から合計約2,400万 $m^3$ の土砂が浚渫あるいは掘削除去された<sup>5</sup>。浚渫は分流点から3kmまでは200 m幅、残りは100 m幅で行われた。しかし、2000年に浚渫を終了すると再び堆積が始まり、図 3.2.4～3.2.6にも示されたように、2005年までに土砂堆積により再びゴライ川は断流状態になった。むしろ、浚渫で断面を上げた分、雨季に流入流量とともに流入土砂量も増え、堆積する土砂量が増加した可能性がある。

現在、GRRPの二期にて2009年7月から浚渫が再度実施されている<sup>6</sup>。計画では幅100 m、分流点浚渫高さ1.88 m+PWD、勾配1/10,000としたが、実際は幅40 m、分流点浚渫高さ0 m+PWD、勾配4/100,000で行われている。前回と同様、この浚渫工事が完全実施されたとしても土砂流入および堆積が毎年生じるので、数年後に堆砂回復によりゴライ川は再び断流されるリスクが大きいと予想される。

以上の断面測量結果、ゴライ川土砂堆積のメカニズム分析、浚渫およびその後堆砂回復の実績などから、浚渫のみでの堆砂対策は限界があることがわかる。

<sup>5</sup> BWDB, Bangladesh, Gorai River Re-excavation Project (Pilot Priority Works), April 2001.

<sup>6</sup> BWDB, Bangladesh, Gorai River Restoration Project, 2009.

### 3.3 水資源の保全

総合水資源管理の対象としても一つの重要な分野が水資源の保全に係わる事柄である。「水資源管理」を考える上では、「治水」、「利水」のみならず「環境」への視点が必要であり、またこの3つのうちの1つないし2つを満足すれば良いものでもない。本調査の調査団には、自然環境や地下水に関する専門家は参加していないが、収集した既存資料で分かる範囲、更には専門家からの聞き取りの結果などを用いて現状を整理した。

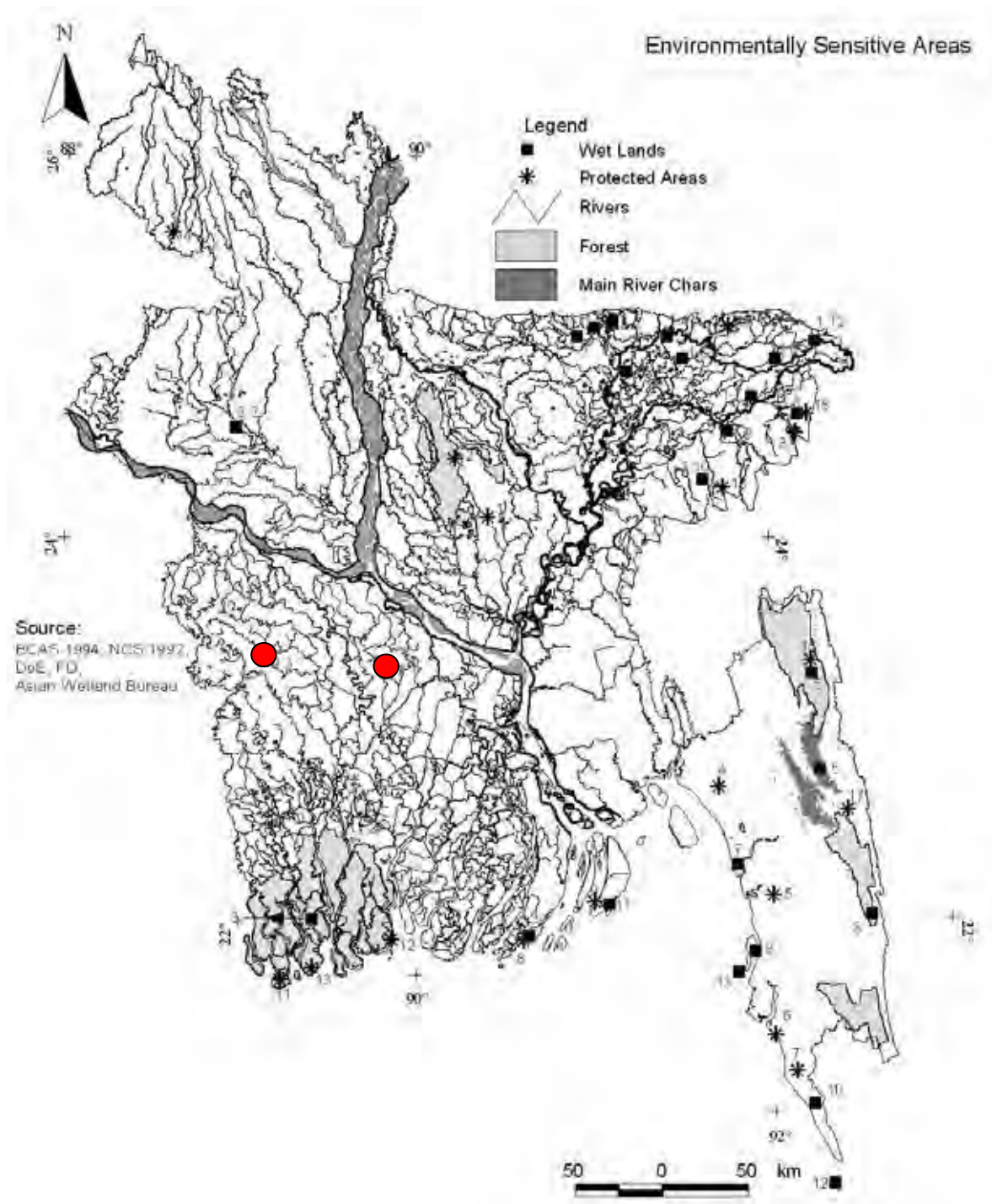
#### 3.3.1 環境の悪化が懸念される地域

南西地域において、環境保全上重要なエリアとしてシュンドルボンが挙げられる。シュンドルボンは世界遺産であり、またラムサール条約で保全の義務が定められている。そのほかには、図 3.3.1 に示すとおり、南西地域の二箇所の湿地帯（Marjat, Ataganga Baors）が特に重要な自然環境と認識されている。

シュンドルボンでは、インド領ファラッカ堰の建設に伴うゴライ川の流量の減少により塩害（例えば、塩水による穀物のダメージ）が顕在化している。また、湿地帯や湖沼では、農業用水の過取水、土地の灌漑地化の進展、更には洪水防御・排水事業による陸化の進行、河川との生態系の断絶などの問題が指摘されている<sup>7</sup>。

---

<sup>7</sup> NWMP, Annex G Environment, p.9



注：赤丸の位置には、南西部において重要と認識されている湿地帯が所在する

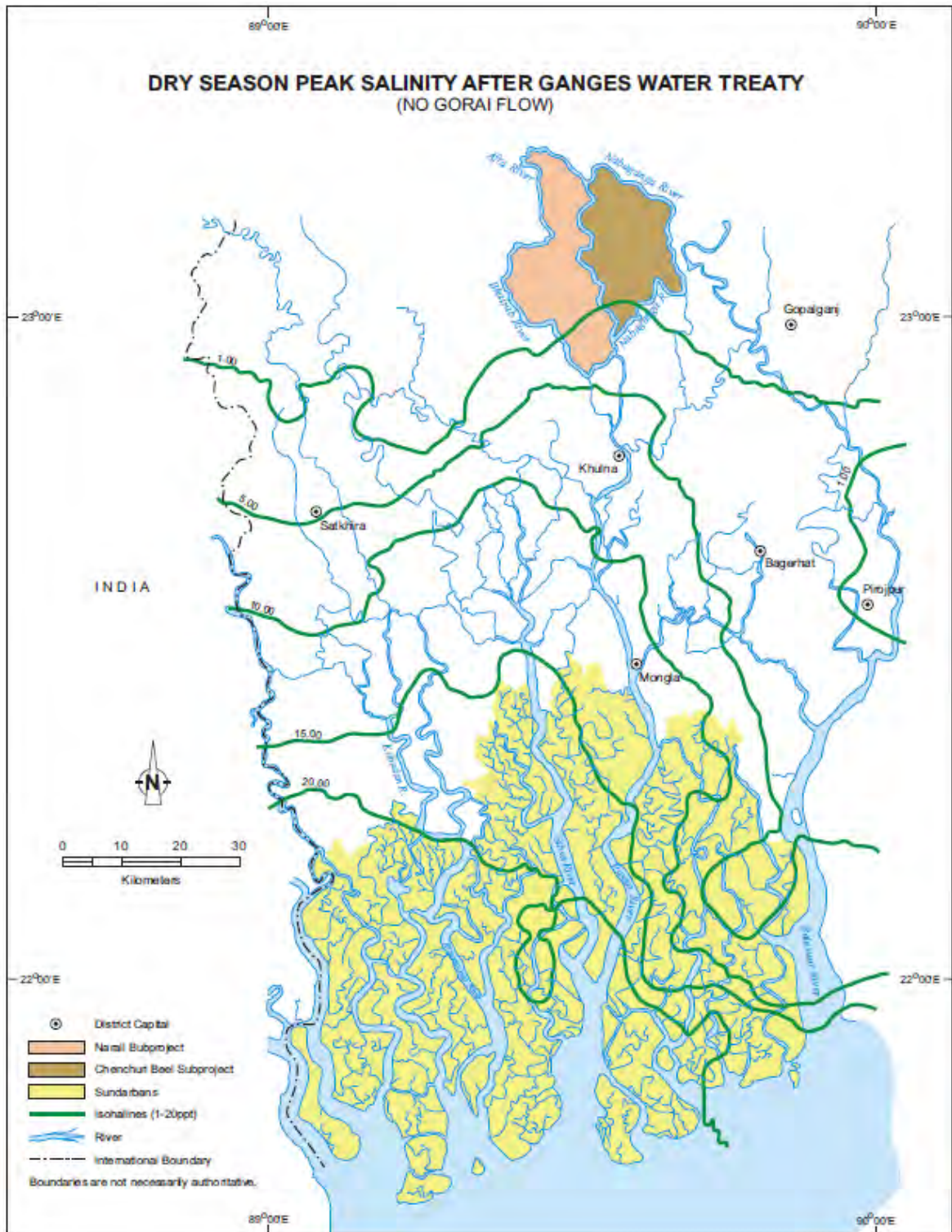
出典：NWMP

図 3.3.1 環境の悪化が懸念される地域

### 3.3.2 表流水に係わる現況

クルナ県等、南西地域の沿岸部では、乾季のゴライ川流量の減少に伴う塩害が 1990 年代ごろから顕在化してきた。図 3.3.2 はゴライ川の流量がない場合の乾季の塩水濃度分布を示している。米の生産のための許容塩分濃度は 2 ppm 以下といわれるが、塩

水遡上のピーク時には、塩分濃度 2 ppm 以上の塩水がジョソール、ノライル、ゴパルガンジ各県の南部にまで達する。



出典：Southwest Area IWRMP, Summary of EIA, Jul 2005

図 3.3.2 乾季のピーク時の塩分濃度分布



### 3.3.3 地下水に係わる現況

#### (1) 概説

地下水は、化学肥料、殺虫剤及び除草剤の残留物、塩化合物、重金属、揮発性有機物など、人間の生産活動に伴う有毒物質が混入する可能性を有している。特に井戸水に含まれる砒素、塩分、鉄分、ウィルス、マンガン、ホウ素、窒素化合物、リン酸塩などを過剰に摂取した場合、人体等に重大な影響を及ぼしている。

#### (2) 砒素汚染

「バ」国の水質基準では、飲料水の砒素濃度を 0.05 mg/l 以下と規定している（世界保健機構(World Health Organization: WHO)では 0.01 mg/l 以下）。図 3.3.3 は砒素濃度が基準値を上回る井戸水が出る井戸数の割合を示している。図に示すとおり、南西部は「バ」国内においても井戸水の砒素濃度が基準値を満足しない割合が高いといえる。

「バ」国全体では、3,000 万人を越える国民が砒素濃度の基準値を超える井戸水を飲料水として利用せざるを得ない状況であり、様々な病状の発生や死亡者が報告されている。その内 90%以上、2,700 万人以上は農村に住んでいる。砒素に対して最も脆弱なのは栄養不良の人達である。女性は砒素の害により病気になるだけでなく、結婚ができなくなり家族と共同体の重荷と見なされるといふ社会的な影響を受ける。

農作物への蓄積も懸念されており、葉系の野菜やココナッツ、メロンなどに蓄積されやすいとする説や米などの穀物よりも根系の作物（人参など）に蓄積する事例などが発表されているが、未だ不明な点が多いといわれる。

砒素汚染は深さ 30 m 程度に集中する傾向があるが、深さ 200m 以深でもまれに検出されることがある<sup>8</sup>。図 3.3.4 は深さ 200m 以深の井戸での砒素濃度の分布を示している。当該地域ではノライル及びジョソールで基準値を上回る砒素濃度が確認されている。

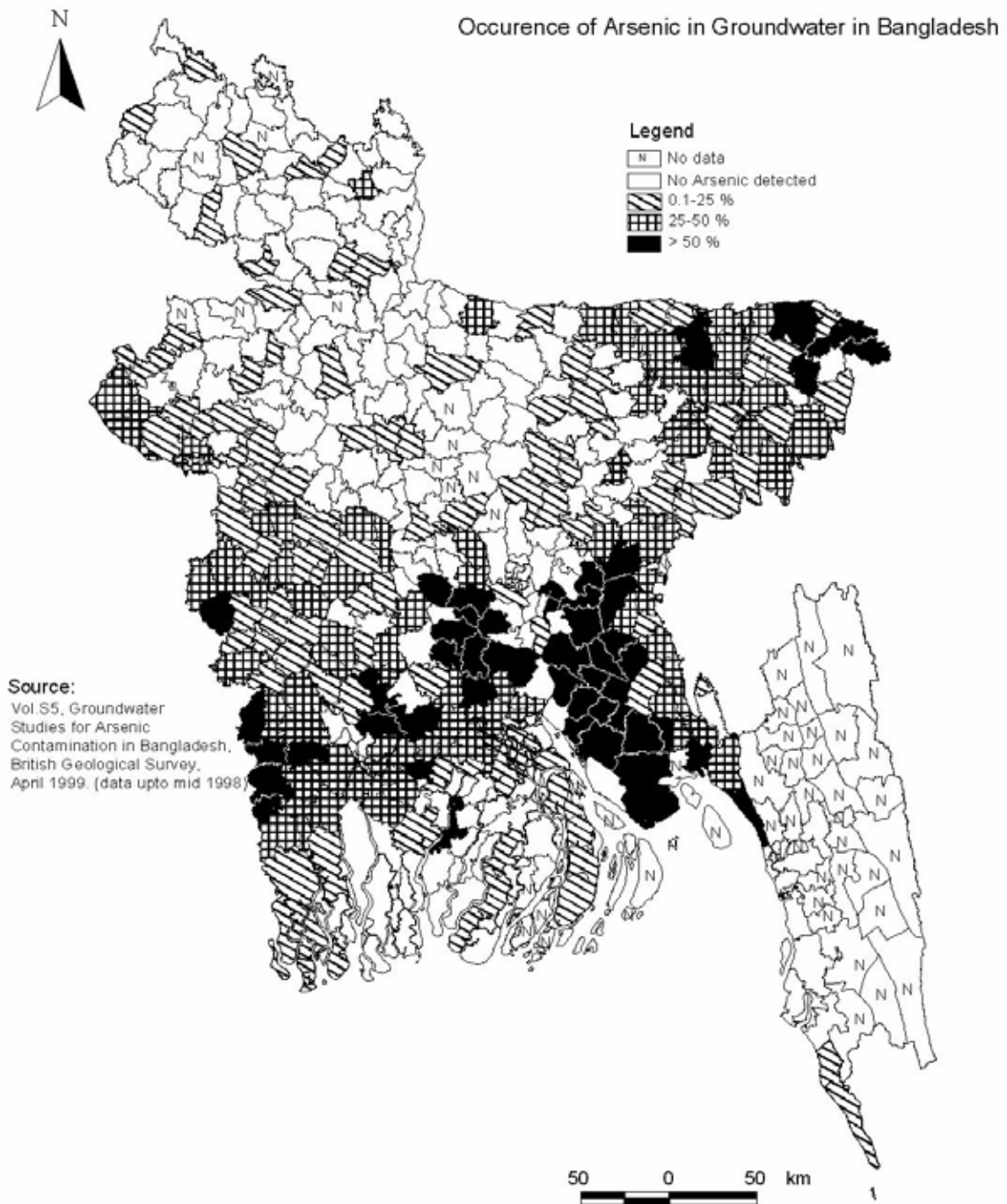
砒素の除去は比較的容易であることが確認されており、その簡易除去への取り組みも実施されている。しかし、確実な砒素除去のモニタリングは機能していない上に高濃度砒素の除去が難しく、除去後の砒素の処理方法も確立していないため、砒素除去は実際には十分な効果を上げているとはいえない。<sup>8</sup>

#### (3) 塩害

ゴライ川の流量減に伴う表流水に係わる塩害については先に述べたが、地下水についても上流側での過剰な井戸水の揚水により、塩害が問題となっている。沿岸域では飲料水や農業用水として利用可能な水を揚水するためには、深さ 150m 以上、場合によっては 450 m もの深さまで井戸を掘る必要があるといわれる。そのような深井戸は、当然ながら建設や維持管理の費用が高くなる。高品質、高コストな深井戸の水は、飲

<sup>8</sup> 2010 年 5 月 18 日、砒素汚染の軽減技術に係わる JICA 専門家からの聞き取り

料水として利用し、農業用水としての利用には規制を掛けるべきという議論がある。



出典：NWMP

図 3.3.3 砒素濃度が基準値を上回る井戸水が出る井戸数の割合

#### (4) 地表の汚物による汚染

井戸水の排泄物等による汚染は、帯水層そのものの悪化ではなく、井戸の構造的な問題が主因の場合が多いといわれる。ある調査では、半数の井戸が汚染されていたが、そのほとんどの原因は井戸の孔口高が十分に高くないことによるとされている。井戸

の孔口高が低いため、雨季には汚染物質を含んだ地表の水が井戸に流れ込んでいるというのである。

#### (5) マンガンその他

マンガン、アンモニア、リン、鉄等、飲料水としての基準値を超える井戸水が各地で確認されている。

マンガンの水質基準は 0.1mg/l 以下であるが、「バ」国西部ではその基準値を超える井戸水が確認されており、人体への悪影響が懸念されている。

フロリダプールでは、水質基準を大きく上回るアンモニア濃度が検出されている。水質基準 0.5mg/l に対して 1.1mg/l を確認され、全国で最も濃度が高い。

#### (6) 下水と衛生施設

衛生的なトイレへのアクセスが可能な人口の推移は、「MDGs Mid Term Bangladesh Progress Report 2007」などによれば 2000 年に農村 35%、都市 60%であったのが、2007 年には農村 85%、都市 86%に達したとされ、この伸び率が続けば 2010 年に 100%という目標も不可能ではないと考えられた。しかし、国連児童基金（United Nations Children's Fund: UNICEF）と BBS による「Multiple Indicator Cluster Survey, 2006」では、衛生的なトイレへのアクセスが無い人口は農村で 68%、都市部で 42%ということが分かった。2003 年 DPHE の調査で、73%の人がトイレの無い理由として資金が無いことを挙げている。

### 3.4 ステークホルダーへのヒアリング及びアンケート調査

#### 3.4.1 ヒアリング調査

##### (1) ヒアリング調査の目的と概要

対象地域には水資源管理を実施する環境が長年にわたって整えられてきた。然しながらそれらの環境を円滑に維持、運用を管理していないことが、現在の問題の一因と考えられている。こうした維持運用を、政府関係機関とともに重要な一翼を担っているのが住民組織である。今後、支援を行った後、効果が持続するかどうかは住民組織の体制、意識に懸かっていると言っても過言ではない。住民組織の現状を調査し、今後の支援の効果を持続させるための有効な情報を得るために、既存の組織に対するヒアリング調査を実施した。

現地のヒアリング調査は 22 のグループに対して実施した。それらは大規模プロジェクトで 10 グループ、中規模プロジェクトで 7 グループ、小規模プロジェクトで 5 グループである。それぞれのグループリーダー（会長あるいは事務局長）あるいは会員に会い、質問票に従って情報を収集した。集めた情報を検討、分析し、その結果得られた知見を以下に示す。調査は 5 月 17 日に開始し、5 月 27 日に終了した。また、この質問票による調査だけでなく、プロジェクト管理者へのヒアリングも実施した。

彼等の意見も結果の取りまとめの際には参考にしている。

(2) ヒアリング対象とその回答

1) 大規模プロジェクト

i) 概説

大規模プロジェクト（受益面積が 5,000 ha 以上）として、GK 灌漑プロジェクトを選定した。プロジェクト地域（面積 116,000 ha）の中には、749 の水管理グループ（Water Management Group: WMG）があり、またコミッティーが 7 つ、ユニオンが 1 つある。WMG は農作物の生産量を増大させることを目的として水管理を行っている。

ii) ヒアリング対象

ヒアリングを行った WMG を表 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 ヒアリング対象とした WMG

	所在	WMG 名称
1	クシュティア, プロジェクト地域上流部	Nayanpur
2	クシュティア, プロジェクト地域上流部	Chowdhara
3	クシュティア, プロジェクト地域上流部	Nowapara
4	クシュティア, プロジェクト地域上流部	Passim Bahir Char
5	クシュティア, プロジェクト地域中流部	T3 Horinakundu
6	クシュティア, プロジェクト地域中流部	S4A Horinakundu
7	クシュティア, プロジェクト地域中流部	Tahurhuda Dakhinpara
8	クシュティア, プロジェクト地域下流部	Muzdia
9	クシュティア, プロジェクト地域下流部	Rajapur Diranpara
10	クシュティア, プロジェクト地域下流部	Kabilpur

iii) ヒアリングで得られた主な回答

ヒアリングで得られた主な回答を表 3.4.2 に示す。

表 3.4.2 大規模プロジェクトへのヒアリングで得られた主な回答 (1/2)

WMG 名称	回答者	回答内容
(全 WMG)	複数名	<p>1990 年代の前半までは設定した目標を達成することができたが、1990 年代の中頃から徐々に水の供給量が減少してきた。これは堆砂により水路の機能が低下したためである。その結果、農作物の生産量を増加させるという目的は達せられなくなった。つまり、O&amp;M 予算が不足していたために、適切な時期のメンテナンスが実行されず、水路システムの機能が低下した。</p> <p>GKIP の資産<sup>9</sup>を貸出してもらえることを強く希望する。それにより、水路の堤防で果樹を栽培するなどして、WMG の利益を増やすことができる。</p> <p>水関連災害に関しては、GKIP 地域は洪水が起りやすい場所であり、我々は緊急時取るべき行動を熟知している。</p> <p>NGO は水管理活動には関与していないが、水質保全を支援している。我々は NGO の援助を受け、水質を保つために家庭のゴミ処理やトイレの下水処理を実施しており、これらの汚物が水路に流れないようにしている。NGO は水質を定期的にチェックし、井戸水の砒素汚染に対処している。</p>
Muzdia, Rajapur Diranpara, Kabilpur (下流側の WMG)	複数名	<p>1991 年から彼等の土地には全く水が供給されなくなった。このため、下流側の農民は水量が少なくても生産できる穀物、たとえば豆類や黄麻などを栽培し、水不足に対応している。</p>
T3 Horinakundu, S4A Horinakundu, Tahurhuda Dakhinpara (中流側の WMG)	複数名	<p>米栽培の際、必要なときに水が供給されないことと水そのものが不足していることが不満である。また、上流側と下流側のグループとで水の争奪が激化している。</p>
T3 Horinakundu	グループ長	<p>BWDB 職員は 1990 年代以前のようにもっと頻繁に WMG と協議するべきである。水供給が十分でないときに、水の分配を適切に行うための相談に応じる者がいないことを強調したい。</p> <p>プロジェクトの管理者と WMG の関係は親密ではない。WMG はもっと密な交流を望んでいる。</p>

<sup>9</sup> 用地や用地内の果樹などの意

表 3.4.3 大規模プロジェクトへのヒアリングで得られた主な回答 (2/2)

WMG 名称	回答者	回答内容
Nayanpur, Chowdhara, Nowapara, Passim Bahir Char (上流側の WMG)	複数名	水不足問題以外に <i>Mirpur</i> 地域の排水不良問題への対策がなかなか進展しないことに大きな不満を持っている。
Nayanpur	前副グループ長	<i>Mirpur</i> 地域の排水不良問題への対策の遅延を批判。
Nayanpur	水料金徴収担当	会員の誰もが水供給に満足しておらず、水料金を払おうとしない。
Chowdhara	グループ長	水の欠乏は最大の問題であり、他には水路機能の低下、水路を不法に遮断する行為などがある。GKIP は我々に対して十分な量の水が供給し、また水管理の指導を十分に実施したなら、失った評判を取り戻すだろう。
Nowapara	メンバー	WMG が具体的な活動に参加することが必要であることを強調したい。そうすることによって、高品質の農産が実現するからである。WMG のメンバーは自分達がオーナーであることを自覚している。他の地域から雇われてきた労働者はそのように自覚することなどないだろうが。
BWDB の GKIP 管理機関	上級技術者、主任	職員には権限がなく、違反者や不法な侵入者に対する行動を一切取ることができない。 水路ネットワークの劣化の主因は、O&M 資金の制約である。政府から割り当てられている予算は、必要額の半分にも満たない。また、人員が大幅に不足しているために、水門の盗難や不法な水路の切断などが発生している。GKIP では 570 名のスタッフが居るべきだが、実際には 149 名しかいない。

2) 中規模プロジェクト (受益面積が 1,000~5,000 ha)

i) 概説

中規模プロジェクトとして、ADB の協力を受けて BWDB が実施している南西部のノライルで統合型水資源計画及び管理プロジェクトの下で実施されているノライルサブプロジェクトを選定した。本プロジェクトは調査対象地域において近年実施された中規模プロジェクトである。実質的な耕作地は 23,400 ha であり、そこには 16 の WMG があり、その中の 7 グループにヒアリングを行った。すべてのグループが組織としてよくまとめられており訓練を受けているが、計画されている事業 (堤防の改良、樋門の設置) はまだ完成していない。

ii) ヒアリング対象

ヒアリングを行った WMG を表 3.4.4 に示す。

表 3.4.4 ヒアリング対象とした WMG

	所在	WMG 名称
1	ノライル	Hoimonti
2	ノライル	Shapla
3	ノライル	Mollika
4	ノライル	Falguni
5	ノライル	Agrani
6	ノライル	Sharnalota
7	ノライル	Madhobilata

iii) ヒアリングで得られた主な回答

ヒアリングで得られた主な回答を表 3.4.5 に示す。

表 3.4.5 中規模プロジェクトへのヒアリングで得られた主な回答 (1/2)

WMG 名称	回答者	回答内容
(全 WMG)	複数名	<p>全グループが以下のような機能を持っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 受益者グループからの会員の入会手続き</li> <li>- 毎月の積立金の収集と株の販売</li> <li>- 過去一ヶ月あるいはそれ以上の会議参加者の把握</li> <li>- 基金から会員への資金貸出し</li> </ul> <p>会員へ収入活動のための基金は毎月の会員からの積立金と株の販売によって生み出されたものである。貸出しは1年以内と早く、返却は毎週の分割払いを基本に行われる。金利は12%から15%である。</p> <p>各グループが異なる下部委員会（12名の主委員会とは別なもの）を組織している。以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 貸付金委員会</li> <li>- 会員加入委員会</li> <li>- 農業委員会</li> <li>- 漁業委員会</li> <li>- ジェンダー委員会</li> </ul> <p>下部委員会は会員をそれぞれの活動に取り込んでおり、これにより会員に協働の精神や事業のオーナーの精神を育成することができると考えている。</p> <p>プロジェクト地域のほとんどの住民は、水関連災害や水質保全に関する問題を承知している。彼等は家庭ゴミを処理する穴およびトイレの下水設備を持っており、これにより汚物の水路への流入を防止している。</p> <p>ノライルの NGO はいろいろな分野で活動的である。ノライルサブプロジェクトでは NGO の共同体が結成され、WMG を結成する際の重要な役割を担った。サブプロジェクトを代表する NGO は世話人として働き、受益者が別のグループに参加するよう動機付けを行った。</p>

表 3.4.6 中規模プロジェクトへのヒアリングで得られた主な回答 (2/2)

WMG 名称	回答者	回答内容
Hoimonti	会計担当	主なメンバーへ積極的に働きかけ、グループの資本を強めることやメンバーを増やすためにも資金貸出しを実行している。グループ長は堆砂の浚渫、橋梁建設、村落間のコミュニケーション改善などに尽力している。
Agrani	グループ長	この地域での活動を阻害している要因は、道路ネットワークが整備されていないことである。
Madhobilata	グループ長	メンバーの月々の積立金徴収及びメンバーへの貸出しに注力している。
Falguni	メンバー	財政的な支援には、政府の更なる関与が必要であると強調したい。
チトラ開発センター (Citra Development Centre: CDC)	職員	<p>農民を組織することは厳しい仕事である。訓練を準備し、社会経済に関わる調査を十分に実施しなければならない。GKIP は古い FCD/I プロジェクトであり、農民はそのプロジェクト地域に挟まれて、僅少なながらも難なく利益を得ていた。農民は当初、メンバーになり月々の積立金の支払、株の購入及び訓練の受講を要請されたとき、ためらっていた。彼等を動機付けするためには少し時間を要した。WMG の具体的な組織構造が形成された後、訓練され、彼等の技術を適用した最適な利益が配分されることを期待している。</p> <p>NGO には WMG を訓練するための独自の専門家がいらないが、訓練を準備し、専門家を漁業局または必要に応じて BWDB から雇うことができる。</p>

3) 小規模プロジェクト (受益面積が 1,000 ha 以下)

i) ヒアリング対象

ヒアリング対象として、地方政府技術局(LGED)の下、南西部各地で実施されている 5 つの小規模プロジェクト (いずれも ADB の協力で実施されている) を選定した。サブプロジェクト名及び所在等を表 3.4.7 に示す。プロジェクトはすべて地方政府技術局によって実施済みである。

表 3.4.7 ヒアリング対象とした小規模プロジェクト

	サブプロジェクト名	ID 番号	所在	タイプ*
1	Gazsree Katakali SP	SP 24147	ジョソール	FMD&WC
2	Dolpur-Mukteshwary Khal SP	SP 24144	ジョソール	DR&WC
3	Debbhog-Sheikhpara SP	SP 25219	ノライル	FMD
4	Madhugarea SP	SP 25249	ノライル	FMD&WC
5	Sreerampur SP	SP 25228	クルナ	FMD&WC

Note: \* FMD : 洪水管理・排水、WC : 貯水、DR : 排水

ii) ヒアリングで得られた主な回答

ヒアリングで得られた主な回答を表 3.4.8 に示す。



表 3.4.8 小規模プロジェクトへのヒアリングで得られた主な回答

WMG 名称	回答者	回答内容
(全 WMG)	複数名	地域の NGO は融資等を通じて農民の動機付け、訓練を行っている。プロジェクトのは水管理委員会に移管され、NGO はプロジェクトに参加していない。訓練が必要になるたびに、LGED がそれを段取りする。地域の NGO の活動は融資のほか、下水設備及び教育などである。
Debbhog-Sheikhpara SP	グループ長	グループの運営は良好である。メンバーは積立金を定期的に支払っており、プロジェクトの目的は達成されている。農民の目下の要望は生産物の市場への運搬を容易にできる道路ネットワークの建設である。しかし、GKIP の堤防を延長することにより広域にアクセスすることを可能にするという案もある。(事務所にいた他のメンバーも賛成した。)
Sreerampur SP	事務局長	LGED 職員との関係は大変良好である。更なる基金があれば、更にプロジェクトを拡大できると考えている。メンバーはすべて会費を支払い、定期的な会合にも出席している。
Dolpur-Mukteshwary Khal SP	メンバー	堤防の水門の設計には誤りがあり、これでは十分な水を貯水できない。
Dolpur-Mukteshwary Khal SP	女性メンバー	信用貸しのシステムが大変有り難い。
Dolpur-Mukteshwary Khal SP	専務理事	家庭のゴミやトイレの汚物処理方法については、NGO の援助により、ほとんどの家庭で穴を利用し、安定した肥料にできるようになった。しかし、大雨のときには穴があふれ出して問題を起こしている。

### (3) ヒアリング調査結果の考察

プロジェクトの実施は行政側の活動とともに受益者である住民側の活動によっても大きな影響を受ける。末端の施設の維持管理や操作は行政側で実施するだけの人的余裕が無く、これらは住民側に委ねられる事が通常だからである。住民側の組織が積極的にないと、プロジェクトは維持管理に支障が生じ、所期の目的を果たす事はできない。今回のヒアリング調査によって、極めて常識的な結果ではあるが、住民組織の活動を積極的にするための幾つかの条件が浮き彫りにされた。無論極めて小さな標本数の調査であり、浮き彫りにされた結果の信頼度は高いとは言えない。しかしながら、調査結果が常識的な認識と矛盾を生じなかった点に意義を認めたい。ヒアリング調査結果の考察を以下にまとめる。

- 第一は動機付けである。必要な時に確実に給水される、あるいは住民にとってなんらかの便益があるということ
- 第二は住民自身が運用維持管理に参画していること
- 第三は住民組織と行政の間および住民組織間の意思疎通ができていていること

プロジェクトにより十分な給水が得られ、作物の生育に問題がない場合、住民側も積極的に維持管理に協力する。するとプロジェクトは健全な状態を維持できるから、十

分な給水ができ、それが次の動機となる。またプロジェクトが参加型であれば、住民は自らの努力無しには十分な水の供給ができなくなることが分かるから積極的になる。さらに、維持管理に参画して活動するためには全体の情報が必要であり、行政との間、住民組織間の意思疎通は重要である。意思疎通は行政側と住民との良好な関係を維持するためにも大切である。

### 3.4.2 アンケート調査

対象地域における水管理に係わる問題とその誘因を明らかにするために、政府関係機関との面談を行い、既存データや調査報告書の収集を実施し、初歩的なものではあるが分析も行った。これらの情報は比較的定量的で本調査にとって極めて貴重な情報を提供する。しかし、その一方で役所の分掌や調査対象に焦点が当たっており、偏った情報である可能性もある。本調査ではそれらを補完する趣旨で、調査対象地域でのアンケート調査を実施した。

万遍無い情報収集を目的として、対象地域に含まれる 14District (図 1.3.1 調査対象地域 参照) の全体で調査を実施した。アンケートの対象者は、District 内で水資源管理に関して比較的全体的な情報を有していると思われる行政側の人間、農村部の住人および都市部の住民に対して実施した。農村部の住人および都市部の住民はできるだけランダムに選んだ。住民は 1 district 毎に一人ずつであったが、行政側は可能な限り複数役所を選んで実施した。行政側用、農村部住民用、都市部住民用の質問票を予め準備した。

調査は、調査団（主として現地庸人）が質問票を持参して各 District に出向き、対面形式で質問票に相手の返答を記入した。行政側職員は計 29 人、住民は農村部、都市部一人ずつ計 28 人、総計 57 人に対して調査を行い、全員からの回答を得た。ただし、住民に対する調査は、一人を選んでも常に 10 人ぐらいの人間に取り囲まれ、そこで大勢を占めた回答を記入する結果となった。調査の趣旨にはむしろ合致した結果を得ることができた。回答から得られた主な知見を以下に示す。

マグラ、メヘルプールといった北部では、水源を多く地下水に求めているが水不足が深刻である。浅層地下水は乾季には枯渇する。ジョソールから南に掛けての地域では水不足という認識よりは塩水化するために水が使えなくなるという問題意識が高い。

塩水化の問題は北部では全くと言っていいほど無関心であるが、南部では特に 12 月から 5 月にかけて問題となっている。シャトキラのように濃度の違いはあるにしても年を通じて問題と言っている所もある。塩水化の被害は、いわゆる塩水楔の問題のほか、潮位が高く波浪高も高い場合に堤防を越えた海水がため池に混入して被害を及ぼすこともある。

水質に関しては上記表流水や地下水の塩水化が南北で異なるのに対して、地下水の砒素・鉄分汚染は調査対象地域全般に亘っている。

洪水と浸水の峻別は必ずしも明確にはしていないが、浸水被害は調査対象地域全般で

問題となっている。北部は堆砂による水路の排水能力低下がもたらす洪水を浸水と呼んでいるため、洪水被害を認識していない場合が多い。しかし、これは洪水と考えるべき現象である。砂はほぼ自流域からの流出もしくはガンジス河がもたらしたものである。南部でも堆砂による水路の排水能力低下が洪水をもたらしているが、砂は漂砂が満潮時に逆流して水路に堆積することが多い。また、南部では高潮と洪水が同時に発生し、排水不良が生じて浸水を引き起こす事もある。

ガンジス河沿いの地域、ゴライ川沿いの地域はその河岸侵食によって深刻な被害を受けている。そのほかにもナバガンガ川、クマール川等河岸の侵食が指摘された。シャトキラ、バゲルハット、クルナの河岸侵食には、輪中堤がサイクロンに起因する高潮によって崩壊する被害も含まれている。

表 3.4.9～12（付表）は、対象地域内の各 District にて行ったアンケート調査の結果をまとめたものである。

### 3.5 組織・制度に係わる問題とその誘引

#### 3.5.1 水利用に関わる組織・制度

水資源省に属する WARPO および BWDB が水利用のための対策、検討を実行する組織と位置づけられるが、この2つはいずれも急激な組織改革の影響で弱体化している。調査団との面談でも、彼等は組織の能力強化について日本側の協力を得たい旨を訴えていた。一方、これまで他ドナーによるこれらの組織の能力強化プロジェクトが何度も実行されているが、十分な成果があがったとは言えない。それは能力強化が散発的に実施され、継続性に欠けること、また強化した能力を実地に発揮する機会に恵まれない事が主な理由であると考えられている。現在、オランダ国によって実行された過去の能力強化プロジェクトの効果評価が行われている。能力強化に関して検討する際にはこの評価結果が参考になると思われる。どの国においてもそうであるように、組織強化を単独で実施してもなかなか効果があがらない。それに対して、事業実施の一要素として行った強化策は、比較的定着すると考えられる。事業予算の一部が還流することと、強化した組織が実践する場があるためである。

#### 3.5.2 水関連災害に関わる組織・制度

災害管理の中心となる組織は食料災害管理省（MoFDM）である。同省は3つの局、すなわち、災害管理局（DMB）、救援復興局（Department of Relief & Rehabilitation: DRR）および食料局（DoF）からなり、これらを通じて活動している。また、他の組織、すなわち消防庁、市民防衛庁、気象庁（BMD）、洪水予警報センター（FFWC）、警察、緊急活動大隊（Rapid Action Battalion: RAB）、サイクロン防災計画（Cyclone Preparedness Programme: CPP）とも連携している。現在、これらの組織を中心にして災害管理に関する多くの委員会が国レベルあるいは地方レベルで設定されており、それらはよく機能しており、指摘されるべき問題点あるいは改善点は少ない。

一方、災害に係わる制度として法律や規定が準備されているが、現在のところ案段階のものが多く、必ずしも施行されていない。そうした法律／規定の主なものは、災害管理法、国家災害管理政策、災害管理に対する国家計画、災害に対する行動規定（Standing Orders on Disaster: SOD）である。

GKIP 地域は洪水多発地域であり、住民は災害に対する対応について熟知している。災害のときに救急活動する人は主に地方の委員会であり、ここでは地方行政長官が大きな権限を持って指揮している。

現在、食糧・災害管理省を中心にして災害管理に関する多くの委員会が国レベルあるいは地方レベルで設定されており、それらは比較的良く機能を果たしている。指摘されるべき問題点あるいは改善点はない。ただ、災害に対処する制度としての法律や規定が現在整備中であり、至急完成させる必要がある。その中で災害に対する行動規定が 2010 年に改定された。ここでは関係する組織の詳細な役割と責任を明確にしている。本行動規定を上位組織から現場の末端の組織まで徹底させることが第一に行わなければならないことである。

一方、住民は災害に対する対応について熟知しており、現地では小規模な災害時には地元住民で応急対策が採られている。破堤経験の有る小規模堤防の補強、土嚢による応急対策、洪水期前の排水路の清掃等は住民のボランティア活動によって維持されている。

### 3.5.3 水資源保全のための組織・制度

水資源の保全に関連する組織には次のものが挙げられる。

水資源計画機構（WARPO）；国家水管理計画を管轄

環境局（DoE）；環境影響評価のガイドラインおよび環境保全規則を管轄

バングラデシュ水開発庁(BWDB)；表流水の水質を管理

公共衛生技術局(DPHE)；飲料水の水質を管理

バングラデシュ農業開発公社(BADC)；灌漑に関わる地下水を管理

これら省庁間の調整は少なく、水資源保全に関わる具体的な行動を起こす際には組織間の壁が障害になっている。一方で、「バ」国の灌漑用水の 70%を供給する地下水を管理する BADC は人材も少なく組織力も弱く実質的に機能していない。

1997 年に制定された国家水政策、国家環境政策及び環境保全規則は、「バ」国における水資源保全と環境保全を保障する主要な国家政策である。しかしながら一般の人にはこれらの政策の普及度は低くほとんど注意が払われていない。地方では家庭のゴミやトイレの汚物をしっかりと管理しており、水路に汚物が流れ込まないように工夫されているところが多く見られるが、都市部では工場から未処理の廃液が河川に流出されるなど、ルールを遵守しないケースが散見される。

今回の調査では、BADC の組織力が弱いことが注目された。BADC は農業省の下で、「バ」国の灌漑に 70%の水を供給している地下水を管理する立場にある。ここは以前 WB から指摘を受けて人員削減を実行したことなどにより、必要な要員を確保できていない。人材の教育も含めて量質ともに BADC の強化が必要である。

住民意識面では、NGO の積極的な指導により家庭のゴミやトイレ汚物の処理が進められているが、これを更に広めて地域全体の住民がこれを実行するように指導していくことが必要である。また、市街地において、工場主や住民に水質保全の重要性を理解させて廃水処理を法令に従って実践するよう指導するとともに、監視システムの補強が必要である。

## 4. 南西部の水資源管理に求められる対策

### 4.1 政府および他ドナーの計画

#### 4.1.1 政府の水資源管理計画

「バ」国政府は、1999年に国家水政策を発表し、2004年には国家水管理計画を策定して、これら水管理の枠組みとした。これまでに終了したプロジェクトを政府自ら評価したところ、多くの水資源管理プロジェクトが当初の目的を十分に達成していない段階で終了させていたことが明らかになった。例えば南西部ではGKIPのアラムダング水路を延長してナバガンガ水路とする計画であったが、後者は建設されないまま、現在は排水路となっているのが現地踏査で確認された。50%を超えるプロジェクトが十分な成果を出していない。それは計画そのものが不備であったことやプロジェクトの運営に関して適切な管理が行われなかったこと、あるいは関係者の参加無しに運営管理がなされた事などが要因として挙げられた。実施されたプロジェクトのうち、水資源管理のシステムの維持あるいは改修するためのものが最も多かった。政府はこれらのレビューによって水資源管理に関わるプロジェクト投資の経済的な効果を発現する重要な方策についての知見を得た。

政府は、近年では持続的な水資源管理のシステムをさらに推進、改善していくことを目指しており、ADB、WBやデンマーク国と協力しながらBWDBの組織力強化や参加型水管理政策の立案・実施を推進している。

LGEDがわが国およびADB、オランダ国の援助を得て実行している小規模水資源開発プロジェクト、BWDBがADBの援助の下で実施したCADと呼ばれる灌漑プロジェクト、あるいはBWDBが行った統合型持続的水管理計画（Integrated Planning for Sustainable Water Management: IPSWAM）という干拓プロジェクトは、当初より参加型プロジェクトを指向し、受益者自身が運用維持管理の一部に携わっているため、いずれも効果的に運営されていて、最大限の利益を引き出すことが可能とみられている。

南西部においては、ガンジスーコバダック灌漑プロジェクト（GKIP）が1965年から供用された。一般的にGKプロジェクトとして知られている。116,000 haの灌漑面積を対象とし、1990年までは比較的良好に機能していたが、ガンジス河の流量の減少、水路の通水能力低下（水路に大量の堆砂）、管理システムの不在および水管理能力の低下が問題となっている。

現在、BWDBは参加型を指向した統合的水管理を南西部のチェンチュリー・ビールとノライルサブプロジェクトで実行している。

「バ」国には450万haの耕作地、800万haの灌漑地がある。灌漑された農地からは毎年1,300万トンの穀物（主としてコメ）が生産されている。政府は、更に100万haを灌漑する大規模プロジェクトを提案している。大規模な灌漑プロジェクトはこの国では歴史的に良い成果を挙げていなかったことは事実である。しかしながら、関係する組織を適切に改善することにより、プロジェクト管理に具体的な変化が起こっており、プロジェクトの成果が大きく期待されている。

#### 4.1.2 他ドナーの水資源管理計画

##### (1) 各ドナーの支援状況

各ドナーの支援の状況は以下の通りである。

###### 1) ADB

ADB は南西部で最も活動しているドナーの一つである。水資源関係に限っても以下の案件に支援をしている。

- CADP-II で 4 対象案件の一つとして GKIP の修復案 F/S を 2008 年 2 月に実施した。実施案件は 4 箇所のうち 2 箇所を取り上げる事になっていた。GKIP は約 50 億円と事業規模が大きく、これを取り上げるともう一箇所が予算に納まらなくなるので断念した。
- クルナージョソール排水改良プロジェクトの一環で TRM を実施したが、土地収用に関する問題が生じている。
- 統合水資源管理プロジェクトとして、ノライル、チェンチュリー・ビール両プロジェクトを実施中である。洪水防御と灌漑を組み合わせた事業であり、成果が期待されている。
- 小規模水資源開発として、各 District で雨水の貯留、ため池の有効利用、水路の貯水池化を進めるとともに、堤防の補強をして塩水の浸入を防いでいる。日本の支援も受けている LGED の主管事業である。
- 海岸地方では輪中堤補強事業を実施している。
- クルナ市上水道については配水施設に対する資金協力を行う。

##### CADP-II, ADB (2008) のレビュー

ADB は CADP-II の中で GKIP の改修を取り上げて調査を実施した。政府が承認した DPP は、その調査報告書 (F/S) に基づいて作成されたもの。調査は農業施設、つまり二次・三次水路の改修することを目的にしてなされている。しかし、二次・三次水路の改修だけでは、最も給水の必要な乾季 4 ヶ月は取水路が砂で閉塞するので配水不能となる。改修した二次・三次水路を有効に活用するためにも取水路の改良が必要である。

ガンジス河道が安定しない場合、濡筋が取水点から離れて取水が不能になったり、反対に取水施設が破壊される恐れもある。河道を安定させるガンジス河の河岸安定対策も必要である。

さらに、プロジェクトの対象地域外ではあるが、水不足の被害を受けている地域が多い現状を考えると、既に改修がなったポンプの有効利用も可能な限り考えるべきであり、既存水路の改修に限らず延伸も考慮に入れるべきである。域外の農業生産性を高めると同時に安全な水供給を計画に加えるべきである。

###### 2) WB

WB は水資源分野に特化せず、地域の経済開発計画や土地利用計画を含む全体的な捉え方での支援を考えている。パドマ橋の地域に対する影響は大きいであろうから、当面は公団を設立させて全体的な地域開発を計画するよう導くよう

支援の方向を定めている。また、**BWDB** の組織に対しては制度面からの改革を実施するよう指導し、水関連の政策、戦略策定の能力を向上させるよう導いていく。参加型のプロジェクト実施が定着するよう援助の方向性を定めている。気候変動にも注目し、海岸地方の援助に力を注いでいて、輪中堤の設計標準化を進めている。ゴライ川の浚渫には資金援助を決定した。

### 3) オランダ政府

**BWDB** の組織改革に協力している。水関連の政策、戦略策定の能力を向上させるよう導いていく。プロジェクトの実施を通じて参加型の水資源管理を定着させる計画である。**WARPO**、**BWDB** に専門家を派遣している。輪中堤の修復を実施するとともに干拓事業を実施する予定がある。ゴライ川の浚渫は **WB** と共同で実施する。

## (2) 具体的な支援プロジェクト

南西部において現在進行中のプロジェクトを以下に挙げる。

### 1) クルナージョソール 排水設備再建プロジェクト

本プロジェクトはクルナとジョソール地域の 1,000,000 ha の面積が対象である。この地域は、水路の堆砂が多いこと、高潮による堆積物が多いことに特徴がある。度重なる洪水氾濫水が広域に滞留し、排水がなかなか進まず、広い範囲で自然環境を悪化させ、社会や経済にも悪影響を与え、住民を悩ませてきた。プロジェクトは **ADB** の援助により 1993 年に始まり、2002 年に完了した。現在は **BWDB** が自己資金で拡張している。結果的には感潮河川河床堆積対策工法 (**TRM**) を導入したことが目的達成に寄与したが、実際には土地所有者が **TRM** 用地の補償を要求しその対応が遅れたために一時頓挫した。2005 年にこの問題は解決され、排水が改善され受益者はこのプロジェクトを評価している。しかし補償問題は完全に解決しておらず、一部の住民が 2010 年に抗議行動を起こし、新聞記事にもなっている。

### 2) ゴライ川改修プロジェクト

ゴライ川は南西部の表流水源として重要であるが、過去 20 年間、乾季（11 月から 5 月）には河川流量は減少している。この流量減少により、クルナの沿岸域では塩水の浸入が重大な問題となっている。ゴライ川分流点の堆砂のためにガングジス河からの断流が常態化することが懸念されている。

2010 年 3 月の現地調査において、いくつかの浚渫作業が取水口付近で実施されていることを確認した。これは「バ」国政府の予算で実行されており、近々ドナーも参加するという情報があった。



## DPP for Gorai River Restoration Project (Phase II), GOB (2009) のレビュー

本改修事業は、分流工、堤防、護岸と浚渫によってゴライ川の修復を図るもの。浚渫を主体として、WB とオランダ政府の共同融資で 5 年間実施される。維持管理の浚渫が終了した後の対策が考慮されていないため、かつての PPWP と同様に再び断流を起こす可能性が高い。現状では低水路維持のための浚渫を政府単独で継続できる可能性は低いと判断される。

### 3) クルナ・ポトゥアカリ地域の干拓地における統合型持続的水管理計画

「バ」国南部から南西部沿岸には広大な埋め立て地がある。ここでは土地を洪水や水位上昇から守るために堤防や排水路、水門や樋門などのインフラが設置されている。インフラが老朽化し水門は作動不能になり、水路は埋まってしまい、堤防の穴は修理不能となった。2002 年に BWDB はインフラの維持と改修の方法を参加型に変更し、村落ごとに管理組織を形成し修理や維持を監督する方法を採用している。

このプロジェクトはオランダの援助で 2003 年に開始された。今までのところ 9 つの干拓地が計画の中に組み込まれている。インフラの管理はコミュニティーに任せられるようになった。農業生産高もあがり、農民の収入も増えてきている。

### 4) 統合水資源管理事業 (Integrated Water Management Project: IWMP)

IWMP の主たる目的は、中～大規模の水管理システムを改善することである。この計画を効果的に実行していくために、対象地域を水文特性に応じて小分割し、計画の運営は地域の組織に任せている。

業務は次の 4 課題について実行している。

- (i) 各事業の実行計画と準備
- (ii) 水管理とそれに関連する組織の編成
- (iii) 農業、漁業および酪農の強化
- (iv) 持続的な事業実施と事業管理を行うための支援

2010 年の 5 月末には、すべての必要な調査、制度上の開発、種々の訓練が終了し、本格的なプロジェクトはまもなく開始される見通しである。

### 5) 小規模水資源開発事業 (SSWRDP)

SSWRDP は 1995 年に ADB とオランダの資金援助により開始された。現在は日本の協力も得ている。フェーズ 1 では 280 のプロジェクト、フェーズ 2 では 300 のプロジェクトが実施された。現在はフェーズ 3 を実施中である。このプロジェクトの目的は 1,000 ha 以下の小規模プロジェクトに洪水対策や排水および灌漑設備を付加するものである。このプロジェクトは地元ステークホルダーが全体を運営しており、計画の調停、設計の承認、施設の建設および維持を担っている。

### 6) 水管理改良プロジェクト (Water Management Improvement Project: WMIP)

本プロジェクトの目的は MoWR の管理の下で国家水資源管理計画を改善することおよび BWDB と WARPO の水管理に関する組織的な能力を強化することである。

対象となるプロジェクト地域は洪水管理計画および水資源管理計画が実行されている 81 の中規模（平均面積は 2,500 ha）と 21 の大規模（平均面積は 8,400 ha）プロジェクトから選定された。これまでは「バ」国の北西部と中央部を対象とされていたが、南西部はほとんど対象外であった。今後、WMIP が南西部地域の多くのプロジェクトを選定する予定である。WMIP は会計年度 2007-2008 年に始まり 7 年間継続して実施される。

## 4.2 Fault-Tree-Analysis

### 4.2.1 南西部における水資源管理のあり方

ガンジス河の主な土砂生産地であるネパールの山々も、ガンジスデルタの一角をなす南西部も未だ地形の形成状態にあり、今後長期にわたり分流河川の堆砂による断流、場合によっては消滅もありうることを銘記しなければならない。節 2.3.3 (1) に述べたコバダック川やマタバンガ川の現状がその可能性を示している。その上、節 3.2.1 に記載したモンスーンやサイクロンの猛威は、気候変動によって今後一層甚大な被害をこの地域にもたらす可能性もある。

この地域の水資源は地域の降水とガンジス河の流量であるが、表 3.1.35 に示すとおり乾季には雨が降らないのでガンジス河の流水に全面的に頼っている。したがって、ガンジス河の流量減とそれに伴うゴライ川の断流は、節 2.3.3 (1) の記述にもあるように表流水はもとより、地下水にいたるまで様々な問題を生じている。たとえば、先の節 3.1.1 はガンジス河の流量減が GKIP の取水に与える影響を示している。また、節 3.1.2 ではゴライ川の断流が、地域の水収支に与える影響を暗示している。量としては水道用水や農業用水の不足、質の面では塩水化や砒素の汚染にまで影響が及ぶ。

こうした状況にある対象地域では、いたずらに自然の変化に抵抗することなく、自然の流れに順応する、もしくはアダプティブな対応が必要であると判断している。そのためには人間、特に組織制度が柔軟に対応できなくてはならない。WB をはじめとするドナーグループの示している方向性にその兆しが見える。地方分権であり、参加型であり、現地の関係者が直接事に当たることで柔軟な対応が可能になるという考えである。

一方、ゴライ川に堆積した砂を浚渫によって排除しようとするのは、参加型との関係はないが、埋まったら掘るといふ、やはり自然に対するアダプティブな対応といえる。このように住民の努力だけでは対処できないエンジニアリング技術を要するアダプティブな対応も数多くある。この地域に対する JICA の支援はこの点に焦点を当てるべきではないかと考えている。水不足に対して需要の管理で対応するのもその一つであろう。

洪水期には有り余る水で甚大な被害をもたらしながら、乾季には一転、水不足をもたらすモンスーン特有の影響を受ける地域であり、必要な対策は多岐にわたる。他ドナーとの協調無しには有効な水管理は望めない。政府に対しては人的・物的資源を十分

に活用する組織制度強化を中心に協力を進める必要がある。また、他のドナーとはドナーグループ（Local Consultative Group: LCG）会議を通じて支援の情報を共有し、お互いが補間する形で効率よく協調した支援を心掛ける必要がある。

表 2.3.10 に示すとおり、減ったとはいえガンジス河の乾季流量はまだ残っている。残された水を需要管理による節水も考慮しつつ、大切に開発して利用する事で持続性が確保される。あらゆる手段を組み合わせ統合することで、柔軟でアダプティブな対応を講じる事が可能である。このためには総合的視野に立って対策を検討し、それら対策を組み合わせ実施する統合水資源管理の考えが重要である。本調査では 2 章、3 章に記述した現状や将来予測から予見される問題とその誘引を、予備的ながらも分析して対応策を Fault-Tree-Analysis の手法を用いて検討したが、こうした考え方をその基本においている。

#### 4.2.2 Fault-Tree-Analysis の構築

##### (1) 本調査での Fault-Tree-Analysis に参照された情報

本調査の目的は、対象地域の水資源管理に係わる課題を明らかにして、将来の協力の方向性を判断するための情報を提供することにある。そのためには水資源管理に係わる現在と将来にわたる問題点と、それを解決するための対策を洗い出す必要がある。つまり、複雑で確率的変動を伴う水資源の管理に係わる診断を行う事にある。そこで、電子機器等の複雑な系に故障が生じた場合、自動的に診断を行い、対応処置を選定表示するために使われている Fault-Tree-Analysis の手法を対象地域における水資源管理に対して適用することとした。すなわち、問題点を捉えてそれを生ずる原因を明らかにし、原因を取り除く、あるいは緩和するための対策を列挙した。JICA 支援の一つの方向性は、主としてこれらの対策を検討する事によって示すことができる。

水資源管理の目的あるいは使命は、水資源の有効利用、水に起因する災害の防御および水資源の保全であるから、これら三つの使命毎に問題点を洗い出した。問題点の洗い出しは、1) 関連「バ」国政府機関への面談協議、2) 既存調査報告書等の記述と既存データの分析、3) アンケートやヒアリングによる調査、4) 将来の水需給収支等、若干の初歩的解析および 5) 現地における確認踏査によって得られた情報を元に実施した。問題を惹起する原因もほぼ同様の情報に基づいて特定したが、調査団の専門的知見も駆使している。一方対策は、主に既存調査報告書の記述と調査団の専門的知見によっているが、「バ」国政府職員からの提言やアンケート調査時に得られた情報も参照している。

関連政府機関への面談協議は主に調査の初期段階で実施した。MoWR 等中央政府機関 8 省庁、8 地方事務所のほか、ドナー関係として WB、ADB およびオランダ大使館を訪問、面談した。面談では、南西部における水資源に係わる問題とその原因、考えられる対策についての情報取得に努めた。これらの機関が現在実施中あるいは将来実施する計画のある事業についての情報も、面談の大きな収穫の一つであった。面談記録を別添資料（添付—1）に記載した。

水資源管理の診断を行うのに重要な参考資料の一つが既存の「バ」国政府の計画書や、「バ」国政府が実施した特定の事業のための調査報告書および既存データの分析である。NWP や NWMP は「バ」国政府の政策・計画の根幹をなすもので、水資源管理に係わる支援を検討するための枠組みの一つとなった。また、たとえばガンジス堰の計

画、ゴライ川修復の計画については、それぞれ調査報告書があり、問題点の本質、その誘因および現在検討が進んでいる対策案の概要を明らかにしている。WB や ADB の支援を受けて「バ」国政府が作成した調査報告書には、計画の概要に加えて地域の社会経済的、水文水理に関するデータも記載されており、前3章の記述つまり診断のための定量的な情報の源となった。

既に3章に述べたが、表 3.4.9 ~12 (付表) は、水資源管理に係わる問題点を明らかにするために行ったアンケート調査の結果を整理したものである。この調査は、他の方法で得られる情報が比較的個別の課題を対象としているのに対して、それらを補間して万遍無く洗い出すことを主たる目的として実施した。一方、既存のプロジェクトの中で、維持管理が極めて順調に実施されているものと、そうでないものがあり、それが水資源管理の現状に重大な影響を及ぼしている。維持管理の現状を左右する重要な要因の一つに住民側の組織が考えられ、その実情を確認するためのヒアリング調査を実施した。今回の Fault-Tree-Analysis はこれらの調査結果を反映している。

こうして洗い出した現状の問題点に加えて、将来の問題点を推測するために若干の予備的検討も行った。前3章の節 3.1.2 で述べたように、将来の水需要を予測し、水資源の賦存量を推定して将来の水需給収支を District 別、月別に推定した。予測の結果、収支の地域別パターンに現状と大きな変動はないが、都市用水需要の増大によって全体に乾季の収支がきつくなる事が予測された。

このように想定された問題点やその誘因を確認するために当該地点への踏査を行った。確認できた情報を基に Fault-Tree-Analysis を実施した。水利用に係わる問題点は7つに集約され、問題解決のために 50 の対策が考えられた。防災、保全の問題はそれぞれ 5 および 3 挙がり、それらの問題への対策は 27 および 4 種類考えられた。作成した Fault-Tree を水資源管理の使命別に図 4.1.1-4.1.4 に示した。

## (2) Fault-Tree に整理した水資源に係わる問題とその誘因

以下に Fault-Tree に示された問題とその誘因の根拠を述べる。

### GK による水供給中断 (I-B-01)

節 2.3.4(3)の表 2.3.21 や写真集の写真 7, 8 に見られるように、プロジェクトの取水路床が砂の堆積によって上昇し、一方、表 2.3.10 からも分かるように、インド領内のファラッカ堰の影響を受けてガンジス河の乾季水位が下がり、取水できない状態となっている。取水を可能にするための浚渫には約 3.5 ヶ月を要し、この間断水する。また、節 3.1.1 (2) に述べたように二次・三次水路が砂によって閉塞し、配水できない圃場が増加している。「バ」国政府は DPP を承認して対策を実施する段階にある。ヒアリング調査および GKIP 現地事務所での面談でも指摘されたが、現場踏査によって確認された。

### ゴライ川の断流 (I-B-02)

節 2.3.4(4)の図 2.3.22 に示したように、ゴライ川は堆砂による水路床の上昇により約 4 ヶ月分流不能の状態となる。断流は節 2.3.3 (1)に述べたゴライ川を水源としていた水利用に大きな打撃となるばかりではなく、ゴライ川の流水によって塩水の遡上を防いでいた河川の塩水化を生じ、広範囲の水利用に影響を及ぼしている。「バ」国政府はゴライ川修復プロジェクト (GRRP) の DPP を承認して対応を開始した。この問題

はアンケート調査にも現れており、GRRP 現地事務所での面談でも指摘されたが、現場踏査によって確認された。

#### ゴパールガンジおよびクルナ水道水源への砂流入 (I-B-03, 04)

ゴパールガンジは水道水源の一部を表流に求めているが、水源はゴライ川を通じてガンジス河からの水に頼っている。従って、節 2.3.3 (1)に述べたように、雨季には高濃度の土砂を含む水が水源の支川に流入し、現地 DPHE との面談では取水を中断せざるを得ない状態が続くとのことであった。クルナ市もゴライ川を水源とする表流水化を進めているので同様な問題を抱える事になる。沈砂池の状況は現場踏査によって確認された。

#### ジョソール、ノライル、クルナ、バゲルハット、シャトキラ、ゴパールガンジ、ピロジプール県における表流水の塩水化 (I-B-05)

表 3.4.9~3.4.12 に示したように、調査対象地域の南部、つまりジョソール、ノライル、クルナ、バゲルハット、シャトキラ、ゴパールガンジおよびピロジプールの表流水が塩水化している。クルナやゴパールガンジの現地事務所との面談でもしばしば指摘された。従来、ゴライ川が通年で流れていた頃は、塩水の浸入は比較的沿岸部に限られていたが、断流によって北上している。塩水化は、家庭用水取水に加え農業用水にも影響を与えている。この問題は農業省や BWDB との面談によっても確認された。

#### メヘルプール、チュアダンガ、ジェナイダ県における水不足 (I-B-06)

表 3.4.9~3.4.12 に示したように、比較的北部に位置するメヘルプール、チュアダンガおよびジェナイダでは水不足の問題がある。これは、マタバンガ、ナバガンガ、パイラブ川が乾季にガンジス河から断流することに起因する。コバダック川流域は乾季 3 ヶ月ほど無降雨状態が続き、流水が途絶える。これらの川の断流は浅層地下水の涵養も途絶える事を意味し、水不足をより厳しい状態に追い込む。節 3.1.3 では水需給収支の解析を行い、この問題を確認した。

#### 砒素に汚染された不圧地下水の利用 (I-B-07)

節 3.3.1 に述べたように、浅層地下水の砒素汚染は対象地域に広くわたっており、住民は健康上の危険を冒しても、汚染水を利用せざるを得ない状態にある。地下水の過剰な汲み上げが土壌の酸化を起こし、砒素の遊離を起こしているとの研究結果もあり、水不足が地下水汚染の原因と考えられている。表 3.4.9~3.4.12 にまとめたように、アンケート調査によってもほぼ全域でこの問題が指摘された。

#### ゴパールガンジ、チュアダンガ、マグラ、フォリドプール、クシュティア県における洪水 (II-B-01) およびクルナ、ジョソール、ノライル、ピロジプール、バゲルハット県における洪水 (II-B-02)

節 3.2.1 に述べたように、対象地域に広く生じている水関連災害は洪水または浸水であり、この二つの災害は必ずしも峻別されてはいない。共通する特徴は河道への堆砂が通水能力の低下を招き、氾濫を生じていることである。表 3.2.1 に示したように、比較的北部のチュアダンガ、ゴパールガンジ、フォリドプールおよびクシュティア、比較的南部のクルナ、ジョソール、ノライル、ピロジプールおよびバゲルハットで洪水または浸水の被害が頻発している。このうち北部では、自流域の土砂流出が原因である。一方、南部では満潮時に漂砂が河道を遡り、干潮時に置き去りにされることが原

因で、異なる対策が必要である。現地での面談（クルナやマグラ）でも指摘されたが、アンケート結果をまとめた表 3.4.9~3.4.12 の随所に表れている。

#### シャトキラにおける洪水（沿岸部）(II-B-03)

表 3.4.12 に示したように、シャトキラでは高潮で破壊された輪中堤の修復が遅れ、その部分からの氾濫が問題である。これも別の対策が必要である。この問題については BWDB 本部への面談で指摘され、アンケート調査に表れたのみでなく現場踏査によって確認できた。

#### ゴライ川およびガンジス河の河岸洗堀 (II-B-04, 05)

ゴライ川の上流から中流にかけては蛇行区間があり、写真集の写真 39, 40 にも見られるように河岸の洗堀が頻繁に起こっている。上流の川幅が広く、中流にかけて狭まる河道と緩い勾配がもたらす結果であろう。同様の河岸洗堀はアンケート調査結果をまとめた表 3.4.11 および節 3.4.12 に示したように、ガンジス河右岸、マタバンガ（ナバガンガ）川、コバダック川などでも生じているが、ガンジス河、ゴライ川の河岸浸食が最も深刻である。現地踏査でも浸食箇所の確認を行った。

#### クルナ、ノライル、マグラ県の地下水における塩水進入 (III-B01)

表 3.4.9~3.4.12 にも現れているように、アンケート調査の結果は水資源の保全に関して、表流水、地下水の水質悪化を一つの問題としている。クルナ、ノライルのほかマグラでも地下水の塩水化が問題となっている。ゴライ川の断流にその一因がある。また過剰な汲み上げによる地下水テーブルの低下も塩水化に拍車をかけている。BADC, BARC の面談においてもこの問題が重要課題であった。

#### クルナ、ジョソール、ノライル、ゴパールガンジ、ピロジプール県における表流水の塩水化 (III-B02)

表 3.2.1 に示すように、クルナ、ジョソール、ノライル、ゴパールガンジおよびピロジプールにおける表流水の塩水化は、徐々にではあるが環境にも影響を及ぼしている。もともと塩水被害のなかったジョソール、ノライル、ゴパールガンジでは特に大きい影響を受けている。一方、従来から塩水化していたクルナ、ピロジプールは濃度が上がったため、環境に影響が出始めている。また、度重なる高潮位も塩分濃度が下がらない原因と考えられる。農業省、BARC やクルナ上下水道局（Water and Sewerage Authority: WASA）での面談でもこの問題が指摘されたが、アンケート調査の結果にも表れている。

#### 地下水の砒素、鉄汚染 (III-B03)

節 3.3.1 にも述べたが、図 3.3.1 に示すとおり地下水は広く砒素および鉄分に汚染されている。BADC での面談にもあったが、地下水の過剰な汲み上げを停止し、地下水の水質を復旧すること。砒素や塩分に汚染されていない表流水に水源を変更することが保全につながる。そのためには、ガンジス河の水の流域変更がもっとも現実的である。表 3.4.9~3.4.12 は、ほぼ全域でこの問題が深刻に受け止められていることを示している。

#### (3) 現地関係機関との Fault-Tree-Analysis についての協議

6月29日にBWDBの会議室において現地関係機関への調査結果の説明会を実施した。

主たる目的は、当方の理解、特に FTA について彼等のコメントを得て、誤りを正そうと言うものであった。当方の報告に対していくつかのコメントを得、それを参照に修正を施す事ができた。会議中のコメントを参照するとともに、7月16日を期限として BWDB ほかの会議出席者にコメントを送付してもらい、FTA を修正した。

図 4.1.1~4.1.4 は作成した FT である。

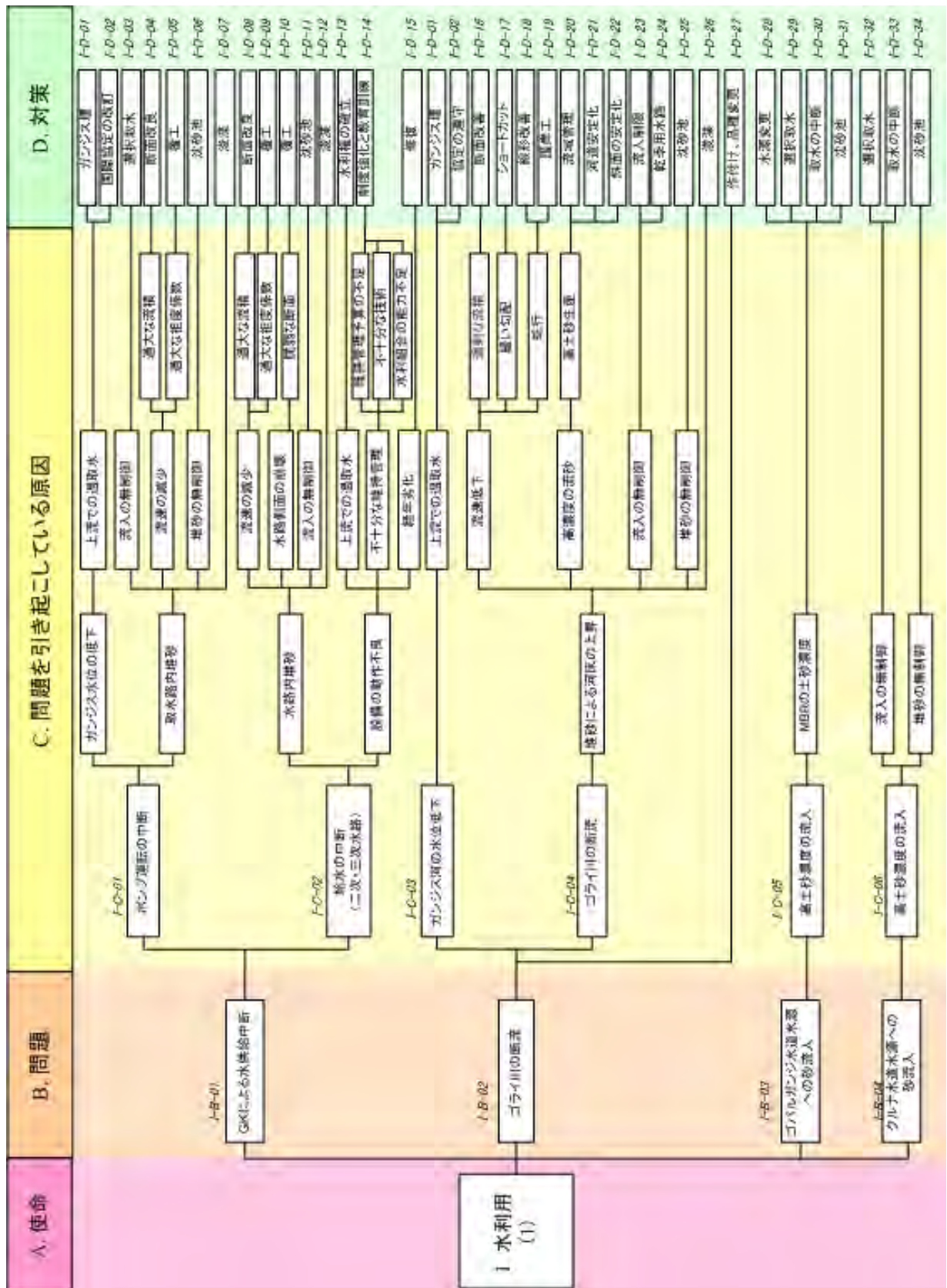
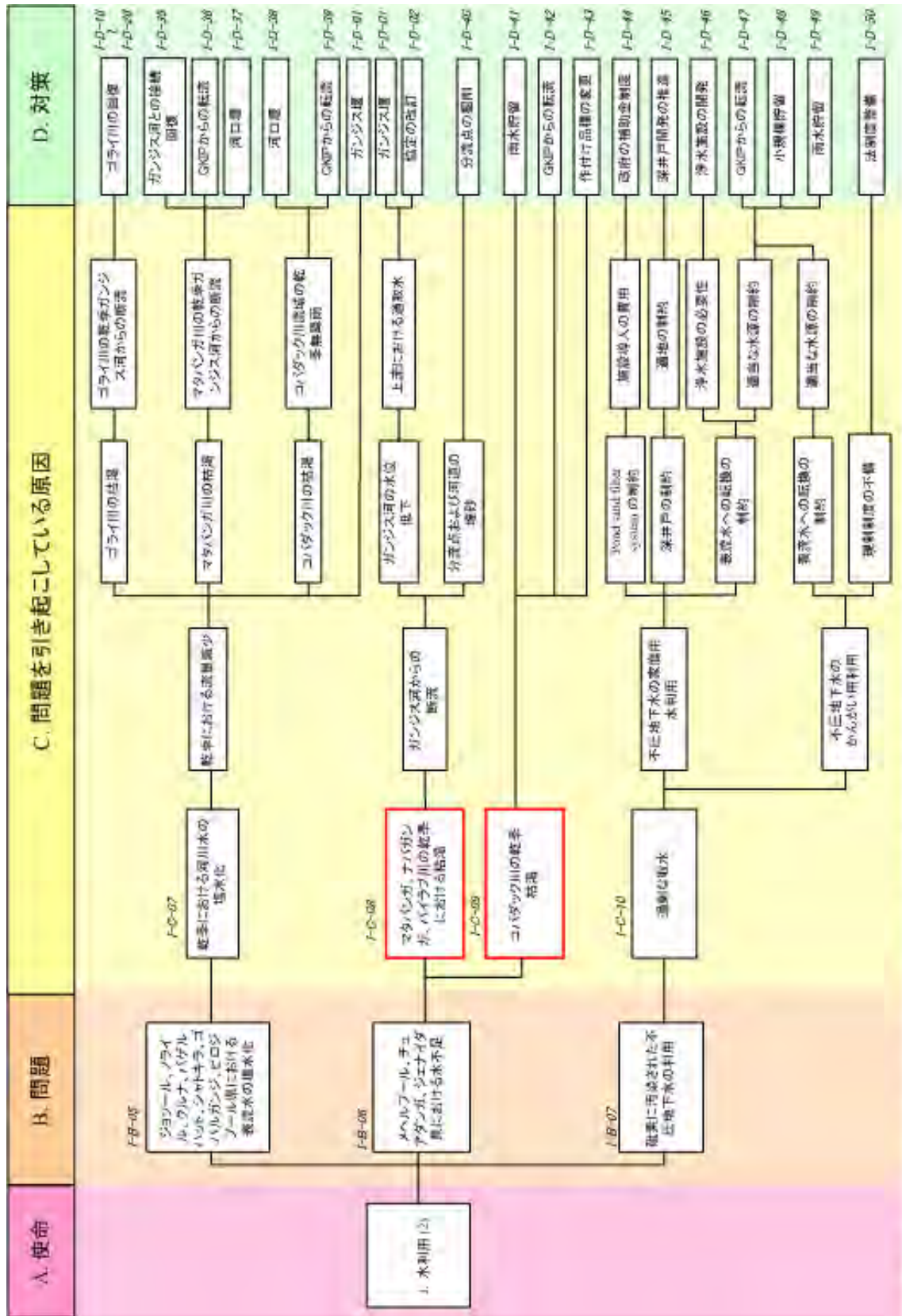


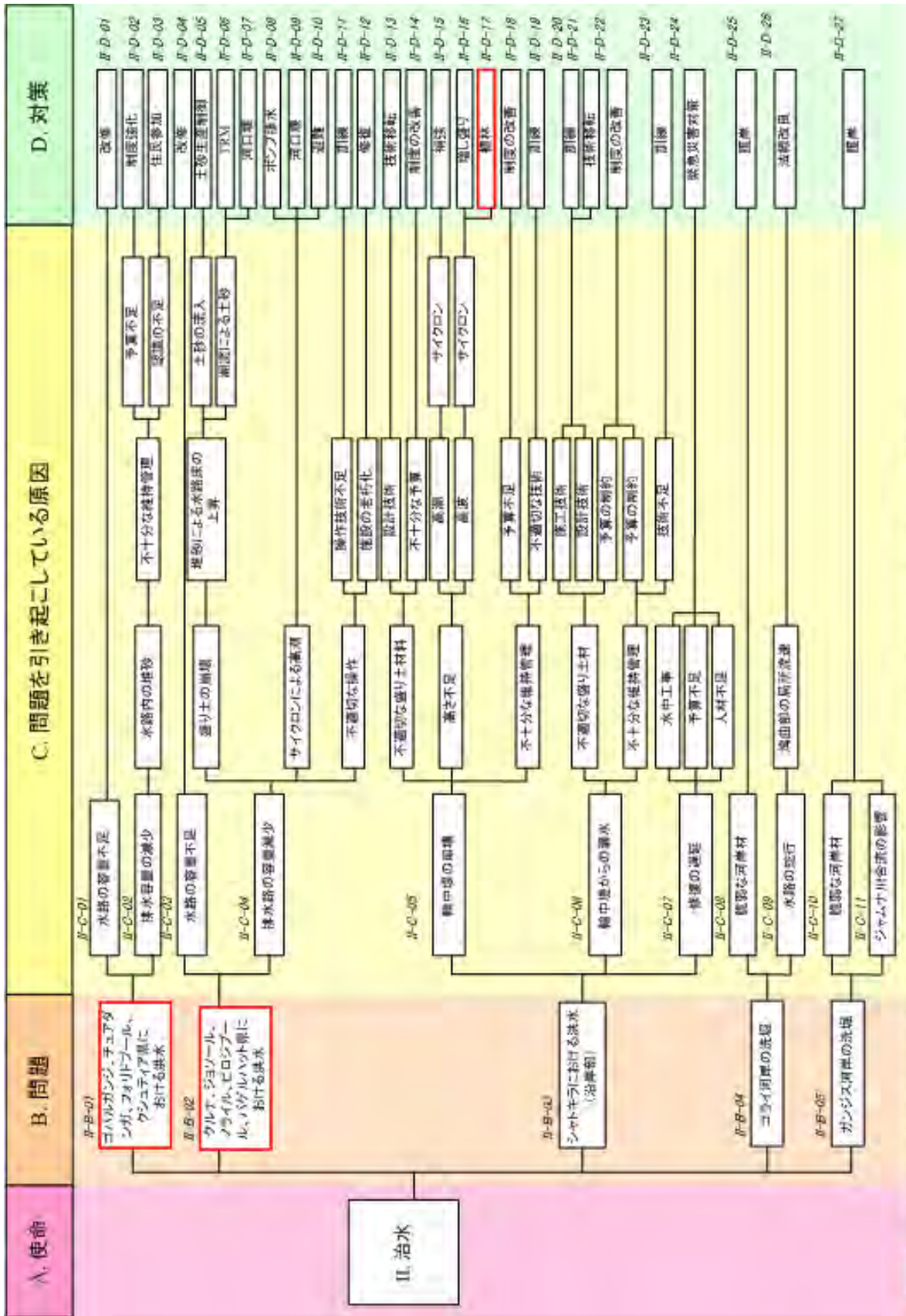
図 4.1.1 Fault-Tree (利水-1)





2010年6月29日に開催した現地政府機関説明会でのコメントを参照して修正した箇所

図 4.1.2 Fault-Tree (利水-2)



□ : 2010年6月29日に開催した現地政府機関説明会でのコメントを参照して修正した箇所

図 4.1.3 Fault-Tree (水関連災害)

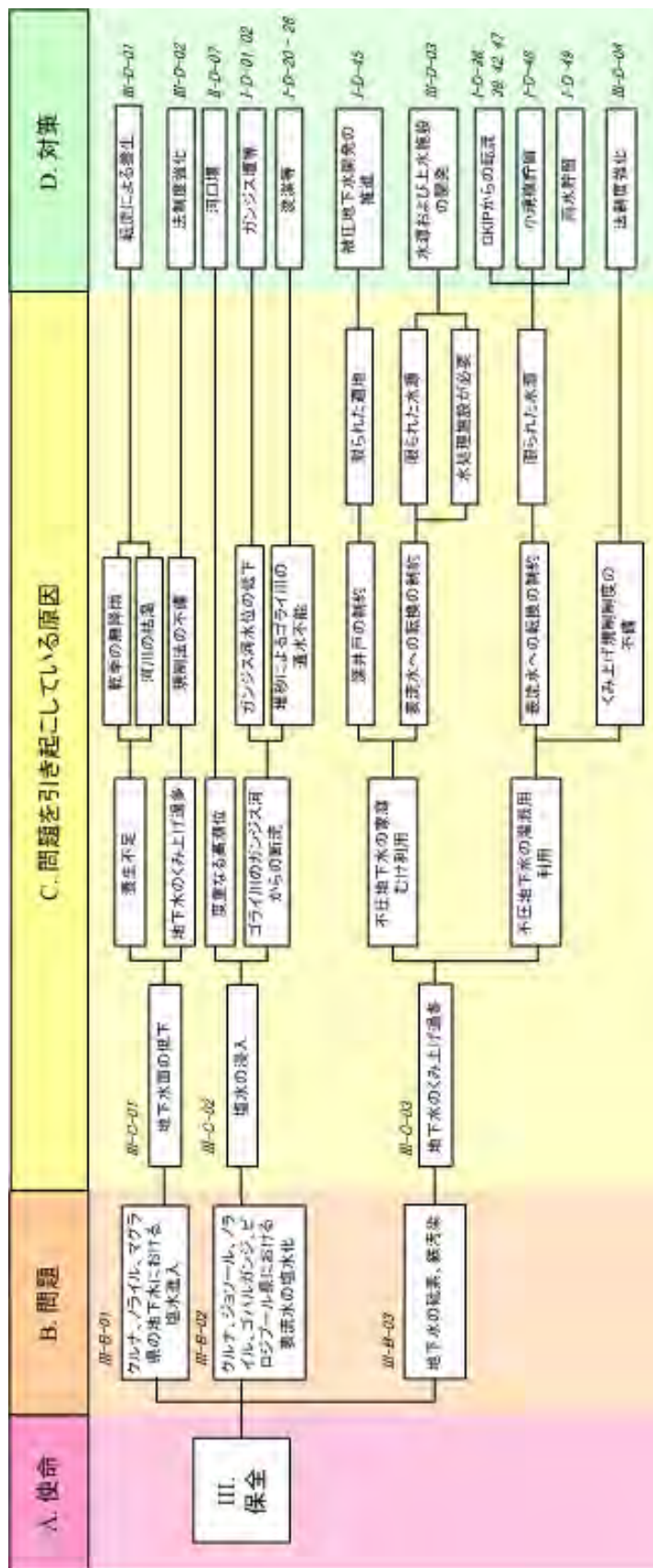


図 4.1.4 Fault-Tree (保全)

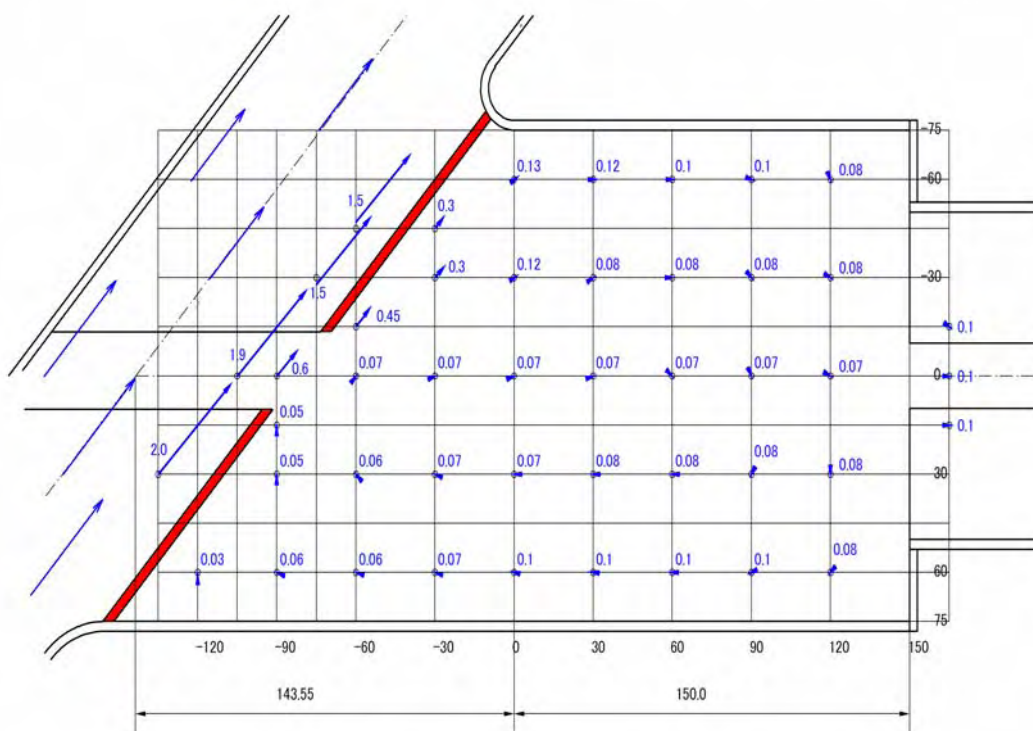
### 4.3 水資源管理に係わる問題解決に向けた対策

#### 4.3.1 水利用のための対策

##### (1) GK かんがい断水 (I-B-01)への対策

##### ポンプ取水中断 (I-C-01) への対策

毎年、11月中旬から3月中旬にかけてポンプ場前面の取水路の堆砂を浚渫しているが、調査対象地域では2、3月には表流水が枯渇し、水需要が浅層地下水へ過剰に依存している。したがって、堆砂を防止するまたはその浚渫期間を短くする対策が望まれる。その対策の一つとして、取水口に沈砂地を設置すること (I-D-06) が有望と考えられる。それは図 4.3.1 に示すとおり、ガンジス河からの取水口に隔壁を設置し (I-D-03)、その堤内地側に一段標高の低い沈砂地を設置するものである。沈砂地へ集中的に堆砂させれば、毎年の浚渫 (I-D-07) の期間を大幅に短縮することができる。本調査団の試算では、毎年一ヶ月間の浚渫で取水再開を可能にすることができる。



Source: 「Ebara Co., Nippon Koei Co., Ltd., Hydraulic Study for Intake Canal Improvement for Urgent Rehabilitation of Pumping Facilities of G.K. Irrigation Project for Sustaining Rural Economic Development, Final Study Report, Apr. 2009」

図 4.3.1 GK 取水路への沈砂地の設置案

ただし、沈砂地で浮遊砂を完全に捕捉できるわけではないので、ポンプ場までの水路での堆砂を防止することが望ましい。具体的には、断面を最小限の大きさに改修し (I-D-04)、その表面をコンクリート等で覆うこと (I-D-05) により、水路内の流速を高いレベルに維持することが有効な対策となる。

他方、ガンジス堰の建設 (I-D-01) や国際協定の遵守又は改訂 (I-D-02) など、ガン

ジス河の水位を上げる対策の効果も期待される。ガンジス堰は、乾季における南西地域の水資源不足を改善するため、「バ」国政府によりガンジス河のゴライ川分派地点からジャムナ川合流点までの区間を候補として計画されている。2009年から4年間検討する予定で、可能性調査（Feasibility Study: F/S）および詳細設計が実施中である。2011年3月にF/S、2013年4月に詳細設計を完了する予定とし、現在、数値解析および模型実験を含めたF/Sが行われ、BWDBが実施した2002年のPre-F/Sで検討した2箇所候補地から、Barrageの最適地を選定中である。その南西地域に与える効果は絶大であるものの、負の影響についての検討及びその軽減策について慎重に取り組むことが望まれる。

これまでのところ、ガンジス河の河川管理を関係国全体で協議する国際機関は誕生していない。既存の協定は専ら、国益と国力を反映したものとなっていて、施設の運用もしかりである。資源を有効に活用して便益を等しく受ける方向に進めることも一つの対策となる。現在、どちらかと言うと機密扱いになっている気象、水文情報の共有化から進めて、取・排水情報の共有化へとつなげる事で信頼関係を築き、流域全体の合理的で衡平な流域管理が達成できれば状況は大幅に改善する。

#### 二次・三次水路での水供給の中断（I-C-02）への対策

二次・三次水路での堆砂が進行し、目的地点まで用水を送水することが出来ない箇所がある。これには、水路の断面を最小限の大きさにし（I-D-08）、その表面を粗度の低い状態に改良すること（I-D-09）により、水路内の流速を高いレベルに維持することが有効な対策となる。また、侵食されやすい河岸は護岸で保護する（I-D-10）ことが有効である。さらに、沈砂地（I-D-11）と浚渫（I-D-12）により、二次・三次水路での堆砂を防止する維持管理活動も望まれる。維持管理活動については次節（5.2.2 組織・制度の改善）で述べる。

#### (2) ゴライ川断水（I-B-02）への対策

ガンジス河からゴライ川への分流点から30 km下流までの乾季の断流を改善することにより、乾季の沿川での表流水の取水及び沿岸部での塩害の緩和を実現させる。具体的には、1) ガンジス河からの雨季の分流量を減少させることによる浮遊砂流入量の低減（I-D-23）、2) 河道の複断面化による低水路の維持（I-D-24）、3) 分流地点での沈砂地の設置（I-D-25）及び浚渫（I-D-26）が有効かつ持続的な対策と考えられる。また、ガンジス河上流域における森林保全などの流域管理（I-D-20）により、生産土砂量を低減させることも有効な対策である。1) ガンジス河からの雨季の分流量を減少させることによる浮遊砂流入量の低減（I-D-23）を実施する場合、抑えた分の流量はガンジス河流量の約3%程度を想定しており下流側へ流下させる。

他方、GK かんがい断水への対策と同様に、ガンジス堰の建設（I-D-01）や国際協定の遵守又は改訂（I-D-02）など、ガンジス河の水位を上げる対策の効果も期待される。

さらに、代替案としては下流域での作付けの変更や取水源の変更（I-D-28）も検討の余地がある。

#### (3) ゴパールガンジにおける表流水の土砂混入（I-B-03）への対策

現在ゴパールガンジ都市部の給水はその一部を表流水に頼っている。水源はゴライ川の派川である（バギア川）。雨季には水源の底近辺ではしばしば土砂濃度が1,500mg/lを

越える。ポンプで取水した水を既存の沈砂池では対処できない時期も短くない。既存の沈砂池は約1haであるが、砂で満杯の状態にあり、機能は低下している。維持管理で除砂ができない理由は、取水を止めたくないからとのことであった。ポンプはフローティングであり、少し手を加えれば、土砂濃度の低い、上澄みの水を取水することが可能になる(I-D-29)。また、乾季に土砂濃度が低くなってからは、沈砂池を経ずに上水場に送水できれば、給水を中断することなく沈砂池の除砂工事が可能になる(I-D-31)。老朽化している既存沈砂池の修復も必要である。

#### (4) クルナ 水道水源の土砂混入 (I-B-04) への対策

クルナ市は水道を表流水に切り替えるべく事業化を図っている。現在その水源としてモドウマテイ川の右岸に計画している。モドウマテイ川はゴライ川の下流であり、雨季の土砂濃度は相当に高くなる。比較的濃度の低い上澄みが取れるように装置を考える事(I-D-32) および沈砂池を設けるよう配慮する必要がある(I-D-34)。

#### (5) 表流水の塩害 (I-B-05) への対策

“図 4.3.2 乾季のピーク時の塩分濃度分布”に示したとおり、クルナ県等、南西地域の沿岸部では、乾季のゴライ川流量の減少に伴う塩害が1990年代ごろから顕在化してきた。この対策としては、ガンジス河から南西地域沿岸部への表流水流入を回復させることに限る。具体的には、1) 先述のゴライ川断水の改善、2) マタバング川の乾季流量の回復(I-D-35)、3) GK 灌漑水路の南方への延伸(I-D-36)などが考えられる。GK 灌漑水路の南方への延伸(I-D-36)とは、例えば既存のGK 灌漑水路末端から下流側の河川に水路を延伸し、乾季に用水を流入させることで流況を改善し、灌漑用水など多目的に利用するものである。延長する水路を最小限にして現況河川に接続させた場合、家屋移転等の社会環境への影響を小規模に留めることが出来る。衛星写真および現場踏査で確認したところ、水路を延伸させた場合に家屋移転はないものと判断した。

また、河口堰を設置して塩水遡上を防止することも効果的であるが、これには複雑な流路網と潮汐の影響を慎重に考慮した計画が必要となる。また、ガンジス堰の建設(I-D-01)は塩害対策の効果を増進させるものと考えられる。

#### (6) メヘルプール、チュアダンガ、マグラ、ラジュバリ及びジェナイダでの水不足 (I-B-06) への対策

マタバング川、ナバガンガ川、バイラブ川、コバダック川など調査対象地域西部での堆砂が著しく、乾季にはほとんど河川水がない。この直接の対策としては、ガンジス河からマタバング川が分流する地点から下流の掘削・浚渫(I-D-40)が考えられる。また、GK 灌漑水路の南方への延伸(I-D-42)、天水の灌漑利用(I-D-41)、作付けの変更(I-D-43)など多面的な対策が必要と考えられる。他方、GK かんがい断水への対策などと同様に、ガンジス堰の建設(I-D-01)や国際協定の遵守又は改訂(I-D-02)など、ガンジス河の水位を上げる対策の効果も期待される。

#### (7) 砒素で汚染された浅層地下水の利用 (I-B-07) への対策

砒素汚染対策については既に取り組みされている施策を継続、促進させるとともに、新たな施策に取り組むことが求められる。例えば、簡易浄化施設への政府からの補助金による普及促進(I-D-44)や深井戸設置のための予算措置(I-D-45)など制度的なも

のから、上水施設の整備 (I-D-46)、GK 灌漑水路の南方への延伸(I-D-47)など新たな施設整備による対策が効果的と考えられる。また、そのような比較的大規模な施設整備でカバーできない地域では、「小規模水資源開発」(I-D-48)を推進していくことも重要である。さらに、天水の灌漑利用 (I-D-49) など地域の事情に応じて、複数の施策を併用した対策が必要になると考えられる。

#### 4.3.2 水関連災害のための対策

##### (8) 北部地域洪水 (II-B-01) への対策

対象地域の北部では自流域からの流出、南部では漂砂の逆流も重なって河川、排水路の底面が上昇して流下能力が低下し(II-C-01)、(II-C-02)、(II-C-03)、(II-C-04)、水害が発生している(II-B-01)、(II-B-02)。これらの水路の整形を含む改修 (II-D-01)、(II-D-04)が必要である。河川には調整施設が設けられている場合が多いが、その操作は地域住民に委嘱されている。これら住民の教育訓練 (II-D-03)および BWDB との役割分担の徹底と義務責任を明確にするための制度を実行可能にする手立ても、構造物対策と同時に進める必要がある (II-D-02)。自流域からの砂の流出は主として水路側面の崩壊が原因となっているので、浸食部分の護岸や工事中の締固めの強化等(II-D-01)が有効である。断面の不足している箇所では水路の拡幅(II-D-01)も必要である。

##### (9) 南部地域洪水 (II-B-02) への対策

南部の漂砂による堆積に対しては、ビール (Beel) に計画的に砂を堆積させる TRM による砂の捕捉が有効な箇所もあり、政府は専らこの方法を採用している (II-D-06)。しかしながら、将来有効なビール (Beel) を確保できなくなる可能性もあり、根本的な解決の方法を準備しておかねばならない。それには河口堰が考えられる(II-D-07)。ただし、河川は流域争奪を繰り返し、網状であるから、排水路の線形を整備しておかないと、思わぬ方面から砂や塩が混入してくる事になる。

##### (10) シャトキラの洪水 (II-B-03) への対策

下流部では、潮位の影響を受けて輪中堤が崩壊(II-C-05)、漏水(II-C-06)を発生させ、また高潮が堤防を乗り越えて堤内地に侵入し、家屋、貯水池、田畑に被害を及ぼしている(II-B-03)。これらに対しては、堤防の補強 (II-D-15)、増し盛り (II-D-16)が緊急に必要なである。この場合、内水排除にはゲート、ポンプの操作が必要となる(II-D-08)。老朽化した施設の改修(II-D-12)と共にこれらの操作を任される地域住民の教育、意識向上(II-D-11)が鍵を握る事になる。ここにおいても制度上の改善が構造物対策と組み合わせられて行われる必要がある。

##### (11)、(12) ガンジス河岸 (II-B-04)、ゴライ川岸 (II-B-05) への対策

ガンジス河の右岸フォリドプールの堤防は洗い流されて度々対象流域に大洪水をもたらしてきた (II-B-05)。護岸の補強 (II-D-27)が必要である。また、気候変動の影響とは断じえないものの、近年豪雨の偏り、潮位の高騰が散見されるので、嵩上げも必要である。ゴライ川の中流部は蛇行がはげしく、局所で流速が大きくなり洗堀が進んでいる。護岸や線形改良 (II-D-25, 26) が有効である。

#### 4.3.3 水資源保全のための対策

##### (13) クルナ、ノライル及びマグラでの地下水の塩水混入 (III-B-01) への対策

表流水が枯渇する乾季には、地下水の汲み上げ量は最大に達する。乾季には無降雨期間が3ヶ月に及ぶ事もあり、自然涵養がなされないため、海水の浸入を招いている。BADCによるとガンジス河の北側で人口涵養のパイロット事業を実施中とのことである。こうした試みを加速させる必要がある。地下水は砒素混入の問題もあることから、水源を表流水に切り替える事を推進するべきであろう。地下水の汲み上げ規制を制度的に整備すると共に、GKIPからの確実な転流を考える方が根本的な対策と言える。

#### (14) 表流水の塩害 (III-B-02) への対策

“沿岸部表流水の塩害 (I-B-05) への対策”と基本的に同じ対策が求められる。河口堰を設置 (III-D-03) して塩水遡上を防止することも効果的だが、これには複雑な流路網と潮汐の影響を慎重に考慮した計画が必要となる。また、ガンジス堰の建設 (I-D-01) は塩害対策の効果を増進させるものと考えられる。

ガンジス河からゴライ川への分流点から30km下流までの乾季の断流を改善することにより、乾季の沿川での表流水の取水及び沿岸部での塩害の緩和を実現させることも期待される。

#### (15) 砒素による地下水汚染 (III-B-03) への対策

飲料水の水源を浅層地下水から深層地下水や表流水に転換し、安全な飲料水を確保することが求められる。そのための深井戸設置のための予算措置 (I-D-45) や GK 灌漑水路の南方への延伸 (I-D-47) 及び浄水場の設置など新たな施策が効果をあげるものと考えられる。また、“小規模水資源開発” (I-D-48) や天水の灌漑利用 (I-D-49) など地域の事情に応じて、複数の施策を併用した対策が必要になると考えられる。

### 4.3.4 組織・制度面の対策

組織・制度面の対策は、地下水の汲み上げ規制など既に必要とされているものは FT にも登場するが、GKIP の拡張による BWDB の分掌調整のように対策に応じて生ずるものもある。こうした組織・制度上の対策は FT には登場しないが、極めて重要な対策である。

#### (1) 組織面

ほとんどの実施機関は、行政改革により著しく要員の弱体化を余儀なくされている。対策を確実に実行するための要員の量と質を中央・地方双方で確保する事が極めて重要である。また、要員が効率よく活動するための環境整備も不可欠である。このためには予算の準備を強化できる制度、配分を透明化できる制度の確立が必要である。

一方、事業の実施、運用維持管理を柔軟に行うためには、変動する自然や社会の状況に迅速に対応ができるよう、受益者をはじめ関係者の参画が不可欠である。事業の実施機関が、こうした関係者の参画を定着させるための制度整備を行う必要がある。実施機関現地事務所およびコミュニティーの人的、資金的強化が必要で、教育訓練とともに、当初は財政基盤の確立にも支援を必要とする。

#### (2) 制度面

貴重な水を公平に効率よく利用するためには、Fault-Tree-Analysis にも挙げたが水利権制度の見直しと水利用のモニタリング制度の確立が実効性のある河川敷の土地利用



制度の確立とともに必要である。そのうえで、水料金の設定・賦課制度、徴収制度を整備して透明性のある徴収とその納入を行わなければならない。低所得者層の救済のため、政府の補助金制度もあらためて整備して維持管理の持続性を確保する必要がある。

### (3) 対策の効果を高めるためのコミュニティの能力強化

これまでの事業評価から政府は、コミュニティを参画させる事が事業を成功裏に進めるための一つの方策である事を学んだ。現在進行中の事業はいずれも参加型を指向している。また JICA も含めて、各ドナーの考えも同様であり、コミュニティの能力強化は対策を効果的に実施するために最も重要な事項の一つと認識している。

水利用に係わる対策においては、その計画段階からコミュニティの参画は重要であるが、その成果を左右するのは運用維持管理を任されるであろうコミュニティの能力である。南部、北部を問わず、洪水発生の一因は水路の堆砂による通水能力不足である。Fault-Tree-Analysis にも挙げたが、コミュニティが日常水路の清掃を心掛けていけば、洪水被害をある程度抑えることができる。洪水対策の一要素としてコミュニティによる水路維持を組み合わせるべきである。コミュニティの水路整備を義務化する制度整備が必要となる。また、洪水が発生することが予知された場合、土嚢を準備し、必要な場所に積む、といった洪水に対応する活動も被害を抑えることに有効であるが、こうした洪水対応、救助救援についてもコミュニティの役割は大きい。こうした行動は現在でも採られているが、多くの場合自発的になされていて、その場合の対価等も制度化しておく必要がある。

節水や地下水汲み上げの規制が制度化されても、コミュニティの協力なしには良い成果は期待できない。水資源や河川の保全の重要性を認識させる方策も重要である。

## 4.4 南西部水資源管理のため取り組むべき対策

### 4.4.1 対策の統合化規準および条件

Fault-Tree-Analysis によって浮き彫りにされた、南西部の水資源管理に係わる問題は 15 あった。問題を惹起する根本原因は 68 を数える。これらの原因を取り除く、あるいは緩和する対策は 81 にのぼる。これらの対策は、ほとんどのものが浚渫のように単独で効果を発揮するが、効果の持続性を考えると、他の対策と組み合わせる事で一層効果が広がる場合が多い。ゴライ川の水路幅を狭めて、乾季の流速を上げる対策と分流点での分流を円滑にして乾季流量を増やす対策はゴライ川の堆砂を減らして通年の流水を確保するという同一の目的をもった対策であり、同時に実施が可能である。この場合はこれらの対策を統合化できる。また、ある問題を一つの対策で完全に解決しようとして無理が生じる場合は、他の対策と組み合わせる事で責任を分担できる。水不足問題は流域間導水によって解決できる場合が多いが、作付けに工夫をすることで、必要な供給量を少し減らす、という対策と組み合わせれば、ややもすると問題を生じがちな流域間導水量を減らす事ができる、というのがこの例に当たる。統合化のメリットの一つが同じ目的（成果）を得るのに、個々の対策を組み合わせた上で最適化を図ることができるので、コストや環境負荷を小さくできることである。

ただし、対策の内容が全く異なり、対策を統合して実施する事が困難である場合は、

それぞれを独立させた。例えば、ガンジス河の乾季流量が減少したことが原因で生じた問題は、ガンジス堰によって解決できるが、二国間協定が有利に改訂できれば堰を建設することなく問題が解決できる。しかし、堰の建設は「バ」国内で実施できる対策であるのに対して、協定の改訂にはインドの協力を要する。逆に上流ネパールの山岳地帯における斜面保全をはじめとするインドを交えた流域保全の取り組みは、流域全体の管理として一つの対策となる。この場合はそれぞれを独立した統合化された対策とした。

また、GKIP からの導水のように複数の問題解決にも寄与する可能性があれば、個々で検討するのではなく、複数の問題を対象にして導水を計画するべきである。その場合は複数の問題を統合し、それぞれの問題に対する対策も統合するように考えた。この結果統合化された対策は全部で 13 となった。極めて初歩的な検討による対策ではあるが、これら 13 の対策すべてが実現した場合、現時点で想定できる対象地域の水資源に係わる主な問題の全てが解決する。中にはガンジス堰のように 30 年後に実現するといわれているものもあるが、今回の調査では十分な検討ができなかったが、対策の概要とそれらの間の関係を検討して実施の順番を決めると一種のロードマップを作る事ができる。

#### 4.4.2 水資源管理に係わる対策の統合化

##### (1) 対策の統合化

上に述べた 13 の統合化された対策を、FTA で案出した個々の対策とともに表 4.4.1 に示す。ここで FTA に示した 15 の問題を、A) 水不足、B) 塩水化、C) 地下水の砒素汚染、D) 洪水・浸水、E) 河岸浸食および F) 流水の高い土砂濃度に分類した。各対策の効果も併せて示した。

表 4.4.1 対策の統合化

No	統合対策	個々の対策	効果の期待 できる問題
1 <sup>1)</sup>	ガンジス堰	ID01	A, B, C,
2 <sup>2)</sup>	国際協定の改訂と協力 推進	ID02, ID20, ID21, ID22	A, B, C, D, E
3 <sup>3)</sup>	GKIP の修復および改 善	ID03, ID04, ID05, ID06, ID07, ID08, ID09, ID10, ID11, ID12, ID13, ID14, ID15, ID27, ID36, ID39, ID42 および ID47 (IID27)	A, B, C, F
4 <sup>4)</sup>	ゴライ川低水路維持	ID16, ID17, ID23, ID24 および ID25	A, B, E
5 <sup>5)</sup>	ゴライ川改修	ID18, ID19, ID26, IID25 および IID26	A, B, E
6	水道水源の砂混入対策	ID28, ID29, ID30, ID31, ID32, ID33 および ID34	F
7	表流水の塩水化防止	ID35, ID37 および ID38	A, B, C
8	表流水開発	ID40, (ID42), ID43 ID44, ID45, ID46, ID50 IID01, IID02 および IID04	A, C
9 <sup>6)</sup>	小規模水資源開発	ID41, ID48 および ID49	A, B, C, D
10	北部地域洪水防御	IID01, IID02, IID03 および II27	D, E
11	南部地域洪水防御	IID04, IID05, IID06, IID07, IID08, IID09, IID10, IID11 および IID12	D
12	輪中堤修復	IID13, IID14, IID15, IID16, IID17, IID18, IID19, IID20, IID21, IID22, IID23 および IID24	D, E, B
13	地方水道開発	IID03	C

注:

- 1) BWDB、デンマーク、中国が F/S を検討している。
  - 2) 1996 年に現行の協定が締結され、「バ」国政府は協定の改訂は極めて困難と考えている。第三国の介入は一層困難。
  - 3) ADB のレポートおよび DPP はこの対策の一部を対象としている。
  - 4) 5)のゴライ川改修事業に協調して実施する。
  - 5) WB とオランダ政府が 5 年間実施を決めている。ゴライ川低水路維持のような持続性を保証する事業を必要とする。
  - 6) JICA、ADB が LGED に融資して実施している。
- A : 水不足の解消  
 B : 塩水化の緩和  
 C : 地下水から表流水への転換  
 D : 洪水、浸水の緩和  
 E : 河岸浸食の緩和  
 F : 水道水源への土砂混入

以下に統合化された対策の概要を示す。

(2) ガンジス堰

1) 課題／問題、現在の対処

近年、ガンジス河の乾季水位が下がったため、ガンジス河に頼っている地域（Ganges Depending Area）が取水、分水が不能となり、問題を生じている。

2) 統合対策の目的

ガンジス河に頼っている地域（Ganges Depending Area）への表流水の安定供給

3) 概要

ガンジス堰計画の実施機関は BWDB である。現在、デンマークと中国が協力の下で F/S が実施されている。堰計画地点は、パングシャおよびタゴルバリの 2 地点に絞られた。堰の放水部長は 1,850 m、18m のゲート 84 門のほか水力発電を検討中である。水位を 12.5 m まで上げる事で、ゴライ川をはじめとして分流を可能にするとともに、コバダック、フォリドプールおよびダウラプールの三つの水路を建設して南西部地域に、合計 520 m<sup>3</sup>/s の水を配水する。計画には様々な問題があるが、上下流の砂に対する影響等環境に対する影響や土地収用等懸念すべき事項が多い。また、堰上げした水位を維持するために、ゴライ川、マタバング川等のガンジス河の派川にゲートを設ける必要がある。ゲートを設けるのであれば、これらの川への流入土砂の制御もでき、河床の上昇も押さえられるので、堰無しで取水を可能にする方法も考えられる。検討課題が多く、実現までには 30 年を要するといわれている。

(3) 国際協定の改訂と協力推進

1) 課題／問題、現在の対処

1996 年に「バ」国・インド間で協定が締結され、ファラッカ堰からの放流に関するルールが決まった。ルールはファラッカ堰からインドが取水を始めた後の流量を基準として定められていて、自然状態に戻して算定するという国際的な通念にそぐわない。一方、上流ネパール領内での斜面崩壊とインド領内の河岸侵食が生産土砂量の支配的源泉である。また、洪水もインドを通じて「バ」国領内に到達する。然しながら、これらに関する水文・水理情報も共有化されていない状態である。

2) 統合対策の目的

流域を構成する国々の協力体制の構築による、合理的で衡平な流域管理の実現

3) 概要

実際のところ極めて困難な課題であり、政府はあまり前向きではないが、流域管理の観点から無視できる課題ではない。協定の改訂はさておき、メコン委員会のような流域全体を考える国際機関を設立できれば各国の便益につながる。わが国がその手助けをすることも支援の一つに挙げられる。

(4) GKIP の修復および改善

1) 課題／問題、現在の対処

GKIP は「バ」国有数の規模を誇る表流水灌漑であるが、取水路が毎年堆砂によって閉塞し、浚渫が完了するまでの間、約 3.5 ヶ月間断水する。また、灌漑施設

の老朽化の他配水できない圃場があり、灌漑率が 65%台に低迷している。BWDB は毎年約 200,000 m<sup>3</sup> の浚渫を行い取水している。一方、水の来ない地域の住民はタバコ等に作付けを変更して凌いでいる。

## 2) 統合対策の目的

既存施設の改善、修復による機能増進および水路の南部地域への延伸

## 3) 概要

ADB は二次・三次水路の修復について F/S を行った。BWDB は F/S をベースに DPP を作成し政府の承認を得た。ADB が実施しない方針を明らかにしたため、目下他の資金ソースを探している。本統合対策は、水路の修復事業の一環として、2009 年に BWDB が日本の技術協力を得て実施した。

取水路の改良調査を実現して通年の取水を可能にする。さらに、今回の調査で可能性が有望視される給水域を拡張する案も加えて一つの統合対策とした。本統合対策は主として、1) 二次・三次水路および構造物の修復、2) 取水路の改善（沈砂池等）、3) 水路の延伸による南部地域への送水、4) 施設保護のためのガンジス河道安定化（護岸）、5) 水利権、運転維持管理の責任分担等を確立するための法制度・組織の強化および 6) 水需要管理のための Real-Time-Operation-System や SRI および塩分に強い新品種の導入、を要素として実施する。

社会・環境問題が少なく、既存施設の修復で大きな便益が期待できる。BWDB が主な実施機関となるであろう。

## (5) ゴライ川の低水路維持対策

### 1) 課題／問題、現在の対処

近年、ゴライ川は毎乾季に堆砂によって断流する。まもなく WB とオランダ政府の協力を得て、5 年間の浚渫を主とする改修事業が開始される。

### 2) 統合対策の目的

浚渫による低水路の維持

### 3) 概要

ガンジス河からの分流点から約 10 km の区間（区間設定には詳細検討を要する）に導流構造物を設けると共に、流入を制御するため断面の改善を行う。雨季の終盤、水位が下がってきた時に低水路内の流速を一定以上に保つ事を目的とする。次に述べるゴライ川改修の浚渫と協調して実施するべき課題である。

構造物としては水制 (Spur Dyke) が考えられるが、十分な水理的検討を要する。また、実施にあたっては、状況を詳細に観察しながら少しずつ導入する追値的な対応が必要である。恐らくは左右対称に数百メートルの水制を数百メートルの間隔で投入するであろう。わが国では古来より航路維持のために採用されてきた伝統技術の一つではあるが、大河川に応用できれば、今後の維持管理が軽減される。なお、下流 100 km 地点では洗掘の傾向にあり、上流に溜まる土砂を下流に流す方策は極めて重要と判断する。BWDB が実施機関となる。

(6) ゴライ川改修

1) 課題／問題、現在の対処

乾季のガンジス河流量が減じ、水位が下がる。ゴライ川への分流量が減り、掃流力が落ちるため、土砂が河床に堆積し河床高が上昇する。その結果、12月から4月にかけてゴライ川の水が涸れている。

2) 統合対策の目的

ゴライ川分流点から鉄道橋まで約 12 km 区間の河道回復

3) 概要

入り口に分流工を設けて流入しやすくし、堤防で入り口部分の整流を図る。また、河岸洗掘が生じている箇所に護岸を施す。WB とオランダ政府が援助を約束しており、2年間 capital dredging、続く3年間 maintenance dredging を行う事になっている。問題はその後の持続可能性を如何に確保するかである。BWDB が実施機関となる。

(7) 水道水源の砂対策

1) 課題／問題、現在の対処

ゴパルガンジでは水道水源の一部を表流水に求めているが、水源の川はゴライ川とつながっていて、雨季にはその流砂が進入する。沈砂池が老朽化し、堆砂によって機能を半減している。

2) 統合対策の目的

水道水源としての表流水の取水安定化

3) 概要

送水方式を二重化して、水がきれいで沈砂池を必要としない期間は沈砂池を休ませ、その間に除砂することを可能にする必要がある。クルナの水源もゴライ川とつながっているので、今後同様な問題が生じる可能性が大きい。各地の DPHE が実施機関となる。

(8) 表流水の塩水化防止

1) 課題／問題、現在の対処

各河川の下流部において塩水化が進み、家庭用水および農業用水の利用に影響が出ている。乾季流量が減少したことが原因と言われている。

2) 統合対策の目的

良質な表流水の確保

3) 概要

対策として、ゴライ川の修復、GKIP からの転流および河口堰が考えられる。このうち前二者は上に触れたので、ここでは河口堰による海水の制御が対象となる課題である。いずれも川幅が広く、地盤が軟弱であり、潮位変動が 4 m と言われている地域であるから費用は大きくなる。人口の規模から考えると、経済

性は極めて低い事を覚悟する必要がある。河川は網状河川であり、塩水は様々な水路を伝わって進入する。したがって、第一に水路の整備が必要であろう。この場合の環境に対する影響は無視できない。将来、土地利用が高度化した時点で実施が可能になるものと思われる。BWDB が実施機関となる。

(9) 表流水開発

1) 課題／問題、現在の対処

かつてガンジス河からの分流によって乾季においても表流水が取水可能であった北部の地域は、分流河川の砂による断流から水不足に悩まされている。現在は水源を地下水に求めているが解決には至っていない。

2) 統合対策の目的

マタバंगा川、コバダク川の分流点を修復し、乾季においてもガンジス河からの分流を可能にする。

3) 概要

これまでに土砂で埋まった水路の修復、護岸が主な要素である。河川敷を耕作地にしている者も多く、土地利用の規制と実行、上下流の水利権の確立等、法制度や組織強化と共に進めないと効果は期待できない。GKIP からの導水と次に述べる小規模水資源開発によってほぼ代替できる。BWDB が実施機関となる。

(10) 小規模水資源開発

1) 課題／問題、現在の対処

主に乾季の表流水が確保できていない。

2) 統合対策の目的

住民参加による村落ベースでの小規模な水資源開発

3) 概要

LGED はわが国および ADB、オランダ国の援助を得て、1,000 ha 以下の受益地を対象に、きめの細かい水資源開発を行っている。水路やため池を利用して雨季の水を貯留して乾季の需要に対処する方法も採用されている。雨水貯留も実施されていて効果を発揮している。中には輪中堤の補強によって塩水の浸入を防ぎ、水資源の管理の一環としている地域もある。維持管理は農民の組合に委任しており、士気はきわめて高い。わが国は対象地域内ではフォリドプール、ゴパルガンジの案件を支援している。ADB はその他全 District で実施しており、それぞれ高い評価を得ている。LGED が実施機関となる。

(11) 北部地域洪水防御

1) 課題／問題、現在の対処

河川が土砂に埋まり、通水能力を減じたために起こる溢水である。溢水が起きるほど水位が高くなると、その支川は排水不良を起こし氾濫が広がる。土砂はかつてガンジス河から運ばれたもの、自流域からの表土の流出、河岸の崩壊によるものがある。中には乾季に堰上げによって取水しようとして不法に構築さ

れた堰も障害となっている。

## 2) 統合対策の目的

北部地域の洪水防御に向けた制度・組織の強化

## 3) 概要

要素は浚渫、護岸、堤防の築堤および土地利用規制や河川敷の維持のための制度・組織の強化である。BWDB が実施機関となる。

# (12) 南部地域洪水防御

## 1) 課題／問題、現在の対処

北部の洪水と同じく河川が土砂に埋まり、通水能力を減じたために起こる溢水である。溢水が起きるほど水位が高くなると、その支川は排水不良を起こし氾濫が広がる。但し南部で河川を埋める砂は、満潮時に海から遡ってくる砂である。これらの砂はやがて流速を失って河道に堆積し、干潮時にも流される事無く滞留するものがある。これらは、やがて河床を埋めて排水路の流下能力を奪う。

## 2) 統合対策の目的

南部地域の洪水防御

## 3) 概要

BWDB では TRM と称して特別な方策で対処している。つまり、河川の近傍にあるビール (Beel) に逆流してきた水を導いて一端貯め、そこに沈砂を促し、砂の少なくなった水を河川に戻す方法である。TRM は場所によって効果を発揮しているものの、いくつかの限界も指摘されている。その第一は利用可能なビール (Beel) の取得である。また、取得したビール (Beel) もやがて満杯となり機能を失う等である。根本的な解決は塩水化防止で述べたように河口堰の建設を待つことになろう。BWDB が実施機関となる。

# (13) 輪中堤の修復

## 1) 課題／問題、現在の対処

低平な対象地域では輪中堤は必要不可欠な対策である。材料等施工時の問題であろうが、老朽化し危険な状態に至っているものが散見される。また、堤内水の排水に困難のあるものも少なくない。

## 2) 統合対策の目的

輪中堤々内地の洪水防御

## 3) 概要

この対策の要素は築堤による断面の回復、機械排水施設の導入、排水ゲートの修復等である。その場合、操作や維持管理についての技術的な人的強化と共に、操作が適切に行われるよう予算措置をとる等組織制度の強化が必須である。なお、海岸部でサイクロンアイラによって破壊された輪中堤が放置されているが、緊急に修復する事も課題の一つであろう。輪中堤は完全に流されていて、修復



には水中工事を必要とすることが放置の理由であった。BWDB が実施機関となる。

(14) 地方水道開発

1) 課題／問題、現在の対処

チュアダंगा、マグラ、ジェナイダ、ジョソール、シャトキラ等砒素に汚染された地下水をやむなく家庭用水に用いている。新たに表流水を手に入れる可能性が少ないためのあきらめもあると思われる。

2) 統合対策の目的

南部地域への表流水の供給

3) 概要

GKIP からの転流が可能になったら状況は異なるであろう。対策の要素としては、取水施設、導水施設、浄水施設および配水施設である。一方、土地収用に困難が予想される。また、途中の水利権の確立、料金徴収のための制度上の課題がある。さらに、水需要の集中している地域が散在しており、規模を考えると財務上の問題が生ずるであろう。政府の支援を予め考えておかなければならない。そのための組織制度の検討も重要な課題の要素となろう。DPHE が実施機関となる。

## 5. JICA による支援の方向性の検討

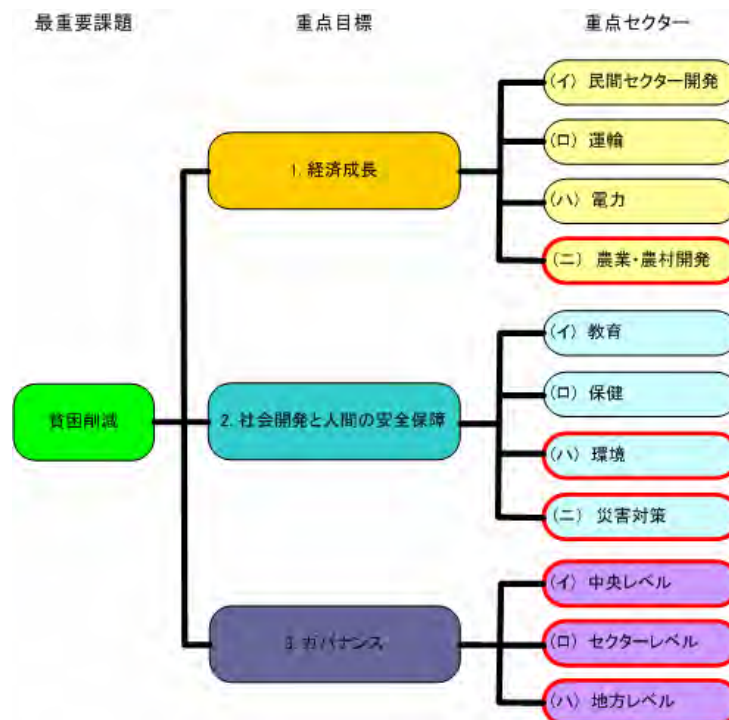
第4章において、地域の水資源管理を改善するための13の統合対策を提言した。これらのうち、他のドナーが支援を表明しているもの等を除くことでJICAの支援対象の候補を絞り込んだ。候補となった6個の統合対策に対して国別援助計画や「バ」国政府の水政策を参照して評価基準を設定し、各候補の支援対象としての優先性を評価した。さらに候補の各方面に対する影響を評価して優先性を確認した。優先度の高い統合対策を中心に支援の方向性を検討した。

### 5.1 支援対象候補を選定する規準

#### 5.1.1 整合すべき上位の指針および国家計画等

わが国の対外支援の方針を示すものとして、わが国の国別援助計画およびJICAの課題別指針等がある。「バ」国に関しては、これらは経済開発、女性問題や教育を含めた社会開発と人間の安全保障、ガバナンスの改善を重点目標に掲げている。いずれの問題もその根源に貧困があり、その軽減に力点を置いている。さらに貧困層の80%が居住する農村部に注目して水資源に係わる分野としては、農業開発、環境保全と治水および各レベルのガバナンスを大きな柱としている。

図5.1.1に国別援助計画の目標を示す。赤枠で囲んだ重点セクターが、南西部の水資源管理に直接的に関わる重点セクターである。環境の中には水道の水質に関する事項も含まれている。



注： 赤で囲んだ重点セクターは本調査が直接的に関係するもの

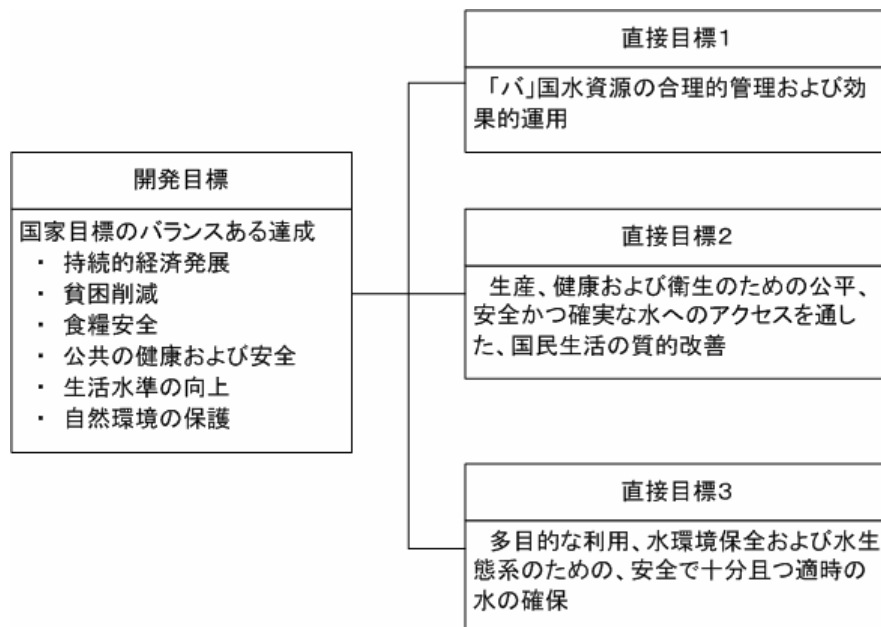
出典： バングラデシュ国別援助計画（平成18年5月）

図5.1.1 対「バ」国国別援助計画目標体系図

また、JICA の課題別指針のうち水資源ではその協力方針として 1) 総合的なアプローチ、2) 安全な水の供給、3) 生命・財産を守る治水、4) 地域の特性に考慮する、5) 日本の経験の活用、6) 環境・社会配慮を重視するとしている。ここで、地域の特性として、農業生産が地域の経済を支えていて、農業が最大の雇用セクターとなっていることがある。また、洪水やサイクロンの被害を蒙りがちなこと及び地下水の一部が砒素に汚染されていて、家庭用水に適さない場合があることも特性であると判断した。

従って、JICA の水資源に係わる支援は、安定した水を供給する事で農業生産に寄与すること、治水に寄与すること、安全な水を供給する事、環境社会の保全に寄与することおよびガバナンスの改善に寄与することを条件としている、と言える。

一方、第 3 章にも述べたように「バ」国政府は 1999 年に NWP を、2004 年にはその具体化のための計画である NWMP をまとめた。これらは政府の水に係わる政策の根幹をなすもので、経済開発、食料の自給を含む人間の安全保障およびガバナンスの改善を重視している。計画の基本的な目標は社会開発と人間の安全保障であり、目標を達成する主要な戦略として経済成長、貧困の削減、衛生状態の改善、災害防御、食料自給およびガバナンスの改善を追及するとしている。



出典：NWMP

図 5.1.2 NWMP の全体目標

### 5.1.2 本調査で考慮した選定規準

整合すべき上位の指針および国家計画等を踏まえ支援の条件を考慮した。

支援条件の第一として、わが国の援助の方針に沿っている事、第二に政府の政策の方向性にも沿っていることが必須である。つまり双方の目標に整合する事が条件となる。

本調査では、水資源管理に特化した支援の条件として以下のように考えた。

イ) 年間を通じた水供給を可能にする事で貧困層が集中している農村部において作付けや営農方式をより農業生産性を向上させる方に改善できる。それが経済開発となり雇用機会を広げ、貧困削減につながる。

- ロ) 塩水や砒素に汚染されていない安全な水を供給する事で衛生状態を改善し、生活水準の引き上げが可能となる。
- ハ) 洪水・浸水を防御して人間の安全を確保し、また、農地・農作物の被害を軽減する事で、経済発展・貧困削減の一助とする
- ニ) 利水安全度の高い水を供給する事で水不足・旱害を緩和することにより、農産物に対する被害を抑え、地域経済の安定に寄与する

支援の対象は、これらの問題解決あるいは緩和に寄与する対策を中心として組み立てられるべきであろう。

JICA の支援は効率的に実施される必要がある。したがって、それは必要最小限でなくてはならない。政府が既に実施しているもの、他のドナーが支援中、あるいは支援を表明していて成果が期待できるものについては、重複を避けて実施する必要がある。一方、支援の枠を少し広げる事によって、別の問題に対しても有効な解決となる場合がある。先に記載した図 4.1.2 Fault-Tree-Analysis の中でも示したが、GKIP の改修は GK 灌漑地域に大きな便益をもたらすが、水路を少し延長する事でガンジス河の水を転流でき、表流水開発や塩水防御といった問題解決の一端を担うことができる。この事は対策を少し拡張して構築することで別の問題解決の対策ともなりうる可能性がある事を示している。

## 5.2 支援対象の候補対策の選定と評価

### 5.2.1 候補対策の選定

節 5.1 に述べた支援の条件を勘案し、表 4.4.1 に載せた 13 の統合対策から支援の対象として考慮すべき候補を選定した。図 5.2.1 に支援対象候補となる統合対策の位置図、表 5.2.1 に選定結果をそれぞれ示す。

表 5.2.1 候補にするべき対策の選定

No.	統合化された対策	対象から除外	除外の理由
1	ガンジス堰	○	すでに政府がFSを実施中
2	国際協定の改訂と協力推進	○	政治的に困難が予想され、時間がかかる
3	GKIP の修復および改善		-
4	ゴライ川低水路維持		-
5	ゴライ川改修	○	世銀・オランダ政府がすでに支援を表明
6	水道水源の砂混入対策		-
7	表流水の塩水化防止	○	GKIP及びゴライ川改修の実施により大きく改善
8	表流水開発	○	GKIPからの導水と小規模水資源開発によってほぼ代替
9	小規模水資源開発	○	JICA・ADBの援助により実施中
10	北部地域洪水防御		-
11	南部地域洪水防御	○	TRM等すでに政府・ADBが実施
12	輪中堤修復		-
13	地方水道開発		-

上記表中 No.12 輪中堤の修復は多くのドナーの支援を受けて BWDB が実施しているが、一部については未だに対策が講じられておらず放置されている箇所もある。被災

者の状況は悲惨ではあるが、被害資産が小さく投資に対する効果あまり大きくない事、残された地域は水中工事となり、技術的にあまり容易でないことが残された主たる理由であるものと考えられる。また、No. 9 小規模水資源開発は JICA および ADB の支援により効果を発現しており、今後とも継続すべき事業と考える。引き続き支援の必要がある統合対策ではあるが、本調査で改めて支援候補に挙げる必要はないと判断した。

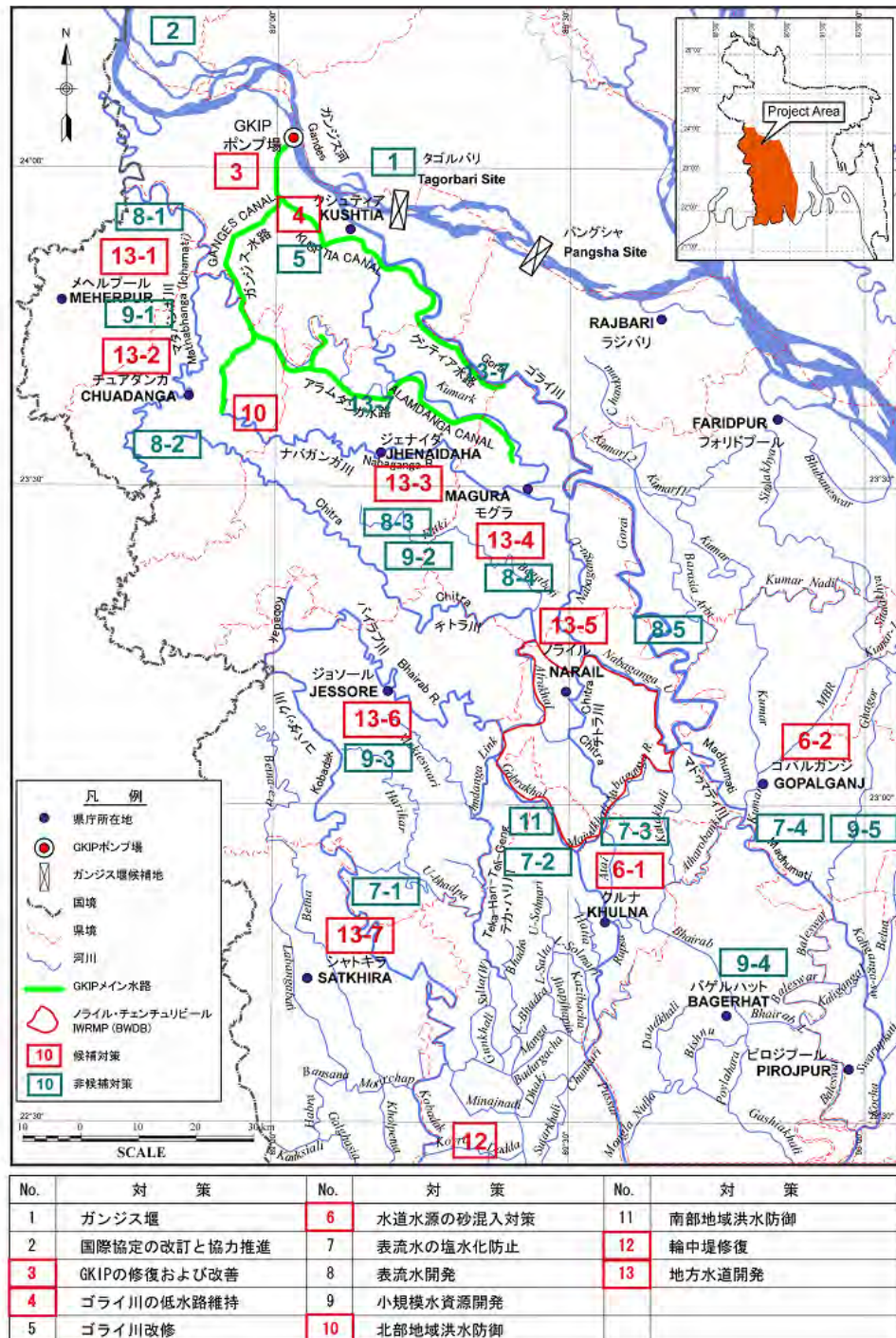


図 5.2.1 支援対象候補となる統合対策

## 5.2.2 候補対策の評価

### (1) 支援条件を踏まえた規準による評価

支援対象となる候補対策について、節 5.1 の記述を参照して優先度を評価した。評価の規準を以下のように定めることが妥当であると判断した。

- イ) 農業生産向上に対する効果
- ロ) 安全な水の提供に対する寄与
- ハ) 洪水・浸水防御に対する効果
- ニ) 水不足・旱害防御に対する効果

これらのほかにガバナンスの改善や組織制度の改善に寄与することも重要な条件ではあるが、全ての統合対策に考慮される事項であるので、統合対策同士の優先性を評価する基準には含めなかった。

GKIP は上記 4 つの評価規準中、洪水防御を除く 3 つに対して有効である。ゴライの低水路維持は、農業生産高向上と洪水防御を除く 2 つに対して直接的な寄与がある。6 候補の効果・寄与を整理すると以下ようになる。

表 5.2.2 候補となる統合化された対策の規準への効果・寄与

統合化された対策	規準			
	イ	ロ	ハ	ニ
GKIP の修復および改善	○	○		○
ゴライ川低水路維持		○		○
水道水源の砂混入対策		○		
北部地域洪水防御			○	
輪中堤修復			○	
地方水道開発		○		

○: 該当する規準

### (2) Multi-Objective-Analysis による評価の確認

調査の過程で各対策の効果について定量的な検討が行われていない現状ではあるが、これらの候補対策を実施した場合の様々な影響を Multi-Objective-Analysis の手法を用いて行い、上に述べた優先度の確認を行った。評価にあたっては、対策の準備状況あるいは安全衛生のように緊急性を要するかどうかという点も考慮に入れた。6 候補はいずれもいわゆるハード対策が主体をなすので、DPP の作成、F/S や詳細設計の実施状況あるいはその他の分析や検討を利用可能かどうかを準備状況を示す尺度になると考えた。取り上げた評価の目的（軸）は、社会、経済、環境および準備状況（技術的進捗など）である。各軸に対する影響を評価するための詳細項目を以下のように定めた。

#### 1) 社会に対する影響評価の詳細項目

- 衛生状態の改善に対する影響
- 雇用に対する影響
- 土地収用および移転
- 安全の確保あるいはコミュニティーの活性化に対する影響

2) **経済に対する影響評価の詳細項目**

- 農業生産高に対する影響
- 食料自給に対する影響
- 貧困削減に対する影響
- コスト

3) **環境に対する影響評価の詳細項目**

- 塩水化に対する影響
- 旱害に対する影響
- 河川に対する影響
- シュンドルボンに対する影響

4) **準備状況評価の詳細項目**

- DPP の作成
- F/S の実施
- 詳細設計の実施
- その他調査（分析や検討）の実施

各項目に、-3 から 3 で評点した。項目間、目的間の重みは付けず全て 1 とした。評価を行うに当たり、従来、Multi-Objective-Analysis では総得点の高さを指標にして高い物から順に優先度を高くしてきた。今回は、新たに目的（軸）ごとの得点の衡平性（バランス）と言う規準を加えた。総得点は、課題が実施された場合、社会の各方面の発展に寄与するが、その総合的な貢献の度合いを示す指標である。一方、衡平性（バランス）は、貢献が特定の分野（軸）に偏っていないかどうかを示す尺度である。不確定な将来を考える時、衡平性（バランス）は安定した発展を持続させるために重要な指標であると考えられる。総得点と衡平性（バランス）を求める算式を、実際の配点とともに、添付資料-3 参考資料に示した。ここでは、算出された 6 つの候補対策の、評価軸毎の得点と総得点および衡平性（バランス）を表 5.2.3 に示す。ただし、衡平性（バランス）はその逆である不衡平性（バランスの悪さ）で表現している。これは専ら算式上の問題であって、総得点は高い方が好ましいのに比べて、不衡平性（バランスの悪さ）は低い方が好ましい。

表 5.2.3 統合対策の評価

評価項目(目的)	支援対象候補となる統合対策					
	GKIP の修復および改善	ゴライ川低水路維持	水道水源の砂混入対策	北部地域洪水防御	輪中堤修復	地方水道開発
社会に対する影響	8	3	2	5	4	4
経済に対する影響	7	4	1	1	1	0
環境に対する影響	4	8	1	3	0	3
準備状況	7	1	1	1	4	1
合計得点	26	16	5	10	9	8
不衡平性係数	0.46	1.27	0.69	1.33	1.65	1.58

GKIP の修復および改善は、ほぼ全目的で高い得点を獲得し不衡平性係数も小さいので、目的間のバランスが良いことが分かる。最優先課題として提案できよう。次に優先されるべき統合対策は、ゴライ川の低水路維持である。総得点で GKIP と少なからぬ差を生じているが、他の 4 件と比較するとやはり高いといえる。不衡平性係数も 3

番目に低く、多方面でバランスのとれた効果が期待できる。上記4つの規準による評価と、Multi-Objective-Analysisによる評価結果はほぼ一致している。次節では、この2つの統合対策につき支援の方向性を検討する。

## 5.3 支援の方向性

### 5.3.1 GKIP の修復および改善

#### (1) GKIP の修復および改善についての支援の方向性

節4.1.1でのCADP-IIのレビューも踏まえ、GKIPの修復および改善に必要な事業の方向性を以下に整理した。

##### 【指向性】

- 1) 農業生産を通じて土地生産性を高め、貧困削減の一助とする支援を指向
- 2) 現在のGKIP対象地域外の農業生産性を高めると同時に安全な水供給を指向
- 3) 有限な水資源の効率よい利用を目指し持続性を指向

##### 【概要・留意点】

- 4) 改修した二次・三次水路を有効に活用するためにも取水路の改良が必要
  - 5) 河道を安定させるガンジス河の河岸安定対策も必要
  - 6) 既に改修が済んでいるポンプ有効を利用して、既存水路の改修に限らず供給先を南部へ延伸
  - 7) 今後一層逼迫する恐れのある水資源にアダプティブな対応も採るべきで、水需要管理の方策も考慮
  - 8) 法制度の整備や組織強化によってガバナンスの改善を図るとともに参加型を推進
- 本対策の要素は多岐にわたるが、必ずしも全てを同時に実施する必要はない。ガンジス河の護岸、水路の拡張、水需要制御の方策は分離して実施する事も可能である。案件形成時に要素の組み合わせを検討しなければならない。いずれにしても二次・三次水路の改修と取水路の改良は最初に実施すべき要素と考える。

#### (2) 想定される支援の概要

本統合対策の実施機関はBWDBになる。対策は表5.3.1に示すとおり、1) 施設の改修・拡張、2) 組織・制度の整備および3) BWDB 現地事務所およびコミュニティーの強化の3つのコンポーネントから構成した。



表 5.3.1 想定される支援の内容

コンポーネント	内容
1) 施設の改修・拡張	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 取水路の改良</li> <li>② 取水口付近のガンジス河の河岸安定</li> <li>③ 二次・三次水路の改修</li> <li>④ 機械設備の改修</li> <li>⑤ 主水路の延伸</li> <li>⑥ 水需要管理のための計測・情報処理施設</li> </ul>
2) 組織・制度の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>① BWDB が水道を含む水利用のための水源を提供することを可能にする組織・制度</li> <li>② GKIP から転流される水の帰属を定め、水が正しく利用されている事をモニターする組織・制度</li> <li>③ Real-Time-Operation-System を運用する組織</li> <li>④ 水料金制度を含む改修され拡張された GKIP の維持管理を可能にする組織・制度</li> </ul>
3) BWDB 現地事務所およびコミュニティの強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>① BWDB プロジェクト事務所の強化</li> <li>② GKIP 内水利組合の強化</li> <li>③ 転流を受ける側の水利用組織の強化</li> </ul>

BWDB 現地事務所とコミュニティの強化については、要員・予算・資材・施設の管理技術、水情報、施設操作情報の伝達、記録、施設操作技術の面の能力向上がなされるべきである。On-the-Job-Training であるから応用の場があり、効率的であると考えられる。

### (3) 留意すべき事項

案形成時にどの要素を対象に F/S を実施するか決定されるであろうが、取水路の改良方法、形状等の比較検討は数値モデルと水理模型実験を用いて実施する必要がある。また二次・三次水路の改修については水路法面の工種の比較検討等が重要である。

実施機関となる BWDB は節 4.3.4 または上に述べた組織制度の強化について実行計画を準備する必要がある。強化項目のうち、支援の対象とならないものについてはできるだけ速やかに着手すべきである。また、支援の対象となるものでも政府側が進める部分についての実施体制、予算措置を講じる必要がある。土地収用は多くはないものの、対策実施の死命を制するので予め準備を進める。

水路の拡張については、まず目的を明確にすることに留意する。周辺地域の灌漑用水の補強にするのか、あるいは都市域の水道水源とするかによって対策は大きく異なるからである。

### (4) 先端技術適用の有効性

また、今回の FT から導き出されたものではないが、水需要管理システムの導入には、やや先端的な技術の導入も並行して検討することも提案することができる。目下考えられるのは、1) Real Time Operation System、2) SRI、3) Brritar47 の導入である。以下に簡単な説明を行う。

- 1) 圃場に降った雨を有効に利用して無駄な送水を防ぎ、余った水を拡張した対象地域に送るものである。元来送水量は利水安全度（例えば 5 年渇水の降雨）を仮定

して決められる。テレメーター化した雨量計を導入し、実時間で有効雨量を算出して送水量を決定すると、無駄な送水をかなりの程度節約できる。ゲート操作等、各所との情報ネットワークが必要であり、また操作要員の能力強化が不可欠である。システムは作付け変更などの情報交換にも利用することで一層の節水効果が発揮できる。逆に予定外の小雨の場合は、それを補填する給水を受ける事ができ、干害防止にも有効である。

- 2) **SRI** (間断灌漑) の導入によって、収量増 (平均的に 90% 増と言われている) とともに節水が期待される。導入規模にもよるが、経験的に平均 40% の節水が期待できる。水管理や除草にやや手間が掛かるが、そのための庸人費は収量増によって十分に賄われる。「バ」国でも一部の地域で採用されているので、その知見が活用できる。
- 3) 農業研究センターで開発した耐塩分性の新品種である。**GKIP** からの転流分を節約できる。農業省も普及に力を入れている。

#### (5) 予見される環境社会への影響

取水路の改善や二次・三次水路の改修は既存の範囲内で実施されるので、工事中を除くと環境・社会に対する負の影響は無い。かつて水が行き渡っていた所に水を通すのであるから環境回復に寄与するはずであるが、浚渫や掘削の土砂の処理によっては悪影響を及ぼす可能性もある。よって、施工計画の中で土捨て場の検討を注意深く行う必要がある。ただし、二次・三次水路の掘削土は肥沃であるから、耕作地に利用すべきであるし、多くの場合、農民は競って圃場に取り入れるであろうから特に問題は生じないと思われる。また、ほぼ土工事と小型の機械工事となることから、工事中の環境・社会に対する影響は、特に取り立てて述べるまでもない。

用水の供給先の拡張には、新たな水路を建設するために約 30 ha の用地が必要となる。現地踏査の結果、チトラ川を利用する場合、家屋の移転を要しないルートがあることが確認された。用地は概ね水田・畑地であり、特に環境上の問題を起こすことはないであろう。

ガンジス河の河岸安定化には護岸が導入されるであろうが、十分な水理的検討を実施した後、設計される必要がある。現在洗掘傾向にある右岸を固定することになるが、洗掘を押さえる事でゴライ川の分流点の内湾化することも押さえられ、堆砂傾向が緩和されるのでゴライ川の改修についても歓迎されるべきことである。ただし、ガンジス河の動向は詳細に監視を行い、上下流に悪影響が及ばないよう柔軟に対処する必要がある。

水需要管理や組織・制度強化の方策は地域の連携をより緊密にする。一方、環境への影響はほとんど無いものと考えられる。

### 5.3.2 ゴライ川低水路維持

#### (1) ゴライ川低水路維持の支援の方向性

浚渫によって作られた低水路をできるだけ長く維持することを目的に支援を行う必要がある。低水路を維持することで、安全な水の安定的供給および水質の保全を指向する統合対策である。

計画の中で数値モデルおよび模型実験によって水理特性を掴み、水制の形状、水制の

配置、材料の比較を行う。このような事業は実施においては試行錯誤を繰り返すことになるであろうから、資金協力についても慎重に検討する必要がある。支援は提案した統合対策の効果の有り、無しが判明するまで続ける必要がある。

## (2) 想定される支援の概要

本統合対策は、WB とオランダ政府の支援で実施される浚渫が 5 年後に終了した後、水路の断流の防止を目的としている。主たるコンポーネントとしては、以下を想定している。

- 1) 水制の導入によって低水路の流速を維持し、堆砂を妨げる事による低水路を維持
- 2) モニタリングをはじめ低水路維持施設の補強・維持管理を行うための BWDB の組織強化
- 3) 維持用の工事材料を提供するコミュニティの強化

組織・制度および現地事務所・コミュニティの強化は、本来 BWDB の責任においてなされるべきであるが、現在の BWDB にはその予算準備は不可能であろうと思われる。一方、これは対策の成果を左右するともいえ、これらの強化にも協力して成果を確実なものとする必要がある。F/S は BWDB をカウンターパートとする開発調査として実施するのが妥当であろう。実施は借款による施設の開発、組織・制度および現地事務所・コミュニティの強化を実施する。

## (3) 留意すべき事項

DPP for the Gorai River Restoration Project (Phase II) をレビューしたところ、WB とオランダ政府の共同融資による浚渫を主体にした改修事業では、維持管理の浚渫が終了した後の対策が考慮されていないので再び断流を起こす可能性が高い。現状では低水路維持のための浚渫を政府単独で継続できる可能性は低いと言わざるを得ない。したがって、本対策を支援の対象とするにあたり、WB とオランダ政府との緊密な情報共有を図ることに留意する。

また、河川はわずかな事で大きく反応をする上に上流からの流入も変動するので、現象の再現性が捉えにくい。従って、多くの場合には試行錯誤を繰り返すことが安全につながるものと考えざるを得ない。本件についても同様で、主たる対策は水制によって滯筋を制御して低水路を維持しようとするものであるが、上流から順次導入して河川の反応を見ながら追値的（アダプティブ）に実施するべく留意する。

本件は BWDB が担当することになる。WB・オランダの事業との協力は極めて重要であるが、どの時点で実施するべきか LCG 会議等を通じて協議検討するよう留意する。

## (4) 先端技術適用の有効性

古来、水制工による低水路維持などの河川工事は、技術者の知識や経験を頼りに試行錯誤で実施されてきたものであるが、わが国では近年の流体力学やコンピューター解析の進歩により、現象をシミュレーションして構造物の諸元を定めることが一般化しつつある。水理・土砂水理の数値シミュレーションに加えて水理模型実験を行い、技術的可能性を確認することが有効である。ただし、シミュレーションや実験の実施により、構造物設計の精度向上は期待できるものの、一回の施工で恒久的な低水路を実現できるとは限らず、アダプティブ・マネジメントの視点からの試行錯誤を必要とするものと考えられる。

このようなわが国の河川技術者・研究者が得意とする分野での支援は、「バ」国側から歓迎されるものであり、また日バ間の技術交流・移転を促進させるものである。わが国による支援の独自性を示すものになると考えられる。また、対策の効果は ADCP を用いた横断測量によって確認できるが、衛星写真と組み合わせる事で、より簡便なモニタリング方法が構築できるものと期待される。

#### (5) 予見される環境社会への影響

本対策は基本的には構造物対策であるが、ほぼ既存の河道内で工事が行われるので用地の問題は発生しないと判断される。また、断流した河川流水を回復させるのであるため、環境に対する正の影響が期待できる。例えば、塩水遡上、水不足、シュンドルボン・マングローブ林の問題改善が期待される。また、中・下流においては河床洗掘の傾向にあったが、上流部の浚渫だけではその傾向を一層増幅してしまう。本課題のように下流に放流することで、下流側の河床低下を防止する可能性も期待できる。

### 5.3.3 その他 4 つの候補となる統合対策

#### (1) 水道水源の砂混入対策

表流水を水源とする水道システムは、雨季中の水源への砂混入によってしばしば取水を中断しなければならなくなる。沈砂池の能力に問題がある上に、その維持管理に難点があり、一端砂で埋まると機能維持のための除砂作業ができなくなる。作業中の取水を停止しなければならないからである。主たるコンポーネントとしては、以下 2 つを想定している。

- 1) 砂の混入しない時期に沈砂池をバイパスして上水場に送水する施設の整備
- 2) 既存沈砂池の修復および拡張

対象地域では当面、ゴパルガンジおよびクルナのシステムが対象となる。前者の実施機関は DPHE で、面談時に支援を求めている。後者はクルナ WASA が実施機関となるであろう。クルナ WASA の計画ではフィルタリングによって濁度を制御する事になっている。運用後に必要性が認識された場合に考えられる対策である。

対策は毎年の除砂による沈砂池の維持管理が必要であるが、これらの機関がその予算を捻出できるかどうか財務的な検討を行わねばならないことに留意する。また、除砂による土捨て場の確保に留意する。土捨て場は環境基準に従って維持管理されなければならない。

#### (2) 北部地域洪水防御

対象地域の河川は自流域からの土砂流出、河岸の洗堀等による土砂に埋まり、流下能力が著しく減少したものも少なくない。雨季には通水能力不足から洪水の氾濫を生じている。本対策はこれら北部の河川を対象として河川改修を行う。主たるコンポーネントとしては、以下を想定している。

- 1) 河道の浚渫
- 2) 河道線形改善
- 3) 河川護岸
- 4) BWDB の組織強化
- 5) 地域住民の防災に対する意識強化

実施機関は BWDB になるであろう。

地域住民の防災意識強化では、河川のモニタリングや洪水発生に備えた氾濫対応活動について能力強化を行う。土嚢等の資材を供与して、準備・対応することが有効であることを実地に理解させることで強化の効果は発揮される。

現在、河川敷は多くの場所で不法に占拠され、農用地として利用されている事例もある。また、農民が乾季に取水するために設置した堰も散見される。こうした河川用地の不法な占拠に対する社会的、法的な対処に留意する。不法占拠者の土地収用は社会的配慮を必要とする。また河川の線形改善には土地収用が発生し、社会環境上の影響が予見される。

### (3) 輪中堤修復対策

対象地域の南部にはサイクロンアイラによって流された輪中堤があり、実施機関はBWDBであるが、彼等の努力にも関わらず未だ修復に至っていないものもある。対策はこうした輪中堤の修復を支援するもので、主たるコンポーネントとしては、以下を想定している。

- 1) 水の切り替えと排水
- 2) 堤防の修復・補強
- 3) 現地事務所の強化

土嚢を用いてコファーを設置することで水の切り替えを容易にし、再びこのような災害が発生した場合に速やかに対応が可能になる事を目的とする。災害対策ながらパイロット的要素もあるので、土嚢の充填材料、積み方、止水法等「バ」国側が技術的な知見を得られるように設計するよう留意する。また、費用についても代替案が実験できるよう留意する。現場事務所には実地の機会を与えられるので、強化策は有効に定着するものと思われる。社会環境に対する負の影響はない。

### (4) 地方水道開発

水道水源を表流水に切り替えた場合、上水施設を必要とする。実施機関は多くの場合、DPHEの現地事務所となろう。主たるコンポーネントとしては、以下を想定している。

- 1) 取水施設
- 2) 送水施設
- 3) 上水施設

本対策は、水源が確保されている事が条件である事に留意しなければならない。また、多くの住民は水質の問題はあるものの安価な地下水に頼ってきたので、施設は簡易なものに留め水単価を極力抑えることに留意しなければならない。また多くの施設を必要とするため、土地収用・環境問題に困難が予想される。

# 付 表

表 2.1.5 セクター別 GDP 割合と成長率  
(実質価格 (1995-96年基準))

セクター	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08(P)
<b>シェア (%)</b>						
1. 第1次産業	23.5	23.1	22.3	21.8	21.4	20.9
2. 第2次産業	27.2	27.7	28.3	29.0	29.4	29.7
3. 第3次産業	49.3	49.2	49.4	49.2	49.2	49.4
GDP(実質生産者価格)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
<b>成長率 (%/年)</b>						
1. 第1次産業	3.08	4.09	2.21	4.94	4.56	3.61
2. 第2次産業	7.26	7.60	8.28	9.74	8.38	6.87
3. 第3次産業	5.38	5.66	6.36	6.40	6.92	6.69
GDP(実質生産者価格)	<b>5.33</b>	<b>5.82</b>	<b>5.93</b>	<b>7.02</b>	<b>6.83</b>	<b>6.09</b>

出典 : National Accounts Wing, BBS.

表 2.1.6 産業分野別 GDP (実質価格)  
(1995-96 基準価格)

産業分野	2004-2005			2005-2006		
	付加価値 (百万 TK)	分野別 シェア (%)	分野別 成長率 (%/年)	付加価値 (百万 TK)	分野別 シェア (%)	分野別 成長率 (%/年)
<b>I 第1次産業(農林水産業)</b>	<b>570,367</b>	<b>22.27</b>	<b>2.21</b>	<b>596,003</b>	<b>21.77</b>	<b>4.49</b>
1. 農林業	442,298	17.27	1.80	462,949	16.91	4.67
i. 農作物	320,339	12.51	0.15	333,822	12.19	4.21
ii. 畜産業	75,434	2.95	7.23	80,191	2.93	6.31
iii. 林業関連	46,525	1.82	5.09	48,936	1.79	5.18
2. 水産業	128,069	5.00	3.65	133,054	4.86	3.89
<b>II 第2次産業(鉱工業・建設業)</b>	<b>724,890</b>	<b>28.31</b>	<b>8.28</b>	<b>794,192</b>	<b>29.01</b>	<b>9.56</b>
3. 鉱業	29,090	1.14	8.38	31,631	1.16	8.73
4. 製造業	422,690	16.51	8.19	466,860	17.05	10.45
i. 大規模	298,605	11.66	8.30	331,563	12.11	11.04
ii. 小規模	124,085	4.85	7.93	135,297	4.94	9.04
5. 電力、ガス、水道事業	41,915	1.64	8.90	45,152	1.65	7.72
6. 建設業	231,195	9.03	8.31	250,549	9.15	8.37
<b>III 第3次産業(サービス業)</b>	<b>1,265,641</b>	<b>49.42</b>	<b>6.36</b>	<b>1,347,559</b>	<b>49.22</b>	<b>6.47</b>
7. 商業(卸と小売り)	361,552	14.12	7.06	387,812	14.17	7.26
8. ホテル・食堂	17,509	0.68	7.12	18,814	0.69	7.45
9. 運輸	255,522	9.98	7.92	276,596	10.10	8.25
10. 金融	43,380	1.69	8.92	46,469	1.70	7.12
11. 不動産業	208,009	8.12	3.65	215,684	7.88	3.69
12. 政府(公務と防衛)	68,604	2.68	8.02	74,235	2.71	8.21
13. 教育	62,559	2.44	7.90	67,552	2.47	7.98
14. 衛生・社会	57,682	2.25	7.40	61,793	2.26	7.13
15. 共同体・社会・自営業	190,824	7.45	4.05	198,603	7.25	4.08
<b>IV GDP (生産者価格)</b>	<b>2,560,898</b>	<b>100.00</b>	<b>5.93</b>	<b>2,737,754</b>	<b>100.00</b>	<b>6.91</b>
輸入関税	108,842		6.47	111,225		2.19
<b>GDP(実質市場価格)</b>	<b>2,669,740</b>		<b>5.96</b>	<b>2,848,979</b>		<b>6.71</b>

出典 : National Accounts Wing, BBS.

表 2.1.7 セクター別名目GDPの推移

(百万タカ)

セクター	1999-00	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08
第1次産業	583,661	590,372	599,004	630,569	672,025	716,238	785,401	879,069	999,611
第2次産業	578,423	635,548	696,006	761,271	849,914	968,061	1,117,543	1,296,328	1,497,118
第3次産業	1,125,521	1,224,074	1,340,244	1,506,889	1,672,693	1,871,637	2,101,590	2,392,746	2,740,910
その他	83,252	85,472	96,757	107,072	135,100	151,133	152,744	156,626	181,549
計	2,370,857	2,535,466	2,732,011	3,005,801	3,329,732	3,707,069	4,157,278	4,724,769	5,419,188

表 2.1.8 対象地域のDistrict別、セクター別GDP (1999-2000)

(百万タカ)

No.	District	第1次産業	第2次産業	第3次産業	その他	計
1	Kushtia	8,221	7,219	13,420	1,097	29,957
2	Rajbari	4,863	2,548	6,404	452	14,267
3	Faridpur	7,803	4,222	12,317	698	25,040
4	Shariatpur	5,224	2,442	6,506	444	14,616
5	Madaripur	5,069	2,716	7,705	452	15,942
6	Gopalganj	5,601	2,681	8,081	504	16,867
7	Khulna	12,388	12,063	32,132	1,884	58,467
8	Narail	5,299	1,496	5,077	391	12,263
9	Magura	5,743	1,955	5,631	469	13,798
10	Jhenaidah	9,754	4,614	11,447	897	26,712
11	Jessore	14,292	10,776	20,657	1,730	47,455
12	Chuadanga	5,116	2,944	7,756	495	16,311
13	Meherpur	3,364	2,112	4,193	354	10,023
14	Pirojpur	5,741	2,556	8,361	490	17,148
	対象地域	98,478	60,344	149,687	10,357	318,866

注: District別データは1999-2000年まで利用可能

セクター別割合

No.	District	第1次産業	第2次産業	第3次産業	その他	計
1	Kushtia	27%	24%	45%	4%	100%
2	Rajbari	34%	18%	45%	3%	100%
3	Faridpur	31%	17%	49%	3%	100%
4	Shariatpur	36%	17%	45%	3%	100%
5	Madaripur	32%	17%	48%	3%	100%
6	Gopalganj	33%	16%	48%	3%	100%
7	Khulna	21%	21%	55%	3%	100%
8	Narail	43%	12%	41%	3%	100%
9	Magura	42%	14%	41%	3%	100%
10	Jhenaidah	37%	17%	43%	3%	100%
11	Jessore	30%	23%	44%	4%	100%
12	Chuadanga	31%	18%	48%	3%	100%
13	Meherpur	34%	21%	42%	4%	100%
14	Pirojpur	33%	15%	49%	3%	100%
	Target Area	31%	19%	47%	3%	100%

表 2.1.9 対象地域 GDP の全国に対する割合 (1999-2000)

	GDP 計		第1次産業		第2次産業		第3次産業		その他	
	百万タカ	%	百万タカ	%	百万タカ	%	百万タカ	%	百万タカ	%
全国	2,370,857	100	583,661	24.62	578,423	24.40	1,125,521	47.47	83,252	3.51
対象地域	318,866	100	98,478	30.88	60,344	18.92	149,687	46.94	10,357	3.25
対象地域/ 全国		13.45		16.87		10.43		13.30		12.44



表 2.1.16 Region 別の作物被害 (2002 年)

Year: 2002																			
Month	Calamity	Jul-Aug			Jun-Aug	Jul-Sep	Jun-Jul	Apr-May			Apr-Aug	Mar-May	Apr-Sep	March	March	Mar-May	April		
		Excessive rainfall Flood			Rush water Flood Ex. Rainfall	Rush water Ex. Rainfall	Flood Rush water Ex. Rainfall	Hail Storm Rush Water from Hill Excessive rainfall			Flood Hail Storm Ex. Rainfall	Ex. Rainfall Flood Rush	Storm Hail Storm	Tornado Flood Hail Storm Ex. Rainfall	Hail Storm	Storm Hail Storm	Storm Hail Storm Ex. Rainfall	Tornado Hail Storm	
Region	Crop	Aus Local	Aus HYV	Aus Total	B. Aman	Local T. Aman	Aman HYV+Pajam	Aman Total	Boro Local	Boro HYV	Boro Total	Jute	Aman Seed bed	Maize	Summer Vegetable	Musur	Betel Leaves	Banana	Papaya
<b>Crop Damage Area (ha)</b>																			
Faridpur			9,056	9,056		2,661	417	3,078					1,405						
Barisal									883	883									
Jessore		7,537		7,537	6,387	170	1,839	8,396		296	296	927	1,256	1	83			3	81
Khulna		69	1,847	1,916	1,673	1,490	1,511	4,674					701		41				24
Kushtia										97	97								
<b>Target Area</b>		<b>7,606</b>	<b>10,903</b>	<b>18,509</b>	<b>8,060</b>	<b>4,321</b>	<b>3,767</b>	<b>16,148</b>	<b>0</b>	<b>1,276</b>	<b>1,276</b>	<b>2,332</b>	<b>1,957</b>	<b>1</b>	<b>124</b>	<b>1,187</b>	<b>3</b>	<b>106</b>	<b>2</b>
(%)		62.1%	61.0%	61.4%	15.9%	49.9%	14.0%	18.8%	0.0%	1.7%	1.4%	17.9%	43.3%	4.8%	47.5%	100.0%	100.0%	55.8%	100.0%
Bangladesh		12,253	17,869	30,124	50,592	8,653	26,856	86,063	15,240	77,100	92,340	13,033	4,322	21	281	1,187	3	189	2
<b>Crop Damage Production (M. Ton)</b>																			
Faridpur			20,830	20,830		3,280	1,140	4,420											
Barisal									2,910	2,910									
Jessore		8,600		8,600	7,850	250	4,720	12,820		1,040	1,040	10,120		1	384			8	1032
Khulna		90	4,130	4,220	2,020	2,190	3,730	7,940		330	330				168				291
Kushtia																			
<b>Target Area</b>		<b>8,690</b>	<b>24,960</b>	<b>33,650</b>	<b>9,870</b>	<b>5,720</b>	<b>9,590</b>	<b>25,180</b>	<b>0</b>	<b>4,280</b>	<b>4,280</b>	<b>24,140</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>552</b>	<b>875</b>	<b>8</b>	<b>1,323</b>	<b>14</b>
(%)		63.1%	65.2%	64.7%	17.0%	46.3%	15.6%	19.1%	0.0%	1.7%	1.6%	17.8%		5.0%	49.5%	100.0%	100.0%	52.8%	100.0%
Bangladesh		13,770	38,260	52,030	57,930	12,360	61,600	131,890	27,920	247,760	275,680	135,750		20	1,115	875	8	2,505	14

Source: Original data from "Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh 2006", July 2008, BBS

表 2.1.17 Region 別作物被害 (2003 年)

Year: 2003																
Month	Calamity	June-July			June-July			Apr-June			July	May-Jul	Nov			
		Excessive rainfall Flood			Excessive rainfall Flood			Excessive rainfall Flood			Flood Excessive rainfall	Excessive rainfall	Excessive rainfall			
Region	Crop	Aus Local	Aus HYV	Aus Total	B. Aman	Local T. Aman	Aman (HYV)	Aman Total	Boro Local	Boro HYV	Boro Total	Jute	Mashkalai	Winter vegetable	Papaya	Patal
<b>Crop Damage Area (ha)</b>																
Faridpur		2,624		2,624		510	61	571	12	170	182	243				
Barisal																
Jessore					162	65	2,147	2,374					42	951	53	6
Khulna																
Kushtia																
<b>Target Area</b>		<b>2,624</b>	<b>0</b>	<b>2,624</b>	<b>162</b>	<b>575</b>	<b>2,208</b>	<b>2,945</b>	<b>12</b>	<b>170</b>	<b>182</b>	<b>243</b>	<b>42</b>	<b>951</b>	<b>53</b>	<b>6</b>
(%)		25.0%	0.0%	13.2%	0.5%	78.9%	62.7%	8.1%	100.0%	3.5%	3.7%	15.5%	21.8%	100.0%	26.0%	100.0%
Bangladesh		10,502	9,437	19,939	32,064	729	3,524	36,317	12	4,844	4,856	1,563	193	951	204	6
<b>Crop Damage Production (M. Ton)</b>																
Faridpur		2,610		2,610		560	140	700	20	640	660	2,450				
Barisal																
Jessore					210	100	5,780	6,090					61	4,804	773	38
Khulna																
Kushtia																
<b>Target Area</b>		<b>2,610</b>	<b>0</b>	<b>2,610</b>	<b>210</b>	<b>660</b>	<b>5,920</b>	<b>6,790</b>	<b>20</b>	<b>640</b>	<b>660</b>	<b>2,450</b>	<b>61</b>	<b>4,804</b>	<b>773</b>	<b>38</b>
(%)		25.0%	0.0%	8.2%	0.6%	75.9%	64.3%	15.5%	100.0%	4.1%	4.2%	16.4%	35.3%	100.0%	87.3%	100.0%
Bangladesh		10,460	21,320	31,780	33,800	870	9,210	43,880	20	15,590	15,610	14,950	173	4,804	885	38

Source: Original data from "Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh 2006", July 2008, BBS

表 2.1.18 Region 別作物被害 (2004 年 1/2)

Year: 2004																
Month	Calamity	July			Jul-Nov			April			Jul-Nov		Jul-Aug			
		Excessive rainfall Flood			Excessive rainfall Flood			Storm Hail Storm Cyclone Excessive rainfall			Excessive rainfall		Flood Excessive rainfall			
Region	Crop	Aus Local	Aus HYV	Aus Total	B. Aman	Local T. Aman	Aman (HYV)	Aman Total	Boro Local	Boro HYV	Boro Total	Aman Seedbed	Jute	Summer Vegetables		
<b>Crop Damage Area (ha)</b>																
Faridpur					12,101	7,626	3,386	23,113					1,442	2,353		
Barisal					4,670		11,555	16,225					2,673	16		
Jessore			3,394	3,394	9,712	2,556	106,705	118,973							85	
Khulna					186	11,555	11,470	23,211								
Kushtia		1,964	8	1,972	73	16		89							117	
<b>Target Area</b>		<b>1,964</b>	<b>3,402</b>	<b>5,366</b>	<b>26,742</b>	<b>21,753</b>	<b>133,116</b>	<b>181,611</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4,115</b>	<b>2,369</b>	<b>202</b>		
(%)		5.3%	6.9%	6.2%	12.7%	29.0%	64.4%	36.9%	0.0%	0.0%	0.0%	5.8%	8.7%	2.0%		
Bangladesh		36,964	49,016	85,980	209,869	75,005	206,766	491,640	43,347	134,306	177,653	70,879	27,257	10,315		
<b>Crop Damage Production (M. Ton)</b>																
Faridpur					15,690	8,810	7,850	32,350								
Barisal					12,420		31,980	44,400								
Jessore			8,440	8,440	13,400	4,270	324,250	341,920							439	
Khulna					220	17,990	28,920	47,130								
Kushtia		1,940	20	1,960	80	20		100							422	
<b>Target Area</b>		<b>1,940</b>	<b>8,460</b>	<b>10,400</b>	<b>41,810</b>	<b>31,090</b>	<b>393,000</b>	<b>465,900</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>27,160</b>	<b>861</b>		
(%)		3.9%	8.4%	6.9%	15.9%	27.2%	68.1%	48.8%	0.0%	0.0%	0.0%	-	9.9%	1.8%		
Bangladesh		49,420	101,170	150,590	263,390	114,310	576,800	954,500	86,940	410,280	497,220	-	273,260	48,531		

Source: Original data from "Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh 2006", July 2008, BBS

表 2.1.19 Region 別作物被害 (2004 年 2/2)

Year: 2004																
Month	Jul-Aug Flood Excessive Rainfall						Apr-Oct Flood Excessive Rainfall									
Calamity	Crop	Sugarcane	Betel Leaves	Kharif Chilies	Papaya	Other Vegetables	Banana	Pulses	Brinjal	Patal	Turmeric	Karala	Water Guard	Barbati	Beans	Jhinga
<b>Crop Damage Area (ha)</b>																
Faridpur																
Barisal																
Jessore		200	1206	1126	323	9578	554	1187	757	466	87	37	75	11	32	28
Khulna																
Kushtia																
<b>Target Area</b>		<b>200</b>	<b>1,206</b>	<b>1,126</b>	<b>323</b>	<b>9,578</b>	<b>554</b>	<b>1,187</b>	<b>757</b>	<b>466</b>	<b>87</b>	<b>37</b>	<b>75</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>28</b>
(%)		7.8%	98.7%	88.6%	76.9%	77.0%	31.0%	100.0%	86.4%	79.0%	83.7%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
<b>Bangladesh</b>		<b>2,562</b>	<b>1,222</b>	<b>1,271</b>	<b>420</b>	<b>12,444</b>	<b>1,786</b>	<b>1,187</b>	<b>876</b>	<b>590</b>	<b>104</b>	<b>37</b>	<b>75</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>28</b>
<b>Crop Damage Production (M. Ton)</b>																
Faridpur																
Barisal																
Jessore		9691	7389	3161	93	35504	10997	1313	5876	4902	737	325	551	53	168	139
Khulna																
Kushtia																
<b>Target Area</b>		<b>9,691</b>	<b>7,389</b>	<b>3,161</b>	<b>93</b>	<b>35,504</b>	<b>10,997</b>	<b>1,313</b>	<b>5,876</b>	<b>4,902</b>	<b>737</b>	<b>325</b>	<b>551</b>	<b>53</b>	<b>168</b>	<b>139</b>
(%)		9.1%	98.8%	97.0%	72.7%	69.9%	36.7%	100.0%	91.2%	84.3%	93.2%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
<b>Bangladesh</b>		<b>106,678</b>	<b>7,475</b>	<b>3,260</b>	<b>128</b>	<b>50,776</b>	<b>29,949</b>	<b>1,313</b>	<b>6,446</b>	<b>5,812</b>	<b>791</b>	<b>325</b>	<b>551</b>	<b>53</b>	<b>168</b>	<b>139</b>

Source: Original data from "Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh 2006", July 2008, BBS

表 2.1.20 Region 別作物被害 (2005-06 年)

Year: 2005-2006												
Month							April			Hail Storm Tornado		
Calamity	Crop	Aus Local	Aus HYV	Aus Total	B. Aman	Local T. Aman	Aman HYV+Pajam	Aman Total	Boro Local	Boro HYV	Boro Total	Banana
<b>Crop Damage Area (ha)</b>												
Faridpur												
Barisal												
Jessore										832	832	2
Khulna												
Kushtia												
<b>Target Area</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>832</b>	<b>832</b>	<b>2</b>
(%)										8.1%	8.1%	100.0%
<b>Bangladesh</b>										<b>10,304</b>	<b>10,304</b>	<b>2</b>
<b>Crop Damage Production (M. Ton)</b>												
Faridpur												
Barisal												
Jessore										3,110	3,110	48
Khulna												
Kushtia												
<b>Target Area</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,110</b>	<b>3,110</b>	<b>48</b>
(%)										8.9%	8.9%	100.0%
<b>Bangladesh</b>										<b>35,129</b>	<b>35,129</b>	<b>48</b>

Source: Original data from "Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh 2006", July 2008, BBS

表 2.1.21 Region 別作物被害 (2006-07 年)

Year: 2006-2007																			
Month Calamity				September Tornado Tidal bore							September Tidal bore Tornado		September Tornado Tidal bore						
	Crop	Aus Local	Aus HYV	Aus Total	B. Aman	Local T. Aman	Aman HYV+Pajam	Aman Total	Boro Local	Boro HYV	Boro Total	Wheat	Potato	Gram	Masur	Motor	Khesari	Rape & Mustard	Onion
<b>Crop Damage Area (ha)</b>																			
Faridpur																			
Barisal																			
Jessore												86	4	4	68	12	284	18	9
Khulna					742	2,864	8,904												
Kushtia																			
<b>Target Area</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>742</b>	<b>2,864</b>	<b>3,908</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>86</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>68</b>	<b>12</b>	<b>284</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	
(%)					100.0%	62.6%	67.8%				100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
Bangladesh					742	4,575	5,318				86	4	4	68	12	284	18	9	
<b>Crop Damage Production (M. Ton)</b>																			
Faridpur																			
Barisal																			
Jessore												151	85	4	77	11	279	14	59
Khulna					1,124	6,994	8,118												
Kushtia																			
<b>Target Area</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,124</b>	<b>6,994</b>	<b>8,118</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>151</b>	<b>85</b>	<b>4</b>	<b>77</b>	<b>11</b>	<b>279</b>	<b>14</b>	<b>59</b>	
(%)					100.0%	66.8%	70.0%				100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
Bangladesh					1,124	10,477	11,601				151	85	4	77	11	279	14	59	

Source: Original data from "Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh 2006", July 2008, BBS

表 3.1.6 GKIP における現況と計画の作物作付面積の比較 (CADP-II による)

作物	現況および事業を実施しない場合								事業実施の場合									
	天水地域		排水地域		灌漑地域		計		天水地域		排水地域		灌漑地域		計			
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)		
全事業地区(ha)	155,705																	
純事業地区(ha)	132,349		35,537		6,000		90,812		132,349 ha		13,235		7,000		112,114		132,349 ha	
雨期前期 (Kharif I)	12,083	34	1,500	25	11,936	13	25,519	19	4,765	36	2,730	39	25,786	23	33,281	25		
直播アウス	6,397	18	1,080	18			7,477	6	2,382	18	1,260	18			3,642	3		
HYVアウス					305	0.3	305	0.2					16,817	15	16,817	13		
ジュート	5,686	16	180	3	2,724	3	8,590	6	2,382	18	1,120	16	2,242	2	5,745	4		
サトウキビ*			240 *	4 *	5,449*	6 *	5,689	4			350 *	5 *	2,242*	2 *	2,592	2		
夏野菜					3,458	3.8	3,458	3					4,485	4	4,485	3		
雨期後期 (Kharif II)	0	0	720 *	12 *	86,271*	95 *	86,991	66	0	0	910 *	13 *	106,508*	95 *	107,418	81		
在来種移植アマン			480	8			480	0.4			560	8			560	0.4		
HYV移植アマン					80,823	89	80,823	61					104,266	93	104,266	79		
乾期 (Rabi)	11,016	31	2,220*	37*	35,417*	39*	48,653	37	4,235	32	2,660*	38*	39,240*	35*	46,135	35		
HYVボロ	711	2	120	2	1,816	2	2,647	2	265	2	140	2	2,242	2	2,647	2		
HYV小麦	1,421	4	240	4	3,632	4	5,294	4	529	4	280	4	4,485	4	5,294	4		
ジャガイモ	355	1	60	1	908	1	1,323	1	132	1	70	1	1,121	1	1,323	1		
豆類/タバコ	3,554	10	600	10	9,081	10	13,235	10	1,324	10	700	10	11,211	10	13,235	10		
油糧作物(芥子菜)	3,198	9	540	9	8,173	9	11,911	9	1,191	9	630	9	10,090	9	11,911	9		
香辛料(玉ねぎ)	1,421	4	300	5	4,541	5	6,262	5	662	5	350	5	5,606	5	6,617	5		
野菜(カリフラワー)	355	1	120	2	1,816	2	2,292	2	132	1	140	2	2,242	2	2,515	2		
計	23,099	65	4,440	74	133,624	147	161,163	122	9,000	68	6,300	90	171,534	153	186,834	141		

注記 \* サトウキビは雨期前期だけでなく、雨期後期と乾期にも植えられているので、それらの季節にも計上されている。  
 \*\* プロジェクトの乾期灌漑は考慮されていない。作付パターンは排水地域と同じである。[プロジェクトで変更しないという意味か?]  
 出典: "Second Command Area Development Project, Final, Supplementary Appendix F: Economic and Financial Analysis, ADB", September, 2008, Royal Haskoning

表 3.1.7 GKIP における現況と計画の作物生産量と純便益の比較 (CADP-II による)

作物	現況および事業を実施しない場合								事業実施の場合								(2007年財務価格ベース)			
	作付面積		生産量		純便益		作付面積		生産量		純便益		作付面積		生産量		純便益			
	(ha)	(t/ha)	(t)	(Tk/ha)	(1,000Tk)	(ha)	(t/ha)	(t)	(Tk/ha)	(1,000Tk)	(ha)	(t)	(%)	(1,000Tk)	(%)					
雨期前期 (Kharif I)	25,519			553,290	33,281			810,293	7,762			257,003	46							
直播アウス	7,477	0.98	7,327	5,406	40,415	3,642	0.98	3,569	5,406	19,689	-3,835	-3,758	-51	-20,726	-51					
HYVアウス	305	2.16	659	17,758	5,416	16,817	2.42	40,697	19,889	334,471	16,512	40,038	6076	329,055	6,076					
ジュート	8,590	1.95	16,751	10,985	94,364	5,745	1.95	11,203	10,985	63,104	-2,845	-5,548	-33	-31,260	-33					
サトウキビ*	5,689	48.55	276,201	32,884	187,067	2,592	48.55	125,842	32,884	85,245	-3,097	-150,359	-54	-101,822	-54					
夏野菜	3,458	12.00	41,496	65,364	226,028	4,485	12.60	56,511	68,632	307,784	1,027	15,015	36	81,756	36					
雨期後期 (Kharif II)	86,991			2,325,392	107,418			3,357,720	20,427			1,032,328	44							
在来種移植アマン	480	2.13	1,022	16,182	7,767	560	2.13	1,193	16,182	9,062	80	171	17	1,295	17					
HYV移植アマン	80,823	3.53	285,305	28,675	2,317,625	104,266	3.95	411,851	32,116	3,348,658	23,443	126,546	44	1,031,033	44					
乾期 (Rabi)	48,653			1,905,574	46,135			1,943,027	-2,518			37,453	2							
HYVボロ	2,647	4.11	10,879	30,858	81,679	2,647	4.60	12,176	34,560	91,481	0	1,297	12	9,802	12					
HYV小麦	5,294	2.12	11,223	30,241	160,094	5,294	2.12	11,223	30,241	160,094	0	0	0	0	0					
ジャガイモ	1,323	18.69	24,727	94,829	125,506	1,323	18.69	24,727	94,829	125,506	0	0	0	0	0					
豆類/タバコ	13,235	1.08	14,294	73,011	966,291	13,235	1.08	14,294	73,011	966,291	0	0	0	0	0					
油糧作物(芥子菜)	11,911	1.20	14,293	20,045	238,765	11,911	1.20	14,293	20,045	238,765	0	0	0	0	0					
香辛料(玉ねぎ)	6,262	5.19	32,500	38,592	241,669	6,617	5.19	34,342	38,592	255,384	355	1,842	6	13,715	6					
野菜(カリフラワー)	2,292	14.00	32,088	39,959	91,570	2,515	14.70	36,971	41,957	105,506	223	4,883	15	13,936	15					
計	161,163	-	-	4,784,257	186,834	-	-	6,111,039	25,671	-	-	1,326,784	28							

注記 \* サトウキビ面積は雨期前期だけでなく、雨期後期と乾期にも植えられているので、それらの季節にも計上されている。  
 出典: "Second Command Area Development Project, Final, Supplementary Appendix F: Economic and Financial Analysis, ADB", September, 2008, Royal Haskoning  
 のデータを用いて編集。

表 3.1.12 Upazila別浸透量とRegion別浸透量推定値

District No.	Sl. No.	District	Upazila	浸透量 (mm/d)	Region 別 District 平均値*				
					Kushitia	Jessore	Khulna	Faridpur	Barisal
1	1	Chuadanga	Alamdanga	3	2.5				
	2	Chuadanga	Chuadanga Sadar	3					
	3	Chuadanga	Damurhuda	2					
	4	Chuadanga	Jiban Nagar	2					
2	5	Faridpur	Alfadanga	3				2.9	
	6	Faridpur	Bhanga	3					
	7	Faridpur	Boalmari	3					
	8	Faridpur	Char Bhadrasan	4					
	9	Faridpur	Faridpur Sadar	3					
	10	Faridpur	Madhukhali	3					
	11	Faridpur	Nagarkanda	2					
3	12	Faridpur	Sadarpur	2					
	13	Gopalganj	Kashiani	2				2.0	
4	14	Gopalganj	Muksudpur	2					
	15	Jessore	Abhaynagar	5		5.0			
	16	Jessore	Bagher Para	5					
	17	Jessore	Chaugachha	5					
	18	Jessore	Jhikargachha	5					
	19	Jessore	Keshabpur	5					
	20	Jessore	Sadar	5					
5	21	Jessore	Manirampur	5					
	22	Jessore	Sharsha	5					
	23	Jhenaidah	Harinakunda	3	3.1				
	24	Jhenaidah	Jhenaidaha Sadar	3.5					
	25	Jhenaidah	Kaliganj	3					
	26	Jhenaidah	Kotchandpur	3					
6	27	Jhenaidah	Maheshpur	3					
	28	Jhenaidah	Shailkupa	3					
7	29	Khulna	Phultala	1.2			1.2		
7	30	Kushtia	Bheramara	2.5	2.2				
	31	Kushtia	Daulatpur	2					
	32	Kushtia	Khoksa	2.5					
	33	Kushtia	Kumarkhali	2					
	34	Kushtia	Kushtia Sadar	2					
	35	Kushtia	Mirpur	2					
8	36	Madaripur	Rajoir	1.2				1.6	
	37	Madaripur	Shib Char	2					
9	38	Magura	Magura Sadar	2.5	2.5				
	39	Magura	Mohammadpur	2.5					
	40	Magura	Shalikha	2.5					
	41	Magura	Sreepur	2.5					
10	42	Meherpur	Gangni	2	2.5				
	43	Meherpur	Meherpur Sadar	3					
11	44	Narail	Kalia	2		2.7			
	45	Narail	Lohagara	3					
	46	Narail	Narail Sadar	3					
12	47	Rajbari	Balia Kandi	3				2.5	
	48	Rajbari	Goalandaghat	2.5					
	49	Rajbari	Rajbari Sadar	2					
	50	Rajbari	Pangsha	2.5					
13	51	Shariatpur	Bhedarganj	2				2.0	
	52	Shariatpur	Damudya	2					
	53	Shariatpur	Naria	2					
	54	Shariatpur	Palong	2					
	55	Shariatpur	Zanjira	2					
Region 平均					2.6	3.9	1.2	2.2	-

出典: Tubewell Spacing Study (2006), Ministry of Agriculture, Govt of the People's Republic of Bangladesh

注: "\*" を付した列はJICA調査団が付加

表 3.1.13 大規模灌漑システムによる米作の単位灌漑水量

Region	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
		Rabi				Khalif-1				Khalif-2		
<b>ET<sub>o</sub> (mm)</b>												
Kushtia	69	88	140	176	172	133	118	121	110	109	82	67
Jessore	74	93	146	178	174	130	117	119	110	111	84	70
Khulna	77	96	145	167	166	125	114	117	108	113	87	74
Faridpur	67	85	129	148	145	118	112	112	105	105	79	65
Barisal	71	87	130	146	145	111	106	108	103	106	82	69
<b>DR (mm)</b>												
	0	0	0	18	83	189	247	218	163	54	0	0
<b>Percolation (mm)</b>												
Kushtia	81	73	81	78	81	39	40	40	39	40	39	81
Jessore	121	109	121	117	121	59	60	60	59	60	59	121
Khulna	37	34	37	36	37	18	19	19	18	19	18	37
Faridpur	68	62	68	66	68	33	34	34	33	34	33	68
Barisal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Kc</b>												
Pulse Boro	1.13	1.20	0.90	0.60								1.05
Toba Aus				1.05	1.13	1.20	0.90	0.60				
Suga Aman								1.05	1.13	1.20	0.90	0.60
<b>ET<sub>crop</sub> (mm)</b>												
<b>Boro Rice</b>												
Kushtia	78	106	126	53								35
Jessore	84	112	131	53								37
Khulna	87	115	131	50								39
Faridpur	76	102	116	44								34
Barisal	80	104	117	44								36
<b>Aus Rice</b>												
Kushtia				92	194	160	106	36				
Jessore				93	197	156	105	36				
Khulna				88	188	150	103	35				
Faridpur				78	164	142	101	34				
Barisal				77	164	133	95	32				
<b>Aman rice</b>												
Kushtia								64	124	131	74	20
Jessore								62	124	133	76	21
Khulna								61	122	136	78	22
Faridpur								59	119	126	71	20
Barisal								57	116	127	74	21
<b>Land Preparation</b>												
Pulse (mm)	100											100
Tobacco				100	100							
Sugaarcane								100	100			
<b>Net water depth (mm)</b>												
<b>Boro Rice</b>												
Kushtia	259	179	207	113								216
Jessore	305	221	252	152								258
Khulna	224	149	168	68								176
Faridpur	244	164	184	92								202
Barisal	180	104	117	26								136
<b>Aus Rice</b>												
Kushtia				252	292	10	0	0				
Jessore				292	335	26	0	0				
Khulna				206	242	0	0	0				
Faridpur				226	249	0	0	0				
Barisal				159	181	0	0	0				
<b>Aman rice</b>												
Kushtia								0	100	117	113	101
Jessore								4	120	139	135	142
Khulna								0	77	101	96	59
Faridpur								0	89	106	104	88
Barisal								0	53	73	74	21
<b>Gross water depth (mm)</b>												
<b>Boro Rice</b>												
Kushtia	432	298	345	188								360
Jessore	508	368	420	253								430
Khulna	373	248	280	113								293
Faridpur	407	273	307	153								337
Barisal	300	173	195	43								227
<b>Aus Rice</b>												
Kushtia				420	487	17	0	0				
Jessore				487	558	43	0	0				
Khulna				343	403	0	0	0				
Faridpur				377	415	0	0	0				
Barisal				265	302	0	0	0				
<b>Aman rice</b>												
Kushtia								0	167	195	188	168
Jessore								7	200	232	225	237
Khulna								0	128	168	160	98
Faridpur								0	148	177	173	147
Barisal								0	88	122	123	35
<b>Gross water requirement (l/s/ha)</b>												
<b>Boro Rice</b>												
Kushtia	50	34	40	22								42
Jessore	59	43	49	29								50
Khulna	43	29	32	13								34
Faridpur	47	32	36	18								39
Barisal	35	20	23	5								26
<b>Aus Rice</b>												
Kushtia				49	56	2	0	0				
Jessore				56	65	5	0	0				
Khulna				40	47	0	0	0				
Faridpur				44	48	0	0	0				
Barisal				31	35	0	0	0				
<b>Aman rice</b>												
Kushtia								0	19	23	22	19
Jessore								1	23	27	26	27
Khulna								0	15	19	19	11
Faridpur								0	17	20	20	17
Barisal								0	10	14	14	4

Source: prepared by the JICA Survey Team

表 3.1.14 大規模灌漑システムによる小麦、玉ねぎ、ジャート作の単位灌漑水量

Region	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	Rabi			Khalif-1				Khalif-2				
<b>ETo (mm)</b>												
Kushtia	69	88	140	176	172	133	118	121	110	109	82	67
Jessore	74	93	146	178	174	130	117	119	110	111	84	70
Khulna	77	96	145	167	166	125	114	117	108	113	87	74
Faridpur	67	85	129	148	145	118	112	112	105	105	79	65
Barisal	71	87	130	146	145	111	106	108	103	106	82	69
<b>DR (mm)</b>												
	9	23	36	80	176	331	371	340	285	141	31	11
<b>Percolation (mm)</b>												
Kushtia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jessore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Khulna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Faridpur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barisal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Kc</b>												
Pulses/other	0.70	0.90	1.10	0.40								0.30
Tobacco	0.75	0.75	0.75	0.40							1.05	0.90
Sugaarcane				0.35	0.40	0.70	0.70	0.40				
<b>ETcrop (mm)</b>												
<b>Wheat</b>												
Kushtia	48	79	154	35								10
Jessore	52	84	161	36								11
Khulna	54	86	160	33								11
Faridpur	47	77	142	30								10
Barisal	50	78	143	29								10
<b>Onion</b>												
Kushtia	52	66	105	35							43	60
Jessore	56	70	110	36							44	63
Khulna	58	72	109	33							46	67
Faridpur	50	64	97	30							41	59
Barisal	53	65	98	29							43	62
<b>Jute</b>												
Kushtia				31	69	93	83	24				
Jessore				31	70	91	82	24				
Khulna				29	66	88	80	23				
Faridpur				26	58	83	78	22				
Barisal				26	58	78	74	22				
<b>Land Preparation</b>												
<b>Pulses/others</b>												
Tobacco												
Sugaarcane							100	100				
<b>Net water depth (mm)</b>												
<b>Wheat</b>												
Kushtia	39	56	118	0								0
Jessore	43	61	125	0								0
Khulna	45	63	124	0								0
Faridpur	38	54	106	0								0
Barisal	41	55	107	0								0
<b>Onion</b>												
Kushtia	43	43	69	0							12	49
Jessore	47	47	74	0							13	52
Khulna	49	49	73	0							15	56
Faridpur	41	41	61	0							10	48
Barisal	44	42	62	0							12	51
<b>Jute</b>												
Kushtia				0	0	0	0	0				
Jessore				0	0	0	0	0				
Khulna				0	0	0	0	0				
Faridpur				0	0	0	0	0				
Barisal				0	0	0	0	0				
<b>Gross water depth (mm)</b>												
<b>Wheat</b>												
Kushtia	65	93	197	0								0
Jessore	72	102	208	0								0
Khulna	75	105	207	0								0
Faridpur	63	90	177	0								0
Barisal	68	92	178	0								0
<b>Onion</b>												
Kushtia	72	72	115	0							20	82
Jessore	78	78	123	0							22	87
Khulna	82	82	122	0							25	93
Faridpur	68	68	102	0							17	80
Barisal	73	70	103	0							20	85
<b>Jute</b>												
Kushtia				0	0	0	0	0				
Jessore				0	0	0	0	0				
Khulna				0	0	0	0	0				
Faridpur				0	0	0	0	0				
Barisal				0	0	0	0	0				
<b>Gross water requirement (l/s/ha)</b>												
<b>Wheat</b>												
Kushtia	8	11	23	0								0
Jessore	8	12	24	0								0
Khulna	9	12	24	0								0
Faridpur	7	10	20	0								0
Barisal	8	11	21	0								0
<b>Onion</b>												
Kushtia	8	8	13	0							2	9
Jessore	9	9	14	0							3	10
Khulna	9	9	14	0							3	11
Faridpur	8	8	12	0							2	9
Barisal	8	8	12	0							2	10
<b>Jute</b>												
Kushtia				0	0	0	0	0				
Jessore				0	0	0	0	0				
Khulna				0	0	0	0	0				
Faridpur				0	0	0	0	0				
Barisal				0	0	0	0	0				

Source: prepared by the JICA Survey Team

表 3.1.15 大規模灌漑システムによる豆類、タバコ、サトウキビ作の単位灌漑水量

Region	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	Rabi			Khalif-1			Khalif-2					
<b>ETo (mm)</b>												
Kushtia	69	88	140	176	172	133	118	121	110	109	82	67
Jessore	74	93	146	178	174	130	117	119	110	111	84	70
Khulna	77	96	145	167	166	125	114	117	108	113	87	74
Faridpur	67	85	129	148	145	118	112	112	105	105	79	65
Barisal	71	87	130	146	145	111	106	108	103	106	82	69
<b>DR (mm)</b>												
	9	23	36	80	176	331	371	340	285	141	31	11
<b>Percolation (mm)</b>												
Kushtia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jessore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Khulna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Faridpur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barisal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Kc</b>												
Pulses/others	0.80	1.15	1.15	0.35								0.40
Tobacco	0.80	1.15	1.15	0.35							0.40	0.60
Sugarcane	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>ETcrop (mm)</b>												
<b>Pulses/others</b>												
Kushtia	55	101	161	31								13
Jessore	59	107	168	31								14
Khulna	62	110	167	29								15
Faridpur	54	98	148	26								13
Barisal	57	100	150	26								14
<b>Tobacco</b>												
Kushtia	55	101	161	31							16	40
Jessore	59	107	168	31							17	42
Khulna	62	110	167	29							17	44
Faridpur	54	98	148	26							16	39
Barisal	57	100	150	26							16	41
<b>Sugarcane</b>												
Kushtia	69	88	140	176	172	133	118	121	110	109	82	67
Jessore	74	93	146	178	174	130	117	119	110	111	84	70
Khulna	77	96	145	167	166	125	114	117	108	113	87	74
Faridpur	67	85	129	148	145	118	112	112	105	105	79	65
Barisal	71	87	130	146	145	111	106	108	103	106	82	69
<b>Land Preparation</b>												
<b>Pulses/others</b>												
Tobacco												
Sugarcane												
<b>Net water depth (mm)</b>												
<b>Pulses/others</b>												
Kushtia	46	78	125	0								2
Jessore	50	84	132	0								3
Khulna	53	87	131	0								4
Faridpur	45	75	112	0								2
Barisal	48	77	114	0								3
<b>Tobacco</b>												
Kushtia	46	78	125	0							0	29
Jessore	50	84	132	0							0	31
Khulna	53	87	131	0							0	33
Faridpur	45	75	112	0							0	28
Barisal	48	77	114	0							0	30
<b>Sugarcane</b>												
Kushtia	60	65	104	96	0	0	0	0	0	0	51	56
Jessore	65	70	110	98	0	0	0	0	0	0	53	59
Khulna	68	73	109	87	0	0	0	0	0	0	56	63
Faridpur	58	62	93	68	0	0	0	0	0	0	48	54
Barisal	62	64	94	66	0	0	0	0	0	0	51	58
<b>Gross water depth (mm)</b>												
<b>Pulses/others</b>												
Kushtia	77	130	208	0								3
Jessore	83	140	220	0								5
Khulna	88	145	218	0								7
Faridpur	75	125	187	0								3
Barisal	80	128	190	0								5
<b>Tobacco</b>												
Kushtia	77	130	208	0							0	48
Jessore	83	140	220	0							0	52
Khulna	88	145	218	0							0	55
Faridpur	75	125	187	0							0	47
Barisal	80	128	190	0							0	50
<b>Sugarcane</b>												
Kushtia	100	108	173	160	0	0	0	0	0	0	85	93
Jessore	108	117	183	163	0	0	0	0	0	0	88	98
Khulna	113	122	182	145	0	0	0	0	0	0	93	105
Faridpur	97	103	155	113	0	0	0	0	0	0	80	90
Barisal	103	107	157	110	0	0	0	0	0	0	85	97
<b>Gross water requirement (l/s/ha)</b>												
<b>Pulses/others</b>												
Kushtia	9	15	24	0								0
Jessore	10	16	25	0								1
Khulna	10	17	25	0								1
Faridpur	9	14	22	0								0
Barisal	9	15	22	0								1
<b>Tobacco</b>												
Kushtia	9	15	24	0							0	6
Jessore	10	16	25	0							0	6
Khulna	10	17	25	0							0	6
Faridpur	9	14	22	0							0	5
Barisal	9	15	22	0							0	6
<b>Sugarcane</b>												
Kushtia	12	12	20	19	0	0	0	0	0	0	10	11
Jessore	12	14	21	19	0	0	0	0	0	0	10	11
Khulna	13	14	21	17	0	0	0	0	0	0	11	12
Faridpur	11	12	18	13	0	0	0	0	0	0	9	10
Barisal	12	12	18	13	0	0	0	0	0	0	10	11

Source: prepared by the JICA Survey Team



表 3.1.16 管井戸等小規模灌漑による米作の単位灌漑水量

Region	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	Rabi			Khalif-1				Khalif-2				
<b>ETo (mm)</b>												
Kushtia	69	88	140	176	172	133	118	121	110	109	82	67
Jessore	74	93	146	178	174	130	117	119	110	111	84	70
Khulna	77	96	145	167	166	125	114	117	108	113	87	74
Faridpur	67	85	129	148	145	118	112	112	105	105	79	65
Barisal	71	87	130	146	145	111	106	108	103	106	82	69
<b>DR (mm)</b>												
	9	23	36	80	176	331	371	340	285	141	31	11
<b>Percolation (mm)</b>												
Kushtia	81	73	81	78	81	39	40	40	39	40	39	81
Jessore	121	109	121	117	121	59	60	60	59	60	59	121
Khulna	37	34	37	36	37	18	19	19	18	19	18	37
Faridpur	68	62	68	66	68	33	34	34	33	34	33	68
Barisal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Kc</b>												
Pulse Boro	1.13	1.20	0.90	0.60								1.05
Toba Aus				1.05	1.13	1.20	0.90	0.60				
Suga Aman								1.05	1.13	1.20	0.90	0.60
<b>ETcrop (mm)</b>												
<b>Boro Rice</b>												
Kushtia	78	106	126	53								35
Jessore	84	112	131	53								37
Khulna	87	115	131	50								39
Faridpur	76	102	116	44								34
Barisal	80	104	117	44								36
<b>Aus Rice</b>												
Kushtia				92	194	160	106	36				
Jessore				93	197	156	105	36				
Khulna				88	188	150	103	35				
Faridpur				78	164	142	101	34				
Barisal				77	164	133	95	32				
<b>Aman rice</b>												
Kushtia								64	124	131	74	20
Jessore								62	124	133	76	21
Khulna								61	122	136	78	22
Faridpur								59	119	126	71	20
Barisal								57	116	127	74	21
<b>Land Preparation</b>												
Pulse (mm)	100											100
Tobacco				100	100							
Sugaarcane								100	100			
<b>Net water depth (mm)</b>												
<b>Boro Rice</b>												
Kushtia	250	156	171	51								205
Jessore	296	198	216	90								247
Khulna	215	126	132	6								165
Faridpur	235	141	148	30								191
Barisal	171	81	81	0								125
<b>Aus Rice</b>												
Kushtia				190	199	0	0	0				
Jessore				230	242	0	0	0				
Khulna				144	149	0	0	0				
Faridpur				164	156	0	0	0				
Barisal				97	88	0	0	0				
<b>Aman rice</b>												
Kushtia								0	0	30	82	90
Jessore								0	0	52	104	131
Khulna								0	0	14	65	48
Faridpur								0	0	19	73	77
Barisal								0	0	0	43	10
<b>Gross water depth (mm)</b>												
<b>Boro Rice</b>												
Kushtia	313	195	214	64								256
Jessore	370	248	270	113								309
Khulna	269	158	165	8								206
Faridpur	294	176	185	38								239
Barisal	214	101	101	0								156
<b>Aus Rice</b>												
Kushtia				238	249	0	0	0				
Jessore				288	303	0	0	0				
Khulna				180	186	0	0	0				
Faridpur				205	195	0	0	0				
Barisal				121	110	0	0	0				
<b>Aman rice</b>												
Kushtia								0	0	38	103	113
Jessore								0	0	65	130	164
Khulna								0	0	18	81	60
Faridpur								0	0	24	91	96
Barisal								0	0	0	54	13
<b>Gross water requirement (l/s/ha)</b>												
<b>Boro Rice</b>												
Kushtia	36	23	25	7								30
Jessore	43	29	31	13								36
Khulna	31	18	19	1								24
Faridpur	34	20	21	4								28
Barisal	25	12	12	0								18
<b>Aus Rice</b>												
Kushtia				28	29	0	0	0				
Jessore				33	35	0	0	0				
Khulna				21	22	0	0	0				
Faridpur				24	23	0	0	0				
Barisal				14	13	0	0	0				
<b>Aman rice</b>												
Kushtia								0	0	4	12	13
Jessore								0	0	8	15	19
Khulna								0	0	2	9	7
Faridpur								0	0	3	11	11
Barisal								0	0	0	6	2

Source: prepared by the JICA Survey Team

表 3.1.17 管井戸等小規模灌漑による小麦、玉ねぎ、ジャート作の単位灌漑水量

Region	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	Rabi			Khalif-1				Khalif-2				
<b>ETo (mm)</b>												
Kushtia	69	88	140	176	172	133	118	121	110	109	82	67
Jessore	74	93	146	178	174	130	117	119	110	111	84	70
Khulna	77	96	145	167	166	125	114	117	108	113	87	74
Faridpur	67	85	129	148	145	118	112	112	105	105	79	65
Barisal	71	87	130	146	145	111	106	108	103	106	82	69
<b>DR (mm)</b>												
	9	23	36	80	176	331	371	340	285	141	31	11
<b>Percolation (mm)</b>												
Kushtia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jessore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Khulna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Faridpur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barisal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Kc</b>												
Pulses/other	0.70	0.90	1.10	0.40								0.30
Tobacco	0.75	0.75	0.75	0.40							1.05	0.90
Sugaarcane				0.35	0.40	0.70	0.70	0.40				
<b>ETcrop (mm)</b>												
<b>Wheat</b>												
Kushtia	48	79	154	35								10
Jessore	52	84	161	36								11
Khulna	54	86	160	33								11
Faridpur	47	77	142	30								10
Barisal	50	78	143	29								10
<b>Onion</b>												
Kushtia	52	66	105	35							43	60
Jessore	56	70	110	36							44	63
Khulna	58	72	109	33							46	67
Faridpur	50	64	97	30							41	59
Barisal	53	65	98	29							43	62
<b>Jute</b>												
Kushtia				31	69	93	83	24				
Jessore				31	70	91	82	24				
Khulna				29	66	88	80	23				
Faridpur				26	58	83	78	22				
Barisal				26	58	78	74	22				
<b>Land Preparation</b>												
Pulses/others												
Tobacco							100	100				
Sugaarcane												
<b>Net water depth (mm)</b>												
<b>Wheat</b>												
Kushtia	39	56	118	0								0
Jessore	43	61	125	0								0
Khulna	45	63	124	0								0
Faridpur	38	54	106	0								0
Barisal	41	55	107	0								0
<b>Onion</b>												
Kushtia	43	43	69	0							12	49
Jessore	47	47	74	0							13	52
Khulna	49	49	73	0							15	56
Faridpur	41	41	61	0							10	48
Barisal	44	42	62	0							12	51
<b>Jute</b>												
Kushtia				0	0	0	0	0				
Jessore				0	0	0	0	0				
Khulna				0	0	0	0	0				
Faridpur				0	0	0	0	0				
Barisal				0	0	0	0	0				
<b>Gross water depth (mm)</b>												
<b>Wheat</b>												
Kushtia	49	70	148	0								0
Jessore	54	76	156	0								0
Khulna	56	79	155	0								0
Faridpur	48	68	133	0								0
Barisal	51	69	134	0								0
<b>Onion</b>												
Kushtia	54	54	86	0							15	61
Jessore	59	59	93	0							16	65
Khulna	61	61	91	0							19	70
Faridpur	51	51	76	0							13	60
Barisal	55	53	78	0							15	64
<b>Jute</b>												
Kushtia				0	0	0	0	0				
Jessore				0	0	0	0	0				
Khulna				0	0	0	0	0				
Faridpur				0	0	0	0	0				
Barisal				0	0	0	0	0				
<b>Gross water requirement (l/s/ha)</b>												
<b>Wheat</b>												
Kushtia	6	8	17	0								0
Jessore	6	9	18	0								0
Khulna	6	9	18	0								0
Faridpur	6	8	15	0								0
Barisal	6	8	16	0								0
<b>Onion</b>												
Kushtia	6	6	10	0							2	7
Jessore	7	7	11	0							2	8
Khulna	7	7	11	0							2	8
Faridpur	6	6	9	0							2	7
Barisal	6	6	9	0							2	7
<b>Jute</b>												
Kushtia				0	0	0	0	0				
Jessore				0	0	0	0	0				
Khulna				0	0	0	0	0				
Faridpur				0	0	0	0	0				
Barisal				0	0	0	0	0				

Source: prepared by the JICA Survey Team

表 3.1.18 管井戸等小規模灌漑による豆類、タバコ、サトウキビ作の単位灌漑水量

Region	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	Rabi			Khalif-1			Khalif-2					
<b>ETo (mm)</b>												
Kushtia	69	88	140	176	172	133	118	121	110	109	82	67
Jessore	74	93	146	178	174	130	117	119	110	111	84	70
Khulna	77	96	145	167	166	125	114	117	108	113	87	74
Faridpur	67	85	129	148	145	118	112	112	105	105	79	65
Barisal	71	87	130	146	145	111	106	108	103	106	82	69
<b>DR (mm)</b>												
	9	23	36	80	176	331	371	340	285	141	31	11
<b>Percolation (mm)</b>												
Kushtia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jessore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Khulna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Faridpur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barisal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Kc</b>												
Pulses/others	0.80	1.15	1.15	0.35								0.40
Tobacco	0.80	1.15	1.15	0.35							0.40	0.60
Sugarcane	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>ETcrop (mm)</b>												
<b>Pulses/others</b>												
Kushtia	55	101	161	31								13
Jessore	59	107	168	31								14
Khulna	62	110	167	29								15
Faridpur	54	98	148	26								13
Barisal	57	100	150	26								14
<b>Tobacco</b>												
Kushtia	55	101	161	31							16	40
Jessore	59	107	168	31							17	42
Khulna	62	110	167	29							17	44
Faridpur	54	98	148	26							16	39
Barisal	57	100	150	26							16	41
<b>Sugarcane</b>												
Kushtia	69	88	140	176	172	133	118	121	110	109	82	67
Jessore	74	93	146	178	174	130	117	119	110	111	84	70
Khulna	77	96	145	167	166	125	114	117	108	113	87	74
Faridpur	67	85	129	148	145	118	112	112	105	105	79	65
Barisal	71	87	130	146	145	111	106	108	103	106	82	69
<b>Land Preparation</b>												
<b>Pulses/others</b>												
Tobacco												
Sugarcane												
<b>Net water depth (mm)</b>												
<b>Pulses/others</b>												
Kushtia	46	78	125	0								2
Jessore	50	84	132	0								3
Khulna	53	87	131	0								4
Faridpur	45	75	112	0								2
Barisal	48	77	114	0								3
<b>Tobacco</b>												
Kushtia	46	78	125	0							0	29
Jessore	50	84	132	0							0	31
Khulna	53	87	131	0							0	33
Faridpur	45	75	112	0							0	28
Barisal	48	77	114	0							0	30
<b>Sugarcane</b>												
Kushtia	60	65	104	96	0	0	0	0	0	0	51	56
Jessore	65	70	110	98	0	0	0	0	0	0	53	59
Khulna	68	73	109	87	0	0	0	0	0	0	56	63
Faridpur	58	62	93	68	0	0	0	0	0	0	48	54
Barisal	62	64	94	66	0	0	0	0	0	0	51	58
<b>Gross water depth (mm)</b>												
<b>Pulses/others</b>												
Kushtia	58	98	156	0								3
Jessore	63	105	165	0								4
Khulna	66	109	164	0								5
Faridpur	56	94	140	0								3
Barisal	60	96	143	0								4
<b>Tobacco</b>												
Kushtia	58	98	156	0							0	36
Jessore	63	105	165	0							0	39
Khulna	66	109	164	0							0	41
Faridpur	56	94	140	0							0	35
Barisal	60	96	143	0							0	38
<b>Sugarcane</b>												
Kushtia	75	81	130	120	0	0	0	0	0	0	64	70
Jessore	81	88	138	123	0	0	0	0	0	0	66	74
Khulna	85	91	136	109	0	0	0	0	0	0	70	79
Faridpur	73	78	116	85	0	0	0	0	0	0	60	68
Barisal	78	80	118	83	0	0	0	0	0	0	64	73
<b>Gross water requirement (l/s/ha)</b>												
<b>Pulses/others</b>												
Kushtia	7	11	18	0								0
Jessore	7	12	19	0								0
Khulna	8	13	19	0								1
Faridpur	6	11	16	0								0
Barisal	7	11	17	0								0
<b>Tobacco</b>												
Kushtia	7	11	18	0							0	4
Jessore	7	12	19	0							0	5
Khulna	8	13	19	0							0	5
Faridpur	6	11	16	0							0	4
Barisal	7	11	17	0							0	4
<b>Sugarcane</b>												
Kushtia	9	9	15	14	0	0	0	0	0	0	7	8
Jessore	9	10	16	14	0	0	0	0	0	0	8	9
Khulna	10	11	16	13	0	0	0	0	0	0	8	9
Faridpur	8	9	13	10	0	0	0	0	0	0	7	8
Barisal	9	9	14	10	0	0	0	0	0	0	7	8

Source: prepared by the JICA Survey Team

表 3.1.19 Region 別 作物別 灌漑規模別灌漑面積

(1,000ha)

Region 作物	Kushtia			Jessore			Khulna			Faridpur			Barisal		
	大規模	小規模	計	大規模	小規模	計	大規模	小規模	計	大規模	小規模	計	大規模	小規模	計
アウス米	4	7	11	0	18	18	1	0	1	0	0	0	7	1	8
アマン米	27	30	57	12	47	59	1	0	1	20	3	23	2	0	2
ポロ米		76	76		251	251	5	82	87	11	139	150	16	71	87
サトウキビ		4	4		3	3		1	1		0	0		1	1
ジュート		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
小麦		36	36		24	24		2	2		26	26		1	1
タバコ		8	8		1	1		0	0		0	0		0	0
玉ねぎ		5	5		15	15		2	2		15	15		1	1
豆類その他		51	51		45	45		16	16		2	2		9	9
計	31	217	248	12	404	416	7	103	110	31	185	216	25	84	109

出典: バングラデシュ統計年報のデータに基づきJICA調査団が作成

表 3.1.20 クシュティア Region の灌漑需要量

Region: クシュティア

単位用水量(mm)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	灌漑面積 (1,000ha)
小規模灌漑 (LPP, STW, DTW)													217
アウス米				238	249	0	0	0	0	0	0	0	7
アマン米								0	0	38	103	113	30
ポロ米	313	195	214	64									76
サトウキビ	75	81	130	120	0	0	0	0	0	0	64	70	4
黄麻(ジュート)				0	0	0	0	0					0
小麦	49	70	148	0									36
タバコ	58	98	156	0							0	36	8
玉ねぎ	54	54	86	0							15	61	5
豆類その他	58	98	156	0								3	51
水路網と伝統的方法													31
アウス米				420	487	17	0	0					4
アマン米								0	167	195	188	168	27
ポロ米	432	298	345	188									360
サトウキビ	100	108	173	160	0	0	0	0	0	0	85	93	
黄麻(ジュート)				0	0	0	0	0					
小麦	65	93	197	0									0
タバコ	77	130	208	0							0	48	
玉ねぎ	72	72	115	0							20	82	
豆類その他	77	130	208	0								3	
灌漑需要量 (MCM)													年間
小規模灌漑 (LPP, STW, DTW)													(MCM)
アウス米				16.7	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.1
アマン米								0.0	0.0	11.4	30.9	33.9	76.2
ポロ米	237.9	148.2	162.6	48.6								194.6	791.9
サトウキビ	3.0	3.2	5.2	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	2.8	21.6
黄麻(ジュート)				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0
小麦	17.6	25.2	53.3	0.0									96.1
タバコ	4.6	7.8	12.5	0.0							0.0	2.9	27.8
玉ねぎ	2.7	2.7	4.3	0.0							0.8	3.1	13.5
豆類その他	29.6	50.0	79.6	0.0							0.0	1.5	160.7
小計	295.4	237.2	317.5	70.1	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	34.2	238.7	1,221.9
水路網と伝統的方法													(MCM)
アウス米				16.8	19.5	0.7	0.0	0.0					37.0
アマン米								0	45.09	52.65	50.76	45.36	193.9
ポロ米													
サトウキビ													
黄麻(ジュート)													
小麦													
タバコ													
玉ねぎ													
豆類その他													
小計	0.0	0.0	0.0	16.8	19.5	0.7	0.0	0.0	45.1	52.7	50.8	45.4	231.0
計	295	237	318	87	37	1	0	0	45	64	85	284	1453

出所: JICA調査団

表 3.1.21 ジョソール Region の灌漑需要量

Region: ジョソール													灌漑面積
単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	(1,000ha)
単位用水量(mm)													404
小規模灌漑 (LPP, STW, DTW)													
アウス米				288	303	0	0	0					18
アマン米								0	0	65	130	164	47
ポロ米	370	248	270	113								309	251
サトウキビ	81	88	138	123	0	0	0	0	0	0	66	74	3
黄麻(シュート)				0	0	0	0	0					0
小麦	54	76	156	0									24
タバコ	63	105	165	0							0	39	1
玉ねぎ	59	59	93	0							16	65	15
豆類その他	63	105	165	0									4
小計													45
水路網と伝統的方法													12
アウス米				487	558	43	0	0					0
アマン米								7	200	232	225	237	12
ポロ米	508	368	420	253									430
サトウキビ	108	117	183	163	0	0	0	0	0	0	88	98	
黄麻(シュート)				0	0	0	0	0					
小麦	72	102	208	0									0
タバコ	83	140	220	0							0	52	
玉ねぎ	78	78	123	0							22	87	
豆類その他	83	140	220	0									5
小計													12
灌漑需要量 (MCM)													年間
小規模灌漑 (LPP, STW, DTW)													(MCM)
アウス米				51.8	54.5	0.0	0.0	0.0					106.4
アマン米								0.0	0.0	30.6	61.1	77.08	168.7
ポロ米	928.7	622.5	677.7	283.6								775.6	3288.1
サトウキビ	2.4	2.6	4.1	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.2	17.1
黄麻(シュート)				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0
小麦	13.0	18.2	37.4	0.0									68.6
タバコ	0.6	1.1	1.7	0.0							0.0	0.4	3.7
玉ねぎ	8.9	8.9	14.0	0.0							2.4	9.8	43.8
豆類その他	28.6	47.7	75.0	0.0							0.0	1.8	153.2
小計	982.2	701.0	809.9	339.2	54.5	0.0	0.0	0.0	0.0	30.6	65.5	866.8	3,849.7
水路網と伝統的方法													
アウス米				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0
アマン米								0.8	24.0	27.8	27.0	28.4	108.1
ポロ米													
サトウキビ													
黄麻(シュート)													
小麦													
タバコ													
玉ねぎ													
豆類その他													
小計	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	24.0	27.8	27.0	28.4	108.0
計	982	701	810	339	55	0	0	1	24	58	93	895	3958

出所: JICA調査団

表 3.1.22 クルナ Region の灌漑需要量

Region: クルナ													灌漑面積
単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	(1,000ha)
単位用水量(mm)													103
小規模灌漑 (LPP, STW, DTW)													
アウス米				180	186	0	0	0					0
アマン米								0	0	18	81	60	0
ポロ米	269	158	165	8								206	82
サトウキビ	85	91	136	109	0	0	0	0	0	0	70	79	1
黄麻(シュート)				0	0	0	0	0					0
小麦	56	79	155	0									2
タバコ	66	109	164	0							0	41	0
玉ねぎ	61	61	91	0							19	70	2
豆類その他	66	109	164	0								5	16
小計													7
水路網と伝統的方法													
アウス米				343	403	0	0	0					1
アマン米									128	168	160	98	1
ポロ米	373	248	280	113									5
サトウキビ	113	122	182	145	0	0	0	0	0	0	93	105	
黄麻(シュート)				0	0	0	0	0					
小麦	75	105	207	0									0
タバコ	88	145	218	0							0	55	
玉ねぎ	82	82	122	0							25	93	
豆類その他	88	145	218	0									7
小計													7
灌漑需要量 (MCM)													年間
小規模灌漑 (LPP, STW, DTW)													(MCM)
アウス米				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0
アマン米								0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ポロ米	220.6	129.6	135.3	6.6								168.9	660.9
サトウキビ	0.9	0.9	1.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.8	5.7
黄麻(シュート)				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0
小麦	1.1	1.6	3.1	0.0									5.8
タバコ	0.0	0.0	0.0	0.0							0.0	0.0	0.0
玉ねぎ	1.2	1.2	1.8	0.0							0.4	1.4	6.0
豆類その他	10.7	17.7	26.6	0.0							0.0	0.8	55.8
小計	234.5	150.9	168.2	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	171.9	734.3
水路網と伝統的方法													
アウス米				3.4	4.0	0.0	0.0	0.0					7.5
アマン米								0.0	1.3	1.7	1.6	1.0	5.5
ポロ米	18.7	12.4	14.0	5.7								14.7	65.4
サトウキビ													
黄麻(シュート)													
小麦													
タバコ													
玉ねぎ													
豆類その他													
小計	18.7	12.4	14.0	9.1	4.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.7	1.6	15.6	78.4
計	253	163	182	17	4	0	0	0	1	2	3	188	813

出所: JICA調査団

表 3.1.23 ファリドプール Region の灌漑需要量

Region: ファリドプール													灌漑面積
単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	(1,000ha)
単位用水量(mm)													185
小規模灌漑 (LPP, STW, DTW)													185
アウス米				377	415	0	0	0					0
アマン米									0	0	24	91	96
ポロ米	407	273	307	153									337
サトウキビ	73	78	116	85	0	0	0	0	0	0	60		88
黄麻(ジュート)				0	0	0	0	0					0
小麦	63	90	177	0									0
タバコ	56	94	140	0								0	35
玉ねぎ	68	88	102	0							17		80
豆類その他	56	94	140	0									3
水路網と伝統的方法													31
アウス米				343	403	0	0	0					98
アマン米									0	128	168	160	293
ポロ米	373	248	280	113									90
サトウキビ	97	103	155	113	0	0	0	0	0	0	80		90
黄麻(ジュート)				0	0	0	0	0					0
小麦	75	105	207	0									0
タバコ	75	125	187	0								0	47
玉ねぎ	82	82	122	0							25		93
豆類その他	75	125	187	0									3
灌漑需要量 (MCM)													年間
小規模灌漑 (LPP, STW, DTW)													(MCM)
アウス米				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0
アマン米									0.0	0.7	2.7	2.88	6.3
ポロ米	565.7	379.5	426.7	212.7									468.4
サトウキビ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
黄麻(ジュート)				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0
小麦	16.4	23.4	46.0	0.0									0.0
タバコ	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0	0.0
玉ねぎ	10.2	10.2	15.3	0.0							2.6	12.0	50.3
豆類その他	1.3	2.2	3.3	0.0							0.0	0.1	7.0
小計	593.6	415.3	491.4	212.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	5.3	483.4	2,202.4
水路網と伝統的方法													
アウス米				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0
アマン米									0.0	25.6	33.6	32.0	19.6
ポロ米	41.0	27.3	30.8	12.4									32.2
サトウキビ													
黄麻(ジュート)													
小麦													
タバコ													
玉ねぎ													
豆類その他													
小計	41.0	27.3	30.8	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	25.6	33.6	32.0	51.8	254.5
<b>計</b>	<b>635</b>	<b>443</b>	<b>522</b>	<b>225</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	<b>535</b>	<b>2457</b>

出所: JICA調査団

表 3.1.24 ポリシャル Region の灌漑需要量

Region: ポリシャル												
単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
単位用水量(mm)												
小規模灌漑 (LPP, STW, DTW)												
アウス米				265	302	0	0	0				
アマン米									0	0	0	54
ポロ米	300	173	195	43								
サトウキビ	85	91	136	109	0	0	0	0	0	0	70	
黄麻(ジュート)				0	0	0	0	0				
小麦	68	92	178	0								
タバコ	60	96	143	0								0
玉ねぎ	73	70	103	0							20	
豆類その他	60	96	143	0								
水路網と伝統的方法												
アウス米				343	403	0	0	0				
アマン米									0	88	122	123
ポロ米	373	248	280	113								
サトウキビ	103	107	157	110	0	0	0	0	0	0	85	
黄麻(ジュート)				0	0	0	0	0				
小麦	75	105	207	0								
タバコ	80	128	190	0								0
玉ねぎ	82	82	122	0							25	
豆類その他	80	128	190	0								
灌漑需要量 (MCM)												
小規模灌漑 (LPP, STW, DTW)												
アウス米				2.7	3.0	0.0	0.0	0.0				
アマン米									0.0	0.0	0.0	0.0
ポロ米	213.0	122.8	138.5	30.5								
サトウキビ	0.9	0.9	1.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	
黄麻(ジュート)				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
小麦	0.7	0.9	1.8	0.0								
タバコ	0.0	0.0	0.0	0.0							0.0	0.0
玉ねぎ	0.7	0.7	1.0	0.0							0.2	0.9
豆類その他	5.1	8.2	12.2	0.0							0.0	0.3
小計	220.4	133.5	154.8	34.3	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	163.2
水路網と伝統的方法												
アウス米				24.0	28.2	0.0	0.0	0.0				
アマン米									0.0	1.8	2.4	2.5
ポロ米	59.7	39.7	44.8	18.1								
サトウキビ												
黄麻(ジュート)												
小麦												
タバコ												
玉ねぎ												
豆類その他												
小計	59.7	39.7	44.8	42.1	28.2	0.0	0.0	0.0	1.8	2.4	2.5	47.6
<b>計</b>	<b>280</b>	<b>173</b>	<b>200</b>	<b>76</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>211</b>

出所: JICA調査団

表 3.1.25 対象地域内の "Region" と "District" の関係

Region	面積: A (km <sup>2</sup> )	District	面積: A (km <sup>2</sup> )	Region A/ District A	各District 面積率 (%)	
						採用
Kushtia	3,480	Kushtia	1,621	1.004	46	46
		Meherpur	716		20	20
		Chuadanga	1,158		33	33
		total	3,495		100	100
Jessore	6,570	Jhenaidaha	1,961	1.000	30	30
		Magura	1,049		16	16
		Narail	990		15	15
		Jessore	2,567		39	39
		total	6,567		100	100
Khulna *	12,390	Khulna	4,395	0.986	36	36
		Shatkhira	3,858		32	32
		Bagerhat	3,959		32	32
		total	12,212		100	100
Faridpur	6,990	Rajbari	1,119	1.003	16	16
		Faridpur	2,073		30	30
		Gopalganj	1,490		21	21
		Madaripur	1,145		16	16
		Shariatpur	1,181		17	17
		total	7,008		100	100
Barisal *	8,260	Barisal	2,775	0.998	34	57
		Pirojpur	1,308		16	27
		Jhalokati	758		9	16
		Bhola	3,403		41	
		total	8,244		100	100
Patnakhali	5,040	Patnakhali	3220	1.003		対象外
		Borguna	1837			
		total	5,057			

出所: "Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh, 2006", BBS のデータに基づき  
JICA調査団が作成

注記 \* 沿岸部の灌漑は限定的であるので、灌漑面積は対象地域内であると想定している。

表 3.1.26 District 別現況灌溉需要量

Region		District	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	(m3/s) 年平均	
Kushtia	Kushtia		51.9	46.1	55.7	15.7	6.5	0.2	0.0	0.0	8.2	11.2	15.4	49.8	21.7	
		表流水	1.2	1.1	1.3	3.3	3.5	0.2	0.0	0.0	0.0	8.2	9.3	9.4	8.9	3.9
		地下水	50.7	45.0	54.4	12.4	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	6.1	40.9	17.8
	Meherpur		22.1	19.6	23.7	6.7	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	4.8	6.6	21.2	9.2
		表流水	0.5	0.5	0.6	1.4	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	4.0	4.0	3.8	1.7
		地下水	21.5	19.1	23.2	5.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.6	17.4	7.6
	Chuadanga		36.4	32.4	39.1	11.1	4.6	0.1	0.0	0.0	0.0	5.8	7.9	10.8	35.0	15.2
		表流水	0.9	0.7	0.9	2.4	2.5	0.1	0.0	0.0	0.0	5.8	6.5	6.6	6.3	2.7
		地下水	35.5	31.6	38.2	8.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	4.2	28.8	12.5
	Jessore	Jhenaidaha		110.0	86.9	90.7	39.3	6.1	0.0	0.0	0.1	2.8	6.5	10.7	100.3	37.7
表流水			3.5	2.8	2.9	1.3	0.2	0.0	0.0	0.1	2.8	3.2	3.4	6.3	2.2	
地下水			106.5	84.2	87.8	38.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	7.3	94.0	35.5
Magura			58.7	46.4	48.4	20.9	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.5	5.7	53.5	20.1
		表流水	1.9	1.5	1.5	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.7	1.8	3.4	1.2
		地下水	56.8	44.9	46.8	20.3	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	3.9	50.1	18.9
Narail			55.0	43.5	45.4	19.6	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	3.3	5.4	50.1	18.8
		表流水	1.8	1.4	1.5	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.6	1.7	3.1	1.1
		地下水	53.2	42.1	43.9	19.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	3.7	47.0	17.7
Jessore			143.1	113.0	117.9	51.1	8.0	0.0	0.0	0.2	3.6	8.6	13.9	130.3	49.0	
	表流水	4.6	3.6	3.8	1.7	0.2	0.0	0.0	0.2	3.6	4.2	4.4	8.2	2.9		
	地下水	138.5	109.4	114.2	49.4	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	9.6	122.2	46.1	
Kkultna	Khuina		34.0	24.3	24.5	2.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.4	25.2	9.3	
		表流水	7.7	5.6	5.6	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	5.9	2.3	
		地下水	26.3	18.7	18.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	19.3	7.0	
	Shatkhira		30.2	21.6	21.8	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.4	22.4	8.2	
		表流水	6.9	5.0	5.0	1.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	5.3	2.0	
		地下水	23.4	16.7	16.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	17.1	6.2	
	Bagerhat		30.3	21.6	21.8	2.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.4	22.4	8.3	
		表流水	6.9	4.9	5.0	1.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	5.3	2.0	
		地下水	23.4	16.7	16.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	17.1	6.2	
	Faridpur	Rajbari		37.9	29.3	31.2	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.1	2.3	32.0	12.5
表流水			16.1	12.4	13.1	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.0	2.1	14.2	5.6	
地下水			21.8	16.9	18.1	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	17.8	6.9	
Faridpur			71.1	54.9	58.4	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	3.8	4.4	59.9	23.4	
		表流水	30.2	23.2	24.6	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	3.8	4.0	26.6	10.5	
		地下水	40.9	31.7	33.8	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	33.3	12.9	
Gopalganj			49.8	38.4	41.0	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.7	3.0	42.0	16.4	
		表流水	21.1	16.3	17.3	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.7	2.7	18.7	7.3	
		地下水	28.6	22.2	23.7	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	23.3	9.0	
Madaripur			37.9	29.3	31.2	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.1	2.3	32.0	12.5	
	表流水	16.1	12.4	13.1	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.0	2.1	14.2	5.6		
	地下水	21.8	16.9	18.1	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	17.8	6.9		
Shariatpur		40.3	31.1	33.2	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.2	2.5	33.9	13.3		
	表流水	17.1	13.1	14.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.2	2.2	15.1	5.9		
	地下水	23.2	17.9	19.2	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	18.9	7.3		
Barisal	Barisal		59.6	40.8	42.5	16.8	6.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.5	0.8	44.9	17.7	
		表流水	59.5	40.8	42.4	16.8	6.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.5	0.8	44.8	17.7	
		地下水	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Pirojpur		28.3	19.3	20.1	8.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	21.2	8.4	
		表流水	28.2	19.3	20.1	8.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	21.2	8.4	
		地下水	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Jhalokati		16.7	11.5	11.9	4.7	1.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	12.6	5.0		
	表流水	16.7	11.5	11.9	4.7	1.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	12.6	5.0		
	地下水	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
調査対象地域計	計	852.5	666.6	714.9	283.0	46.3	0.3	0.0	0.3	37.4	59.7	84.6	744.0	289.8		
	表流水	227.1	166.0	174.6	78.6	20.3	0.3	0.0	0.3	37.4	44.3	45.8	213.4	83.8		
	地下水	625.4	500.6	540.3	204.4	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	38.7	530.7	206.0		

出所: JICA調査団



表 3.1.28 District 別 2020年予測灌漑需要量

Region	District		(m <sup>3</sup> /s)													
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
Kushtia	Kushtia		67.4	59.9	72.4	20.5	8.4	0.2	0.0	0.0	10.7	14.6	20.1	64.8	28.2	
		表流水	1.6	1.4	1.6	4.3	4.5	0.2	0.0	0.0	10.7	12.1	12.2	11.6	5.0	
		地下水	65.9	58.5	70.8	16.2	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	7.9	53.2	23.1	
	Meherpur		28.7	25.5	30.8	8.7	3.6	0.0	0.0	0.0	4.5	6.2	8.5	27.6	12.0	
		表流水	0.7	0.6	0.8	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	4.5	5.2	5.2	5.0	2.1	
		地下水	28.0	24.9	30.1	6.9	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	3.4	22.6	9.8	
	Chuadanga		47.3	42.1	50.9	14.4	5.9	0.1	0.0	0.0	7.5	10.3	14.0	45.5	19.8	
		表流水	1.1	1.0	1.2	3.1	3.2	0.1	0.0	0.0	7.5	8.5	8.5	8.1	3.5	
		地下水	46.2	41.1	49.7	11.3	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	5.5	37.4	16.2	
	Jessore	Jhenaidaha		143.0	113.0	117.9	51.1	7.9	0.0	0.0	0.2	3.6	8.5	13.9	130.4	49.0
表流水			4.6	3.6	3.8	1.7	0.3	0.0	0.0	0.2	3.6	4.2	4.4	8.2	2.9	
地下水		138.4	109.4	114.2	49.4	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	9.5	122.2	46.1		
Magura			76.2	60.3	62.8	27.2	4.2	0.0	0.0	0.0	1.9	4.5	7.4	69.6	26.1	
		表流水	2.4	1.9	2.0	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	1.9	2.2	2.4	4.4	1.5	
地下水		73.8	58.4	60.9	26.4	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.1	65.2	24.6		
Narail			71.5	56.5	59.0	25.5	4.0	0.0	0.0	0.0	1.8	4.2	7.0	65.2	24.5	
		表流水	2.3	1.8	1.9	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	1.8	2.1	2.2	4.1	1.4	
地下水		69.2	54.7	57.1	24.7	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.8	61.1	23.0	
Jessore			186.0	146.9	153.3	66.4	10.3	0.0	0.0	0.2	4.7	11.1	18.1	169.5	63.7	
		表流水	6.0	4.7	4.9	2.2	0.3	0.0	0.0	0.2	4.7	5.5	5.7	10.6	3.7	
地下水		180.0	142.2	148.4	64.2	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	12.4	158.8	59.9		
Kkhalna		Khalna		44.2	31.6	31.9	3.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.5	32.8	12.1
			表流水	10.0	7.3	7.3	1.9	0.8	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	7.7	3.0
	地下水	34.2	24.4	24.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	25.1	9.1		
	Shatkhira		39.3	28.1	28.3	2.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5	29.1	10.7	
		表流水	8.9	6.5	6.5	1.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	6.8	2.6	
	地下水	30.4	21.7	21.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	22.3	8.1		
	Bagerhat		39.4	28.1	28.3	2.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5	29.1	10.7	
		表流水	9.0	6.4	6.5	1.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	6.8	2.7	
	地下水	30.4	21.7	21.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	22.3	8.1		
	Faridpur	Rajbari		49.3	38.1	40.6	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.7	3.1	41.6	16.2
表流水			20.9	16.1	17.1	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.6	2.8	18.5	7.3	
地下水		28.3	22.0	23.5	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	23.1	8.9		
Faridpur			92.4	71.3	76.0	33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	5.0	5.7	77.9	30.4	
		表流水	39.3	30.1	32.0	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	5.0	5.2	34.6	13.6	
地下水		53.2	41.2	43.9	19.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	43.3	16.8		
Gopalganj			64.7	49.9	53.3	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	3.5	3.9	54.6	21.3	
		表流水	27.5	21.1	22.4	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	3.4	3.6	24.3	9.5	
地下水		37.2	28.8	30.8	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	30.3	11.7		
Madaripur			49.3	38.1	40.6	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.7	3.0	41.6	16.2	
		表流水	20.9	16.1	17.1	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.6	2.7	18.5	7.3	
地下水		28.3	22.0	23.5	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	23.1	8.9		
Shariatpur			52.3	40.4	43.1	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	2.8	3.2	44.1	17.2	
		表流水	22.2	17.1	18.2	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	2.8	2.9	19.6	7.7	
地下水	30.1	23.3	24.9	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	24.5	9.5			
Barisal	Barisal		77.4	53.1	55.2	21.8	8.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	1.0	58.3	23.0	
		表流水	77.4	53.0	55.2	21.8	8.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	1.0	58.2	23.0	
	地下水	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	Pirojpur		36.7	25.1	26.1	10.3	4.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.5	27.6	10.9	
		表流水	36.7	25.1	26.1	10.3	4.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.5	27.6	10.9	
	地下水	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	Jhalokati		21.7	14.9	15.5	6.1	2.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	16.4	6.5	
		表流水	21.7	14.9	15.5	6.1	2.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	16.4	6.5	
地下水	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
調査対象地域計	計		1,108.3	866.7	929.4	368.0	60.3	0.4	0.0	0.4	48.7	77.6	110.0	967.3	376.8	
	表流水		295.3	215.8	227.0	102.1	26.4	0.4	0.0	0.4	48.7	57.7	59.6	277.3	109.0	
	地下水		813.0	650.9	702.4	265.9	33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9	50.4	690.0	267.8	

出所：JICA調査団

表 3.4.9 アンケート調査結果のまとめ (1/4)

Name of District	Problem I (Dry up)		Problem II (Salinity)		Problem III (Flood)		Problem IV (Drainage Congestion)		Problem V (Water Quality)		Problem VI (Drought)		Problem VII (River Bank Erosion)	
	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause
マグラ	農業及び家庭用水として、地下水を70%、表流水を30%利用	Gorai/Madumati川のガンジス川との断流 ナバガンガ川の枯渇 乾季の地下水位低下	なし	なし	なし	なし	マグラ Sadar(30%), Salikha upazila, Mohammadpur upazila. 3,4ヶ月間 浸水深 1~1.5m	不十分な排水施設 Fatki 川の堆砂 その他排水路の堆砂	浅層地下水は砒素と鉄分で汚染 Mohammadpur 及び Salikha upazila では、深度 200m 以下に塩水混入の問題がある	過剰な地下水の汲み上げ	乾季の深刻な問題	Gorai/Madumati川のガンジス川との断流 ナバガンガ川の枯渇	ゴライ川の河岸浸食が特定箇所において深刻な問題	湾曲部における高流速及び二次流
ジェナイダ	農業及び家庭用水として、地下水を80%、表流水を20%利用	Gorai/Madumati川のガンジス川との断流 ナバガンガ川及び Kumar 川の枯渇 近二年間の少雨により、地下水位は著しく低下	なし	なし	なし	なし	県庁所在地の約60%が排水不良 継続時間は1日~1週間 浸水深 0.1~0.5m	排水路の流下能力不足、排水網の未整備、河川での堆砂	浅層地下水は砒素と鉄分で汚染	過剰な地下水の汲み上げ	乾季には河川や水路において深刻な問題となっている	ゴライ川のガンジス川との断流	ゴライ川の河岸浸食が特定箇所において深刻な問題	湾曲部における高流速及び二次流
チュアダンガ	農業及び家庭用水として、地下水を80%、表流水を20%利用	Ichamati (locally Mathabhanga)川のガンジス川との断流 マタバンガ川の枯渇	なし	なし	基本的に洪水氾濫の被害は少ない ただし、1988年には水害が発生	洪水はマタバンガ川によりインドから流下 マタバンガ川と用水路の分流点にある樋管が機能していない。地元住民は木板を設置して洪水の浸入を防いでいる。	Kutirpara Beel (283,290 m <sup>2</sup> ) 及び Benargarir field (242,820 m <sup>2</sup> ) は2,3ヶ月浸水する。浸水深は1~2m 排水不良により雨季には10~30日間浸水し、浸水深は平均0.20m	マタバンガ川の堆砂が数箇所です断流を生じている 排水路の流下能力不足、排水網の未整備、河川での堆砂	浅層地下水は砒素と鉄分で汚染		乾季の深刻な問題	ゴライ川のガンジス川との断流 乾季には地下水位が低下	なし	なし

表 3.4.10 アンケート調査結果のまとめ (2/4)

Name of District	Problem I (Dry up)		Problem II (Salinity)		Problem III (Flood)		Problem IV (Drainage Congestion)		Problem V (Water Quality)		Problem VI (Drought)		Problem VII (River Bank Erosion)	
	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause
メヘルプール		バイラブ川は乾季には完全に枯渇  バイラブ川は堆砂している  乾季には地下水位が低下	なし	なし	なし	なし	メヘルプール <i>Sadar</i> では雨季に排水不良となる。継続時間は3~7日間、浸水深は平均0.3~1m	不十分な排水施設  バイラブ川の堆砂	浅層地下水は砒素と鉄分で汚染	過剰な地下水の汲み上げ	早魃はそれほど深刻ではない  乾季には地下水位が低下	バイラブ川は乾季には完全に枯渇	なし	なし
ジョソール	なし  農業及び家庭用水として、地下水を80%、表流水を20%利用	なし  乾季には地下水位が低下	南部では表流水の塩害が発生	乾季には、 <i>Teka-Hari-Telegati</i> 川及びコバダック川から海水が遡上	なし	なし	<i>Monirampur, Keshabpur, Abhaynagar, Jhikorgacha upazila</i> において浸水被害が深刻。継続時間は5~7日間、浸水深は平均1.5~2m	<i>Hari</i> 川, <i>Mukteswari</i> 川, <i>Kapatakshi</i> 川 (コバダック川)での堆砂	<i>Chowgacha, Sharsha, Keshobpur upazila</i> において、浅層地下水は砒素で汚染	過剰な地下水の汲み上げ	なし	なし	なし	なし
ノライル	なし  農業及び家庭用水として、地下水を60%、表流水を40%利用	なし	乾季には、地下水・表流水ともに塩害が発生	バイラブ川上流、チトラ川、ナバガンガ川、 <i>Afra</i> 川, <i>Majudkhali</i> 川及び <i>Madhumati</i> 川の流量の著しい減少	ノライル <i>Sadar</i> 及び <i>Kalia upazila</i> では水害が深刻、継続時間は一部の地区で1~2ヶ月間、浸水深は平均1~2m	破堤による洪水氾濫  一部の地元住民が内水排除のために堤防を開削	ノライル <i>Sadar</i> 及び <i>Lohagara and Kalia upazila</i> では内水被害が深刻、継続時間は一部の地区で6~8ヶ月間  ノライル <i>Sadar</i> の <i>Aladatpur, Durgapur</i> 及び <i>Moheshkhola</i> で被害が深刻	チトラ川での堆砂  排水網が不十分	一部の浅層地下水は砒素で汚染	過剰な地下水の汲み上げ	なし	なし	ゴライ川及びナバガンガ川の河岸浸食が特定箇所において深刻な問題	湾曲部における高流速及び二次流
ゴバルガンジ	なし	なし	4,5月に表流水の塩害が発生	<i>Gorai/Madumati</i> 川のガンジス川との断流、乾季の流量不足	なし	なし	ゴバルガンジ <i>Sadar</i> 及び <i>Tungipara and Kotalipara upazila</i> では内水被害が深刻、継続時間は一部の地区で3~4ヶ月間、浸水深は平均2~3m	豪雨と高潮の同時発生  不適切な道路構造 (排水不良) が排水路の堆砂を発生	浅層地下水 (深度20~25m程度) は砒素で汚染	過剰な地下水の汲み上げ	なし	なし	<i>Madhumati</i> 川の河岸浸食が特定箇所において深刻な問題	湾曲部における高流速及び二次流

表 3.4.11 アンケート調査結果のまとめ (3/4)

Name of District	Problem I (Dry up)		Problem II (Salinity)		Problem III (Flood)		Problem IV (Drainage Congestion)		Problem V (Water Quality)		Problem VI (Drought)		Problem VII (River Bank Erosion)	
	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause
ピロジブール	なし	なし	乾季には塩害が発生するが許容範囲	乾季の流量が激減	なし <i>Baleswar</i> 川, <i>Kocha</i> 川, <i>Bishkhali</i> 川 及び <i>Kaliganga</i> 川での高潮災害	なし 雨季に豪雨と高潮の同時発生  高潮が破堤箇所から浸入	なし	なし	浅層地下水は砒素で汚染  <i>Saedar Pirojpur</i> , <i>Nazirpur</i> , <i>Swarupkati upazila</i> では砒素汚染が深刻  DPHE は深井戸を建設して対応	過剰な地下水の汲み上げ	なし	なし	<i>Baleswar</i> 川の河岸浸食が特定箇所において深刻な問題	湾曲部における高流速及び二次流
フォリドプール	農業及び家庭用水として、地下水を 70%、表流水を 30% 利用	<i>Kumar</i> 川, <i>Madhumati</i> 川, <i>Barasia</i> 川 及び <i>Chandana</i> 川は乾季に枯渇する	なし	なし	<i>Char Bhadrasan</i> , <i>Bhanga</i> , <i>Nagarkanda</i> , <i>Sadarpur</i> , <i>Sadar Faridpur</i> , <i>Salta upazila</i> での水害	ガンジス河の河岸浸食による堤防崩壊	なし	なし	<i>Madhukhali</i> 及び <i>Bhanga upazila</i> の地下水は砒素で汚染	過剰な地下水の汲み上げ	なし  乾季には <i>Madhukhali</i> 及び <i>Sadar Faridpur upazila</i> の一部で地下水位が低下	なし	ガンジス河及びゴライ川の河岸浸食が特定箇所において深刻な問題	湾曲部における高流速及び二次流
ラジバリ	農業及び家庭用水として、地下水を 70%、表流水を 30% 利用	ゴライ川, <i>Chatra</i> 川, <i>Chandana</i> 川 及び <i>Hara</i> 川は乾季に枯渇する	なし	なし	なし	なし	深刻でない  ラジバリ <i>Sadar</i> , <i>Pangsha</i> , <i>Baliakandi</i> , <i>Goalando upazila</i> において、5~7%の地域で排水不良	排水網が不十分  河川及び排水路での堆砂も一因	<i>Panchuria union</i> , <i>Dadshi union</i> , <i>Sultanpur</i> , <i>Basantapur</i> , <i>Alipur union</i> 及び <i>Sadar Pourashava</i> の一部での浅層地下水の砒素汚染	過剰な地下水の汲み上げ	乾季には <i>Pangsha</i> 及び <i>Baliakandi upazila</i> で発生  乾季には <i>hand tube well</i> の 80% が利用できない	乾季には地下水位が低下  河川及び水路の枯渇も一因	ガンジス河及びゴライ川の河岸浸食が特定箇所において深刻な問題	湾曲部における高流速及び二次流

表 3.4.12 アンケート調査結果のまとめ (4/4)

Name of District	Problem I (Dry up)		Problem II (Salinity)		Problem III (Flood)		Problem IV (Drainage Congestion)		Problem V (Water Quality)		Problem VI (Drought)		Problem VII (River Bank Erosion)	
	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause	Description	Cause
クシュティア	農業及び家庭用水として、地下水を 50%、表流水を 50% 利用	ゴライ川及び Kumar 川では、乾季に枯渇する。	なし	なし	Mirpur upazila 全域、Bheremara 及びクシュティア Sadar の一部では、水害が発生、継続時間が 1 ヶ月、浸水深が平均 1~2 m に及ぶこともある	マタバंगा川の氾濫水及びゴライ川の破堤氾濫	District 全域の随所にて、豪雨による排水不良が発生	不十分な排水施設	なし	なし	乾季の深刻な問題  乾季には hand tube well の 60% が利用できない	乾季には地下水位が低下  河川及び水路の枯渇も一因	ガンジス河及びゴライ川の河岸浸食が特定箇所において深刻な問題	湾曲部における高流速及び二次流
クルナ	地下水の塩害のため、高潮時には農業還元水を灌漑利用	河川流量の減少	乾季には塩害が深刻だが、6月から11月には問題は小さい	河川流量の減少	なし	輪中堤などが機能している	広範囲で浸水被害が発生	Teka, Hari 川などでの不十分な排水能力	地下水は砒素で汚染	過剰な地下水の汲み上げ	乾季には地下水・表流水共に不足	河川流量の減少	Sibsa 川, Bhadra 川, Atai 川, Shatmari 川及びバイラブ川の随所で河岸浸食が発生	高流速の洪水及び高潮
シャトキラ	乾季には水源がない。  雨季には雨水をため池に貯水	乾季には降雨がない  井戸が掘られていない  貯水施設がない	年中塩害に晒されている	沿岸部という地理的要因  河川流量の減少	主な洪水は高潮とサイクロンによる	洪水は破堤箇所から浸入する  サイクロンに伴う潮位上昇により、堤防を越流。輪中堤は越水に耐えられる構造ではない	Tala, Kalaroa 及びシャトキラ Sadar で排水不良がある	コバダック川及び Betna 川の堆砂	表流水に塩害がある地域の地下水は塩害及び砒素汚染の両方に晒されている	潮位の影響  過剰な地下水の汲み上げ	乾季には地下水・表流水共に不足	河川流量の減少	Ichamati 川及び Kamrindi 川の随所で河岸浸食が発生	河川湾曲部  高流速の洪水及び高潮
バゲルハット	なし	なし	乾季には塩害が深刻だが、6月から11月には問題は小さい	河川流量の減少	なし	輪中堤などが機能している	なし	なし	地下水は砒素で汚染	過剰な地下水の汲み上げ	なし	なし	Baleswar 川の随所で河岸浸食が発生	高流速の洪水及び高潮

付 図

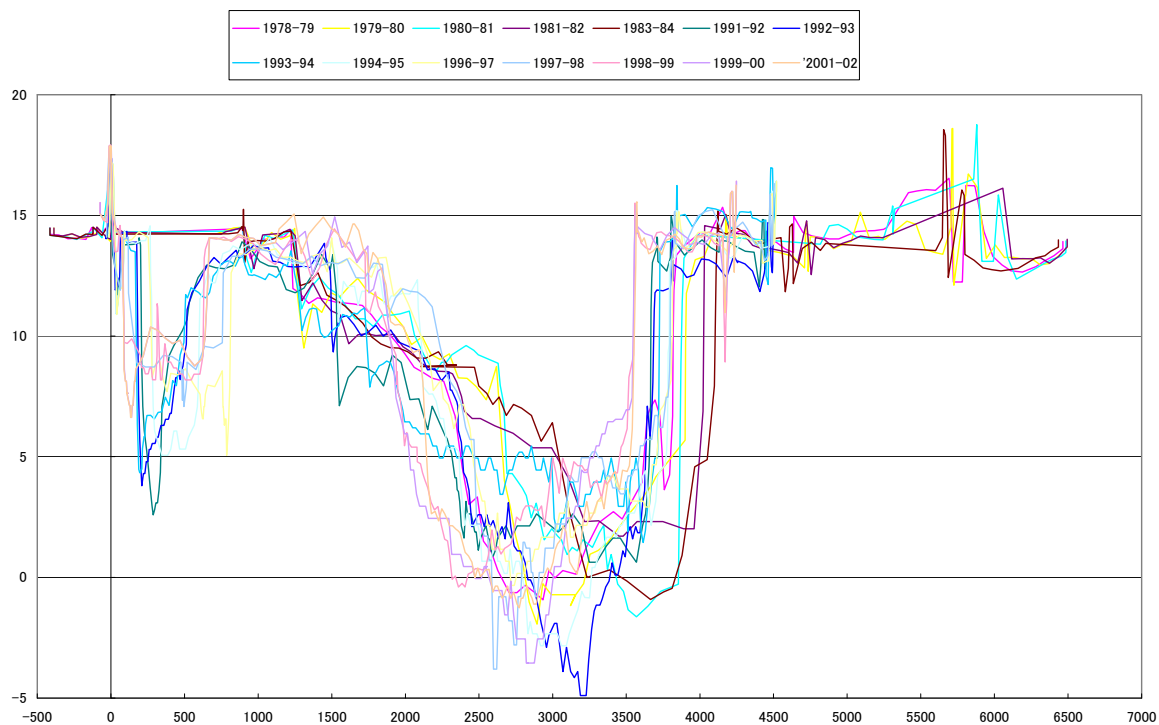


図 2.3.17 ガンジス河の 1978 年から 2002 年の河床高の変遷（横断測線 No.G13; GK Intake 近く、ハーディング鉄道橋から約 2 km 下流）

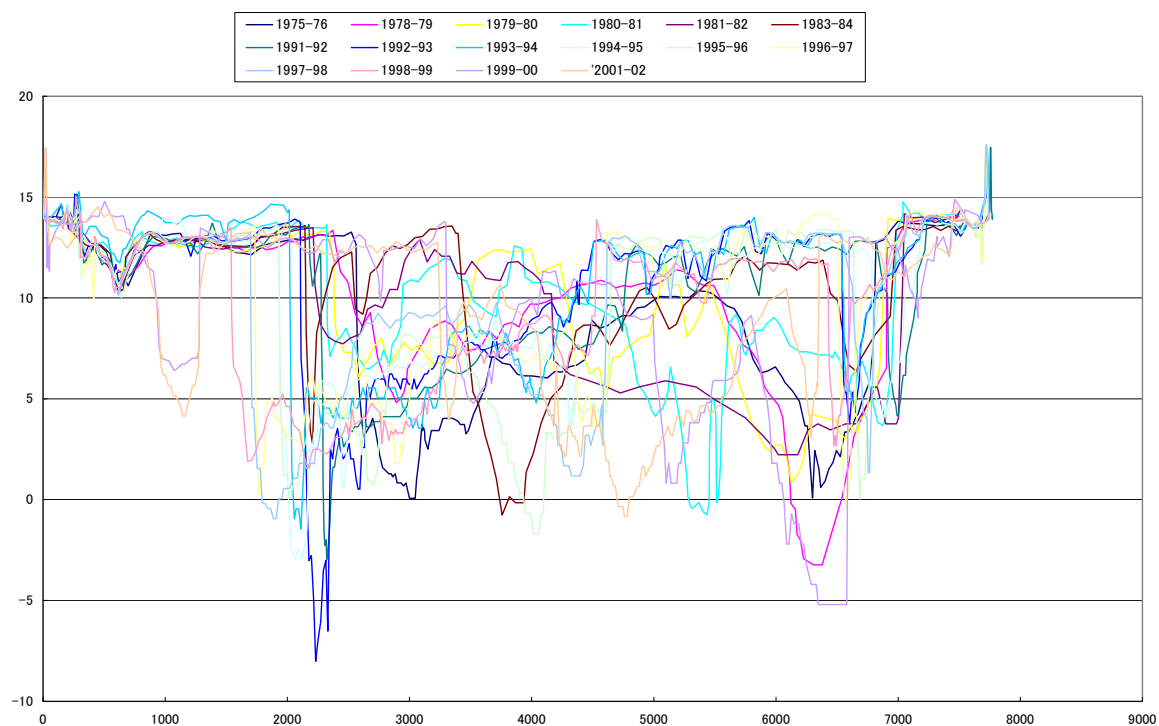


図 2.3.18 ガンジス河の 1978 年から 2002 年の河床高の変遷（横断測線 No.G12;ハーディング鉄道橋から約 7 km 下流）

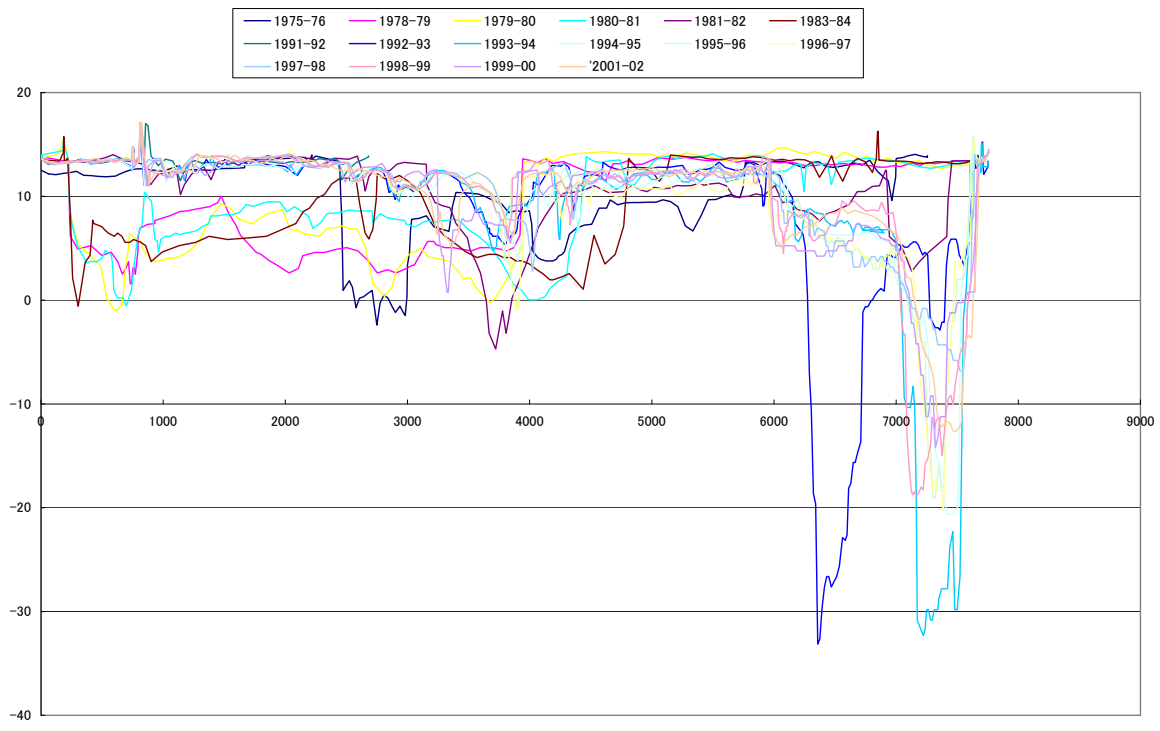


図 2.3.19 ガンジス河の 1978 年から 2002 年の河床高の変遷 (Talbaria 地点付近、横断測線 No.G11;ハーディング鉄道橋から約 13 km 下流)

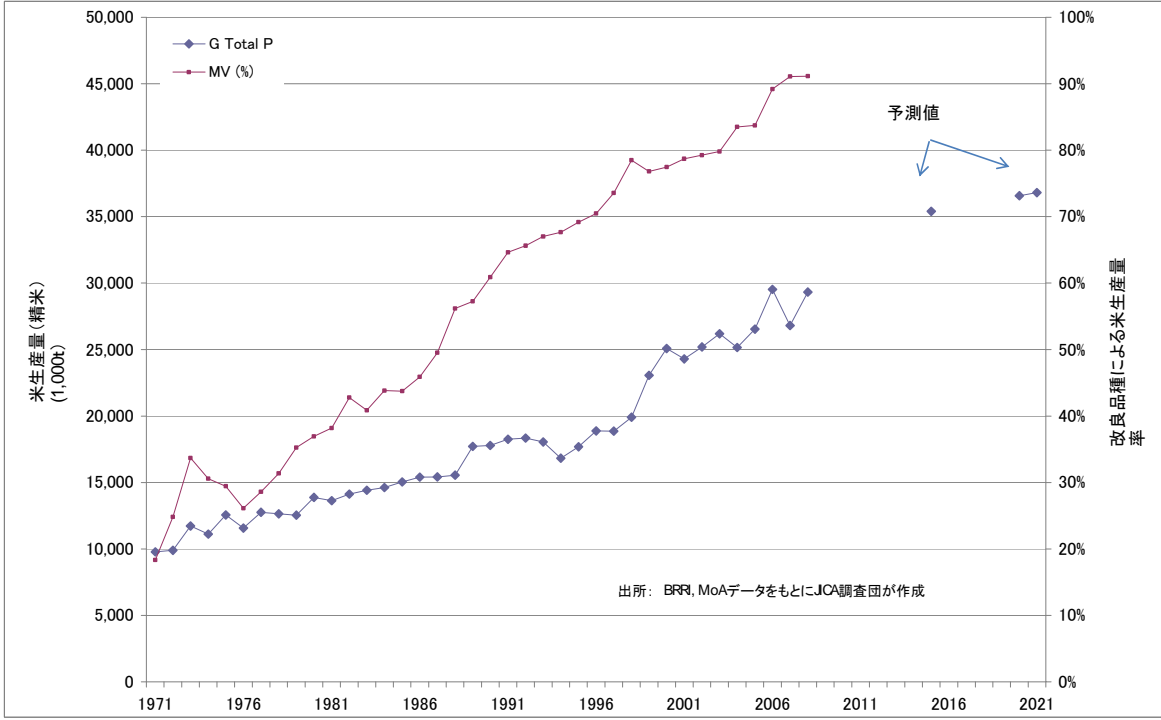


図 3.1.3 米の生産量と改良品種による生産量率の推移



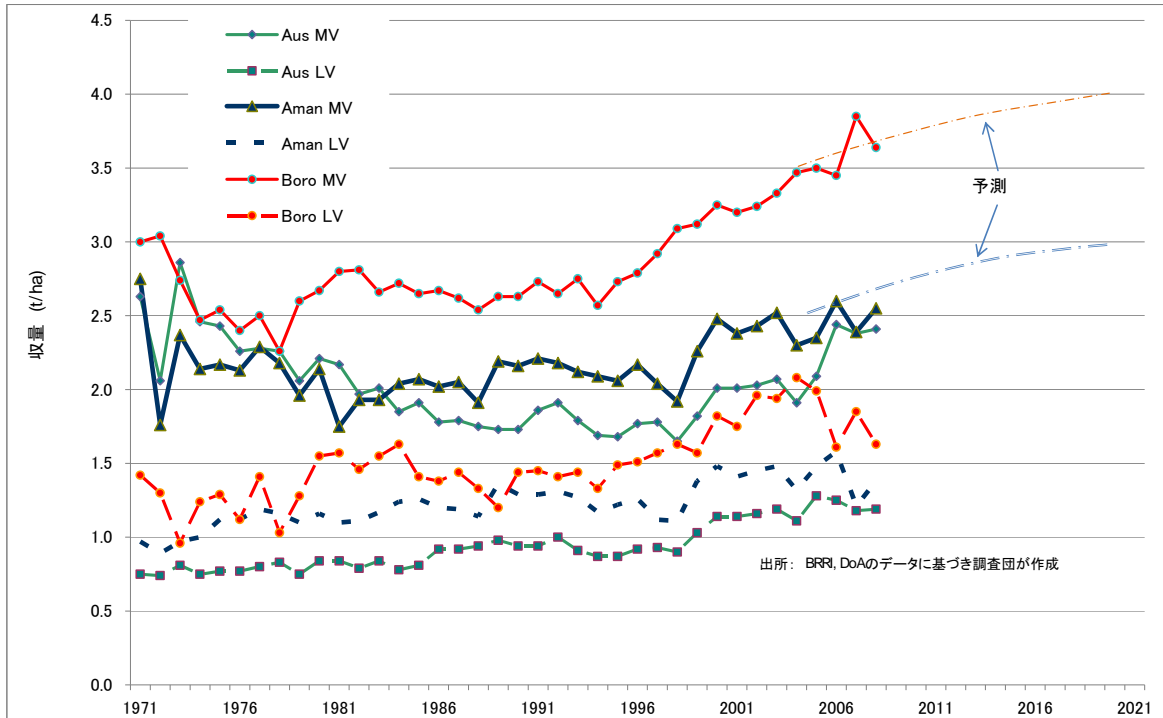


図 3.1.4 米の作期、品種別収量の推移

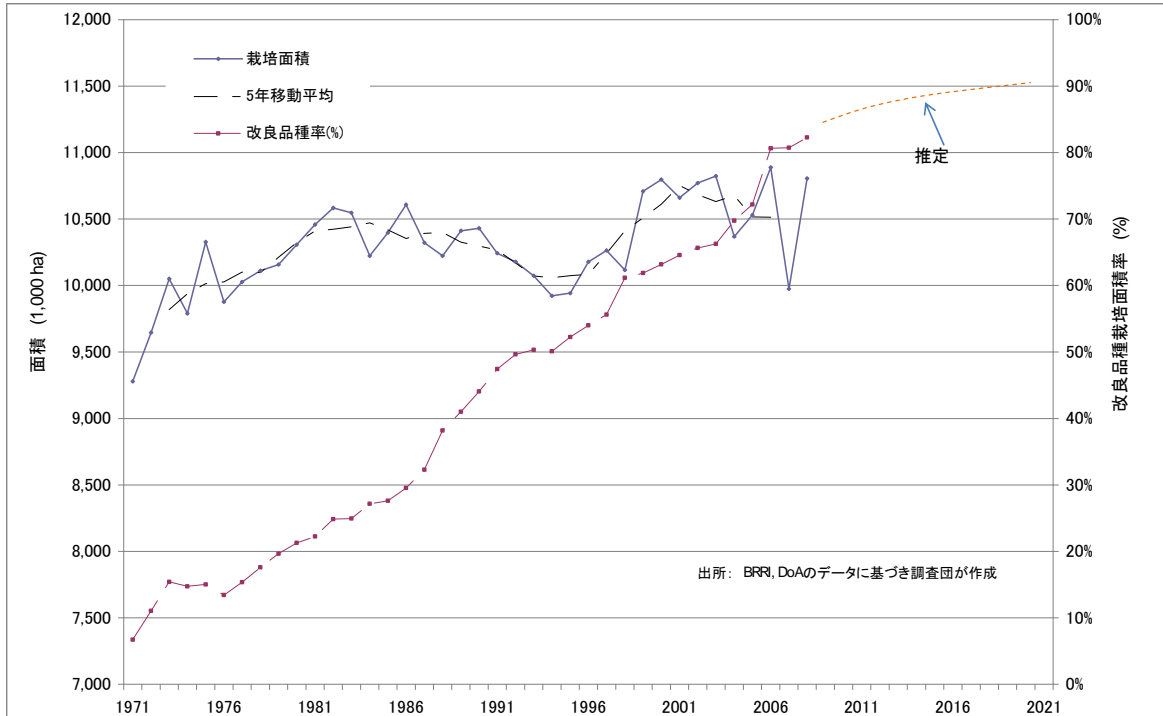


図 3.1.5 米の栽培面積とその改良品種率の推移

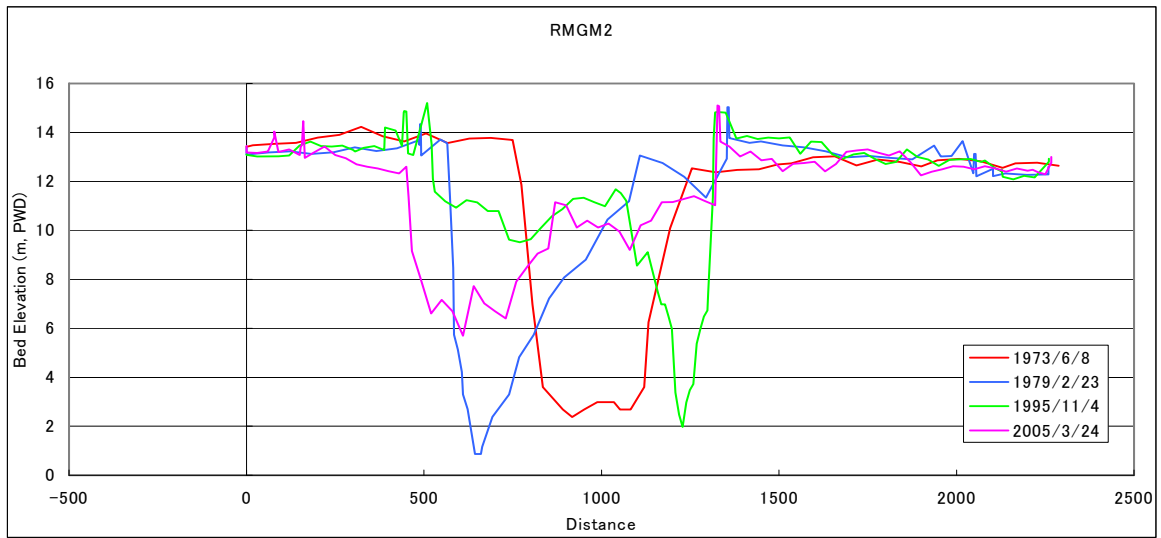


図3.2.4 ゴライ川横断図 No.RMGM02 (分流点から3 km 下流)

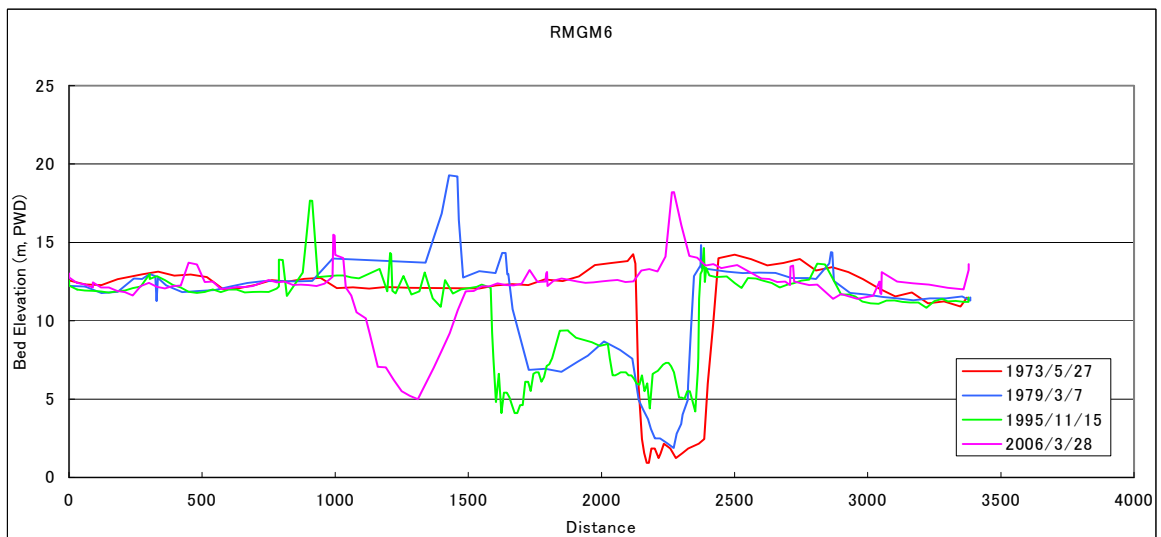


図3.2.5 ゴライ川横断図 No.RMGM06 (分流点から12 km 下流、鉄道橋付近)

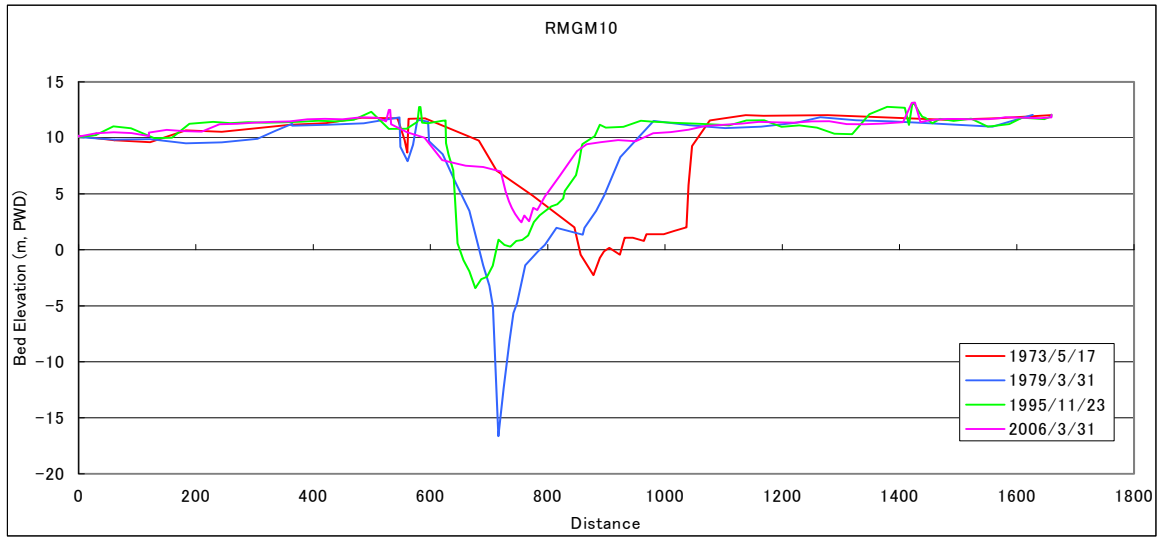


図3.2.6 ゴライ川横断図 No.RMGM10 (分流点から30 km下流、Khoksha 地点近く)

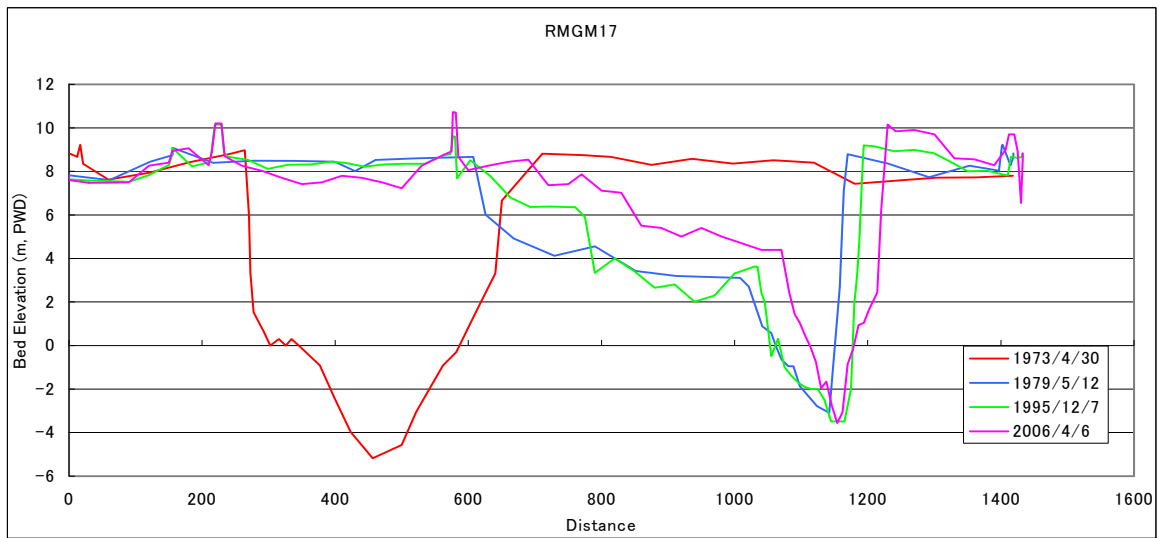


図3.2.7 ゴライ川横断図 No.RMGM17 (分流点から65 km下流、Khoksha 地点近く)

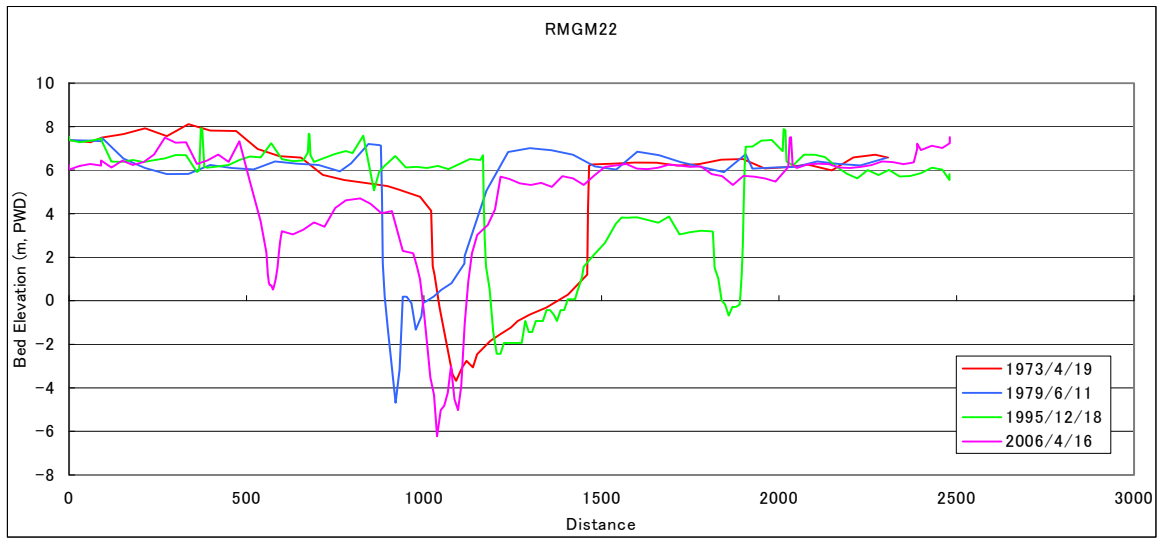


図3.2.8 ゴライ川横断図 No.RMGM22 (分流点から90 km下流)

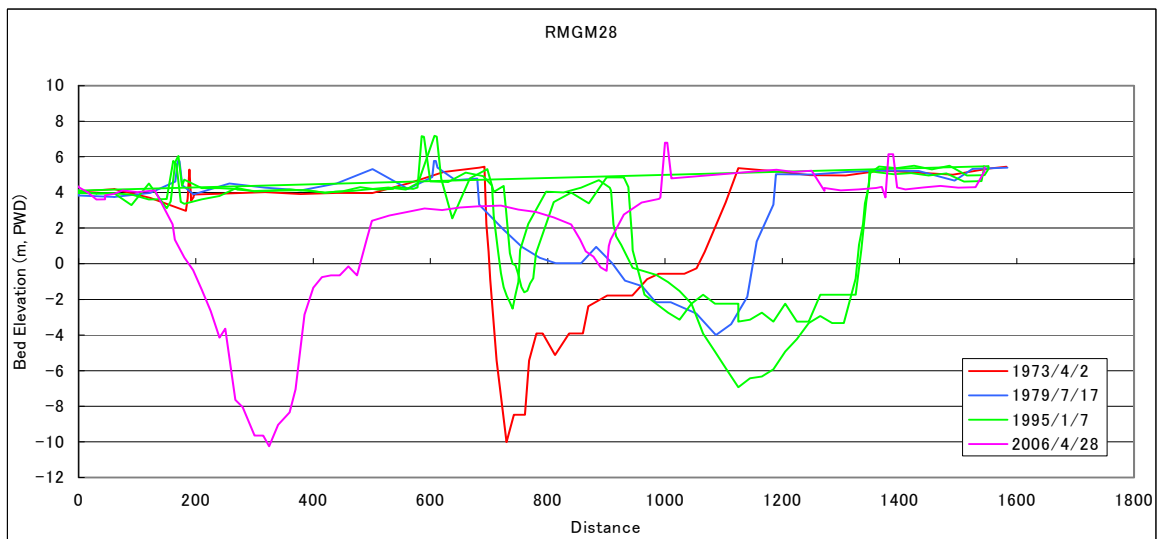


図3.2.9 ゴライ川横断図 No.RMGM28 (分流点から115 km下流)

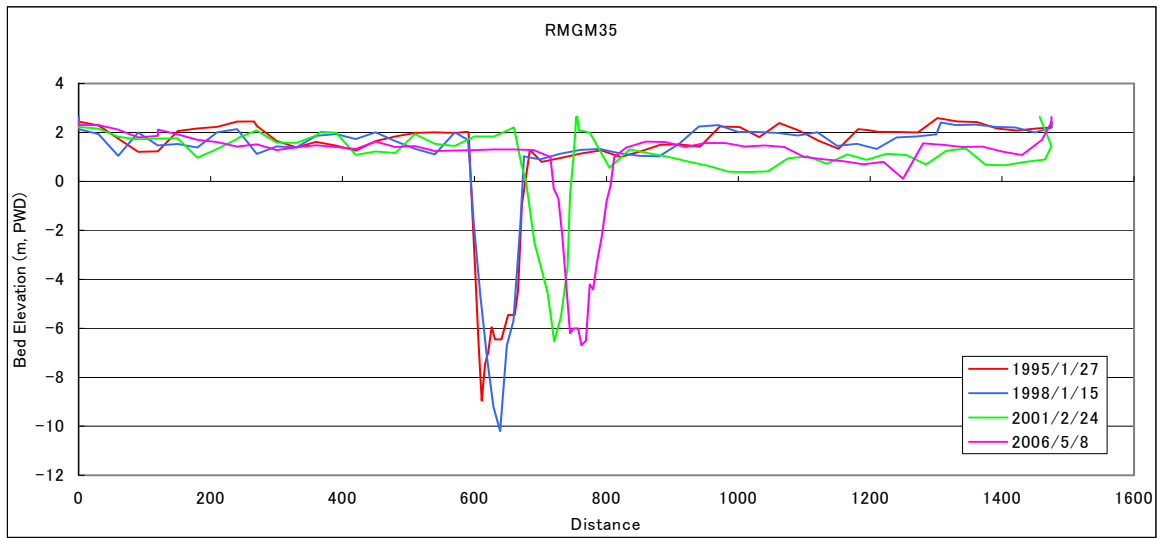


図3.2.10 ゴライ川横断図 No.RMGM35 (分流点から135 km下流)

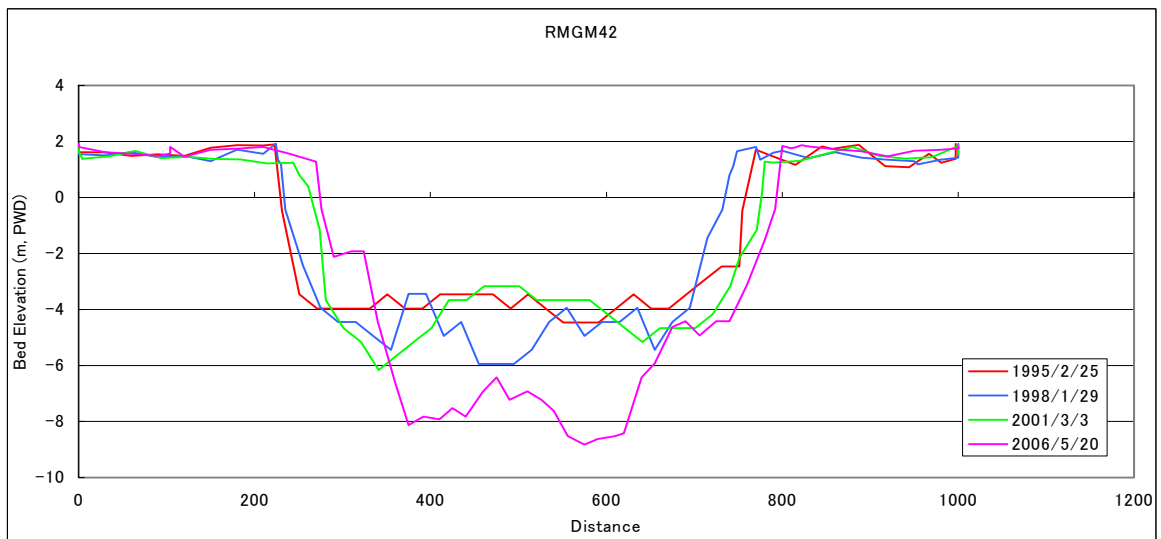


図3.2.11 ゴライ川横断図 No.RMGM42 (分流点から170 km下流)

# 写真集

## 写真集 (1)



1. Marjat Baorの風景 (2010.06.24)



2. ガンジス河の河岸耐浸食箇所  
ハーディング鉄道橋右岸



3. ガンジス河の河岸耐浸食箇所  
ハーディング橋から約13kmの右岸Talbaria



4. GKIPで整備された水路  
GK Intake Canal (2010.05)



5. GKIPで整備された水路  
Distribution Canal (2010.05)



6. GKIP取水路 (2008.01)

## 写真集 (2)



7. GKIP取水路呑口付近の護岸工 (2007.05)



8. GKIP取水路呑口付近の護岸工 (2007.05)



9. GKIP取水路前面の砂州の変化,  
Intake Canal前面砂州の低下 (2010.05)



10. GKIP取水路前面の砂州の変化,  
Intake Canal前面 (2007.05)



11. GKIP取水路の対岸 (Ganges川左岸) 砂  
州の変化  
Intake対岸 (左岸) 砂州の拡大 (2010.05)



12. GKIP取水路の対岸 (Ganges川左岸) 砂  
州の変化  
Intake対岸砂州 (2007.05)



### 写真集 (3)



13. コバダック川の掘削現場および再度堆積した河道区間 (2010.05.21)  
堆積した河床の掘削



14. コバダック川の掘削現場および再度堆積した河道区間 (2010.05.21)  
掘削一年で元状態に戻った (2mの堆積)



15. Teka/Hari川のTRM実施箇所 (2010.05.21)  
右岸を開け、河川からBeelへ濁流を引き込み



16. Teka/Hari川のTRM実施箇所 (2010.05.21)  
河岸浸食、崩落



17. ガンジス堰模型実験  
Barrageの全体模型 (上流から)



18. ガンジス堰模型実験  
模型説明

## 写真集 (4)



19. ガンジス堰模型実験

全体模型の範囲



20. ガンジス堰模型実験

実験結果の説明



21. ゴライ川分流点 (2010.05.20)

右岸から



22. ゴライ川分流点 (2010.05.20)

右岸からガンジス河方向



23. ゴライ川分流点 (2010.05.20)

左岸からガンジス河方向



24. ゴライ川分流点 (2010.05.20)

左岸から下流方向

## 写真集 (5)



25. ゴライ川分流点浚渫現場 (2010.05.20)



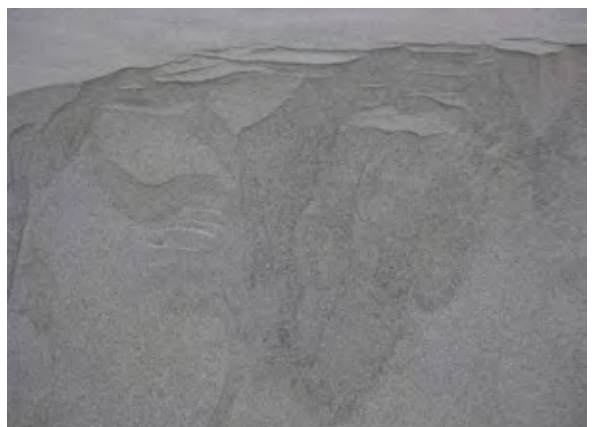
26. ゴライ川分流点浚渫現場 (2010.05.20)



27. ゴライ川分流点から12kmの鉄道橋地点  
(2010.05.19)  
下流方向



28. ゴライ川分流点から12kmの鉄道橋地点  
(2010.05.19)  
上流方向



29. ゴライ川分流点 (2010.05.20)  
河床材料は細砂 (粒径0.1mm程度)



30. ゴライ川分流点 (2010.05.20)  
砂河床は固い

## 写真集 (6)



**31.** ゴライ川分流点から30kmのKhoksha付近 (2010.05.20)  
下流方向



**32.** ゴライ川分流点から30kmのKhoksha付近 (2010.05.20)  
上流方向



**33.** ゴライ川分流点から30kmのKhoksha付近 (2010.05.20)  
河床材料は主にシルトと粘土



**34.** ゴライ川分流点から30kmのKhoksha付近 (2010.05.20)  
数年前にこの方の家があった場所は、  
河道の中となった



**35.** ゴライ川分流点から65 kmのKamarkhali地点 (マグラ付近、2010.05.24)  
下流方向



**36.** ゴライ川分流点から65 kmのKamarkhali地点 (マグラ付近、2010.05.24)  
上流方向

## 写真集 (7)



**37.** ゴライ川分流点から110kmのBhatiapara  
地点 (2010.05.23)  
左岸から上流方向



**38.** ゴライ川分流点から110kmのBhatiapara  
地点 (2010.05.23)  
左岸から下流方向



**39.** マドゥマテイ (ゴライ)川とMBR合流点  
左岸 (分流点から140kmのゴパールガンジ  
地点) (2010.05.23)  
上流方向



**40.** マドゥマテイ (ゴライ)川とMBR合流点  
左岸 (分流点から140kmのゴパールガンジ  
地点) (2010.05.23)  
下流方向

# 添付資料

バングラデシュ国南西部水資源管理に係る情報収集・確認調査  
ファイナルレポートの別添資料

1. 面談記録
  - 面談者リスト
  - 面談記録
2. 会議記録
  - 「バ」国関係機関への説明会 出席者リスト及び討議メモ
3. 参考資料
  - 水収支解析計算書
  - Multi-Objective-Analysis の計算式および計算表
4. 収集資料リスト
5. アンケート・ヒアリング調査票
  - 住民意識調査記録と質問票
  - 水問題調査記録と質問票

# 1. 面談記録



## 面談者リスト

	所 属	役職または担当	氏 名
日本側	在 Bangladesh 日本国大使館	公使参事官	上原 孝史
		二等書記官	稲垣 融一
	国際協力機構 Bangladesh 事務所	事務所長	戸田 隆夫
		事務所次長	古田 成樹
		所員	廣澤 仁
		所員	池田 一行
	JICA 専門家	企画調査員	片山 英城
砒素汚染対策政策 アドバイザー 砒素汚染対策技術 アドバイザー		島村 雅英 末永 和幸	
クルナ水供給改善事業協力準備調査 (その3)	総括	船本 忠男	
	取水・導水施設設計	八木 徹	
中央政府	水資源省(MOWR)	Additional Secretary	Ms. Q. N. Khaman
	農業省(MOA)	Additional Secretary	Ms. Mahbuba Mosqur
		Joint Secretary	Mr. M. S. Rahman
	水資源評議会(WARPO)	Director Planning	Mr. Shahjahan
		Director Technical	Dr. N. Islam
	Bangladesh 水開発庁 (BWDB)	Additional Director General	Dr. T. Khandakar
		Additional Director General	Mr. W. M. Quamrul Huda
		Additional Director General	Mr. Makkbul Hussain
		Chief Planning	Mr. W. Bhuiyan
	地方政府技術局(LGED)	Super Intending Eng.	Mr. M. Rahman
		Super Intending Eng.	Mr. A. Shaheed
		Project Director	Mr. A. K. Azad
		Project Director	Mr. S. Haque
Bangladesh 農業開発公社 (BADEC)	Additional Secretary	Dr. E. Alam	
Bangladesh 気象局(BMD)	Director	Ms. A. Habib	
Bangladesh 農業研究所(BARC)	Executive Chairman	Dr. W. Kabir	
所 地方 政府または 事務	BWDB GKIP 事務所	Project Director	Mr. Md. A. Husain
	BWDB Kushtia 事務所	Executive Engineer	Mr. N. Saktar
	DPHE Jessor 事務所	Executive Engineer	Mr. Shalior
	Khulna WASA	Managing Director	Mr. Md. Abdllah
	DPHE Gopalganji 事務所	Executive Engineer	Mr. K. C. Dey
	BWDB Gopalganji 事務所	Engineer	Mr. S. Hussain
	BWDB Khulna 事務所	Superintending Eng.	Mr. M. Mollah
	BWDB Magra 事務所	Executive Engineer	Mr. K. Bhattacharyya
グ ル ー プ	世界銀行 (WB)	Senior Specialist, Water	Mr. Minnatullah
	アジア開発銀行 (ADB)	Head Water Resources	Mr. Z. U. Ahmad
	オランダ大使館	一等書記官	Mr. A. Vermeer
		Advisor, Water Management	Mr. Khaleduzzaman

面談記録

1	水資源省 (MoWR)	日時 2010年3月23日	場所 Additional Secretary 事務室
		相手側 Ms. Q. N. Khaman 他 4名	調査団側 高柳 JICA 相馬 (南アジア部)
		<p>&lt;MoWRの水資源管理に関する全般的な考え&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水資源に関して、「バ」国、特に南西部は多くの困難を抱えており、日本の協力を期待している。</li> <li>・ 例えば、気候変動への対応問題、沿岸部の輪中堤の補強と被害を受けたものの修復、洪水予警報の開発と強化、ジャムナ川の左岸の防御、ガンジス河の右岸の洗掘防止などがある。</li> <li>・ 政府が全国的に展開する Capital Dredging は砂で埋まった水路の排水能力を復活させるもので、洪水防御の観点から緊急に必要であるが、膨大な費用が見込まれ、先進国の協力が不可欠。</li> </ul> <p>&lt;ゴライ川の浚渫&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ゴライ川の浚渫に関しては、世銀が出資を約束していて、オランダの協力も得て実施する予定。</li> <li>・ ただし、MOU が結ばれたわけではなく、河川の修復には浚渫だけではなく様々な工事が必要なため、日本の協力も期待する。</li> <li>・ また、水資源管理政策や戦略立案の能力強化も日本の支援を期待する分野である。</li> </ul>	
2	農業省 (MOA)	日時 2010年5月30日	場所 Additional Secretary 事務室
		相手側 Ms. Mahbuba Mosqur 他 一名	調査団側 高柳、Reza
		<p>&lt;農業一般の状況と問題点、MOAの問題意識および開発計画&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「バ」国の農業生産の90%は小規模農業によるもの。</li> <li>・ 水源は概ね地下水であるが、塩水化、乾季の水不足に難点がある。</li> <li>・ Greater Khulna-Jessor-Kushtia を対象に統合農業開発計画を立案した(2009-2014)。</li> <li>・ 表流水灌漑がその柱であり、ゴライ川の復活がその成否の鍵を握っている。</li> <li>・ もう一つの計画は、Expansion of Irrigation through Utilization of Surface Water by Double Lifting で Narail, Baghelhat 地域を対象に</li> </ul>	

		<p>12万Haが開発される。予算は政府の内貨で賄われる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>また、品種の改良にも力を入れており、南西部ように塩分に耐性の強い品種 <b>Brritar 47</b> の普及に目処が立った。表流水の節約が重要である。</li> </ul>	
3	水資源評議会 (WARPO)	日時 2010年3月23日	場所 WARPO 会議室
		相手側 Mr. Shahjahan, Dr, Islam 他3名	調査団側 高柳、我妻、Reza JICA 相馬 (南アジア部)
<p>&lt;水資源管理の問題点および対策&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>南西部に関しては、ゴライ川を始めとして乾季にガンジス河の水を分流や流域変更によって利用できるようにする事が最も重要。</li> <li>それは各水路を浚渫によって修復する事と歩調をあわせて実施されるべき。</li> <li>サイクロンアイラによって破壊された輪中堤の一部は、未だに修復されていない。これの修復も本地域にとって大きな課題。</li> <li>輪中堤の開発によって海からの土砂が行き場を失い、結果的に水路に堆積して排水不良の原因となっていることも問題。</li> </ul> <p>&lt;データの提供&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水文データベースの開発を行ったので大いに利用されたい。NWMPの改訂時期に来ているが、要員不足のため未着手。</li> </ul>			
4	BWDB 本省	日時 2010年3月23日	場所 Ad. DG 事務室
		相手側 Dr. T. Khandakar 他5名	調査団側 高柳、我妻、Reza JICA 相馬 (南アジア部)
<p>&lt;水資源管理に係わる問題とその誘引&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BWDBは水資源管理の最も重要な実行機関である。「バ」国のあらゆる水管理問題に対処する責務を担っている。</li> <li>南西部はガンジス河の流況に大きく左右される地域であるが、地域内の降水にも大きく依存し、また影響を受けている。さらに、サイクロンの被害もあり、問題は極めて複雑である。そのうえ、地下水の一部は塩水や砒素に汚染されていて利用が制限される。</li> <li>近年、BWDBは行政改革によって大幅な人員削減を行った。有用な人材も少なからず流出してしまった。こうした山積する問題に対処するためには、外部からの協力が不可欠な状況にある。</li> </ul> <p>&lt;問題への対策&gt;</p>			

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 具体的には、まずガンジス堰が挙げられる。この地域の水資源に支配的な影響力のあるガンジス河の乾季流量を制御できれば、ほとんどの水利用に関する問題が解決する。目下政府の資金で F/S を実施中であるが、技術的にも資金の面でも制約を感じている。一部の外国から支援の申し出もある。日本にも支援をお願いしたい。</li> <li>・ 最も緊急性を要するのは破損した輪中堤の修復で、現地では大きな勢力を割いている。もし日本の支援が得られれば、その他の課題対応に勢力を向ける事もできるようになる。</li> <li>・ この地域は ADB の協力で FCDI あらため IWRMP 等いくつかの事業が実施されているが、その拡張は日本に要請するべきと考える。一つはノライル/Centuri Beel の拡張事業である。</li> <li>・ GKIP の修復は DPP が承認されたが、まだ予算措置はなされていない。</li> </ul>	
5	LGED	日時 2010年3月24日	場所 Super Intending Engineer 事務室
		相手側 Mr. Shaheed 他 1名	調査団側 高柳、我妻、Reza
<p>&lt;LGED の活動の現状と問題点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在 10,300 の出張所を抱え、15,000 人の職員が 64district を対象に事業を進めている。</li> <li>・ 水資源管理を始めとして、道路、学校、市場の建設等の地域公共施設の開発に寄与している。</li> <li>・ 2009 年には 71 件のプロジェクトが実施された。</li> <li>・ 水資源に関しての大きな成果は、日本と ADB が分担して実施している小規模水資源開発プロジェクト (SSWRDP)。</li> <li>・ 砒素の食物連鎖が心配で灌漑の表流水化を図っている。</li> <li>・ 灌漑水路を修復・拡張して乾季用に貯留し、輪中堤を補強して塩水の浸入を防ぐ事で乾季作を可能にしている。</li> <li>・ 水門等の補修を行う事で水管理を小まめに行う事ができるようになり、エビをはじめとする養魚が可能になった。</li> </ul> <p>&lt;工事完了後の維持管理&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 成果は District に移管され、維持管理は自治体に任される。</li> <li>・ 組合費の納付状態も良好で、新規事業に融資を行える組合もできた。可能であれば事業拡張を加速させたい、との返答があった。</li> </ul>			
6	BADC	日時 2010年3月24日	場所 A. Secretary 事務室

		相手側 Dr. E. Alam	調査団側 高柳、我妻、Reza
		<p>&lt;地下水の現状と問題点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「バ」国の灌漑は90%以上が地下水に拠っている。</li> <li>・ 国全体としては140万の井戸があり、138万の井戸が浅層井戸である。</li> <li>・ 不透水層は100mより深く、今後用心深く開発する必要がある。</li> <li>・ 現在15mの管井戸が大半で、30メートルの管井戸も増加している。</li> <li>・ 乾季にはこれらの井戸が枯れることもあり、地下水の砒素汚染の原因ではないかと考えられている。また、地下水への塩水浸入の要因ともなっており、井戸開発、汲み上げの規制が必要。</li> <li>・ 特に気候変動によって潮位が変わると、塩水浸入への影響が深刻化する恐れがある。</li> <li>・ 水供給システムの合理化、水料金制度の確立も重要な施策である。</li> </ul> <p>&lt;安全な取水量&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 被圧地下水の場合、2000フィート間隔で2cusec、また不圧地下水の場合は2500フィート間隔で2cusecが安全な汲み上げ量と判断している。</li> </ul>	
7	BMD	日時 2010年3月24日	場所 Director 事務所
		相手側 Ms. A. Habib	調査団側 高柳、我妻、Reza
		<p>&lt;水文データの現状と水資源管理の問題点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日本の協力で水文気象観測網が整備され、データベースも利用可能となっている。</li> <li>・ レーダ雨量計は、洪水予警報システムにとって極めて重要な位置を占めている。</li> <li>・ 今後、気候変動を監視していくためにも観測網の更なる充実が必要であると考えている。</li> </ul> <p>&lt;インド国内の情報の入手&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在は入手できない。今後得られるよう努力を重ねる。</li> </ul>	
8	BARC	日時 2010年6月1日	場所 Chairman 事務室
		相手側 Dr. W. Kabir	調査団側 高柳、Reza
		<p>&lt;農業技術の現状と問題点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 南西部の灌漑はGKIPやSSWRDPを除き、浅井戸による灌漑が支配的である。</li> <li>・ 浅井戸は無降雨が3ヶ月続くと枯れてしまい、回復が困難とな</li> </ul>	

		<p>る。無論この間の表流水は期待できない。地下水は枯れなくともその水位が低下すると塩水が浸入して農業用には利用できなくなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高潮位時に高波が発生すると輪中堤の中に海水が浸入する。輪中堤の中は一端海水が浸入すると、塩分を除去するのに長時間を要し、農業は長期にわたり被害を蒙る。</li> <li>・ しかし、天水によるアマンだけに頼ってはいは、農民の貧困は解消されない。</li> <li>・ BARC では地下水であれ、表流水であれ、少々の塩分濃度に耐性のある米の品種改良に努めてきた。その結果、Brritar47 という品種の開発に成功した。今後、この品種の南西部での普及につとめる予定。</li> </ul>	
9	BWDB GKIP 事務所	日時 2010年3月26日	場所 GKIP ゲストハウス
		相手側 Mr. Hussain 他9名	調査団側 高柳、我妻、Reza
<p>&lt;GKIP 改修の現状&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ADB の F/S を下敷きに DPP を作成して政府の承認を得た。まだ予算措置がとられていないので、取水路の改良（沈砂池）とガンジス河の護岸を含めて JICA に要請を出したい。</li> </ul> <p>&lt;GKIP の問題点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ポンプが新しくなったが、堆砂のため取水路が閉塞している。</li> <li>・ 二次・三次水路が壊れていて、思うように配水できていない。</li> </ul>			
10	BWDB Kushtia 事務所	日時 2010年3月26日	場所 BWDB Kushtia 事務所
		相手側 Mr. Saktar 他10名	調査団側 高柳、我妻、Reza
<p>&lt;浚渫の現状について&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ゴライ川にガンジス河の流量を分流するために分流点から約10 km の浚渫を行っている。</li> <li>・ 2 隻の浚渫船の能力が低く、一ヶ月間で約 2 km の浚渫が完了した (180,000 m<sup>3</sup>)。</li> <li>・ DPP では底幅 100mであったが、今回は 40m 幅で実施している。</li> </ul> <p>&lt;浚渫後の通水の可能性&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 4 月に水位が上がれば 10 km の浚渫が完了しなくとも通水する。しかし、12 月には再び閉塞する。</li> </ul>			
11	DPHE Jessore 事務所	日時 2010年3月28日	場所 DPHE Jessore 事務所
		相手側 Mr. Shalior	調査団側 高柳、我妻
<p>&lt;給水の現状&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 近辺では井戸の 40%が砒素汚染していて飲料用に適さない。表</li> </ul>			

		<p>流水が乾季利用できないため、灌漑用に大量の井戸水を利用する事が砒素汚染の原因と考えられている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>飲料用に使っている井戸は約 10%。塩分濃度が問題となる地域は限られている。現在表流水も水道水源として使っている。</li> </ul> <p>&lt;表流水の取水可能量&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>乾季は量・質ともに問題がある。雨季は砂が問題である。</li> </ul>	
12	Khulna WASA	日時 2010年3月29日	場所 Director 事務所
		相手側 Mr. Md. Abdllah	調査団側 高柳、我妻、Reza
		<p>&lt;クルナの水道計画&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>30m以内の地下水は砒素汚染の危険がある。</li> <li>50mの地下水は塩分濃度が高い。</li> <li>被圧地下水は 300m の深さにあり安全だが、取水には様々な制約がある。</li> <li>代替水源としての表流水も次第に塩水化している。</li> <li>これらには、気候変動の影響もあるのではないか。</li> <li>JICA 調査団は水源を Madhumati 川の 2 箇所 に絞込んだ。第一案は 5 ヶ月間塩分の影響を避けるための貯水池を作って運営する。このため 450 ha の土地収用が必要である。第二案は取水点を 50 km 上流に移し、貯水による給水期間が 3 ヶ月間に縮める。貯水池のための土地収用は 250 ha で済む。</li> <li>取水・導水・浄水を JICA が、配水以下を ADB が実施するよう期待している。それぞれ 1 億ドルかかる。</li> <li>人口 1.5 百万人で、現在の水需要は 240MLD であるのに対して、給水は 90MLD。</li> </ul>	
13	DPHE Gopalganji 事務所	日時 2010年3月29日	場所 Gopalganji 事務所
		相手側 Mr. K. C. Dey	調査団側 高柳、我妻
		<p>&lt;水道の現状と問題点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>砒素汚染と塩水化のため、水道用水開発の極めて困難な地域である。水道は水源の一部を地下水、一部を表流水に頼っている。</li> <li>表流水源は Madalipur 川であるが、土砂の混入と塩水化の問題を抱えている。土砂は濁度 1000NTU の時期が平均的に 70 日以上あり、砂の除去（沈砂池）の能力から 40 日以上が取水不能となる。沈砂池の能力強化、修復が必要である。</li> <li>乾季の塩分濃度は 15 年前、200 mg/l であったが、最近では 15 日雨が降らないと 400 mg/l になる。年間 15 日以上 1,100 mg/l の日がある。取水可能の規準を 600 mg/l としている。</li> </ul>	

14	BWDB Gopalganji 事務所	日時 2010年3月29日	場所 Gopalganji 事務所
		相手側 Mr. S. Hussain	調査団側 高柳、我妻
		<p>&lt;治水の現状&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 排水路は表土の流出による土砂が堆積して排水能力が低下しているため、高強度の雨があると洪水が起きる。</li> <li>・ ゲートは堆砂で運転不能となっている。</li> </ul>	
15	BWDB Khulna 事務所	日時 2010年3月31日	場所 Khulna 事務所
		相手側 Mr. Mollah	調査団側 高柳、我妻
		<p>&lt;治水の現状&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各河川の河床は、満潮時に海から昇ってくる土砂が堆積して上昇し、通水能力が著しく低下した。そのため雨季に排水不良を起こし、氾濫を繰り返している。</li> <li>・ 昇ってきた土砂濃度の高い逆流水をため池に導き、貯留し砂を沈殿した水を川道に戻す Tidal River Management という方策を講じる事で河床の上昇を押さえる事に成功した。</li> <li>・ 土砂の堆積によって池の底が上昇したものについては耕地として提供することで歓迎されている。ただし、河川の適当な位置に沈砂池に適したため池があること、持ち主が了解してくれるなどの課題も多い。</li> </ul>	
16	BWDB Magra 事務所	日時 2010年6月22日	場所 Magra 事務所
		相手側 Mr. Battacharyya	調査団側 高柳、山下
		<p>&lt;GKIP を拡張して水を広域に配水する計画についての意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事務所側からは、GKIP を拡張して安心な水を広域に配水する計画は極めて有望だ。Nabaganga 川に水を落とせば Gopalgannji に達するし、Citra 川は Khulna, Jessor に通じている。Kobadak 川を利用できれば Satkihla まで配水する事が可能である。そうした配水を実施するためにも洪水対策が重要。</li> <li>・ 特に、対象地域の北部は流域が傾斜していて洪水が起き易い。河川が流出土砂の堆積によって河床上昇を起こしている上に高強度の降雨があり、洪水の頻度は高い。2009年には Magra を流れる Satki 川の氾濫で 15,000 ha が冠水した。</li> </ul>	
17	世界銀行 (WB)	日時 2010年4月1日	場所 世界銀行会議室
		相手側 Mr. innatullah	調査団側 高柳、我妻、Reza
		<p>&lt;南西部の水資源管理について&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 緊急性の高い水資源に特化した課題も沢山あるが、WB として</li> </ul>	



		<p>はできるだけ総合的に協力するのが有効と考えている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特に計画中のパドマ橋が完成すると、南西部には社会、経済、環境に対して想像を絶する影響を与えるはずである。従って、行政の壁を越えた対応が必要となるであろう。</li> <li>・ <b>WB</b> はこうした状況に横断的に対応するため <b>Southwest Region Water Resources Authority</b> を設立することを提唱している。公団には国際パネルを設けることで透明性を確保する方針である。</li> <li>・ 目下 <b>Comprehensive Southwest Region Development Study</b> を実施していて、成果は7月に公開される予定である。</li> </ul> <p>&lt;水資源管理の現状&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水資源管理を推進するにあたり、現行の組織では省庁の壁が邪魔するであろうし、透明性の観点からも疑問が多い。</li> <li>・ 特に <b>BWDB</b> については唯一の水資源所管官庁として、一層の行政改革を期待している。</li> <li>・ 緊急性の高い案件としては沿岸部地域の管理、輪中堤の盛り立ての標準化が挙げられる。</li> <li>・ ゴライ川の浚渫に対しては協力する。浚渫のほか、導流堤や護岸を含めて実施する。</li> </ul>	
18	アジア開発銀行 (ADB)	日時 2010年4月1日	場所 アジア開発銀行会議室
		相手側 Mr. Z. U. Ahmad	調査団側 高柳、我妻、Reza
		<p>&lt;ADBの取り組み&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ これまで南西部では多くの案件を実施してきた。Flood Control, Drainage and Irrigation として輪中堤を単位とする地域に対して治水と灌漑をパッケージとする案件を継続して実施してきた。</li> <li>・ 最近、Integrated Water Resources Management と標題を変えて Narail Project および Chencuri Beel Project を実施中である。</li> <li>・ 南部の治水事業として TRM にも支援した。</li> <li>・ Second Command Area Development Study は GKIP の改修を4案件のうちの一要素案件としている。</li> <li>・ ただし、4案件から2案件を選んで実施する事になっていて、GKIP を選ぶと予算上もう一つが選べなくなることから除外した。</li> <li>・ SSWRDP はこの地域でも大々的に展開している。</li> <li>・ Coastal Embankment Strengthening として破損した輪中堤の修復にも協力している。</li> </ul> <p>&lt;日本の協力に対する考え&gt;</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>日本がこの地域で協力する余地は大きい。有望なものは、TRMの拡大、SSWRDPの拡張、破損した輪中低の修復、Narail Project、Chencuri Beel Projectの拡張およびGKIPの修復等である。</li> </ul>	
19	オランダ大使館	日時 2010年4月1日	場所 オランダ大使館会議室
		相手側 Mr. A. Vermeer および Mr. Khaleduzzaman	調査団側 高柳、我妻、Reza
		<p>&lt;オランダ政府の取り組み&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>低平地の水管理の経験を生かして古くから協力してきた。</li> <li>現在LCGのchairmanを勤めて水関係の協力の核となっている。</li> <li>最も関心が高いのはBWDB, MOWRの行政改革である。水関係の政策作りが非常に弱体である。特に、弱体な中間層の補強が大切である。</li> <li>BWDBの計画策定能力の強化も重要と判断している。</li> <li>参加型の水管理の推進が大切。中央とコミュニティーとの関係をより密にしなければならない。そのためにWater Management Coordination Committeeを立ち上げる算段をしている。</li> </ul> <p>&lt;計画中の案件&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ゴライ川の再生についてはかつてPilot Priority Works Programで浚渫を行ったが2000年に中断した。DPPが承認され、2009年に再開、調査が完了した。WBとの共同出資で実施する。今回はオランダの建設業者を参加させて実施する予定である。</li> </ul>	

以上

## 2. 会議記録

## 現地関係機関説明会出席者名簿および会議記録

場所: BWDB会議室

日時: 2010年6月29日 10:00

## 出席者リスト

No.	Name	Designation	Organization
1	Dr. M A Taher Khandakar	Additional Director General, Planning	Bangladesh Water Development Board (BWDB)
2	Md. Makbul Hossain	Additional Director General, Operation & Maintenance-1	BWDB
3	Md. Yusuf	Additional Director General, Finance	BWDB
4	Md. A. Wadud Bhuiyan	Chief Planning	BWDB
5	Md. Rafiqul Alam	Chief Engineer, Food for Work	BWDB
6	Wahidur Rahman	Chief Engineer, Operation & Maintenance	BWDB
7	Md. Hemeatul Islam	Controller, Finance & Audit	BWDB
8	Md. Azharul Islam	Director, Planning-1	BWDB
9	G. C. Sutradhar	Director, Planning-2	BWDB
10	Md. Abdul Latif Miah	Director, Planning-3	BWDB
11	A. K. M. Mukhlesur Rahman	Chief Training	BWDB
12	Md. Abul Kashem	Chief Engineer	BWDB
13	Md. Ziaur Rahman	Superintending Engineer	BWDB
14	Md. Mozammel Hossain	Superintending Engineer	BWDB
15	Md. Salim Bhuiyan	Superintending Engineer, Processing & Flood Forecasting Circle	BWDB
16	Md. Amirul Hossain	Executive Engineer, Flood Forecasting & Warning Centre	BWDB
17	Md. Abdul Malek Sarkar	Executive Engineer, Integrated Water Resources Management Unit	Local Government Engineering Department (LGED)
18	Md. Kamrul Ahsan	Executive Engineer, SWBRDP	LGED
19	Md. Anisuzzaman Chowdhury		JICA
20	Hideki Katayama		JICA
21	Norio Takayanagi	Team Leader/ Water Resources Engineer	JICA Study Team
22	Naoki Yamashita	Hydrologist	JICA Study Team
23	Krishna Chandra Bhadra	Scientific Officer	Water Resources Planning Organization (WARPO)
24	Fahmida Akhtar	Senior Scientific Officer	WARPO
25	Sardar M Shah-Newaz	Director, Flood Management Division	Institute of Water Modelling (IWM)
26	Md. Sohel Masud	Water Resources Specialist / Senior Specialist	IWM
27	Md. Abdulla Hel Kafi	Hydrologist / Junior Specialist	IWM

## 協議記録

---

(Dr. M A Taher Khandakar, additional Director General (Planning), BWDB (以下、会議々長)) : 調査は JICA が将来の協力の方向性を探るために実施された。方向性を誤らないために、調査団が報告する調査結果を訂正、追加する意見を求める。

(JICA 調査団) : 調査の結果判明した、水資源管理に係わる問題とそれを惹起する原因および対策について Fault-Tree を用いて説明。また、今後 JICA が注目すべき対象としてまとめる。さらに、ドラフトファイナルレポートが7月19日までに、またファイナルレポートが8月末に提出される。

(Director Planning I, BWDB) : 現在実施中の計画と調査団の考える計画に相違が出たらどうするか？

(JICA 調査団) : 計画中、実施中の案件は基本的に JICA が注目すべき対象には含まれないから、そのような問題は生じない。

(Chief Planning, BWDB) : FTA は新しい手法であり、自分自身、原因や対策に新しい発見もある。少し時間をかけて検討したい。7月11日までにコメントをまとめて調査団に渡したい。

(Executive Engineer, FFWC, BWDB) : 調査団が示した資料にある小規模な対策、というのはどういう意味か？

(JICA 調査団) : いくつかの対策を統合する事によって、問題解決という目的を達成するのが統合水資源管理と考えている、という事を述べたかった、small scales という言葉は必ずしも適切ではない。

(JICA 片山英城企画調査員) : 調査は、どの分野の協力が有効であるかという事を明らかにするため、JICA 自身で実施している。

(Mr. Ziaur Rahamn, Superintending Engineer, O&M, BWDB) : 問題点の検討には NGO のインタビューをするべきである。またナバガンガの洗堀も重大である。

(JICA 調査団) : いくつかの NGO のインタビューは実施した。ナバガンガの洗堀は FT に追加する。

(Mr. Abul Kashem, Chief Engineer, BWDB) : JICA への勧告を最終的にまとめる前に再度このような報告会を開いて欲しい。

(JICA 調査団) : 時間の制限があり困難である。

(Mr. Wahedur Rahman, Chief Engineer, O&M, BWDB) : 住民の意識不足が浸水被害になぜつながるのか？ なぜ、ゴライ川の線形矯正が河岸洗堀に効果があるのか？

(会議々長) : 日ごろから水路の清掃を心がければ、排水能力維持が図られて浸水を防ぐ事ができる、河川が蛇行していると局所流速が大きくなり洗堀が進む。

(Controller A&F, BWDB ) : 調査に用いたデータの所在を明確にして欲しい。

(JICA 調査団) : データのソースは明らかにする。

(Mr. Makbul Hossain, ADG O&M 2, BWDB ) : JICA が南西部の水資源管理に協力することを強く望む。また、報告書を配布して欲しい。

(JICA 調査団) : 英文要約を作成する。

(会議々長) : 調査の結論である JICA に対する勧告を政府と共有する事を望む。

以上

### 3. 參考資料

参考資料 - 1

水収支解析計算書



Location: Kushiha

Area: 1,621 km<sup>2</sup>

Beel等:

14.39 km<sup>2</sup>

降雨高:

Chuadanga

蒸発散高: Jessore

浸透率: 0.3

環境

月	日数	降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	水供給										地下水			全供給量 (m <sup>3</sup> /s)
					表流水					Gajil川 取水					浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	
					表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	Gajil Gajil (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)				
4	30	35	180	0	0	0	0	28	0	0	0	28	53	0	53	81		
5	31	148	183	0	0	0	0	28	0	0	0	28	53	0	53	81		
6	30	180	135	45	21	11	10	28	0	0	0	49	53	0	53	102		
7	31	402	118	284	129	11	118	28	0	0	0	157	53	0	53	210		
8	31	327	115	212	96	11	86	28	0	0	0	124	53	0	53	177		
9	30	202	108	94	44	11	33	28	0	0	0	72	53	0	53	125		
10	31	32	112	0	0	7	0	28	0	0	0	35	53	0	53	88		
11	30	3	84	0	0	5	0	14	0	0	0	18	53	0	53	71		
12	31	13	68	0	0	3	0	0	7	0	0	9	53	0	53	62		
1	31	60	71	0	0	2	0	0	0	0	0	2	53	0	53	55		
2	28	4	87	0	0	1	0	0	1	0	0	1	53	0	53	54		
3	31	24	149	0	0	0	0	14	0	0	0	14	53	0	53	67		
	365	1,430	1,409	636														

需給バランス		需給バランス
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	
24	38	24
24	47	24
37	50	37
146	50	157
113	50	124
52	50	64
18	48	25
4	44	9
0	9	0
0	-0	0
0	5	0
13	-4	13

表流水 (農業 表流水) (m <sup>3</sup> /s)	水需要			全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	
3	12	3	15	18
3	3	3	6	9
0	0	3	3	3
0	0	3	3	3
0	0	3	3	3
8	0	3	3	11
9	2	3	5	14
9	6	3	9	18
9	41	3	44	53
1	51	3	53	55
1	45	3	48	49
1	54	3	57	58

環境

月	日数	降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	水供給										地下水			全供給量 (m <sup>3</sup> /s)
					表流水					Gajil川 取水					浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	
					表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	Gajil Gajil (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)				
4	30	35	180	0	0	0	0	28	0	0	0	28	53	0	53	81		
5	31	148	183	0	0	0	0	28	0	0	0	28	53	0	53	81		
6	30	180	135	45	21	11	10	28	0	0	0	49	53	0	53	102		
7	31	402	118	284	129	11	118	28	0	0	0	157	53	0	53	210		
8	31	327	115	212	96	11	86	28	0	0	0	124	53	0	53	177		
9	30	202	108	94	44	11	33	28	0	0	0	72	53	0	53	125		
10	31	32	112	0	0	7	0	28	0	0	0	35	53	0	53	88		
11	30	3	84	0	0	5	0	14	0	0	0	18	53	0	53	71		
12	31	13	68	0	0	3	0	0	7	0	0	9	53	0	53	62		
1	31	60	71	0	0	2	0	0	0	0	0	2	53	0	53	55		
2	28	4	87	0	0	1	0	0	1	0	0	1	53	0	53	54		
3	31	24	149	0	0	0	0	14	0	0	0	14	53	0	53	67		
	365	1,430	1,409	636														

需給バランス		需給バランス
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	
23	34	23
23	46	23
37	50	49
146	50	157
113	50	124
50	50	61
16	48	23
2	42	6
0	-3	0
0	-16	0
0	-8	0
12	-21	12

表流水 (農業 表流水) (m <sup>3</sup> /s)	水需要			全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	
4	16	3	19	23
5	4	3	7	11
0	0	3	3	3
0	0	3	3	3
0	0	3	3	3
11	0	3	3	13
12	3	3	5	17
12	8	3	11	23
12	53	3	56	68
2	66	3	69	70
1	59	3	61	63
2	71	3	74	75

Location: Meherpur Area: 716 km<sup>2</sup> Beel等: 9.39 km<sup>2</sup> 降雨高: Chuadanga 蒸発散高: Jessore 浸透率: 0.3

要項

月	日数	水供給										水需要				需給バランス		下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)													
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水	貯留水	蒸流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI	Gorai川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)		農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)									
4	30	35	180	0	0	0	-	-	0	0	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	6	8	-1	5	1	1	1	1	1	17	0
5	31	148	183	0	0	0	-	-	0	0	0	9	0	9	0	23	0	23	0	23	2	4	-1	1	1	1	1	1	21	0	
6	30	180	135	45	9	7	2	-	0	0	9	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	9	0	0	1	1	22	2	0	
7	31	402	118	284	57	7	50	-	0	0	57	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	57	0	0	1	1	22	50	0	
8	31	327	115	212	43	7	36	-	0	0	43	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	43	0	0	1	1	22	36	0	
9	30	202	108	94	19	7	12	-	0	0	19	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	16	3	0	1	1	22	9	0	
10	31	32	112	0	0	5	0	-	0	0	5	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	4	0	4	1	1	22	0	0	
11	30	3	84	0	0	3	0	-	0	0	3	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	-1	0	4	3	1	20	0	0	
12	31	13	68	0	0	2	0	-	0	0	2	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	-2	1	4	17	1	18	22	0	
1	31	60	71	0	0	1	0	-	0	0	1	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	0	1	1	22	1	22	23	0	
2	28	4	87	0	0	0	0	-	0	0	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	0	19	0	1	1	20	0	0	
3	31	24	149	0	0	0	0	-	0	0	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	1	23	1	1	24	25	0	0	
365		1,430	1,409																												

概要

月	日数	水供給										水需要				需給バランス		下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)														
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水	貯留水	蒸流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI	Gorai川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)		農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)										
4	30	35	180	0	0	0	-	-	0	0	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	8	10	-2	7	1	1	1	1	1	16	0	
5	31	148	183	0	0	0	-	-	0	0	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	3	5	-2	2	1	1	1	3	5	0	0	
6	30	180	135	45	9	7	2	-	0	0	9	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	9	0	0	1	1	22	2	0	0	
7	31	402	118	284	57	7	50	-	0	0	57	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	57	0	0	1	1	22	50	0	0	
8	31	327	115	212	43	7	36	-	0	0	43	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	43	0	0	1	1	22	36	0	0	
9	30	202	108	94	19	7	12	-	0	0	19	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	15	5	0	1	1	22	8	0	0	
10	31	32	112	0	0	5	0	-	0	0	5	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	-2	5	1	1	1	2	7	0	0	
11	30	3	84	0	0	3	0	-	0	0	3	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	0	5	3	1	4	9	0	0		
12	31	13	68	0	0	2	0	-	0	0	2	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	-3	5	23	1	24	29	0	0		
1	31	60	71	0	0	1	0	-	0	0	1	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	0	1	28	1	29	30	0	0		
2	28	4	87	0	0	0	0	-	0	0	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	0	1	25	1	26	26	0	0		
3	31	24	149	0	0	0	0	-	0	0	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	1	1	1	30	1	31	32	0	0	0	0	
365		1,430	1,409																													

Location: Chuadanga Area: 1,177 km<sup>2</sup> Beel等: 21.54 km<sup>2</sup> 降雨高: Chuadanga 蒸発散高: Jessore 浸透率: 0.3

現況

月	日数	降雨高		蒸発散高	有効降雨高	水供給										地下水			全供給量
		(mm)	(mm)			表流水	貯留水	表流水 流下分	GKI	Cowail 取水	上流からの 流下分	小計	浅層地下 水	深層 地下水	小計	地下 水	小計		
4	30	35	180	0	0	0	0	28	0	28	0	28	38	0	38	66			
5	31	148	183	0	0	0	0	28	0	28	0	38	38	0	38	66			
6	30	180	135	45	15	15	0	28	0	43	38	0	38	81					
7	31	402	118	284	94	16	78	28	0	121	38	0	38	160					
8	31	327	115	212	70	16	54	28	0	98	38	0	38	136					
9	30	202	108	94	32	17	15	28	0	60	38	0	38	98					
10	31	32	112	0	0	11	0	28	0	38	38	0	38	77					
11	30	3	84	0	0	7	0	14	0	21	38	0	38	59					
12	31	13	68	0	0	4	0	0	4	38	0	38	43						
1	31	60	71	0	0	2	0	0	2	38	0	38	41						
2	28	4	87	0	0	1	0	0	1	38	0	38	39						
3	31	24	149	0	0	0	0	14	0	14	38	0	38	52					
365		1,430	1,409	636															

需給バランス		水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	
25	28	9	2	10	13	25
25	35	2	2	4	6	25
28	37	0	0	2	2	28
105	37	0	0	2	2	105
82	37	0	0	2	2	82
37	37	6	0	2	7	37
21	35	7	1	2	10	21
7	33	7	4	2	6	7
0	8	6	29	2	30	0
0	1	1	36	2	37	0
0	5	1	32	2	33	0
13	-1	1	38	2	40	13

需給バランス		水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	
25	25	9	2	10	13	25
34	34	2	2	4	6	24
37	37	0	0	2	2	37
105	37	0	0	2	2	105
82	37	0	0	2	2	82
36	37	7	0	2	9	36
19	35	9	2	2	3	19
5	31	9	6	2	7	5
0	-1	8	37	2	39	0
0	-9	1	46	2	48	0
0	-4	1	41	2	43	0
13	-13	1	50	2	51	13

假定

月	日数	降雨高		蒸発散高	有効降雨高	水供給										地下水			全供給量
		(mm)	(mm)			表流水	貯留水	表流水 流下分	GKI	Gorail 取水	上流からの 流下分	小計	浅層地下 水	深層 地下水	小計	地下 水	小計		
4	30	35	180	0	0	0	0	28	0	28	38	0	38	66					
5	31	148	183	0	0	0	0	28	0	28	38	0	38	66					
6	30	180	135	45	15	15	0	28	0	43	38	0	38	81					
7	31	402	118	284	94	16	78	28	0	121	38	0	38	160					
8	31	327	115	212	70	16	54	28	0	98	38	0	38	136					
9	30	202	108	94	32	17	15	28	0	60	38	0	38	98					
10	31	32	112	0	0	11	0	28	0	38	38	0	38	77					
11	30	3	84	0	0	7	0	14	0	21	38	0	38	59					
12	31	13	68	0	0	4	0	0	4	38	0	38	43						
1	31	60	71	0	0	2	0	0	2	38	0	38	41						
2	28	4	87	0	0	1	0	0	1	38	0	38	39						
3	31	24	149	0	0	0	0	14	0	14	38	0	38	52					
365		1,430	1,409	636															

需給バランス		水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	
25	25	11	2	13	16	25
34	34	3	2	4	8	24
37	37	0	0	2	2	37
105	37	0	0	2	2	105
82	37	0	0	2	2	82
36	37	7	0	2	9	36
19	35	9	2	2	3	19
5	31	9	6	2	7	5
0	-1	8	37	2	39	0
0	-9	1	46	2	48	0
0	-4	1	41	2	43	0
13	-13	1	50	2	51	13

需給バランス		水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	
25	25	11	2	13	16	25
34	34	3	2	4	8	24
37	37	0	0	2	2	37
105	37	0	0	2	2	105
82	37	0	0	2	2	82
36	37	7	0	2	9	36
19	35	9	2	2	3	19
5	31	9	6	2	7	5
0	-1	8	37	2	39	0
0	-9	1	46	2	48	0
0	-4	1	41	2	43	0
13	-13	1	50	2	51	13

Location: Jhenaidah Area: 1,950 km<sup>2</sup> Beel等: 30.16 km<sup>2</sup> 降雨高: Chuadanga 蒸発散高: Jessore 浸透率: 0.3

表3

月	日数	水供給										水需要				需給バランス		下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)			
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>3</sup> /s)	Garail 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)		その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
4	30	35	180	0	0	0	28	0	50	77	64	0	64	141							
5	31	148	183	0	0	28	0	49	77	64	0	64	141								
6	30	180	135	45	25	23	2	28	0	65	118	64	0	64	182						
7	31	402	118	284	155	23	133	28	0	251	434	64	0	64	498						
8	31	327	115	212	116	23	93	28	0	195	338	64	0	64	402						
9	30	202	108	94	53	23	30	28	0	90	170	64	0	64	234						
10	31	32	112	0	0	15	0	28	0	39	82	64	0	64	146						
11	30	3	84	0	0	10	0	14	0	12	35	64	0	64	99						
12	31	13	68	0	0	6	0	0	1	0	6	64	0	64	70						
1	31	60	71	0	0	3	0	0	1	0	4	64	0	64	67						
2	28	4	87	0	0	1	0	0	0	0	1	64	0	64	65						
3	31	24	149	0	0	0	0	14	0	25	39	64	0	64	103						
365		1,430	1,409	636																	

表4

月	日数	水供給										水需要				需給バランス		下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)			
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>3</sup> /s)	Garail 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)		その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
4	30	35	180	0	0	0	28	0	48	76	64	0	64	139							
5	31	148	183	0	0	28	0	28	0	48	75	64	0	64	139						
6	30	180	135	45	25	23	2	28	0	65	118	64	0	64	182						
7	31	402	118	284	155	23	133	28	0	251	434	64	0	64	498						
8	31	327	115	212	116	23	93	28	0	195	338	64	0	64	402						
9	30	202	108	94	53	23	30	28	0	90	170	64	0	64	234						
10	31	32	112	0	0	15	0	28	0	39	82	64	0	64	146						
11	30	3	84	0	0	10	0	14	0	12	35	64	0	64	99						
12	31	13	68	0	0	6	0	0	1	0	6	64	0	64	70						
1	31	60	71	0	0	3	0	0	1	0	4	64	0	64	67						
2	28	4	87	0	0	1	0	0	0	0	1	64	0	64	65						
3	31	24	149	0	0	0	0	14	0	25	39	64	0	64	102						
365		1,430	1,409	636																	

Location: Rajbari

Area: 600 km<sup>2</sup>

Beel等: 5.97 km<sup>2</sup>

降雨高: Faridpur

蒸発散高: Faridpur

浸透率: 0.3

環境

月	日数	水供給											水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
		表流水					地下水						表流水		地下水		
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	OkI (m <sup>3</sup> /s)	Genaj川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)		
4	30	163	162	1	0	0	0	3	-	3	20	0	20	23			
5	31	115	152	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	20			
6	30	291	117	174	30	5	26	0	0	30	20	0	20	50			
7	31	404	118	286	48	4	44	0	0	48	20	0	20	68			
8	31	314	115	199	33	4	29	0	0	33	20	0	20	53			
9	30	232	108	124	22	5	17	0	0	22	20	0	20	41			
10	31	62	109	0	0	3	0	0	0	3	20	0	20	23			
11	30	30	84	0	0	2	0	0	0	2	20	0	20	21			
12	31	13	68	0	0	1	0	7	0	8	20	0	20	27			
1	31	59	74	0	0	1	0	8	0	9	20	0	20	28			
2	28	27	87	0	0	0	0	2	0	2	20	0	20	21			
3	31	61	143	0	0	0	0	8	0	8	20	0	20	27			
	365	1,771	1,336	785													

需給バランス		全需要量	
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
0	14	5	8
0	19	1	1
30	19	1	1
48	19	1	1
33	19	1	1
21	19	2	2
1	19	1	2
0	9	1	2
0	7	10	18
0	7	12	21
-5	10	10	17
0	9	10	18

表流水 農業 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)		地下水 農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)		その他 (m <sup>3</sup> /s)		小計 (m <sup>3</sup> /s)	
3	4	0	0	1	1	5	8
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	2	2
1	0	0	0	1	1	2	2
1	0	0	0	1	1	2	2
8	10	0	0	1	1	10	18
9	12	0	0	1	1	12	21
7	9	0	0	1	1	10	17
7	10	0	0	1	1	10	18

環境

月	日数	水供給											水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
		表流水					地下水						表流水		地下水		
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	OkI (m <sup>3</sup> /s)	Genaj川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)		
4	30	163	162	1	0	0	0	3	-	3	20	0	20	23			
5	31	115	152	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	20			
6	30	291	117	174	30	5	26	0	0	30	20	0	20	50			
7	31	404	118	286	48	4	44	0	0	48	20	0	20	68			
8	31	314	115	199	33	4	29	0	0	33	20	0	20	53			
9	30	232	108	124	22	5	17	0	0	22	20	0	20	41			
10	31	62	109	0	0	3	0	0	0	3	20	0	20	23			
11	30	30	84	0	0	2	0	0	0	2	20	0	20	21			
12	31	13	68	0	0	1	0	7	0	8	20	0	20	27			
1	30	30	84	0	0	2	0	0	0	2	20	0	20	21			
2	28	27	87	0	0	0	0	2	0	2	20	0	20	21			
3	31	61	143	0	0	0	0	8	0	8	20	0	20	27			
	365	1,771	1,336	785													

需給バランス		全需要量	
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
-1	13	6	10
0	19	1	1
30	19	1	1
48	19	1	1
33	19	1	1
20	19	2	2
2	19	1	2
0	9	1	2
0	7	10	18
0	7	12	21
0	6	13	23
0	4	16	27
-7	7	13	21
0	6	13	23

表流水 農業 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)		地下水 農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)		その他 (m <sup>3</sup> /s)		小計 (m <sup>3</sup> /s)	
4	6	1	1	6	10	6	10
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	2	2
1	0	0	0	1	1	2	2
1	0	0	0	1	1	2	2
1	0	0	0	1	1	10	18
1	0	0	0	1	1	12	21
10	12	0	0	1	1	13	23
11	15	0	0	1	1	16	27
9	12	0	0	1	1	13	21
9	13	0	0	1	1	13	21

Location: Faridpur

Area: 700 km<sup>2</sup>

Beel等: 5.65 km<sup>2</sup>

降雨高: Faridpur

蒸発散高: Faridpur

浸透率: 0.3

現況

月	日数	水供給										水需要				需給バランス		下流域への 表流水の流 (m <sup>3</sup> /s)
		表流水					地下水					表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)				
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	OKI (m <sup>3</sup> /s)	Genji川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)				浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	
4	30	163	162	1	0	0	0	0	4	23	0	23	27					
5	31	115	152	0	0	0	0	0	0	23	0	23	23					
6	30	291	117	174	35	4	31	0	35	23	0	23	58					
7	31	404	118	286	56	4	52	0	56	23	0	23	79					
8	31	314	115	199	39	4	35	0	39	23	0	23	62					
9	30	232	108	124	25	4	21	0	25	23	0	23	48					
10	31	62	109	0	0	3	0	0	3	23	0	23	26					
11	30	30	84	0	0	2	0	0	2	23	0	23	25					
12	31	13	68	0	0	1	0	8	9	23	0	23	32					
1	31	59	74	0	0	1	0	10	11	23	0	23	33					
2	28	27	87	0	0	0	0	0	0	23	0	23	23					
3	31	61	143	0	0	0	0	9	9	23	0	23	31					
	365	1,771	1,336	785														

需給バランス	
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)
0	17
0	22
35	22
56	22
39	22
24	22
2	22
0	22
0	11
0	8
-8	11
0	11

水需要		地下水		全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	
4	5	1	6	10
0	0	1	1	1
0	0	1	1	1
35	0	1	1	1
56	0	1	1	1
39	0	1	1	1
24	0	1	1	2
2	0	1	1	2
0	0	1	1	2
9	11	1	12	21
10	14	1	15	25
8	11	1	12	19
8	11	1	12	21

想定

月	日数	水供給										水需要				需給バランス		下流域への 表流水の流 (m <sup>3</sup> /s)
		表流水					地下水					表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)				
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	OKI (m <sup>3</sup> /s)	Genji川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)				浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	
4	30	163	162	1	0	0	0	5	5	23	0	23	28					
5	31	115	152	0	0	0	0	0	0	23	0	23	23					
6	30	291	117	174	35	4	31	0	35	23	0	23	58					
7	31	404	118	286	56	4	52	0	56	23	0	23	79					
8	31	314	115	199	39	4	35	0	39	23	0	23	62					
9	30	232	108	124	25	4	21	0	25	23	0	23	48					
10	31	62	109	0	0	3	0	0	3	23	0	23	26					
11	30	30	84	0	0	2	0	0	2	23	0	23	25					
12	31	13	68	0	0	1	0	8	9	23	0	23	32					
1	31	59	74	0	0	1	0	10	11	23	0	23	33					
2	28	27	87	0	0	0	0	0	0	23	0	23	23					
3	31	61	143	0	0	0	0	9	9	23	0	23	34					
	365	1,771	1,336	785														

需給バランス	
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)
0	15
0	22
35	22
56	22
39	22
24	22
2	22
0	22
1	22
0	11
0	8
-10	11
0	7

水需要		地下水		全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	
5	7	1	8	12
0	0	1	1	1
0	0	1	1	1
35	0	1	1	1
56	0	1	1	1
39	0	1	1	1
24	0	1	1	2
2	0	1	1	3
2	0	1	1	3
12	15	1	16	27
13	18	1	19	32
10	14	1	15	25
11	15	1	16	27

Location: Gopalganj Area: 700 km<sup>2</sup> Beel等: 5.65 km<sup>2</sup> 降雨高: Faridpur 蒸発散高: Faridpur 浸透率: 0.3

環境

月	日数	水供給													
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>3</sup> /s)	Gora川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)
4	30	163	162	1	0	0	0	0	8	-	8	23	0	23	31
5	31	115	152	0	0	0	0	0	0	0	23	0	23	23	
6	30	291	117	174	35	4	31	0	0	35	23	0	23	58	
7	31	404	118	286	56	4	52	0	0	56	23	0	23	79	
8	31	314	115	199	39	4	35	0	0	39	23	0	23	62	
9	30	232	108	124	25	4	21	0	0	25	23	0	23	48	
10	31	62	109	0	0	3	0	0	0	3	23	0	23	26	
11	30	30	84	0	0	2	0	0	1	0	23	0	23	26	
12	31	13	68	0	0	1	0	0	18	0	19	23	0	23	42
1	31	59	74	0	0	1	0	0	21	0	22	23	0	23	44
2	28	27	87	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	23	23
3	31	61	143	0	0	0	0	0	18	0	18	23	0	23	40
	365	1,771	1,336	785											

需給バランス			下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	
0	0	12	0
0	0	2	0
35	0	2	21
56	0	2	52
39	0	2	35
23	0	2	19
0	0	2	0
0	0	2	0
0	0	2	0
-16	0	2	-1
0	0	2	0

水需要				全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	
8	11	2	12	20
0	0	2	2	2
0	0	2	2	2
0	0	2	2	2
0	0	2	2	2
2	0	2	2	4
3	0	2	2	5
3	0	2	2	5
19	23	2	25	44
21	29	2	30	52
16	22	2	24	40
17	24	2	26	43

総表

月	日数	水供給													
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>3</sup> /s)	Gora川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)
4	30	163	162	1	0	0	0	0	10	-	10	23	0	23	33
5	31	115	152	0	0	0	0	0	0	0	23	0	23	23	
6	30	291	117	174	35	4	31	0	0	35	23	0	23	58	
7	31	404	118	286	56	4	52	0	0	56	23	0	23	79	
8	31	314	115	199	39	4	35	0	0	39	23	0	23	62	
9	30	232	108	124	25	4	21	0	0	25	23	0	23	48	
10	31	62	109	0	0	3	0	0	0	3	23	0	23	27	
11	30	30	84	0	0	2	0	0	2	0	23	0	23	27	
12	31	13	68	0	0	1	0	0	24	0	25	23	0	23	47
1	31	59	74	0	0	1	0	0	27	0	28	23	0	23	50
2	28	27	87	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	23	23
3	31	61	143	0	0	0	0	0	23	0	23	0	23	45	
	365	1,771	1,336	785											

需給バランス			下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	
0	0	16	0
0	0	2	0
35	0	2	31
56	0	2	52
39	0	2	35
22	0	2	18
0	0	2	0
0	0	2	0
0	0	2	0
-21	0	2	-16
0	0	2	0

水需要				全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	
10	14	2	16	26
0	0	2	2	2
0	0	2	2	2
0	0	2	2	2
0	0	2	2	2
0	0	2	2	2
3	0	2	2	5
4	0	2	2	6
24	30	2	32	56
27	37	2	39	67
21	29	2	31	52
22	31	2	33	55

Location: Jessore Area: 2,570 km<sup>2</sup> Beel等: 89.34 km<sup>2</sup> 降雨高: Jessore 蒸発散高: Jessore 浸透率: 0.3

月	日数	水供給											水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>3</sup> /s)	Goval川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)		
4	30	58	180	0	0	0	0	0	30	30	84	0	84	114			
5	31	132	183	0	0	0	0	0	31	31	84	0	84	115			
6	30	224	135	89	66	0	0	0	38	104	84	0	84	188			
7	31	395	118	277	199	67	133	0	165	364	84	0	84	448			
8	31	231	115	116	84	67	17	0	126	210	84	0	84	294			
9	30	347	108	239	178	69	109	0	58	235	84	0	84	319			
10	31	13	112	0	0	45	0	0	26	70	84	0	84	154			
11	30	19	84	0	0	28	0	0	9	37	84	0	84	121			
12	31	11	68	0	0	18	0	0	0	18	84	0	84	101			
1	31	46	71	0	0	10	0	0	0	10	84	0	84	94			
2	28	33	87	0	0	4	0	0	0	4	84	0	84	88			
3	31	181	149	32	23	27	0	0	15	41	84	0	84	125			
365		1,690	1,409	754													

蒸給/トランス		水需要				
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	
29	31	2	49	4	53	55
30	72	0	8	4	12	12
104	80	0	0	4	4	4
364	80	0	0	4	4	4
210	80	4	0	4	4	4
232	80	4	0	4	4	8
66	76	4	4	4	8	12
33	70	4	10	4	13	18
9	-42	8	122	4	126	134
5	-58	5	138	4	142	147
0	-29	4	109	4	113	117
38	-34	4	114	4	118	122

月	日数	水供給											水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>3</sup> /s)	Goval川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)		
4	30	58	180	0	0	0	0	0	30	30	84	0	84	113			
5	31	132	183	0	0	0	0	0	30	30	84	0	84	114			
6	30	224	135	89	66	0	0	0	38	104	84	0	84	188			
7	31	395	118	277	199	67	133	0	165	364	84	0	84	448			
8	31	231	115	116	84	67	17	0	126	210	84	0	84	294			
9	30	347	108	239	178	69	109	0	56	233	84	0	84	317			
10	31	13	112	0	0	45	0	0	23	68	84	0	84	152			
11	30	19	84	0	0	28	0	0	7	35	84	0	84	119			
12	31	11	68	0	0	18	0	0	0	18	84	0	84	101			
1	31	46	71	0	0	10	0	0	0	10	84	0	84	94			
2	28	33	87	0	0	4	0	0	0	4	84	0	84	88			
3	31	181	149	32	23	27	0	0	14	41	84	0	84	125			
365		1,690	1,409	754													

蒸給/トランス		水需要				
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	
27	16	2	64	4	68	70
30	70	0	10	4	14	14
104	80	0	0	4	4	4
364	80	0	0	4	4	4
210	80	0	0	4	4	4
229	80	5	0	4	4	9
62	74	5	6	4	10	15
29	68	6	12	4	16	22
7	-79	11	159	4	163	173
4	-100	6	180	4	184	190
-1	-62	5	142	4	146	151
36	-68	5	148	4	152	157



Location: Magura Area: 1.049 km<sup>2</sup> Beel等: 10.34 km<sup>2</sup> 降雨高: Jessore 蒸発散高: Jessore 浸透率: 0.3

要項

月	日数	水供給										地下水				全供給量 (m <sup>3</sup> /s)
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>3</sup> /s)	Goel川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水	深層 地下水	小計 (m <sup>3</sup> /s)		
4	30	58	180	0	0	0	0	28	0	54	82	34	0	34	116	
5	31	132	183	0	0	0	28	0	55	83	34	0	34	117		
6	30	224	135	89	27	8	19	28	68	123	34	0	34	157		
7	31	395	118	277	81	8	74	28	336	445	34	0	34	479		
8	31	231	115	116	34	8	26	28	232	294	34	0	34	328		
9	30	347	108	239	73	8	65	28	135	236	34	0	34	270		
10	31	13	112	0	0	5	0	28	0	45	77	34	0	34	112	
11	30	19	84	0	0	3	0	14	0	15	32	34	0	34	66	
12	31	11	68	0	0	2	0	0	2	0	4	34	0	34	38	
1	31	46	71	0	0	1	0	0	1	0	2	34	0	34	36	
2	28	33	87	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	34	35	
3	31	181	149	32	9	10	0	14	0	25	49	34	0	34	83	
	365	1,690	1,409	754												

水需要			地下水		全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (農業 (m <sup>3</sup> /s))	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	
1	20	1	22	22	22
0	3	1	4	4	5
0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	3
2	2	1	3	5	7
2	4	1	5	7	7
3	50	1	51	55	60
2	57	1	58	60	-24
1	45	1	46	48	0
2	47	1	48	50	38

需給バランス	
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)
81	13
83	30
123	33
445	33
294	33
234	33
76	31
30	29
0	-17
0	-24
-1	-12
47	-14

下流域への 表流水の流 下	
(m <sup>3</sup> /s)	
81	
83	
115	
437	
286	
226	
71	
27	
0	
0	
0	
38	

概要

月	日数	水供給										地下水				全供給量 (m <sup>3</sup> /s)
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>3</sup> /s)	Goel川 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水	深層 地下水	小計 (m <sup>3</sup> /s)		
4	30	58	180	0	0	0	28	0	53	80	34	0	34	114		
5	31	132	183	0	0	0	28	0	54	81	34	0	34	116		
6	30	224	135	89	27	8	19	28	68	123	34	0	34	157		
7	31	395	118	277	81	8	74	28	336	445	34	0	34	479		
8	31	231	115	116	34	8	26	28	232	294	34	0	34	328		
9	30	347	108	239	73	8	65	28	131	232	34	0	34	266		
10	31	13	112	0	0	5	0	28	0	40	73	34	0	34	107	
11	30	19	84	0	0	3	0	14	0	10	27	34	0	34	61	
12	31	11	68	0	0	2	0	0	3	0	5	34	0	34	39	
1	31	46	71	0	0	1	0	0	2	0	3	34	0	34	37	
2	28	33	87	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	34	35	
3	31	181	149	32	9	10	0	14	0	24	47	34	0	34	82	
	365	1,690	1,409	754												

水需要			地下水		全需要量 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (農業 (m <sup>3</sup> /s))	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	
1	26	1	28	29	29
0	4	1	5	6	6
0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1
2	2	1	3	3	3
2	2	1	4	6	6
2	5	1	6	9	9
4	65	1	67	71	71
2	74	1	75	78	78
2	58	1	60	62	0
2	61	1	62	64	36

需給バランス	
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)
79	7
81	29
123	33
445	33
294	33
230	33
71	31
25	28
0	-32
0	-41
-2	-25
45	-28

下流域への 表流水の流 下	
(m <sup>3</sup> /s)	
79	
81	
115	
437	
286	
222	
66	
22	
0	
0	
0	
36	

Location: Narail Area: 990 km<sup>2</sup> Beel等: 21.87 km<sup>2</sup> 降雨高: Jessore 蒸発散高: Jessore 浸透率: 0.3

選取

月	日数	水供給										水需要				需給バランス		下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)					
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI	Coseil 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水	深層地下 水	地下小計 (m <sup>3</sup> /s)	全体給量 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)		その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)		
4	30	58	180	0	0	0	0	0	93	93	32	0	32	125	1	19	1	20	21	92	12	92	
5	31	132	183	0	0	0	0	0	95	95	32	0	32	127	0	3	1	4	4	95	28	95	
6	30	224	135	89	25	17	9	0	130	156	32	0	32	188	0	0	1	1	1	156	31	139	
7	31	395	118	277	77	16	61	0	556	633	32	0	32	665	0	0	1	1	1	633	31	617	
8	31	231	115	116	32	16	16	0	344	376	32	0	32	408	0	0	1	1	1	376	31	359	
9	30	347	108	239	68	17	52	0	291	360	32	0	32	392	1	0	1	1	2	358	31	342	
10	31	13	112	0	0	11	0	0	79	90	32	0	32	122	2	2	1	3	4	88	30	78	
11	30	19	84	0	0	7	0	0	28	35	32	0	32	68	2	4	1	5	6	34	28	27	
12	31	11	68	0	0	4	0	0	0	4	32	0	32	37	3	47	1	48	51	1	-16	0	
1	31	46	71	0	0	2	0	0	0	2	32	0	32	35	2	53	1	54	56	1	-22	0	
2	28	33	87	0	0	1	0	0	0	1	32	0	32	33	1	42	1	43	45	-1	-11	0	
3	31	181	149	32	9	10	0	0	42	52	32	0	32	84	1	44	1	45	46	51	-13	41	
365		1,690	1,409	754																			

選取

月	日数	水供給										水需要				需給バランス		下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)					
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI	Goraill 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水	深層地下 水	地下小計 (m <sup>3</sup> /s)	全体給量 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)		その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)		
4	30	58	180	0	0	0	0	0	90	90	32	0	32	123	1	25	1	26	27	89	7	89	
5	31	132	183	0	0	0	0	0	93	93	32	0	32	125	0	4	1	5	5	93	27	93	
6	30	224	135	89	25	17	9	0	130	155	32	0	32	188	0	0	1	1	1	155	31	139	
7	31	395	118	277	77	16	61	0	556	633	32	0	32	665	0	0	1	1	1	633	31	617	
8	31	231	115	116	32	16	16	0	344	376	32	0	32	408	0	0	1	1	1	376	31	359	
9	30	347	108	239	68	17	52	0	286	354	32	0	32	386	2	0	1	3	3	352	31	335	
10	31	13	112	0	0	11	0	0	73	84	32	0	32	116	2	2	1	3	5	81	29	71	
11	30	19	84	0	0	7	0	0	22	29	32	0	32	61	2	5	1	6	8	27	26	20	
12	31	11	68	0	0	4	0	0	0	4	32	0	32	37	4	61	1	62	66	0	-30	0	
1	31	46	71	0	0	2	0	0	0	2	32	0	32	35	2	69	1	70	73	0	-38	0	
2	28	33	87	0	0	1	0	0	0	1	32	0	32	33	2	55	1	56	58	-1	-23	0	
3	31	181	149	32	9	10	0	0	40	50	32	0	32	82	2	57	1	58	60	48	-26	38	
365		1,690	1,409	754																			

Location: Khulna Area: 1,000 km<sup>2</sup> Beel等: 5.54 km<sup>2</sup> 降雨高: Khulna 蒸発散高: Khulna 浸透率: 0.3

表況

月	日数	水供給										水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI	Garail 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)	
4	30	87	153	0	0	0	0	0	92	92	33	0	33	125		
5	31	283	158	125	35	4	31	-	95	130	33	0	33	162		
6	30	365	111	254	73	4	69	-	139	212	33	0	33	245		
7	31	521	112	409	115	4	111	-	617	731	33	0	33	764		
8	31	322	105	217	61	4	57	-	359	420	33	0	33	453		
9	30	401	114	287	83	4	79	-	342	425	33	0	33	457		
10	31	63	112	0	0	3	0	-	78	80	33	0	33	113		
11	30	1	90	0	0	2	0	-	27	28	33	0	33	61		
12	31	29	78	0	0	1	0	-	2	3	33	0	33	36		
1	31	89	78	12	3	1	3	-	1	4	33	0	33	37		
2	28	98	92	6	2	0	2	-	0	2	33	0	33	35		
3	31	261	140	122	34	4	30	-	41	75	33	0	33	108		
	365	2,520	1,342	1,431												

需給バランス	
表流水	(m <sup>3</sup> /s)
地下水	(m <sup>3</sup> /s)
全需要量	(m <sup>3</sup> /s)
農業 (表流水)	(m <sup>3</sup> /s)
農業 (地下水)	(m <sup>3</sup> /s)
その他	(m <sup>3</sup> /s)
小計	(m <sup>3</sup> /s)
全需要量	(m <sup>3</sup> /s)

需給バランス	
表流水	(m <sup>3</sup> /s)
地下水	(m <sup>3</sup> /s)
全需要量	(m <sup>3</sup> /s)
農業 (表流水)	(m <sup>3</sup> /s)
農業 (地下水)	(m <sup>3</sup> /s)
その他	(m <sup>3</sup> /s)
小計	(m <sup>3</sup> /s)
全需要量	(m <sup>3</sup> /s)

表況

月	日数	水供給										水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI	Garail 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)	
4	30	87	153	0	0	0	0	0	89	89	33	0	33	122		
5	31	283	158	125	35	4	31	-	93	128	33	0	33	161		
6	30	365	111	254	73	4	69	-	139	212	33	0	33	245		
7	31	521	112	409	115	4	111	-	617	731	33	0	33	764		
8	31	322	105	217	61	4	57	-	359	420	33	0	33	453		
9	30	401	114	287	83	4	79	-	335	419	33	0	33	451		
10	31	63	112	0	0	3	0	-	71	73	33	0	33	106		
11	30	1	90	0	0	2	0	-	20	21	33	0	33	54		
12	31	29	78	0	0	1	0	-	3	4	33	0	33	37		
1	31	89	78	12	3	1	3	-	2	5	33	0	33	38		
2	28	98	92	6	2	0	2	-	0	2	33	0	33	35		
3	31	261	140	122	34	4	30	-	38	72	33	0	33	105		
	365	2,520	1,342	1,431												

需給バランス	
表流水	(m <sup>3</sup> /s)
地下水	(m <sup>3</sup> /s)
全需要量	(m <sup>3</sup> /s)
農業 (表流水)	(m <sup>3</sup> /s)
農業 (地下水)	(m <sup>3</sup> /s)
その他	(m <sup>3</sup> /s)
小計	(m <sup>3</sup> /s)
全需要量	(m <sup>3</sup> /s)

需給バランス	
表流水	(m <sup>3</sup> /s)
地下水	(m <sup>3</sup> /s)
全需要量	(m <sup>3</sup> /s)
農業 (表流水)	(m <sup>3</sup> /s)
農業 (地下水)	(m <sup>3</sup> /s)
その他	(m <sup>3</sup> /s)
小計	(m <sup>3</sup> /s)
全需要量	(m <sup>3</sup> /s)

Location: Bagerhat Area: 1,000 km<sup>2</sup> Beel等: 1.63 km<sup>2</sup> 降雨高: Khulna 蒸発散高: Khulna 浸透率: 0.3

単位

月	日数	水供給										水需要				需給バランス		下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)						
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>2</sup> /s)	General 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供水量 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)		その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)			
4	30	87	153	0	0	0	-	1	1	33	0	33	0	33	34	1	0	1	1	2	0	32	0	
5	31	283	158	125	35	34	-	0	35	33	0	33	0	33	68	0	0	1	1	1	35	32	34	
6	30	365	111	254	73	72	-	0	73	33	0	33	0	33	106	0	0	1	1	1	73	32	72	
7	31	521	112	409	115	113	-	0	115	33	0	33	0	33	147	0	0	1	1	1	115	32	113	
8	31	322	105	217	61	59	-	0	61	33	0	33	0	33	93	0	0	1	1	1	61	32	59	
9	30	401	114	287	83	82	-	0	83	33	0	33	0	33	116	0	0	1	1	1	83	32	82	
10	31	63	112	0	0	0	-	0	1	33	0	33	0	33	33	0	0	1	1	1	1	32	0	
11	30	1	90	0	0	0	-	0	1	33	0	33	0	33	33	0	0	1	1	1	0	32	0	
12	31	29	78	0	0	0	-	3	3	33	0	33	0	33	35	3	9	1	9	12	0	23	0	
1	31	89	78	12	3	3	-	1	4	33	0	33	0	33	36	3	12	1	12	16	0	20	0	
2	28	98	92	6	2	0	-	0	2	33	0	33	0	33	35	2	8	1	9	11	-0	24	0	
3	31	261	140	122	34	33	-	0	34	33	0	33	0	33	67	3	8	1	9	12	32	24	31	
	365	2,520	1,342	1,431																				

単位

月	日数	水供給										水需要				需給バランス		下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)						
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>2</sup> /s)	General 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全供水量 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (表流水) (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)		その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)			
4	30	87	153	0	0	0	-	1	1	33	0	33	0	33	34	1	0	1	1	2	0	31	0	
5	31	283	158	125	35	34	-	0	35	33	0	33	0	33	68	0	0	1	1	1	35	32	33	
6	30	365	111	254	73	72	-	0	73	33	0	33	0	33	106	0	0	1	1	1	73	32	72	
7	31	521	112	409	115	113	-	0	115	33	0	33	0	33	147	0	0	1	1	1	115	32	113	
8	31	322	105	217	61	59	-	0	61	33	0	33	0	33	93	0	0	1	1	1	61	32	59	
9	30	401	114	287	83	82	-	0	83	33	0	33	0	33	116	0	0	1	1	1	83	32	82	
10	31	63	112	0	0	0	-	0	1	33	0	33	0	33	33	0	0	1	1	1	1	32	0	
11	30	1	90	0	0	0	-	0	1	33	0	33	0	33	33	0	0	1	1	1	0	32	0	
12	31	29	78	0	0	0	-	3	3	33	0	33	0	33	35	3	9	1	9	12	0	23	0	
1	31	89	78	12	3	3	-	1	4	33	0	33	0	33	36	3	12	1	12	16	0	20	0	
2	28	98	92	6	2	0	-	0	2	33	0	33	0	33	35	2	8	1	9	11	-0	24	0	
3	31	261	140	122	34	33	-	0	34	33	0	33	0	33	67	3	8	1	9	12	32	24	31	
	365	2,520	1,342	1,431																				

Location: Pirojpur

Area: 500 km<sup>2</sup>

Beel等: 0.33 km<sup>2</sup>

降雨高: Khulna

蒸発散高: Khulna

浸透率: 0.3

現況

月	日数	水供給										水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水	貯留水	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI	Coastal 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)	
4	30	87	153	0	0	0	0	0	8	16	0	16	24			
5	31	283	158	125	17	0	17	0	17	16	0	16	34			
6	30	365	111	254	37	0	36	0	37	16	0	16	53			
7	31	521	112	409	57	0	57	0	57	16	0	16	74			
8	31	322	105	217	30	0	30	0	30	16	0	16	47			
9	30	401	114	287	42	0	41	0	42	16	0	16	58			
10	31	63	112	0	0	0	0	0	0	16	0	16	17			
11	30	1	90	0	0	0	0	1	1	16	0	16	17			
12	31	29	78	0	0	0	0	22	22	16	0	16	38			
1	31	89	78	12	2	0	3	25	28	16	0	16	44			
2	28	98	92	6	1	0	2	0	2	16	0	16	18			
3	31	261	140	122	17	0	17	4	21	16	0	16	37			
365		2,520	1,342	1,431												

需給バランス		水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	
0	16	8	0	1	9	0
14	16	3	0	1	4	14
37	16	0	0	1	1	36
57	16	0	0	1	1	57
30	16	0	0	1	1	30
41	16	0	0	1	1	41
0	16	0	0	1	1	0
0	16	0	0	1	1	0
0	16	21	0	1	22	0
-0	16	28	0	1	29	0
-17	16	19	0	1	20	0
0	16	20	0	1	21	0

報告

月	日数	水供給										水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水	貯留水	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI	Coastal 取水 (m <sup>3</sup> /s)	上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計	全供給量 (m <sup>3</sup> /s)	
4	30	87	153	0	0	0	0	0	11	16	0	16	27			
5	31	283	158	125	17	0	17	0	17	16	0	16	34			
6	30	365	111	254	37	0	36	0	37	16	0	16	53			
7	31	521	112	409	57	0	57	0	57	16	0	16	74			
8	31	322	105	217	30	0	30	0	30	16	0	16	47			
9	30	401	114	287	42	0	41	0	42	16	0	16	58			
10	31	63	112	0	0	0	0	1	1	16	0	16	17			
11	30	1	90	0	0	0	0	28	28	16	0	16	44			
12	31	29	78	0	0	0	0	10	13	16	0	16	29			
1	31	89	78	12	2	0	3	0	2	16	0	16	18			
2	28	98	92	6	1	0	2	0	2	16	0	16	18			
3	31	261	140	122	17	0	17	10	27	16	0	16	43			
365		2,520	1,342	1,431												

需給バランス		水需要				下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
表流水 (m <sup>3</sup> /s)	地下水 (m <sup>3</sup> /s)	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	
10	16	10	0	1	11	0
4	16	4	0	1	5	13
37	16	0	0	1	1	36
57	16	0	0	1	1	57
30	16	0	0	1	1	30
41	16	0	0	1	1	41
0	16	0	0	1	1	0
0	16	0	0	1	1	0
0	16	28	0	1	28	0
-24	16	37	0	1	37	0
-23	16	25	0	1	26	0
0	16	26	0	1	27	0

Location: Satkhira

Area: 1,000 km<sup>2</sup>

Beeh等: 0.79 km<sup>2</sup>

Satkhira 降雨高: 365

Khulina 蒸発散高: 1,342

浸透率: 0.3

現況

月	日数	水供給										地下水				全供給量 (m <sup>3</sup> /s)
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水			Gorai川 取水		上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)		
					表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>3</sup> /s)	Gorai川 取水 (m <sup>3</sup> /s)							
4	30	129	153	0	0	0	0	-	-	9	9	33	0	33	41	
5	31	219	158	61	17	1	16	-	-	9	26	33	0	33	59	
6	30	313	111	202	58	1	58	-	-	11	70	33	0	33	102	
7	31	490	112	378	106	1	105	-	-	89	195	33	0	33	228	
8	31	571	105	466	130	1	130	-	-	43	173	33	0	33	206	
9	30	491	114	377	109	1	108	-	-	49	158	33	0	33	191	
10	31	135	112	23	7	1	6	-	-	6	13	33	0	33	46	
11	30	3	90	0	0	0	0	-	-	1	2	33	0	33	34	
12	31	21	78	0	0	0	0	-	-	0	0	33	0	33	33	
1	31	49	78	0	0	0	3	-	-	0	3	33	0	33	36	
2	28	72	92	0	0	0	2	-	-	0	2	33	0	33	35	
3	31	182	140	43	12	1	11	-	-	3	15	33	0	33	48	
365		2,675	1,342	1,550												

表流水 (農業 (表流水)) (m <sup>3</sup> /s)	水需要				全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	需給バランス		
1	0	0	1	1	2	8
0	0	0	1	1	1	32
0	0	0	1	1	1	26
0	0	0	1	1	1	70
0	0	0	1	1	1	195
0	0	0	1	1	1	173
0	0	0	1	1	1	158
0	0	0	1	1	1	13
0	0	0	1	1	1	32
0	0	0	1	1	1	2
3	9	1	9	12	1	-3
3	12	1	12	16	1	-0
2	8	1	9	12	1	-0
3	8	1	9	12	1	13
						24
						24

假定

月	日数	水供給										地下水				全供給量 (m <sup>3</sup> /s)
		降雨高 (mm)	蒸発散高 (mm)	有効降雨 高 (mm)	表流水			Gorai川 取水		上流からの 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	浅層地下 水 (m <sup>3</sup> /s)	深層 地下水 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)		
					表流水 (m <sup>3</sup> /s)	貯留水 (m <sup>3</sup> /s)	表流水 流下分 (m <sup>3</sup> /s)	GKI (m <sup>3</sup> /s)	Gorai川 取水 (m <sup>3</sup> /s)							
4	30	129	153	0	0	0	0	-	-	8	8	33	0	33	41	
5	31	219	158	61	17	1	16	-	-	9	26	33	0	33	59	
6	30	313	111	202	58	1	58	-	-	11	70	33	0	33	102	
7	31	490	112	378	106	1	105	-	-	89	195	33	0	33	228	
8	31	571	105	466	130	1	130	-	-	43	173	33	0	33	206	
9	30	491	114	377	109	1	108	-	-	48	157	33	0	33	190	
10	31	135	112	23	7	1	6	-	-	5	12	33	0	33	45	
11	30	3	90	0	0	0	0	-	-	0	0	33	0	33	33	
12	31	21	78	0	0	0	0	-	-	0	0	33	0	33	33	
1	31	49	78	0	0	0	3	-	-	0	3	33	0	33	36	
2	28	72	92	0	0	0	2	-	-	0	2	33	0	33	35	
3	31	182	140	43	12	1	11	-	-	3	15	33	0	33	47	
365		2,675	1,342	1,550												

表流水 (農業 (表流水)) (m <sup>3</sup> /s)	水需要				全需要量 (m <sup>3</sup> /s)	下流域への 表流水の流 下 (m <sup>3</sup> /s)
	農業 (地下水) (m <sup>3</sup> /s)	その他 (m <sup>3</sup> /s)	小計 (m <sup>3</sup> /s)	需給バランス		
1	1	1	1	1	2	7
0	0	0	1	1	1	31
0	0	0	1	1	1	26
0	0	0	1	1	1	70
0	0	0	1	1	1	195
0	0	0	1	1	1	173
0	0	0	1	1	1	157
0	0	0	1	1	1	12
0	0	0	1	1	1	32
0	0	0	1	1	1	0
3	11	1	12	15	1	-3
4	15	1	16	20	1	-1
3	11	1	12	15	1	-1
3	11	1	12	15	1	11
						21
						21

## Multi-Objective-Analysis の計算式および計算表

### 1 Multi-Objective-Analysis の計算式

一つの事業はそれが実施された場合、社会の様々な方面に影響を生じる。それらは、事業を実施する目的であるものをはじめとして、望まないがやむなく生ずるものもある。事業の経済的効果や、事業が環境に与える影響などがそれらにあたる。したがって事業はその計画段階において影響を予測し、評価しておかねばならない。さらに、事業に代替案が有りうるならば、評価の結果を比較して優先度を決め、最も望ましいものを選択する必要がある。

事業の影響を評価する対象（影響を与える方面であり、目的あるいは軸といわれる）は経済、財務、社会、環境、制度、技術等々事業によって様々である。これらのうち経済や財務については貨幣価値という共通の尺度をもつが、他の目的あるいは軸にはそうした尺度はない。事業によってコミュニティーが分断される影響をいかに評価するか。それを定量的に評価する尺度は一般的にはないといえよう。

Multi-Objective-Analysis はこうした課題に対応する手法として誕生した。Multi-Objective-Analysis では全ての影響を共通の点（ポイント）で表す。事業の優先度を評価するにあたり、Multi-Objective-Analysis では目的ごとの得点を合計した総合点を指標とすることが一般的に行われてきた。

総合点を指標とした場合、経済性には大いに優れ、高得点を得てしまうと、環境にたいしてかなり悪い影響を与える事業も総合点は高くなり、良い評価を与えてしまう恐れがある。経済性は少々犠牲にしても環境にあまり悪い影響を与えない事業の方が安心なのではないか。つまり、目的ごとの得点が極端にばらついていない事も評価の指標に加えるべきではないかと考えられる。総合点が高く、目的間の得点がバランスしている事業に高い評価を与えようとするものである。

両指標の算出方法を下記に示す。総合点の算出方法は従来から用いられてきたものである。総合点は高いほど、事業は好ましい。一方、バランスの度合いを算出する式（2）が新たに提案されたものである。実際には式（2）はバランスの悪さを算出しており、こちらの指標は小さいほど、事業の影響は、将来にわたり安全であることを示す。

1) 総合点(GMI)

$$GMI = \sum_{i=1}^n \left\{ WOB(i) \times \sum_{j=1}^{m(i)} (WIT(i, j) \times P(i, j)) \right\} \quad (1)$$

ここに,  $GMI$ : 総インパクト  
 $WOB(i)$ : 第  $i$  目的 (軸) の相対重み  
 $WIT(i, j)$ : 第  $i$  目的の第  $j$  項目の相対重み  
 $P(i, j)$ : 評点 (= -3 ~ 3)  
 $n$ : 目的の数  
 $m(i)$ : 第  $i$  目的の項目数

2) 衡平性

$$GD = \sqrt{\sum_{i=1}^n \{WOB(i) \times (IOB(i) - O)\}^2}$$

$$DUB = \frac{GD}{O} \quad (2)$$

ここに  $GD$ : 完全に釣り合った状態 (等得点) からの汎距離  
 $DUB$ : 課題の不衡平性  
 $IOB(i)$ : 第  $i$  目的の得点  
 $= \sum_{j=1}^m (WIT(i, j) \times P(i, j))$   
 $O$ : 等得点の場合の座標



MOA の計算表

目的	項目	対策					
		1	2	3	4	5	6
社会	(1)	3	2	2	1	2	2
	(2)	3	1	0	1	1	1
	(3)	-1	0	0	0	-1	-2
	(4)	3	0	0	3	3	3
社会計		8	3	2	5	5	4
経済	(1)	3	1	0	1	0	0
	(2)	3	1	0	1	0	0
	(3)	3	1	0	1	1	0
	(4)	-2	1	1	-2	0	0
経済計		7	4	1	1	1	0
環境	(1)	0	1	1	0	0	2
	(2)	3	1	0	0	0	1
	(3)	1	3	0	3	0	0
	(4)	0	3	0	0	0	0
環境計		4	8	1	3	0	3
準備	(1)	2	0	0	0	3	1
	(2)	2	0	0	0	0	0
	(3)	0	0	0	0	0	0
	(4)	3	1	1	1	1	0
準備計		7	1	1	1	4	1
GMI合計		26	16	5	10	10	8
O		6.5	4	1.25	2.5	2.5	2
汎距離		3	5.09902	0.866025	3.316625	4.123106	3.162278
DUB		0.461538	1.274755	0.69282	1.32665	1.649242	1.581139

## 4. 収集資料リスト

## 収集資料リスト

番号	タイトル	作成/発行年月	作成/発行者 (委託先)	原/写/媒体(種類)	備考(入手元、主な内容・ポイントなど)
<b>【報告書等】</b>					
1	PROJECT COMPLETION REPORT ON THE KHULNA-JESSORE DRAINAGE REHABILITATION PROJECT (Loan 1289-BANISFI) IN BANGLADESH	2004年9月	ADB	Soft Copy (PDF)	
2	Project Performance Evaluation Report on Loan No. 1289-BAN(SF): Khulna-Jessore Drainage Rehabilitation Project and TA No. 2012-BAN:Khulna-Jessore Drainage Rehabilitation Proposed Evaluation Approach	2007年1月	ADB	Soft Copy (PDF)	
3	PROJECT APPRAISAL DOCUMENT ON A PROPOSED CREDIT IN THE AMOUNT OF SDR 67.5 MILLION (US\$102.26 MILLION EQUIVALENT) TO THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH FOR A WATER MANAGEMENT IMPROVEMENT PROJECT	2007年10月	WB	Soft Copy (PDF)	
4	Bangladesh Country Water Resources Assistance Strategy	2005年12月	WB	Soft Copy (PDF)	
5	Bangladesh Country Water Resources Assistance Strategy Bangladesh Development Series – paper no 3	2005年12月	WB	Soft Copy (PDF)	
6	Bangladesh Economic Update	2009年9月	WB	Soft Copy (PDF)	
7	ENVIRONMENTAL MANAGEMENT FRAMEWORK FOR WATER MANAGEMENT IMPROVEMENT PROJECT (WMIP)	2004年3月	BWDB	Soft Copy (PDF)	
8	Institutional Strengthening and Project Management, Inception Report - Final	2007年7月	DHV	Soft Copy (PDF)	
9	People's Republic of Bangladesh: Developing Innovative Approaches to Management of Major Irrigation Systems	2009年3月	ADB	Soft Copy (PDF)	
10	Bangladesh: Supporting the Establishment of the Khulna Water Supply and Sewerage Authority (Financed by the ADB Technical Assistance Special Fund)	2008年12月	ADB	Soft Copy (PDF)	
11	Initial Poverty and Social Assessment, BAN: Khulna Water Supply Project	2009年9月	ADB	Soft Copy (PDF)	
12	People's Republic of Bangladesh: Strengthening the Resilience of the Water Sector in Khulna to Climate Change (Financed by the Climate Change Fund)	2008年12月	ADB	Soft Copy (PDF)	
13	DEVELOPMENT PROJECT PROFORMA/PROPOSAL (DPP) FOR Gorai River Restoration Project (Phase-II)	2009年9月	BWDB	Soft Copy (PDF)	
14	National Water Management Plan Development Strategy	2001年6月	WARPO	Soft Copy (PDF)	
15	VOLUME 1: FINAL REPORT AND ROADMAP REGIONAL TECHNICAL ASSISTANCE (RETA) SUPPORTING IWRM (BANGLADESH) (ADB RETA PROJECT NO. 39199: PROCESS DEVELOPMENT FOR PREPARING AND IMPLEMENTING INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT PLANS)	2009年7月	ADB	Soft Copy (PDF)	
16	Key Indicators FOR ASIA AND THE PACIFIC 2008	2008年8月	ADB	Soft Copy (PDF)	
17	Southwest Flood Damage Rehabilitation Project (Loan 1825-BAN(SF)) in Bangladesh	2005年9月	ADB	Soft Copy (PDF)	
18	SUMMARY ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT SOUTHWEST AREA INTEGRATED WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT PROJECT IN BANGLADESH	2005年7月		Soft Copy (PDF)	
19	南バングラデシュにおける地下水流動とヒ素の分布について	2005年2月	土木学会 水工学論文集	Soft Copy (PDF)	インターネットで入手

## 収集資料リスト

番号	タイトル	作成/発行年月	作成/発行者 (委託先)	原/写/媒体(種類)	備考(入手元、主な内容・ポイントなど)
20	Small-Scale Water Resources Development Sector Project-I, External Evaluation	2003年6月	BUET, BIDS	Soft Copy (PDF)	
21	宮崎大学学術情報リポジトリ, ヒ素の化学型態に基づいたバングラデシュの地下水ヒ素溶出機構の解明に関する研究	2004年3月	宮崎大学	Soft Copy (PDF)	インターネットで入手
22	バングラデシュにおける災害問題の実態と自然・社会特性との関連分析	2003年4月	京都大学防災研究所	Soft Copy (PDF)	インターネットで入手
23	SURVEYS AND MATHEMATICAL MODELING TO SUPPORT THE DESIGN WORK OF GORAI RIVER RESTORATION PROJECT	2000年12月	BWDB	Soft Copy (PDF)	
24	Investigation Report on the StormSurge Disaster by Cyclone SIDR in 2007, Bangladesh (Transient translation)	2008年6月	土木学会調査団	Soft Copy (PDF)	インターネットで入手
25	Bangladesh Water Utilities Data Book, 2006-07, Benchmarking for Improving Water Supply Delivery	2009年6月	wsp	Soft Copy (PDF)	JICA調査団(NJS)から入手
26	IRRIGATION SUB-SECTOR STUDY IN BANGLADESH	2005年7月	JBIC	Soft Copy (PDF)	
27	SOUTHWEST AREA INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT PROJECT, FINAL REPORT, Main Report	2004年12月	Halcrow	Copy	IWM経由で入手
28	Gorai River Re-excavation Project Pilot Priority Works, PPW Third Season, Figure & Annex I	2001年4月	BWDB	Copy	IWM経由で入手
29	Real Time Data Collection (July '05 to December '06) for FFWC and Update & Model Validation of General/ National & 6-Regional Models for 2003-06 Hydrological Year, VALIDATION REPORT-2, Volume-VI: Updating and Validation of South West Region Model for 2005-06 Hydrological Year & Monsoon 2006	2007年3月	IWM	Copy	IWM経由で入手
30	Southwest Area Water Resources Management Project, FAP4, FINAL REPORT, Volume 1, Main Report	1993年8月	ADB	Copy	IWM経由で入手

## 5. ヒアリング・アンケート 調査票

## 1) ヒアリング調査記録 (住民組織調査)

**List of Community Organizatins Interviewed**

	<b>District</b>	<b>Name of the Organization</b>	<b>Date</b>
Large Scale	Khustia	Nayanpur WMG	18.05.2010
	Khustia	Chowdhara WMG	18.05.2010
	Khustia	Nowapara WMG	19.05.2010
	Khustia	Passim bahir char WMG	19.5.2010
	Khustia	T3, Horinakundu WMG	20.05.2010
	Khustia	S4A, Horinakundu WMG	20.05.2010
	Khustia	Tahurhuda Dakhinpara WMG	20.05.2010
	Khustia	Muzdia WMG	21.05.2010
	Khustia	Rajapur Diranpara WMG	21.05.2010
	Khustia	Kabilpur-Sherpur WMG	21.05.2010
Medium Scale	Narail	Hymontie WMG	24.05.2010
	Narail	Shapla WMG	24.05.2010
	Narail	Mollika WMG	24.05.2010
	Narail	Falguni WMG	24.05.2010
	Narail	Agrani WMG	24.05.2010
	Narail	Sharnolata WMG	25.05.2010
	Narail	Madhubilata WMG	25.05.2010
Small Scale	Narail	Devbagh Shakpara WMC	23.05.2010
	Jessore	Madhurkaria WMC	23.05.2010
	Jessore	Rajsree karjokhali WMC	26.05.2010
	Khulna	Sreerampur Beel WMC	26.05.2010
	Jessore	Dolpur Mukteshory, WMC	27.05.2010

### 質問票

1	<b>Organization Related</b>	Type	Water Users / Farmers / NGOs / Others				Serial #		
	Name				Capital	Source		Date	
	ESTD	Registered	Yes	No	District			Upazila	

2	<b>Structure</b>								
	Members in the governing body:				Male:			Female:	
	Total members	Male:		Female			Meeting/Month		

3	<b>Activity</b>								
	Irrigation	Agril	Fish	Income generation	Agril Input	Credit	Rd. maint.	Forestry	
	Education	Women empower.							

4	<b>Detail of Activity</b>							
---	---------------------------	--	--	--	--	--	--	--

5	<b>General Question</b>					
	- Achievement in relation to the goals/objectives	very good	good	satisfactory	Not satisfactory	
	- Relationship with project management	very good	good	satisfactory	Not satisfactory	
	- Relationship with other community orgs./NGOs	very good	good	satisfactory	Not satisfactory	

6	<b>Main Development Constraints</b>							
	- Within the project							
	- Within the organization							
	- Others							

7	<b>Expectations</b>							
	1							
	2							
	3							

8	<b>Notes</b>							
---	--------------	--	--	--	--	--	--	--

2) アンケート調査記録（水問題調査）

調査実施箇所のリスト

Name of District	Name of Office	Date
Shariatpur	Bangladesh Water Development Board (BWDB)	13 April 2010
Madaripur	BWDB	13 April 2010
Barisal	BWDB	15 April 2010
Barisal	Department of Public Health Engineering (DPHE)	15 April 2010
Jhalakati	Jhalakati Pourashava (Municipality)	15 April 2010
Jhalakati	BWDB	15 April 2010
Faridpur	DPHE	18 April 2010
Faridpur	BWDB	19 April 2010
Rajbari	BWDB	18 April 2010
Rajbari	DPHE	18 April 2010
Meherpur	Meherpur Pourashava (Municipality)	09 May 2010
Meherpur	DPHE	09 May 2010
Chuadanga	BWDB	09 May 2010
Chuadanga	DPHE	09 May 2010
Jhenaidah	BWDB	09 May 2010
Jhenaidah	DPHE	09 May 2010
Magura	DPHE	10 May 2010
Magura	BWDB	10 May 2010
Jessore	DPHE	10 May 2010
Jessore	BWDB	11 May 2010
Narail	BWDB	11 May 2010
Narail	DPHE	11 May 2010
Pirojpur	BWDB	12 May 2010
Pirojpur	DPHE	12 May 2010
Gopalganj	BWDB	13 May 2010
Gopalganj	DPHE	13 May 2010
Khulna	Water Supply & Sewage Authority (KWASA)	29 Mar 2010
Khulna	BWDB	30 Mar 2010
Khulna	Local Government Engineering Department	3 Jun 2010
Kushtia	BWDB	26 Mar 2010
Kushtia	Department of Agricultural Extension	23 June 2010



## 質問票

質問票には、行政側、農村部住民、都市部住民に対してのものが3種類ある。

### (1) 行政側用の質問票

People's Republic of Bangladesh

DATA COLLECTION SURVEYS ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT IN SOUTHWEST AREA, JICA

QUESTIONNAIRE for Government Officers

Ministry( ) Department/Board ( )  
 District( ) Upazila( )  
 Position ( )

#### 1 Water Utilization

Q-1 Please check where relevant or insert figures regarding the water use related to your responsible jurisdiction or fields

Used for	Supply system	Source	Deficit		Cause of deficit
			Dry season	Wet season	
Domestic	( ) Private pipe, ( ) Public pipe ( ) Canal ( ) Pump, ( ) River, ( )Others	( )Ground water, ( )River, ( ) Pond ( )Others	( )Sierious ( )Not serious	( ) None ( ) Yes	( ) Low capacity of supply system, ( ) Large upstream consumption ( ) Low capacity of water source ( )Other
Irrigation	( ) Private pipe, ( ) Public pipe ( ) Canal ( ) Pump, ( ) River, ( )Others	( )Ground water, ( )River, ( ) Pond ( )Others	( )Sierious ( )Not serious	( ) None ( ) Yes	( ) Low capacity of supply system, ( ) Large upstream consumption ( ) Low capacity of water source ( )Other

( to be continued)

( continuation)

Used for	Supply system	Source	Deficit		Cause of deficit
			Dry season	Wet season	
Farms	( ) Private pipe, ( ) Public pipe ( ) Canal ( ) Pump, ( ) River, ( )Others	( )Ground water, ( )River, ( ) Pond ( )Others	( )Sierious ( )Not serious	( ) None ( ) Yes	( ) Low capacity of supply system, ( ) Large upstream consumption ( ) Low capacity of water source ( )Other
Industrial	( ) Private pipe, ( ) Public pipe ( ) Canal ( ) Pump, ( ) River, ( )Others	( )Ground water, ( )River, ( ) Pond ( )Others	( )Sierious ( )Not serious	( ) None ( ) Yes	( ) Low capacity of supply system, ( ) Large upstream consumption ( ) Low capacity of water source ( )Other
Commercial/Service	( ) Private pipe, ( ) Public pipe ( ) Canal ( ) Pump, ( ) River, ( )Others	( )Ground water, ( )River, ( ) Pond ( )Others	( )Sierious ( )Not serious	( ) None ( ) Yes	( ) Low capacity of supply system, ( ) Large upstream consumption ( ) Low capacity of water source ( )Other
Public	( ) Private pipe, ( ) Public pipe ( ) Canal ( ) Pump, ( ) River, ( )Others	( )Ground water, ( )River, ( ) Pond ( )Others	( )Sierious ( )Not serious	( ) None ( ) Yes	( ) Low capacity of supply system, ( ) Large upstream consumption ( ) Low capacity of water source ( )Other

Q-2 Please specify the root causes of the deficit appeared as above

1) Domestic use ( ) 2) Irrigation use ( )  
 3) Farming use( ) 4) Industrial use( )

5) Commercial use ( ) 6) Public use ( )

**Q-3** Please check where relevant or insert figures or words regarding the quality problems for water use concerning to your responsible jurisdiction or fields

District 1 ( ) Upazila ( )

Source	Supply System	Dry season contamination					Wet season contamination				
		Sediment	Debris	Arsenic	Effluent	Salinity	Sediment	Debris	Arsenic	Effluent	Salinity
( ) River	( ) Private pipe										
( ) Groundwater	( ) Public pipe										
( ) Pond	( ) Canal										
( ) Others	( ) Pump										
( )	( ) River/canal										
( )	( ) Others										

District 2 ( ) Upazila ( )

Source	Supply System	Dry season contamination					Wet season contamination				
		Sediment	Debris	Arsenic	Effluent	Salinity	Sediment	Debris	Arsenic	Effluent	Salinity
( ) River	( ) Private pipe										
( ) Groundwater	( ) Public pipe										
( ) Pond	( ) Canal										
( ) Others	( ) Pump										
( )	( ) River										
( )	( ) Others										

District 3 ( ) Upazila ( )

Source	Supply System	Dry season contamination					Wet season contamination				
		Sediment	Debris	Arsenic	Effluent	Salinity	Sediment	Debris	Arsenic	Effluent	Salinity
( ) River	( ) Private pipe										
( ) Groundwater	( ) Public pipe										
( ) Pond	( ) Canal										
( ) Others	( ) Pump										
( )	( ) River										
( )	( ) Others										

**Q-4** Please describe issues, causes thereof and conceivable countermeasures thereto regarding water quality if any ( )

## 2 Water Related Disaster

**Q-5** Please specify the flood prone areas, usual submergence area, depth and duration

District and/or Upazila	River	Depth	Duration	Area	Assets to be submerged
1)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
2)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
3)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
4)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
5)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
6)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )

**Q-6** Please describe issues, root causes and conceivable counter measures regarding flood if any ( )

**Q-7** Please specify the inundation prone areas, usual submergence area, depth and duration

District and/or Upazila	Drainage	Depth(m)	Duration(H)	Area(ha)	Assets to be submerged
1)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
2)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
3)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
4)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
5)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
6)					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )

**Q-8** Please describe issues, root causes and conceivable counter measures regarding inundation if any ( )

### 3 Conservation

**Q-9** Garbage in ( ) deteriorates water quality of ( )

**Q-10** Effluent from ( ) deteriorate water quality of ( )

**Q-11** Sediment from ( ) deposit in ( ) and degrade the capacity of ( )

**Q-12** Sediment from ( ) deposit in ( ) and degrade the capacity. of ( )

**Q-13** Sediment from ( ) deposit in ( ) and degrade the capacity of ( )

**Q-14** Groundwater in ( ) could recharge by ( )

### 4 Intensification plan of land use

**Q-15** If you have any new land use intensification plan, please check where relevant or insert words or figure

Plan 1

1	Purpose	( ) Irrigation ( ) Industry ( ) Commercial ( ) Public ( ) Others
2	Site	District ( ) Upazila ( )
3	Area in Ha	( )
4	Present land use	( ) Wetland, ( ) Bush ( ) Rain fed agricultural land ( ) Irrigated agricultural land ( ) Others
5	Numbers of persons to use per day	( ) ~500 ( ) 500~ 2,000 ( ) 2000~5000, ( ) 5,000~
6	Expected water source	( ) Ground water ( ) Ganges ( ) Gorai ( ) Others
7	Water demand in CMS	( ) ~0.1 (=8.6 MLD) ( ) 0.1~0.2 ( ) 0.2~0.5 ( ) 0.5~1.0 ( ) Please figure out if more than 1.0 ( )

Plan 2

1	Purpose	( ) Irrigation ( ) Industry ( ) Commercial ( ) Public ( ) Others
2	Site	District ( ) Upazila ( )
3	Area in Ha	( )
4	Present land use	( ) Wetland, ( ) Bush ( ) Rain fed agricultural land ( ) Irrigated agricultural land ( ) Others
5	Numbers of persons to use per day	( ) ~500 ( ) 500~ 2,000 ( ) 2000~5000, ( ) 5,000~
6	Expected water source	( ) Ground water ( ) Ganges ( ) Gorai ( ) Others
7	Water demand in CMS	( ) ~0.1 (=8.6 MLD) ( ) 0.1~0.2 ( ) 0.2~0.5 ( ) 0.5~1.0 ( ) Please figure out if more than 1.0 ( )

(2) 農村部住民用の質問票

People's Republic of Bangladesh

DATA COLLECTION SURVEYS ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT IN SOUTHWEST AREA, JICA

QUESTIONNAIRE for Private people in a rural area

District( ) Upazila( )

Occupation( ) Family size ( )

1 Water Utilization

Q-1 Please check where relevant or insert figures regarding your water use

Use	Supply system	Source	Deficit		Cause of deficit
			Dry season	Wet season	
Domestic use ( ) LPD	( ) Private pipe, ( ) Public pipe ( ) Canal ( ) Pump, ( ) River, ( ) Others	( ) Ground water, ( ) River, ( ) Pond ( ) Others	( ) Serious ( ) Not serious	( ) None ( ) Yes	( ) Low capacity of supply system, ( ) Large upstream consumption ( ) Low capacity of water source ( ) Other
Irrigation and/or farming use Dry season use ( ) CMS	( ) Private pipe, ( ) Public pipe ( ) Canal ( ) Pump, ( ) River, ( ) Rain fed ( ) Others	( ) Ground water, ( ) River, ( ) Pond ( ) Others	( ) Serious ( ) Not serious	( ) None ( ) Yes	( ) Low capacity of supply system, ( ) Large upstream consumption ( ) Low capacity of water source ( ) Other

Q-2 Please specify the root causes of the above presented deficit

1) Domestic use ( )

2) Irrigation and/or Farming ( )

Q-3 Please check where relevant or insert figures or words regarding the quality problems regarding water utilization

District ( ) Upazila ( )

Source	Supply System	Dry season contamination					Wet season contamination				
		Sediment	Debris	Arsenic	Effluent	Salinity	Sediment	Debris	Arsenic	Effluent	Salinity
( ) River	( ) Private pipe										
( ) Groundwater	( ) Public pipe										
( ) Pond	( ) Canal										
( ) Others	( ) Pump										
( )	( ) River										
( )	( ) Others										

2 Water Related Disaster

Q-4 Please specify the disaster, usual submergence or silting area, depth and duration

Disaster	River or canal	Depth	Duration	Area	Assets to be submerged
1) Flood					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
2) Inundation					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
3) Sediment silting					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
4) Drought					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )

Q-5 Please describe issues, causes and conceivable counter measures regarding water related disaster if any ( )

(3) 都市部住民用の質問票

People's Republic of Bangladesh

DATA COLLECTION SURVEYS ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT IN SOUTHWEST AREA, JICA

QUESTIONNAIRE for Private people in a urban area

District( ) Upazila( )

Occupation( ) Family size ( )

1 Water Utilization

Q-1 Please check where relevant or insert figures regarding your water use

Use	Supply system	Source	Deficit		Cause of deficit
			Dry season	Wet season	
Domestic use ( ) LPD	( ) Private pipe, ( ) Public pipe ( ) Canal ( ) Pump, ( ) River, ( ) Others	( ) Ground water, ( ) River, ( ) Pond ( ) Others	( ) Serious ( ) Not serious	( ) None ( ) Yes	( ) Low capacity of supply system, ( ) Large upstream consumption ( ) Low capacity of water source ( ) Other
Commercial use ( ) LPD	( ) Private pipe, ( ) Public pipe ( ) Canal ( ) Pump, ( ) River, ( ) Others	( ) Ground water, ( ) River, ( ) Pond ( ) Others	( ) Serious ( ) Not serious	( ) None ( ) Yes	( ) Low capacity of supply system, ( ) Large upstream consumption ( ) Low capacity of water source ( ) Other

Q-2 Please specify the root causes of the deficit ( )

Q-3 Please check where relevant or insert figures or words regarding the quality of water to use

District ( ) Upazila ( )

Source	Supply System	Dry season contamination					Wet season contamination				
		Sediment	Debris	Arsenic	Effluent	Salinity	Sediment	Debris	Arsenic	Effluent	Salinity
( ) River	( ) Private pipe										
( ) Groundwater	( ) Public pipe										
( ) Pond	( ) Canal										
( ) Others	( ) Pump										
( )	( ) River										
( )	( ) Others										

2 Water Related Disaster

Q-4 Please specify the disaster, usual submergence or silting area, depth and duration

Disaster	River	Depth	Duration	Area	Assets to be submerged
1) Flood					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
2) Inundation					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
3) Sediment silting					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )
4) Drought					No of house/Build( ), Road length( ) Field Ha( )

Q-5 Please describe issues, causes and conceivable counter measures regarding water related disaster if any ( )